

WP00010

Tecnologia industrial sem fio para sistemas ferroviários

Richard Weatherburn
Gerente de marketing vertical,
Transportes
Belden
Richard.Weatherburn@belden.com



Índice

Resumo	1
Três tendências que determinam a necessidade da tecnologia sem fio	2
Considerações e desafios industriais	2
Integração bem-sucedida de trens de bordo sem fio	3
Resumo	5
Referências	5

Resumo executivo

Transporte rápido, cômodo, seguro e confiável é o principal objetivo de quem viaja, seja a negócios ou lazer. À medida que os operadores ferroviários buscam incentivar as pessoas a abandonarem seus veículos em prol das opções de transporte público, eles precisam manter-se atualizados com os mais recentes avanços tecnológicos e expectativas do cliente.

As demandas dos passageiros no transporte público continuam crescendo, desde o acesso individual à Internet através de smartphones, passando por opções instantâneas de entretenimento a bordo, até informações de viagem atualizadas. Esses serviços já não são mais um luxo, e sim uma necessidade. Para oferecer essas tecnologias sem fio, administrar e controlar os modernos sistemas atuais de transporte, é preciso que a infraestrutura de rede por trás disso tudo apresente o mesmo nível de sofisticação.

Há muitos anos, as aplicações de automação industrial vem abandonando a tecnologia fieldbus convencional em prol da Ethernet industrial. Embora a tecnologia fieldbus tradicional seja relativamente simples e extremamente confiável, a Ethernet oferece diversas vantagens adicionais, como flexibilidade extra, fácil uso e comunicação em tempo real.

Antes, vários dos protocolos e dispositivos de rede de transporte eram incompatíveis e os sistemas não podiam ser interconectados para obter a rede única integrada que é necessária atualmente. Com o recurso da Ethernet industrial de criar uma rede de assinantes individuais e usar a tecnologia global padronizada (IEEE 802.3¹), o trem inteiro de passageiros tornou-se uma rede integrada baseada na Ethernet industrial.

As arquiteturas de rede baseadas na Ethernet industrial apresentam diversas vantagens, entre elas a interconexão de sistemas, maior flexibilidade e facilidade para adicionar redes locais sem fio (WLANs), que ampliam o leque de possibilidades de novas aplicações e serviços para passageiros.



Este artigo abordará como a tecnologia sem fio nas configurações de transporte industrial, mais especificamente no setor ferroviário, pode ajudar a atender às demandas dos clientes e a incorporar a tecnologia mais recente, ao mesmo tempo que oferece segurança contínua e níveis mínimos de atraso ou inatividade. Quando pensamos no setor ferroviário, isso inclui tudo, desde os trens de alta velocidade que ligam estados ou países até os sistemas ferroviários leves, subterrâneos ou os metrô de grandes cidades.

Três tendências que determinam a necessidade da tecnologia sem fio



Existem três áreas principais que mostram por que a tecnologia sem fio vem se tornando essencial nos sistemas ferroviários modernos.

1. Expectativas dos passageiros — no cenário de necessidades dos passageiros, os operadores ferroviários estão tentando trocar o modo de transporte dos viajantes da estrada para a ferrovia. Um diferenciador claro (e um aspecto importante que conduz essa mudança) é a capacidade de o operador ferroviário fornecer acesso à internet sem fio a bordo. Uma análise de passageiros que viajaram pela rota Capitol Corridor ao longo da costa oeste em 2012 mostrou que a oferta de acesso grátis à internet sem fio leva a um aumento de aproximadamente 3% no número de passageiros². Além de Wi-Fi, os sistemas de informações para passageiros em tempo real devem fornecer informações atualizadas e ao vivo da viagem sobre horário de chegada, conexões e números das plataformas. O entretenimento a bordo, incluindo a disponibilidade de filmes e séries de TV, é outra área de interesse — e os produtos industriais sem fio são fundamentais para oferecer todos esses serviços aos passageiros.
2. Configurações flexíveis — para maximizar o lucro e manter os custos baixos, normalmente, os trens são reconfigurados para suportar as diferentes necessidades de capacidade — seja ela um número maior ou menor de passageiros. Por exemplo, os grupos de vagões, chamados de "composições" ou



"formações" de trem, são unidos durante os horários de pico quando o grupo de pessoas que utiliza o transporte público atinge seu maior número. Logo depois, nos períodos calmos, os operadores podem reduzir o número de vagões em uso. Essas alterações de configurações são normalmente realizadas nas estações de trem, onde o processo de união e separação dos vagões pode ser difícil e demorado. A tecnologia sem fio, no entanto, oferece a solução ideal para este desafio, fornecendo um processo de conexão mais rápido e mais seguro.

