



COMANDANDO O FUTURO

INVENSYS DIMETRONIC PORTUGAL

Detentores do know-how do maior grupo internacional em Sistemas de Controlo Ferroviário.



invensys™
DIMETRONIC™
signals PORTUGAL

mais de **20 anos**



Luís García Sánchez
Administrador - Director Geral
Invensys Dimetronic Signals Portugal

INVENSYS DIMETRONIC SIGNALS SUCURSAL PORTUGUESA

PORQUE ESTAMOS AQUI

A nossa presença nesta revista da ADFER, que muito nos honra, dá-nos a oportunidade de reafirmar publicamente o propósito de continuidade na orientação que a Dimetronic tem demonstrado nos últimos 20 anos na sua prática de colaboração com as Administrações Portuguesas de transporte ferroviário na persecução dos seus objectivos de desenvolvimento, modernização e rentabilização do transporte ferroviário.

Para isso continuaremos, tanto a própria Empresa como o grupo multinacional Invensys Rail ao qual pertencemos, a sedimentação dos centros de competência que temos vindo a estabelecer na **DIMETRONIC Portugal** por forma a que esta seja conjuntamente com os nossos clientes o vector de transferência de tecnologia para centros de competência Portugueses.

Esperamos também que esta presença na revista da ADFER, a quem desde já agradecemos a oportunidade, constitua um contributo ao trabalho que, do nosso ponto de vista, a ADFER tem vindo a desenvolver de uma forma positiva, promovendo a divulgação de novas tecnologias e discussões técnicas construtivas cujas conclusões são seguramente da maior utilidade aos centros decisórios do futuro dos Transportes Ferroviários.

A HISTÓRIA DO NOSSO SUCESSO

No processo de modernização e alargamento das redes de transportes ferroviários e de metropolitanos Portugueses nomeadamente nas da REFER e nas do Metropolitano de Lisboa, a Dimetronic tem estado sempre presente com sucesso e desde a primeira hora, respeitando claramente os objectivos e a estratégia de implementação que tanto as respectivas Administrações como a sua tutela têm vindo a imprimir nesse processo.

A chave deste sucesso assenta por um lado na nossa longa experiência internacional neste segmento de mercado que nos habituou a uma grande capacidade de adaptação às especificidades técnicas e comerciais inerentes a cada país e por outro na nossa disponibilidade da tecnologia mais avançada e que integra toda a nossa gama de equipamentos necessários neste mercado, sempre apoiada por uma capacidade de investigação e desenvolvimento que assegura a sua constante evolução e a concepção de novos produtos sempre com os mais elevados padrões de segurança, de disponibilidade de serviço e de facilidade de utilização.

No caso de Portugal complementamos esta base de competência com outras também importantíssimas neste processo e de que destacamos:

- A capacidade sistemista da Dimetronic, que assegurou o êxito no desenvolvimento de projectos integrados de Sinalização e Telecomunicações com base no respeito pelas especificidades dos normativos e das regras de exploração Portuguesas.
- A nossa experiência na implementação de obras que permitiu adaptar com eficácia os nossos processos de gestão de obra por forma a que sem prejuízo no cumprimento de prazos fosse possível desde a alteração de projectos durante a execução das obras.
- A transferência de conhecimento das novas tecnologias e sistemas de aplicação ferroviária para técnicos Portugueses, objectivo claro tanto da Administração Ferroviária Portuguesa e como do interesse nacional é também um objectivo conseguido.
- Transmitimos para os técnicos Portugueses da Rede Ferroviária Nacional todo o “know how” dos novos sistemas, apoiado numa plataforma laboratorial específica de “hardware”, que também fornecemos, para o desenvolvimento e teste de “software” assim como para a simulação do comportamento no teste do comando e controlo das instalações reais caso a caso.
- Simultaneamente formamos competências técnicas tanto para o desenvolvimento de projecto como de gestão de obra e de manutenção de equipamentos e sistema aos técnicos da nossa empresa Dimetronic Portugal hoje com cerca de 100 colaboradores, cuja existência actuante em Portugal antecede o início deste processo histórico de modernização tecnológica da Rede Ferroviária Nacional, até aí em projectos e obras no Metropolitano de Lisboa e com quem sempre continuamos a manter uma actividade efectiva.

E QUE FUTURO?

Apesar das dificuldades do contexto actual, causadas pela redução de investimentos no sector, em que nos é difícil rentabilizar as capacidades e competências que desenvolvemos, é com agrado que assistimos a decisões e acções concretas no que se refere tanto por parte da Rede Ferroviária Nacional e da sua tutela estatal, como dos novos projectos de expansão das redes metropolitanas existentes ou de novas. Com efeito:

Por um lado à triagem do leque de soluções que se apresentam na área do desenvolvimento do Sistema de Transportes Ferroviários no seu segmento da Alta Velocidade e da Velocidade Elevada associadas aos sistemas ERTMS / ETCS que contribuem para materializar os conceitos de interoperabilidade.

Neste aspecto, dizemos que é com agrado porque também

nesta área a Dimetronic e o Grupo Invensys Rail dispõe já, tanto da experiência de projecto e de implementação prática dos mesmos como dos equipamentos tanto de via como embarcados, para poder com sucesso competir no mercado Português e merecer a confiança da Rede Ferroviária Nacional, podendo assim seguramente continuar a desenvolver e a sedimentar as competências Portuguesas de que dispomos.

Também é de salientar a constatação do interesse que estes novos sistemas estão a provocar nas Administrações para a sua aplicação nas redes convencionais, sobretudo em linhas de alta densidade de tráfego.

Por outro lado, o aumento e concentração de população que se vem produzindo nas grandes cidades e que tem provocado um aumento exponencial no volume de passageiros utentes dos transportes urbanos, exige às Administrações de Transporte Metropolitanos maiores níveis de exploração cada vez mais rigorosos e seguros.

Este facto implica a introdução de novos sistemas que facilitem e que garantam os objectivos anteriores e que assegurem por outro lado a rentabilização do investimento. Assim e neste âmbito a Dimetronic dispõe de sistemas suficientemente testados como os TBS, CBTC ou o Driverless, que permitem circulações de forma semi-automática ou automática, garantindo a evolução positiva da qualidade do serviço em frequência e segurança das mesmas, da disponibilidade dos equipamentos, do conforto e da rentabilização dos meios humanos operacionais.

A FECHAR

Do que mais em detalhe fizemos e fazemos, damos de seguida conta através dos nossos colaboradores, cujas equipas tanto as especializadas como as multidisciplinares certamente aí demonstrarão o nível de competência e de motivação que a Dimetronic foi, é e será capaz de lhes proporcionar por forma a que realmente estejamos certos de poder cumprir com sucesso os objectivos futuros dos nossos clientes.

A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE SINALIZAÇÃO ELECTRÓNICA NA REDE FERROVIÁRIA PORTUGUESA

Eng.º António O. Moniz Barreto
REFER

1. ANTECEDENTES

No decurso da década de 1980, a necessidade de modernizar os sistemas de sinalização e de comando e controlo existentes era evidente dadas as características dos mesmos (encravamentos mecânicos e/ou electromecânicos com capacidades limitadas de exploração e obrigando a uma utilização intensiva do cantonamento telefónico, obsolescência de muitos dos encravamentos originando problemas com peças de reserva para alguns dos relés instalados, estrutura de comando e controlo dotada de poucos meios modernos de regulação e fortemente dependente de meios humanos).

O financiamento proporcionado pelos fundos comunitários europeus veio permitir a modernização da sinalização, integrada no processo global de modernização da infraestrutura da rede portuguesa, através do desenvolvimento de planos de modernização, com início pelas linhas mais importantes da rede (zonas suburbanas de Lisboa e Porto, Linha do Norte, linha da Beira Alta, linhas inseridas no itinerário Sines - Central do Pego), posteriormente alargados a outras linhas da rede, como é o caso da ligação ao Algarve.

2. A MODERNIZAÇÃO

No início do processo de modernização foi tomada a importante decisão estratégica de aplicar

sistemas de sinalização electrónicos em todas as novas instalações modernizadas. Esta decisão e os concursos internacionais que se seguiram conduziram à escolha de duas tecnologias de sinalização electrónica:

- SSI, fornecida pelo Consórcio Westinghouse / Dimetronic;
- ESTW, fornecida por um Consórcio entre a Alcatel SEL Germany e a Alcatel Portugal.

O primeiro encravamento de tecnologia electrónica SSI entrou ao serviço em 1991 em Porto Campanhã, quando da inauguração da ponte de São João. A primeira colocação ao serviço de um encravamento electrónico da tecnologia ESTW ocorreu em 1995 na estação de Mangualde (linha da Beira Alta).

Escolhidas estas duas tecnologias foi então definido e aprovado um Plano nacional de implementação de novas tecnologias de sinalização, repartindo geograficamente as tecnologias pela rede.

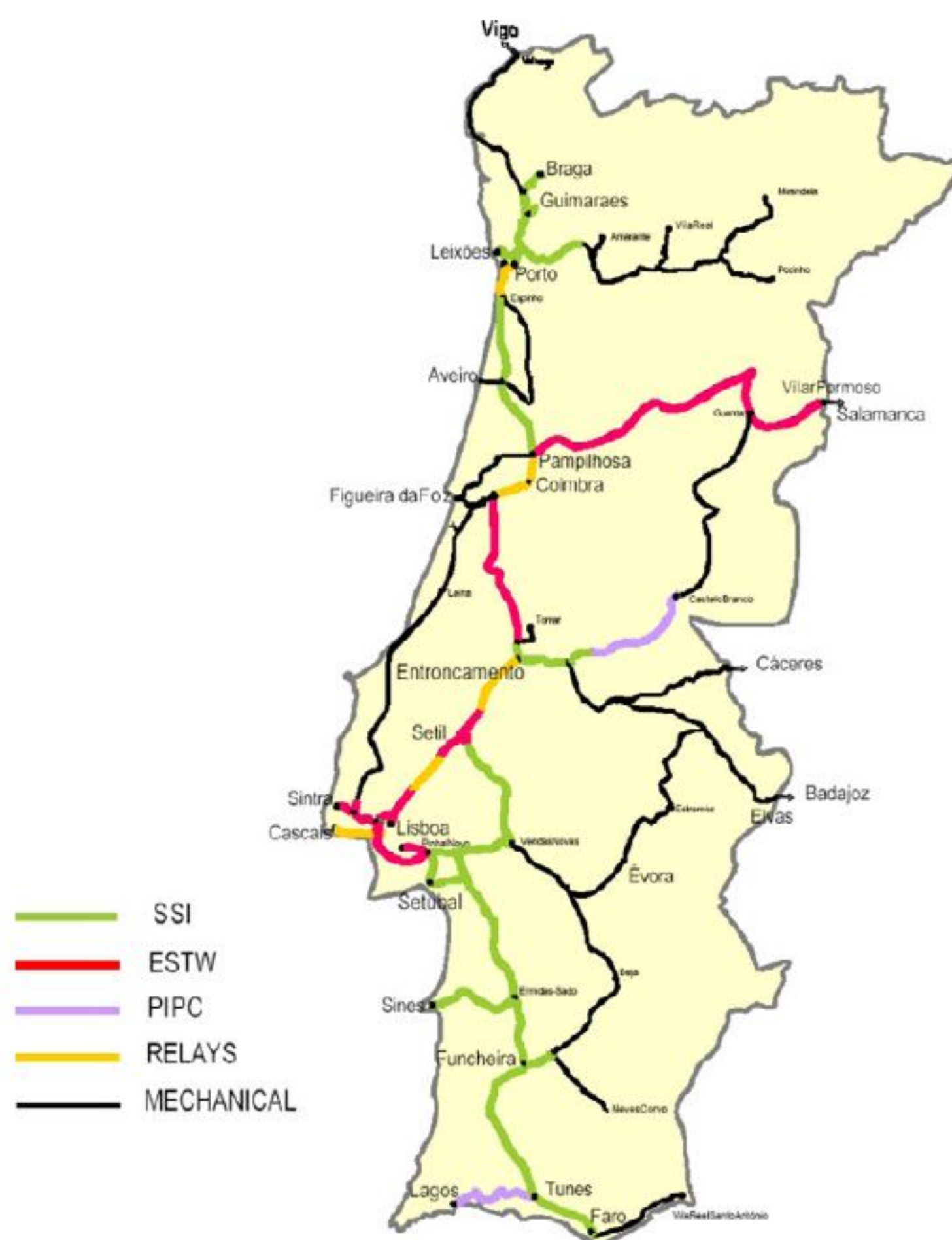
A aplicação do Plano permitiu uma mais rápida implementação dos encravamentos electrónicos, tornou mais fácil o desenvolvimento de estruturas de manutenção adequadas e, em consequência da repartição geográfica das tecnologias, permitiu uma redução significativa das interfaces necessárias.

Numa fase posterior, com o objectivo de dispor de um sistema de sinalização electrónica com um

custo mais baixo e consequentemente mais adequado a linhas da rede com uma densidade de tráfego mais reduzida, foi escolhido para o efeito, na sequência de novos concursos internacionais, o sistema PIPC fornecido pela Alcatel.

Em resultado dos investimentos efectuados, os encravamentos electrónicos controlam actualmente cerca de 45 % da rede ferroviária portuguesa (percentagem que se eleva para cerca de 70%, se considerarmos apenas a rede básica, que inclui as linhas mais importantes). Particularmente significativa é a redução da ordem dos 50 % verificada na extensão da rede anteriormente controlada por sinalização mecânica.

A distribuição pelas diferentes tecnologias de sinalização electrónica está evidenciada no mapa seguinte.



No âmbito da modernização ocorrida nos últimos anos, interessa ainda referir:

- A implementação de um sistema de ATP (Ebicab 700, designado habitualmente em Portugal por sistema CONVEL). Com início em 1993, a sua instalação foi progressivamente expandida, atingindo actualmente uma cobertura da ordem dos 50 % da rede
- A implementação de uma nova filosofia de comando e controlo da circulação, com a introdução de dois níveis de comando
- **Comando Local**, a partir de estações designadas de concentração controlando uma área alargada a várias estações e troços de plena via
- **Comando Central**, a partir de centros de comando de tráfego (CTC), distribuídos pela rede, com capacidade para comando e controlo remoto das instalações por eles abrangidas e dotados de modernos sistemas de apoio à exploração
- A modernização dos sistemas de telecomunicações, implementada em paralelo com os novos sistemas de sinalização. Os novos sistemas de sinalização têm vindo progressivamente a utilizar as possibilidades oferecidas pela modernização das telecomunicações, nomeadamente através da utilização da fibra óptica para certas aplicações.

3. A IMPLEMENTAÇÃO DOS ENCRAVAMENTOS ELECTRÓNICOS

Os requisitos funcionais para os novos sistemas electrónicos de sinalização a aplicar em Portugal foram definidos, utilizando como base os encravamentos a relés existentes na nossa rede.

O software de cada um dos sistemas de sinalização electrónica escolhidos para equipar a rede ferroviária portuguesa foi desenvolvido com base nos princípios de exploração e sinalização das suas redes de origem.

Sendo estes princípios diferentes de país para país houve que realizar, como 1ª fase de implementação em Portugal dos novos sistemas de sinalização electrónica, a adaptação do software de cada um desses sistemas aos princípios de exploração e sinalização portugueses.

Dado que o software de cada um dos sistemas (SSI, ESTW, PIPC) tem aspectos distintos, houve que

realizar um trabalho específico para cada sistema por parte do respectivo fornecedor, em estreita ligação com técnicos dos caminhos-de-ferro portugueses com um conhecimento aprofundado dos princípios de sinalização/exploração a implementar, de forma a realizar todas as adaptações necessárias.

Para cada um dos sistemas esta actividade tomou entre 1 a 2 anos.

No caso do SSI, a primeira instalação em Portugal foi ainda provisoriamente implementada utilizando um conjunto incompleto de especificações portuguesas, que foram depois complementadas nos projectos que se seguiram. Actualmente há entre o fornecedor e o gestor da infra-estrutura um entendimento completo, devidamente documentado, de todos os princípios a aplicar.

Para o ESTW, o conjunto de especificações básicas a implementar estava definido em 1995 para a primeira instalação do sistema na linha da Beira Alta. Posteriormente, houve que introduzir sucessivas actualizações do software do sistema para dar resposta aos requisitos associados a novas situações de exploração ou a novas funcionalidades não consideradas na versão inicial do software. As validações da 1ª versão do software e as posteriores actualizações foram realizadas com o apoio de um consultor externo.

O conjunto de requisitos básicos do PIPC foi definido para o primeiro projecto onde o sistema foi aplicado (Tunes - Lagos) e novas funções progressivamente acrescentadas para situações mais complexas. O processo de aceitação do sistema pela REFER, realizado de acordo com os standards CENELEC, foi desenvolvido com a participação de entidades externas, designadamente no que respeita ao "assessment" do processo de aceitação.

4. OS LABORATÓRIOS DE ENSAIOS

Para cada um dos sistemas, foram adquiridos laboratórios de ensaios de software, permitindo a realização de ensaios de software, em particular do software de aplicação às diferentes instalações, antes das respectivas colocações em serviço.

Estes laboratórios, para além da aquisição de

know-how por parte dos técnicos da REFER sobre o software dos diferentes sistemas, vieram:

Tornar mais fácil a verificação da correcta implementação no software das adaptações que houve que desenvolver para a introdução das funcionalidades associadas aos princípios de sinalização e exploração portugueses

Realizar os ensaios de software prévios à colocação em serviço de novas instalações de sinalização, muito facilitados pelo facto de os laboratórios permitirem a simulação das condições da infra-estrutura, com redução assim significativa do volume de ensaios de terreno.

Tendo em atenção que a introdução dos encravamentos electrónicos foi realizada no âmbito mais global de um processo de modernização global das infra-estruturas, com necessidade de frequentes colocações em serviço associadas a numerosos faseamentos de trabalhos, a possibilidade de realização de ensaios em simulação foi essencial para o cumprimento dos programas de trabalhos impostos pela realização das obras.

5. A NOVA FILOSOFIA DE COMANDO E CONTROLO

A filosofia de comando e controlo da circulação até aos anos de 1990 era essencialmente manual, realizada em postos de comando distribuídos ao longo da rede, com recurso a informações telefónicas recebidas das estações, não existindo nesses centros os modernos sistemas de apoio à exploração que actualmente equipam os CTC.

Nas estações, o comando local da circulação dos comboios era feita através dos encravamentos existentes em cada estação.

Com a introdução dos novos encravamentos electrónicos, estes passaram a controlar uma área alargada (tipicamente entre 30 a 60 km) abrangendo diversas estações e troços de plena via a partir de uma mesa de comando local instalada numa das estações do troço controlado, a designada Estação de Concentração.

Passou-se de uma estrutura altamente descentralizada para uma solução mais centralizada, permitindo ao operador de comando local uma visão alargada das condições de tráfego

na área que controla directamente.

Por outro lado, todos os movimentos de comboios **em qualquer dos sentidos de circulação** nas áreas controladas pelos novos sistemas de sinalização passaram também a ser controlados electricamente, reduzindo significativamente a necessidade de cantonamento telefónico.

Adicionalmente foi introduzido de forma progressiva um novo nível de comando (comando central), a partir de centros de comando centralizado (CTC), instalados na Pampilhosa, Entroncamento, Lisboa Oriente, Lisboa Campolide, Setúbal e Faro, para comando e controlo de áreas já dotadas de encravamentos electrónicos.

Estes CTC foram projectados com elevado nível de integração e equipados com sistemas de comando e controlo remoto das instalações e com modernos sistemas de apoio à exploração requeridos para a supervisão e regulação dos movimentos dos comboios (seguimento automático de comboios, graficagem automática das circulações, programação informática de itinerários), com interfaces para utilizadores externos como sejam os sistemas de informação ao público.

Mais recentemente, na sequência da definição de um novo modelo conceptual, foi decidida a implementação, em curso, de uma nova estrutura de comando e controlo de circulação, os Centros de Comando Operacionais (CCO).

Com esta nova estrutura, são reduzidos os Centros de Comando existentes a apenas 3 (Porto, Lisboa e Setúbal), tendo sido prevista para estes novos Centros uma ainda maior integração das funções presentes neste nível de comando.

6. O FUTURO

Como o evidencia a expansão registada, a implementação dos encravamentos electrónicos tem constituído um grande sucesso a nível da nossa rede.

Parte deste sucesso decorre dos resultados obtidos, sentidos a todos os níveis da REFER, no que se refere às melhorias nas condições de segurança e de exploração e à contribuição dada pela utilização destas modernas tecnologias na modernização global da rede ferroviária portuguesa.

O bloco eléctrico bidireccional é agora uma característica básica de todas as novas instalações, conduzindo a uma significativa redução da utilização do cantonamento telefónico.

O sistema de ATP proporciona um nível adicional de segurança aos sistemas instalados.

Interessa ainda destacar as grandes melhorias a nível da estrutura de comando e controlo da circulação, com a maior concentração do comando local das instalações e, em especial, com a introdução do nível de comando central (que se tornou o nível habitual de comando) proporcionado pelos CTC (CCO), que permitiu dotar a REFER de modernos meios de apoio à exploração, com redução das tarefas manuais e a melhoria muito significativa a nível das tomadas de decisão requeridas pela regulação e supervisão da circulação dos comboios.

No futuro, os modernos sistemas de comando e controlo da sinalização continuarão seguramente a sua expansão à medida que novas zonas da rede forem modernizadas.

O futuro passa também pela implementação do sistema harmonizado europeu de comando/controlo, o ERTMS, que será instalado não só nas novas linhas de alta velocidade a construir, mas também nas linhas da rede convencional, para as quais está em estudo a estratégia a desenvolver para garantir uma migração do sistema de ATP existente para o ERTMS, garantindo uma transição progressiva que tenha em consideração o ciclo de vida dos investimentos realizados neste domínio nos últimos anos.

Os sistemas de sinalização electrónicos fazem parte do futuro da sinalização, mas, à medida que os sistemas continuam a sua evolução, novos desenvolvimentos serão necessários para resolver os problemas decorrentes de novas interfaces e das adaptações requeridas com a implementação do ERTMS.

A cooperação entre os fornecedores e a REFER será essencial para estes novos desenvolvimentos, tal como o foi até hoje para a implementação de encravamentos electrónicos na rede ferroviária portuguesa.



HISTÓRIA DA CONCEPÇÃO DE UM ENCRAVAMENTO ELECTRÓNICO - O SSI (SOLID STATE INTERLOCKING)

Mª de Lurdes Ferreira
Project Manager
Divisão de Operações
Invensys Dimetronic Signals Portugal

1. INTRODUÇÃO

Em 1980, com o objectivo de reduzir custos de investimento nos sistemas de sinalização, a Divisão de Investigação e Desenvolvimento dos British Railways de Derby (actualmente Network Rail) lançou a ideia de desenvolver um novo encravamento electrónico baseado em microprocessadores que substituiria os encravamentos a relés até essa data desenvolvidos. Desta forma nasceram os encravamentos SSI (Solid State Interlocking) ou Encravamentos de Estado Sólido.



Estação de Aveiro - Sala de relês do antigo encravamento

Para a implementação desta tarefa foi criado um grupo de trabalho constituído pelos próprios British Railways que conservariam todos os direitos de propriedade intelectual do sistema e duas empresas que nessa data eram as principais fornecedoras de sinalização no Reino Unido; a Westinghouse Signals Limited e a GEC - General Signals Limited que se encarregariam pelo seu lado do fabrico dos novos desenvolvimentos conservando elas os direitos de

venda dos mesmos a terceiros.

O sistema foi concebido e desenvolvido no período de 1980 a 1985, tendo sido realizada a primeira prova piloto na estação de Lemington Spa - Midland Region que foi terminada em Setembro de 1985.

A partir dessa data a aplicação deste novo sistema foi-se estendendo para além do Reino Unido por todo o mundo, Austrália, Hong Kong, Irlanda, Indonésia, África do Sul e Portugal com cerca de 100 cubículos de encravamento.

Neste documento é nossa intenção fazer um resumo breve da história, dos objectivos e dos conceitos pressupostos pelos especialistas Britânicos de sinalização, para a concepção de um novo encravamento do tipo electrónico que chegaria a substituir grande parte das tecnologias usadas até aí.



Estação de Cacia - Sala de relês do antigo encravamento

Evidentemente que a aplicação de encravamentos electrónicos que hoje em dia está estendida por todas as administrações ferroviárias, constituía nessa data (década de 80) um enorme repto tecnológico cuja decisão devia ser pesado com enorme atenção.

2. OBJECTIVOS E CONCEITOS DE PROJECTO

Desde o início que foram estabelecidos os critérios e conceitos que norteariam todo o processo de desenvolvimento do novo sistema SSI e que foram os seguintes:

Segurança - A segurança do sistema deveria ser no mínimo tão elevada como a que essa data estava demonstrada pelos sistemas de encravamento a relés.

Disponibilidade - Ao contrário do que sucede com os encravamentos a relés, no qual uma falha num qualquer elemento vital do sistema afecta-o na totalidade, no caso do SSI foi especificada uma disponibilidade maior tanto para o seu núcleo central como para todos os seus elementos de terreno TFM's (Módulos Funcionais de Via).

Comunicações - O novo encravamento deveria dispor da capacidade de comunicação directa com outros sistemas do mesmo tipo de tecnologia tais como Postos de Comando electrónicos, equipamentos de terreno, outros encravamentos etc.



Estação de Cacia - Antiga mesa de comando

Ambiente ferroviário - Os equipamentos electrónicos deviam ser concebidos para suportar as condições ambientais ferroviárias habituais extremas (temperatura, humidade, influência electromagnética etc.).

Aplicação simples - A configuração da nova aplicação ou a modificação de aplicações existentes deveria poder ser realizada de forma simples por técnicos de sinalização sem necessidade de grandes conhecimentos de informática.

Custo - O sistema SSI deveria reduzir de forma significativa os custos de investimento e manutenção quando comparados com os dos sistemas tradicionais maioritariamente a relés, existentes na época.

Partindo destas premissas logo de seguida se procuraram soluções de projecto para responder a esses objectivos.

3. PRINCÍPIOS DO PROJECTO

Os princípios e soluções adoptadas para chegar a esses objectivos foram os seguintes:

Redundância - Este princípio foi adoptado para dar resposta ao problema da **segurança** já que à semelhança do comportamento dos encravamentos a relés, as manifestações de falha dos seus componentes, por serem conhecidas podiam ser previstas (lidava-se com o conceito "fail safe"), no caso de aplicações electrónicas é impossível prever essas formas de falha e assim só com redundância dos seus componentes vitais e com comparação de dados e resultados de processamento entre eles pode ser garantida a segurança dos sistemas.

Para isso estabeleceu-se um sistema de processadores trabalhando em paralelo, que de forma contínua efectuem verificações tanto do estado dos seus próprios componentes como dos outros processadores. No caso de discrepância de dados entre eles são inibidas as suas saídas garantindo assim que não se manifesta uma falha contra a segurança.

Logicamente que tanto o projecto dos circuitos dos processadores como o projecto e a normalização do software de processamento tinha de ser do mais alto nível de segurança.

Votação por maioria de 2 em 3 - A adopção desta estratégia permitiu a resolução do problema de

disponibilidade. No caso de sistemas redundantes 2 em 2, existem certos casos nos quais quando se produz uma discrepância entre os dados dos processadores, não é possível saber qual dos processadores está de facto a falhar, pelo que todo o sistema completo é inibido. No entanto no caso de sistemas 2 em 3, os dois processadores com coincidência de dados podem manter as saídas do sistema em funcionamento, dando assim condições de tempo para a reparação do terceiro.

Desta forma são conseguidos níveis altos de disponibilidade, mantendo a segurança do sistema.



Estação de Campanhã - Sala de encravamento SSI

Comunicações série - Foram especificados interfaces de comunicação série do tipo RS 422 para permitir a comunicação directa do encravamento com Postos de Comando do tipo informático ou com outros equipamentos periféricos.

Outro conceito novo introduzido nessa data foi o da criação de elementos controladores de objectos ou **TfMs (Módulos Funcionais de Via)**. Estes módulos, projectados com processadores baseados no conceito de redundância (2 em 2 para assegurar níveis elevados de segurança), são capazes de controlar e/ou receber dados do estado dos equipamentos de via como sinais, accionamentos de agulhas, circuitos de via, etc.

O encravamento controla as comunicações com os módulos e o seu estado através de dois canais de comunicação paralelos e independentes, com transmissão "half duplex" por telegramas do tipo "pergunta / resposta, codificados com códigos Hamming e Manchester II de forma a garantir a segurança.

Esta solução permite que a partir de um só encravamento central se possa cobrir uma extensão geográfica muito maior do que com os seus antecessores. Através de 2 cabos de pares troçados de pequena secção podem ser controlados elementos de terreno situados até 40 Kms de distância. Os equipamentos de interface entre o encravamento e o terreno são os chamados DLMs (Módulos de Data Link).

Também é permitida a interligação entre os encravamentos e o terreno a distâncias superiores aquela utilizando módulos LDT (Long Distance Terminal).

Características ambientais - Tanto os equipamentos da cabina de sinalização como os de terreno foram projectados e construídos de forma a compatibilizar inteiramente as condições habitualmente características de ambientes ferroviários, cumprindo as especificações aplicáveis (próprias dos British Railways) e que eram a BR 967 categoria B para equipamentos de cabina de sinalização e a BR 967 categoria D para equipamentos de terreno.



Estação de Campanhã - Salas de Comando e Encravamento

Como é evidente com o passar dos anos foram sendo introduzidas outras adaptações a novos normativos como por exemplo os referentes a compatibilidade electromagnética, etc.

Software geográfico - A solução adoptada para que o desenvolvimento de software para novas instalações ou para a modificação das existentes pudessem ser feitas por engenheiros de sinalização sem necessidade de grandes conhecimentos do sistema, foi a de separar o

software de base do sistema do software de aplicação ou geográfico.

O primeiro é o software que define as regras gerais de sinalização e o que controla o funcionamento e a segurança do sistema. Este software é residente nos equipamentos, igual para todos os encravamentos independentemente da sua aplicação e não pode ser modificado. Desta forma se evita que a sua manipulação eventualmente deficiente ponha em risco a instalação.

Por outro lado o software geográfico permite gerar dados de acordo com as regras de sinalização para uma instalação específica sendo portanto estes dados próprios de cada instalação particular. Além disto e porque se utiliza uma linguagem de programação de alto nível o desenvolvimento do projecto de instalações pode ser realizado por engenheiros de sinalização de forma simples, não sendo necessários conhecimentos de programação de sistemas.

Redução de custos. Como resultado da aplicação das soluções descritas para o desenvolvimento do SSI, resultaram de forma directa os seguintes benefícios:

- a) Os espaços necessários para instalação de equipamentos são muito menores do que para o caso das gerações de equipamentos anteriores. Reduziu-se também o consumo de energia e consequentemente os custos das instalações de fornecimento e reserva de energia.
- b) Pelo facto de se tratar de uma arquitectura distribuída com comunicação série, o volume de cabos gerais a utilizar é reduzido drasticamente, ficando só com cabos de transmissão de dados (data links) e cabos de energia. Isto também produz implicitamente uma redução de canalizações, caminhos de cabos etc.
- c) Redução de custos de engenharia. Os novos desenvolvimentos permitem para além da geração, verificação e ensaio dos dados geográficos em laboratório, a realização de ensaios de terreno de uma forma mais rápida e com menos condicionantes sobre a circulação.

d) Com as potencialidades destes encravamentos, que permitem o controlo de forma centralizada das instalações de sinalização localizadas em diferentes estações (Postos de Comando Centralizados), verificou-se uma importante redução de pessoal de estações.

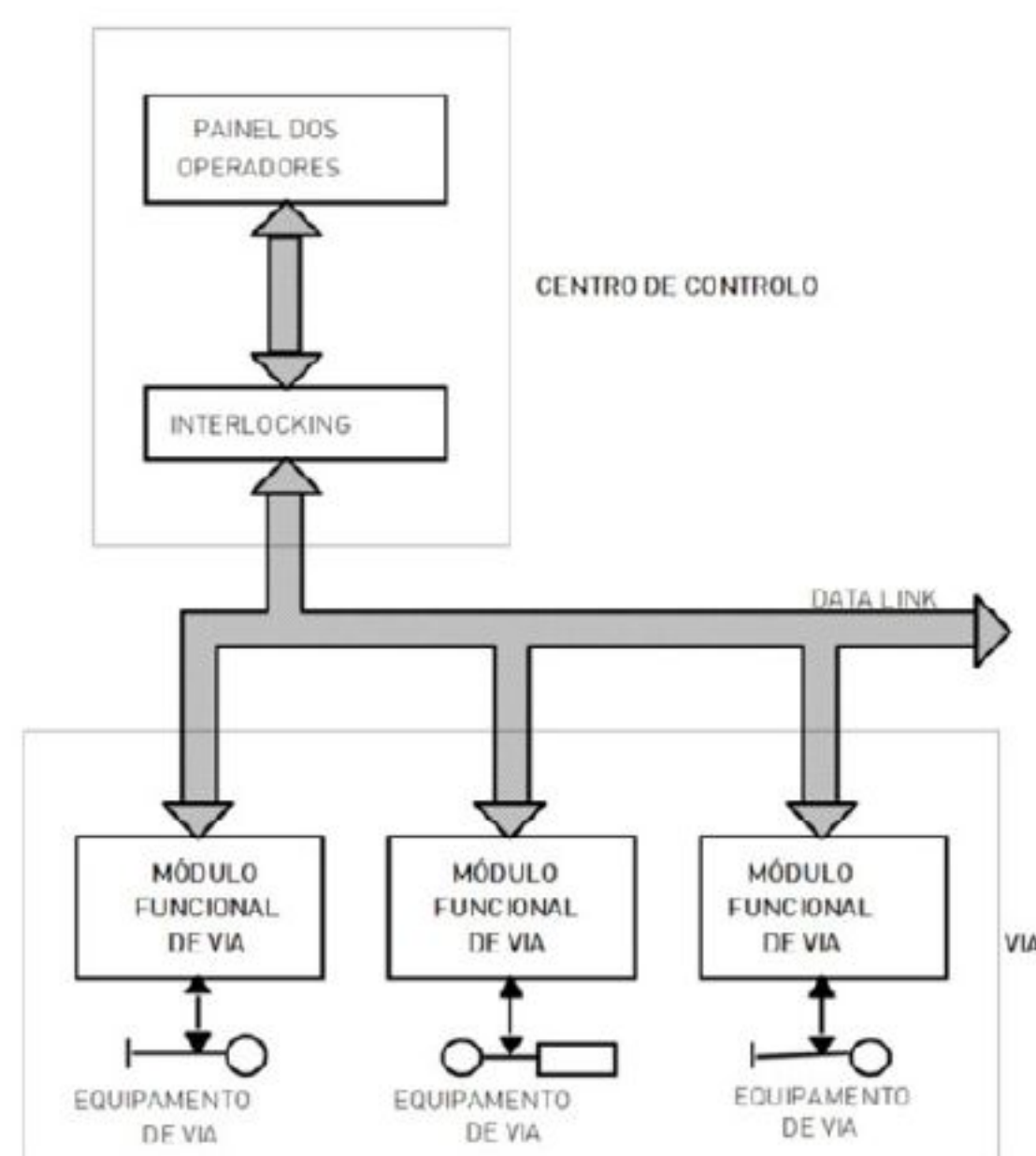
e) O desenvolvimento de sistemas de comunicação permitiu dotar o encravamento de sistemas auxiliares de diagnóstico que proporcionam informação em tempo real do estado do sistema, facilitando deste modo as tarefas de manutenção.

Digamos que em termos Gerais a adopção destas novas tecnologias permitiu às administrações ferroviárias a redução de custos em todas as áreas relacionadas com a implementação, exploração e manutenção dos sistemas de sinalização.

4. DESCRIÇÃO E ARQUITECTURA DO SSI

Seguidamente faremos uma breve descrição do sistema implementado.

O SSI é composto por equipamentos instalados num centro de comando e de equipamentos localizados na via. A ligação entre eles é feita por um interface série duplicado, chamado Linha de Dados de Via. A figura a seguir mostra uma arquitectura simplificada do SSI.



O sistema SSI divide-se em duas áreas principais de equipamentos, vital e não-vital. O equipamento vital realiza a função de segurança do encravamento, o comando de sinais e agulhas e também comunica o estado e o diagnóstico de avarias do equipamento. O equipamento não-vital diz respeito às funções de Entrada/Saída para a monitorização pelo operador, estabelecimento de itinerários e visualização do estado da instalação.

Equipamento Vital

O equipamento vital engloba as seguintes unidades:

- Módulos Multiprocessadores triplicados (MPMs).
- Módulos de Transmissão de Dados duplicados (DLMs).
- Linhas de Transmissão duplicadas.
- Módulos Funcionais de Via (TFMs).

Equipamento Não-Vital

Uma arquitectura típica, com equipamento não-vital, compreende:

- Painel do Operador com o diagrama mímico associado. Em algumas instalações SSI o Painel do Operador tem a forma de uma Unidade de Visualização Vídeo (VDU) e um teclado.
- Multiplexer de Painel (PMU).
- Processadores de Painel Duplicados (PPMs).
- Módulo Multiprocessador de Diagnóstico (MPMD).
- Terminal dos Técnicos (Technicians Terminal).

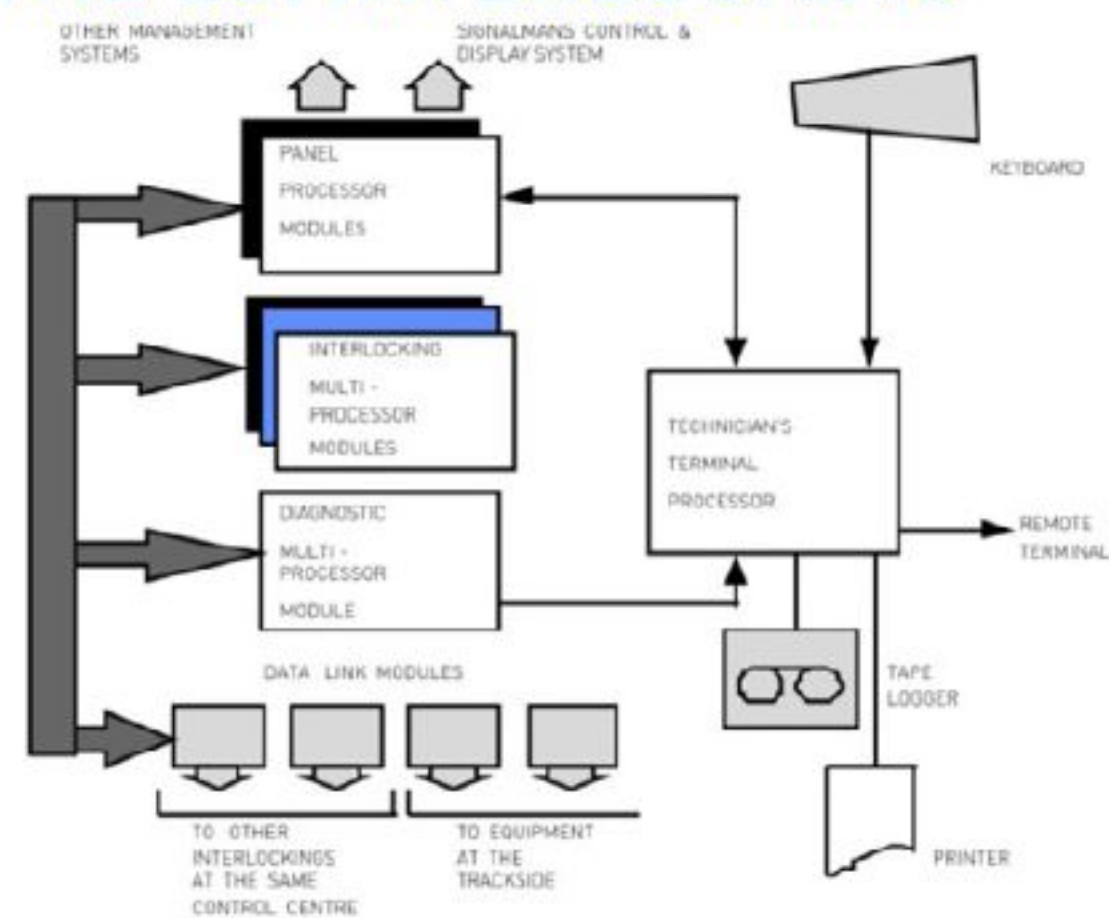
O equipamento do Encravamento Central, montado na cabine de controlo, está localizado em armários. Cada armário CI contém dois PPMs, três MPMs de encravamento, um MPMD e dois ou quatro DLMs, na versão básica ou Base-Band.

