



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

**ENERGIA - IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE BLOQUEIO PARA
DISJUNTORES DE TRACÇÃO**



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

INTRODUÇÃO

O transporte público ferroviário desempenha um papel crucial no desenvolvimento urbano e regional do estado de São Paulo, além de servir como meio de transporte de passageiros, contribui significativamente para a criação de oportunidades econômicas e culturais. Para garantir uma operação contínua e segura, a manutenção eficiente dos sistemas ferroviários é de extrema importância, assegurando tanto a segurança dos passageiros bem como a integridade dos ativos da companhia.

A Via Mobilidade, responsável pelas linhas 8-Diamante e 9-Esmeralda desde 2022, tem investido na modernização das infraestruturas e equipamentos para melhorar a experiência dos passageiros, garantindo uma jornada segura e confortável. Dada a variedade e o tempo de vida dos ativos, a concessionária realiza diagnósticos detalhados para aprimorar continuamente as técnicas de manutenção.

O grupo CCR, atuando na infraestrutura de mobilidade urbana, concessão de rodovias e aeroportos, gerencia 39 ativos em 13 estados brasileiros, com mais de 17 mil colaboradores. Na mobilidade urbana, a CCR transporta diariamente 3 milhões de passageiros por meio de metrô, trens, VLTs e barcas.

A Linha 8-Diamante possui 22 estações operacionais e uma estação em projeto (Ambuitá). Com 41,6 km de extensão, a linha liga Júlio Prestes a Amador Bueno. Ela



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

interliga-se com a Linha 3-Vermelha do Metrô, a Linha 7-Rubi da CPTM e a Linha 9-Esmeralda da ViaMobilidade, com previsão de conexão futura com a Linha 6-Laranja.

A Linha 9-Esmeralda conta atualmente com 20 estações, estendendo-se de Mendes-Vila Natal até Osasco, e possui uma estação em construção (Varginha). Com 37,3 km de extensão, a linha se integra com as Linhas 4-Amarela, 5-Lilás e 8-Diamante, além de uma futura conexão com a Linha 17-Ouro. Somadas, as Linhas 8 e 9 possuem uma extensão total de 78,9 km.

Este artigo foca no desenvolvimento de um sistema de bloqueio para disjuntores de 3KVcc em subestações e cabines de seccionamento e paralelismo das Linhas 8 e 9. O sistema visa assegurar um restabelecimento rápido e seguro dos equipamentos, minimizar riscos elétricos para mantenedores e clientes, e aumentar a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos para operação comercial. Abordaremos também o mapeamento do sistema elétrico em relação aos trechos da rede aérea com maior incidência de desarmes e bloqueios, abordando os desafios impostos por disjuntores antigos e obsoletos.

A alimentação elétrica dos trens das Linhas 8 e 9 são provenientes das subestações de tração, que é uma instalação elétrica de alta potência que contém equipamentos para a transmissão e distribuição de energia elétrica, para a demanda total das Linhas 8 e 9,

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

temos hoje um total de 10 subestações de tração e 8 cabines de seccionamento e paralelismo distribuídas ao longo do trecho.



Figura 1 – Subestação Cidade Dutra

As subestações e cabines de seccionamento e paralelismo utilizam em comum os disjuntores de tração para alimentação da rede aérea, fato esse que nos fez implementar o sistema de bloqueio em todas as localidades, sabendo que temos 10 subestações e 8 cabines de seccionamento e paralelismo ao longo do trecho das Linhas 8 e 9, com 4 disjuntores de tração por local, temos um total de 72 disjuntores de tração em regime de trabalho. Essa quantidade de disjuntores em operação, nos dá uma base da importância operacional do sistema de bloqueio implementado nas Linhas 8 e 9.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

DIAGNÓSTICO

Antes da implementação do sistema de bloqueio, a manutenção corretiva dos disjuntores de 3KVcc era predominantemente reativa. O intervalo para restabelecimento dos equipamentos danificados era elevado, fato que prejudicava o sistema elétrico das linhas, devido à indisponibilidade do ativo para operação comercial.

Um exemplo crítico dessa situação é o disjuntor modelo Ansaldo, utilizado na subestação Jaguaré, que sofreu danos severos após múltiplos rearmes provocados por problemas na rede aérea.

