

Nota Técnica 001/2010

Produto: Sistema Zygot Temperatura

Aplicação: Termografia sem Contato em Painéis Elétricos de Baixa Tensão

Serão discutidos os tópicos a seguir:

- 1) Conceito de Termografia;**
 - 2) Análise da Aplicação do Sistema Zygot Temperatura em CCM de Baixa Tensão;**
 - 3) Solução para Aplicação de CCM em Painéis Elétricos de Baixa Tensão.**
-

1) Conceito de Termografia

A termografia tem um papel muito importante na área de manutenção preditiva. Através da sua utilização, é possível eliminar muitos problemas de produção, evitando falhas elétricas, mecânicas e fadiga de materiais [1].

Com uso da termografia, é possível detectar pontos de mau contato nos circuitos elétricos principalmente em painéis elétricos, podendo-se abranger outras aplicações relacionadas a sistemas que possuem conexões críticas entre barramentos ou entre barramento-cabos. Problemas de mau contato em conexões são ainda mais severos aos equipamentos que operam com correntes elevadas. Em alguns casos esses danos resultam em incêndio, colocando vidas em risco e podendo causar grandes prejuízos [2].

A potência dissipada em uma conexão é calculada pela resistência do contato multiplicado pelo quadrado da corrente que circula pelo mesmo, logo uma conexão com mau contato dissipará mais calor do que uma mesma conexão que apresente um bom contato. Por esta razão uma das formas de se realizar a termografia é a de se comparar temperaturas. Estas comparações são utilizadas onde se possui um sistema trifásico equilibrado com cargas bem distribuídas, ou seja, a corrente que circula nas três fases do sistema são valores extremamente próximos [2].

Os ensaios termográficos demandam um investimento alto na aquisição de uma câmera termográfica, a qual exige que o profissional que a utilizar seja treinado, o que resultará um custo considerável. Além do mais, em função de normatizações e cuidados previstos na NR-10, o profissional não mais poderá executar termografia em painéis abertos e energizados. Para se enquadrar na NR-10, este ensaio exigiria que o painel fosse desenergizado (o que não refletiria a situação real do sistema) ou adotar janelas especiais na parte

frontal ao painel. A utilização de janelas especiais para a termografia torna a área de inspeção termográfica muito limitada, dificultando tal ensaio, sendo uma das desvantagens desta técnica de termografia. Outra desvantagem seria a dificuldade em se adaptar e/ou homologar tais janelas em painéis já em uso, num processo de retrofiting [3].

A figura 1 demonstra a utilização da câmera termográfica para um ensaio termográfico convencional.



Figura 1: Ensaio de termografia convencional.

A Varixx sempre busca inovações tecnológicas, solucionando problemas nas mais diversas áreas. Assim, desenvolveu o Sistema Zyggot, uma família de monitoramentos e proteções em expansão para ambientes internos e externos. Os monitoramentos e proteções disponíveis atualmente são: Zyggot Temperatura (Monitoramento e Proteção), Zyggot Arco Voltaico (Proteção) e Zyggot Efeito Corona (Monitoramento). Encontram-se em desenvolvimento Zyggot Pressão, Zyggot Gás e Zyggot Umidade Relativa.

Diante da necessidade de se monitorar temperaturas de ambientes internos, a Varixx criou uma necessidade de mercado com o desenvolvimento deste produto, o qual apresenta um custo relativamente baixo se comparado ao custo de se manter ensaios termográficos convencionais. Além do mais, mudou o conceito da termografia, que antes era periódica (a cada 6 meses, por exemplo), passando a ser on-line ou fazendo até quatro leituras ao dia de todos as conexões críticas necessárias, com o painel energizado e sem abertura, respeitando a NR-10 e promovendo proteção ao profissional. O intervalo de medição, programável de 1 minuto até vários dias, permite flexibilidade e economia nas versões de sensores alimentados por baterias [3].

O Sistema Zyggot foi elaborado para permitir monitoração on-line de temperaturas de componentes e conexões internas de baixa e média tensão, transformadores, motores, etc, e permite monitorar temperaturas

tanto de alvos selecionados como do ar circundante ao sensor, o que possibilita monitorar variação de temperatura de outros pontos por convecção do ar circundante nos painéis ou no ambiente onde é utilizado. Esta característica é de extrema importância em aplicações envolvendo painéis elétricos, o que permite detectar uma elevação de temperatura interna do painel e identificar obstrução ou falha de ventilação ou mesmo elevação de temperatura de equipamentos não monitorados diretamente [3].