No caso de se tratar de instalações mais afastadas, utiliza-se a versão LDT (Terminal de Longa Distância), a qual tem dois LDTs no lugar dos dois DLMs. Também existe no centro de controlo o Painel do Operador com o PMU e o Terminais dos Técnicos associados.

Os Módulos Funcionais de Via TFM (Track Funtional Module), os quais poder ser, ou Módulos de Agulhas (PM), ou Módulos de Sinal (SM), constituem o equipamento de via juntamente com

os DLM (Data Link Module). Os DLMs existem duplicados para constituírem duas ligações de dados com o equipamento do Encravamento. Cada linha de dados usa um cabo dedicado com um par de condutores entrançados, no qual se transmite a informação. Podem ser ligados até seis TFM a cada par de DLMs. Podem ser controlados por um CI um máximo de 63 TFM. O equipamento de via está normalmente localizado em armários de via.

THE SSI INTERLOCKING



Quando existe mais do que um armário de encravamento (CI) no centro de comando, são usadas Linhas de Dados internas (IDLs) para transferir informação entre os CIs por um par adicional de DLMs existentes em cada CI. Cada IDL usa um par dedicado entrançado para transmitir a informação. Os IDLs só podem ser usados quando os CIs existam num mesmo edifício.

O alcance de transmissão de um DLM está limitado a 10 Km. Quando existem distâncias superiores, usam-se DLMs ligados em configuração repetidora (antiparalela). Nestas circunstâncias, a distância máxima entre repetidores é de 8 Km e é permitido um máximo de quatro repetidores. Isto permite a transmissão de dados até um máximo de 40 Km. Para distâncias superiores, usa-se o LDT (Long Distance Terminal) podendo utilizar canais de transmissão convencionais (i.e.: redes de comunicação por fibra óptica).

Nos artigos a seguir, detalham-se aplicações, até hoje, foram implementadas em Portugal.



APLICAÇÕES DO SSI EM PORTUGAL

José Manuel Guimarães Machado
 Director Técnico
 Invensys Dimetronic Signals Portugal

1. INTRODUÇÃO

Nos projectos de sinalização Portugueses propostos e implementados pela Invensys Dimetronic Signal o encravamento utilizado é o SSI (Solid State Interlocking), baseado em micro processadores, concebido pela British Railways Research and Development Division em Derby e desenvolvido juntamente pela Westinghouse Signal Limited e outras empresas britânicas do sector de sinalização.

O protótipo deste tipo de encravamentos foi instalado em Leamington Spa (Midland Region of British Railways) no ano 1985. A partir dessa data passou a equipar várias instalações do Reino Unido, e de outros países como a Austrália, Indonésia, Irlanda, África do Sul, Hong Kong, Coreia, Espanha e Portugal.

2. HISTÓRIA DOS PROJECTOS SSI EM PORTUGAL

Foi no ano de 1991 que a **DIMETRONIC** com a colaboração da **WESTINGHOUSE** companhias pertencentes ao grupo internacional **INVENSYS** colocou em serviço, no Porto, a primeira instalação do tipo SSI pertencente à Rede Portuguesa.

Este primeiro sistema baseava-se, para a realização do “software” de encravamento, nos princípios de sinalização da então British Railways, sendo alguns dos equipamentos de via como sinais,



motores de agulha, armários de via, etc. adaptações dos respectivos equipamentos de origem espanhola ou britânica.

A partir desse momento e verificada a eficácia e a versatilidade demonstrada pelo sistema SSI, a REFER decidiu a sua standardização e aplicação a grande parte da sua rede. Desta forma, constituiu-se um grupo de estudo com técnicos de ambas as partes, com vista à definição e forma de implementação tanto do software do SSI (reflectindo os princípios de sinalização portugueses e, inclusive adaptando alguns deles), como a normalização dos equipamentos de via.



Assim, toda a programação de dados do SSI, foi refeita nesse sentido.

Paralelamente a este processo e devido, tanto à mudança dos normativos nacionais e internacionais como dos requisitos surgidos na sequência da implementação de novas instalações em Portugal, tem sido necessário realizar novos desenvolvimentos ou adaptações, cujo resultado é o actual sistema SSI. Como consequência destes factos foi possível na rede da REFER sinalizar com este sistema mais de 110 estações e respectivos trajectos entre elas perfazendo cerca de 750 km de via ferroviária em Portugal, sendo de 93 o número de cubículos dos encravamentos SSI instalados e comandados por 22 Postos de Comando Local e 3 CTC's localizados um deles na estação de Setúbal outro na do Entroncamento e o terceiro na de Faro todos eles concebidos, projectados, fabricados e instalados pela Dimetronic Signals.



Recentemente foi-nos adjudicada a obra de instalação de um CCO (Centro de Comando Operacional) na estação de Contumil que integrará para além de um novo CTC e respectivos sistemas de apoio à exploração as funções de Telecomando de Catenária, Telecomunicações, Informação ao Público e Videomonitorização, das instalações ferroviárias das Linhas do Norte - entre Pampilhosa (exclusive) e Porto Campanhã, Linha do Douro, Linha do Minho, Linha de Leixões, Linha de Guimarães e Linha de Braga.

3. EVOLUÇÃO DO SISTEMA SSI.

3.1- Evolução do Software SSI.

Como foi dito, o Software de aplicação do SSI da primeira instalação (Porto Fase I), baseou-se nos princípios de sinalização Ingleses da British Railways. No entanto, rapidamente, os procedimentos de execução e teste do Software de encravamento foram evoluindo por forma a serem adoptados os princípios de sinalização Portugueses nas instalações seguintes, tanto em projectos da **REFER** como nos do **Metropolitano de Lisboa**. Esta evolução natural, permitiu também que as próprias administrações ferroviárias, aproveitando a flexibilidade que o sistema SSI apresentava, criassem novas condições de exploração e novas regras.

3.2 - Evolução do Hardware do SSI.

Logicamente a tecnologia electrónica de segurança, estandardizada pela British Railways (Rail Track actualmente), tem sido aplicada em Portugal seguindo a evolução tanto dos novos normativos internacionais, como as necessidades próprias das instalações.



Sinais ferroviários

Assim, do Hardware inicial do Encravamento Central que foi realizado com cubículos SSI standard e módulos multiprocessadores da geração MK II, com memória do tipo standard e gravação de ocorrências em fita magnética de segurança, passaram-se a utilizar os seguintes desenvolvimentos:

- Memórias de tipo estendido (maior capacidade de armazenamento) no Projecto de Porto Fase I A e seguintes.
- Módulos multiprocessadores do tipo "turbo", que se traduziu principalmente no aumento para o dobro na velocidade de processamento e que permitiu dotar o sistema com um tempo de resposta mais rápido (Projecto Souselas, SISSUL e seguintes).
- Novos cubículos de encravamento da geração MKII A standard e Módulos Funcionais de Via (destinados ao controlo dos equipamentos de via) da geração MKIII A, por forma a que fossem cumpridas as directivas da CEE no âmbito da

compatibilidade electromagnética (EMC). Projectos Linha do Norte e seguintes.

- Aplicação dos LDT's (Long Distance Terminal) no Projecto de Porto Fase I A e seguintes, com vantagens significativas no comando e controlo de equipamentos de via a muito longa distancia a partir dos centros de comando centrais através de um sistema de telecomunicações de transmissão de dados do tipo PCM (Modulação de Impulsos Codificados). Esta aplicação evita a instalação dos cabos de transmissão de dados tradicionais aumentando a imunidade a ruídos eléctricos quer induzidos por sistemas de tensões de alimentação de tracção a 25 Kv quer por descargas atmosféricas.
- Terminais Técnicos baseados em tecnologia de PCs comerciais que ligados ao encravamento SSI funcionam como terminais de diagnóstico para a manutenção do sistema e funções de ensaio e de colocação ao serviço das instalações. Este sistema, nos projectos da Linha do Norte sub troço 3.1 e seguintes substituiu o anterior.



- Novo Registador de dados SSI, que à semelhança do seu antecessor e tendo igualmente em vista que o sistema SSI é um sistema de segurança crítica, são por ele registados os dados tratados pelo sistema não só para futura análise, sempre que necessário, como também para ajuda às funções de manutenção. A informação registada pode ser obtida em relatórios que podem ser utilizados como prova em acções de procedimentos legais. Este equipamento está baseado num "hardware" de nível técnico elevado utilizando "software" em ambiente Windows NT. O sistema de tratamento de dados é assegurado por leitura e gravação dos mesmos em CD ROM.

3.3 -Evolução dos Postos de Comando Local.

Desde o princípio, todos os PCL's instalados pela Dimetronic Signals em Portugal foram do tipo "Informatizado". Tendo evoluído constantemente a partir da utilização de um computador pessoal com visualização dos comandos e do estado da instalação feita através de VDU's (Porto Fase I), passando em seguida por um novo equipamento de segurança de duplo canal, baseado em micro processadores e bus com tecnologia de tipo VME, visualização em écrans de alta resolução e comando mediante teclado, rato ou tabuleiro gráfico (Porto Fase I A e seguintes).

O seguinte passo na evolução dos Postos de Comando Local foi o desenvolvimento do HICCC (High Integrity Command Control Center), com

redundância dual completa, tecnologia VME, visualização em écrans analógicos de alta resolução, seguimento automático de comboios (SAC) e com capacidade de "zoom e scroll".

Assim e na actualidade chegamos à última geração de postos de comando, o SCC (Small

Control Centre), baseado na utilização de PC's do tipo industrial, com sistema operativo Windows. P é capaz de se comunicar em rede e realizar registo de eventos, indicações, comandos, etc.

Alem disto estes novos equipamentos tem evoluído permitindo a sua interligação como equipamentos remotos, e adaptando-se às directivas europeias no âmbito da compatibilidade electromagnética (EMC).

4. VOLUME DE INSTALAÇÕES COLOCADAS EM SERVIÇO NA REFER

Desde o ano de 1991 a evolução do volume de instalações sinalizadas com o sistema SSI pela Dimetronic Signals, em número acumulado de Km's, quantidade de cubículos de encravamentos SSI, de agulhas e de sinais, traduzem-se nos gráficos seguintes:



5. DESENVOLVIMENTOS E APLICAÇÕES FUTURAS DO SISTEMA SSI EM PORTUGAL.

5.1- O novo encravamento WESTLOCK

Face à constante evolução da tecnologia electrónica por um lado e por outro à evolução quer do controlo da sinalização ferroviária a instalações mais complexas quer dos conceitos de interoperabilidade ERTMS /ETCS, no ano 2002, a Invensys Rail decidiu que era chegado o momento de desenvolver um novo encravamento que satisfizesse melhor do que o SSI estas necessidades. Assim, o resultado desse desenvolvimento é o **WESTLOCK**, uma nova geração de encravamentos cujo processo de homologação pela Network Rail se encontra na sua

fase final na estação de Lemington Spa do Reino Unido (área ferroviária que já foi equipada com o primeiro SSI), estando também prevista a homologação pela REFER, na estação de Coruche, durante o ano 2008.



Ensaio do encravamento WESTLOCK na estação de Coruche

5.2 - MOVIOLA

Actualmente, todos os equipamentos inteligentes (dotados de microprocessador) dispõem de ferramentas adequadas para detectar possíveis falhas, conhecer o estado de um equipamento num determinado momento e inclusive activar comandos para realizar certas funções associadas à manutenção.

Até agora, os técnicos de manutenção podiam aceder de forma local à informação gerada pelos equipamentos, analisavam os dados disponíveis e emitiam um diagnóstico da causa mais provável de falha.

A centralização de toda a informação é importante para conseguir que o pessoal da manutenção possa proceder à sua análise de forma imediata e tomar as acções mais adequadas que assegurem uma mais rápida correcção das falhas.

Assim, a Dimetronic Signal tem desenvolvido o equipamento MOVIOLA que permite a manutenção local, remota e/ou centralizada de qualquer instalação de sinalização.

Entre as funções mais importantes a realizar estão:

- Representação em tempo real da informação de manutenção e das alterações de estado registados pelos Terminais de Manutenção de Via Locais.
- Aviso ao operador de manutenção de incidentes que poderão requerer uma intervenção de pessoal de manutenção (via e-mail e SMS as situações críticas).
- Reconstrução de estados anteriores de qualquer dos encravamentos monitorizados nos últimos 3 meses.

O sistema que já funciona noutras administrações ferroviárias com encravamentos de tipo WESTRACE, está a ser adaptado para a sua utilização com encravamentos de tipo SSI/WESTLOCK.

5.3 - Módulos de transmissão de dados em fibra óptica.

Este tipo de módulo de transmissão de dados está actualmente em curso de desenvolvimento e permitirá de futuro vantagens significativas na aplicação do sistema SSI/WESTLOCK. Permitirá a ligação entre os equipamentos centrais do encravamento e os módulos funcionais de via locais, através de um par dedicado de condutores de um cabo de fibra óptica. Deste modo é aumentada a capacidade de transmissão de dados em distância assim como a imunidade a ruídos eléctricos quer induzidos por sistemas de tensões de alimentação de tracção a 25 Kv AC 50 Hz quer por descargas atmosféricas.

5.4 - Ferramenta de desenvolvimento de dados geográficos.

Esta ferramenta de desenvolvimento de dados de segurança SSI, tendo sido já desenvolvida, encontra-se em constante adaptação às características específicas dos princípios da sinalização Portuguesa.

Foi estabelecida e é actualizada, tendo em vista a simplificação de processos de desenvolvimento e testes em "Work-station" do "software" de segurança de sinalização, específico de cada instalação, e realizado pela Engenharia de Sinalização.



Luís Candeias
 Direcção de Operações
 Invensys Dimetronic Signals Portugal

O ENCRAVAMENTO WESTRACE - UMA REFERÊNCIA NO MUNDO

1. INTRODUÇÃO

O Westrace talvez seja um dos primeiros encravamentos do tipo electrónico utilizado no campo da sinalização ferroviária e é seguramente o encravamento mais difundido por todo o mundo.

De facto, desde o seu desenvolvimento inicial no ano de 1986, foram instalados 1400 armários de encravamento em 15 países do mundo entre os quais se encontram a Austrália, Reino Unido, Espanha, Indonésia, Malásia, Portugal, Noruega, etc. (ver quadro final de instalações), sendo para além disso utilizado para todo o tipo de aplicações relacionadas com segurança ferroviária.

O Westrace é um Encravamento Electrónico de segurança "fail safe", de concepção modular, compacto, facilmente programável por técnicos de sinalização ferroviária recorrendo a critérios e símbolos de sinalização sobejamente conhecidos, de baixo custo de manutenção e com possibilidade de supervisão centralizada.

O equipamento Westrace é do tipo "fail safe" de tal modo que qualquer falha do seu

funcionamento é detectada, evoluindo o sistema nessas condições para um "Estado Seguro Conhecido". Assim se assegura que nenhuma saída seja activada incorrectamente.

As técnicas utilizadas tanto para a detecção de falhas como para o funcionamento do sistema, foram desenvolvidas seguindo princípios de Diversidade. Isto significa que existem pelo menos duas formas ou caminhos diferentes para a verificação dos seus Componentes e Processos.

O sistema está baseado na utilização de vários módulos hardware (no mínimo três sendo um deles principal) dotados de processadores, em que se executa um software de segurança. Este software para além de se verificar a si mesmo e o seu hardware associado, supervisiona o estado dos módulos adjacentes "Verificação de Estado Correcto".

Para isso estes processos dispõem pelo seu lado de duas formas ou caminhos distintos para manter o Estado Seguro do Sistema "Negação do Sistema". A modularidade converte-o num sistema muito flexível, capaz de tomar múltiplas configurações e tamanhos diferentes. Pode actuar como simples controlador seguro de objectos (Controlo de passagens de nível etc.), como encravamento simples (stand-alone), como encravamento de alta disponibilidade (Hot Stand-By), como encravamento e gerador de códigos de velocidade no caso de sistemas ATC para metropolitanos e



suburbanos, em pequenas instalações, grandes, em alta velocidade, etc.

Concluindo, trata-se de um encravamento electrónico que para além de garantir a segurança, pela sua versatilidade permite a sua aplicação em qualquer tipo de instalação.

2. LÓGICA DE SEGURANÇA DO SISTEMA, NORMAS E QUALIDADE

No que respeita à configuração de qualquer sistema de segurança ferroviária há sempre que distinguir dois tipos de componentes "hardware/software": Componentes Vitais e Componentes Não Vitais.

Os Componentes Vitais têm que garantir uma resposta segura face a qualquer variação nas condições de funcionamento (modificação de comandos de entrada, saída ou processamentos internos).

Dentro dos critérios de segurança aceites internacionalmente, o sistema Westrace foi funcionalmente concebido de acordo com técnicas de segurança baseadas na Diversidade (utilização de dois métodos independentes de verificação). Assim, aplicam-se estas técnicas tanto aos elementos hardware/software vitais como aos elementos de armazenamento de dados e de configuração. Por isso o Westrace é um projecto "Seguro", o que significa que está assegurada a detecção de qualquer falha de funcionamento, resultando a garantia que não hajam estados inseguros e que nenhuma das suas saídas se active incorrectamente.



Sob este o ponto de vista, as funções especificamente incorporadas pelo Sistema Westrace para atingir estes objectivos, são:

- Negação do Sistema.
- Auto comprovação.
- Verificação de Funcionamento Correcto.
- Degradação Parcial.

A **Negação do Sistema** é um processo que o sistema dispõe para passar a um estado seguro conhecido quando se detecta uma falha dentro dele próprio. É conseguido pelo isolamento das saídas série e paralelo ligadas aos equipamentos controlados. Para que se inicie a Negação do Sistema recorre-se a sinais denominados como Primeira e Segunda Negação.

Ambos os sinais, gerados por software e hardware dos elementos Vitais, devem ser recebidos de forma correcta e segura na carta electrónica de Saída de Energia OPC, cuja função é a de manter num estado seguro o Relé de Comando da Saída de Energia OPCR. Caso contrário não sai a alimentação nem para as cartas electrónicas de comunicação nem para os módulos de saída do equipamento.

O processo de **Auto comprovação** consiste no facto de cada Módulo Vital efectuar comprovações continuamente de todos os seus componentes (RAM, microprocessadores, conversores etc.) para verificar o seu correcto funcionamento. Se um módulo detecta uma falha interna ele detém-se iniciando a Negação do Sistema.

Os microprocessadores utilizados nos módulos vitais efectuam comprovações no sentido de assegurar o seu correcto funcionamento. Assim, fazem comprovação da sua capacidade de interagir no processo de transferência de dados, comprovação do funcionamento da CPU, das RAMs, das ROMs, do Bus interno, etc.

Qualquer falha num dos processos anteriores implica a activação do sinal Primeiro Corte de Ligação com o consequente corte da alimentação do relé OPCR.



Por outro lado verificando-se uma falha em qualquer Entrada ou saída Vital o sistema isola-a. O isolamento das entradas ou saídas individualmente permite que o sistema continue a funcionar ficando apenas limitado ao efeito da falha. Esta característica é conhecida como **Degradação Parcial**. Se nestas condições se detectar uma falha num Processador, então inicia-se aí o corte total da ligação do Sistema.

No projecto do Westrace respeitaram-se as mais estritas normas de Segurança, Qualidade e Fiabilidade tanto no que respeita a hardware como a software.

O equipamento está conforme de acordo entre outras com as Especificações de Compatibilidade Electromagnética EMC, estabelecidas pela União Europeia (Norma 89/336/CEE), com as especificações RIA 23 (1991) BRB/LUL LTD/RIA e com a norma CENELEC Standard EN50128 (Nov95) Railway Applications Software for Railway Control and Protection Systems), dispendo dos correspondentes certificados de segurança (Safty Certificate). Também o encravamento Westrace superou um exigente processo de homologação independente levado a cabo pela EBA (Eisenbahn-Bundesamt) para os caminhos de ferro alemães. Assim como de certificados de aceitação das administrações ferroviárias em que se aplicam.

O encravamento electrónico Westrace está conforme o especificado nas normas EN50126, EN50128 e EN 50129 com nível de integridade de segurança SIL 4 desde 1999.

3. ARQUITECTURA DO SISTEMA

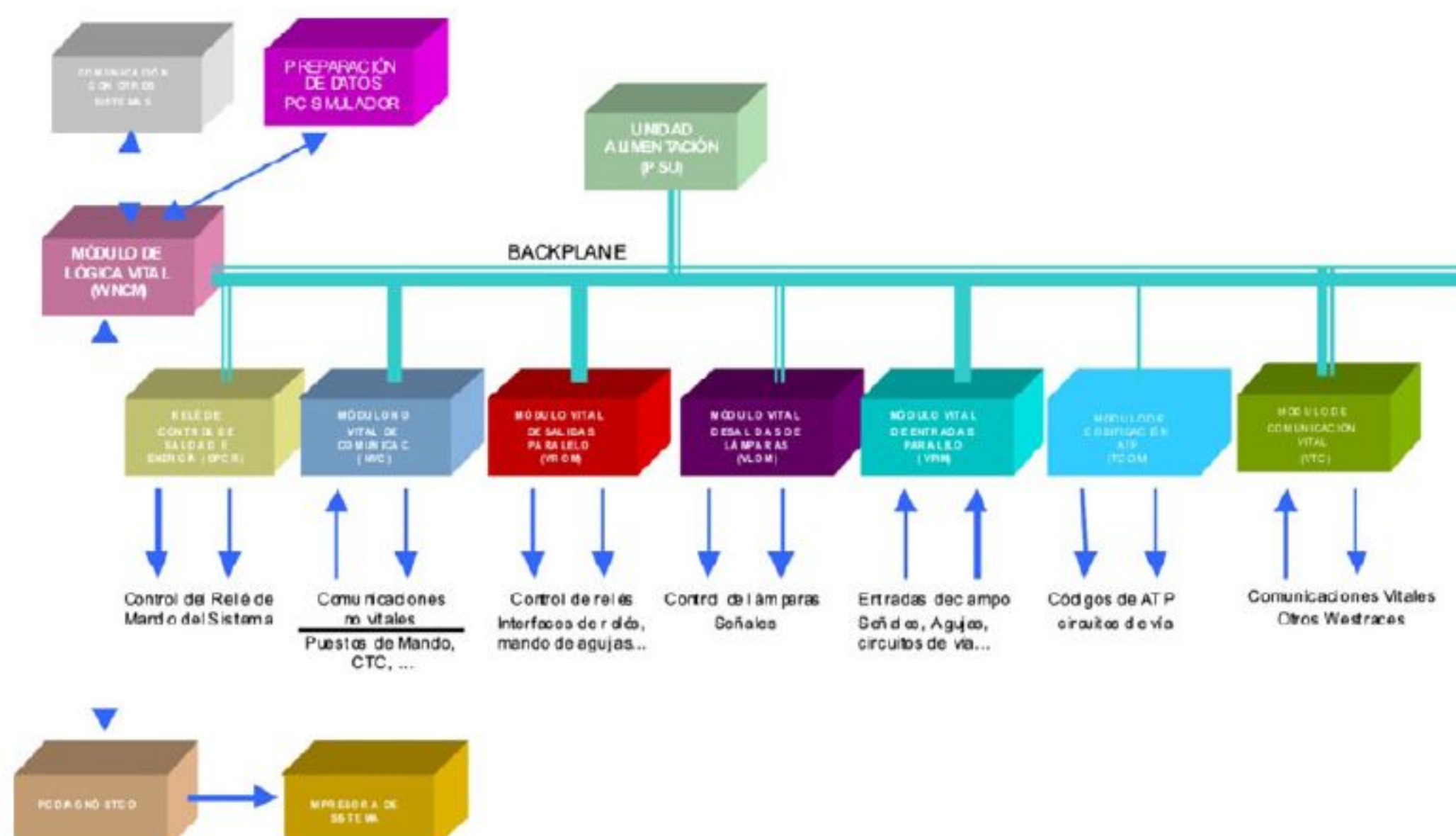
O sistema WESTRACE é constituído por uma família de módulos compatíveis que se comunicam através de um bus de

comunicações comum. Cada instalação requer um projecto personalizado para o qual se torna necessário seleccionar tanto os módulos apropriados como o software de aplicação correspondente.

Graças à sua arquitectura modular, o Encravamento Electrónico WESTRACE pode ser configurado para qualquer tipo de aplicação ferroviária, tanto em instalações do tipo centralizado como descentralizado. Assim é aplicável em instalações em que seja conveniente efectuar uma concentração de equipamentos numa cabina de sinalização e também nas que se prefira no caso contrário a descentralização dos mesmos.

Os diferentes módulos que constituem cada encravamento electrónico alojam-se em bastidores normalizados de 19" que por sua vez se instalam em armários metálicos. Nos "racks de 19" alojam-se as cartas electrónicas e os módulos necessários à aplicação, tais como o módulo de Lógica Vital (WNCM), Módulos de entrada/saída (VPIM, VROM, TCOM, etc.), cartas electrónicas de comunicações (VTC, NVC, etc.), fontes de alimentação, etc.

Na figura seguinte mostra-se o esquema de blocos de módulos de lógica através dos quais se configuram os Encravamentos Electrónicos WESTRACE.



4. FUNÇÕES DO SISTEMA WESTRACE

O WESTRACE é um sistema muito flexível que se pode programar a nível do utilizador para se realizar as funções requeridas em cada aplicação particular cumprindo as normas de exploração da administração ferroviária em que é instalado. Esta programação é feita por um engenheiro de Sinalização com o Sistema de Configuração (CS) sem que para isso sejam necessários conhecimentos especiais de programação. Dispõe-se de uma linguagem simples e versátil de programação que emula os clássicos circuitos lógicos dos encravamentos convencionais de relés. Desta forma, tanto o projectista da instalação como o cliente utilizador podem verificar que a programação efectuada corresponde aos circuitos lógicos de segurança do encravamento e que se tomaram em conta todas as condições de incompatibilidades impostas nos correspondentes quadros de incompatibilidade.

As funções realizadas pelo Encravamento Electrónico WESTRACE podem ser enquadradas nos seguintes níveis:

- Aplicação.
- Lógica do encravamento.
- Controlo de equipamentos exteriores.
- Comunicações.
- Diagnóstico e Manutenção.

4.1 - Aplicação

Corresponde às funções específicas requeridas para uma instalação em particular assim como às relacionadas com o cumprimento das normas de exploração da administração ferroviária onde o encravamento vai ser aplicado. Trata-se assim do nível de exploração do Encravamento. Entre as suas funções típicas contam-se:

- Comando e Supervisão do Encravamento através do Painel ou Equipamento Informático. Diálogo e visualização.
- Itinerários. Programação, comando automático, comando manual, anulações.
- Equipamentos de terreno. Comando, anulações.
- Gestão de Alarmes

4.2 - Lógica do Encravamento

Reúne no geral todas aquelas funções de segurança relacionadas com as condições do encravamento e incompatibilidades assinaladas pelo utilizador nos quadros de exploração. Como funções típicas citamos as seguintes:

- Itinerários. Preparação, autorizações, encravamento, anulação automática ou manual, condições de bloco, etc.
- Condições de abertura de sinais de protecção de itinerários

- Incompatibilidades
- Blocos

4.3 - Controlo de equipamentos exteriores

Corresponde ao interface entre o encravamento e os equipamentos e aparelhos exteriores na via, tais como sinais, accionamentos de agulha, circuitos de via, etc. Este nível funcional é realizado por módulos de entrada/saída específicos que se relacionam directamente o WESTRACE com os equipamentos de terreno eliminando os relés de ligação intermédios clássicos.

As capacidades de gestão dos elementos exteriores de cada módulo indicam-se adiante.

4.4 - Comunicações

O equipamento dispõe de módulos do tipo Vital e Não Vital, modems e programas adequados para a comunicação do WESTRACE com os equipamentos exteriores através de:

- Cabo;
- Fibra óptica;
- Linha telefónica.

Desta forma pode efectuar-se a comunicação de um equipamento WESTRACE com equipamentos exteriores:

- Encravamento electrónico Westrace;
- Encravamento electrónico de outra tecnologia;
- Sistemas ATC (ATP/ATO);
- Encravamento eléctrico de relés (cablagem livre ou geográfica);
- Posto de Comando de um Sistema de CTC;
- Posto de Comando de Manutenção, etc.

4.5 - Diagnóstico e Manutenção

Integra-o uma série de programas próprios do sistema WESTRACE que se executam num computador pessoal compatível situado junto do equipamento ou noutro lugar remoto.

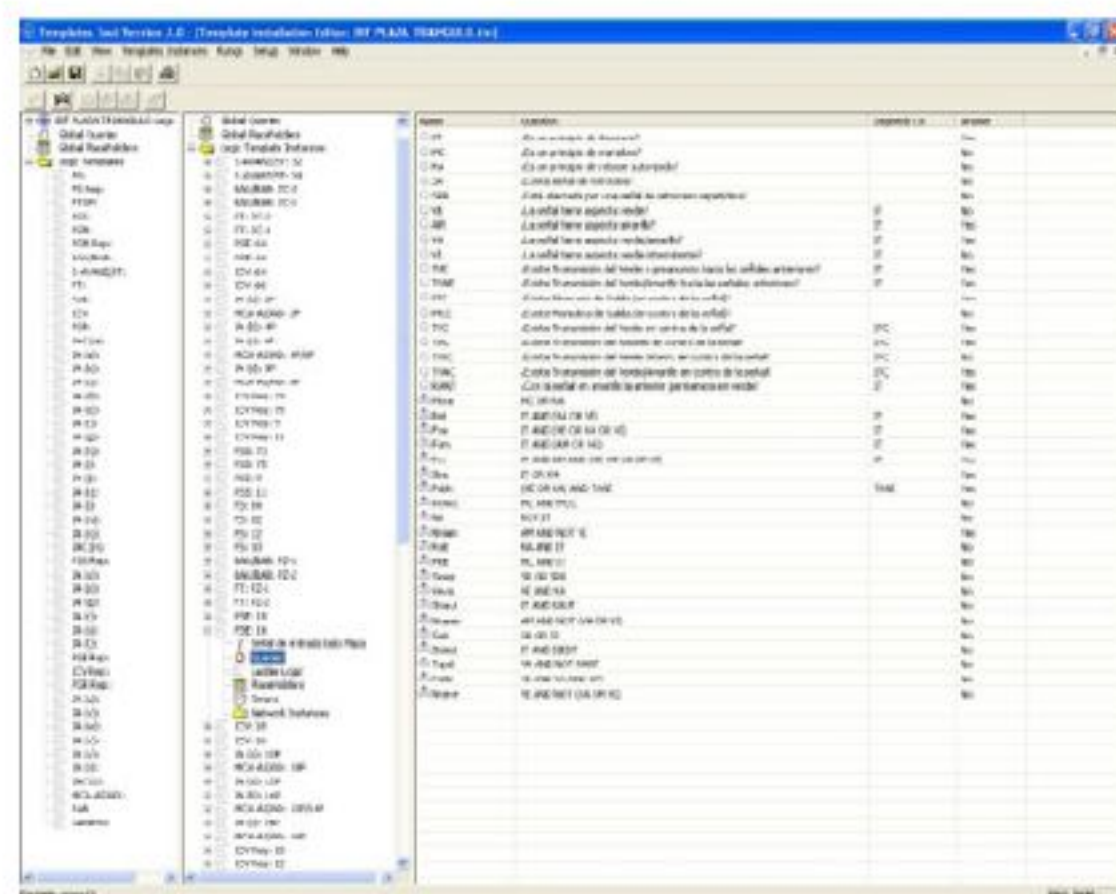
O pacote de programas fornecido com o equipamento inclui o processo e tratamento de alarmes, registo sistemático de alterações de estado, diagnósticos, visualização de eventos, comunicações com equipamentos remotos, etc.

5. FERRAMENTAS DE CONFIGURAÇÃO, CONTROLO E DIAGNÓSTICO.

Outra característica inovadora introduzida no WESTRACE é o uso de ferramentas de última geração que permitem a realização de todas as operações de configuração, controlo e diagnóstico de uma forma segura, simples e com baixos custos.

5.1 - Sistema de Configuração - CS

Esta é a ferramenta com a qual o engenheiro de sinalização pode preparar, verificar e validar os dados de configuração do Enclavamento Electrónico (Equipamento Vital VLE) de uma instalação específica. OCS é composto por um computador compatível com PC, 2 memórias EPROM, um copiador de memórias e um pacote de programas de Geração de Dados (GCSS)



5.2 - Posto de Comando

O enclavamento WESTRACE dispõe do novo Posto de Comando Local Videográfico baseado em arquitectura PC Pentium IV e monitor gráfico activo.



modo Local, do enclavamento através do envio de ordens e da visualização do estado dos elementos com ele relacionados.

O software está desenvolvido de tal forma que consta de um programa fixo validado de uma só vez e um conjunto de dados que particularizam o programa para uma aplicação específica.

O software é composto pelos seguintes módulos de aplicação:

- Interface de utilizador
- Comunicação com o enclavamento
- Identificação de utilizadores
- O Sistema Operativo utilizado é o Windows P

As funções específicas são as seguintes:

- Comando do enclavamento em modo local, com rato e/ou teclado alfanumérico
- Representação sinóptica e indicações da zona controlada
- Estabelecimento e anulação de itinerários simples e compostos
- Comando e supervisão dos elementos de terreno: sinais, accionamentos de agulhas, circuitos de via, etc.
- Registo dos comandos introduzidos, com a correspondente indicação de data e hora. Os registos são impressos na impressora local no momento da sua execução e são armazenados num meio não volátil do enclavamento (Sistema de Ajuda à Manutenção).
- Registo de eventos e estado dos elementos de terreno com a correspondente indicação de data e hora. Este registo passa-se ao Sistema de Ajuda à Manutenção.
- Registo de incidências, avisos e alarmes que se verifiquem nos elementos de terreno, equipamentos interiores do enclavamento e interfaces de comunicação com outros módulos, enclavamentos colaterais e comandos remotos com a correspondente indicação de data e hora. Este registo passa-se ao Sistema de Ajuda à Manutenção.
- Avisos acústicos quando se verifiquem determinados eventos como proximidades, avarias, "shut down" do enclavamento, etc. Estes avisos só estarão activos quando o enclavamento esteja em comando local.

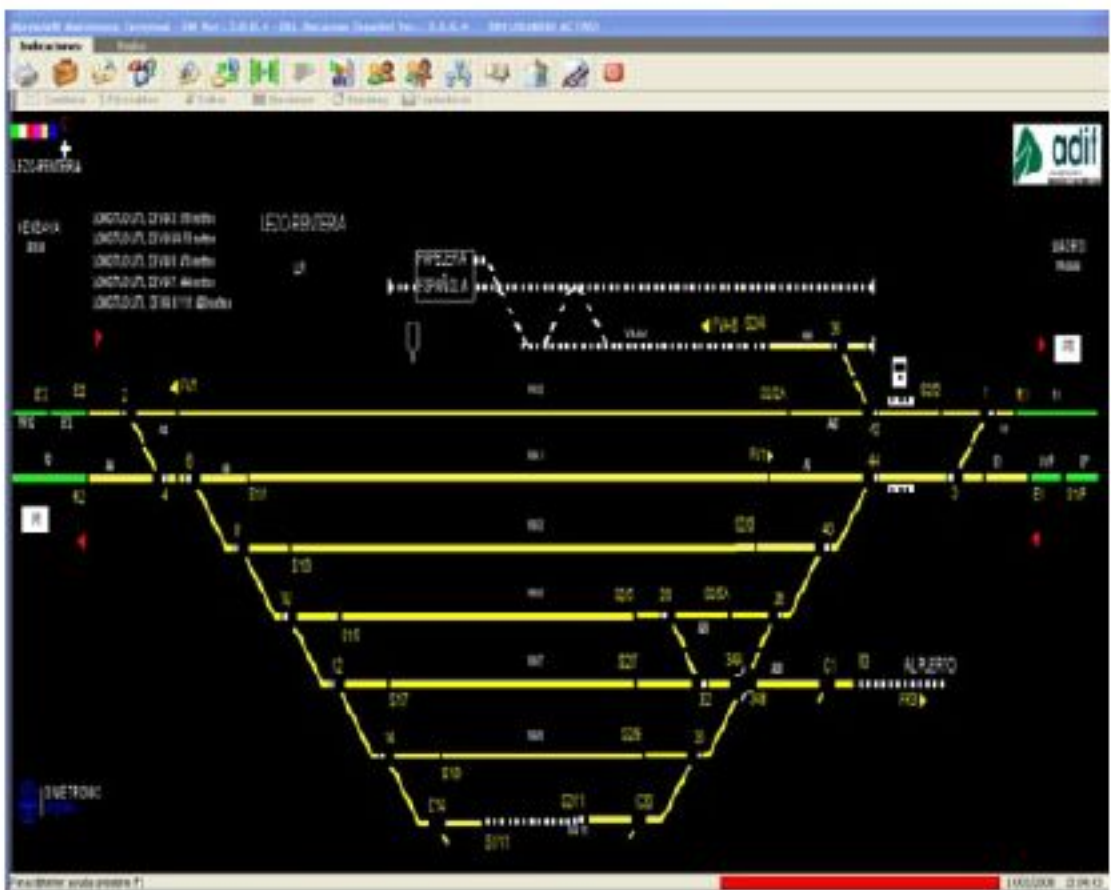
Também existe o Posto de Comando Portátil que

consiste na possibilidade de ligar um computador portátil a fazer funções de posto de comando local. Este computador apenas precisa dispor do sistema operativo Windows P. Assim e quando liga-se o PC portátil ao Sistema de Comando e Controlo do Encravamento, carrega-se de forma automática (depois de introduzir o correspondente “password”), o software de aplicação necessário para fazer as funções de Posto de Comando Local.

5.3 - Sistema de Ajuda à Manutenção WESCAM.

Sob o ponto de vista operativo o Sistema de Ajuda à Manutenção WESTCAM é capaz de efectuar as seguintes funções:

- Representação em tempo real da informação de manutenção e alterações de estado de cada encravamento.
- Aviso para o operador de manutenção, em tempo real, das incidências que possam necessitar de uma intervenção do pessoal de manutenção.
- Reconstrução de estados anteriores do encravamento Westrace monitorizados nos últimos 3 meses.
- Elaboração de estatísticas de ajuda à manutenção: horas de funcionamento de focos, número de manobras dos accionamentos, etc.



6. ALGUMAS REFER NCIAS NO MUNDO

Desde o ano de 1986 que o Grupo Invensys Rail instalou encravamentos WESTRACE em mais de 15 países e em todo o tipo de aplicações que necessitam um alto grau de segurança e fiabilidade, os que a seguir apresentamos são os mais relevantes:

REFER NCIAS NO MUNDO

País	Quantidade	Aplicação
Alemanha	9	Main-Line Interlocking
Argélia	4	Metro Interlocking (Mass Transit)
Austrália	407	88 Main-Line Interlocking 210 Main-Line Radio-based ATP 40 Object Controller 69 Suburban Interlocking
China	12	Metro Interlocking
Espanha	454	250 Main-Line Interlocking 114 Metro Interlocking 17 High Speed Lines 73 Suburban Lines
Filipinas	10	Metro Interlocking
Indonésia	71	Main-Line Interlocking
Irlanda	10	Main-Line Interlocking & Level Cossing
Malásia	61	Main-Line Interlocking
Nova Zelândia	1	Main-Line Interlocking
Noruega	45	Interlocking & Metro Speed-Code Controller
Portugal	21	Metro Interlocking
Reino Unido	284	1 Main-Line Interlocking 246 Metro Interlocking 35 Metro Speed-Code Controller 2 Object Controller (Level Crossing)
Roménia	2	Interlocking & Metro Speed-Code Controller
Tailândia	3	Main-Line Interlocking
TOTAL	1.394	



Juan José Reques
 Senior Project Manager
 Departamento de Sinalização
 Invensys Dimetronic Signals



Tiago Rodrigues
 Engenheiro de Sinalização
 Departamento de Sinalização
 Invensys Dimetronic Signals Portugal

O ENCRAVAMENTO WESTLOCK

1. INTRODUÇÃO

Como consequência da evolução da tecnologia do estado sólido, e do advento da sua aplicação generalizada aos computadores, na década de 70 assistiu-se por parte da indústria do sector da sinalização ferroviária ao desenvolvimento de

encravamentos electrónicos baseados em computadores CBI's (Computer Based Interlockings) combinando essa moderna e acrescida capacidade de processamento de dados relativamente aos encravamentos electromecânicos com a segurança característica e fundamental dos sistemas de controlo ferroviários.

