

Superintendência de Engenharia da Distribuição - ED

Relatório

Detectores de tensão para uso no capacete.

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	2
2. PARTICIPANTES.....	2
3. INFORMAÇÕES SOBRE OS TESTES EXECUTADOS.	3
4. CONCLUSÃO.....	12
5. APROVAÇÃO	14

1. OBJETIVO

O presente relatório tem por objetivo relatar os testes com os detectores de tensão para uso no capacete a fim de determinar o melhor equipamento a ser utilizado em atividades realizadas na rede MT e trabalhos em subestações.

A função desse tipo de detector é alertar o usuário, por meio de um alarme sonoro ou visual, a proximidade de um condutor ou fonte de tensão alternada energizada para evitar a aproximação ou contato acidental. Trata-se de um componente de segurança adicional para uso individual, e não substitui nenhum procedimento, método, EPI ou outro equipamento necessário para a segurança do empregado.

Os dispositivos são aplicáveis em trabalhos na rede de média tensão para valores de 13,8kV a 34,5kV. Em subestações, os dispositivos são aplicáveis a trabalhos em pórticos de MT.

Os detectores não são aplicáveis para detecção de tensão em cabos blindados ou subterrâneos e não funcionam para detecção de tensão contínua.

Foram realizados testes de campo em pátio de equipamentos de subestações, na rede MT 13,8kV e na Univercemig. Os seguintes dispositivos foram testados:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. Aladin/Odin – Fameca | 5. Copel |
| 2. Compass – Safeguard. | 6. STEE |
| 3. Sixth-Sense – Illumagear. | 7. Solução Equipamentos. |
| 4. Aled – CATU. | |

2. PARTICIPANTES

No período de realização dos testes, as seguintes pessoas foram envolvidas:

- Ismael Rodrigo Santos – Técnico de Ativos - ED/ES
- Januário Antônio Correa Pontelo – Instrutor técnico de Redes - GP/DC.
- Dênis Roberto Torres Notaro – Instrutor técnico de Subestações - GP/DC.
- Francisco Fernando Soares - Instrutor técnico de Redes - GP/DC.
- Magaton Bueno Julião - Técnico de Segurança do Trabalho – DCD/ST.
- Francisco Assis Perdigão - Técnico de Segurança do Trabalho - DCD/ST.
- João Paulo Nogueira de Castro - Técnico de Segurança do Trabalho - DCD/ST.
- Fábio de Oliveira Lana – Técnico de Sistema Elétrico de Campo - SD/SD.
- Rossi Silva Souza – Técnico de Manutenção de Subestações - EA/MP.
- Michelle Silva – Técnica de Manutenção de Subestações - EA/EA.
- Edino Barbosa Giudice Filho – Eng. de Projetos de Expansão - EA/EA.
- Arthur Emilio da Silva – Técnico de Projetos de Expansão - EA/EA.
- Lucas Alves Martins – Téc. Manutenção de Subestações - EA/EA.

3. INFORMAÇÕES SOBRE OS TESTES EXECUTADOS.

Os detectores de tensão para uso no capacete foram concebidos para oferecer um nível extra de segurança ao funcionário que trabalha próximo a fontes de tensão energizadas. Com o objetivo de identificar o melhor equipamento que realizasse essa função com segurança e confiabilidade, foram realizados testes de campo com diversos detectores, a fim de encontrar o equipamento ideal para determinadas atividades. Para melhor compreensão, a aplicação do dispositivo será descrita em duas partes: Testes executados na rede MT e testes realizados em pátio de subestação.

3.1 Testes executados na rede MT (13,8kV).

Inicialmente, foram realizados testes de operação dos detectores com o auxílio da cesta aérea em rede de MT (13,8kV) na Univercemig.



Figura 1 – Detectores instalados no capacete.

Foi constatado que não se justifica o uso desse dispositivo para serviços de “linha-viva”, visto que o eletricista já trabalha sob tensão. Após esse teste inicial, foi identificado que algumas atividades em campo teriam melhor aplicação do dispositivo, tais como:

1. Ligação nova em poste com transformador (eletricista próximo ao jumper), conforme figura 2.
2. Troca de transformador com a MT energizada, conforme figura 3.



Figura 2 - Ligação nova com o eletricista próximo ao jumper de MT.



Figura 3 - Troca de transformador com MT energizada.

