

Sistema Eletrônico de Detecção de Trens por Contagem de Eixos: Um Projeto Brasileiro



I - INTRODUÇÃO

Para a implantação da Linha Leste-Oeste do METRÔ paulistano, a Companhia do Metropolitano de São Paulo adotou como premissa a utilização de engenharia e equipamentos genuinamente nacionais. Em particular, reservou-se para o Pátio de Itaquera o desenvolvimento de um Sistema de Controle com novas tecnologias, de forma a incorporar os recentes avanços da micro-eletrônica.

Nesse contexto, enquadra-se o Sistema Eletrônico de Detecção de Trens por Contagem de Eixos, que representa uma evolução tecnológica na sinalização metroviária e ferroviária em relação aos sistemas tradicionais de detecção de trens. Esta tendência pode ser observada em países de larga tradição em transporte ferroviário como são os casos da Alemanha, França e Japão.

O presente sistema de detecção foi desenvolvido pela PROCONTROL Engenharia de Sistemas S.A. e a Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), sob o patrocínio da Companhia do Metropolitano de São Paulo (METRÔ).

II - MÉTODO DE DETECÇÃO POR CONTAGEM DE EIXOS

O sistema de detecção de trens é um conjunto de equipamentos responsável pela sinalização de ocupação e desocupação dos blocos que constituem a via.

O método mais tradicional de detecção de trens é o de detecção contínua em corrente alternada. Nesse método os blocos, também conhecidos como circuitos de via, são delimitados por juntas isolantes. O trem, ao entrar no bloco, provoca curto-circuito entre os dois tri-

lhos de rolamento acarretando indicação de ocupação.

Outras alternativas como os circuitos de via com sinais de audiodiferença apresentam inovações em relação ao método tradicional, pois eliminam as juntas isolantes que trazem problemas mecânicos ao trilho. Todas elas apresentam em comum a detecção contínua da presença do trem no bloco, pois o veículo faz parte do circuito elétrico que o detecta.

O princípio de funcionamento do método de detecção por contagem de eixos consiste em contar os eixos que entram e descontar os eixos que saem de um bloco de via. Sempre que o contador estiver com indicação nula, o sinal de ausência de trem no bloco de via correspondente estará ativado.

Nesse método de detecção, os blocos de via são delimitados por pontos de contagem. Nesses pontos são instalados pares de sensores de presença de eixos colocados nos trilhos e separados por uma pequena distância fixa, o que permite a determinação da passagem e do sentido de movimento de cada eixo individualmente. Em geral, cada ponto de contagem é compartilhado pelos dois blocos de via vizinhos.

As informações colhidas pelos sensores são encaminhadas ao equipamento contador, responsável pela contabilização de eixos determinando a ocupação ou a desocupação do bloco de via correspondente. Um mesmo equipamento contador pode supervisionar vários blocos de via.

A detecção de trens por contagem de eixos apresenta substanciais vantagens em relação aos métodos tradicionais, tais como:

- A detecção independe do tamanho ou peso dos veículos, característica particularmente interessante em pátios de manobras onde é freqüente a presença de veículos auxiliares;
- Soluciona o problema de mau contato elétrico entre a roda e o trilho, resultante do acúmulo de ferrugem na superfície dos trilhos, comum em vias de baixa utilização;
- Elimina a necessidade de instalação de juntas isolantes entre os circuitos de via, evitando sectionar o trilho de rolamento;
- Não há necessidade de instalações elétricas especiais para o retorno da corrente de tração pelos trilhos;

O bloco de via pode ter configuração complexa, o que aumentaria tão somente o número de pontos de contagem, mantendo inalterado o equipamento contador;

Permite equipar blocos de via de grande extensão, visto que não há limitação imposta pelas características elétricas da via;

- Pode ser utilizada em vias equipadas com dormentes metálicos, ou em regiões com baixa resistência de lastro;
- Por se tratar de um processo digital, a detecção independe da calibração da recepção e portanto não se descalibra com o passar do tempo; e
- Baixo consumo de energia elétrica, inclusive permite a utilização de cabos conectores de baixa potência.