Foi neste contexto que o SSI foi desenvolvido no Reino Unido através de um acordo tripartido para a definição do sistema, entre a British Rail (actualmente Network Rail) a Westinghouse Signals e a GEC, prevendo aí também que estas duas últimas empresas seriam as detentoras das respectivas licenças de fabricação dos equipamentos desse sistema.

O primeiro SSI foi instalado no Reino Unido em Leamington Spa

no ano de 1985 e até à data contam-se cerca de 300 cubículos de encravamento instalados em todo o mundo dos quais 92 estão instalados na rede ferroviária da REFER e 5 na do Metropolitano de Lisboa (os primeiros foram instalados na estação de Campanhã em 1.991)

A multinacional Invensys através da Westinghouse Signals, empresa pertencente ao mesmo Grupo Invensys Rail que a Dimetronic Signals, face à constante evolução da tecnologia electrónica por um lado e por outro à evolução quer do controlo da sinalização ferroviária a instalações mais complexas quer dos conceitos de interoperabilidade ERTMS /ETCS, decidiu que era chegado o momento de desenvolver um novo encravamento que satisfizesse melhor do que o SSI estas necessidades. O resultado desse desenvolvimento é o WESTLOCK, cujo processo de homologação se iniciou há 5 anos e que com a sua instalação no encravamento de Lemington Spa, cuja área ferroviária tinha já sido como dissemos equipada com o primeiro SSI, cumpre aí desde Janeiro de 2007 a quarta última fase do processo de homologação na Network Rail.

No que respeita a Portugal, a Dimetronic Signals com a colaboração da Westinghouse Signals, iniciou no ano em curso o correspondente processo de homologação junto da REFER, na estação de Coruche, estando projectada a realização dos ensaios de laboratório até ao mês de Janeiro de 2008 e os ensaios de terreno durante o ano 2008.



Esta estação já foi equipada com sinalização de tipo SSI durante o ano 1996.

2. PRINCÍPIOS DE DESENVOLVIMENTO DO WESTLOCK

Para o desenvolvimento do WESTLOCK, foi definida uma metodologia assente num processo evolutivo que minimizasse simultaneamente o risco do projecto e o respectivo tempo de execução, devendo esse desenvolvimento assegurar um **alto nível de compatibilidade tanto com o sistema SSI existente como com outros sistemas de encravamentos**.

O primeiro passo foi planeado e completado com a criação de um novo encravamento central com maior capacidade de controlo que substituísse o do actual equipamento central do sistema SSI e do respectivo Terminal Técnico, assim como de suportes de aplicativos software e hardware que a evolução técnica hoje disponibiliza com grandes vantagens relativamente à tecnologia disponível na altura em que foi desenvolvido o SSI.

Foram mantidos todos os módulos funcionais de via (TFM's) do sistema SSI assim como toda a arquitectura de comunicação dos mesmos quer por cabo de cobre quer por fibra óptica através respectivamente dos módulos de data link (DLM's) e dos módulos de transmissão por fibra óptica LDT's. Neste desenvolvimento assegura-se assim que **a migração de instalações SSI total ou parcialmente (uma vez que se garantiu a compatibilidade de funcionamento com os encravamentos centrais SSI através do já conhecido data link interno) para WESTLOCK sem necessidade de qualquer alteração no terreno.**

A linguagem de programação da preparação de dados para configuração do WESTLOCK a uma aplicação particular de sinalização, é idêntica à utilizada para o SSI **mantendo-se assim a flexibilidade de adaptação aos princípios de sinalização das várias administrações ferroviárias ao mesmo tempo que se reduzem tempos e custos de formação com o aproveitamento das capacidades já adquiridas pelos técnicos de sinalização no sistema SSI** para a elaboração da preparação de dados em novas instalações e/ou migração de dados de sistemas SSI para WESTLOCK.

Para além da capacidade de controlo de uma área de sinalização muito maior do que o SSI, também a velocidade de comunicação é maior o que se traduz numa minimização do número de interfaces de fronteira entre encravamentos e melhor performance no tratamento da informação. Esta era a área que se identificava como um ponto fraco do sistema SSI e que o WESTLOCK resolve com eficácia.

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPAIS

A concepção do WESTLOCK baseia-se numa arquitectura hardware modular tripla de decisão 2 em 3, tal como a do SSI, mas que assegura uma maior disponibilidade e segurança porque cada um destes três módulos, ao contrário do que sucedia com o SSI, o processamento de dados é duplicado funcionando os dois processadores em hot standby.

O processador utilizado é o Triconex Trident fabricado também dentro do grupo Invensys numa das suas empresas associadas, aplicado já com sucesso noutros equipamentos de controlo de processos industriais com exigências de níveis de segurança crítica e disponibilidade comparáveis aos exigidos nas aplicações ferroviárias.

Este processador funciona a 50 MHz o que comparado com os 2 MHz do do SSI, lhe confere uma capacidade de controle acrescida cerca de quatro vezes o número de objectos de via e controlos passíveis de comando por um SSI.

Assim analisando uma média do número de parâmetros controlados por cada SSI em instalações complexas de sinalização poderemos inferir que um cubículo WESTLOCK poderá controlar as quantidades de parâmetros seguintes:

- N.º de sinais..... 250
- N.º de AMV's..... 200
- N.º de secções de via..... 600
- N.º de itinerários..... 1000
- N.º de pedidos de painel 5000
- N.º de "timers"..... 400
- N.º de indicações..... 3000
- N.º de "flags"..... 3000
- N.º de Botões 1000



4. EQUIPAMENTO WESTLOCK

Por forma a compatibilizar o WESTLOCK tanto com o equipamento de via como com o sistema central SSI eventualmente existente, foram desenvolvidos interfaces próprios pelo que os subsistemas centrais WESTLOCK que constituem a parte de segurança crítica são:

- Processador Central do Encravamento (CIP);
- Interface com o equipamento de via (TIF)
- Interface com o SSI (SIF).

Desenvolveram-se ainda:

- Um interface Control System Gateway para o sistema de comando
- Uma nova Estação de trabalho (WT)

Processador Central - CIP

O sistema dispõe como se disse de três processadores com decisão de 2 em 3 e em cada um deles são tratados os dados das funções do encravamento duas vezes em cada um dos dois ramos separados de hardware que o compõe; para o processamento de dados em cada um destes ramos são usados dois algoritmos, por um lado um algoritmo com interpretador de código bit a bit como no SSI e por outro um baseado num texto estruturado de acordo com a norma IEC131. Os resultados do tratamento de dados por estes dois algoritmos são assim comparados em primeiro lugar dentro de cada ramo e se for positivo são comparados de seguida com os do outro ramo sendo a partir daí (se tudo estiver correcto) gerada uma "output".

Cada CIP pode comunicar-se directamente com um máximo de quatro outros CIP.

Interface para equipamento de via - TIF

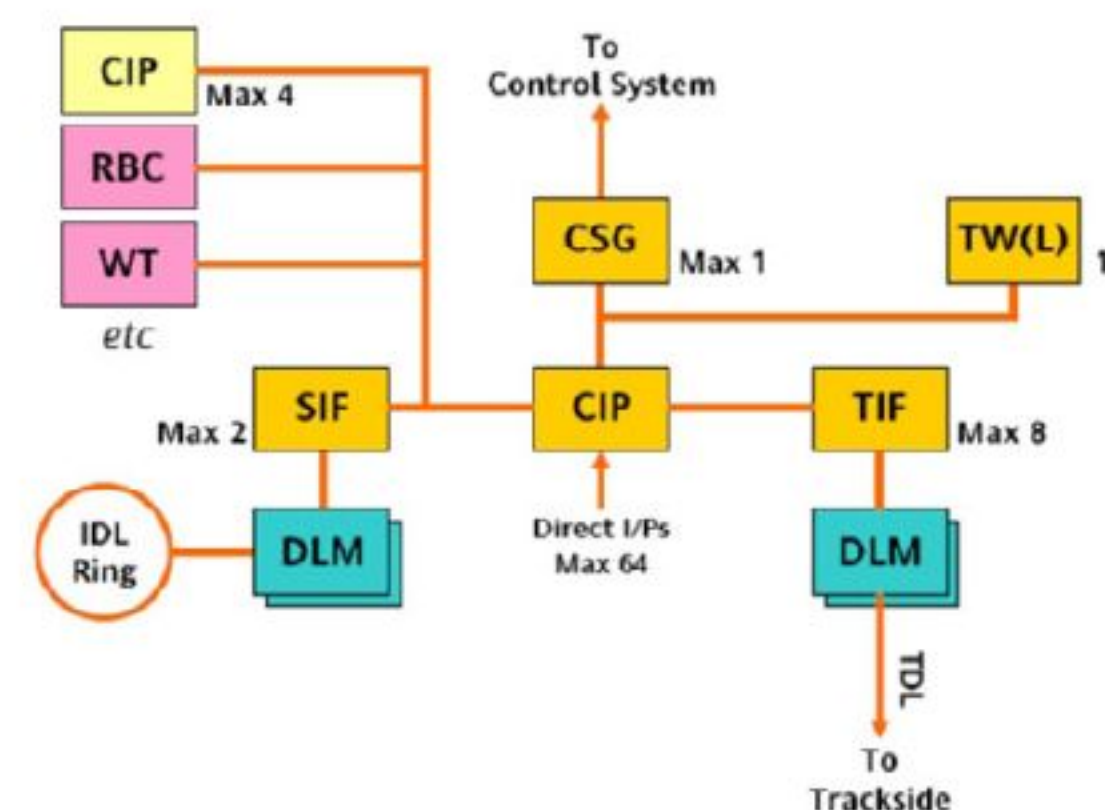
Este interface é basicamente um conversor de protocolo de comunicação e um "buffer" de dados a transmitir aos módulos de "data link" assegurando deste modo um isolamento entre os equipamentos centrais e os de via. Utiliza uma estrutura própria de mensagens endereçadas em ciclos de tempo bem definidos.

Este interface pode comunicar-se tanto com DLM s (Data Link Modules) de transmissão por cabo de cobre como com LDT s (Long Distance Terminals) de transmissão por fibra óptica.



Quatro WESTLOCK's interligados

Cada WESTLOCK (CIP) pode comunicar-se com 252 módulos funcionais de via (TFM's) através de um máximo de 8 interfaces TIF que se ligam um a um a outros tantos "data link" de saída do sistema. Isto significa que podemos ter 8 "data link's" de saída do sistema podendo cada um deles ligar-se a 63 módulos funcionais de via. No total há assim o dobro de possibilidades de ligação de módulos funcionais de via relativamente aos 252 admissíveis pelo WESTLOCK o que permite uma liberdade do projecto na distribuição destes no terreno.



Componentes WESTLOCK

Interface SSI - SIF

Este interface SIF foi desenvolvido para compatibilizar o WESTLOCK com os SSI's, através do Data link interno (IDL ring) com a função de conversor e "buffer" de dados.

Cada SIF pode ser ligado através do "data link" interno a quatro SSI's, assegurando assim uma migração e/ou integração das instalações SSI para

o WESTLOCK por fases sem necessidade de modificação de dados dos SSI não migrados e/ou integrados.

Sistema de controlo “gateway” - CSG

Esta é a porta de comunicação com o interface homem-máquina de comando do sistema de sinalização, baseado numa tecnologia PC da família WESTCAD e utiliza uma transmissão de dados do tipo série com um protocolo designado por CADLOCK.

Estação de trabalho do terminal do técnico - TW

Este equipamento assegura as funções necessárias aos testes, entrada ao serviço e manutenção do WESTLOCK dispondo de um registador de dados.

Para acesso remoto só de consulta pode interligar-se ao sistema através da rede de comunicações do WESTLOCK ou através de uma ligação “dial up”.

Ferramentas de software

As ferramentas de software disponibilizadas destinam-se fundamentalmente a três ambientes de trabalho a saber:

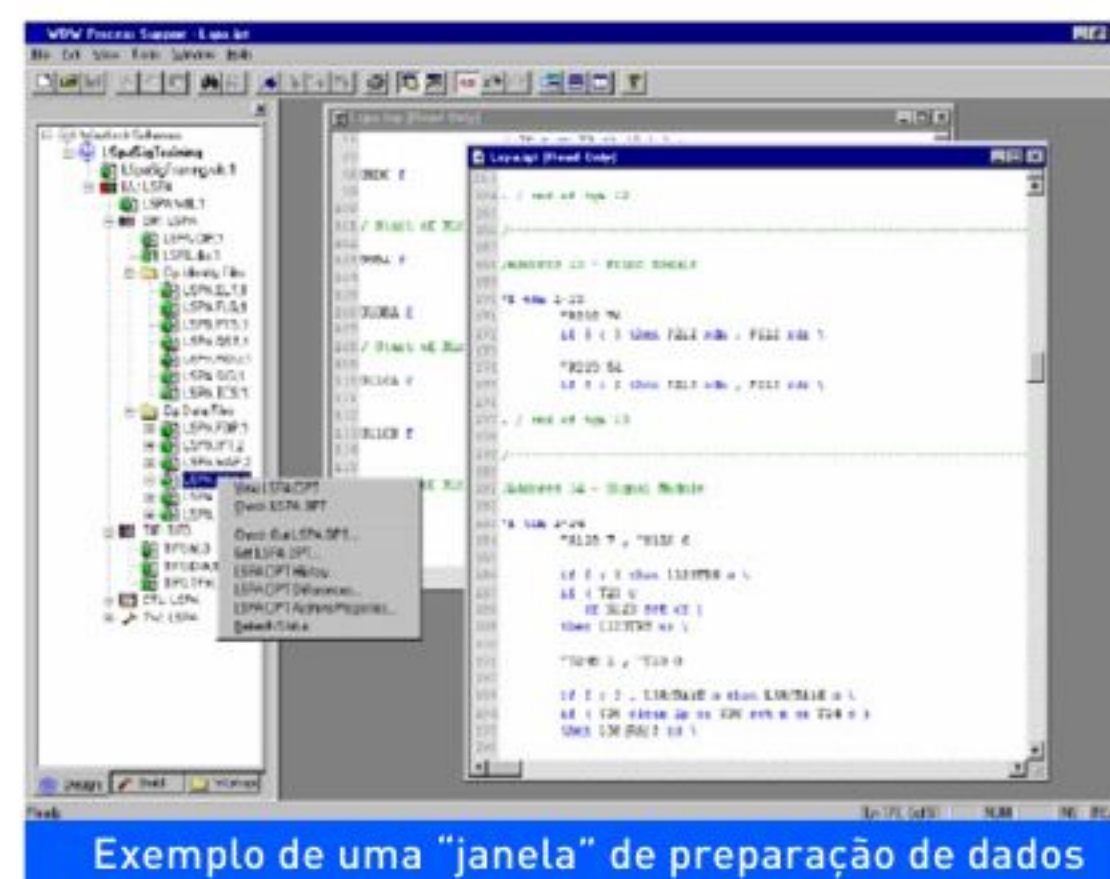
- Ambiente de Preparação de dados
- Ambiente de Testes em laboratório
- Ambiente de Testes de terreno e entrada ao serviço

Ambiente do software de Preparação de Dados

Esta ferramenta destina-se às funções dos técnicos de preparação de dados e dos de verificação dos mesmos.

Proporciona as mesmas capacidades da Estação de Trabalho do SSI (Workstation) mas tem como suporte um PC funcionando em ambiente Windows permitindo assim aos técnicos responsáveis pelas funções descritas a utilização de PC's de mesa ou portáteis tornando assim possível o seu trabalho em qualquer localização, inclusivamente no respectivo domicílio.

Como se pode ver no exemplo da figura abaixo o ambiente Windows proporciona uma visão e uma operação “user friendly”.



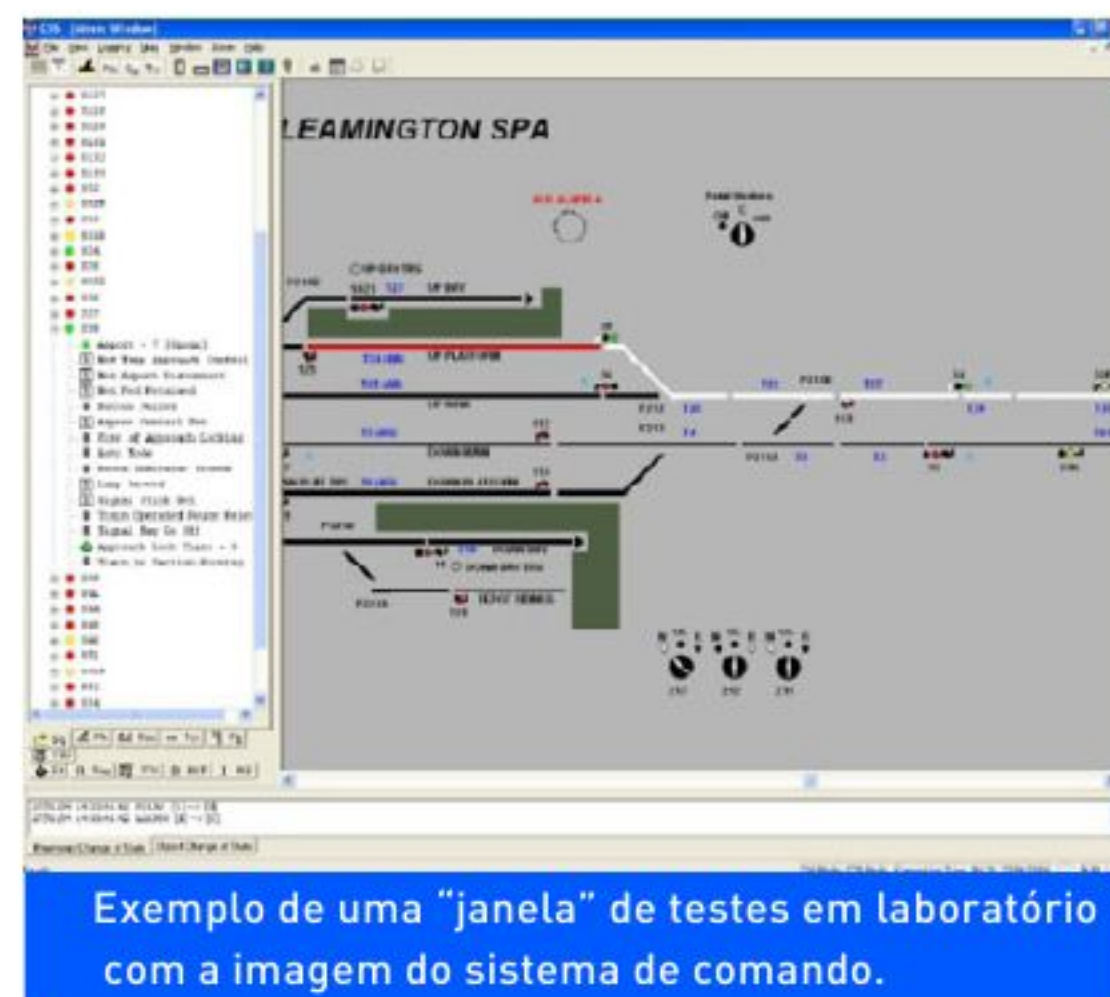
Exemplo de uma “janela” de preparação de dados

Como se observa na figura disponibilizam-se as seguintes facilidades principais:

- À esquerda um explorador de ficheiros do encravamento com indicação do respectivo estado.
- Sub menus de escolha da acção pretendida.
- Uma área à direita onde os ficheiros podem ser editados, comparados verificados etc. com a respectiva indicação de actividades de compilação.

Ambiente de testes em laboratório

Este ambiente destina-se aos técnicos de verificação de dados e tal como no caso anteriormente descrito disponibiliza do mesmo modo as funções agora características da actividade de teste de dados, incluindo a possibilidade de simulação de estado de equipamentos no terreno, do sistema de controlo e dos encravamentos adjacentes. Dispõe ainda de ferramentas de descarga e compilação de dados.



Exemplo de uma “janela” de testes em laboratório com a imagem do sistema de comando.

Como se observa na figura disponibilizam-se as seguintes facilidades principais:

- À esquerda um explorador de estado dos bits dos telegramas do estado de cada um dos objectos de terreno.
- Numa área do monitor à direita disponibiliza-se uma imagem semelhante à que se apresentaria num sistema de comando normal como por exemplo a de um itinerário estabelecido.
- Uma área no fundo do monitor com comandos do estado da "janela" e que pode ser deslocada e redimensionada.

O simulador de estado da via ou do de outros encravamentos tem imagens do mesmo tipo desta do simulador de comando.

Ambiente de testes de terreno e entrada ao serviço

Este cenário, suportado pela mesma tecnologia baseada em PC's com ambiente Windows, proporciona aos técnicos responsáveis por estes ensaios as possibilidades de ensaio em laboratório mas aqui reduzidas às que são estritamente necessárias a este tipo de testes, sendo que neste caso o interface real homem-máquina de comando serve a função de comando nestes testes.

5. CONCLUSÃO

Os objectivos do desenvolvimento do Westlock, têm vindo a ser confirmados nos ensaios reais de homologação em Lemington Spa permitindo desde já concluir que para as administrações ferroviárias tem as seguintes vantagens reais:

- Ser um encravamento novo capaz de integrar todos os avanços tecnológicos de controlo de sinalização e exploração ferroviária nomeadamente os relativos a ERTMS/ETCS.
- Assegurar a compatibilidade com o sistema SSI no caso da sua migração ou ampliação para o WESTLOCK.
- Reduzir significativa de custos de projecto graças à redução de tempos de execução do mesmo, à redução das fronteiras entre encravamentos, aumento na capacidade de controlo, etc.
- Disponibilizar um maior leque de ferramentas de manutenção que permitem uma minimização do impacto produzido por falhas eventuais.
- Dispor de um altíssimo grau de segurança intrínseca.



INTRODUÇÃO AOS SISTEMAS DE CONTROLO AUTOMÁTICO DE COMBOIOS. SOLUÇÕES DIMETRONIC.

Javier López de Lucas
Direcção de Marketing e projectos
Invensys Dimetronic Signals Portugal

1. INTRODUÇÃO

O termo **ATC**, cujas iniciais em inglês resumem a designação "Automatic Train Control " é o termo adoptado em todo o mundo para descrever a arquitectura de um sistema integrado de controlo automático para redes ferroviárias metropolitanas. Estes sistemas são desenvolvidos para melhorar a qualidade de vida dos seus utilizadores, proporcionando-lhes um meio de transporte que os ajude convenientemente nas suas deslocações tanto de trabalho como de ócio.

Neste sentido, os sistemas ferroviários metropolitanos devem proporcionar rapidez de transporte, alta-frequência de serviço e pontualidade, devendo para além disto ser económicos, seguros, cómodos e de fácil utilização. Os sistemas automáticos de controlo de comboios contribuem de forma definitiva para o alcance destes objectivos.

Existe uma grande variedade de tipos de sistemas **ATC** instalados no mundo, mas todos eles têm em comum certos princípios básicos como sejam a inclusão de um sistema de Protecção Automática de Comboios **ATP** (Automatic Train Protection), encarregado de proporcionar os requisitos básicos de segurança mantendo os comboios, no seu movimento, com uma separação entre si de uma distância de segurança, o Sistema de Condução Automática de Comboios **ATO** (Automatic Train Operation), que disponibiliza os controlos

necessários que substituem total ou parcialmente as tarefas humanas de condução e finalmente incluem um Sistema de Supervisão Automática de Comboios **ATS** (Automatic Train Supervision), que permite a realização, o mais automatizada possível, das tarefas de controlo, regulação e gestão da exploração de linha de forma a minimizar a intervenção dos operadores.

A primeira exploração no mundo equipada com sistemas de metropolitano deste tipo e que começou a operar com um sistema de condução automática foi a da Victoria Line, em Londres, que entrou ao serviço em 1968. Os respectivos sistemas **ATC** foram projectados pela Westinghouse Signals (também pertencente ao Grupo Invensys Rail), em estreita colaboração com os técnicos do Metropolitano de Londres.

Os aspectos técnicos fundamentais aplicados, assim como as várias filosofias adoptadas como é a utilização de canais independentes para as funções de protecção do comboio e para a condução automática continuam a ser hoje em dia válidas.

Desenvolvimentos posteriores proporcionaram a adjudicação à Dimetronic Signals em 1973, do contrato de fornecimento de um Sistema Automático de Controlo de Comboios para a Linha 7 do Metro de Madrid (troço entre Las Musas e a Avenida da América), que se colocou em serviço em 1975. Posteriormente as restantes linhas do Metro

de Madrid foram equipadas com sistemas ATC da mesma tecnologia.



Depois destes factos importantes no Reino Unido e em Espanha, as empresas da Invensys Rail Group foram adjudicatárias de inúmeros contratos para o projecto, fornecimento, instalação, ensaios e colocação em serviço de sistemas ATC em linhas de metropolitano de Hong Kong, Barcelona, Singapura, Bucareste e Manila.

O projecto e fornecimento de sistemas ATC para todo o mundo permitiu-nos o desenvolvimento de interfaces para uma ampla gama de sistemas ferroviários e de equipamentos: para sistemas de sinalização e controlo existentes, equipamentos de frenagem e tracção de comboios, sistema de controlo de portas, equipamentos de energia etc., sempre orientados para a satisfação máxima dos critérios de capacidade de transporte, ergonomia e manutenção.

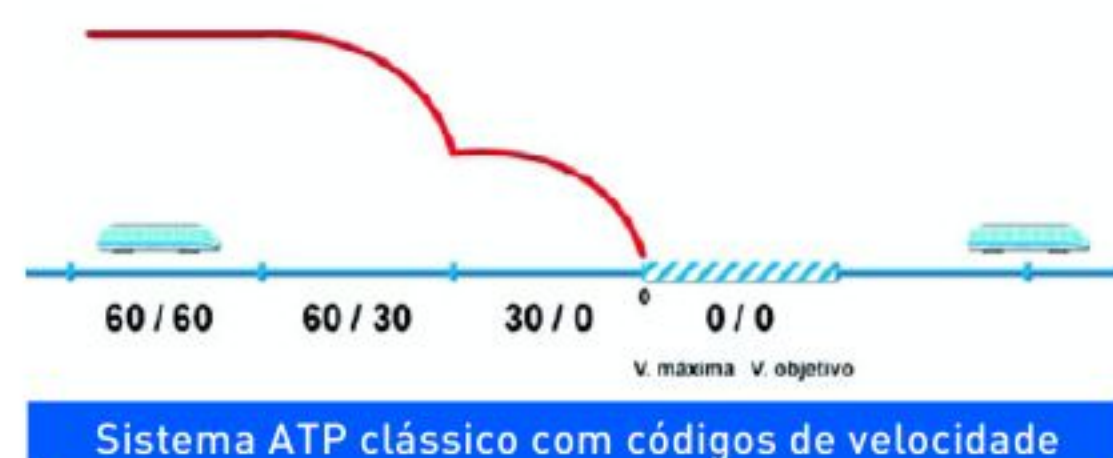
2. EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS ATC

Desde a entrada ao serviço do primeiro sistema ATC em Londres, passaram quarenta anos. Durante todo este período, aspectos como os ligados à tecnologia dos equipamentos, à funcionalidade dos sistemas, ao seu grau de automatização e de uma forma geral aos relacionados com as performances que os equipamentos devem proporcionar, evoluíram substancialmente superando pela positiva as expectativas. Isto é tanto assim, que hoje em dia é raro encontrar linhas metropolitanas e suburbanas novas que não estejam dotadas com sistemas ATC.

2.1 - Classificação dos ATC atendendo à funcionalidade proporcionada pelo sistema de segurança ATP.

O sistema de segurança ATP usado no Metropolitano de Londres na Victória Line em 1968 era muito simples, tinha apenas três códigos de velocidade: um normal (velocidade máxima), um de precaução (velocidade reduzida) e um de paragem (velocidade zero). Cada cantão dispunha de um código de velocidade transmitido para bordo através do respectivo circuito de via. Se um comboio entrasse numa secção de via ocupada, com uma definição de velocidade zero ou se o fizesse com uma velocidade superior aquela permitida nesse troço, os equipamentos electrónicos embarcados reagiam para que fosse aplicada uma travagem de emergência. Muitos dos sistemas até agora aplicados ainda se baseiam neste princípio apesar de incorporarem algumas melhorias.

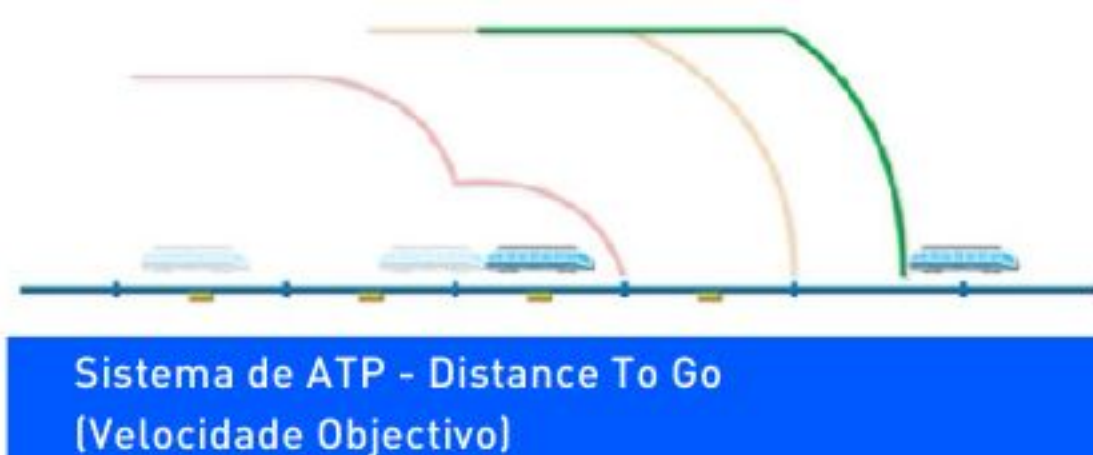
O nível seguinte de sistemas ATP baseados em códigos de velocidade, baseia-se no facto de associar a cada código ATP de velocidade não só informação da velocidade máxima permitida num determinado cantão em que se circule, mas também a da velocidade máxima permitida no cantão seguinte. Desta forma, cada código ATP é transmitido para os equipamentos embarcados através dos carris, que assim recebem a informação como um par de valores de velocidades: O valor da velocidade máxima de segurança que é inultrapassável e o da Velocidade Objectivo de entrada na secção de via seguinte.



O escalão seguinte no desenvolvimento dos sistemas ATP para assegurar maiores performances, consiste basicamente na eliminação do espaço que se perde, devido à existência de um circuito de via livre de separação mínima entre dois comboios e que é requerido no sistema ATP por "Códigos de Velocidade".

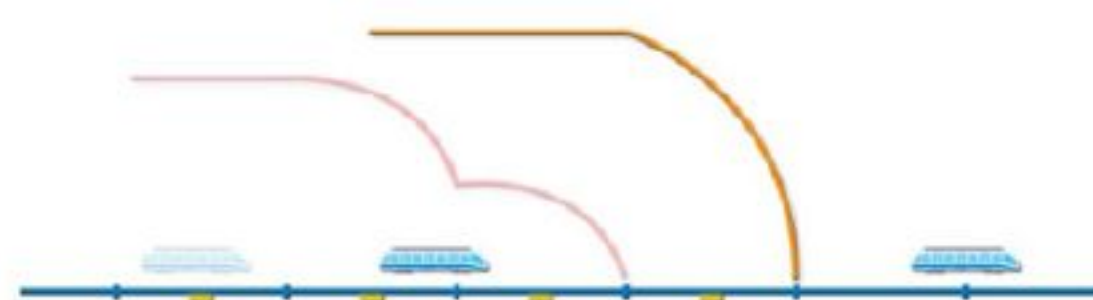
Estima-se que com a eliminação desta separação entre comboios se ganha 20% na capacidade de transporte de uma linha, dependendo do comprimento das secções de via e das velocidades máximas nela admissíveis.

A chave para implementar esta nova funcionalidade consiste principalmente na deslocação da curva de travagem de emergência até ao limite da entrada do cantão seguinte àquele em que se circula. Nestas condições um comboio pode aproximar-se mais da secção de via ocupada pelo comboio que seguir na sua frente.



Para isto torna-se necessária uma supervisão contínua da velocidade e do movimento dos comboios. O equipamento embarcado calcula a curva de travagem com base na distância ao ponto de paragem recorrendo ao seu conhecimento do "mapa" da linha. Quer dizer que a informação da via se interpreta como distancia máxima permitida (Distância Objectivo ou Limite de Movimento Autorizado LMA). Daqui o nome de ATP por "Distância Objectivo" porque é conhecida esta funcionalidade.

Uma vez que o equipamento embarcado precisa, para os seus cálculos, do conhecimento da sua posição a todo o instante, este sistema necessita de balizas instaladas ao longo do traçado de via que permitam o acerto dessa localização com precisão.



A funcionalidade ATP por "Distância Objectivo" apresenta assim claras vantagens sobre a de "Códigos de Velocidade". Por um lado e como foi dito aumenta-se a capacidade da linha, mas também se consegue assim reduzir o número de

circuitos de via necessários já que não se necessita de frequentes mudanças nos escalões de velocidade para melhor ajuste aos limites característicos da linha.

Finalmente as maiores performances de segurança, no que se refere a capacidade de transporte de uma linha, são atingidas com os sistemas de Cantão Móvel. Nestes sistemas não se necessita dos tradicionais cantões fixos definidos habitualmente por circuitos de via para localizar comboios. Na sua vez utiliza-se uma comunicação bidireccional contínua entre cada comboio e os equipamentos da via controlada pelo sistema.

Numa linha equipada com Cantão Móvel, esta é dividida em áreas ou regiões, cada uma das quais controlada por um equipamento de via dispondo do seu próprio sistema de transmissão (habitualmente via rádio). Cada comboio transmite a sua identificação, localização e velocidade ao equipamento fixo de via na sua área de controlo, fazendo este os cálculos necessários que garantam o estabelecimento de uma separação com uma distância segura ao comboio que o preceder, transmitindo-lhe os correspondentes limites de movimento (LMA).

A ligação de comunicações entre cada comboio e o equipamento fixo da área em que ele circula é contínua, de forma que esse equipamento fixo conhece em todos os instantes, a posição de todos os comboios localizados na sua área de controlo. Por outro lado, cada comboio recalcula a sua posição recorrendo à informação que recebe das balizas posicionadas regularmente ao longo da via de uma forma semelhante à que foi descrita no sistema por "Distância Objectivo".

É possível classificar também os sistemas de Cantão Móvel atendendo ao meio de transmissão usado entre os comboios e os equipamentos fixos de via. Habitualmente estes utilizam uma ligação via rádio (e então denominam-se por **CBTC [Communication Based Train Control]**), mas existem instalações em que se empregam ligações por cabos condutores formando anéis indutivos montados ao longo da via. Este último tipo de meio de transmissão não é muito recomendável já que a necessidade de instalação de cabos ao longo da via

entre os carris, torna a solução mais cara sem falarmos na sua maior vulnerabilidade por danos que facilmente possam ocorrer em trabalhos de manutenção da via.

2.2 - Classificação de sistemas ATC segundo o nível de automatização

Outro critério possível para a classificação de sistemas ATC é o que se baseia no nível de automatização que esses sistemas podem disponibilizar.

De facto, um sistema ATC pode ser operado em diferentes graus de automatização (GoA - Grade of Automation). A definição de cada grau ou nível resulta da repartição da responsabilidade pela execução de determinadas funções de operação entre o agente operacional a bordo do comboio e o sistema.

GoA Nível 1. Operação não automática, com supervisão contínua.

O nível inicial seria o proporcionado por um Sistema ATP contínuo como os descritos sem nenhum tipo de operação automática. Neste GOA o condutor situa-se na cabina de condução do comboio, observando o traçado de via de forma a poder fazer parar o comboio caso verifique o aparecimento de uma situação perigosa. As operações de arranque e travagem nestas condições são executadas pelo condutor em função do estado da sinalização lateral e / ou das indicações na cabina. O sistema ATP supervisiona as acções do condutor comprovando o respeito da sinalização e da velocidade máxima permitida em cada instante. O arranque do comboio em estações, incluindo a abertura e fecho de portas, também é efectuado pelo condutor.

Este primeiro nível não comporta em nenhum aspecto do seu funcionamento uma operação automática.

GoA Nível 2. Operação "Semiautomática" (STO)

Como comentamos no início, a primeira linha metropolitana do mundo que contou com um sistema de operação automática, foi a Victoria Line em Londres que dispunha de um sistema ATO com este grau de automatização e no qual o agente a bordo do comboio se localizava na cabina de

condução observando o traçado e parando o comboio em situações perigosas. As operações de arranque e travagem assim como a velocidade eram supervisionadas em contínuo e de uma forma automática pelo sistema. Em estações o arranque era feito pelo agente de condução podendo a abertura e fecho de portas ser feito pelo referido agente ou pelo próprio sistema ATO.

A instalação de um Sistema de Condução Semiautomático STO proporciona entre outras as vantagens de aumentar a velocidade comercial, a frequência de serviço, a facilidade de regulação do movimento através do ATS, a possibilidade de introdução de programas de poupança de energia (com o estabelecimento de marchas em deriva). Definitivamente tudo isto se traduz numa clara melhoria da capacidade de transporte da linha relativamente à resultante da condução de uma forma manual.

GoA Nível 3. Operação "Driverless" (DTO)

Neste grau de automatização não há necessidade da disponibilidade permanente de um agente de condução na cabina do comboio. Para isso, o sistema é equipado com elementos capazes de conduzir o comboio em situação normal, de assegurar que a via está livre de obstáculos e que o comboio pára no caso de aparecimento de situações perigosas.

Continua no entanto a ser necessária a presença de um agente a bordo dos comboios para assegurar as operações de inicialização dos seus equipamentos e de gestão de incidências.

As operações de arranque e paragem nas estações assim como as de abertura e fecho de portas, podem ser realizadas por esse agente ou de forma automática pelo próprio sistema.

Face às características deste grau de automatização, é requerido um Sistema de Supervisão Automática ATS que faça a gestão integrada do conjunto dos subsistemas envolvidos.

As vantagens principais do sistema DTO são as de uniformizar os tempos de paragem em estações e os de manobras de inversão de marcha em pontos terminais de linhas, o que contribui para o aumento de capacidade da linha.

GoA Nível 4. Operação “Unattended” (UTO)

Este nível representa o máximo grau de automatização de uma linha. Não há necessidade de qualquer agente presente no comboio, daí que este seja equipado com um conjunto de subsistemas adicionais capazes de realizar as funções que o agente tem nos outros graus de automatização, como sejam por exemplo a inicialização ou a gestão de incidências que neste nível passam a poder ser feitas com uma forma de comando e controlo remoto.

Obviamente que tanto o arranque e paragem em estações como as operações de abertura e fecho de portas são neste caso efectuadas de uma maneira completamente automática.