3. Demandas de produtividade — os requisitos de desempenho dos trens estão cada vez mais exigentes com as solicitações de redução no consumo de combustível, maior confiabilidade, tempos de espera mais curtos nas plataformas, intervalos menores entre trens, equipes de bordo mais enxutas (talvez sem condutor) e maior segurança. Isso significa que a demanda por sistemas de diagnóstico e controle também está crescendo. Para assegurar o desempenho dos trens de passageiros conforme esperado, a coleta e o monitoramento de dados devem ocorrer em diversos sistemas de bordo, e, cada vez mais, o fluxo de dados não para aí. Agora, os sistemas de diagnóstico enviam relatórios para as estações antes de o trem chegar para manutenção, de modo que as peças de reposição e as ferramentas possam ser organizadas com antecedência. Os sistemas de bilhetes e reserva de assentos oferecem aos passageiros informações da viagem em tempo real. Os sistemas de Controle de Trens Baseado em Comunicação (CBTC) facilitam o controle e a movimentação dos trens remotamente, usando a tecnologia sem fio. Os exemplos (e as possibilidades de aplicação da tecnologia sem fio) são praticamente infinitos.

Considerações e desafios industriais

Embora existam vários benefícios na tecnologia sem fio e em sua capacidade de lidar com essas tendências-chave, também é importante considerar alguns dos desafios enfrentados pelo setor ferroviário na adição de recursos sem fio aos ambientes de bordo.

Belden. Você pode confiar.



A segurança contínua do tráfego e as redes de alta disponibilidade são a principal prioridade no setor de transportes. Todos os setores têm protocolos específicos e certificações a serem seguidos, e com o setor ferroviário não é diferente. Há especificações rigorosas em vigor, e elas são pré-requisito para qualquer equipamento de conectividade e rede sem fio a ser instalado por operadores ferroviários ou integradores de sistemas.

Entre essas normas estão:

- **Global:** International Electrotechnical Commission (IEC)³
- **Europa:** European Standard (EN)⁴
- **América do Norte:** Association of American Railroads (AAR)⁵, American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association (AREMA)⁶ e Underwriters Laboratories (UL)⁷

As duas normas mais comuns consideradas praticamente obrigatórias são:

- **EN 50155**, aplicável a todos os equipamentos elétricos instalados a bordo de vagões ferroviários, abrange requisitos climáticos, físicos e elétricos
- **EN 45545**, detalha os requisitos contra incêndio para os equipamentos elétricos instalados a bordo de vagões ferroviários

Além disso, existem novas normas emergentes que especificam e definem melhor o conceito de Ethernet a bordo, tais como:

- **IEC EN 61375⁸**, aplicável à arquitetura dos sistemas de comunicação de dados em trens abertos, incluindo a comunicação entre veículos, dentro de veículos e do trem para o solo — todas conhecidas como a Rede de Comunicação de Trens (TCN)
- **IEC EN 62580⁹**, especifica a arquitetura geral do Subsistema de Telemática e Multimídia de Bordo (OMTS) em uma combinação de trens, incluindo monitoramento por vídeo e televisão de circuito fechado (CCTV), bem como serviços para o condutor do trem, tripulação, passageiros, operador e operador de manutenção

Assim que o equipamento é instalado no vagão, o acesso a esses produtos pode tornar-se difícil para futuras trocas ou manutenções. Sendo assim, a manutenção preventiva deve ser minimizada. Já que essas atividades estão limitadas a períodos de manutenção planejados com antecedência (ou seja, não durante o transporte de passageiros), a confiabilidade é um requisito importante nessas redes.

A segurança também é extremamente importante no setor ferroviário. Quando ocorre um acidente com um trem, muitas vezes, pode haver morte, e, consequentemente, cobertura negativa da imprensa sobre a empresa responsável. As normas mencionadas anteriormente garantem que a segurança seja levada em conta em

todos os níveis, desde os próprios produtos até o projeto da rede. O objetivo principal é a operação segura do trem em geral.

E, por fim, os vagões são caros. Eles custam mais de US\$ 1,5 milhão cada e são geralmente arrendados pela empresa operacional. Quando um vagão não está em operação (ou seja, não está carregando passageiros pagantes), os vagões parados estão basicamente custando dinheiro para o operador ferroviário. Isso significa que a instalação e a preparação dos produtos de bordo devem ser o mais simples e objetivos possível para minimizar o tempo de inatividade do veículo.

