

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

INDICADOR DE CORRENTE DE FALTA PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREAS

1. OBJETIVO

- 1.1** Esta Especificação estabelece critérios e exigências técnicas mínimas relativas à fabricação e ao fornecimento de indicadores de corrente de falta para Rede de Distribuição Aéreas de 6 a 36kV (mínimo).
- 1.2** Os indicadores de corrente de falta são instalados na rede primária. O Equipamento é utilizado para sinalização visual, por meio luminoso, quando da ocorrência de correntes provenientes de defeito a jusante de sua instalação, a fim de permitir a localização do ponto de defeito na rede de distribuição aérea.

2. REFERÊNCIAS

As seguintes normas, nas suas últimas revisões, fazem parte desta especificação. A menos que especificado de outra forma, o equipamento deve ser fabricado e ensaiado de acordo com os requisitos aplicáveis das seguintes normas:

ABNT NBR IEC 60529 – Graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos (Código IP).

02.118-CEMIG-800 - Critérios para homologação de produtos para a Cemig.

AFNOR (NFC 20010) – Degrées de protection procurez par les envelopper - (CODE IP) (Norme Europeenne EN 60 529).

ASTM-G-155 – Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of NonMetallic Materials.

EN 62262 IK – Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts.

IEEE 495-2007 – IEEE Guide for Testing Faulted Circuit Indicators.

02.118-CEMIG-311 - Fornecimento de documentação técnica para a CEMIG e requisitos de inspeção – Procedimento.

02.118-CEMIG-760- Requisitos para cumprimento da legislação ambiental e de segurança de pessoal.

NOTAS:

Os equipamentos projetados e/ou fabricados com base em normas diferentes das anteriormente citadas serão aceitos, desde que os seus requisitos sejam, pelo menos, iguais aos requisitos das normas listadas neste item.

1) Devem ser consideradas aplicáveis as últimas revisões das normas técnicas citadas anteriormente, na data da abertura da Licitação.

2) É permitida a utilização de normas de outras entidades desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à assegurada pelas normas citadas anteriormente e que não contrariem esta Especificação. Se forem adotadas, elas devem ser citadas nos documentos da proposta e, caso a CEMIG julgue necessário, o proponente deve fornecer exemplares.

3) Todas as normas técnicas citadas como referência devem estar à disposição do inspetor ou diligenciador da CEMIG no local da inspeção, sob pena de recusa do material.

3. DEFINIÇÕES

O fornecimento é de inteira responsabilidade do fornecedor e abrange o equipamento indicador de corrente de falta, com seus componentes e acessórios, contendo tudo o que for necessário ao perfeito funcionamento deste, mesmo que não mencionado especificamente nos documentos contratuais, mas que sejam usuais ou necessários para uma operação eficiente do mesmo, dentro das finalidades previstas, sem nenhum custo adicional para a Cemig.

O fabricante deve fornecer todos os equipamentos solicitados para completar o fornecimento descrito ou subentendidas nesta especificação.

O indicador de corrente de falta deve ser fornecido completo com todos os componentes necessários ao seu perfeito funcionamento e ser capaz de operar em redes aéreas com condutores nus CA e CAA e de acordo com as condições de serviço.

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão definidos na IEEE Std 495.

3.1 CONDIÇÕES GERAIS

O indicador de corrente de falta deve ser projetado para operar nas seguintes condições:

- Em redes de distribuição aéreas monofásicas e trifásicas com cabos nus.
- Utilização de um equipamento por fase;
- Instalação e remoção sem a necessidade de dispositivos especiais, utilizando apenas vara de manobra e bastão pega-tudo;
- Instalação e funcionamento sem a necessidade de equipamentos auxiliares e conexões externas;

- Atendimento em curto circuitos fase-fase ou faltas para a terra;
- Peso e dimensões reduzidas para facilidade no transporte e armazenamento;
- Indicação luminosa de fácil visibilidade diurna e noturna para faltas monofásicas, bifásicas e trifásicas;
- Exigência mínima de manuseio em itens como troca de baterias e acesso aos comandos de configuração;
- Configuração dos parâmetros iniciais previamente ajustados pelo fornecedor e de acordo com as características informadas pela Cemig no Pedido de Compra, conforme descritos no subitem 3.2.