O modo de operação “Unattended” exige para além das funções específicas de um ATC, de um conjunto de requisitos imprescindíveis que devem ser cumpridos pelos restantes sistemas e instalações:

- Infra-estruturas: Adaptação tanto dos túneis como das estações para assegurar eventuais situações de emergência (incêndios, evacuação de passageiros no caso avarias, etc.).
- Plataformas: Barreiras anti - intrusão na via, como são por exemplo as Portas de Plataforma.
- Oficinas: Compatíveis com o funcionamento automático.
- Material rolante: Preparado para a realização de inversões de marcha automáticas, evacuação de passageiros e telecontrolo.
- Disponibilidade: Máxima para o conjunto de sistemas de via e embarcado.
- Televigilância: Tanto nas estações como no material rolante.
- Manutenção: Maior especialização e maior nível de exigências.

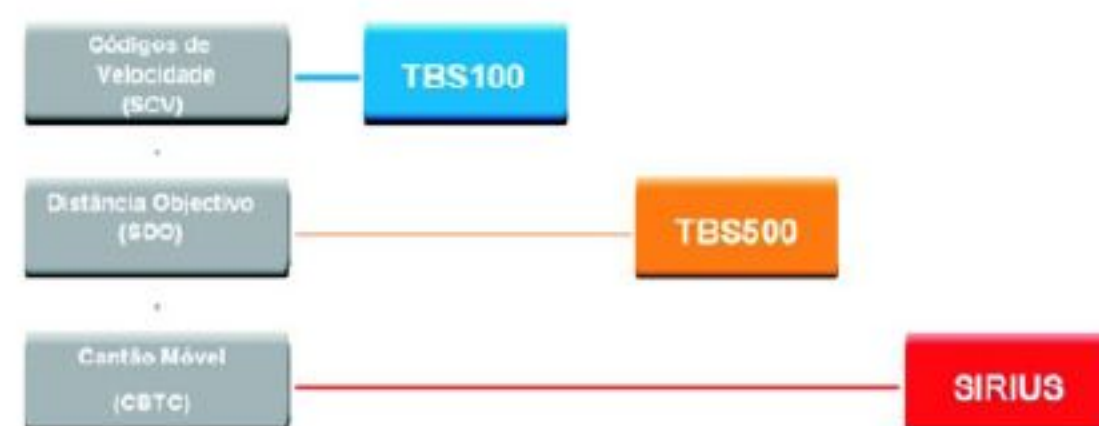
Da mesma forma que na operação em DTO é requerida a instalação de um Sistema Automático de Supervisão ATS que se encarregue da gestão integrada do conjunto dos subsistemas envolvidos.

3. CLASSIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES ATC DA DIMETRONIC

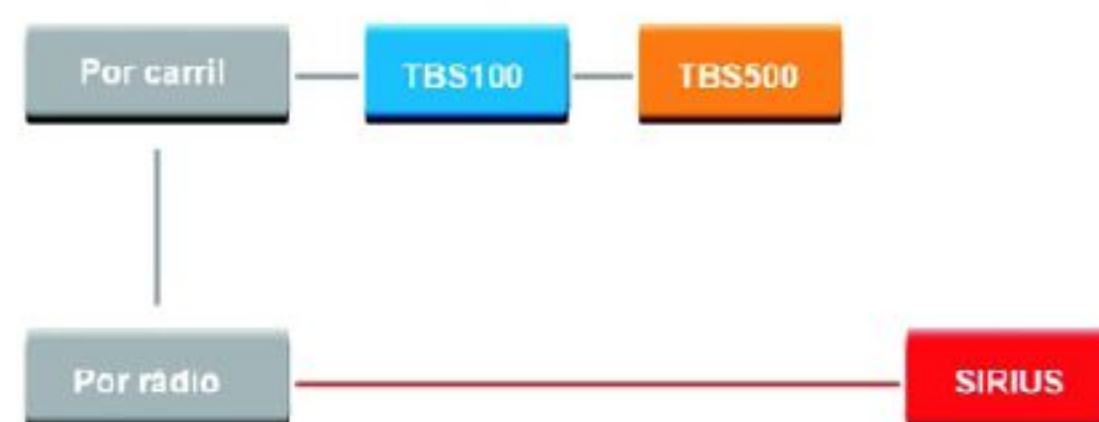
Uma vez enunciadas as classificações, a evolução e as principais características técnicas dos vários

sistemas de ATC existentes apresentam-se e identificam-se de seguida as várias soluções que a **Dimetronic Signals** tem disponíveis para cobrir todas as necessidades do mercado. Para isso serão utilizados os mesmos critérios anteriormente descritos.

- Atendendo à funcionalidade que proporcionam:



- Atendendo ao meio de transmissão solo - comboio utilizado:



- Atendendo ao Grau de Automatização que podem atingir:



4. PLATAFORMA TBS

A característica mais importante de todos os sistemas ATC da Dimetronic, é a sua **versatilidade**, que constitui em si mesmo uma mais valia e uma marca que os diferencia e identifica.

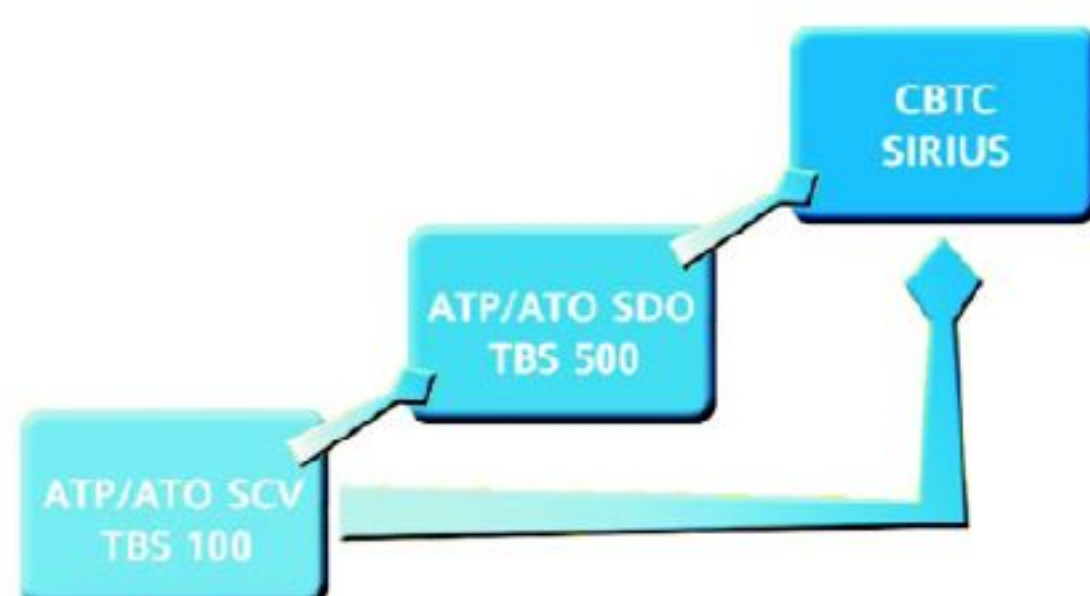
Os sistemas ATC da Dimetronic têm a capacidade de se adaptar com facilidade e rapidez a diversas funções. Para isso contribui a **plataforma TBS** (Transmission Based Signalling), desenvolvida conjuntamente entre Dimetronic Signals e a Westinghouse Signals ambas as empresas pertencentes à Invensys Rail Group.

TBS é uma plataforma hardware e software que apresenta uma versatilidade e múltiplas possibilidades de migração e de evolução. Nesta plataforma baseiam-se os sistemas ferroviários seguintes:

- Sistemas para Metropolitanos:
 - o Equipamentos embarcados ATP e ATO **TBS100** (Códigos de Velocidade SCV) e **TBS500** (Distância Objectivo SDO)
 - o CBTC **SIRIUS**: Equipamentos embarcados e fixos VBP (Virtual Block Processor)
 - o Sistema **PSD** (Platform Screen Doors) para comunicação bidireccional solo - comboio em estações
- Sistemas para Main Line:
 - o ERTMS: Equipamentos embarcados **FUTUR3000** (EVC) e fixos **FUTUR2500** (RBC)
 - o **ASFA TBS** para equipamentos embarcados

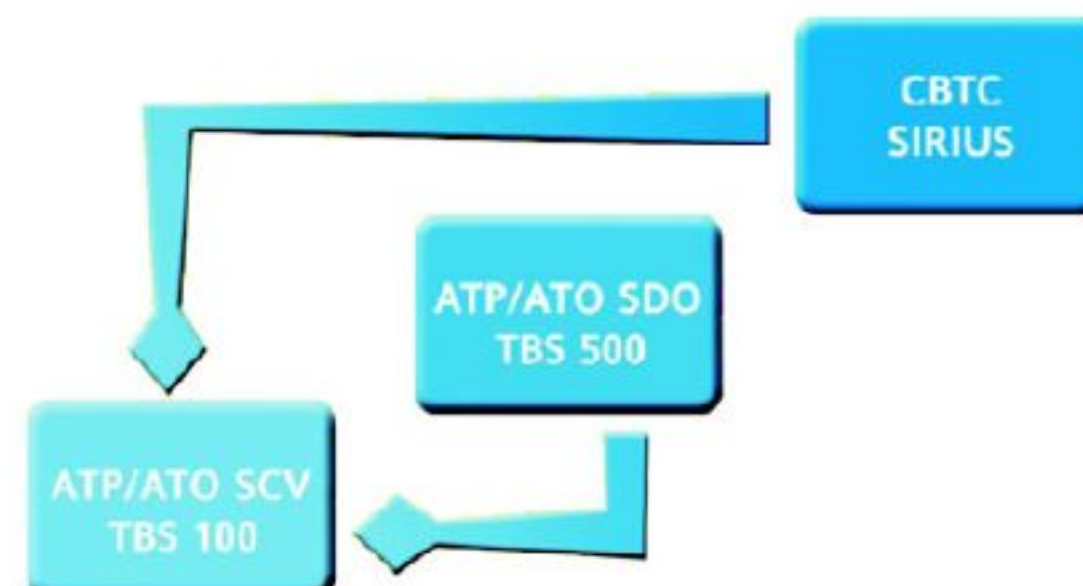
5. MIGRAÇÃO DOS SISTEMAS ATC DA DIMETRONIC

Os sistemas ATC da Dimetronic Signals foram projectados para permitir a sua evolução e crescimento tanto em funcionalidades como em performances.



É possível a migração de um sistema para outro de uma forma simples através do acrescento de elementos de hardware e a utilização de diferentes módulos de software.

Assim tanto o TBS 500 como o SIRIUS podem funcionar como o TBS 100 no caso de aparecimentos de determinadas incidências (fallback). Esta característica tem também a vantagem de permitir que os comboios possam circular em linhas equipadas com alguns dos nossos sistemas ATP/ATO de gerações anteriores.



6. REFERÊNCIAS DA DIMETRONIC SIGNALS EM SISTEMAS ATC PARA LINHAS DE FERROVIÁRIAS METROPOLITANAS.

As referências da Dimetronic Signals em instalações com sistemas ATC, são inúmeras. Resumimos de seguida as de maior destaque.

Metro de Madrid

Desde a introdução deste tipo de sistemas no Metro de Madrid, cujo contrato de instalação de uma Protecção Automática de comboios data de 1973, a Dimetronic é a empresa líder na instalação de Sistemas de Segurança e Controlo de Tráfego nesta rede ferroviária.

Depois do contrato de ATP para a Linha 7 sucedeu-lhe o primeiro contrato de Condução Automática (ATO) para a mesma linha assim como o relativo ao sistema de Controlo de Tráfego Centralizado (CTC). Actualmente toda a rede do Metro de Madrid está equipada com sistemas ATP da Dimetronic que também forneceu os sistemas ATO para todas as Linhas (exceptuando a Linha 2 que ainda não está equipada).



A planificação quadrienal de expansão do Metro de Madrid deram a oportunidade de introdução de novos desenvolvimentos, como o da tecnologia Distância Objectivo (TBS 500) que permite a circulação em ATP/ATO com intervalos de tempo

mais reduzidos do que com o sistema inicial ATP de Códigos de Velocidade.

Assim, os sistemas TBS500 foram instalados nas Linhas L3 (Moncloa - Legazpi - Villaverde), L8 (Nuevos Ministerios - Aeropuerto - Barajas), L10 (Tres Olivos - Puerta del Sur), L11 (Plaza Elíptica - Pau de Carabanchel), L12 (Metrosur), Metronorte e Metroeste.

Actualmente e com a implantação de um sistema de tipo CBTC (rádio), esta última linha encontra-se em fase de migração para um sistema Driverless SIRIUS.

Metro de Barcelona

Na década de 80 a Dimetronic dotou a Linha 4 com o primeiro sistema ATP que equipou a rede do Metro de Barcelona. Posteriormente, o Metro de Barcelona decidiu instalar o sistema ATP nas linhas 5 e 2, tendo sido a Dimetronic a adjudicatária dos concursos correspondentes, que também incluíam sistemas ATO assim como os restantes equipamentos de sinalização (encravamentos WESTRACE e equipamentos de via).



No ano de 2003 a Dimetronic teve o prazer de ser a adjudicatária do contrato de instalação do seu Sistema ATC TBS 500 "Driverless" para a Linha 11 do Metro de Barcelona. A concepção modular e a grande versatilidade deste sistema permitiu a sua implementação de forma progressiva e escalonada das suas funcionalidades e graus de automatização. Está prevista a entrada ao serviço da funcionalidade "Driverless" ou GoA 3 com o início do próximo ano, depois de finalizada

a instalação dos sistemas de Portas de Plataforma.

Ferrovias da Generalitat de Catalunya, FGC

A rede ferroviária dos Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya é constituída basicamente por duas linhas ramificadas: O **Metro de Vallés** e o **Metro de Baix de Llobregat**. O Metro de Vallés parte do centro de Barcelona e chega até Sabadell e Terrasa. O **Metro de Baix de Llobregat** parte também de Barcelona assegurando o transporte de passageiros até Manresa.

Os sistemas de controlo e de segurança correspondentes, que foram integralmente projectados e fornecidos pela Dimetronic, incluem os encravamentos e blocos, o ATP (pontual no **Metro de Baix Llobregat** e contínuo no **Metro del Vallès**), os equipamentos de via (sinais, accionamentos de AMV's e circuitos de via) e os sistemas de Controlo de Tráfego Centralizado (CTC), um para cada uma das linhas.



Ferrovias da Generalitat Valenciana

As linhas 3 e 5 do Metro de Valência, que fazem parte da Rede de Ferrocarris da Generalitat Valenciana, estão dotadas de ATP contínuo, projectado e instalado pela Dimetronic. Associado ao ATP a Dimetronic também forneceu os encravamentos electrónicos WESTRACE e os equipamentos de via (sinais, accionamentos de AMV's e circuitos de via sem juntas.)



O Posto de Comando Integrado e Centralizado do Metro de Valência que inclui:

- o Controlo de Tráfego, o Controlo de Energia,
- o Controlo de instalações Fixas,
- o de Videovigilância
- e as Comunicações

Actualmente a Dimetronic está a implementar o sistema DTG (Distance To Go) nos troços urbanos das linhas 1, 3 e 5 (44 km, 46 estações e 58 comboios).

Metro de Bucareste, Roménia

A Dimetronic instalou o Sistema ATC no troço Gara de Nord-1 Mai da nova linha 4, incluindo os encravamentos electrónicos WESTRACE, os equipamentos de comunicações, o sistema de informação ao Público e o sistema AVI (Identificação Automática de Veículos). Os primeiros encravamentos foram colocados em serviço em Dezembro de 1999 e os restantes em Março de 2001.



Linha 2 do Metro de Manila, Filipinas

Em Outubro de 2004 entregou dentro do prazo e condições acordadas contratualmente a totalidade dos sistemas de Sinalização e ATC do projecto da Linha 2 do Metro de Manila, através do seu "main contractor" principal Marubeni Corporation do Japão.



A linha é composta por uma extensão de 13 Km de via dupla entre as estações de Santolan e Recto, com 9 estações intermédias servida por 18 comboios de dupla cabina e dispendo de umas instalações oficinais. O fornecimento da Dimetronic inclui os encravamentos electrónicos do tipo WESTRACE, painéis de comando local e subsistemas de diagnóstico e manutenção. Os encravamentos WESTRACE controlam os comboios na linha através dos respectivos equipamentos de via (circuitos de via sem juntas, accionamentos eléctricos de AMV's e sinais laterais nas instalações oficinais).

O sistema ATC inclui subsistemas ATP (Protecção Automática de Comboios), ATO (Operação Automática do Comboio) e ATS (Supervisão Automática do Comboio).

O subsistema ATS está instalado no Centro de Controlo Operacional (CCO) localizado nas oficinas de Santolan, donde também é comandado o Sistema de Informação ao Público (PIS) fornecido pela Dimetronic em conjunto com os sistemas de comunicações e o SCADA.



António Catarino
Project Manager
Direcção de Operações
Invensys Dimetronic Signals Portugal

DESCRIÇÃO BREVE DO SISTEMA POR DISTÂNCIA OBJECTIVO TBS 500.

1. INTRODUÇÃO

O sistema por Distância Objectivo **TBS500** da Dimetronic é um sistema integrado de Controlo Automático de Comboios (**ATC**) para caminhos de ferro metropolitanos, que integra um Sistema de Protecção Automática de Comboios (**ATO**), um Sistema de Condução Automática de Comboios (**ATO**) e um Sistema de Supervisão Automática de Comboios (**ATS**).

O Sistema de **ATP/ATO** por Distância Objectivo **TBS500** permite um aumento significativo da capacidade de transporte de passageiros, relativamente à dos verificados nos sistemas de sinalização por códigos de velocidade tradicionais e como está demonstrado nas linhas de metropolitanos em que já foi colocado em serviço, apresenta riscos muito minimizados durante a sua implementação:

- o No Metro de Madrid o sistema está instalado e em serviço nas linhas 3,8,10,11 no Metro e nas Linhas Metro Norte e Metro Este.
- o No Metro de Barcelona já está em serviço a linha 11 e em curso de execução, a extensão deste sistema para a versão "Driverless".
- o Na China está a ser instalado na linha 1 do Metro de Tianjin e na linha 5 do Metro de Beijin.

No total, o sistema por Distância Objectivo **TBS500** foi instalado e está em curso de instalação em mais de 200 Km de via com mais de 100 estações e em 225 comboios.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA TBS 500

O sistema **TBS500** é composto por dois subsistemas: o de via que inclui todos os equipamentos fixos de terreno (plena via e estações) e o subsistema embarcado (móvel) dos comboios equipados.

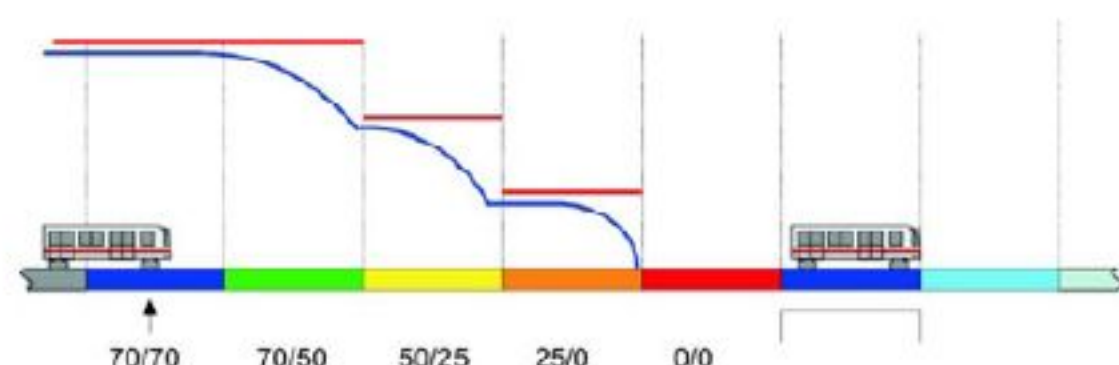
O comando e controlo da sinalização é assegurado por encravamentos electrónicos WESTRACE.

A via é dividida em cantões por circuitos de via sem juntas **FS 2550** que são utilizados por um lado para a detecção de comboios e por outro para a transmissão contínua aos comboios de sinais codificados (códigos **ATP**).

Ao longo da via são montadas balizas passivas que permitem nela localizar com precisão o equipamento embarcado.

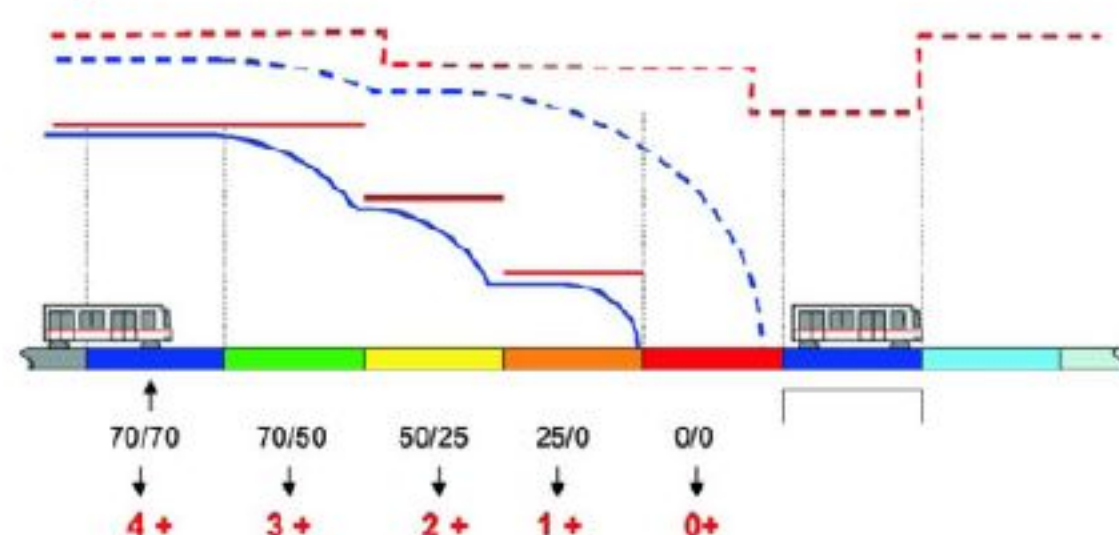
O sistema tradicional por Códigos de Velocidade interpreta a informação que recebe da via como uma velocidade máxima que o comboio não pode ultrapassar em nenhum caso.

Assim a sequência de aproximação de um comboio em movimento a outro parado seria o que se mostra na figura seguinte:

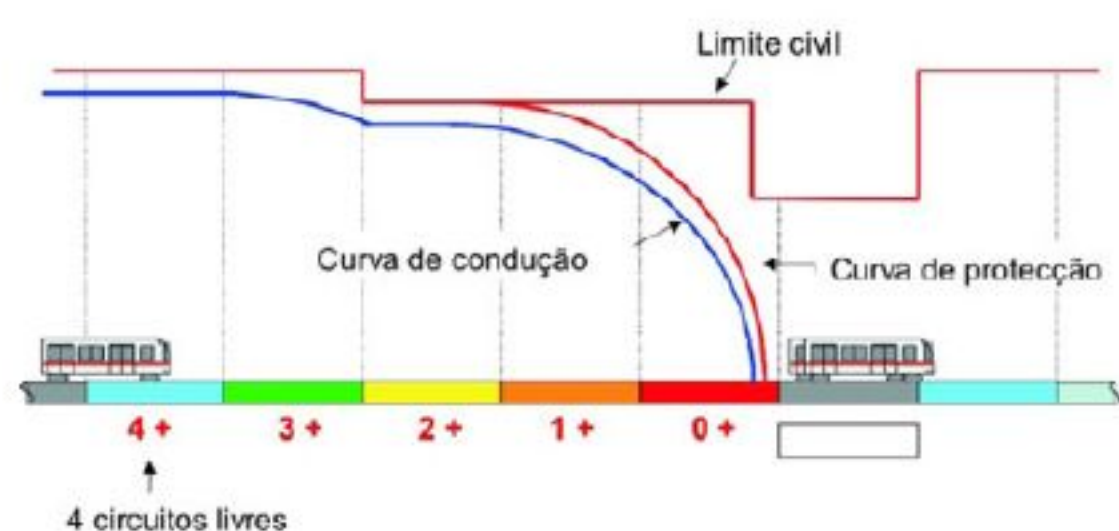


O sistema por Distância Objectivo caracteriza-se por uma supervisão contínua de velocidade e do movimento dos comboios, que interpreta a informação de via como uma distância máxima que o comboio não pode ultrapassar e que é conhecida como Distância Objectivo ou Limite de Movimento Autorizado.

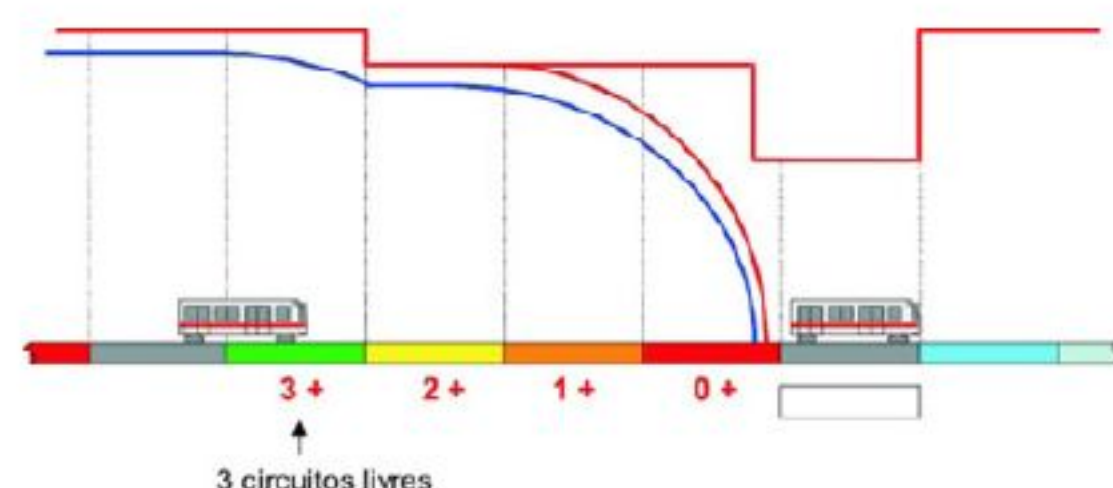
Os sinais injectados nos carris são interpretados pelo equipamento **ATP/ATO** de um comboio como sendo o número de cantões livres até ao comboio que o precede, permitindo uma maior aproximação daquele a este tal como se mostra na figura seguinte:



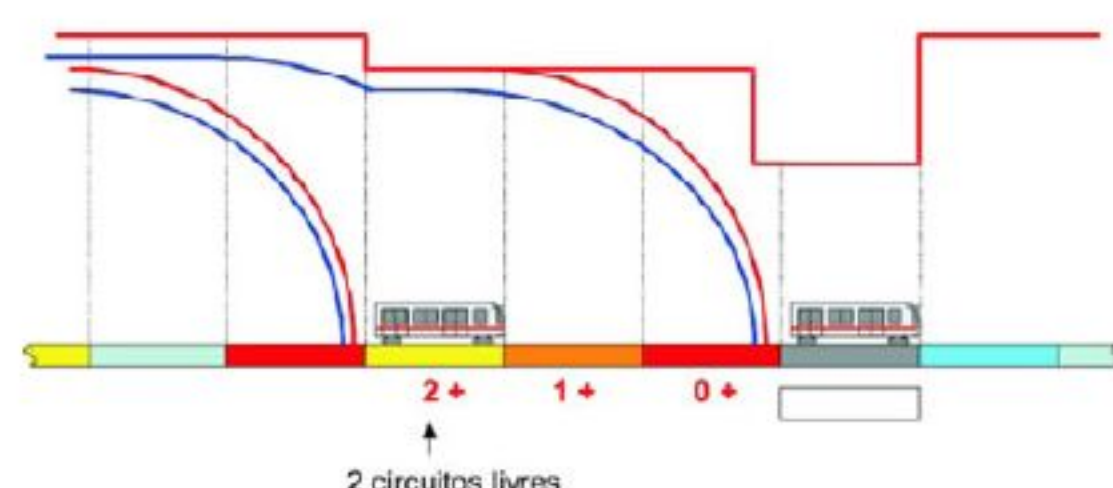
O equipamento **ATP/ATO** dotado com a funcionalidade Distância Objectivo, tem gravados em memória os comprimentos dos cantões e restantes características relevantes da linha. Com esta informação e com a recebida do **ATP** de via, sobre número de cantões livres na frente, um comboio pode aproximar-se do que o precede sem reduzir a sua velocidade até uma distância que, calculada com os devidos factores de segurança, seja suficiente para a sua frenagem até ao cantão ocupado por esse comboio precedente.



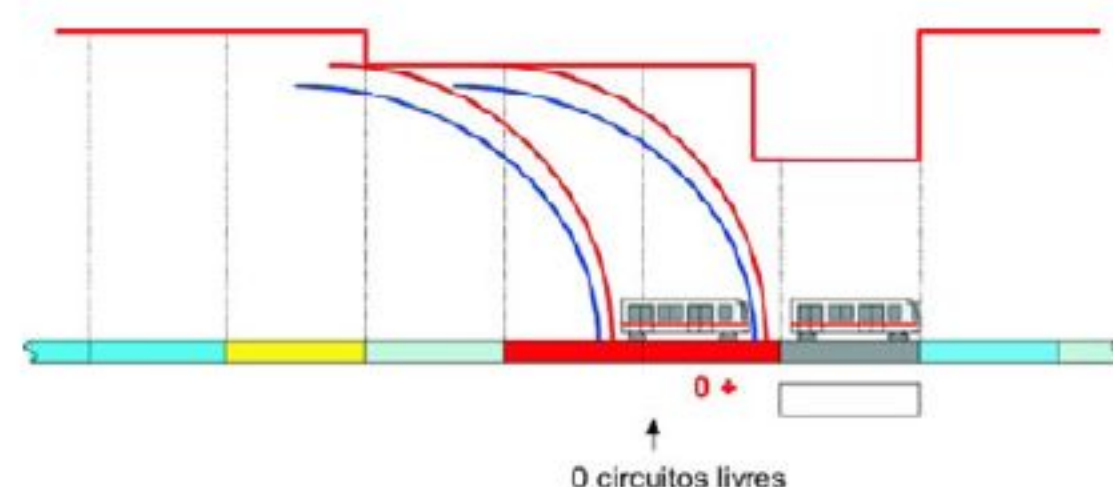
À medida que o comboio avança, na direcção do obstáculo, a informação que ele recebe da via vai sendo actualizada com o número de circuitos de via livres à sua frente.



Ao mesmo tempo o sistema de via vai actualizando a informação para eventuais comboios que se localizam atrás por forma a permitir-lhes a maior aproximação possível a ele.



Quando um comboio chega a um último circuito de via, extremo da linha, será obrigado a parar uma vez que não tem mais percurso livre.



De forma a manter o sistema em funcionamento em situações de eventuais avarias ligeiras de alguns equipamentos, está contemplado um modo de funcionamento alternativo com "Códigos de Velocidade".

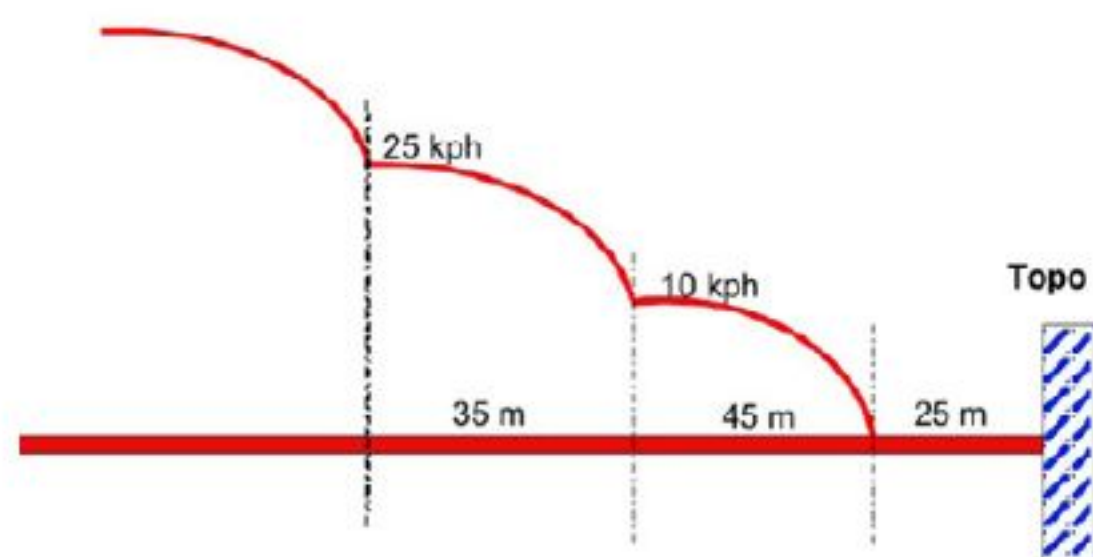
Este modo de operação é também utilizado em fases intermédias de implantação numa linha do Sistema de Distância Objectivo, depois de instalados os equipamentos de via (sinais, circuitos de via, accionamentos de AMV's etc.).

Deste modo, é possível iniciar a exploração da linha com um funcionamento por Códigos de Velocidade com prestações mais reduzidas, enquanto se estiver a finalizar o trabalho de instalação necessário para assegurar o funcionamento em

pleno do sistema por Distância Objectivo, reduzindo assim o tempo de instalação do Sistema de Sinalização com possibilidades de exploração da linha.

Com este sistema podem ser asseguradas entradas de forma protegida em linhas terminais com 25 m de comprimento.

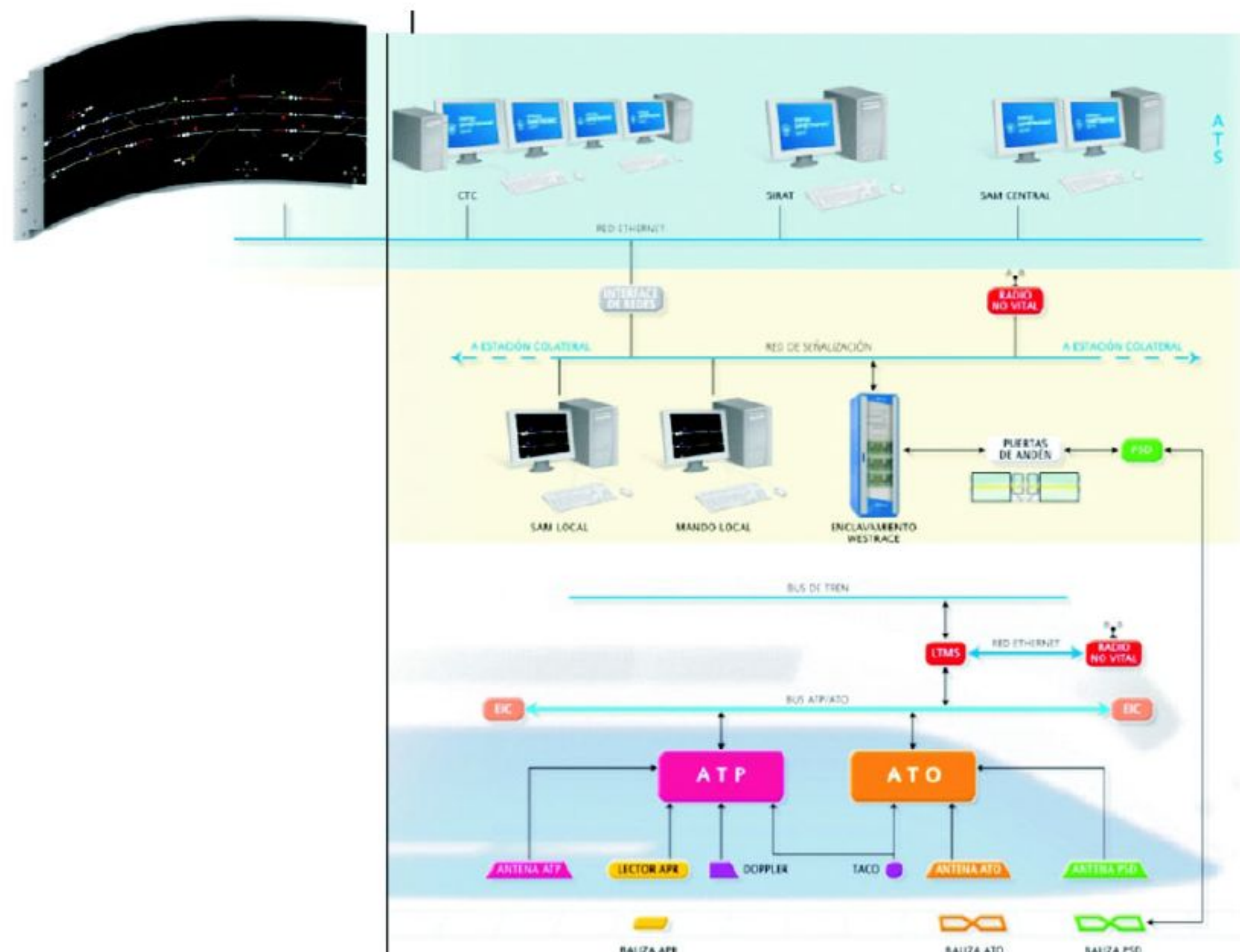
Neste caso essa entrada pode ser feita por escalões como se mostra na figura seguinte:



O sistema **TBS500** pode também assegurar um funcionamento sem condutor "Driverless" em linhas automáticas complementando-se neste caso com os equipamentos necessários para o controlo de Portas de Plataforma.

Na exploração da linha, o **TBS500** está preparado para ser integrado noutras aplicações **ATS** da DIMETRONIC como sejam o sistema Centralizado de Controlo de Tráfego (**CTC**), o de Regulação Automática (**SIRAT**), o de Ajuda à Manutenção (**SAM**), o de Reprodução de Incidências (**MOVIOLA**), etc.

O Sistema **TBS500** dispõe também de um sistema potente de transmissão de dados via rádio não vital (LTMS) que é utilizado para enviar ao Sistema de Ajuda à Manutenção (**SAM central**) indicações de incidências armazenadas nos equipamentos **ATP/ATO** embarcados.





Gonzalo Paracuellos Lacort
 Sénior Project Manager
 Invensys Dimetronic Signals

SIRIUS - CBTC CONTROLO AUTOMÁTICO DE COMBOIOS BASEADO EM TRANSMISSÃO DIGITAL VIA RÁDIO

1. INTRODUÇÃO

O crescimento demográfico das áreas metropolitanas ocorrido nos últimos anos tem exigido às administrações de transporte novas estratégias que respondam aos altos níveis de capacidade de transporte de passageiros que daí resultam necessariamente.

Consequentemente as Administrações de Transporte Metropolitano planificam e colocam às empresas do sector pedidos de soluções, quer para novas redes de transporte como para expansões e modernização das redes existentes.

A utilização das actuais tecnologias electrónicas, informáticas e de comunicações têm vindo a permitir uma automatização completa dos sistemas de controlo de tráfego ferroviário, respondendo assim às novas exigências e alcançando os necessários níveis de exploração. É aqui que os sistemas CBTC (**Communications Based Train Control**) representam um papel importante.



SIRIUS é o **CBTC** da **Dimetronic Signals**. É a solução integral para o Comando Automático de Comboios (ATC) em todo o tipo de Linhas Ferroviárias, de Metropolitanos, com exploração convencional e sem condutor, "Driverless" ou "Unattended".

Recorre às técnicas mais actualizadas de transmissão digital via rádio e assenta no princípio do **Cantão Móvel Lógico**. Dentro deste princípio é possível projectar uma linha utilizando "circuitos de via lógicos" que se podem otimizar em função da topologia da linha. Isto permite a circulação de mais de um comboio num mesmo circuito de via físico. Definitivamente o CBTC foi concebido e projectado para linhas com muito alta densidade de tráfego.