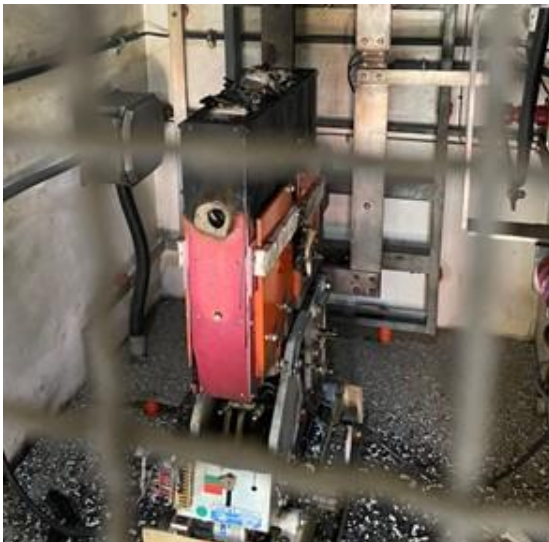


Figura 2 – Disjuntor Ansaldo Avariado

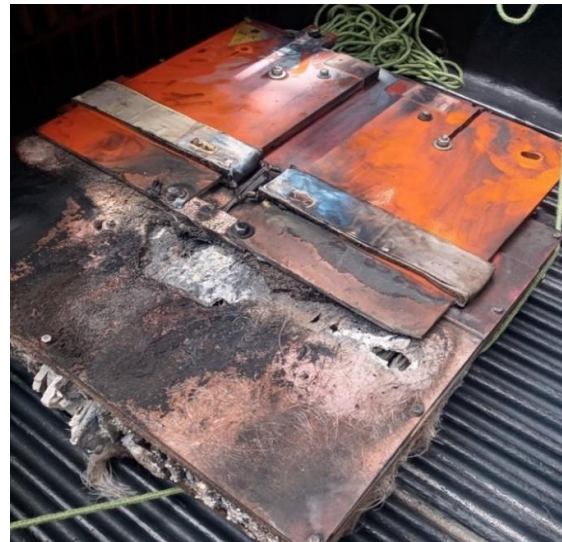


Figura 3 – Câmara de Extinção Avariada



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

A dificuldade em obter novas peças de mercado nos levou a uma dependência de utilização de componentes de disjuntores reconicionados. Isso não só aumentava o tempo de inatividade dos equipamentos como também elevava os riscos operacionais. A ausência de um sistema eficiente de bloqueio permitia que rearmes automáticos, em caso de falhas, expusessem os sistemas e equipamentos a danos severos, comprometendo a confiabilidade e segurança da operação comercial.

A implementação do sistema de bloqueio personalizado para os disjuntores de 3KVcc foi baseada em uma análise detalhada das necessidades específicas das subestações e cabines de seccionamento e paralelismo. O sistema possui algoritmo de controle que visa mitigar danos graves aos ativos, sendo composto por relés e temporizadores projetados para monitorar e bloquear automaticamente os disjuntores em caso de comportamento anormal da rede aérea. A principal função desse sistema é impedir rearmes consecutivos de disjuntores por curto-circuito ou sobrecarga que podem causar danos severos aos ativos da companhia.