Na ligação nova, de acordo com a figura 2, o risco existe caso o eletricista se aproxime de forma não intencional aos jumpers de MT que estão conectados no transformador. Na troca de transformador, o risco é maior em postes de 10 metros devido à condição de serviço que o eletricista enfrenta, visto que é necessário se aproximar da rede de MT para conexão e desconexão dos jumpers do transformador a fim de executar sua substituição.

Tendo em vista essas informações, o detector de tensão funcionaria como um alerta para impedir que o eletricista se posicione a uma distância menor que a determinada nos procedimentos de trabalho (cerca de 60cm a 80cm).

A maior parte das atividades descritas acima são feitas por empresas terceirizadas.

Abaixo, segue uma breve descrição de cada dispositivo testado em campo:

3.1.1 Aladin/Odin (2kV-400kV).

O ALADIN/ODIN (fabricante FAMECA) é atualmente fornecido no Brasil pela “Leal – Equipamentos de Proteção”. O dispositivo é equipado para ser instalado no capacete por meio de suporte adesivo ou cinta elástica. A fixação se adaptou bem aos modelos de capacete 3M e MAS, conforme Figura 4.

Em relação à capacidade de detecção, verificou-se que o detector inicia os alertas a partir de 1,2 metros de distância e aumenta a frequência dos bips sonoros à medida que o operador se aproxima da fonte de tensão. Isso é um fator positivo para evitar que o operador ignore o alerta ao se aproximar de uma fonte energizada. Outro ponto importante é que o equipamento possui

a função “SMART” que pode ser acionada a partir de um botão de fácil compressão utilizando luvas. Ao chegar no ponto de trabalho ou zona controlada, o operador pode acionar este botão de modo a colocar o aparelho em vigilância e silenciar o alerta, permitindo ao operador determinar naquele momento sua zona de trabalho.

Ou seja, o operador pode se aproximar a uma distância de segurança que ele considerar adequada (por exemplo 1,0 m) e neste ponto pressionar o botão *smart* e silenciar o dispositivo. Caso o eletricitista tente se aproximar do ponto energizado, o equipamento irá apitar novamente. Além disso, o “ALADIN/ODIN” possui botão de autoteste e carregamento via USB. De acordo com o fabricante, o dispositivo dispõe de bateria com duração de 500 ciclos ou 80 horas em vigilância.



Figura 4 - Fixação do Aladin no capacete 3M.



Figura 5 - Detector Aladin/Odin.

3.1.2 Compass – Safeguard (2kV – 35kV).

Este detector possui dois modos de operação: Modo “manual” e modo “inteligente “(*smart*). Os testes foram executados com o detector fixado no capacete e utilizando esses dois modos.

No modo “manual”, ao detectar tensão ou corrente, o equipamento emite alertas de proximidade sonoros e visuais (LEDs piscantes). À medida que o usuário se aproxima de uma fonte energizada, os leds e os alertas sonoros aumentam constantemente não sendo possível realizar sua interrupção. Ou seja, enquanto o eletricitista continuar na proximidade com a rede elétrica, o equipamento irá apitar. A distância de detecção pode ser alterada, tornando o detector mais ou menos sensível. Foi um pouco trabalhoso encontrar o ponto ideal de sensibilidade para que ele acionasse somente acima do ponto onde o eletricitista realizaria o trabalho.

Após configurar a sensibilidade correta, dentre os 7 níveis disponíveis, o detector apresentou um bom funcionamento. O dispositivo alertou ao eletricitista, por meio sonoro e visual, que ele estava avançando a distância de segurança.

No modo “Smart”, também é necessário configurar a sensibilidade para que o detector alerte a presença de tensão. A diferença desse modo para o manual é que o alerta sonoro não permanece em funcionamento contínuo. Ao se aproximar da rede energizada, o detector alertará a presença de tensão e caso o operador permaneça parado por 5 segundos, o dispositivo irá memorizar aquela posição como segura e só alertará a presença de tensão novamente quando ele se aproximar mais ainda da fonte de tensão. Apesar de ser útil em algumas situações, foi verificado na maioria das atividades, o ideal seria utilizar o equipamento na função manual.



Figura 6 - Compass-Safeguard.

3.1.3 Sixth-Sense (Illumagear).

O detector possui dois modos de operação: Modo “manual” e modo “inteligente” (“smart”). Os testes foram executados com o detector fixado no capacete e utilizando esses dois modos.