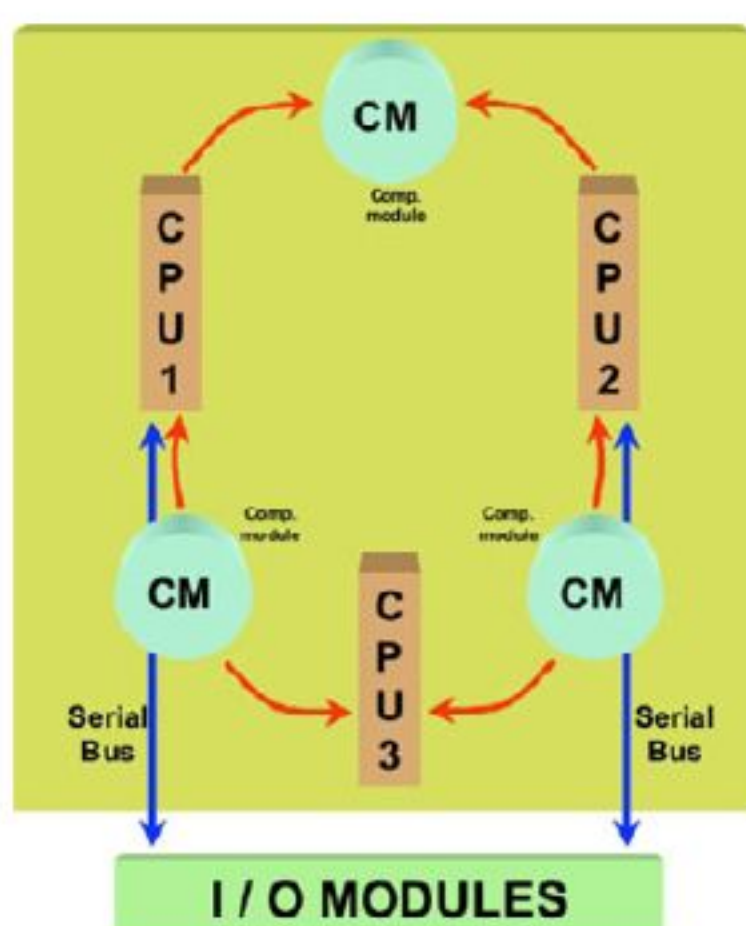
2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Os equipamentos **CBTC SIRIUS** desenvolveram-se sobre um hardware proprietário (de tecnologia **TBS**) amplamente experimentado já noutras aplicações, como por exemplo nos equipamentos embarcados dos sistemas ATP/ATO, TBS 100 e TBS 500, ou no Sistema Pontual do Corredor do Mediterrâneo em Espanha e tem as seguintes características:

Arquitectura: Aberta e distribuída, que permite que a sua implementação tal como a sua interligação a outros sistemas se possa fazer com extrema facilidade.

Comunicações rádio digitais: SIRIUS dispõe de um potente sistema bidireccional de transmissão de dados, por rádio digital baseada em "Spread Spectrum" e protocolos "IP" para a troca de informação classificada como vital. Graças a isso é possível uma transmissão de forma contínua:

- Das “autorizações de movimento” a partir dos equipamentos de via para o dos comboios.
- Da posição dos comboios a partir dos equipamentos dos comboios para os equipamentos de via.
- Dos dados característicos do perfil de via a partir dos equipamentos de via para o dos comboios.



Redundância: Como medida contra falhas do hardware, a utilização duma configuração redundante, proporciona maior segurança e disponibilidade do que uma configuração de um canal único. Os equipamentos ATP SIRIUS, fixos e embarcados baseiam-se numa arquitectura com decisão 2 em 3.

Esta arquitectura já demonstrou, noutras aplicações um alta disponibilidade, já que uma falha num dos três canais, não inviabiliza a continuidade do funcionamento dos equipamentos porque estes podem continuar a funcionar com um sistema de decisão 2 em 2 que lhe confere os mesmos valores de segurança. Os restantes equipamentos SIRIUS podem usar, de acordo com o grau de disponibilidade requerido outro tipo de configurações redundantes.

Conectividade: Os equipamentos SIRIUS utilizam internamente uma ligação standard através de um bus VME (utilizado também em múltiplas aplicações industriais). Na relação com outros equipamentos exteriores também dispõe de uma grande facilidade de interligação graças ao emprego de standards Profibus e TCN no equipamento embarcado e de protocolos IP entre equipamentos de via e nas comunicações solo - comboio.

Modularidade: Todos e cada um dos equipamentos que formam o SIRIUS executam uma função específica e exclusiva. Esta característica facilita os trabalhos de manutenção e melhora os factores de fiabilidade. Permite ainda a evolução de cada equipamento individualmente sem afectar os restantes.

Segurança e Fiabilidade: A metodologia seguida no projecto SIRIUS, respeita as normas europeias CENELEC 50126, 50128 e 50129. Todos os componentes SIRIUS foram escolhidos tendo em vista a obtenção dos mais elevados valores de fiabilidade.

Manutenção: No SIRIUS não foram esquecidas as tarefas de

manutenção e de diagnóstico de incidências, para isso equipou-se com um Sistema de Ajuda à Manutenção centralizado tanto para os equipamentos fixos como para os embarcados. Todos os dados relativos a incidências armazenados nos equipamentos CBTC do comboio são transmitidos para o Posto Central através de um rádio dedicado a essa função.

Graus de Automatização: SIRIUS admite vários modos de operação, desde “com agente” (DTO-GoA3) até “Unattended” (UTO-GoA4).

Em linhas não automatizadas, um agente a bordo controla a abertura e o fecho de portas do comboio e as ordens de arranque. A troca de informações entre equipamentos ATO e o agente a bordo faz-se através de um dispositivo com monitor com comando táctil **DMI (Driver Machine Interface)**.

Para a operação sem condutor em linhas automáticas (“Driverless” ou “Unattended” o CBTC SIRIUS é complementado com o sistema **PSD (Platform Screen Doors)** que actua como interface com o equipamento de controlo de portas de plataforma, o que permite a abertura e o fecho de portas do comboio de uma forma sincronizada e segura.

Versatilidade: O sistema CBTC SIRIUS permite aos comboios, com ele equipados, a circulação em linhas que disponham de outros sistemas ATP de tecnologia Dimetronic tanto por “Códigos de velocidade” como por “Distância objectivo”. Esta característica faz com que seja facilitada uma implementação com “overlay” para linhas existentes.



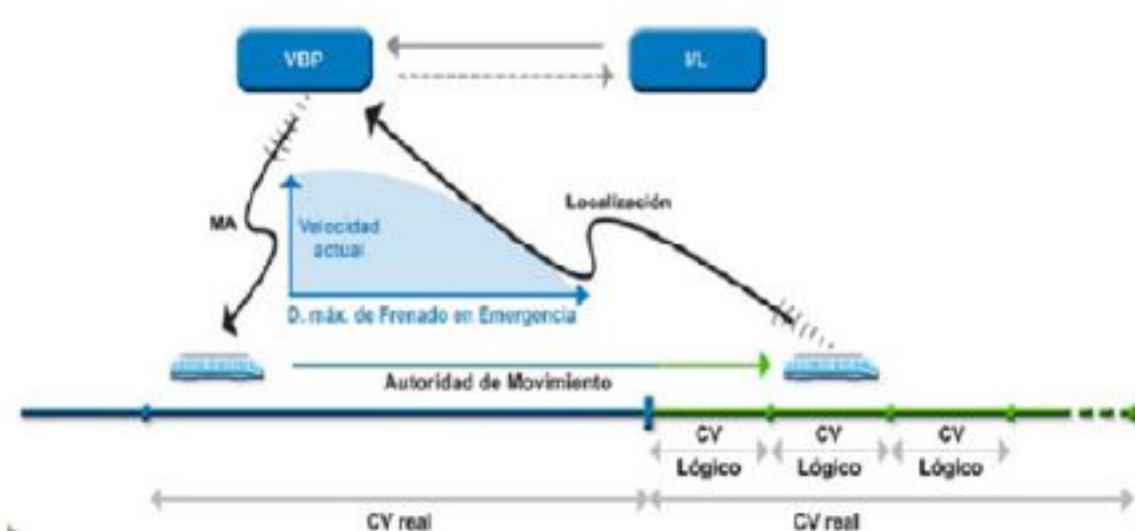
Disponibilidade: Os equipamentos ATP SIRIUS baseiam-se numa configuração de decisão 2 em 3. Esta arquitectura, em conjunto com a elevada fiabilidade dos componentes utilizados, proporciona valores de disponibilidade superiores a 99,99%. Mesmo perante certas incidências é possível manter a exploração com garantia total de segurança graças ao seu sistema de reserva alternativa (fallback), constituído por um ATP de



Supervisão Automática da exploração (ATS): O Sistema de Supervisão Automática de Comboios baseado numa plataforma URANO, foi desenvolvido especialmente para que SIRIUS possa ficar dotado com os correspondentes automatismos de controlo e supervisão. O **ATS** dispõe de um conjunto de programas e ferramentas para o controlo de tráfego (**CTC**), para a gestão automática de oficinas, para a criação de comboios, para a regulação automática de comboios (**SIRAT**), para a manutenção integral (**SAM Central**), para a Simulação da exploração, reconstrução de sequências etc.. Também uma arquitectura aberta que permite de uma forma simples integrar outros sistemas tais como o de Telecomando de Energia, o de Informação ao Público, o de Telefonia ou o de Radiofonia.

3. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

O equipamento de via "Block Processor" (**VBP**) gera as autorizações de movimento (**MA**) e envia-as para cada comboio individualmente, conjuntamente com informação das características da linha, via rádio. O VBP gera esta informação a partir da localização de cada comboio, dado este que conhece quer através da posição relativa enviada via rádio, quer através do estado de ocupação dos circuitos de via e dos itinerários estabelecidos cuja informação lhe é fornecida pelos encravamentos (**I/L**).



Na via, as balizas passivas de informação fixa são utilizadas para determinar a actualização da posição do comboio.

O equipamento CBTC do comboio encarrega-se da supervisão contínua da velocidade para evitar que seja ultrapassada a permitida na autorização de movimento que lhe foi indicada pelo VBP.

As principais funções do sistema CBTC SIRIUS são assim as seguintes:

- Ter cada comboio, que esteja equipado com CBTC, localizado via rádio.
- Definir para cada comboio individualmente a sua própria autorização de movimento (MA) de acordo com a respectiva localização, com o estado de ocupação dos circuitos de via, dos itinerários estabelecidos e das condições de restrições da infra-estrutura.
- Enviar, via rádio, a cada comboio a respectiva autorização de movimento assim como as características da via (perfis estáticos e gradientes).

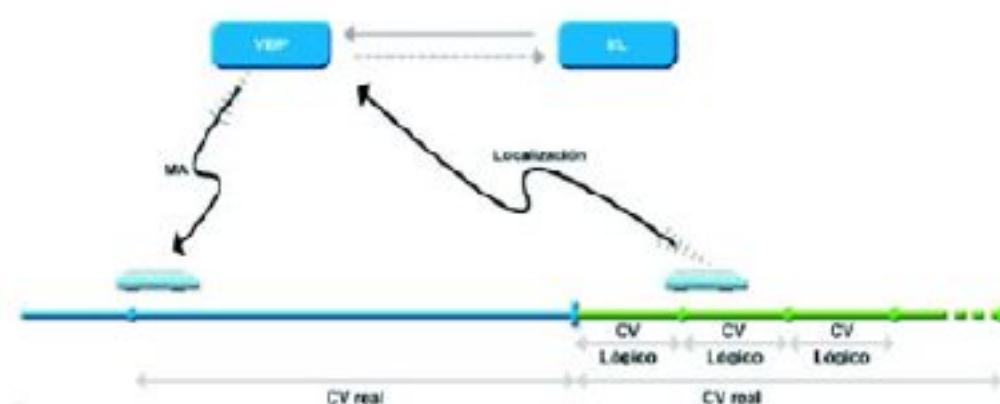
Tratar as alterações resultantes da gestão do controlo das situações de relação entre os VBP e as fronteiras entre eles.

As funções principais dos equipamentos CBTC embarcados são as seguintes:

- Leitura das balizas passivas de localização e envio dessa informação via rádio ao VBP.
- Receber via rádio as autorizações de movimento e as informações das características da via (perfis estáticos, gradientes etc.).
- Calcular os perfis estáticos e dinâmicos de velocidade.
- Supervisar a velocidade do comboio assegurando que em qualquer momento, não seja excedida a máxima velocidade permitida pelas autorizações de movimento, aplicando travagens quando forem necessárias.
- Visualização da sinalização na cabina através do DMI.

Conceito "Circuito Lógico"

Com a adopção do conceito de "Circuito Lógico" (também denominado "Circuito Virtual"), permite-se que um circuito de via real seja subdividido em duas ou mais secções, que possam considerar-se ocupadas individualmente e de forma independente recorrendo-se para isso à informação sobre a localização do comboio na zona de passagem do circuito de via assim subdividido.

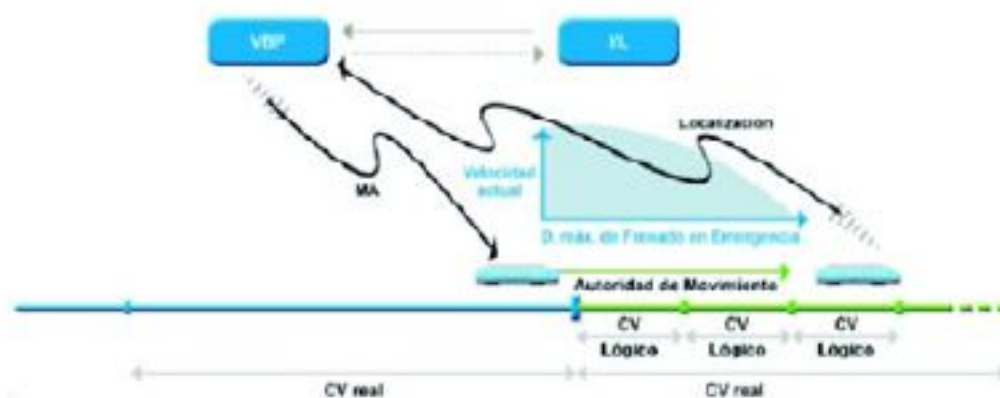


Uma autorização de movimento de um comboio pode evoluir à medida que cada um dos circuitos de via lógicos for libertado pelo comboio precedente embora este não tenha de facto libertado o circuito de via real a que pertence.

Cada comboio transmite informações periódicas sobre o seu posicionamento ao equipamento VBP que controla todos os comboios dentro da sua área de controlo. A comunicação comboio - VBP é bidireccional e cada comboio tem a sua própria identificação.

O VBP tem acesso ao mapa que contém a informação geográfica da linha. Este mapa inclui tanto a informação dos circuitos de via reais como a dos virtuais.

Para o cálculo da autorização de movimento (MA), o sistema toma em linha de conta não só o estado de ocupação dos circuitos de via reais (informação que lhe é fornecida pelo encravamento que os inclui) mas também com o dos circuitos de via lógicos (virtuais) que neles estejam definidos. Esta última informação é conhecida através da localização reportada por cada comboio.



Há que notar que os circuitos de via virtuais só têm existência como elementos configurados na base de dados do VBP sem corresponderem portanto a nenhum elemento físico associado. A criação de circuitos de via lógicos (virtuais) só é necessária quando se pretenda em determinadas zonas melhorar a performance do sistema.

A Autorização de Movimento (MA) enviada pelo VBP a cada comboio abrange todas as zonas do itinerário

de cada comboio até ao primeiro circuito lógico (virtual) ocupado. Os cálculos do VBP são feitos sobre a última posição reportada por cada um dos comboios envolvidos nesse tratamento de dados.

A Autorização de Movimento abrange toda a informação geográfica necessária para que o comboio se possa movimentar ao longo de toda a zona coberta por essa Autorização de Movimento. Assim o comboio não precisa de armazenar em memória nenhuma informação geográfica.

4. ARQUITECTURA DO CBTC SIRIUS

4.1 - Subsistema de via

O subsistema de via do CBTC SIRIUS é composto pelos seguintes elementos:

- Balizas passivas para localização precisa dos comboios.
- Virtual Block Processor (VBP)
- Interface de via para comunicações via rádio (TCC)
- Equipamento de Interface com as Portas de Plataforma (PSD - opcional)

Balizas APR

A missão principal destas balizas é a da transmissão para o comboio de mensagens de posicionamento que sirvam para a correcta e precisa localização deste.



As balizas APR também transmitem outro tipo de informações:

- Identificação do VBP activo nessa zona
- Identificação do próximo VBP
- Canal de rádio a utilizar
- Informação não vital para o equipamento de ATO

Virtual Block Processor (VBP)

O equipamento VBP constitui o componente principal do subsistema de via do CBTC SIRIUS. Para alcançar níveis altos de segurança e disponibilidade, o processador VBP dispõe de três canais de processamento independentes numa configuração de decisão de 2 em 3.

Dependendo das características da via e da operacionalidade, podem ser necessários um ou vários VBP's, cada um dos quais configurado para o controlo de uma área específica para que por ele fique coberta toda a área de operação.



O VBP comunica com os encravamentos de via que por sua vez são responsáveis pela realização das funções tradicionais da sinalização; estabelecimento bloqueio e libertação de itinerários, assim como de comando do aspecto dos sinais que asseguram a exploração desses itinerários.

Cada VBP gere as comunicações via rádio com os comboios que se encontrem na sua área de controlo e envia a cada um desses comboios uma autorização de movimento que permita a sua movimentação de forma segura. De facto cada VBP só poderá controlar os comboios com os quais tenha estabelecido uma comunicação via rádio.

Além disto, é necessário que se garantam movimentos seguros a todos os diferentes tipos de comboios (tráfego misto) na área de controlo do VBP. A interacção entre o VBP e os encravamentos garante que o VBP não entra em conflito com o movimento dos comboios que não estejam debaixo do seu controlo pelo que é mantida uma movimentação segura de todos os comboios.

Cada VBP assegura também a comunicação com

possíveis VBP geograficamente adjacentes, de forma que os comboios controlados por um VBP podem circular de uma para outra área de controlo mantendo a sua operação normal em cantão móvel.

Interface de via para comunicações via rádio (TCC)

A interface de via para comunicações via rádio TCC (Trackside Communications Controller) é constituído por um servidor de comunicações capaz de se ligar, por um lado com a rede LAN/WAN a que se ligam os VBP's e por outro lado à rede de comunicações via rádio. Todas as mensagens enviadas e recebidas dos comboios passam por este equipamento.

Neste servidor de comunicações implementa-se tanto a gestão dos equipamentos controlados via rádio dentro da área de controlo do VBP, como a daqueles que se regem por níveis não seguros de funcionamento com o equipamento e via incluídos na torre de comunicações (baseada no Eurorádio). A cobertura de segurança da torre de comunicações está implementada no processador do VBP.

O equipamento TCC é capaz de aceitar mensagens da rede LAN/WAN IP de um único VBP para que sejam enviadas a um comboio. Por outro lado o servidor toma as mensagens da rede LAN dedicada do sistema rádio e procedentes dos comboios e envia-as ao processador VBP correspondente recorrendo à rede LAN/WAN IP.

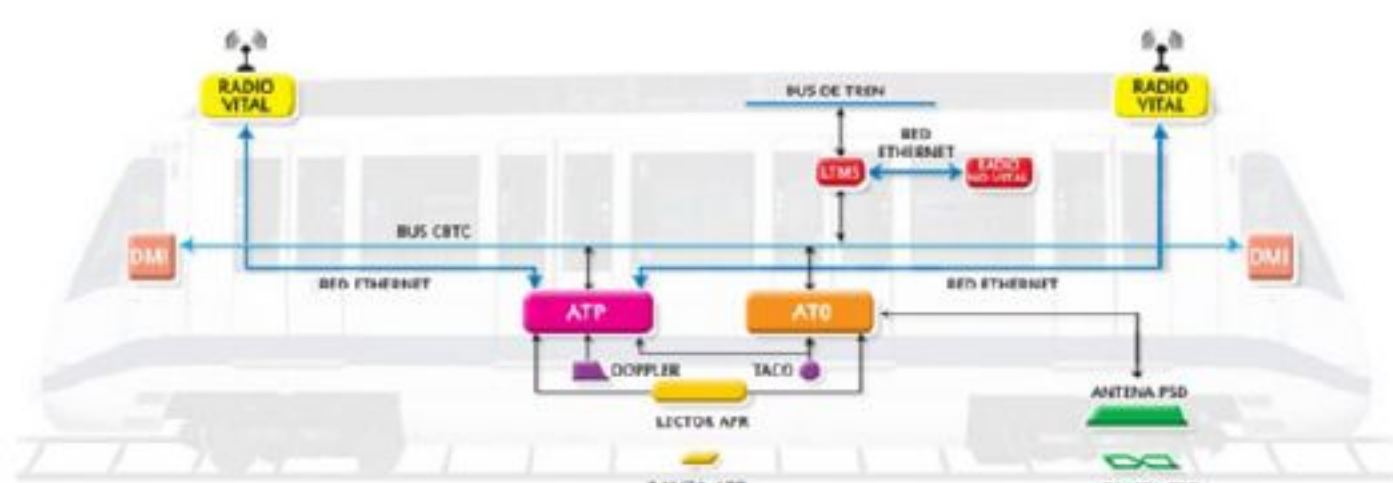
Equipamento de Interface com as Portas de Plataforma (PSD)

Este equipamento só é necessário para a operação sem condutor em linhas automáticas e permite a necessária troca de informação com o equipamento de controlo de portas de plataforma. Entre o PSD e os comboios estabelece-se também uma troca de informação que assegura o estabelecimento de ordens de abertura e fecho de portas de plataforma e do comboio de uma forma sincronizada e segura. Para se garantir que o comboio está posicionado de uma forma correcta relativamente à prevista para paragem na plataforma da estação podendo assim iniciar-se o processo de abertura e fecho sincronizado de portas, são para este efeito utilizadas balizas PSD.

4.2 - Subsistema embarcado

Os componentes principais do subsistema embarcado são os seguintes:

- Equipamento de ATP (Automatic Train Protection), que supervisiona o movimento do comboio
- Equipamento de ATO (Automatic Train Operation), que permite a condução automática do comboio
- Interface com o condutor, DMI (Driver Machine Interface)
- Rádio digitais
- Equipamento de Manutenção Local LTMS (Local Train Maintenance System)
- Equipamentos de medida de velocidade (tacómetros e radar de efeito Doppler)
- Leitor de balizas passivas APR
- Antena PSD



Equipamento de ATP

O equipamento ATP, combinado com os equipamentos e via existentes e através da sua actuação sobre os restantes equipamentos do comboio, consubstancia as funcionalidades de protecção segura do comboio de forma que:

- Impede que um comboio alcance o precedente, travando-o a distância suficiente.
- Trava até parar, qualquer comboio que se aproxime de um AMV mal manobrado.
- Trava qualquer comboio que ultrapasse a velocidade máxima de segurança permitida e imposta por limites físicos e/ou de conforto.
- Se durante a marcha se verificar uma perda de comunicações com o VBP ou se verificar uma avaria no equipamento do ATP embarcado, este último aplica de imediato o freio de emergência.
- Se se verificar um movimento do comboio em sentido contrário ao definido pela posição do respectivo comando do inversor de marcha, para além de uma distância pré - fixada, o equipamento ATP aplica o freio de emergência (Runback).

- Assegura a abertura de portas de forma segura.
- Actua sobre a inibição de tracção e sobre o freio de serviço.

Estes objectivos são assegurados sem a intervenção do condutor, ou seja, de forma automática. O ATP vigia a condução em todos os instantes e actua se verificar a ocorrência dos factos descritos conferindo uma protecção total contra falhas de condução, sem se deteriorar a frequência de serviço, a velocidade comercial ou a capacidade da linha.

Equipamento de ATO

O equipamento de condução automática ATO assegura as seguintes funções necessárias à marcha automatizada de comboios:

- Arranque automático ou dependente da autorização de um agente a bordo do comboio (conforme o modo de condução).
- Regulação da velocidade durante todo o processo de marcha, seguindo ordens transmitidas via rádio.
- Paragem num ponto fixo e bem determinado das estações.
- Inversão do sentido de marcha em fins de linha ou em manobras sobre diagonais de inversão de marcha. Inversão de marcha automatizadas.
- Controlo de abertura e fecho de portas do comboio e de plataforma.
- Indicação da próxima estação a uma distância pré determinada.

O equipamento ATO é supervisionado a todo o momento pelo equipamento ATP, que se encarrega de garantir a segurança das circulações. O ATO dispõe de duas unidades de processamento o que permite comutá-las entre si no caso de avaria de uma delas.

Interface Homem - Máquina (DMI)

O DMI (Driver Machine Interface) envia ao equipamento CBTC embarcado toda a informação



que se relacione com o agente a bordo: Selecção do modo de operação, reconhecimentos, várias actuações sobre botoneiras etc., por outro lado o equipamento CBTC fornece ao DMI toda a informação necessária para ajudar o maquinista numa condução mais segura e eficaz.

O DMI é a ferramenta que permite a condução do comboio. É portanto um elemento de alta disponibilidade pelo que se baseia numa plataforma "hardware" de PC industrial com comando táctil no monitor de alto grau de protecção ambiental e de imunidade a influências de fenómenos electromagnéticos, características fundamentais em aplicações ferroviárias. A plataforma PC confere-lhe uma grande versatilidade na implementação dos requisitos determinados por cada cliente.

Equipamento de Manutenção LTMS

A manutenção de comboios pode ser feita de uma forma local através de uma ligação a um PC ou de uma forma remota através de uma ligação via rádio não vital ao equipamento embarcado com um posto remoto de manutenção.

O sistema de transmissão de dados de manutenção é bidireccional pelo que se pode não só descarregar os dados de eventos e incidências como se podem efectuar acções de actualização de parâmetros, visualização de dados em tempo real, leitura de registos armazenados na memória não volátil e de outras funções relacionadas com a manutenção do sistema embarcado.

Rádios digitais



Instalam-se dois equipamentos de rádio, um em cada posto de condução do comboio. Trabalha-se numa banda de frequências ISM, recorrendo a uma tecnologia baseada em "Spread Spectrum" com modulação de sequência directa (DSSS).

Equipamentos de medida de velocidade

Com o objectivo de dotar as unidades ATP / ATO com meios de informação sobre o sentido de

marcha do comboio, da sua velocidade e da distância percorrida, o equipamento embarcado conta com um sistema de odometria composto por um tacómetro e por uma unidade de medida de distância por efeito "doppler".



Leitor APR

Capta o sinal emitido pelas balizas passivas APR localizadas ao longo da via, permitindo a actualização da posição do comboio corrigindo assim erros eventualmente acumulados na medida de distâncias.

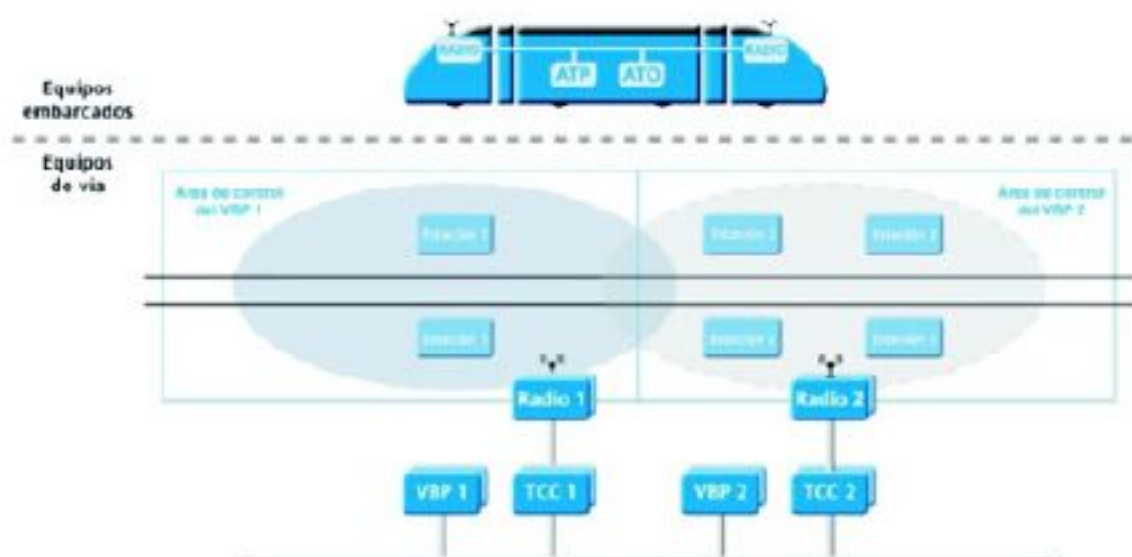


Antena PSD

Quando o comboio se posiciona correctamente no ponto de paragem da plataforma, a antena PSD informa o equipamento a ela ligado desse facto, o que permite que se desencadeie o processo automático e sincronizado de abertura e fecho de portas de plataforma e do comboio.

4.3 - Subsistema rádio (vital)

O subsistema de rádio vital assegura a comunicação contínua e bidireccional de dados entre os diversos VBP's e cada um dos comboios que circulam ao longo da via.



A arquitectura ilustrada na figura permite 100% de alcance de cobertura de uma linha metropolitana. A linha divide-se em células RF, cada uma das

quais cobre a área de um VBP. Existe uma zona de sobreposição de células para permitir a passagem dos equipamentos móveis de uma célula para a contígua sem que se perca, em nenhum momento, a comunicação entre os equipamentos embarcados e os de via.

Equipamento de via

Por cada VBP, o equipamento de via que lhe está associado é o seguinte:

- **Equipamento de rádio** (do mesmo tipo do que se instala a bordo dos comboios) configurado para funcionar como base, através de um interface Ethernet 10 / 100 Base T com uma rede dedicada UDP-IP de ligação a um equipamento TCC (onde está implementado o “software” de comunicações) e que por sua vez constitui o interface com o VBP. Cada equipamento de rádio tem uma configuração redundante (principal / auxiliar) para se aumentar a disponibilidade do sistema.

Os equipamentos de rádio funcionam na banda de frequências ISM entre 2,406 GHz e 2,474 GHz, (frequências centrais). A sua tecnologia é baseada na de espectro “Spread Spectrum” e modulação de sequência directa (DSSS) com largura de banda num canal de 4,6 Mhz.

- **Cabo coaxial radiante**, para a cobertura de 100% da área controlada por um determinado VBP. Adicionalmente, nas plataformas ou em zonas em túnel em que não possa ser instalado o cabo radiante podem ser utilizadas antenas para assegurar a cobertura. Os resultados obtidos em ensaios de propagação de sinal com antenas em zonas de túneis têm sido muito satisfatórios e permitem considerar como alternativa credível a utilização de antenas em substituição de cabos radiantes com vantagens de menor complexidade e custos de instalação e manutenção destes sistemas.

O equipamento de via é complementado com outros elementos necessários: Comutadores de RF que asseguram a selecção do equipamento de rádio auxiliar em caso de falha do principal, divisor de potência (“splitter”) para o acoplamento do equipamento rádio ao cabo do equipamento de rádio, amplificadores bidireccionais de alto ganho localizados ao longo do cabo coaxial radiante.

Cada equipamento de rádio é configurado para que não haja interferência de canais nas zonas de sobreposição. De uma maneira geral, dois canais alternativos são suficientes para cobrir toda a área da linha. Tem de se garantir, na atribuição de canais, a não interferência com outras possíveis instalações eventualmente existentes tais como as de Wi-Fi que usam a mesma banda de frequências.

Equipamento embarcado

Quanto ao equipamento embarcado, ele consta de dois equipamentos de rádio, idênticos aos de via, funcionando em contínuo mas configurados para operação em unidades móveis. Ambos os equipamentos de rádio são controlados de forma independente por dois dos três canais do ATP. A ligação entre cada equipamento e o seu respectivo canal do ATP faz-se por uma rede dedicada UDP-IP. Cada um dos equipamentos de rádio está localizado em cada uma das cabinas das cabeças do comboio conjuntamente com a sua respectiva antena omnidireccional.



Princípios de operação

Normalmente, cada equipamento de rádio embarcado funciona em canais RF diferentes: um na célula em que o comboio se encontra e outro na célula seguinte. Desta forma a passagem de uma célula RF para outra consecutiva é feita sem cortes de comunicações com a célula de saída antes de ser estabelecida a comunicação com a célula seguinte de entrada (Soft-Handover).

A função principal do sistema rádio é a de estabelecer “pontes” Ethernet através de RF. Desta maneira totalmente transparente, cada um dos comboios tem a possibilidade de contactar com os que se encontrem na mesma área de controlo (a área de controlo de um determinado VBP estará coberta a 100% pela respectiva área de cobertura do seu equipamento de rádio).

De igual modo, esta comunicação pode ser feita em

sentido inverso, ou seja a partir de qualquer comboio para o VBP que o esteja a controlar nesse instante. Para todos os efeitos, o sistema de rádio permite o estabelecimento de sessões IP entre cada posto fixo e os diferentes equipamentos que se encontrem debaixo da sua área de controlo. De uma forma automática, as "pontes" Ethernet são estabelecidas entre os equipamentos de rádio sempre que um novo equipamento entre na zona de cobertura e funcione no mesmo canal de comunicações.

Cada equipamento configurado para operação como base, tem a capacidade de manter até 24 sessões simultâneas, quer dizer que pode ter ligados em simultâneo 24 equipamentos de rádio configurados como móveis no mesmo canal em cada área de controlo de um determinado VBP.

Para garantir a alta disponibilidade requerida nas comunicações rádio, nesta aplicação dota-se a infra-estrutura de via rádio com redundância adequada. Como foi dito, cada equipamento de rádio base apresenta uma configuração redundante (principal / auxiliar). No sistema embarcado de rádio também está contemplado o tratamento de situações degradadas como por exemplo a do mau funcionamento de um dos seus equipamentos de rádio. Neste caso a comunicação com o VBP é feita por um único equipamento de rádio, sendo no entanto e nesta situação necessário mudar de canal em cada transição de zonas de controlo do VBP (Hard-Handover).

4.4 - Sistema de Supervisão Automática de Comboios (ATS)

O ATS SIRIUS é um sistema de controlo centralizado de última geração desenvolvido pela

Dimetronic. Dispõe de um conjunto de ferramentas e programas que permitem a gestão de diversas funções que integram o sistema CBTC SIRIUS de uma forma centralizada.

Está projectado de forma modular, tanto a nível de "hardware" como de "software" recorrendo a componentes de adaptação fácil a futuros desenvolvimentos tecnológicos. Desta forma a sua arquitectura aberta, permite uma fácil ampliação e adaptação a novos requisitos operacionais assim como a integração, de forma simples, de outros sistemas a controlar.

O ATS pode integrar, entre outros, os seguintes subsistemas:

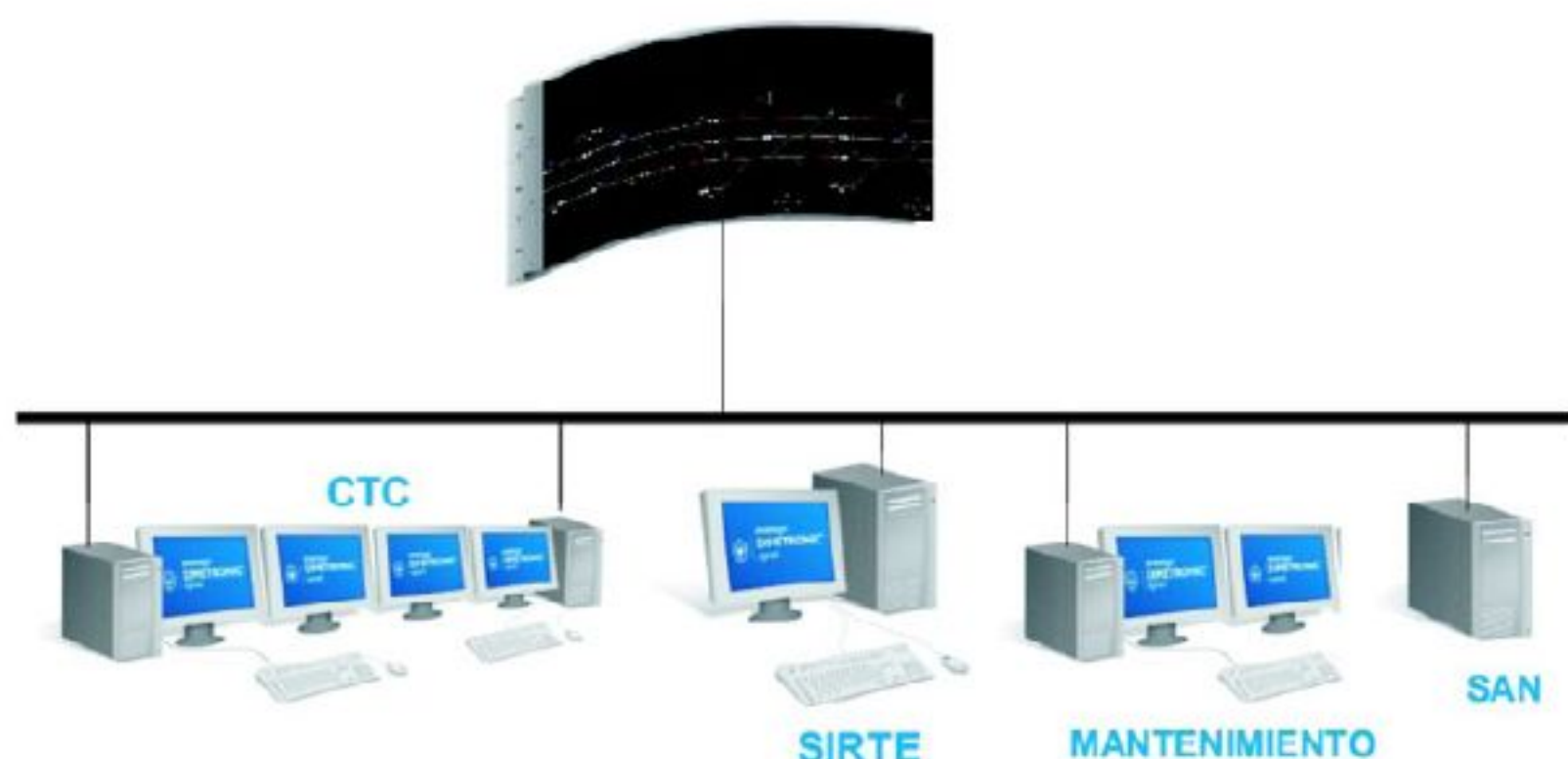
- Sinalização
- Comunicações fixas
- Radiotelefonia de comboios
- Telecomando de Energia
- Videovigilância
- Informação ao Público
- Controlo de estações...