3.2 REQUISITOS TÉCNICOS ESPECÍFICOS

3.2.1 Características nominais:

- a. Frequência 60 Hz;
- b. O indicador de falta deve funcionar em redes de distribuição com correntes de carga acima de 10A.
- c. Faixa de temperatura compreendida de -5°C a 70°C
- d. Altitude não superior a 1000 m;
- e. Tensão nominal da rede de 6kV até 36kV (requisito mínimo);
- f. Radiação Solar menor que 1,0 kW/m² ;
- g. Pressão máxima de vento até 100 km/h;
- h. Umidade relativa média 80%. Condições de Serviço;
- i. Valores de correntes de trip (disparo): mínimo 50 A, ou seja, a corrente de curto-circuito mínimo de detecção do equipamento é 50 A;
- j. Capacidade de detecção de falta por meio da variação instantânea de corrente no tempo – di/dt. O indicador de falta deve permitir pelo menos 3 opções de ajuste.
- k. Tempos de rearme:
 - I. Rearme por tensão no máximo 300 segundos;
 - II. Rearme por tempo: opções de ajuste para intervalos de tempo compreendidos, no mínimo, entre 2 e 6 hora.
- l. Desempenho uniforme ao longo da rede de distribuição, ou seja, dado um valor de atuação previamente ajustado no indicador, a falta deve ser detectada indiferentemente do local de instalação do equipamento ao longo de uma rede de distribuição radial;

- m. Utilização em redes de distribuição construída cabos nus CA e CAA de até 170mm² (336 AWG) e no máximo 19 mm de diâmetro;
- n. Bateria:
 - I. Vida útil mínima de 8 anos;
 - II. Indicador luminoso no próprio equipamento deve sinalizar a condição de baixo nível de energia no estado da bateria;
 - III. Tempo de duração para necessidade de troca no indicador de corrente de falta acima de 8 anos;

3.2.2 Suportabilidade elétrica:

O fabricante deve comprovar que o dispositivo possui níveis de proteção compatíveis com as tensões de operação compreendidas em sua faixa de atuação para efeito corona, descargas parciais, descargas eletrostáticas e compatibilidade eletromagnética.

3.2.3 Indicação visual:

- a. Facilidade de visualização, mínimo de 50 m de distância durante o dia sem necessidade de utilização de binóculo e a noite mínimo de 100m;
- b. Indicações distintas para faltas permanentes e para faltas temporárias;
- c. Indicação faltas permanentes e para faltas temporárias. A diferenciação do tipo de falta deve ser por variações de cores, por exemplo: vermelho e verde, vermelho e âmbar. Outras variações de cores para indicação de faltas permanentes e temporárias também são aceitas, desde que previamente aprovadas pela Cemig;

3.2.4 Programação:

- a. Desenho informativo do posicionamento de terminais, chaves seletoras e qualquer outro item necessário para a configuração dos parâmetros de ajuste do equipamento;
- b. Aceita-se equipamentos que somente são configurados em fábrica.