O detector possui funcionamento semelhante ao detector Compass, tanto para o modo “manual” quanto para o “smart”, porém possui menos níveis de sensibilidade (4 níveis). Foi verificado que, em redes protegidas, ele ficou pouco sensível no nível 2 e muito sensível no nível 3. O ideal é que houvesse um meio termo para um funcionamento mais eficaz.



Figura 7 - Detector *Sixth Sense*

3.1.4 Aled (CATU).

O detector “Aled” não possui botões de configuração, sendo mais simples de usar que os modelos acima. Apresenta um alerta sonoro alto e preciso para redes nuas, mas em cabo protegido, no qual foi a atividade em questão, foi necessário quase que encostar no cabo para que ele alertasse a presença de tensão. Portanto, a utilização desse detector fica limitada ao uso em atividade em rede nua, não podendo sua utilização em redes protegidas. É um dispositivo que não é carregável, sendo necessário a troca de baterias.



Figura 8- Detector ALED.

3.1.5 Detector de Tensão COPEL.

O detector “Copel” não possui botões de configuração e nem indicação visual de estado da bateria. Apresenta um alerta sonoro muito baixo que tornou difícil até para o eletricista ouvir o ruído. Em locais de grande tráfego de veículos não teria eficácia devido ao baixo volume. A detecção de tensão veio configurada de fábrica para 60cm, mas houve a necessidade de chegar mais próximo do cabo protegido para que ele acionasse. No geral, não obteve um resultado satisfatório devido a seu alerta sonoro e condições de carregamento, visto que não é um dispositivo carregável sendo necessário a troca de pilha, conforme figura 10.

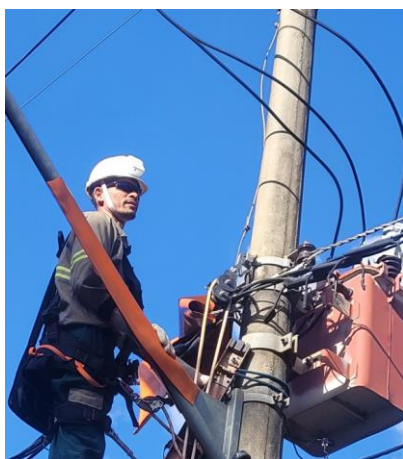


Figura 9 - Detector "Copel" em teste na Univercemig.



Figura 10 - Detector "Copel".

3.1.6 Demais detectores de tensão (STEE, Solução).

Em rede protegida, não alertaram a presença de tensão a uma distância segura. Somente detectaram quando estavam a cerca de 5 cm do cabo. Portanto, a utilização desses detectores ficou limitada ao uso em atividades de rede nua, não sendo recomendada sua utilização em redes protegidas.

3.2 Testes executados em Subestação.

3.2.1 Testes executados em pórtico de MT (13,8kV).

Os testes iniciais ocorreram na subestação “Sete Lagoas – 2”, e contaram com a participação de Denis Roberto, Instrutor técnico de subestações da Univercemig, e Rossi Silva Souza, Técnico de manutenção de subestações da EA/MP.

Dentre os vários modelos testados, de importados a nacionais, foi verificado que os detectores possuem comportamentos distintos quando ensaiados em instalações de 13,8kV da subestação comparado aos testes realizados em redes MT. **O modelo de detector de tensão**

que obteve o melhor funcionamento em testes executados no pórtico de 13,8kV foi o **ALADIN/ODIN** (fabricante FAMECA), atualmente representado no Brasil pela “Leal – Equipamentos de Proteção”. Nenhum outro modelo de detector obteve resultado satisfatório, portanto só será descrito o funcionamento do detector ALADIN/ODIN, conforme Figura 11.



Figura 11 - Teste com o detector Aladin na subestação Sete Lagoas-2.

Assim como o teste executado na rede MT, verificou-se que a frequência dos “bips” sonoros aumenta à medida que o operador se aproxima de uma fonte de tensão. Em relação à capacidade de detecção, verificou-se que o detector inicia os alertas a partir de 1,2 metros de distância e aumenta a frequência dos bips sonoros à medida que o operador se aproxima da fonte de tensão. Foi verificado também que o detector alerta ao se aproximar de cabos protegidos, mesmo que isso seja feito com o capacete de costas. Além disso, o botão “smart” se demonstrou eficaz para atividades realizadas no pórtico de subestação, pois permite que o operador coloque o detector em vigilância assim que chega ao ponto de trabalho e alerta novamente se ele se aproximar da fonte de tensão.