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

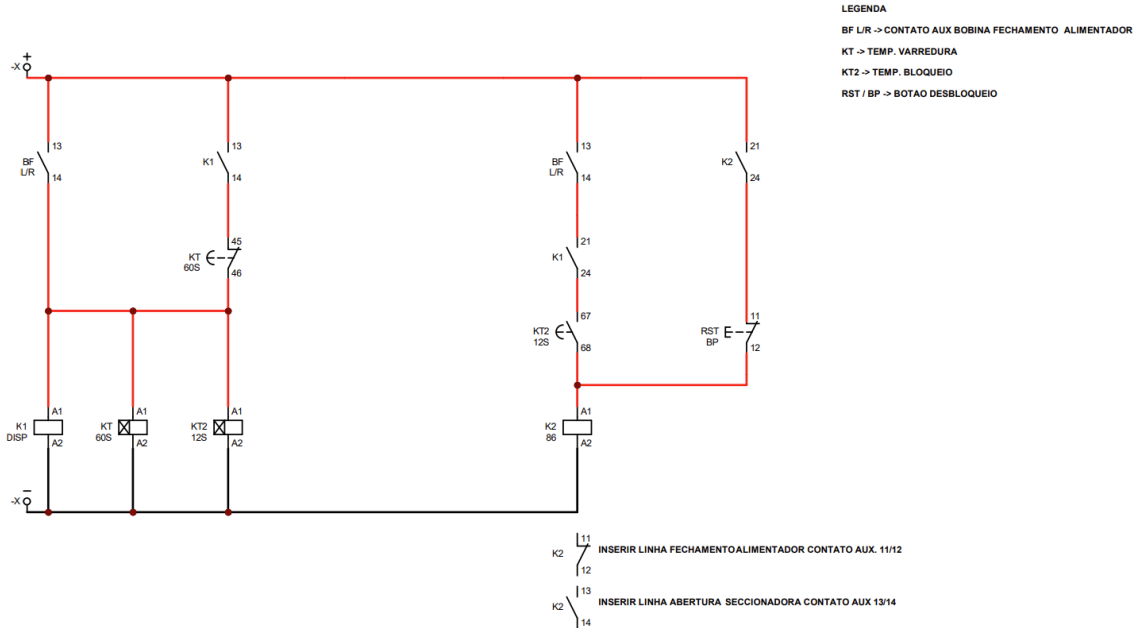


Figura 4 – Sistema de Bloqueio – Tipo 1 – Utilizado na Linha 8-Diamante

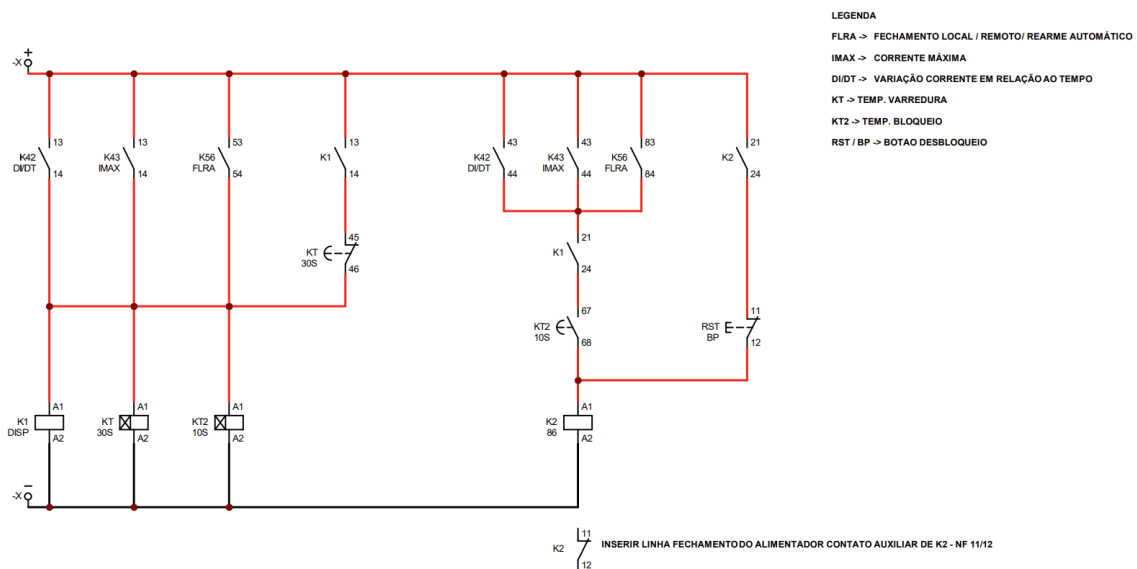


Figura 5 – Sistema de Bloqueio – Tipo 2 – Utilizado na Linha 9-Diamante

30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Figura 6 – Componentes



Figura 7 – Botão de desbloqueio

O resultado direto foi uma elevação significativa na disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos. A implementação do sistema permitiu o restabelecimento rápido e seguro dos equipamentos, além de mitigar potenciais riscos elétricos para os mantenedores e clientes. O mapeamento das áreas da rede aérea mais propensas a desarmes e bloqueios foi outro benefício importante, fornecendo uma visão detalhada que orienta a manutenção preventiva e aprimora a eficiência operacional.

Os sistemas de bloqueio também mostraram eficácia na proteção dos disjuntores de tração contra danos causados por rearmamentos automáticos, a redução dos custos associados à manutenção corretiva e a otimização da operação do sistema de energia refletem diretamente na segurança dos clientes e na eficiência operacional das Linhas 8 e 9. Além disso, a melhoria dos padrões de segurança e confiabilidade criou um ambiente operacional mais seguro para todos os envolvidos.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. Redução dos tempos de Inatividade

- a. Detecção Rápida e Isolamento de Falhas: O sistema de bloqueio automatizado permite a detecção imediata de anomalias, como sobrecargas e curtos-circuitos, com isolamento rápido dos disjuntores afetados, isso minimiza o tempo de diagnóstico manual e agiliza a resposta às falhas.
- b. Processo de Restabelecimento Eficiente: Com a integração de relés e temporizadores, o sistema facilita o reinício seguro dos serviços, garantindo que os disjuntores só sejam religados após a resolução completa da falha, isso evita rearmamentos desnecessários que poderiam prolongar a inatividade do equipamento e operação.
- c. Impacto na Operação Comercial: A redução dos tempos de inatividade diretamente melhora a pontualidade e a disponibilidade dos trens, crucial para manter o serviço principalmente em horários de pico e minimizar o impacto nas operações diárias.