Convém salientar que esse método não detecta eventual rompimento da via permanente e apresenta inconveniências na ocorrência de falha de alimentação de energia elétrica. Recomenda-se a utilização de sistemas ininterruptos de alimentação ("no-break") com alto índice de dis-

ponibilidade.

III - DESCRIÇÃO SUCINTA DO SISTEMA

O Sistema Eletrônico de Detecção de Trens é composto pelos seguintes módulos: Módulo Sensor de Eixos, Módulo Contador de Eixos e Módulo de Alimentação Elétrica.

III.1 - MÓDULO SENSOR DE EIXOS

Para a função do sensor de eixo foram analisadas várias alternativas e efetivamente testadas duas delas: a óptica e a magnética.

O sensor magnético é baseado na mesma filosofia dos sensores magnéticos tradicionais de uso geral, ou seja, a detecção através da variação do fluxo magnético provocada pela presença da roda. O sensor óptico realiza a detecção pela interrupção de um feixe de luz infravermelho pulsado em 15 KHZ com modulação em amplitude de 1,85 KHZ. Ambos os sensores foram projetados e implementados utilizando-se a tecnologia eletrônica com características de falha segura ("fail-safe"), isto é, falhando qualquer componente do sensor este deverá indicar uma presença de roda.

Estes sensores são projetados para serem instalados nos trilhos sem impor restrições ao livre tráfego dos diversos veículos, tais como: "track-mobil", veículos de manutenção de via, esmerilhador de trilhos e o trem propriamente dito. Devem suportar a todo tipo de intempéries, à medida que estão expostos ao ar livre, desde chuvas até altas

temperaturas, sem perdas de desempenho.

Os sinais de presença de roda gerados por estes sensores são transmitidos até o contador de eixos através de cabos interligados ao quadro Distribuidor Geral (DG), onde são localizados os circuitos de proteção. Estes circuitos são constituídos de fusíveis e centelhadores, de modo que os ruídos provocados pelas altas correntes conseqüentes da tração elétrica de trens e de descargas atmosféricas não se propaguem para o módulo contador.

III.2 - MÓDULO CONTADOR DE EIXOS

Para a função de contagem de eixos, foi empregada a tecnologia digital, pela simplicidade e pelo baixo custo oferecido por esta tecnologia, sem comprometer o nível de segurança. O processamento dos sinais gerados pelos sensores, quais sejam, caracterizar a passagem de uma roda, determinar o sentido de sua movimentação, contabilizar os eixos presentes em um bloco e concluir o seu estado de ocupação ou desocupação, são tarefas simples quando executamos por microcontroladores que, organizados em arquiteturas convenientes, garantem um nível adequado de segurança e confiabilidade.

Essa característica de segurança é baseada na filosofia da redundância comparada. Nesse sistema, três elementos realizam tratamento independente para uma mesma informação e os resultados são comparados e votados. Adota-se

como verdadeiro o resultado que obtiver a "maioria". A redundância comparada é a solução mais adequada para permitir o uso de microprocessadores, com os quais não se pode garantir uma aplicação "fail-safe", em arquiteturas de alta segurança.

A função Contador é executada por um equipamento denominado MPES-51 (Multi-Processamento em Enlace Serial), constituído um conjunto de microcontroladores operando em paralelo, desenvolvido especialmente para aplicações onde se exijam um alto desempenho e uma alta confiabilidade em ambientes não controlados. A informação de bloco ocupado ou desocupado é transmitida para outros equipamentos que utilizam esta informação (Sistema de Controle Centralizado e/ou Sistema de Intertravamento) através de um canal de comunicação serial. Este canal, antes de ser ligado ao equipamento externo, é isolado eletricamente pelos circuitos da Interface do Detector.

A arquitetura MPES-51 pode ser analisada na figura 1.

Uma aplicação típica do MPES-51 é a supervisão e controle de dezenas de eventos simultaneamente, e ao mesmo tempo comunicando-se com computadores ou operadores, transmitindo as informações coletadas ou recebendo comandos de controle.