Para entender melhor o funcionamento do detector, foram realizadas medições de campo elétrico na SE “NEVES – 1” com a participação de equipe especializada da gerência EA/EA. O equipamento utilizado na realização desta tarefa foi o “Analisador de Campos Elétricos - Wandel & Goltermann”, conforme a Figura 12.



Figura 12 - Analisador de campos elétricos - Wandel & Goltermann.

Por meio do instrumento, verificou-se os valores de campo elétrico que provocam os alertas sonoros do detector de tensão. As medições foram realizadas com o sensor do analisador de campo elétrico na altura do detector instalado no capacete do usuário, de forma a obtermos os valores de campo elétrico que sensibilizam o dispositivo a produzir os alertas sonoros. Foi possível verificar os seguintes valores nos testes realizados em pórtico de 13,8kV:

Avanço à fonte de tensão.	Nível de campo elétrico (V/m)
1° alerta	400 a 500.
2° alerta	1100.
3° alerta	1700.
4° alerta	2200.



Figura 13 - Testes com o analisador de campo elétrico – SE “NEVES-1”.

Um ponto importante, observado em medições no pórtico de 13,8kV, é que os valores de campo elétrico são maiores no centro de cada vão do que em suas extremidades. No centro, foi constatado o valor de 1700V/m e nas extremidades 1100 V/m. Dessa maneira, foi identificado que pressionar o botão “smart” na extremidade do vão pode não ser efetivo, pois o equipamento irá alertar novamente quando o usuário se deslocar para o centro. Isso acontece pois o campo se eleva de 1100V/m para 1700 V/m, e o detector sempre irá alertar se houver uma mudança significativa do campo elétrico. Contudo, se o usuário colocar o detector em vigilância no centro do vão, o detector identificará que a partir de 1700V/m deve haver um novo alerta e não alertará novamente se ele se deslocar para os extremos, desde que não haja o aumento do valor de campo elétrico. Dessa maneira, haverá um funcionamento mais eficaz pois não haverá alertas demasiados.

Em resumo, constatou-se um bom funcionamento do equipamento nos testes realizados em pórtico de 13,8kV, pois o dispositivo alerta ao usuário a proximidade de uma fonte de tensão e permite que ele, uma vez chegado ao local de trabalho e determinado que aquela área é segura, silencie o dispositivo pressionando o botão “smart”. Não foi identificado nenhum mau funcionamento do dispositivo em função dos valores de campo elétrico do local.

3.2.2 Testes executados no pátio de AT (138kV e 500kV)

A fim de entender o funcionamento do dispositivo no setor de AT, o detector foi testado nos setores com tensão de 138kV e 500kV. No pátio dos equipamentos conectados em tensão igual e acima de 138kV, o detector ODIN/ALADIN identifica a proximidade de uma fonte de tensão, mas a função “smart” do equipamento não consegue memorizar os valores de campo e ficar em vigilância como acontece no pórtico de 13,8kV. Isso ocorre devido aos altos valores de campo elétrico encontrados nessas áreas (valores acima de 4.000V/m). Além disso, os alertas sonoros apresentam ruídos contínuos, ao invés de espaçados, o que torna o uso do aparelho desconfortável nessas áreas.

Portanto, apesar do dispositivo alertar a presença de tensão e ter conseguido resistir a presença de altos valores de campo elétrico – em alguns pontos os valores alcançam de 8.000V/m a 10.000V/m – sem se danificar, o uso desse equipamento não se justifica em áreas de elevada tensão, visto que os alertas se darão em grandes distâncias do ponto energizado (cerca de 10 metros) e a função “smart” não conseguirá silenciar o dispositivo, tornando incômodo ao usuário. Diante disso, a aplicação do detector ALADIN/ODIN em subestações se limita a trabalhos realizados em setores de MT de 13,8kV.