Integração bem-sucedida de trens de bordo sem fio

Para atender às expectativas dos clientes, permitir configurações de trem flexíveis e satisfazer as demandas de maior produtividade, deve-se usar a tecnologia industrial sem fio. O uso de Ethernet sem fio nos trens também oferece inúmeras maneiras de aumentar a segurança e comodidade dos passageiros, além de melhorar a produtividade e flexibilidade para os operadores ferroviários.

Para uma integração bem-sucedida de produtos industriais sem fio em uma configuração ferroviária, os seguintes pontos precisam ser levados em consideração:

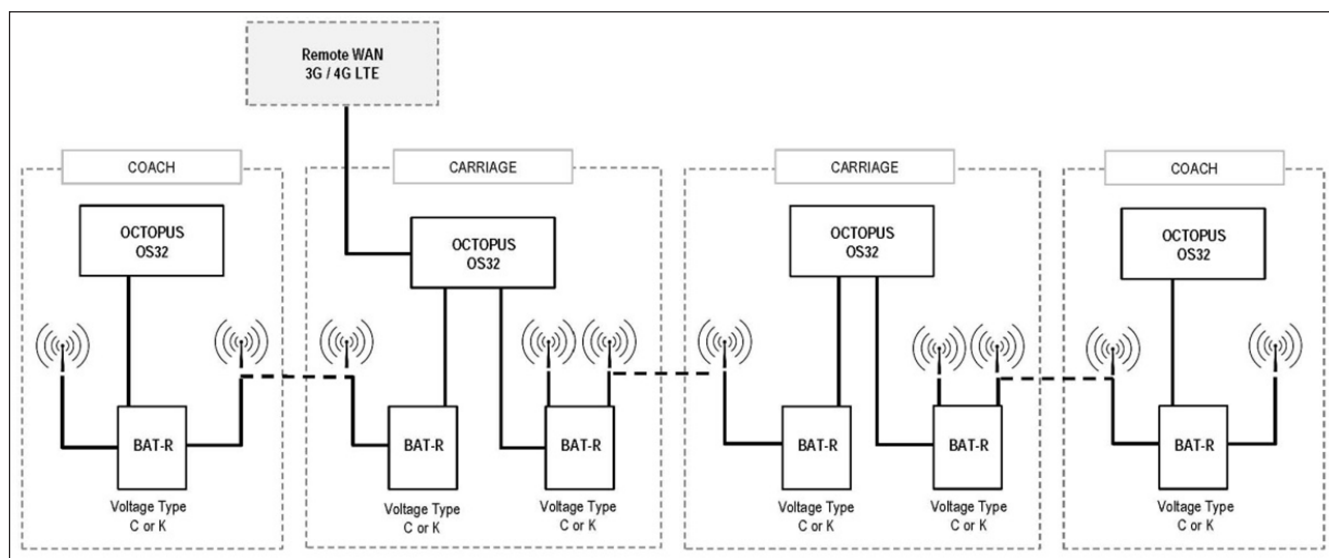


Figura 1: este diagrama mostra o projeto típico de uma rede sem fio para um trem que precisa de conectividade sem fio a bordo.