Sensores de ângulos de abertura de 7°, 15° e 60° permitem monitorar tanto pontos bem definidos (pontuais) como áreas maiores, reduzindo o número necessário de sensores [3]. **Contudo, para as versões atuais de sensores (agosto/2010), há impossibilidades técnicas quanto à utilização de ângulos de abertura maiores que 7° para aplicações Zygot Temperatura em painéis elétricos, já que os sensores efetuam a média de temperatura em toda a área de medição do alvo desejado, conforme detalharemos mais adiante.**

2) Análise da Aplicação do Sistema Zygot Temperatura em CCM de Baixa Tensão

A aplicação dos sensores de 7° Zygot Temperatura em painéis de baixa tensão pode ser demonstrada na figura 2. Observe que esta aplicação exemplifica a utilização em uma das conexões críticas, utilizando-se 1 sensor por fase.

Em aplicações específicas para painéis elétricos de CCM de baixa tensão, sendo cada coluna composto de inúmeras gavetas, há a necessidade de se monitorar, no mínimo, as conexões de entrada e saída por gaveta, o que exigiria uma quantidade de 6 sensores por gaveta, fazendo com que o Sistema Zygot Temperatura aumente consideravelmente com o custo por coluna do painel.

BARRAMENTOS DE COBRE BAIXA TENSÃO

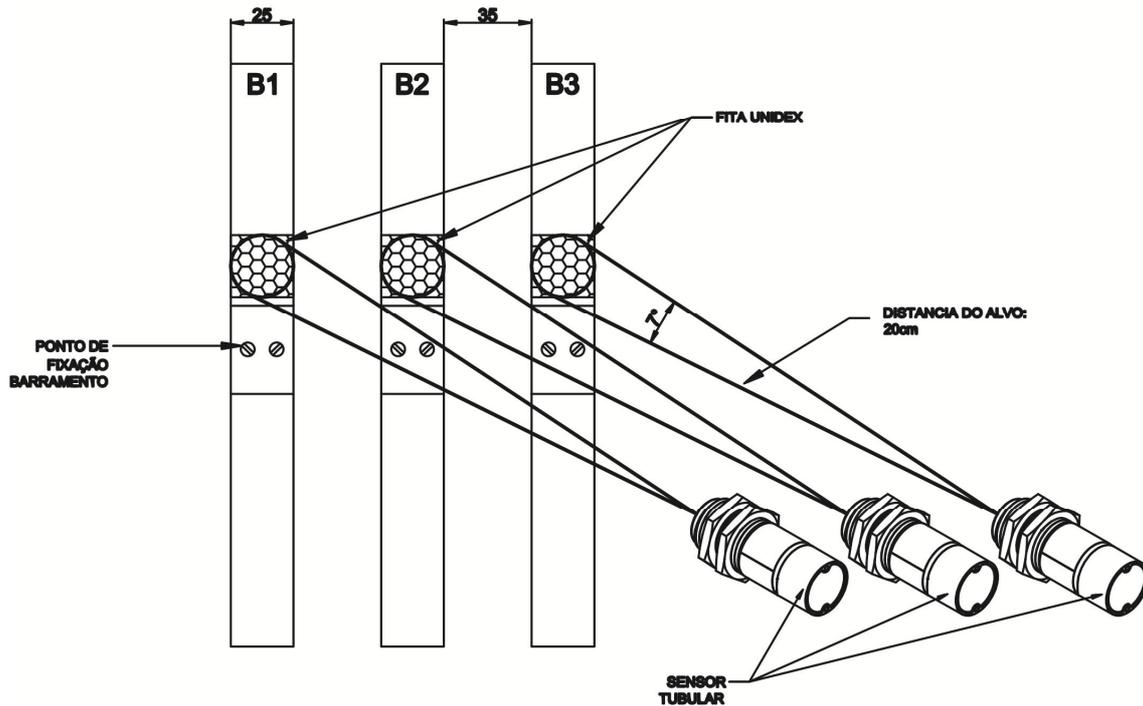


Figura 2: Análise da aplicação do Sistema Zyggot Temperatura com sensores com ângulo de abertura de 7°.