Quando o funcionário precisar se deslocar para o pátio de equipamentos de AT, ele pode acondicionar o detector em uma bolsa blindada, fornecida pelo fabricante, a fim de bloquear o campo elétricos e impedir a emissão de alertas. Esta bolsa foi utilizada no pátio de

equipamentos de 500kV e foi comprovado que, ao colocar o dispositivo dentro dela, o alertas sonoros não são emitidos.



Figura 14 - Bolsa blindada do detector Aladin/Odin.

Em síntese, os testes de campo não detectaram mau funcionamento do equipamento quando utilizados nos pátios de AT. A indicação de utilização do dispositivo somente em áreas de MT se dá pela filosofia de funcionamento do equipamento ser mais aplicável a estas áreas.

4. CONCLUSÃO.

Os detectores de tensão para uso no capacete não substituem o procedimento padrão de segurança, mas são ferramentas que podem ser úteis para as seguintes situações:

- Aproximação involuntária da fonte de tensão energizada.
- Retorno inesperado de tensão (Erro durante operação da rede).
- Mal-entendido (Acreditar que está trabalhando em uma rede desenergizada).

A distância de detecção depende de alguns fatores, tais como:

- Nível de tensão (Quanto maior for a tensão, maior será a distância de detecção).
- Níveis de campo elétrico.(Para uso em subestação).

No geral, o detector “Aladin/Odin” apresentou o melhor desempenho dentre os detectores testados e, além disso, conta com recursos importantes que garantem maior confiança na utilização, tais como o botão de autoteste, o grau de proteção IP65, indicador sonoro/visual do nível de bateria e acionamento automático (equipamento não possui botão liga/desliga).

Abaixo, segue uma breve conclusão dos detectores para cada tipo de aplicação:

4.1 Detectores para utilização em rede.

Os modelos da Alladin/Odin e Compass-Safeguard apresentaram os melhores desempenhos por detectarem tensões em cabos nus e protegidos. O modelo “Sixth Sense” foi menos preciso na utilização em redes protegidas, mas ainda alertaria a presença de tensão.

Os pontos negativos do Compass-Safeguard são sua interface de configuração que se mostrou um pouco difícil de manipular, o botão “mute” e o botão “liga/desliga”. Em conversa com o fabricante, foi informado que existe a possibilidade de bloquear o nível de sensibilidade para que fique de acordo com a atividade a ser executada, além do fato do bloqueio impedir que a configuração seja alterada indevidamente. Também foi informado que é possível atualizar o firmware do dispositivo para retirar a função “mute”. Sobre o botão “liga/desliga”, foi feita uma reunião com as equipes envolvidas no processo (EA/EA, DCD/ST, GP/DC) para discutir se isso seria uma dificuldade para implantação do equipamento. Todos concordaram que os usuários em campo devem ser treinados sobre a utilização do equipamento e que o fato de ligar e desligar não é fator impeditivo, pois ao início de cada atividade o usuário pode conferir se o equipamento está ligado ou não, assim como verificar se a bateria está carregada. São procedimentos comuns realizados de forma rotineira em campo.

Na padronização, é importante especificar que os detectores de tensão devem ser capazes de detectar tensões em cabos protegidos, ao menos numa distância de 60 cm, tanto para cabos nus quanto para cabos protegidos.

4.2 Detector para utilização em subestação.

Apenas o detector “Aladin/Odin” foi capaz de ter um bom funcionamento dentro da subestação. Dentre as opções apresentadas, ele apresentou o melhor desempenho no pórtico de 13,8kV, pois possui importantes recursos para garantir a segurança do operador, tal como o alerta que aumenta a frequência sonora ao se aproximar de uma fonte de tensão (funcionamento semelhante a um sensor de estacionamento) e o botão “smart”.

4.3 Ações para implementação de projeto piloto:

- 1) Criação dos códigos de detectores, sendo um para redes e outro para SE.
Responsabilidade: ED/ES.
- 2) Aquisição de sensores de redes para equipes próprias: SD/SD
- 3) Aquisição de sensores de subestações para equipes próprias: EA/EA
- 4) Alterar os procedimentos operacionais das tarefas, incluindo as orientações para o uso de detector: EA/EA e SD/SD.
- 5) Acompanhar a implementação dos detectores na Cemig: DCD/ST

5. APROVAÇÃO

IRS-58303

PSO-55214

WAS-55547

Elaborado:

Verificado

Aprovado

Ismael Rodrigo Santos

Pablo Senna Oliveira

William Alves de Souza