Trata-se de um sistema centralizado com lógica distribuída formado pelos seguintes módulos:

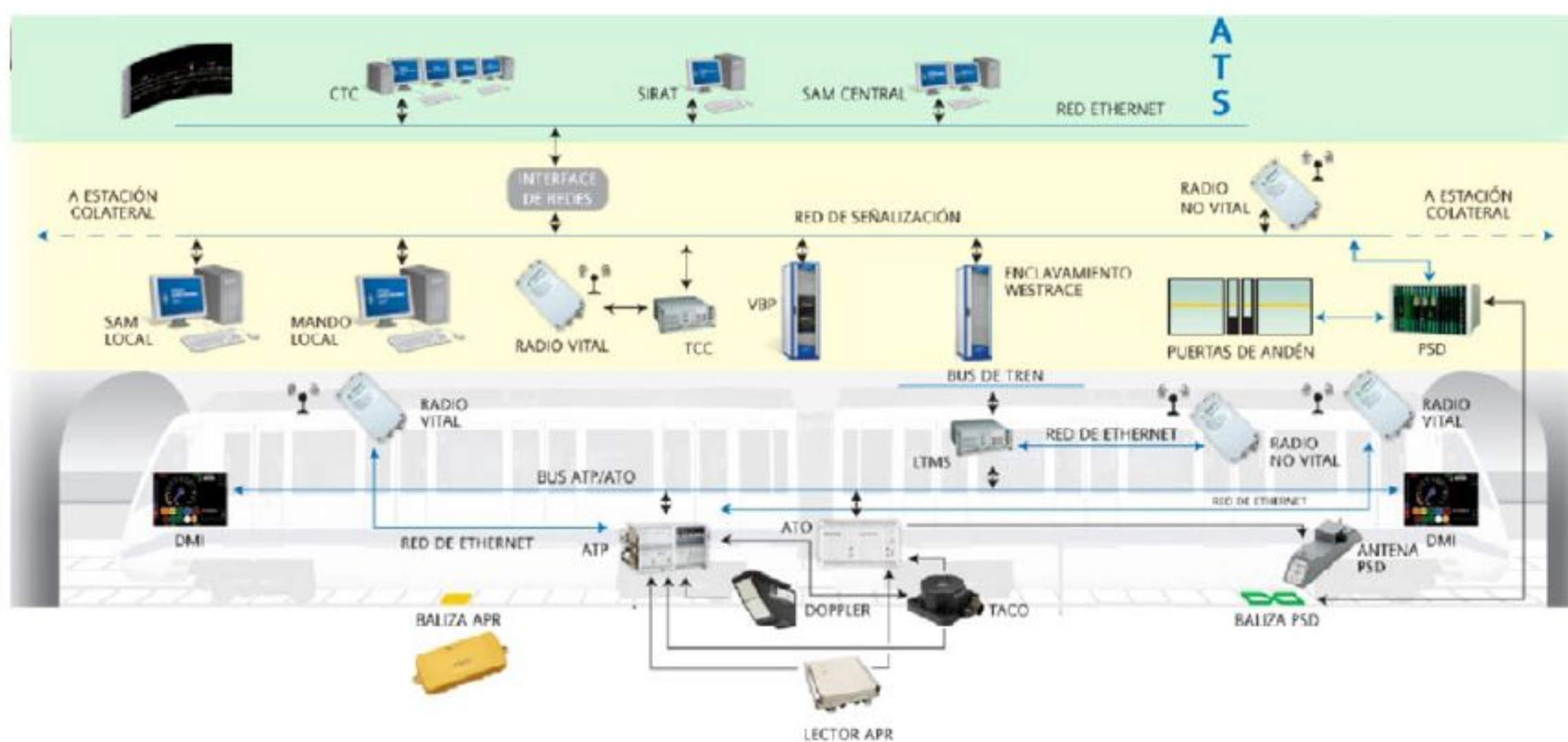
- Controlo e Comando da Sinalização
- Sistema Integrado para Regulação de Tráfego e Energia (SIRTE)
- Sistema de Ajuda à Manutenção Integrada
- Sistema de Base de Dados e armazenamento de eventos (SAN)

O sistema também proporciona um conjunto de programas e ferramentas que no seu conjunto suportam a supervisão automática da exploração da linha e que podem ser resumidas da seguinte forma:

- Comando e controlo da sinalização através do telecomando dos encravamentos e equipamentos VBP da linha
- Gestão de Limitações Temporárias de Velocidade.
- Seguimento e Localização Automática de comboios na linha.
- Detecção e controlo de comboios avariados ou não equipados.
- Gestão de manobras programadas nas marchas dos comboios.



- Gestão automática de garagens e oficinas.
- Identificação de comboios.
- Inicialização e finalização de comboios.
- Regulação de tráfego da linha com diferentes possibilidades e critérios de exploração.
- Manutenção integrada.
- Base de dados e armazenamento.
- Ferramentas para configuração do sistema.
- Tratamento de dados de exploração e reprodução de sequências.



Esquemático do Sistema SIRIUS

CASO DE ÊXITO MIGRAÇÃO DE UM SISTEMA ATP/ATO PARA UM SISTEMA DRIVERLESS NA LINHA 11 DO METRO DE BARCELONA

Eduardo Craveiro
 Project Manager
 Direcção de Operações
 Invensys Dimetronic Signals Portugal

1. INTRODUÇÃO

Uma das formas mais eficazes de aumentar a capacidade de transporte de uma linha metropolitana é a de nela implementar um sistema automático de controlo de comboios. Os sistemas ATO constituem a primeira geração deste tipo de sistemas e caracterizam-se por disponibilizar uma condução automática entre estações do comboio, devendo o condutor (agente de condução) situar-se na cabina de condução activa do comboio para poder efectuar as operações de abertura e fecho de portas do comboio, assim como as necessárias para dar o início da marcha do mesmo.

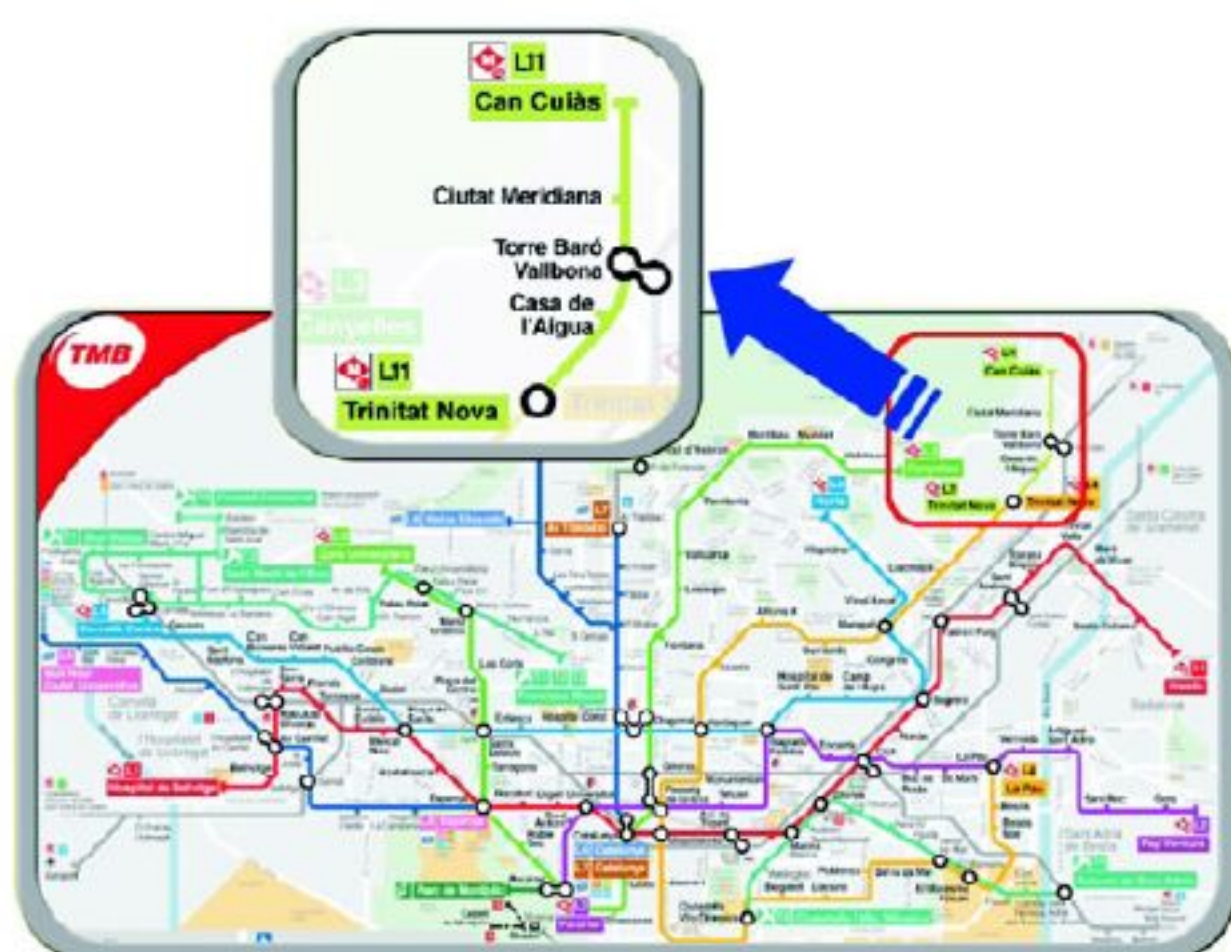
Os sistemas clássicos ATO deram actualmente lugar a outros sistemas automáticos de controlo de comboios que podem proporcionar maiores prestações no que se refere à capacidade de transporte de uma linha.

Assim, atendendo ao grau de automatização que disponibilizam, os sistemas de controlo de comboios podem ser classificados em diferentes níveis: ao primeiro pertencem os Sistemas ATP com condução manual; num segundo nível englobam-se os Sistemas ATO anteriormente descritos e hoje em dia considerados como semi-automáticos (STO). Nos dois níveis seguintes encontram-se os sistemas automáticos de última geração denominados como "Driverless" (DTO) que já permitem uma operação sem condutor (agente de condução) em linhas totalmente automatizadas. Ambos os sistemas se

caracterizam fundamentalmente pelo facto de o agente a bordo poder abandonar a cabina de condução do comboio para passar a desempenhar outras facetas de trabalho também muito importantes como é por exemplo a de atenção directa aos passageiros. Por esta razão, estes sistemas de condução sem condutor, por forma a mitigar eventuais situações perigosas que se deparem, requerem uma adequação das plataformas das estações, dotando-as de sistemas que impeçam a caída de pessoas e/ ou objectos à via, como exemplo deste tipo de sistemas referimos o de portas de plataforma cuja gestão de funcionamento de abertura, fecho e sincronização de movimento simultâneo com as do comboio deve ser controlada pelo sistema de condução sem condutor.



Nas instalações mais recentes de linhas automáticas em Paris, Copenhaga, Singapura ou Kuala Lumpur a experiência mostra que em termos de capacidade, disponibilidade, fiabilidade, flexibilidade e de custos de operação, os sistemas "Sem Condutor" são os sistemas de controlo de comboios do futuro.



2. RAZÕES PARA A AUTOMATIZAÇÃO DA LINHA 11 DO METRO DE BARCELONA

A razão principal que presidiu na instalação do sistema **TBS 500 Driverless** da **Dimetronic** na linha 11 do Metro de Barcelona, foi a de que ela constituísse uma experiência piloto antes da implementação de sistemas "Driverless" noutras linhas dessa rede metropolitana.



Com a aplicação em Espanha deste modo de funcionamento utilizado em algumas linhas europeias, o Metro de Barcelona pretende assim conseguir uma modernização do serviço, com a aplicação das últimas técnicas de controlo remoto, segurança e videovigilância. Graças ao novo sistema, os comboios poderão circular nesta linha de forma automática, eliminando assim o papel do actual condutor e passando a ser necessária a criação de uma nova categoria laboral, o agente de serviço ao cliente que assume todo o tipo de funções, desde as de comercialização até às de segurança e manutenção, todas elas apoiadas na aplicação dos conceitos de rotação e polivalência.

3. CARACTERÍSTICAS MAIS RELEVANTES DA LINHA 11 DO METRO DE BARCELONA

A linha 11, com um comprimento de 2.150m, liga os bairros de Trinitat Nova, Torre Baró - Vallbona e Ciutat Meridiana, en el término municipal de Barcelona, com os de Can Cuiàs, em Montcada e Reixac. Tem no seu percurso total cinco estações

(Can Cuiàs, Ciutat Meridiana, Torre del Baró - Vallbona, Casa de l'Aigua e Trinitat Nova). É precisamente nesta última estação que está feita a interligação com a linha 4.



Historicamente, esta zona de Barcelona era de difícil acesso ao transporte público de superfície, devido aos seus contornos geográficos complicados. O seu traçado é de via única à excepção da zona de cruzamento de Torre Baró - Vallbona e as plataformas de estação têm comprimentos de 40 m.

4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA TBS 500 "DRIVERLESS"

O sistema **TBS 500 Driverless** da **Dimetronic** apresenta as seguintes características fundamentais:

- É um sistema integrado de Controlo Automático de Comboios (ATC) para ferrovias metropolitanas, baseado no princípio de "Distancia Objectivo". Com esta funcionalidade, o equipamento embarcado interpreta os códigos de via como cantões livres à frente do comboio. Esta informação, em conjunto com a do comprimento dos cantões e a dos dados do perfil da via, permite que o sistema possibilite a um comboio a sua aproximação ao que o precede sem reduzir a velocidade, até uma distância compatível com a sua capacidade de frenagem dentro do cantão ocupado por esse referido comboio precedente.
- Inclui um Sistema de Protecção Automática de Comboios (ATP) e um Sistema de Condução

Automática (ATO).

- Assegura de forma automática as funções de abertura e fecho de portas do comboio, arranque e marcha do mesmo entre estações assim como as inversões do seu sentido de marcha em pontos terminais da linha.
- Gere a abertura e fecho de portas do Sistema de Portas de Plataforma (que está em fase de instalação na linha).
- O agente a bordo encarrega-se da inicialização do sistema, podendo abandonar a cabina de condução durante a operação normal do sistema para se dedicar a funções de assistência aos passageiros.
- A gestão de eventuais incidências que possam surgir, inclusivamente no próprio sistema, é assegurada pelo agente a bordo.
- No desenvolvimento do sistema contemplou-se o funcionamento em várias situações com modos degradados durante as quais o agente a bordo assegura a condução do comboio: Modos em ATP / ATO por Distancia Objectivo, Modos ATP / ATO por Códigos de Velocidade e Modo Manual.
- Neste sentido o **TBS 500** dispõe de uma funcionalidade alternativa, de altas performances, de grande utilidade face a falhas do sistema (ATP /ATO por códigos de velocidade), caso este em que o equipamento embarcado interpreta os códigos de ATP como velocidade máxima e velocidade objectivo de cada cantão.

5. ARQUITECTURA E CONFIGURAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS TBS 500 INSTALADOS NA VIA E NO COMBOIO

O comando e controlo da circulação na linha é feito através de encravamentos electrónicos WESTRACE instalados nas estações de Trinitat Nova e Torre Baró - Vallbona. Os encravamentos WESTRACE têm uma configuração "hotstandby" dual de alta disponibilidade.

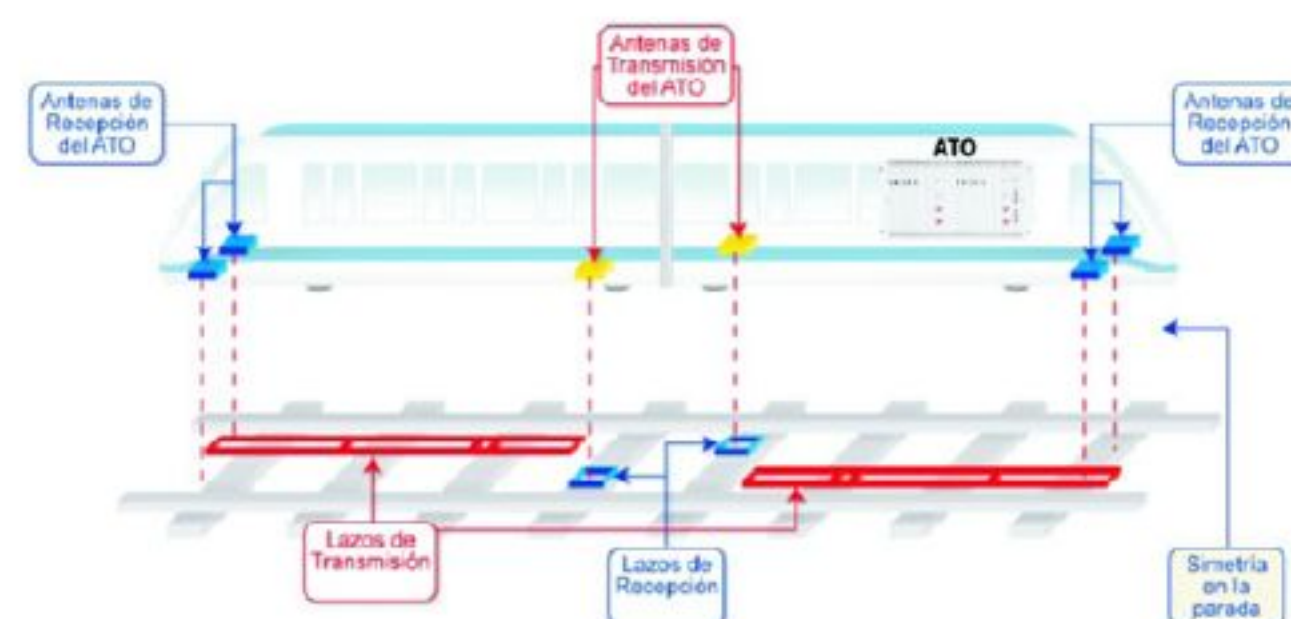
A via está dividida em cantões com circuitos de via sem juntas do tipo **FS2550** que para além da função de detecção de comboios são utilizados também como suporte de transmissão contínua de sinais codificados (Códigos ATP) para os comboios.

Ao longo da via instalam-se balizas passivas (APR) que se activam à passagem dos comboios. A sua função é a de proporcionar com a máxima precisão uma informação aos comboios da sua posição, aspecto esse que é vital para o sistema de Distancia Objectivo.

Em cada uma das estações da via estão instalados os equipamentos ATO de via (equipamentos de via e anéis indutivos), para transmissão, aos equipamentos de bordo ATO, das informações necessárias à condução automática incluindo dados de regulação oriundos do Posto de Comando Centralizado.

O equipamento móvel a bordo é constituído por uma unidade ATP, uma ATO, pelas respectivas antenas ATP e ATO encarregadas de captar os códigos de via, pelos equipamentos de odometria (tacómetro e "doppler") e pelo leitor de balizas passivas (APR).

Por forma a conseguir um aumento do nível de disponibilidade, o sistema automático de ATP embarcado tem três canais independentes numa configuração redundante de decisão dois em três ou seja, dispõe de três canais de processamento de dados funcionando em paralelo em que a comparação de resultados activa as suas saídas como se de um só equipamento se tratasse. No caso de falha de um dos três canais o sistema detecta esse facto mas permite a continuidade funcional total através dos outros dois canais. O sistema embarcado tem também duplicados os equipamentos ATO. Cada um destes equipamentos ATO funciona com um só canal de processamento e em caso de falha ele é comutado para o canal de processamento do segundo equipamento.



6.EQUIPAMENTO ESPECÍFICO DA FUNCIONALIDADE "DRIVERLESS"

No que se refere ao equipamento específico desta funcionalidade, ele é montado em todas as estações da linha e é constituído por equipamentos **PSD** de comunicação bidireccional solo - comboio que por um lado asseguram a precisão na paragem dos comboios nas estações por forma a que as portas destes fiquem perfeitamente alinhadas com as de plataforma e por outro lado e através de comunicação com o sistema de portas de plataforma, garantem a actuação sobre a abertura e fecho destas, de forma sincronizada com as do comboio.

Especificamente, o equipamento embarcado da funcionalidade "Driverless" resume-se às antenas de transmissão de dados nas comunicações solo-comboio.

Os equipamentos PSD comunicam com os equipamentos ATO a bordo por meio de anéis indutivos de transmissão/recepção, instalados nas estações. A comunicação entre a via e o comboio é feita pela confrontação dos referidos anéis indutivos (um de recepção e outro de emissão) com as correspondentes antenas a bordo dos comboios, uma de recepção que é a mesma que se instala para a recepção da informação procedente dos anéis ATO e outra de transmissão. É necessário instalar um par de anéis indutivos (um de recepção e outro de transmissão) para se poder detectar a direcção e sentido do movimento.

Os anéis de transmissão são mais compridos do que os de recepção diferenciando-se destes últimos por disporem de múltiplos cruzamentos de cabo para detecção da posição dos comboios e para recalibração de distâncias. Os anéis de recepção são curtos e não apresentam cruzamentos de cabos.

O anel indutivo de recepção dispõe-se na via de forma a que quando um comboio pare no sítio previsto e correcto da estação, a antena de transmissão do comboio fique localizada no centro desse anel.

7. TRANSFERÊNCIA DE INFORMAÇÃO ENTRE OS EQUIPAMENTOS TBS 500 "DRIVERLESS" E O SISTEMA DE PORTAS DE PLATAFORMA

De uma forma simplificada, o processo de transferência de informação entre os sistemas ATP, PSD e de Portas de Plataforma tem a seguinte sequência:

- Logo que o comboio pára correctamente na linha ao lado da respectiva plataforma de uma estação, com as antenas de recepção e de transmissão em frente dos respectivos anéis indutivos de transmissão e de recepção previstos para a comunicação bidireccional solo-comboio, esta é estabelecida entre o equipamento embarcado e o PSD da estação.
- O equipamento ATO do comboio envia por um lado a ordem de abertura de portas do comboio e por outro a ordem de abertura de portas de plataforma para o equipamento PSD da estação.
 - O equipamento PSD da estação transmite a ordem de abertura de portas de plataforma ao respectivo Sistema de Abertura de Portas de Plataforma que por sua vez é o encarregado directo dessa função.
- O Sistema de Abertura de Portas de Plataforma transmite o estado das portas de plataforma (abertas ou fechadas) ao encravamento Westrace responsável pelo controlo dessa estação. Logo que ele recebe informação de que as portas estão abertas, selecciona o código ATP correspondente no circuito de via da estação para impedir qualquer movimento do comboio.
- Passado o tempo de paragem na estação, o encravamento Westrace recebe a autorização de partida com a qual selecciona o correspondente código ATP que traduz a informação de "via Livre, autorização de partida mas portas abertas" que ainda não permite a movimentação do comboio, mas dá ao equipamento ATO a bordo a indicação de que a partir desse momento pode dar ordem de fecho de portas do comboio e da plataforma.
- O equipamento ATO embarcado manda assim fechar simultaneamente as portas do comboio e da plataforma através do equipamento PSD da estação.
- Esse equipamento PSD de estação transmite então uma Ordem de Fecho de Portas ao

respectivo sistema sempre e quando receba do encravamento a indicação de "via livre".

- Uma vez fechadas as portas de plataforma, o Sistema de Portas transmite essa informação de estado ao encravamento Westrace e ao equipamento PSD de estação. Este último envia essa informação pelo anel indutivo de transmissão ao equipamento ATO embarcado que finalmente poderá ordenar o fecho das portas do comboio.
- O encravamento Westrace ao receber a indicação de que as portas de plataforma estão fechadas, altera o código ATP do circuito de via de estacionamento da estação, autorizando a partir daí o arranque automático do comboio uma vez comprovado o estado de fecho tanto das portas deste como das de plataforma.

8. FASES DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA TBS 500 "DRIVERLESS" DA DIMETRONIC

A concepção modular e a grande versatilidade do sistema **TBS500** da Dimetronic adaptou-se perfeitamente às necessidades do Metro de Barcelona na exploração da Linha 11, o que permitiu a implantação de forma faseada e progressiva das suas funcionalidades e graus de automatização evoluindo, sem interrupção do serviço de exploração, de um sistema ATP / ATO com as funcionalidades de Códigos de Velocidade para um Sistema ATP/ATO de Distância Objectivo que assegura a operação sem condutor.

Concretamente a implantação foi planificada em três fases: Na primeira delas com prazos muito curtos e que foi colocada em serviço em Outubro de 2003, a linha foi dotada com um Sistema ATP/ATO de Códigos de Velocidade (o Sistema **TBS100** da Dimetronic). Nessa data as plataformas da linha não estavam ainda equipadas com portas de plataforma e o agente condutor localizava-se na cabina de condução executando as tarefas de abertura e fecho de portas do comboio numa estação e as de arranque do mesmo até à próxima estação. Também era esse agente que fazia as manobras de inversão de sentido de marcha nas estações terminais (Trinitat Nova e Can Cuiàs).

Importa destacar que a configuração do terminal de Can Cuiàs não dispõe de uma distância de

segurança suficiente para que a entrada se faça no modo de ATP "Códigos de Velocidade", daí que nesta fase a entrada de comboios nesta estação devia fazer-se em modo manual.

Durante o mês de Julho do ano seguinte colocou-se em serviço a segunda fase, na qual o sistema evoluiu para um de Distância Objectivo que disponibilizou maiores performances permitindo já a entrada de comboios em Can Cuiàs protegida pelo sistema ATP e com a aplicação no sistema ATO de um perfil escalonado de aproximação aos topos de fim de linha. Nesta segunda fase e tal como na primeira o agente condutor do comboio situava-se na cabina de condução do mesmo efectuando as operações de abertura e fecho de portas assim como as do seu arranque.



Actualmente estão em curso os trabalhos de instalação de portas de plataforma nas estações da linha. Está previsto que o condutor efectue na cabina de condução as manobras de abertura e fecho das portas até que sejam terminados os ensaios dos equipamentos que controlam as portas de plataforma passando a operação destas a partir daí a ser realizada pelo sistema de forma automática e sincronizada com as portas do comboio.

Está planificada a entrada ao serviço do sistema **TBS500 Driverless** no início do ano 2009, logo que terminem os trabalhos de instalação de portas de plataforma. Nessa altura o agente a bordo circulará pelas áreas de transporte de passageiros do comboio e as operações de abertura de portas do comboio e de plataforma assim como as de arranque do mesmo serão executadas automaticamente. A Linha 11 do Metro de Barcelona será assim convertida na primeira referência de uma linha automatizada em Espanha.



Juan Carlos Granados
Senior Project Manager
CBTC Product Line Manager
Invensys Rail Group

OPTIMIZAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTE DE UMA LINHA FERROVIÁRIA. DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA PACAWIN

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de transporte de uma linha depende de vários factores tais como as respectivas características físicas, performances do material circulante e os respectivos sistemas embarcados de controlo, tempos de paragem em estações etc..

O fornecedor de um sistema de sinalização tem de tomar em linha de conta todos estes factores aquando da apresentação das suas propostas para demonstrar ao seu futuro cliente que o sistema proposto cumprirá os requisitos de capacidade de transporte especificados nos respectivos cadernos de encargos.

É nesta primeira fase que se torna imprescindível dispor de uma ferramenta que mostre de uma forma simples e fiável o efeito que uma determinada opção no projecto do sistema de sinalização tem sobre a capacidade de transporte da linha, permitindo assim escolher entre várias soluções possíveis, aquelas que optimizem esta característica com outros factores como são os que se relacionam com custos, com consumos de energia na linha etc.

A Dimetronic dispõe actualmente da ferramenta PACWIN que representa uma actualização da PACA (Pacote de Simulação e Ajuda no Controlo e Regulação de uma linha ferroviária), que foi desenvolvida em 1993 em parceria com o Instituto de Investigação Tecnológica (IIT) da Universidade Pontifícia Comillas.

Nos capítulos seguintes descrevem-se de uma forma sucinta os aspectos mais significativos desta ferramenta.

2. DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA PACAWIN

A ferramenta é composta por quatro módulos principais:

- Gestão de estudos e simulação
- Editor de linhas
- Editor de comboios
- Editor de material rolante

O primeiro utiliza-se para simular viagens com o intuito de gerar listas ou ficheiros de animação.

Os outros três módulos de editores servem para se efectuar a manutenção de dados de comboios, de linhas e de material rolante.

O arranque do programa da ferramenta faz-se sempre a partir do módulo de Gestão de Estudos e Simulação a partir do qual se pode aceder aos editores através de botões de uma barra de ferramentas do menu principal da forma que adiante se expõe.

Para ser assegurada a compatibilidade com versões anteriores da ferramenta, a informação relativa a comboios, linhas, material rolante e estudos é guardada em ficheiros de texto usando-se para eles as extensões ".tre", ".lin", ".vag" e ".est".

De seguida passamos a descrever cada um dos módulos referidos.

2.1 - Gestão de Estudos e Simulação

No menu principal desta aplicação é possível seleccionar a informação relativa a uma determinada simulação: comboio, linha, estações de origem e destino, tipo de sinalização etc.



Também se dispõe da possibilidade de aceder a outros menus que permitem configurar outros aspectos da simulação:

- Definição de condução em Deriva, no caso de se querer simular marchas com poupança de energia.
- Opções avançadas relacionadas com parâmetros característicos dos diferentes sistemas de sinalização contemplados na aplicação (sinais, códigos de velocidade, distancia objectivo, cantão móvel etc.).
- Opções de desenho, que modificam a apresentação gráfica dos resultados.
- Configuração dos directórios de armazenamento de dados da simulação.

Na parte superior do menu principal dispõe-se de uma barra de ferramentas específica do PACAWIN com uma série de botões com aspecto de ícones. Posicionando o apontador do rato sobre cada um deles é mostrada uma mensagem indicativa da funcionalidade desse botão, funcionando o sistema de uma forma análogo à de qualquer outra aplicação Windows:

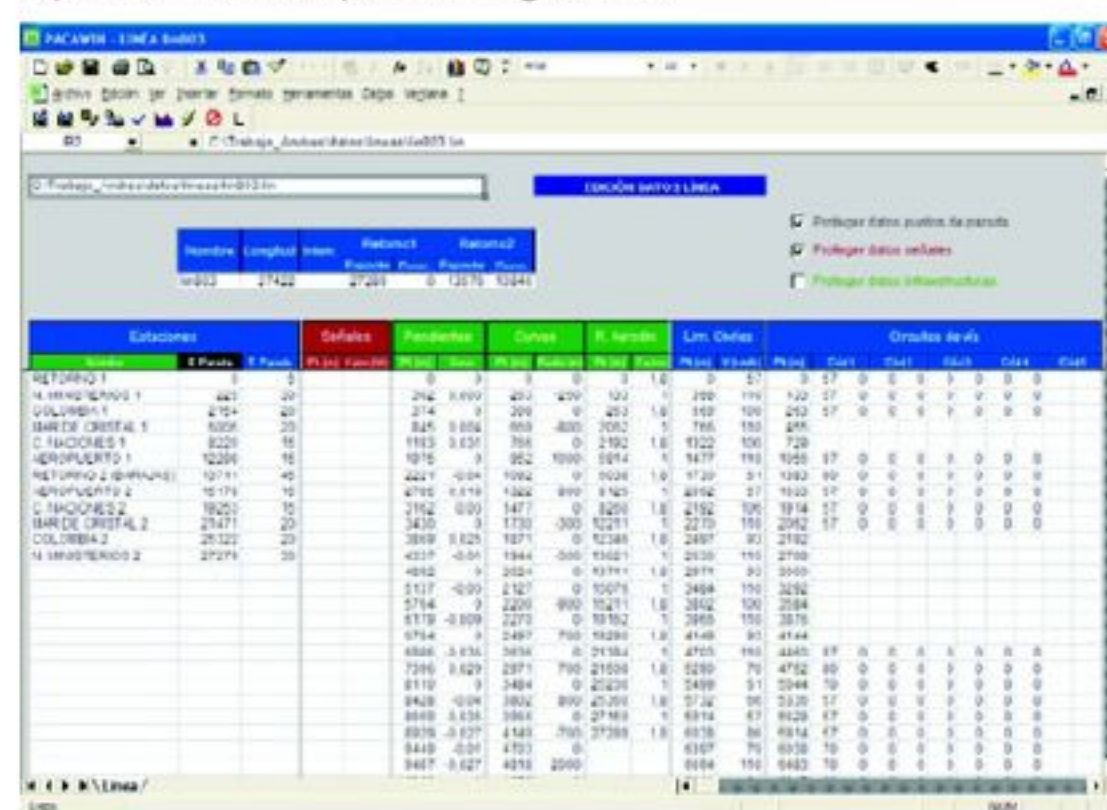


Por exemplo: Os três primeiros botões servem respectivamente para Descarregar estudos, Guardá-los e Guardá-los com outro nome.

2.2 - Módulo Editor de linhas

O módulo Editor de linhas é um interface baseado em Excel que gera ficheiros de texto ".lin" que se usam nos algoritmos dos processos simulação.

Apresenta o aspecto seguinte:



Na parte superior da janela aparece o nome do ficheiro da linha em que se está a trabalhar e o título do menu (Editor de Dados da Linha)

A forma de introdução de dados é a mesma que se utiliza em qualquer folha de cálculo Excel. Basta colocar o cursor sobre uma cela ou deslocar a posição da cela activa com o teclado até aquela em que se pretende efectuar a entrada de dados.

As funções Excel de copiar, apagar e colar também são disponibilizadas, o que permite de uma forma cómoda modificar os dados, deslocá-los de uma linha para outra, mudá-los de lugar dentro de uma mesma folha de cálculo etc.

Em qualquer momento é possível actuar sobre o botão de validação na barra de ferramentas. PACAWIN comprovará de seguida a validação dos dados inscritos na folha de cálculo e fornecerá informação sobre a correcção ou não dos mesmos e se for o caso qual o erro detectado.

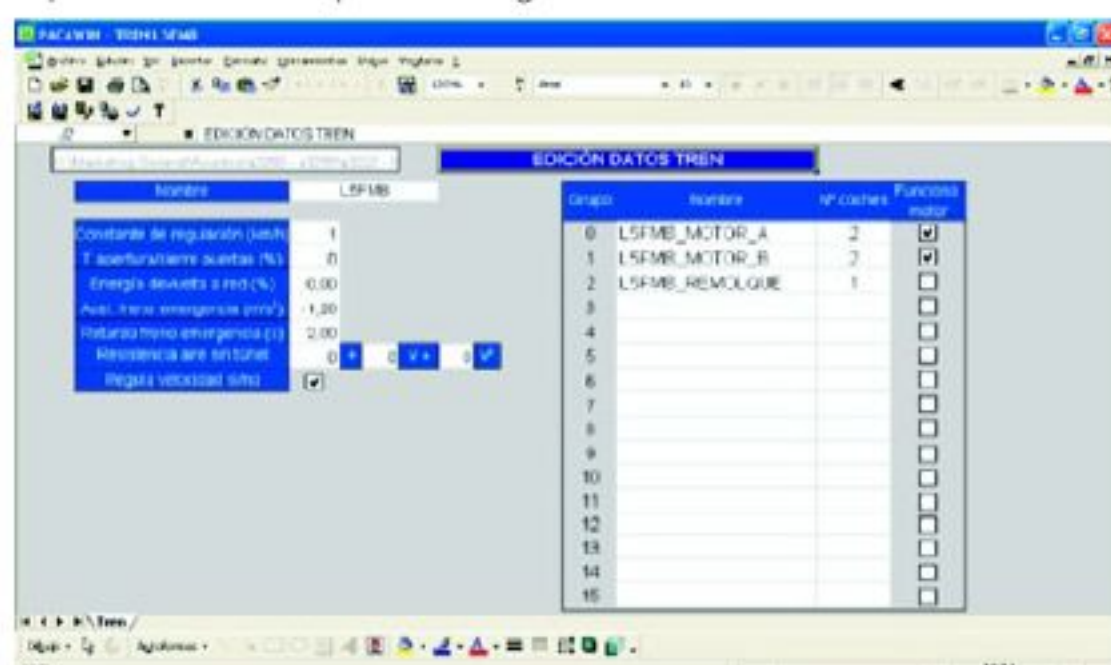
A partir da actuação do cursor sobre os ícones situados na parte superior da janela do Módulo Editor de Linhas é possível Recuperar Linhas anteriores, Guardar Linha actual, Modificar Linha actual etc.



2.3 - Módulo Editor de comboios

O módulo Editor de comboios é um interface baseado em Excel que gera ficheiros de texto ".tre" que se usam nos algoritmos dos processos simulação.

Apresenta o aspecto seguinte:



À esquerda desta janela, podem ver-se os parâmetros característicos do comboio. Se o comboio regula ou não a velocidade escolhe-se na célula de verificação.

Na parte direita da janela anterior aparecem os dados do grupo que compõe o comboio. Deve registar-se o nome e o número de material rolante nas células e seleccionar nas de verificação de cada uma delas se a motorização respectiva está activa ou não.

Na barra de ferramentas do Módulo de Edição de comboios é possível Recuperar ficheiros anteriores de comboios, Guardar ficheiro actual, Mudar nome, Imprimir dados etc..



2.4 - Módulo de Edição de material rolante

Neste módulo também se disponibiliza ao utilizador um interface baseado em Excel que gera ficheiros de texto ".vag" que se usam nos algoritmos dos processos simulação.

Apresenta o aspecto seguinte:

Na parte superior da janela aparece um rectângulo em branco no qual o PACAWIN regista o nome do ficheiro de material rolante activo.

À direita e com fundo azul aparece o título do menu de dados de material rolante e na parte inferior mostra os dados do diverso material rolante ordenados em colunas.

Na barra de ferramentas do Módulo de Edição de material rolante é possível Recuperar ficheiros anteriores de comboios, Guardar ficheiro actual, Mudar nome, Imprimir dados etc..



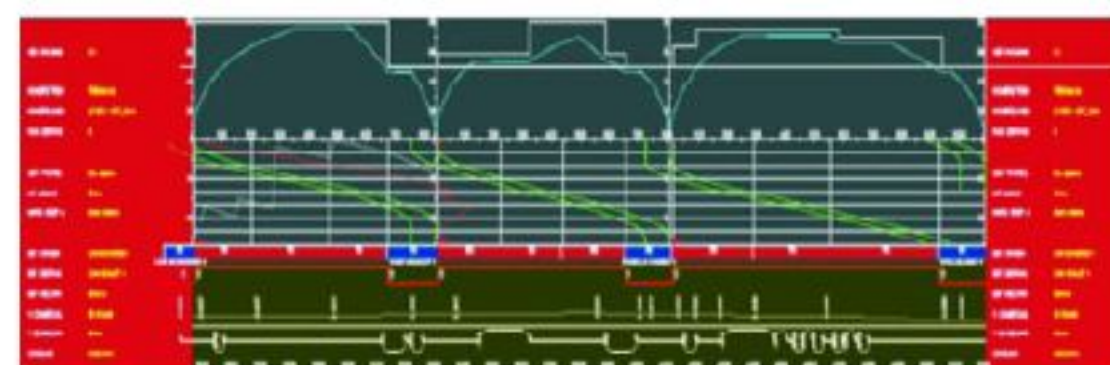
3. SIMULAÇÃO

Depois de configuradas todas as opções de simulação nos menus PACAWIN, pode ser actuado o botão 'SIMULAR' no menu principal. Ao fazê-lo, PACAWIN efectua uma validação de todos os dados e no caso de isso se verificar inicia-se a simulação.

Se no menu principal não for seleccionada a opção 'Mostrar gráfico' só são visualizados os resultados mais importantes da simulação (Intervalo mínimo, Distância percorrida, Velocidade comercial, Tempo de viagem e Consumo):



No caso de ter sido activada a opção 'Mostrar gráfico' os resultados da simulação são apresentados de forma gráfica:



qualquer ponto da linha relativamente ao ponto crítico seguinte dessa mesma linha e que é o que determina o intervalo mínimo entre comboios que se pode conseguir.



São os valores de velocidade que representam os limites de velocidade que não podem ser ultrapassadas em qualquer circunstância. Podem ser resultantes de características próprias da via (por exemplo ultrapassagem de valores de aceleração determinados sem compensação de curvas) ou por critérios de exploração (por exemplo uma velocidade máxima de 50 Km / h em estações).

A figura seguinte ilustra os gráficos mais importantes que podem ser gerados pela ferramenta PACAWIN:



De origem e destino na simulação.

Circuitos de via

Só são considerados em Sistemas de Sinalização baseados em circuitos de via não o sendo em simulação de sistemas baseados em Cantão Móvel

Gradientes

Inclinação da via ao longo do percurso.

Consumo

Representa o consumo instantâneo da corrente absorvida da catenária pelos motores de tracção do comboio.

Distância - Velocidade

Representação num gráfico D-V do percurso da cabeceira do comboio desde uma determinada estação até à seguinte.

Distância - Tempo

Representação num gráfico D-T do percurso da cabeceira do comboio desde uma determinada estação até à seguinte.

Distância de travagem

Gráfico que mostra a distância de travagem necessária para a paragem completa do comboio.

Reserva de tempo

Gráfico que representa a reserva de tempo em

Curvas

Curvas existentes ao longo da linha,
acompanhadas do seu valor característico.

PK da Linha

Ponto quilométrico da linha.