2. Aumento da Confiabilidade dos Equipamentos

- a. Proteção Contra Rearmes indevidos: O sistema evita que disjuntores sejam submetidos a rearmes consecutivos em situações de falha, que



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

poderiam causar danos adicionais até mesmo a outros equipamentos, especialmente nos disjuntores de modelos mais antigos e obsoletos.

- b. **Manutenção Proativa:** A capacidade de identificar falhas potenciais antes que ocorram, permite a implementação de um plano de manutenção preventiva, reduzindo a probabilidade de falhas catastróficas e prolongando a vida útil dos equipamentos.
- c. **Desempenho dos Disjuntores:** A melhoria na confiabilidade dos disjuntores traduz-se em uma operação mais estável e consistente, essencial para manter a continuidade da operação comercial.

3. Segurança Aprimorada

- a. **Mitigação de Choques Elétricos:** A intervenção automática do sistema de bloqueio em situações de sobrecarga ou curto-circuito minimiza o risco de exposição a perigos elétricos para os mantenedores e clientes.
- b. **Prevenção de Acidentes:** Ao impedir rearmes automáticos sob condições inseguras, o sistema evita situações que poderiam levar a choques elétricos, incêndios ou explosões, protegendo a integridade dos ativos e a segurança dos mantenedores e clientes.

4. Mapeamento de Áreas Críticas

- a. **Análise do Cenário Sistema Elétrico:** A partir da instalação do sistema de bloqueio, a equipe de manutenção pode registrar eventos de desarmes



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

e bloqueios, permitindo uma análise detalhada para identificar padrões e áreas críticas de sobrecargas e possíveis curtos-circuitos.

- b. Planejamento de Intervenções: Com base nos dados registrados, a equipe de manutenção pode priorizar intervenções em áreas de maior risco, otimizando a alocação de recursos e esforços.
- c. Melhoria na Eficiência da Manutenção: A capacidade de prever e mitigar falhas antes que elas ocorram melhora a eficiência operacional, reduzindo o tempo e os custos associados à manutenção emergencial.

5. Eficiência Operacional

- a. Otimização de Recursos: O uso dos sistemas de bloqueio para detecção e resposta as falhas permitem uma utilização mais eficiente dos recursos humanos e materiais, concentrando esforços em áreas que realmente necessitam de intervenção.
- b. Redução de Custos Operacionais: A diminuição da frequência de manutenções corretivas e emergenciais reduz os custos associados a peças de reposição, mão de obra e interrupções operacionais.
- c. Aumento da Disponibilidade de Serviço: Com menor tempo de inatividade e falhas, a disponibilidade geral dos trens aumenta, possibilitando um serviço mais confiável e previsível para os clientes.



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

6. Retorno sobre Investimento (ROI)

- a. **Análise Financeira:** A análise de custo-benefício indica que o investimento inicial no sistema de bloqueio foi rapidamente recuperado através da redução de custos de manutenção corretiva e melhoria na eficiência operacional, além de que o próprio projeto teve um baixo custo para instalação.
- b. **Economias Geradas:** As economias incluem menores despesas com reparos de emergência, menor necessidade de substituição de equipamentos e redução de perdas operacionais devido a interrupções.
- c. **Benefícios Contínuos:** Além do retorno financeiro imediato, os benefícios contínuos incluem a manutenção de uma operação mais segura e confiável, alinhada com os objetivos estratégicos de longo prazo da ViaMobilidade e do Grupo CCR.

CONCLUSÃO

A implementação do sistema de bloqueio para disjuntores de 3KVcc nas Linhas 8 e 9 da ViaMobilidade é um exemplo claro de como a inovação pode transformar a operação ferroviária, o projeto não apenas abordou problemas críticos de manutenção e



30ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

11º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

segurança, mas também estabeleceu uma base sólida para futuras melhorias e expansões.

O sucesso desse sistema destaca a importância de uma abordagem proativa e baseada em dados para a gestão de sistemas complexos. A CCR e a ViaMobilidade demonstraram seu compromisso com a excelência operacional e a segurança, contribuindo para a sustentabilidade e a qualidade do transporte público na região metropolitana de São Paulo.

Esse projeto pode servir de modelo para outras concessionárias e sistemas de transporte, evidenciando os benefícios de investimentos estratégicos, a continuidade desse tipo de iniciativa é essencial para garantir que o transporte público continue a ser uma alternativa viável e atrativa para a mobilidade urbana, promovendo o desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Grupo CCR. (29 de Julho de 2024). Fonte: Grupo CCR: <https://www.grupoccr.com.br/grupo-ccr/sobre-o-grupo/>

Grupo CCR. (29 de julho de 2024). Fonte: Grupo CCR: <https://www.grupoccr.com.br/negocios/mobilidade-urbana/>