- Ambiente rigoroso. O setor ferroviário apresenta seus próprios desafios específicos quando se trata de condições ambientais. Os trens precisam de produtos duráveis que suportem o alto nível de desgaste causado por fatores como flutuações de temperatura e umidade da chuva, neve e gelo. Os operadores precisam de produtos projetados e construídos especificamente para os ambientes rigorosos encontrados no setor ferroviário. Alguns exemplos são pontos de acesso sem fio que possam ser montados em DIN-Rails ou instalados no teto do trem ou outros produtos de rede que consigam funcionar em temperaturas na faixa de -40°C a $+70^{\circ}\text{C}$ e suportar descargas elétricas de até 25 kV. Além disso, para evitar qualquer interferência, é necessária uma tecnologia que elimine de modo confiável as frequências de rádio conflitantes, garantindo conexões sem fio estáveis a todo momento.
- Medidas de redundância. A confiabilidade é um fator-chave no setor de transportes e os trens precisam de medidas à prova de falhas em vigor para manter sua rede industrial funcionando. Inatividade ou atrasos custam dinheiro e causam impacto negativo no nível de satisfação dos passageiros. Nas aplicações sem fio, mais especificamente, os produtos com Protocolo de Redundância Paralelo (PRP)¹⁰ integrado podem ajudar a melhorar drasticamente a confiabilidade e qualidade das conexões sem fio. Consequentemente, as aplicações sensíveis à perda e latência, encontradas normalmente no setor ferroviário, podem ser operadas com êxito com a tecnologia industrial sem fio.
- Gerenciamento central. Os recursos de rede sem fio também permitem o gerenciamento e monitoramento da rede remotamente, a partir de um local central, incluindo sistemas de informações para passageiros e controle de tráfego. O software de gerenciamento de rede, por exemplo, consegue reconhecer a topologia da rede de bordo de um trem e usar as informações para atribuir números a vagões e até mesmo a assentos específicos. Também é possível obter informações instantâneas da ocupação de vagões individuais.
- Medidas de segurança. Os produtos industriais sem fio podem exercer um papel importante na melhoria da segurança dos passageiros e da rede do trem. Por exemplo, câmeras baseadas em IP monitoram a estação de trem e os vagões enquanto pontos de acesso sem fio possibilitam a transmissão segura das informações de vídeo.
- Normas e certificações. Conforme destacado anteriormente, o setor ferroviário tem normas específicas de rede industrial a serem atendidas conforme a localização geográfica. Quando a tecnologia sem fio é incorporada, é fundamental selecionar produtos de rede e conectividade que também estejam em conformidade com a norma de transmissão IEEE 802.11n¹¹ para WLANs e que tenham as certificações relevantes do país para o setor ferroviário mundial.
- Tendências futuras e expansão. Uma rede Ethernet industrial é basicamente flexível e facilmente expansível, o que a torna ideal para adaptação e acomodação de futuras tendências no setor de transportes. A rede Ethernet possibilita o aumento na velocidade dos dados e a programação flexível para a tecnologia ferroviária moderna de alta velocidade. Recursos como cobertura em vídeo das plataformas para condutores de trem ou câmeras dianteiras que aumentam a segurança também são proporcionados pela tecnologia Ethernet sem fio.

A figura 1 mostra uma configuração típica de rede sem fio em um sistema ferroviário de bordo. Nesta situação, o operador ferroviário buscou a transmissão rápida e confiável de dados operacionais e informações para passageiros por meio de uma infraestrutura de Ethernet industrial, além da interconexão de vários sistemas de bordo via switches Ethernet rápidos.

O operador deparou-se com diversos desafios nesta aplicação, entre eles a necessidade de conexões de dados entre vagões com velocidades acima de 100 Mbps e manter a



instalação em nível mínimo, com pouco ou nenhum impacto na fiação existente.

Conforme a ilustração, a rede foi segmentada em diversas zonas com base em parâmetros físicos e cada zona é apoiada por um ou dois pontos de acesso sem fio (OpenBAT-R) além de um switch Gigabit gerenciado por Ethernet industrial (OCTOPUS OS32).

Os pontos de acesso selecionados ofereceram módulos sem fio duplos e, em alguns casos, podiam ser usados tanto para serviços Wi-Fi internos quanto para comunicação entre vagões. Essa função dupla ajudou a minimizar os possíveis desafios de instalação.

O uso da tecnologia sem fio para a comunicação entre vagões é a solução ideal para a modernização de serviços Ethernet de bordo já existentes nos trens. Como não há necessidade de modificar a fiação existente entre os vagões, os custos podem ser mantidos em nível baixo e as certificações de segurança subsequentes tornam-se mais simples de serem asseguradas.

Os switches Gigabit gerenciados usados nesta aplicação tinham os recursos Power over Ethernet (PoE) e, portanto, podiam ligar

os dispositivos sem fio diretamente pela Ethernet. Isso eliminou a necessidade de instalar fontes de alimentação e cabeamento nos dispositivos sem fio, o que também simplificou a instalação e reduziu os custos.

Os switches também forneceram conectividade de rede local em cada vagão para todos os outros serviços e aplicações baseados em Ethernet. Com suporte para até duas portas Gigabit cada, os switches poderão lidar com aumentos futuros na taxa de transmissão de dados.

Por fim, a combinação do projeto inovador com os produtos certos, ajudou este operador ferroviário a atualizar sua rede e deixá-la preparada para o futuro. O uso da tecnologia mais recente sem fio possibilitou contornar os desafios e atingir as metas definidas de rede e conectividade.