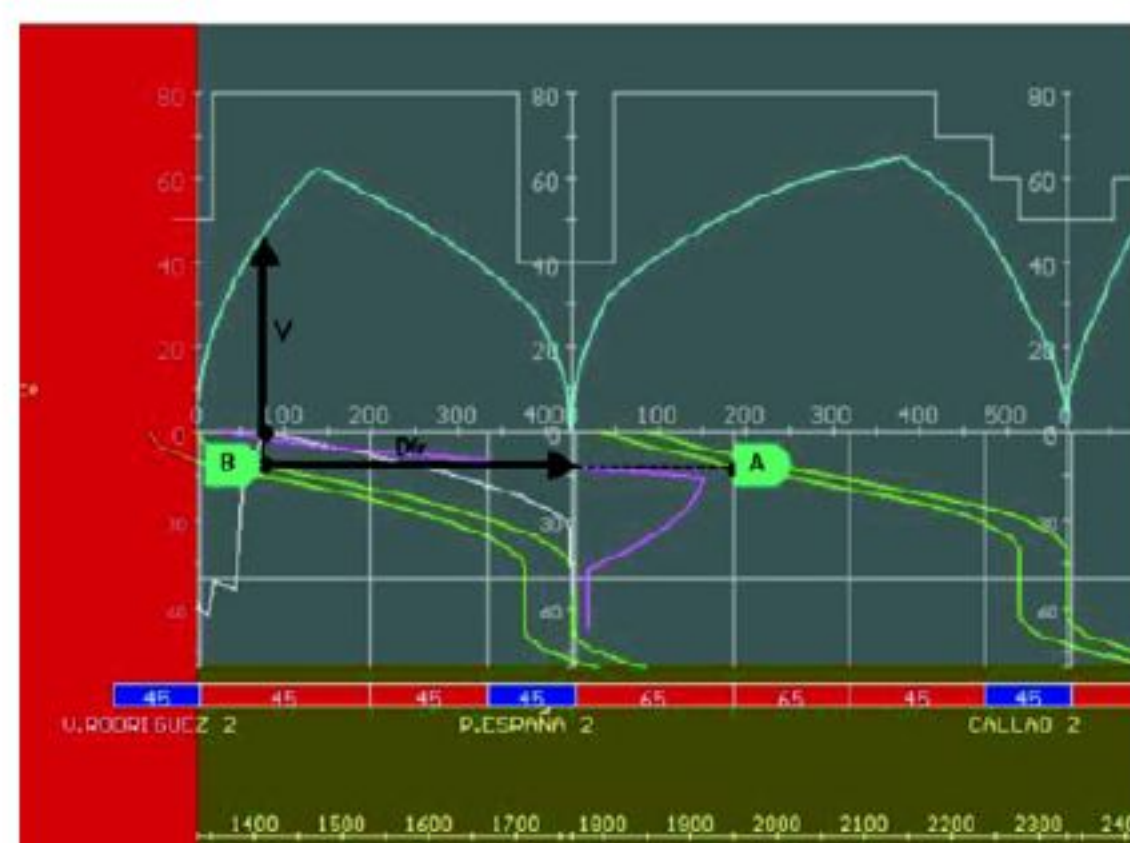
5. OPTIMIZAÇÃO DA LINHA

PACAWIN disponibiliza simulações da marcha de horário nominal de todos os comboios da linha tendo em conta as características da respectiva via, dos comboios e do sistema de sinalização escolhido, mostrando a reserva de tempo em todos os pontos da linha relativamente ao seu intervalo horário nominal.

No caso de se querer obter o ponto crítico da linha é possível seleccionar como intervalo horário nominal o mínimo intervalo que se pode obter na linha.

Neste caso a ferramenta vai reduzindo progressivamente o valor intervalo entre comboios até aquele em que nalgum ponto um comboio se vê obrigado a travar por imposição do sistema de sinalização.

O ponto da linha em que isto aconteça é conhecido por ponto crítico da linha e a sua identificação é a chave do processo de optimização.



A figura acima mostra uma simulação com o Sistema de Sinalização por Distância Objectivo no ponto em que a distância de travagem (Dfr) calculada para o comboio B circulando a uma velocidade V alcança o circuito de via que nesse

preciso instante acaba de ser libertado pelo comboio A que seguia à sua frente.

Como se pode observar na figura o ponto crítico caracteriza-se por uma reserva de tempo nula no gráfico D - T.

Identificado este ponto crítico, analisando a respectiva causa e actuando sobre ela, seria possível aumentar a reserva de tempo no ponto em causa podendo passar a ser crítico outro ponto da linha.

Assim e resumindo, o processo de optimização da capacidade de transporte de uma linha consiste na realização de uma série de simulações orientadas para:

- Identificar o ponto crítico da linha,
- Analisar a causa que o origina,
- Actuar (se possível) sobre este ponto crítico por forma a eliminá-lo e conseguir minimizar o intervalo entre comboios,

Repete-se o processo de optimização até que se esgotem (ou não sejam eficientes) as possibilidades de resolver as causas de origem dos pontos críticos.



David Sáenz García
ERTMS Product Line Manager
Invensys Rail Group

O SISTEMA FUTUR DA DIMETRONIC PARA ERTMS/ETCS NÍVEIS 1 E 2

1. INTRODUÇÃO

Como consequência da política comum de transportes nos países da União Europeia, tornou-se crucial a implementação de um sistema único de condução automática de comboios, ERTMS / ETCS, com vista à interoperabilidade eficiente do transporte ferroviário à escala Europeia.

Para atingir este objectivo têm vindo a ser definidas normas comuns para a implementação de equipamentos quer embarcados quer para instalações fixas de exploração que permitam que tanto os equipamentos novos como os existentes de diversos fabricantes, possam ser interoperáveis, sendo que para os existentes a sua interoperabilidade se adapta através de interfaces também desenvolvidos segundo esses normativos.

Com base nas suas competências em sistemas de comando e controlo de sistemas de sinalização assim como de ferramentas de ajuda à exploração, a Invensys e particularmente a Dimetronic, como empresa integrante deste grupo, tem vindo a acompanhar todo este processo de interoperabilidade dedicando um fortíssimo investimento em investigação e desenvolvimento assim como na produção de equipamentos ERTMS/ETCS.

O desenvolvimento do mercado da Alta Velocidade na Europa, nomeadamente em Espanha, proporcionou à Dimetronic a oportunidade de aplicação dos equipamentos ERTMS / ETCS resultantes da sua política de investigação, uma vez que é adjudicatária

na maioria dos projectos de Alta Velocidade que têm vindo a ser implementados em Espanha tendo mesmo acompanhado esse processo desde o seu início com a instalação da linha piloto espanhola co-financiada pela União Europeia (níveis 1 e 2).

Desta forma, a Dimetronic tem sido escolhida, dentro das empresas ferroviárias que compõem o Grupo Invensys Rail, como **Centro de Excelência ERTMS**, cuja função é a liderança e coordenação interna dos desenvolvimentos relacionados com os novos sistemas.

As nossas gamas de produtos ERTMS / ETCS FUTUR 1300 para o nível 1, FUTUR 2500 para o nível 2 assim como FUTUR 3000 para equipamento embarcado complementadas com outros equipamentos também comuns à exploração convencional de que dispomos como sejam os novos circuitos de via sem juntas FS3000, os accionamentos eléctricos de agulhas, encravamentos electrónicos, sistemas ATP/ATO, Postos de Comando, CTC's, CCO's, etc. e com uma engenharia sistemista de comando e controlo de sinalização, exploração, condução automática e protecção de comboios, associada à nossa experiência prática em projectos, instalação, colocação em serviço e manutenção na rede de Alta Velocidade em Espanha coloca-nos na primeira linha de competências ERTMS/ETCS.

Por tudo isto e também pela confiança que temos vindo a merecer por parte das Autoridades Ferroviárias Portuguesas à mais de 20 anos para a

adjudicação e implementação dos projectos de modernização da rede da REFER e do Metropolitano de Lisboa, a Dimetronic através da sua representação na Dimetronic Portugal, está preparada e espera justamente continuar a merecer essa confiança não só nos novos projectos relativos à rede convencional como nos de implementação da Alta Velocidade em Portugal.

2. FUTUR 1300 - SISTEMA ERTMS NÍVEL 1

2.1 - Introdução

A nossa gama FUTUR 1300 de equipamentos ERTMS/ETCS nível 1 constitui por si só um sistema completo de protecção de comboios baseado no envio de informações pontuais ao comboio na passagem deste por cada baliza. Estas balizas recebem o telegrama a transmitir que contém a informação sobre autorizações de movimento, codificado pelo LEU (Lineside Electronic Unit).

Para que essa codificação se faça, os LEU's, seja de uma forma centralizada através de uma ligação série ou paralelo com o encravamento, seja de uma forma descentralizada através de entradas de segurança provenientes dos equipamentos de terreno, sinais, agulhas etc., analisam o estado desses equipamento elaborando a correspondente autorização de movimento.

2.2 - Características principais

Nos equipamentos FUTUR 1300 podem ser incorporadas as Funções Nacionais definidas pelas Administrações Ferroviárias, a exemplo do que foi feito em Espanha em cuja definição a Dimetronic participou activamente.

O sistema FUTUR 1300 dispõe de interfaces com os

encravamentos quer do tipo série, para encravamentos electrónicos, através de um canal de dados com o nível SIL4 de segurança quer do tipo paralelo, para encravamentos electro-mecânicos, através de comprovações de segurança de tipo discreto.

A modularidade do hardware e do software assegura que o sistema seja facilmente ampliável e assim se adapte a novas funcionalidades futuras.

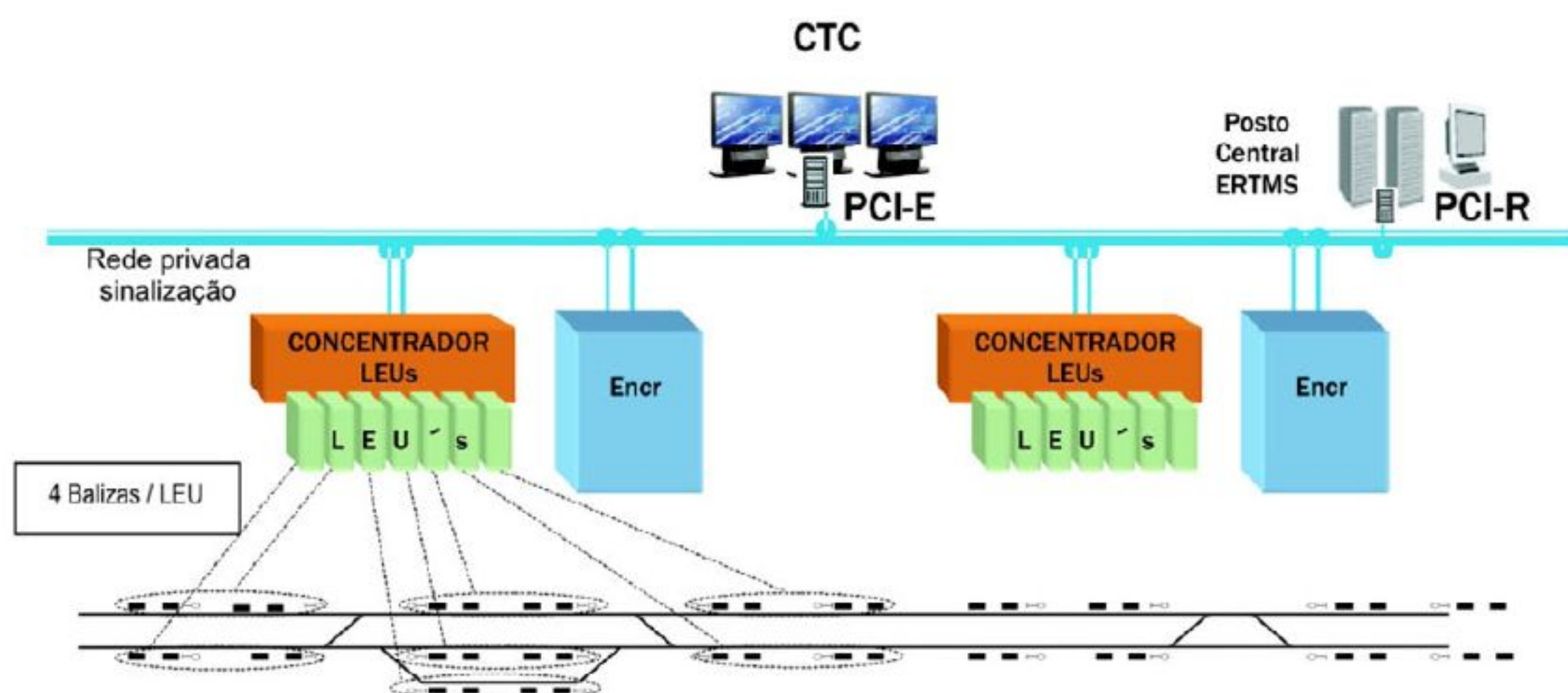
Dispõe de um sistema de ajuda à manutenção que assegura o acesso, em tempo real a partir de um posto centralizado, aos parâmetros mais importantes do sistema.



O desenvolvimento dos equipamentos seguiu os normativos de segurança CENELEC nomeadamente os 50126, 50128 e 50129.

O seu funcionamento é assegurado para temperaturas dentro dos limites de -20 °C até 70 °C.

2.3 - Arquitectura do Sistema



Como foi referido o sistema FUTUR 1300 está disponível para aplicações em duas configurações diferentes: Uma centralizada numa cabina de sinalização e outra descentralizada em armários de via junto aos sinais ferroviários.

2.4 - Configuração Centralizada

O sistema FUTUR 1300 série está baseado numa arquitectura de LEU's centralizados na Cabina de sinalização num Concentrador de LEU's Centralizado (CLC). Esta arquitectura permite uma grande flexibilidade proporcionando a facilidade de ligação aos restantes sistemas associados.

As suas interfaces funcionando através de uma rede TCP/IP asseguram a comunicação com outros sistemas como o PLO-R, o Controlo Central ERTMS, o sistema de Gestão de LTV's, o Sistema de Ajuda à Manutenção, o Registador Jurídico, etc.

Oferece um alto grau de disponibilidade (→99,99998%) através da arquitectura utilizada já que o Concentrador de LEU's Centralizado tem um funcionamento do tipo Hot Standby e o número de balizas comutáveis que cada LEU pode controlar é apenas de 4 para que no caso de avaria de um LEU a zona geográfica afectada seja reduzida.

De forma a garantir a máxima segurança é usada no CLC uma plataforma hardware Westrace em Hot Standby e para o LEU uma arquitectura 2 em 2 com diversidade de cada processador.

As técnicas modernas de integração electrónica permitem o tratamento da informação de 24 LEU's, capazes de controlar 96 balizas, num equipamento centralizado com uma área de implantação de apenas 0,5 m2.

2.5 - Configuração Descentralizada

O sistema FUTUR 1300 paralelo assenta na distribuição ao longo da via dos LEU's instalados em armários de via ligando a entradas discretas os sinais ferroviários e as comprovações das agulhas distribuídas ao longo da via.

Através de uma interligação dos LEU's na rede de comunicações asseguram-se as mesmas prestações no estabelecimento de LTV's de que se dispõe na aplicação dos LEU's de comunicação série.

Com a arquitectura utilizada, os LEU's dispõem de um alto grau de disponibilidade (→ 99,99994%).

2.6 - Componentes do sistema

Balizas

- Fixas (Telegramas independentes fixos)
- Comutáveis (Controladas por LEU)
- Telegrama em função do itinerário
- Comunicação unidireccional com LEU
- Telegrama de fundo se falha a comunicação com o LEU para ajuda à manutenção
- Para velocidades até 350 Km/h
- Distância ao LEU:
 - 1.500 m sem amplificador
 - 5.000 m com amplificador

LEU's (Codificadores)

- Comunicação com o encravamento via protocolo vital WNCM
- Sistema 2 de 2
- Dados programados previamente segundo processo de DP SIL4:
- Dados em verdadeiro/complemento
- Permite TSR's (limitações temporárias de velocidade dinâmicas via rede
- Sistema de diagnóstico remoto via rede
- Até 4 balizas por LEU



Concentrador de LEU's (Parte superior do "rack")



Baliza Comutável



Concentrador de LEU's

Comanda e controla centralizadamente os equipamentos de nível 1 recebendo directamente do encravamento a informação do estado dos sinais e agulhas. Desta forma assegura que uma avaria na sinalização luminosa lateral não afecte a circulação de comboios em nível 1.

O Concentrador de LEU's Centralizado recebe do encravamento a informação sobre o estado da sinalização e distribui-a aos LEU's que lhe estão afectos (até um número de 12), e estes por sua vez encarrega-se do envio de telegramas às respectivas Eurobalizas comutáveis (até 4 por LEU).

Também faz a supervisão da integridade das ligações das comunicações enviando a cada LEU a parte de informações da sinalização que ele necessita. Está concebido numa configuração Hot Standby proporcionando um elevado grau de disponibilidade.

Posto Local de Controlo de ERTMS (PLO-R)

É o equipamento que permite ao operador de cada zona geográfica a introdução de comandos por procedimentos seguros. Como função principal refere-se naturalmente a supervisão e o comando de todos os LEU's incluindo o estabelecimento seguro de Limitações Temporárias de Velocidade a enviar aos comboios.

O utilizador dispõe de uma interface gráfica com teclado e rato onde também lhe são mostradas todas as indicações do estado das instalações. Pode funcionar isoladamente ou integrado num Centro de Comando Operacional CCO.

A sua concepção modular quer no que diz respeito a hardware quer a software assegura a sua adaptação a requisitos funcionais futuros.

Posto Central de Controlo de ERTMS (PCE)

Este equipamento constitui, do mesmo modo, um subsistema capaz de gerir todas as funções ERTMS de várias áreas geográficas a partir de uma localização centralizada.

Gestor ERTMS (Gerador de limitações temporárias de velocidade)

Entre as suas funções destacam-se as destinadas ao estabelecimento de LTV's e de envio de mensagens aos comboios.

Permite entre outras funções:

- Estabelecer limitações temporárias de velocidade LTV's (N1 e N2)
- Gestão de ESA's (N2)
- Enviar Mensagens de Texto (N2)

Sistemas de Ajuda à Manutenção (SAM-R)

Este equipamento permite o acesso a todas as informações relevantes à manutenção do sistema e o envio de mensagens por SMS às equipas de manutenção informando-as assim das incidências que ocorram.

Detectores e respectivo telecomando e terminal de protecção de pessoas

- Incêndio em Túneis
- Objectos na Via
- Outros

Equipamentos de controlo de Interfaces e rede de comunicações redundante

A comunicação entre os equipamentos e o PCE faz-se através de uma Rede Operacional em Tempo Real (ROTR) à qual se ligam os equipamentos de interface (PCI) assegurando-se assim o isolamento da rede privada de sinalização (RPS). Inclui Routers, Hubs, PCI, PCI-R, FEC, FEC-R.

Registador Jurídico

Este equipamento tem a função de registo de toda a informação passível de utilidade jurídica. Nele é armazenada toda a informação das mensagens trocadas com os equipamentos assim como a de todas as incidências ou avarias que se verifiquem nos mesmos e nas suas comunicações (autorizações de movimento emitidas, mensagens enviadas aos comboios, posição dos mesmos, mensagens trocadas com os Postos de Comando etc.)

3. FUTUR 2500 - SISTEMA ERTMS NÍVEL 2

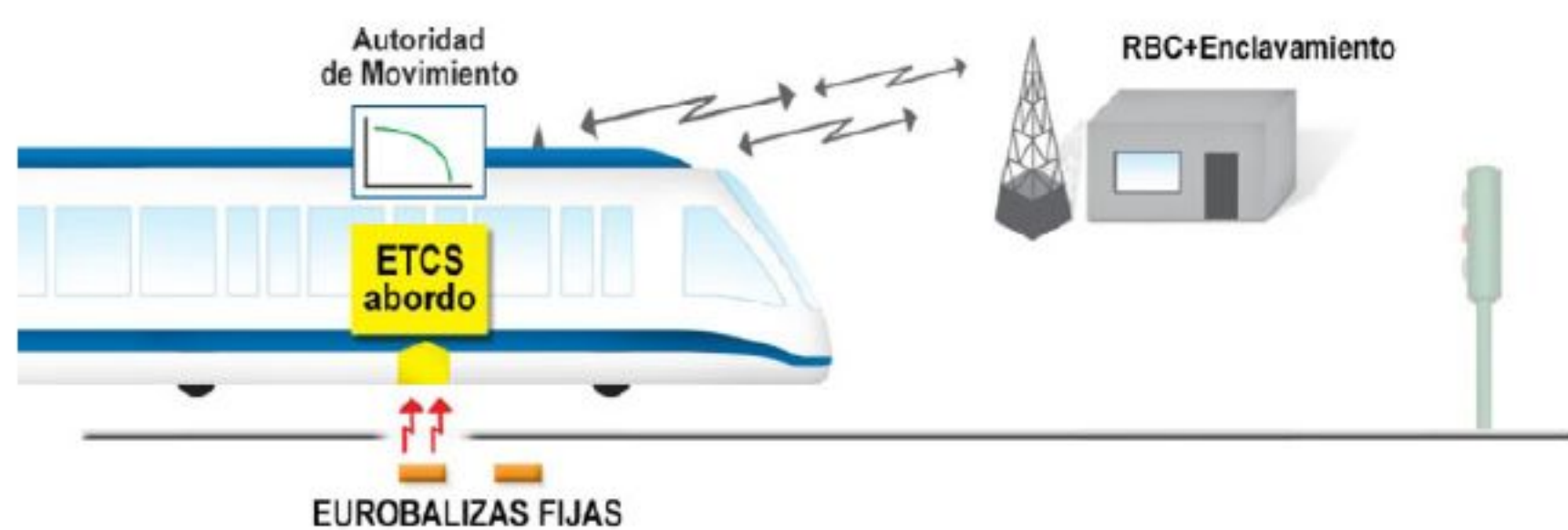
3.1 - Introdução

Os equipamentos ERTMS/ETCS da gama FUTUR 2500, constituem um sistema completo de protecção de comboios baseado numa transmissão contínua de informações bidireccionais entre os equipamentos fixos e os embarcados através de um "Eurorádio" tipo GSM - R.

Em função do estado das infra-estruturas e da situação dos comboios, o RBC calcula as condições das autorizações de movimento enviando-as conjuntamente com as características da via a cada comboio. O RBC gera esta informação a partir da localização de cada comboio que lhe é enviada tanto pela via GSM-R como através do estado de ocupação dos circuitos de via transmitido pelos encravamentos.

As Eurobalizas da via servem por um lado para actualizar no comboio a informação da sua posição e por outro lado para lhe proporcionar informação de dados fixos da infra-estrutura de via.

O equipamento embarcado encarrega-se de assegurar uma supervisão contínua da velocidade do comboio para que sejam obedecidas as condições das autorizações de movimento que lhe foram concedidas pelo RBC.



Este sistema é aplicável nos vários cenários possíveis de exploração ferroviária, sendo capaz de tratar as circulações de linhas de alta velocidade, as de linhas convencionais de longo curso assim como as de linhas de alta densidade de tráfego no âmbito dos serviços de transporte regional.

3.2 - Características principais

É baseado em especificações europeias nomeadamente as normas CENELEC 50126, 50128 e 50129.

Dispõe de comunicação contínua bidireccional Via - Comboio através de rádio GSM-R.

Podem ser incorporadas as Funções Nacionais definidas pelas Administração Ferroviárias, a exemplo do que foi feito em Espanha em cuja definição a Dimetronic participou activamente.

A utilização de plataformas hardware TBS comum a outros produtos do nosso fabrico (FUTUR 3000, EBICAB 900, TBS, ATP DTG etc.) assegura uma grande disponibilidade de assistência técnica assim como o fornecimento de peças de reserva. A modularidade do hardware e do software assegura que o sistema seja facilmente ampliável e assim se adapte a novas funcionalidades futuras.

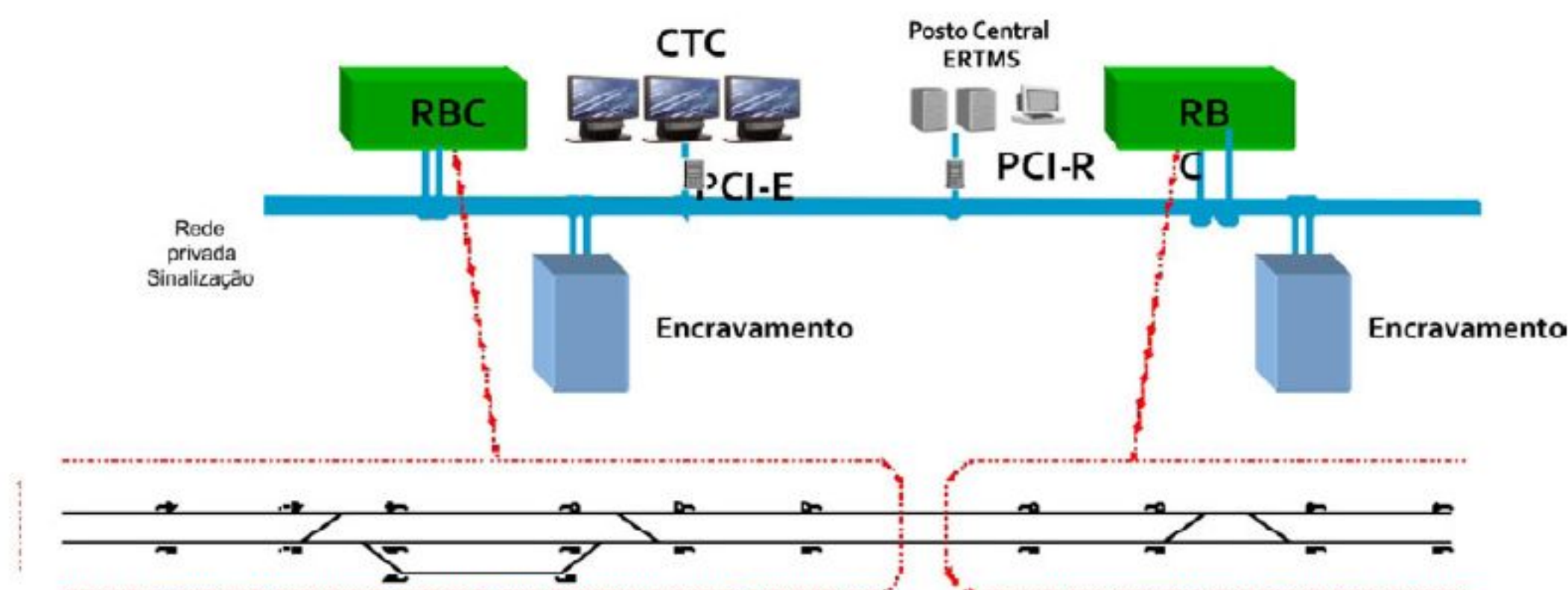
A arquitectura dos equipamentos de segurança baseia-se em configurações 2 em 3 nos equipamentos de sinalização e em configurações Hot Standby para as comunicações vitais.

Dispõe de interfaces que se comunicam com encravamentos electrónicos através de canais de transmissão de dados redundantes e com os encravamentos a relés interfaces do tipo paralelo com comprovações de segurança discretas.

3.3 - Arquitectura do sistema

O FUTUR 2500 pode-se sobrepor à sinalização existente, tendo a possibilidade de utilização dos circuitos de via para separação de comboios e sendo os Sinais dispensáveis.

Utiliza balizas fixas para reposicionamento dos comboios.



A comunicação com outros sistemas como são o Posto Central ERTMS, o sistema de gestão de LTV's, o sistema de ajuda à manutenção, o registador jurídico etc. é assegurada por uma rede TCP/IP.

Disponibiliza informações da Sinalização a bordo dos comboios.

3.4 - Componentes do Sistema

Centro Rádio Bloco (RBC)

Pode ser ligado a um encravamento electrónico com protocolo série de segurança via LAN ou a um encravamento electromecânico por entradas discretas de segurança sendo a comunicação via GSM-R em ambos os casos.

Posto Local de Controlo de ERTMS (PLO-R)

É o equipamento que permite ao operador de cada RBC a introdução de comandos por procedimentos seguros.

Entre as suas funções destacam-se as destinadas ao estabelecimento de LTV's e de envio de mensagens aos comboios.

O utilizador dispõe de uma interface gráfica com teclado e rato, onde também lhe são mostrados todos os comandos que faça assim como outras indicações relevantes ficando tudo registado num registador jurídico.

Posto Central Controlo de ERTMS (PCE)

Este equipamento constitui um subsistema capaz de gerir todas as funções ERTMS a partir de uma localização centralizada.



Como função principal refere-se naturalmente a de supervisão e o comando de todos os RBC's da zona de controlo, assim como outras funções a enviar aos comboios através dos RBC's incluindo o estabelecimento seguro de Limitações Temporárias de Velocidade (LTVs), mensagens de texto ou informação de paragens de emergência.

Pode funcionar isoladamente ou integrado num Centro de Comando Operacional CCO.

RBC montado no respectivo armário

A sua concepção modular quer no que diz respeito a hardware quer a software assegura a sua adaptação a requisitos funcionais futuros.

Gestor ERTMS (Gerador de limitações temporárias de velocidade)

- Cria novas tabelas para os LEU's afectados
- Descarrega novas tabelas nos LEU's
- Activa as novas tabelas

Registador Jurídico

Cada um dos RBC's tem associado este equipamento cuja função é a de registo de toda a informação passível de utilidade jurídica. Nele é armazenada toda a informação das mensagens trocadas com os RBC's assim como todas as incidências ou avarias que se verifiquem nos mesmos e nas suas comunicações (autorizações de movimento emitidas, mensagens enviadas aos comboios, posição dos mesmos, mensagens trocadas com os Postos de Comando etc.)

Sistemas de Ajuda à Manutenção (SAM-R) Locais e Central

Em cada localização de RBC's instala-se um equipamento que regista todos os dados relevantes para a manutenção do sistema assim como todas as avarias dos RBC's e das suas comunicações.

Este equipamento permite o envio de mensagens por SMS às equipas de manutenção informando-as assim das incidências que ocorram.

Detectores, Telecomando de Detectores e Terminal de Protecção de Pessoas

- Incêndio em Túneis
- Objectos na Via
- Outros

Equipamentos de controlo de Interfaces e rede de comunicações redundante

A comunicação entre os RBC's e o PCE faz-se através de uma Rede Operacional em Tempo Real (ROTR) à qual se ligam os equipamentos de interface (PCI) assegurando-se assim o isolamento da rede privada de sinalização (RPS) da que interliga os RBC's.

Inclui Routers, Hubs, PCI, PCI-R, FEC, FEC-R

4. FUTUR 3000 - EQUIPAMENTOS ETCS EMBARCADOS.

4.1 - Introdução

O sistema ETCS FUTUR 3000 inclui os equipamentos embarcados necessários para combinar todas as funcionalidades ETCS nos seus vários níveis, especificadas no normativo UNISIG.

A migração de um nível para outro requer apenas alterações de software uma vez que a plataforma hardware é sempre a mesma em qualquer dos níveis.

A inclusão de funcionalidades nacionais (implementadas já no caso das aplicações na rede ferroviária espanhola) torna este equipamento operável não só nas novas linhas de Alta Velocidade como também na rede convencional.

No caso da rede ferroviária espanhola dentro das funcionalidades nacionais dispõe assim de interfaces STM para o sistema ASFA e para o EBICAB 900 TBS.

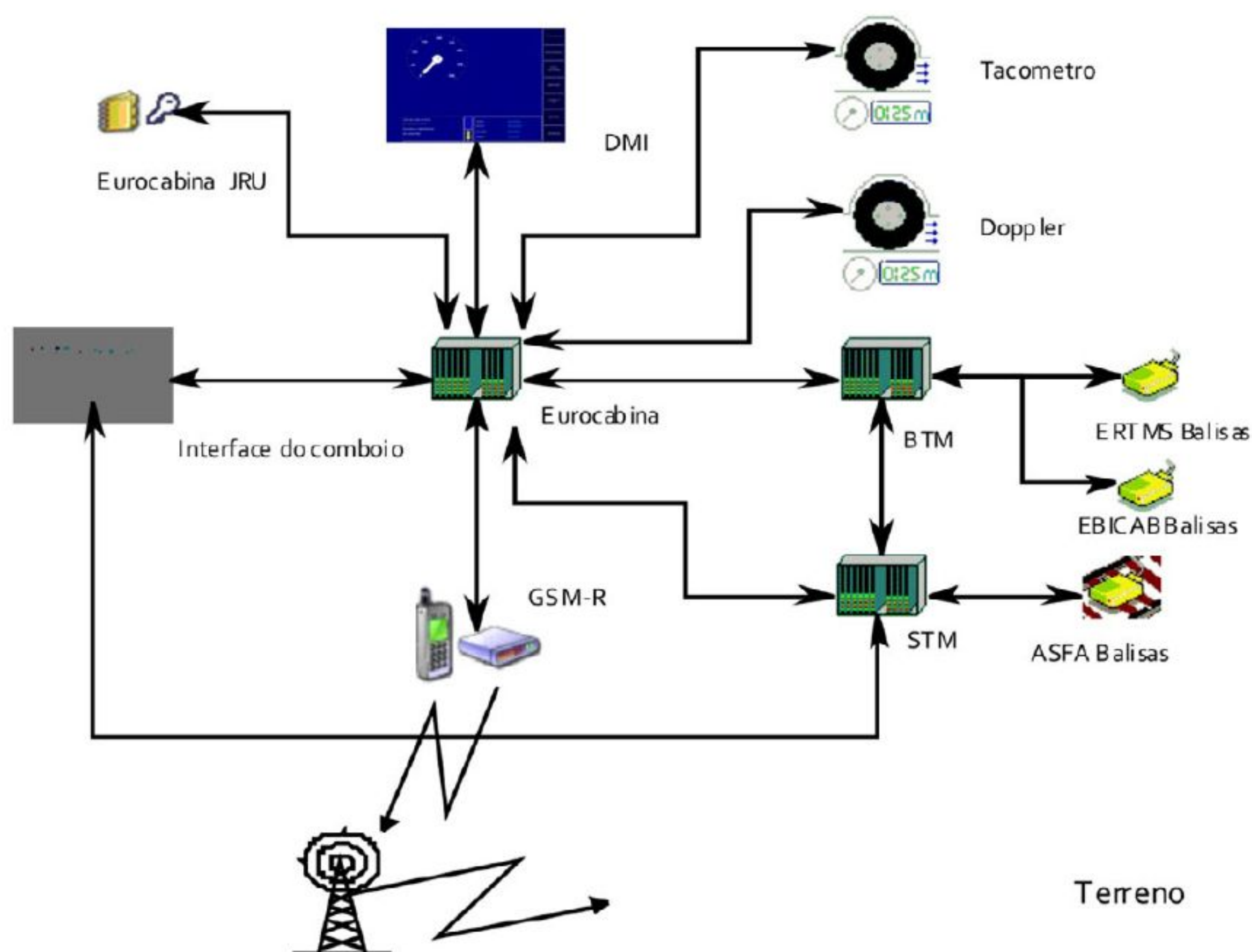
EVC - "European Vital Computer"

Este é o equipamento onde reside a lógica de segurança sendo assim aí tratada a informação vital e onde são portanto processadas as autorizações de movimento recebidas. É um sistema de segurança de decisão 2 em 3 com elevado grau de segurança e disponibilidade que dispõe também de um interface GSM - R.



EVC - European Vital Computer

4.2 - Arquitectura do sistema embarcado



TIU - "Train Interface Unit"

Faz a gestão das comunicações com os comandos de segurança do comboio (travões, pantógrafo, ventilação, comando de portas etc.), recebendo informações do seu estado e transmitindo-lhes ordens de actuação

JRU - Registador Jurídico

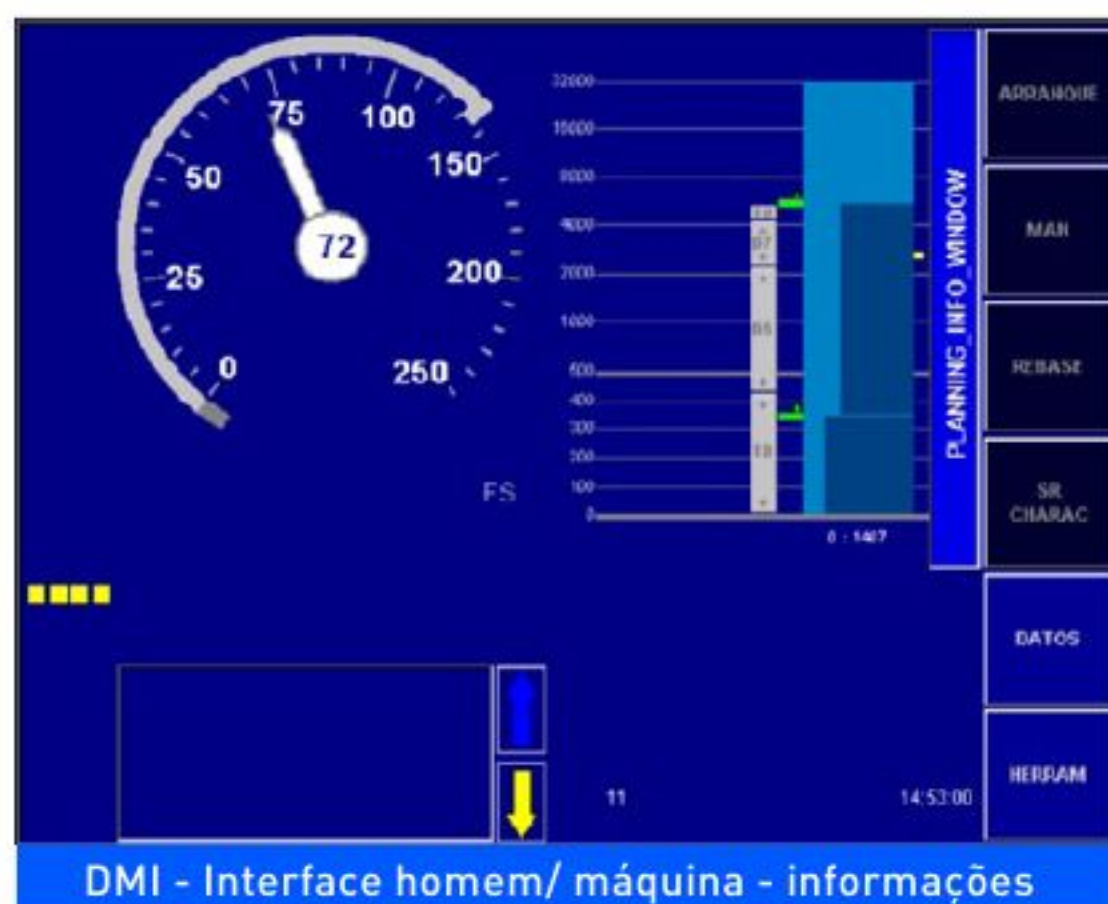


É um equipamento do tipo "caixa negra" concebido portanto para resistir mecanicamente em caso de acidentes, e que regista todos os eventos importantes na operação dos sistemas de segurança do comboio para que possam ser acessíveis como registo histórico.

SDU - "Speed / Distance Unit"

É a unidade responsável pela recolha e respectivo processamento de dados relativos a medidas de velocidade e distância oriundos do tacómetro e do equipamento Doppler.

DMI - Interface homem máquina



Este é a interface do posto de condução que assegura a comunicação do EVC com o condutor do comboio. Através de um ecran do tipo "touch screen" ele fornece as indicações e os comandos necessários à condução.



DMI - Interface homem - máquina

Também fornece indicações relativas a funcionalidades nacionais sempre que essa necessidade ocorra.

BTM - Módulo de Transmissão das Balizas

Efectua a tradução das informações das balizas recebida pela antena montada por debaixo da estrutura do comboio, para que essa informação no formato digital seja assimilável pelo EVC

STM ASFA

Do mesmo modo do anterior este módulo trata de converter em formato digital para o EVC a informação recebida do sistema nacional espanhol ASFA.



STM ASFA

STM EBICAB 900 TBS A informação das balizas EBICAB é recebida pela mesma antena que recebe as informações para o BTM, neste equipamento que do mesmo modo a trata para formato digital assimilável pelo EVC.