3.2.5 Resistência mecânica:

- a. Resistência a raios UV;
- b. Resistência a penetração contra sólidos e líquidos, com grau de proteção mínimo IP-54;
- c. Resistência mecânica a vibrações provocadas por rajadas de ventos da ordem de 100km/h;
- d. Suportabilidade a temperaturas entre -5 a 70°C;
- e. Suportabilidade a impacto conforme ensaio descrito no item 8.2.3.4. Vibrations and shocks test IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27

3.2.6 Requisitos construtivos:

- a. Não serão aceitos efeitos de condensação em qualquer compartimento;

- b. Deve ser identificado por placa indelével instalada ou gravado no corpo do indicador e de fácil visibilidade, contendo as seguintes informações:
- c. Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- d. Identificação completa do conteúdo;
- e. Números da Nota Fiscal e do Pedido de Compra;
- f. Destinatário e local de entrega (CEMIG);
- g. Massa bruta e líquida do volume, em quilogramas;
- h. Ano da bateria;
- i. Tensão de aplicação;
- j. Índice de proteção contra sólidos e líquidos (IP);
- k. Outras informações que o Pedido de Compra exigir.

4. DESENHOS E INFORMAÇÕES TÉCNICAS REQUERIDAS COM A PROPOSTA TÉCNICA

Para fins dessa especificação, o fornecedor deve apresentar os seguintes desenhos e informações:

- a. Desenhos mostrando todas as dimensões do indicador e metodologia de instalação no cabo condutor;
- b. Diagramas esquemáticos de controle e chaves de configuração;
- c. Dados técnicos de modo a destacar as características nominais e opções de ajuste do indicador de corrente de falta.
- d. Manual de instruções em português ou inglês, contendo informações completas sobre:
 - I. Manuseio;
 - II. Montagem;
Deve conter informações completas e detalhadas sobre a instalação e montagem no local, com todos os cuidados que devem ser observados pelo comprador.
 - III. Operação e manutenção do equipamento:
Contendo desenhos e procedimentos de desmontagem e montagem de componentes.
 - IV. Transporte;
 - V. Armazenamento.

5. MEIO AMBIENTE

O fornecedor deve atender, onde aplicável, as exigências do procedimento 02.118-Cemig-760.

6. GARANTIA

O fornecedor deve dar garantia de 24 meses, a partir da data de entrega no local indicado no Pedido de Compra. Essa garantia deve prever compensação contra qualquer defeito de projeto, fabricação e material do equipamento adquirido pela Cemig.

Para qualquer defeito no indicador, dentro do prazo de garantia, o mesmo será substituído ou reparado e deverá ter sua garantia renovada por um prazo igual ao da garantia contratual, ou seja, 24 meses a partir da data de entrega do equipamento reparado ou substituído. Essa renovação deve ser estendida a todo o Pedido de Compra, quando se tratar de falha de projeto ou fabricação.

No caso de indisponibilidade por defeito, dentro do período de garantia, o fornecedor deverá substituir os equipamentos defeituosos no prazo máximo de 7 dias úteis para equipamentos nacionais e 30 dias úteis para importados, quando se tratar de falha de projeto ou fabricação.

7. INSPEÇÃO E ENSAIOS

7.1 Requisitos gerais

O Fornecedor deve atender aos requisitos de inspeção conforme o Procedimento 02.118-CEMIG- 311.

Uma inspeção visual deve ser feita no equipamento a fim de garantir que a construção e montagem dos dispositivos foram executadas de maneira eficiente e organizada. Devem ser feitas verificações do acabamento, rigidez dos visores, montagem e instalação dos componentes, teste de operação na fábrica e outros.

Deve ser feita uma verificação dimensional em relação as principais dimensões do equipamento.

A Cemig se reserva ao direito de, na avaliação comercial do fornecimento, alternativamente considerar os relatórios dos ensaios de tipo, desde que os mesmos tenham sido executados em acordo com os requisitos e critérios definidos na especificação técnica 02.118-CEMIG-800.

A critério da Cemig também poderá ser exigido teste de funcionamento em campo para sua aprovação.

A fim de facilitar a análise do equipamento por parte da Cemig, o fornecedor deve preencher o ANEXO A desse documento com os dados técnicos e características garantidas de acordo com o indicador de corrente de falta ofertado.