A sua confiabilidade deriva dos cuidados no seu projeto na qual são considerados:

- rigidez mecânica e resistência a vibrações;

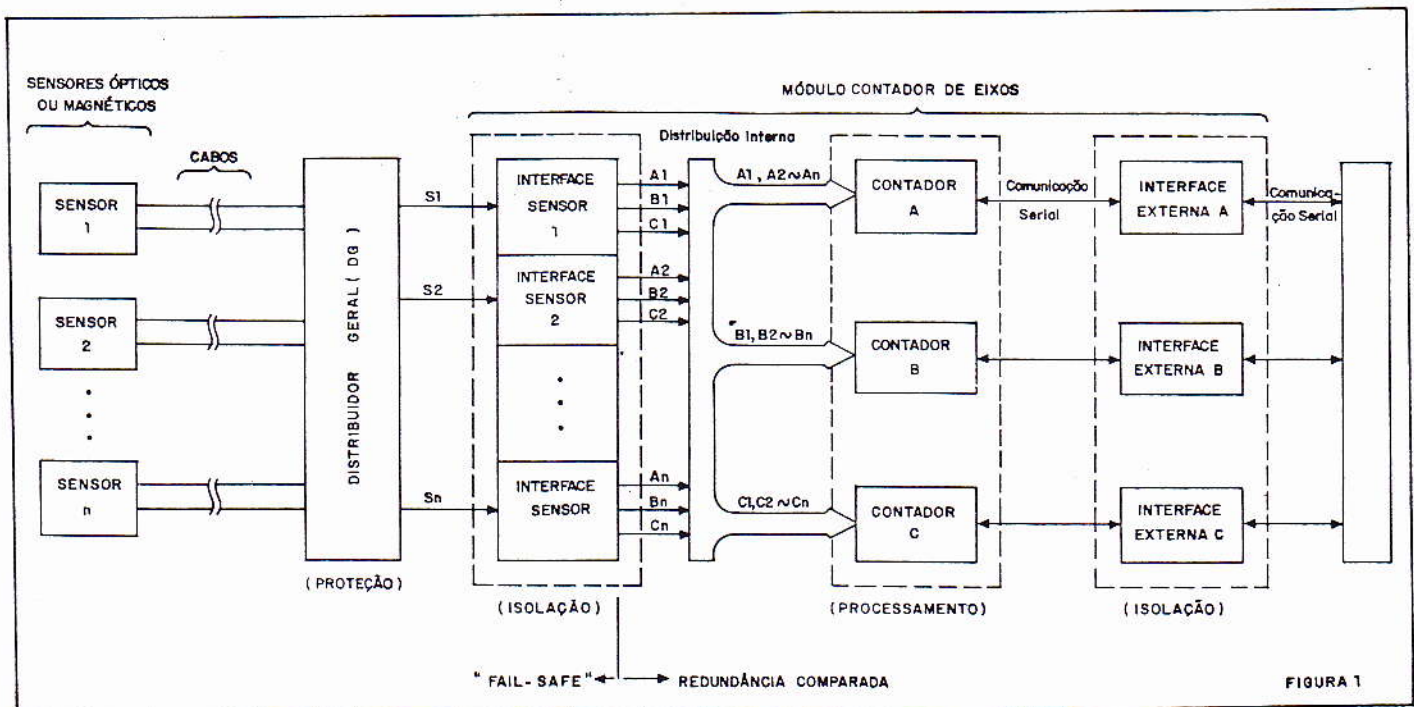


FIGURA 1

- tamanho reduzido e modularidade para facilitar a instalação e manutenção;
- isolamento elétrica das fontes de alimentação e das conexões externas;
- minimização da sensibilidade à ruídos eletromagnéticos;
- elevado MTBF através da seleção e uso de componentes de qualidade reconhecida;
- o uso de menor número possível de componentes, o que aumenta a confiabilidade, simplifica a manutenção e reduz o consumo;
- distribuição e dissipação do calor gerado.

Além disso, a arquitetura do MPES-51 permite uma combinação de configurações que aumentam a redundância dos seus elementos e funções, refletindo no aumento da sua disponibilidade e da sua confiabilidade.

O desempenho e a flexibilidade do MPES-51 é função da sua arquitetura multi-processada, que permite até 16 processadores trabalhando em paralelo e cooperando entre si através da comunicação pelo canal interno. A tarefa executada em cada processador dependerá do tipo da placa processadora (Processador Paralelo - PP, ou Processador Serial - PS) e do software executado.