Resumo

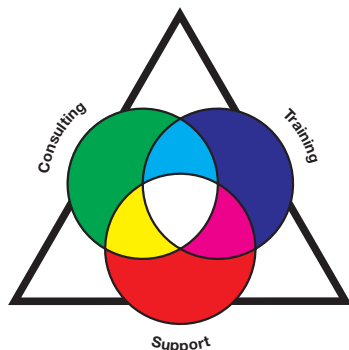
As redes industriais do setor ferroviário devem equilibrar as necessidades dos passageiros e operadores ferroviários, assegurando altos níveis de confiabilidade, segurança e conforto. Levando em

consideração o desafiador ambiente ferroviário, a rede exigirá produtos específicos projetados para altos graus de resiliência e que também atendam aos rigorosos padrões de redundância, disponibilidade e segurança dos dados. A integração da rede sem fio trará muitos benefícios ao setor e, ao mesmo tempo, apresentará alguns desafios novos com o intuito de manter níveis ideais de confiabilidade e desempenho.

Embora este artigo técnico tenha identificado várias tendências novas enfrentadas pelo setor ferroviário, a tecnologia de rede e as expectativas dos clientes continuarão evoluindo. Os vagões serão cada vez mais sofisticados e as taxas de transmissão de dados continuarão crescendo para dar suporte a novas aplicações. Os avanços também continuarão acontecendo nas normas do setor. Isso faz com que seja essencial ter uma rede projetada para futuras atualizações e expansões, de modo que as necessidades atuais possam ser atendidas ao mesmo tempo que é feito o planejamento para futuros requisitos e tendências.

Referências

- 1 802.3-2012 – Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standard for Ethernet. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.3-2012.html>
- 2 The European Market for Train-Based Wireless Broadband Services 2012. Published by BWCS Ltd. <http://www.bwcs.com/mainsub.cfm?l1=16258&l2=16369>
- 3 International Electrotechnical Commission (IEC). <http://www.iec.ch/>
- 4 European Standard (EN). <http://www.cencenelec.eu/standards/DefEN/Pages/default.aspx>
- 5 Association of American Railroads (AAR). <https://www.aar.org/>
- 6 American Railway Engineering and Maintenance-of-Way Association. <https://www.arema.org/>
- 7 Underwriters Laboratories (UL) Standards. <http://ulstandards.ul.com/>
- 8 IEC EN 61375 "Train Communication Network (TCN)." <https://webstore.iec.ch/publication/5397>
- 9 IEC EN 62580 "Onboard Multimedia and Telematic Subsystems For Railways." <https://webstore.iec.ch/publication/21817>
- 10 White Paper: Parallel Redundancy Protocol Notably Improves Industrial Wireless Reliability. <http://info.belden.com/wireless-cp1-bc-lp>
- 11 802.11n-2009 – Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standard for Information Technology – Local and Metropolitan Area Networks. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11n-2009.html>



Belden Competence Center

Com o aumento da complexidade das soluções de comunicação e conectividade também aumentou os requisitos de concepção, implementação e manutenção destas soluções. Para os usuários, adquirir e verificar o conhecimento especializado desempenha um papel decisivo neste aspecto. Como um parceiro confiável para soluções integradas, a Belden oferece apoio especializado em questões de consultoria, design e técnicas, bem como cursos de formação em produtos e tecnologia, tudo em um único lugar: Belden Competence Center. Nós também oferecemos classificação indicada para cada especialidade pelo primeiro programa de certificação de redes industriais em todo o mundo. O conhecimento atual do fabricante, uma rede de serviços internacionais e acesso a especialistas externos, garante o melhor suporte possível para seus produtos. Independentemente da tecnologia que você usa, você pode contar com o nosso apoio e execução para otimizar todos os aspectos de suas operações diárias.

Sobre a Belden

A Belden Inc., líder mundial em soluções completas de transmissão de alta qualidade, oferece um amplo portfólio de produtos projetados para atender às necessidades críticas de rede dos mercados industriais, corporativo e de transmissão. A Belden está no centro da transformação global para um mundo conectado, com soluções inovadoras voltadas para a transmissão confiável e segura de volumes cada vez maiores de dados, áudio e vídeo necessários nas aplicações atuais. Fundada em 1902, a sede da empresa fica em St. Louis, EUA, com unidades de fabricação na América do Norte, América do Sul, Europa e Ásia.

Para obter mais informações, acesse www.belden.com e siga a empresa no Twitter [@BeldenInc](https://twitter.com/BeldenInc).