STM BICAB



SISTEMA DE AJUDA À MANUTENÇÃO WESTCAM

Pedro Ferreira
Project Manager
Invensys Dimetronic Signals Portugal

1. INTRODUÇÃO

Actualmente, praticamente todos os equipamentos inteligentes (baseados em microprocessadores) dispõem de ferramentas adequadas para assegurarem a detecção de eventuais falhas, o conhecimento do estado dos equipamentos num determinado instante e inclusivamente a activação de certos comandos de funções associadas à manutenção.

No caso dos sistemas de segurança e controlo, como é o caso dos encravamentos ou dos sistemas ETCS, a manutenção reveste-se de maior importância por quanto é vital o seu correcto funcionamento.

O Sistema de Ajuda à Manutenção WESTCAM disponibiliza dois níveis de manutenção:

- Por um lado, o pessoal de manutenção poderá aceder de forma local à informação gerada pelos equipamentos relativa ao diagnóstico das avarias e respectivas causas mais prováveis, emitidas depois de terem analisado os dados disponíveis.
- Por outro lado, esse acesso assegura-se de uma forma centralizada para que dessa forma o pessoal de manutenção possa de uma forma imediata tomar as medidas adequadas para assegurar uma mais rápida correcção de problemas. Para maior acessibilidade disponibiliza também a possibilidade de acesso remoto a esta informação.

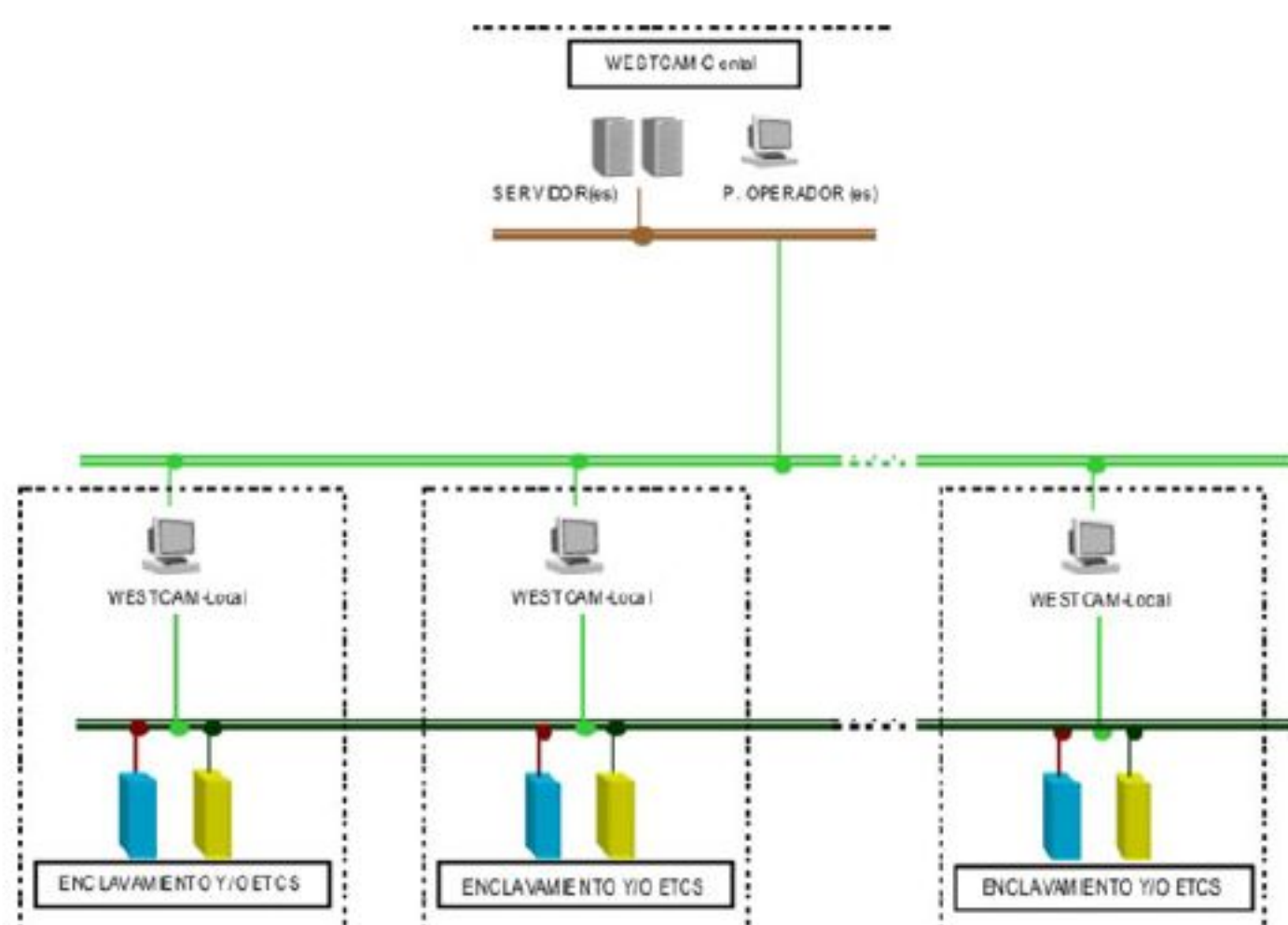
O Sistema de Ajuda à Manutenção WESTCAM, permite assim ambas as possibilidades de manutenção podendo esta ser assegurada de forma local ou centralizada inclusivamente de acesso remoto. De uma forma geral o processo habitual é o estabelecimento de um sistema de manutenção centralizado de forma remota cobrindo-se de forma local as situações em que não seja de todo possível a sua resolução à distância.

Qualquer um dos níveis permite a monitorização de eventos tanto em tempo real como através de um arquivo armazenado numa base de dados própria pelo menos durante um mês após a data do evento (podendo ser este tempo ampliado em função da capacidade de armazenamento disponível).

2. ARQUITECTURA DO SISTEMA

A arquitectura mais comum do sistema conta com:

- Um ou vários sistemas de Ajuda à Manutenção WESTCAM Locais que se localizam normalmente junto dos equipamentos de monitorização de encravamentos electrónicos (Westtrace, SSI etc.), de sistemas ETCS (FUTUR 1300, FUTUR 2500, etc.), de circuitos de via sem juntas FS 3000 etc..
- Um Sistema de Ajuda à Manutenção WESTCAM Central, normalmente localizado num Posto Central e que monitoriza todos os WESTCAM Locais que se encontrem na sua zona de influência.



O Sistema de a Ajuda à Manutenção WESTCAM Central tem as mesmas características do WESTCAM Local mas cobre todos os equipamentos de uma linha, permitindo a hierarquização do acesso a determinadas zonas em função das autorizações de acesso que se definam para cada utilizador.

O Sistema Westcam Central propriamente dito é formado por:

- Servidor(es) de dados que recebem e armazenam a informação procedente dos WESTCAM Locais. O número de servidores dependerá naturalmente da extensão e quantidade de zonas a supervisionar. Estes servidores podem ser duplicados com o intuito de aumentar a disponibilidade dos sistemas.
- Posto(s) de operador em que se centraliza a visualização da informação existente nos WESTCAM Locais. O número de Postos de Operador dependerá da zona de controlo que for atribuída ao WESTCAM Central.

3. FUNÇÕES BÁSICAS DO SISTEMA

No sistema WESTCAM estão implementadas basicamente as funções seguintes:

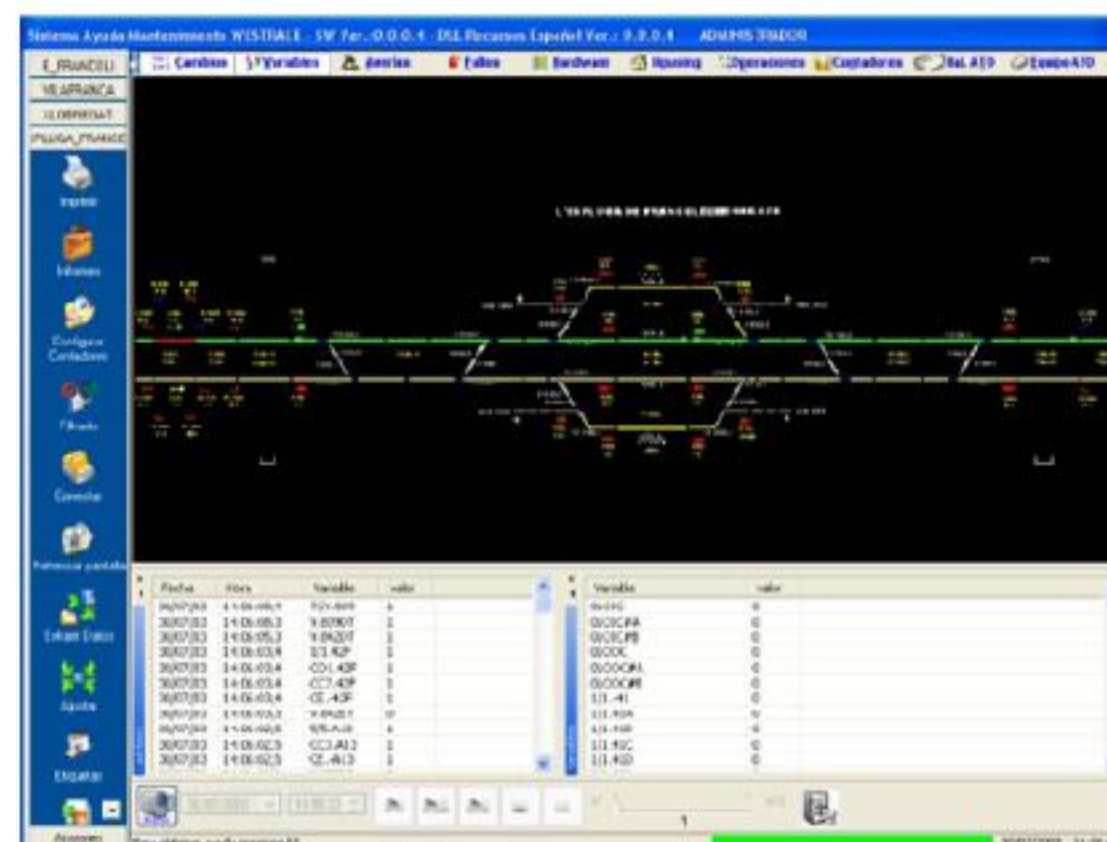
- Representação em tempo real da informação de dados de manutenção e alterações de estado verificadas nos equipamentos monitorizados.
- Aviso em tempo real, para o operador de manutenção, relativo às incidências que se

verifiquem e para as quais sejam requeridas intervenções do pessoal de manutenção.

- É disponibilizada a possibilidade de ser feito um aviso directo ao pessoal de manutenção para todas as incidências que necessitem de uma intervenção urgente.
- Reprodução de sequência de estados anteriores ao do instante de verificação de incidências de qualquer dos equipamentos monitorizados com um período de antiguidade de pelo menos um mês (ampliável em função da capacidade de armazenamento disponível). Prevê-se para o sistema a possibilidade de instalação de um meio de armazenamento massivo em suporte de fita magnética.

4. INTERFACE DE UTILIZADOR

O sistema WESTCAM utiliza um interface gráfico de utilizador constituído basicamente por uma janela principal e várias outras secundárias que podem ser abertas através de barras ferramentas nela disponibilizadas.



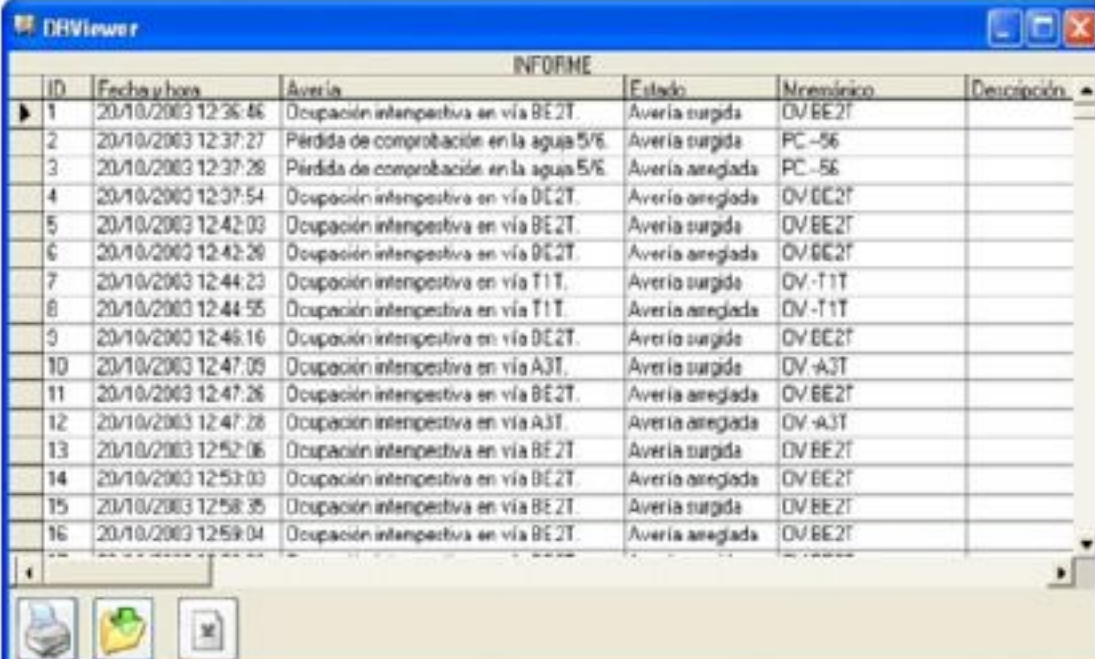
A janela principal dispõe assim de um título, uma barra de informações de estado e outra de comandos para actuação do sistema.

O utilizador tem a possibilidade de interagir no sistema sobre estas janelas com um dispositivo apontador comandado por rato ou através de um teclado, podendo ver nas respectivas janelas os dados e resultados respectivos a esses



comandos. Todas as acções disponibilizadas no sistema WESTCAM podem ser actuadas desta forma.

Perante o aparecimento de uma falha, o operador poderá visualizar uma lista de causas possíveis e as respectivas acções correctivas de forma a facilitar as tarefas de manutenção dos equipamentos.



ID	Fecha/hora	Averia	Estado	Mensaje	Descripción
1	20/10/2003 12:36:45	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia surgida	OV BE 2T	
2	20/10/2003 12:37:27	Pérdida de comprobación en la agua 5/6	Averia surgida	PC -56	
3	20/10/2003 12:37:28	Pérdida de comprobación en la agua 5/6	Averia arreglada	PC -56	
4	20/10/2003 12:37:54	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia arreglada	OV BE 2T	
5	20/10/2003 12:42:03	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia surgida	OV BE 2T	
6	20/10/2003 12:43:28	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia arreglada	OV BE 2T	
7	20/10/2003 12:44:23	Ocupación intersticial en vía T1T	Averia surgida	OV T1T	
8	20/10/2003 12:44:55	Ocupación intersticial en vía T1T	Averia arreglada	OV T1T	
9	20/10/2003 12:46:16	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia surgida	OV BE 2T	
10	20/10/2003 12:47:09	Ocupación intersticial en vía A3T	Averia surgida	OV A3T	
11	20/10/2003 12:47:26	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia arreglada	OV BE 2T	
12	20/10/2003 12:47:28	Ocupación intersticial en vía A3T	Averia arreglada	OV A3T	
13	20/10/2003 12:52:06	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia surgida	OV BE 2T	
14	20/10/2003 12:53:03	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia arreglada	OV BE 2T	
15	20/10/2003 12:58:35	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia surgida	OV BE 2T	
16	20/10/2003 12:59:04	Ocupación intersticial en vía BE 2T	Averia arreglada	OV BE 2T	

Permite a criação, a impressão e a gravação de relatórios de alterações, falhas, avarias e contagens a partir da informação disponível na sua base de dados. Estas facilidades disponibilizam-se tanto nos WESTCAM Centrais como no Locais. O sistema WESTCAM tem a capacidade de enviar mensagens de texto para telefones móveis sempre que se verificar uma avaria ou uma falha.

5. MODOS DE FUNCIONAMENTO

O sistema WESTCAM assegura dois modos de funcionamento:

- Modo "Indicações" (em tempo real).
- Modo "Moviola" (em tempo diferido).

No modo "Indicações" o WESTCAM mostra, em tempo real através de uma janela principal e das secundárias, os eventos ocorridos com ele próprio e com os que estiverem monitorizados á medida que eles se produzam.

No modo "Moviola" podem ser observados todos os estados dos elementos pela ordem em que tenham sido armazenados na aplicação. Além disso assegura ao utilizador uma visão da sequência temporal de eventos no sentido progressivo ou regressivo a velocidades variáveis.

6. APLICAÇÕES AVANÇADAS PARA A LOGÍSTICA DA MANUTENÇÃO

O sistema WESTCAM dispõe de uma série de aplicações avançadas cujo objectivo é o de disponibilizar informação valiosa para facilitar os trabalhos de manutenção dos sistemas monitorizados. Estas funções podem ser resumidas em:

- Planificação da manutenção preventiva permitindo o estabelecimento de formulários que possam servir para calcular os resultados das actividades de manutenção preventiva. Oferece a possibilidade de introdução de medidas de manutenção preventiva e da sua comprovação, guiando o utilizador na análise dos resultados obtidos. Toda a informação é armazenada na base de dados de históricos para posterior análise estatística.
- Gestão de peças de reserva e armazéns. Esta aplicação permite a gestão de peças de reserva armazenadas e/ou instaladas, assim como dos instrumentos necessários ás actividades de manutenção. Regista entradas e saídas assim como trocas entre stocks de armazém e de reserva. Também memoriza a evolução dos diferentes componentes por forma a poderem ser calculados os respectivos MTBF baseados na realidade prática. Pode mostrar relatórios diferentes com a possibilidade de neles estabelecer filtros lógicos e classificação da informação por intermédio de diversos critérios como por exemplo o tipo de produto, a sua localização, fornecedor ou fabricante.
- Estatísticas: Aplicação destinada a disponibilizar a informação necessária ao pessoal de manutenção por forma a ajudar a tomada de decisões baseada nos dados registados e armazenados no sistema. Trata de agrupar e estabelecer cálculos estatísticos dos dados para serem utilizados nas actividades de manutenção preventiva e de reparação (MTBF, etc.). Esta aplicação pode gerar relatórios a partir de pedidos em consultas realizadas permitindo a visualização sob forma gráfica do resultado dessas consultas. Elabora arquivos com os

resultados obtidos e memoriza-os com a possibilidade da sua publicação para todos os utilizadores.

- Gestão do pessoal de manutenção: esta aplicação para além de gerir o pessoal designado para as actividades de manutenção permite a criação do planeamento de turnos de manutenção assim como das respectivas regras de formação (turnos dobrados, horas extraordinárias etc.).

7. INTEGRAÇÃO

O sistema WESTCAM assegura a versatilidade de integrar, através de interfaces de aquisição de dados, a informação de outros sistemas como sejam alarmes do sistema de energia, do de ar condicionado da sala de equipamentos de sinalização ou de outros quaisquer sistemas cujo interesse se relacione com a sinalização.

8. MOVIOLA DE CTC

O sistema do CTC pelas suas características particulares, tem o seu próprio sistema de Reconstrução de Sequências Moviola. A funcionalidade principal do Sistema de Reconstrução de Sequências Moviola permite ao utilizador de reconstruir o que se passou num momento determinado. Para isso o sistema armazena todos os eventos recebidos no CTC ordenados por dia e hora. Este sistema Moviola também apresenta uma interface gráfica para permitir que o operador possa com ele interagir.

Na parte inferior da janela do monitor apresenta um painel de controlo que possibilita todas as operações do modo Moviola.



Através do painel de controlo acede-se a todas as funções que podem ser realizadas pela reconstrução de sequências que se podem resumir nas seguintes:

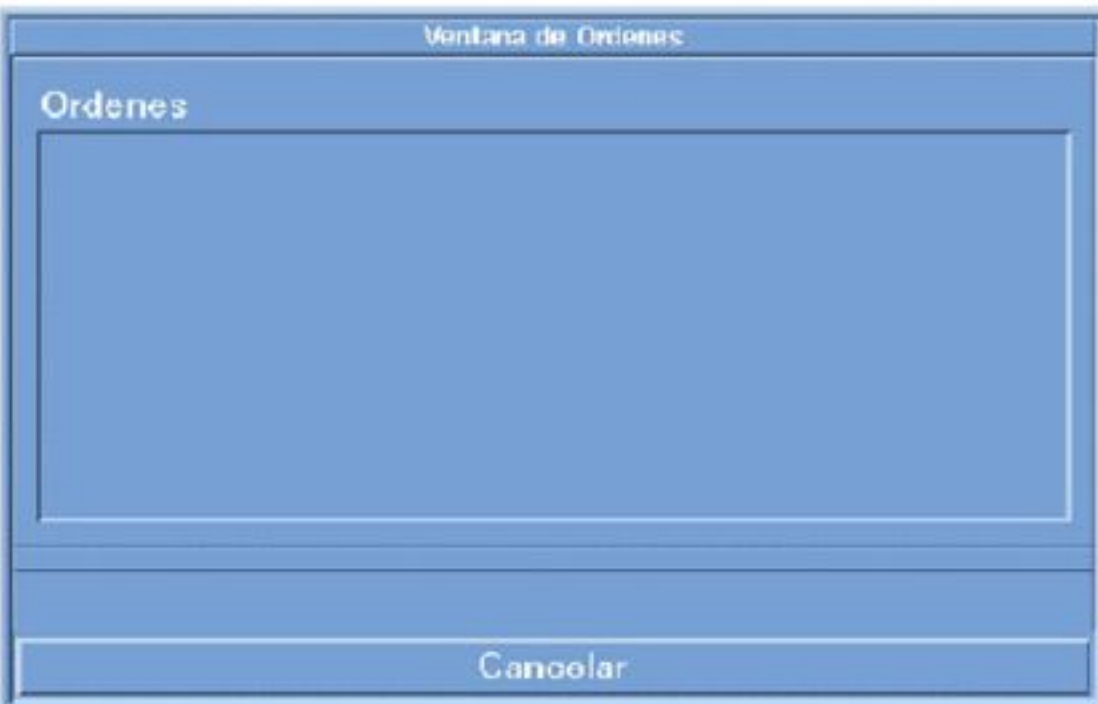
- Funcionamento.
- Pausa.
- Paragem.
- Hora de reconstrução e intervalo a reconstruir.

Também permite visualizar, a pedido do utilizador do sistema e através do painel de controlo:

- Os alarmes recebidos ó processados.



- As ordens enviadas aos encravamentos, tanto as manuais como as automáticas.





MANUTENÇÃO UM PROCESSO EM CONSTANTE EVOLUÇÃO

Luís Correia
 Direcção Nacional de Manutenção
 Invensys Dimetronic Signals Portugal

Para dar resposta às necessidades dos nossos clientes, nomeadamente, REFER EP - Rede Ferroviária Nacional (antiga CP EP - Caminhos de ferro Portugueses) e Metropolitano de Lisboa a Dimetronic SA criou já no ano de 1995 o Departamento de Manutenção de Sistemas de Sinalização Ferroviários (DMSSF), como apoio tecnológico às novas instalações que estavam ser colocadas ao serviço dentro do plano Nacional de Modernização altura em que se encontrava a 24% a implementação do Projecto SISSUL (Sistemas Integrados de Sinalização do Sul).

Actualmente possui várias valências, que lhe permite intervir nas mais variadas áreas ligadas à Sinalização Ferroviária (Passagens de Nível Automatizadas, Retorno de Tracção, Sistema CONVEL, Sistemas backup de Energia entre outros).

1. EVOLUÇÃO

O percurso até aos dias de hoje, foi pautado pela introdução e convergência de metodologias de melhoria contínua (Lean Production e 6- σ). Assim, somos confrontados permanentemente com as seguintes questões (figura 1):

1. Existem variações em algum processo?
2. Quais as suas fontes?
3. O que fazemos para minimizar as variações?
4. Que recursos desperdiçamos?
5. O que podemos fazer para melhorar?

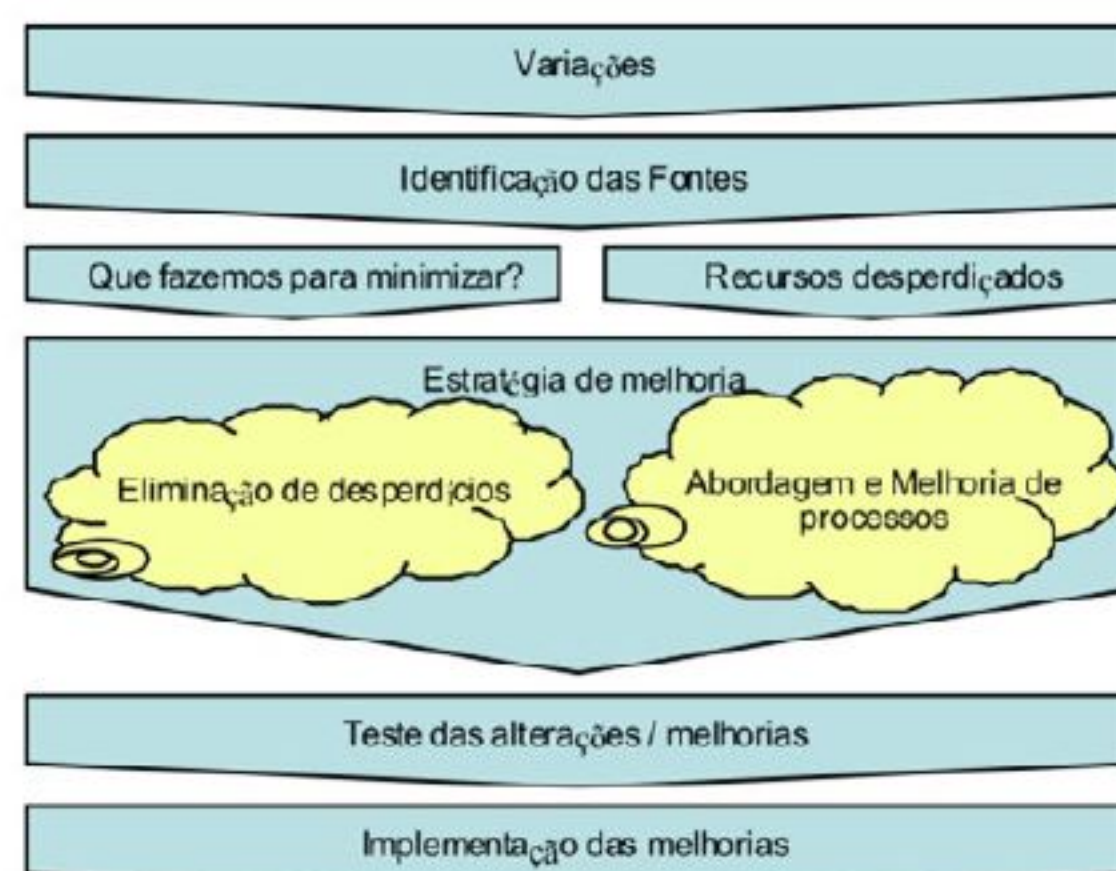


Figura 1 - Metodologia de melhoria

Deste modo, é necessário que todas as actividades a realizar estejam devidamente especificadas no seu conteúdo, prazos e resultados esperados; que todas as técnicas a implementar assentem em métodos previamente testados, e que todos os elementos extraídos sejam passíveis de análise e tratamento estatístico.

2. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Uma boa avaliação de desempenho do sistema, é algo essencial para detectar e corrigir desvios ao desempenho desejado (figura 2). Nesta avaliação, os indicadores por nós utilizados são: eficácia das acções de manutenção preventiva; tempos de resposta; impacto das avarias de sinalização na exploração ferroviária e o rácio entre, anomalias derivadas de acções preventivas (AP) e acções

correctivas (AC), tendo-se estabelecido que este rácio deverá ser inferior a 0,5% [1].

$$RA = \frac{AP}{AC} \times 100 \leq 0,5\% \quad (1)$$

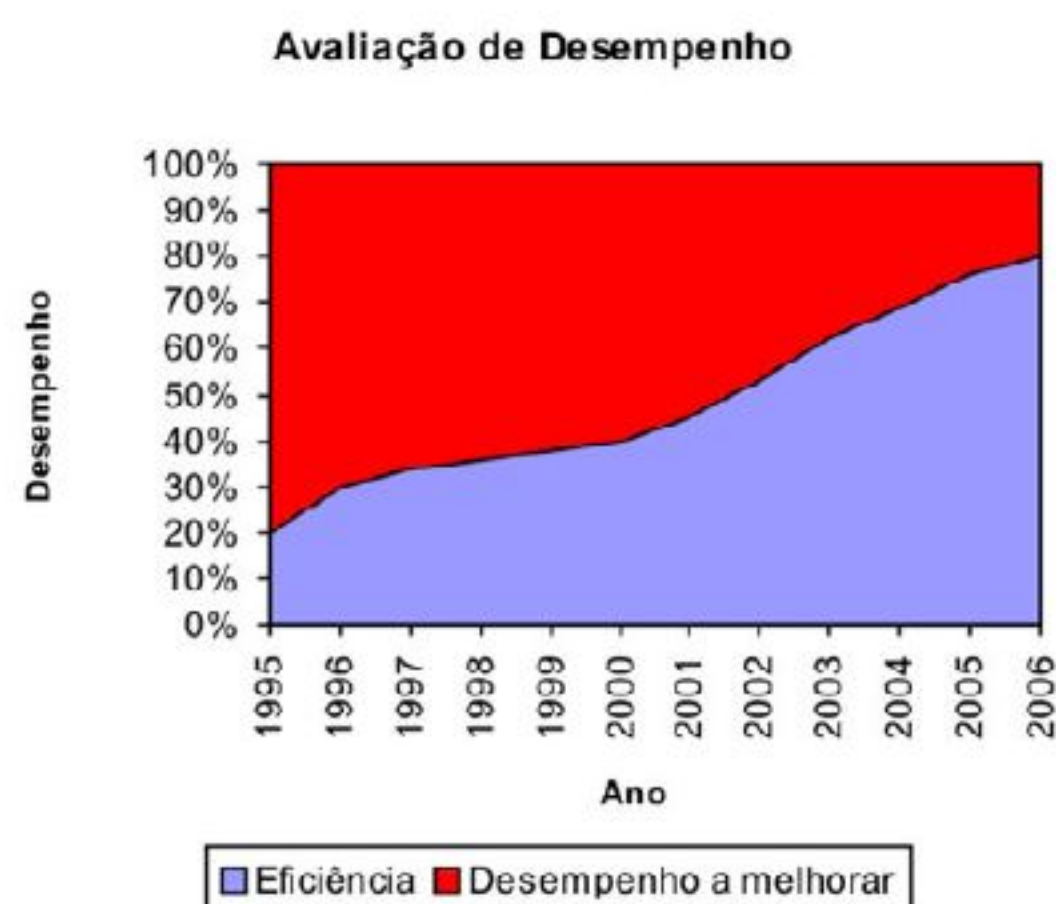


Figura 2 - Avaliação de Desempenho

Os objectivos por nós traçados a médio - longo prazo têm sido atingidos, como mostra a figura 2. De realçar, a existência de uma aceleração do desempenho a partir do ano 2000, motivada pela introdução das metodologias de melhoria continua referidas no ponto 1.

3. FUNÇÕES ESSENCIAIS DA MANUTENÇÃO

A manutenção envolve inúmeros factores e intervenientes, que têm de respeitar um conjunto de funções. Uma função importante da Manutenção é aumentar o ciclo de vida dos equipamentos mantidos, conseguindo-se assim, obter ganhos futuros (Figura 3).

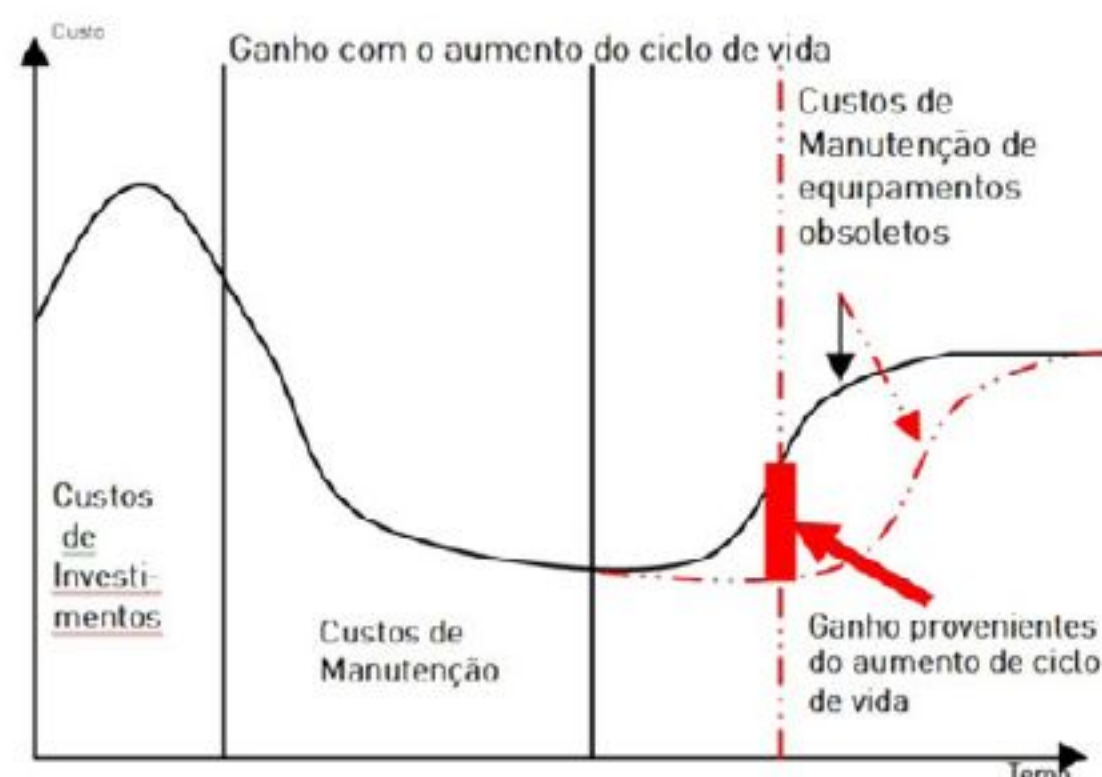


Figura 3 - Ganho com o aumento do ciclo de vida

Deste modo, a Dimetronic Signals Portugal tem estado numa procura constante de novas técnicas e tecnologias, investindo em equipamentos de ponta (figura 4) para aumentar o MTBF (Mean Time Between Failures) e diminuir o MTTR (Mean Time To Repair).



Figura 4 - Exemplo de uma acção de manutenção

As acções de manutenção dividem-se em dois grandes grupos, as preventivas e as correctivas. As primeiras, são decorrentes de acções programadas e as segundas de carácter urgente. Na figura 5, é mostrado um diagrama de fluxos que representa de modo aproximado, como são geridas por nós as avarias.

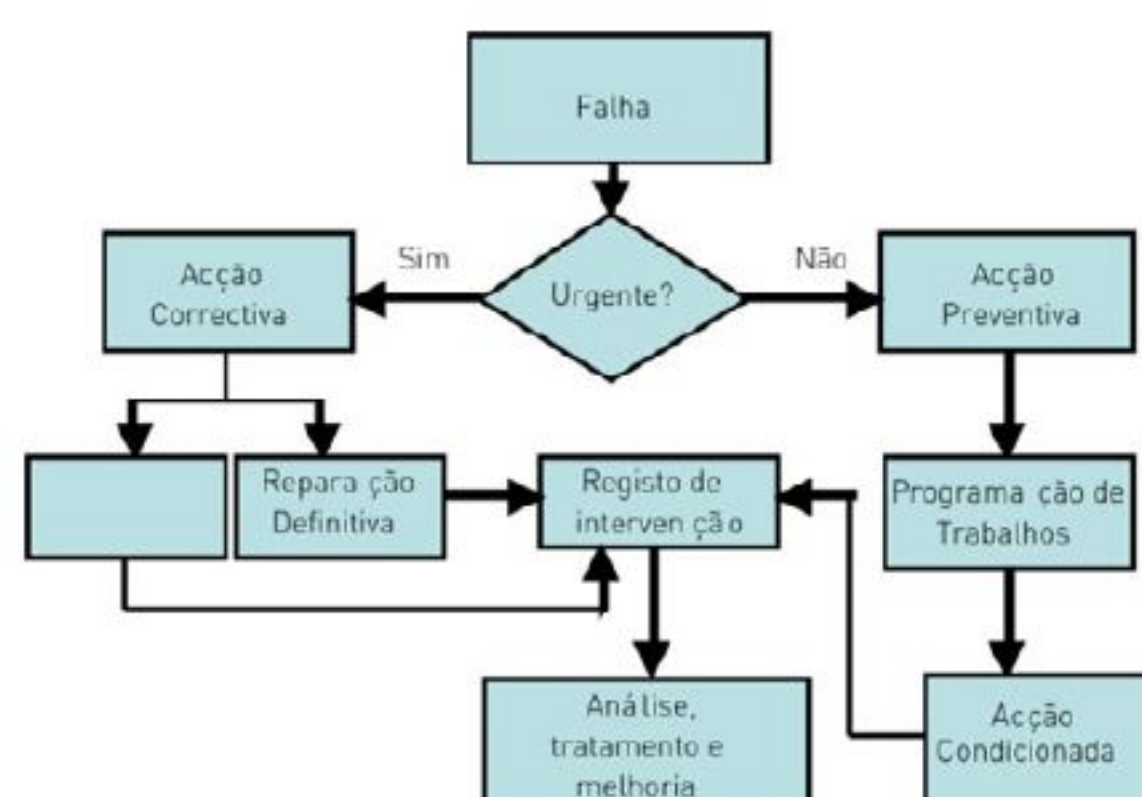


Figura 5 - Diagrama de fluxo do tratamento de avarias

Para a resolução e prevenção de uma avaria, estão previstos alguns instrumentos de ajuda aos diagnósticos e decisões, nomeadamente: a inspecção visual; a análise por termografia; a análise do comportamento eléctrico e lógico, e o datalogging (Figura 6). Actualmente, a Dimetronic

Signals Portugal, está a desenvolver um módulo ERP (Enterprise Resource Planning) inserido no software BAAN, que vai permitir: o acesso a todos os dados da instalação em tempo real; uma análise estatística mais profunda; a gestão do stock global, e outras funções de apoio à gestão e planificação.



Figura 6 - Analisador da Qualidade da Rede

4. CRESCIMENTO DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO

Quando o departamento iniciou, em 1995, tinha como função, manter pouco mais de 117 km de via única e empregava directamente 8 pessoas. Desde essa altura, o departamento tem crescido em competências e abrangências. Actualmente emprega 118 pessoas (figura 7), das quais 17% são quadros superiores. Este aumento de recursos humanos, está directamente ligado ao aumento de competências e equipamentos a intervir (figura 8).



Figura 7 - Evolução dos recursos humanos



Figura 8 - Número de equipamentos a manter

5. A DIMETRONIC NA MANUTENÇÃO

A Dimetronic Signals Portugal está presente desde Braga a Faro (Infraestruturas REFER EP), estando organizada por cinco (5) grandes Centros de Manutenção (Porto, Aveiro, Abrantes, Setúbal e Faro). Mantém integralmente, todos os equipamentos de sinalização, passagens de nível automáticas e sistema CONVEL (Controlo de Velocidade) instalados na área geográfica controlada pelo Sistema de Sinalização SSI (Solid State Interlocking), abrangendo cerca de:

1. 620,8 Km de via única;
2. 208 Km via dupla;
3. 2,6 Km de via sêxtupla.

6. NOTAS FINAIS

A Dimetronic Signals Portugal tem vindo a investir nesta área de negócio, considerando-a um segmento importante dentro da sua estrutura.

Face às exigências e à agressividade do mercado onde nos inserimos, pretendemos acima de tudo, oferecer aos nossos clientes um serviço de **Qualidade, Fiabilidade e Disponibilidade**.