Deste modo, cogitou-se a utilização de sensores Zyggot Temperatura com ângulo de abertura maior do que 60° para estas aplicações, com a finalidade de reduzir a quantidade de sensores necessários, utilizando assim 1 sensor para monitorar três alvos de conexões críticas, como pode ser mostrado na figura 3.

BARRAMENTOS DE COBRE BAIXA TENSÃO

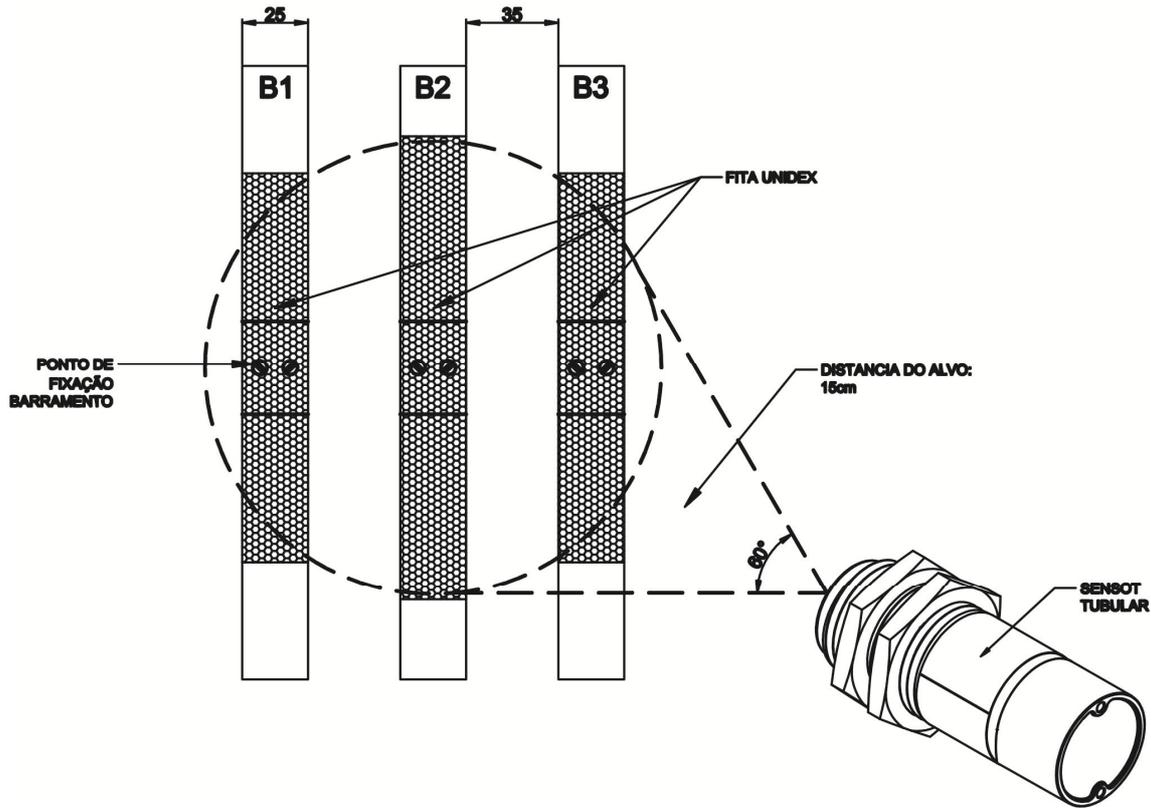


Figura 3: Análise da aplicação do Sistema Zyggot Temperatura com sensores com ângulo de abertura de 60°.

Para a situação de distanciamento de 15 cm entre sensor e barramento conforme figura 4, observe a dimensão da área total de medição. Deste modo, a área de medição deste sensor engloba as três conexões bem como o fundo do painel ou outros componentes presentes nesta estrutura. Desta maneira, foram levantadas as contribuições percentuais de cada conexão na área de medição total, possibilitando uma estimativa da temperatura detectada pelo sensor. A figura 4 ilustra a utilização de recursos geométricos e da técnica da aproximação dos mínimos quadrados [6], demonstrando a área de compensação de dimensões, o que possibilitou calcular a contribuição percentual de cada área.