Cada Contador é constituído de 10 processadores: 8 PP's e 2 PS's. Os PP's realizam a leitura dos sinais dos Sensores e efetuam a contagem de eixos. Cada PP possui 16 entradas e como cada Sensor possui dois sinais, ao todo são 8 Sensores controlados por um PP. Portanto, cada Contador pode supervisionar até 64 Sensores (8PP's x 8 Sensores).

O PS1 é o responsável pelo recolhimento das informações obtidas pelos PP's e contabilizar todos os eixos para concluir a ocupação ou desocupação de um bloco. Esta informação é passada ao PS2 que efetuará a transmissão pelo canal serial externo através de um protocolo de comunicação adequado ao equipamento externo.

III.3 MÓDULO DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

No método de detecção por contagem de eixos, a fonte e a distribuição de energia elétrica para os equipamentos possuem especiais importâncias, pois a memória que contém os eixos contabilizados não pode ser perdida. Conseqüentemente, todos os equipamentos do sistema de detecção têm alimentação elétrica garantida por um sistema "no-break" de alta confiabilidade e disponibilidade.

Os sensores e as interfaces de sensores são alimentados diretamente a partir do "no-break". Os contadores e as inter-

faces do detector, ou seja, a parte triplicada, são alimentados por três fontes de alimentação independentes também ligados ao "no-break". Desta forma, permite-se desligar um conjunto contador-interface do detector para manutenção de testes sem afetar a operação normal do sistema.

IV - IMPLANTAÇÃO DO PROTÓTIPO PIONEIRO

Durante todo o ano de 1986 estiveram em operação simulada dois conjuntos sensores ópticos, instalados na Via de Testes do Pátio de Jabaquara da Cia do Metropolitano de São Paulo. Além de terem sido realizados alguns testes com o sensor magnético.

O sensor óptico, em estágio mais avançado de desenvolvimento, mostrou-se muito superior às mais otimistas previsões. Supunha-se inicialmente que a sujeira nas lentes não permitisse que se alcançassem os índices de disponibilidade esperados. Porém, em um ano de operação, sem qualquer limpeza, não ocorreram falhas decorrentes desse problema. Isso pode ser considerado bastante bom, dado que nos pátios do METRÔ existe manutenção preventiva, por exemplo na pintura de alguns equipamentos à margem da via, com frequência mínima de duas vezes ao ano; ocasião em que se poderia programar a limpeza das lentes.

Outro problema esperado era o da vibração excessiva no sensor que fica acoplado diretamente ao trilho. Nas primeiras semanas de testes os sensores foram revisados e esse problema também foi contornado.

Quanto ao sensor magnético, pode-se afirmar que o empenho atual para sua utilização é relativo ao seu empacotamento, pois os testes mostraram perfeito funcionamento dos circuitos eletrônicos de um protótipo com estrutura de madeira. Não foi instalado ainda nenhum protótipo com empacotamento plástico, que deverá ser a versão definitiva.

Um protótipo completo, constituído de um equipamento MPES-51 e oito sensores ópticos, será instalado no Pátio de Jabaquara no início de 1987. Trata-se do primeiro protótipo do equipamento de detecção de trens pelo método de contagem de eixos, inteiramente desenvolvido no Brasil.

O equipamento estará instalado para efetivo teste integrado do Sistema de Detecção. Posteriormente, este equipamento servirá de "fac-simile" para sua industrialização e, após a implementação ao sistema, será de grande valia às atividades de manutenção de placas eletrônicas.

ENGENHARIA

PERÍODICO DE ENGENHARIA

└ 1 Ano Cz\$ 360,00
└ 2 Anos Cz\$ 720,00

Para assinar a ENGENHARIA basta preencher o cupom e enviá-lo, acompanhado de um cheque nominal à

ENGENHO
editora técnica Ltda

Rua Aurea, 292 (Vila Mariana)

Tel.: 571-1732

CEP 04015 - São Paulo - SP

NOME DO ASSINANTE	
EMPRESA	
ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA	
CEP	CIDADE
EST	DDD
TELEFONE	TELEX
CHEQUE N.º	BANCO
DATA	ASSINATURA