BARRAMENTOS DE COBRE BAIXA TENSÃO

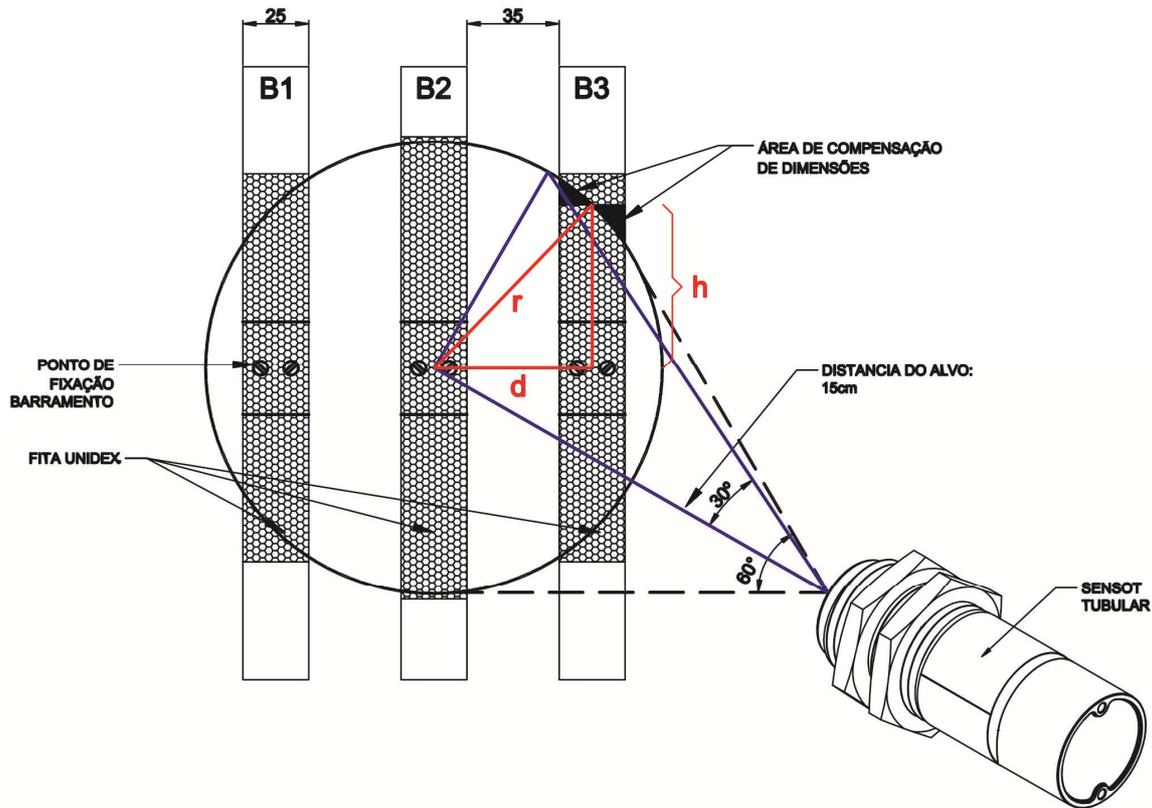


Figura 4: Ferramentas matemáticas para o cálculo da contribuição percentual de área.

A tabela 1 esboça a contribuição percentual em relação a área total de medição, calculada através da técnica dos mínimos quadrados [6].

Tabela 1: Contribuição percentual em relação à área total de medição

Alvo	Área (cm ²)	Contribuição percentual (%)
B1	31,22	13,25
B2	43,30	18,38
B3	31,22	13,25
Fundo de painel e outros componentes	129,87	55,11
Área total	235,61	100

Assim, utilizando estes valores de contribuição de área e adotando algumas medidas de temperatura de conexões e no fundo do painel e outros componentes, por estatística de média ponderada é possível ter uma previsão da temperatura que este sensor de ângulo 60° apresentará, como pode ser visto nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

Tabela 2: Previsão do valor de temperatura apresentado pelo sensor de ângulo 60° para uma situação de operação normal (sem problemas de aquecimento).

Alvo	Temperatura Real (°C)	Temperatura Indicada pelo Sensor de Ângulo 60° (°C)
B1	55	49
B2	50	
B3	60	
Fundo de painel e outros componentes	45	

Tabela 3: Previsão do valor de temperatura apresentado pelo sensor de ângulo 60° para uma situação de operação anormal (com problemas de aquecimento em conexões).

Alvo	Temperatura Real (°C)	Temperatura Indicada pelo Sensor de Ângulo 60° (°C)
B1	60	68
B2	72	
B3	150	
Fundo de painel e outros componentes	50	

Tabela 4: Previsão do valor de temperatura apresentado pelo sensor de ângulo 60° para uma situação de operação anormal (com problemas de aquecimento em conexões).

Alvo	Temperatura Real (°C)	Temperatura Indicada pelo Sensor de Ângulo 60° (°C)
B1	130	77
B2	72	
B3	150	
Fundo de painel e outros componentes	50	

Tabela 5: Previsão do valor de temperatura apresentado pelo sensor de ângulo 60° para uma situação de operação anormal (com problemas de aquecimento em conexões).

Alvo	Temperatura Real (°C)	Temperatura Indicada pelo Sensor de Ângulo 60° (°C)
B1	130	75
B2	75	
B3	150	
Fundo de painel e outros componentes	45	

Como podem ser vistos nestes resultados, a maior contribuição de elevação de temperatura é proveniente de alvos indesejados. Além do mais, há alguns fatores desconsiderados nestes cálculos que acentuam ainda mais estes resultados. São eles:

1) Foi considerado a emissividade em toda a área de medição o valor de 0,95, o que não é verdade. A emissividade depende da característica de cada material, pois isso que é fornecido a cada sensor do Sistema Zygot Temperatura a fita Unidex, que é um fator de correção da emissividade. No entanto, para estes casos, seria impossível colocar esta fita em tamanha dimensão de área de medição. O valor da emissividade da fita Unidex é conhecida e garantida pela Varixx (0,95), próximo de 1 [3, 4, 5]. Sendo assim, materiais presentes nesta área de medição apresentam emissividade menor do que 0,95, o que resultará em uma medição de temperatura menor do que apresentado nas tabelas 2, 3, 4 e 5 no alvo “Fundo do painel e outros componentes”. Isto agravaria ainda mais a situação, já que este alvo é o de maior área relativa, conseqüentemente é o alvo que mais contribui para o valor da temperatura indicado pelo sensor, possibilitando a camuflagem de problemas de sobreaquecimento em conexões críticas.

2) Foi considerado que a temperatura da conexão seja a mesma ao longo de todo o barramento disposto na área de medição, o que não é verdade. A temperatura sempre é maior no ponto crítico de conexão e “deprecia” ao longo do barramento.

Conclusão

Em função de todos os argumentos e impossibilidades técnicas apresentados até então, a **Varixx não recomenda** a utilização de sensores com ângulo de abertura de 60° para aplicações em painéis elétricos.

3) Solução para Aplicações de CCM em Painéis Elétricos de Baixa Tensão

Uma nova versão de sensores para aplicações em CCM's de Baixa Tensão está com **lançamento previsto até dezembro de 2010**. Com esta nova versão, será possível monitorar todos os pontos necessários, **reduzindo consideravelmente o custo por coluna do Sistema Zygot Temperatura**, para viabilizar aplicação em painéis elétricos de baixa tensão. Não haverá modificação da funcionalidade atual, incrementando somente o benefício de os sensores possuírem característica de fácil fixação no barramento. Vale salientar que apesar de se ter este tipo de fixação, a leitura da temperatura não são por contato. A figura 5 demonstra um exemplo de aplicação dos sensores “Baixa Tensão”.

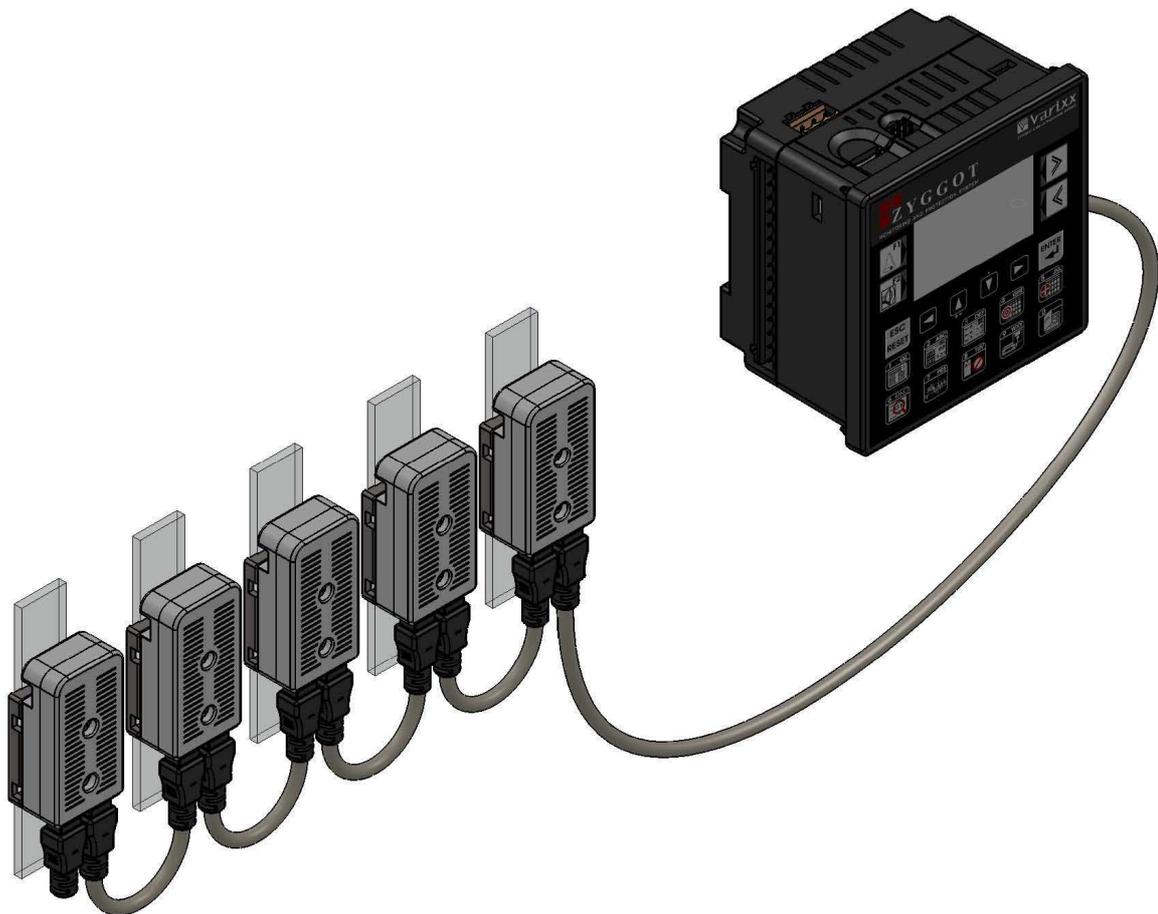


Figura 5: Nova versão de sensores Zygot Temperatura “Baixa Tensão”

A fixação no barramento será feita utilizando fita Hellermann ou por parafuso ao barramento. As duas opções garantirão uma ótima fixação. A fixação por parafuso apresenta uma perda desprezível de área de

condução de corrente elétrica. A distância do sensor ao barramento será de aproximadamente 5 mm. A figura 6 demonstra o distanciamento e o posicionamento do sensor no barramento.

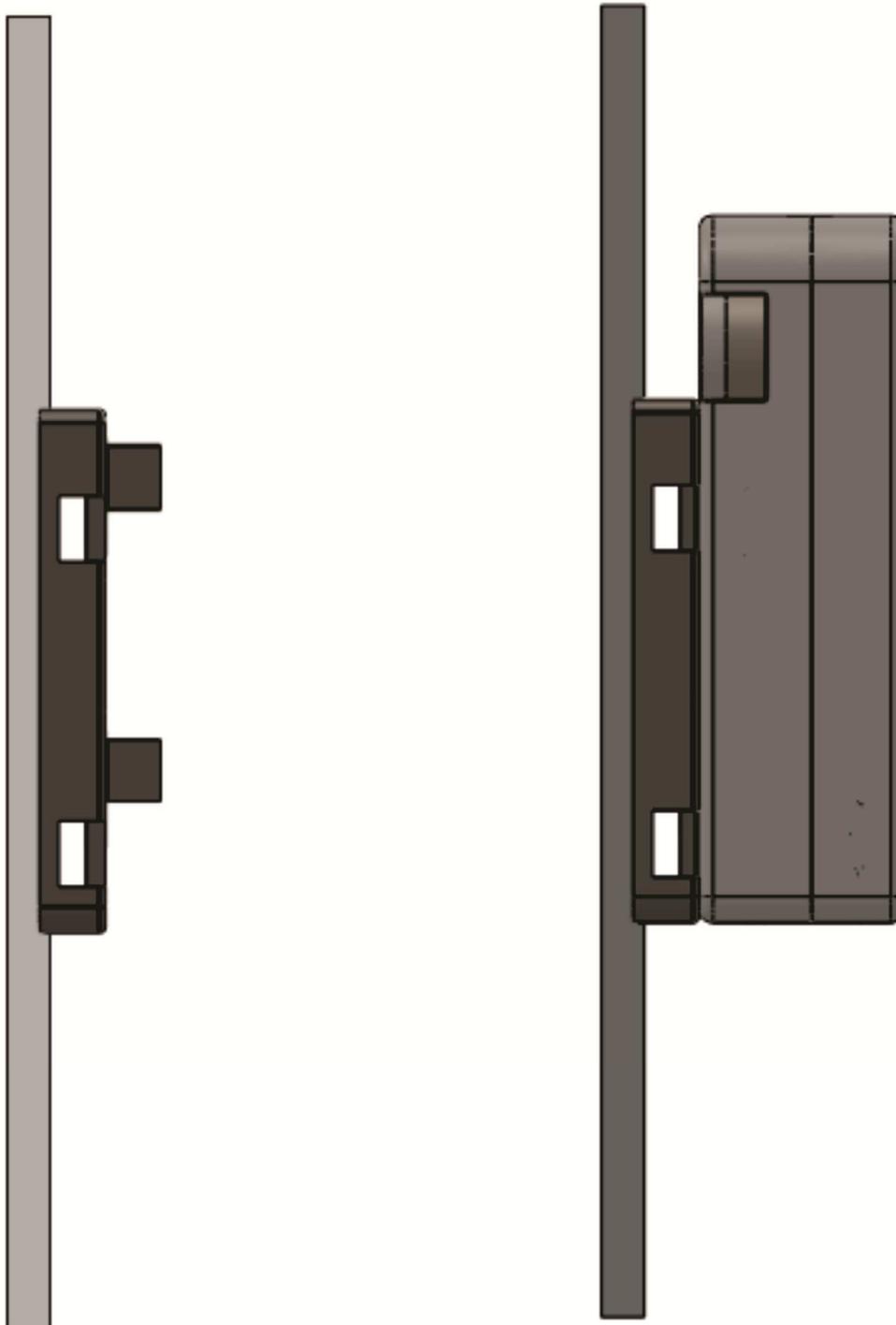


Figura 6: Fixação do sensor “Baixa Tensão” no barramento.



Referências

- [1] Autor Desconhecido, “Utilização da termografia na manutenção de locomotivas e inspeção de vagões”; Revista Ferroviária, Feira Negócios nos Trilhos, 2008.
- [2] Pelizzari, E.; Martins, C. O. D.; Menezes, A. F. S.; Reguly, A.; “Aplicações da termografia como ferramenta de manutenção preditiva em conectores elétricos”; Anais do 17º CBECIMat – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2006.
- [3] Piedade, F. R.; “Manual Sistema de Monitoramento e Proteção Zyggot Temperatura”; site www.varixx.com.br, 2008.
- [4] Piedade, F. R.; “Quick Start para Sistema Zyggot Temperatura com Redes de Fibras Ópticas – Série 1”; site www.varixx.com.br, 2008.
- [5] Piedade, F. R.; Ferreira, C. S.; Piedade, K. R.; “Quick Start para Sistema Zyggot Temperatura com Redes de Fibras Ópticas – Série 2”; site www.varixx.com.br, 2010.
- [6] DALMOLIN, Q.; Ajustamento por mínimos quadrados.2.ed. Curitiba: UFPR, 2004. 175p.

Nota Técnica escrita em Agosto de 2010.

Autor:

Eng. Castellane Silva Ferreira – Engenheiro de Aplicação

Revisado por:

Eng. Francis Rumenos Piedade – Diretor de Engenharia

Karen Rother Piedade – Superintendente

Eng. William Magna Maldonado – Diretor Comercial

Colaboradores:

Emerson José Vitorino – Coordenador de CAD

Luís Felipe Grin – Coordenador de Desenvolvimento Mecânico