7.2 Ensaios

7.2.1 Ensaios de Rotina

Antes da execução dos demais ensaios de rotina, o inspetor deve realizar uma inspeção visual para verificar:

- a. Se o indicador de falta contém todos os componentes e acessórios requeridos;
- b. Características e acabamento desses componentes e acessórios, verificando se estão de acordo com o protótipo previamente aprovado;
- c. Tempo decorrido entre as datas de fabricação e de entrega inferior a seis meses;
- d. Acondicionamento.
- e. Deve ser conferido o estado dos componentes e mecanismos de fixação, o estado da bateria (verificação de seus terminais), placa de circuito impresso (verificação de trincas na placa, componentes quebrados ou soltos e falta de componentes), lente protetora dos dispositivos luminosos (verificação de trincas e/ou imperfeições), dispositivos de vedação e tampa superior (verificação de trincas e/ou imperfeições).

Também devem ser realizados os ensaios listados a seguir, observando as condições estabelecidas na IEEE Std – 495:

- a. Teste de verificação da Corrente de Trip (Funcionalidade da indicação de falta);
- b. Teste de verificação do Rearme Automático (Reset);

7.2.2 Ensaio de recebimento

A Cemig repetirá os ensaios listados no item 8.2.1 em amostras de acordo com a Tabela 1.

7.2.3 Ensaios de Tipo

Devem ser executados os seguintes ensaios, observando as características do produto.

- a. Ciclo de temperatura, conforme a norma IEEE Std – 495;
- b. Submersão em água, conforme a norma IEEE Std – 495;
- c. Resistência ao impacto, conforme item 8.2.3.3;
- d. Resistência à Radiação Solar (UV), conforme item 8.2.3.3;
- e. Grau de proteção, conforme a norma NBR IEC 60529;
- f. Ensaio de corrente de curta-duração conforme a norma IEEE Std – 495;
- g. Efeito da corrente em condutores adjacentes conforme a norma IEEE Std – 495;
- h. Verificação da corrente de trip, conforme a norma IEEE Std – 495 e observando também os critérios do item 8.2.3.1 ;
- i. Verificação do Rearme automático (Reset);

- j. Verificação da atuação tempo corrente do indicador de falta.

7.2.3.1 Verificação da corrente de trip

Em condições normais de operação, o indicador de corrente de falta deve ser submetido a diferentes pulsos de corrente com amplitudes superiores aos valores das faixas especificadas para sua atuação (conforme item 3.2). Para qualquer valor de atuação do indicador de corrente de falta, as tolerâncias quanto à precisão dos valores de variação de corrente (di/dt) não poderão ultrapassar $\pm 10\%$ dos valores nominais do equipamento. Além disso, para valores fixos da corrente de trip também será admitida uma tolerância máxima de $\pm 10\%$ do valor nominal de detecção.

7.2.3.2 Rearme por Automático (Rearme por Tensão, Função Restritiva contra Correntes de “inrush”, Rearme por tempo e Acionamento Manual da Sinalização Luminosa)

Rearme por tensão - se aplicável: Em condições normais, qualquer tipo de indicador de corrente de falta submetido a uma ocorrência que simule a presença de corrente de “inrush”, não deve atuar. Deve ser demonstrado que o indicador de corrente de falta, independente de possuir ou não rearme por tensão, quando sensibilizado pela variação de corrente, ou seja, quando for submetido a pulsos de corrente com valores de variação (di) iguais ou maiores que os valores de sensibilidade, com respectivo valor de sensibilidade em relação à variação no tempo (dt) igual a 10 ms, mas com presença de tensão, detectará que a mesma se caracteriza como corrente de “inrush”. Dessa forma, a presença de tensão no condutor, seguido de aumento repentino do valor de corrente (di) deve configurar uma situação em que o indicador de corrente de falta não atua. É admitido que o indicador de corrente de falta sinalize por alguns instantes, devendo rearmar, após ser sensibilizado pela tensão no condutor, para casos em que o indicador de corrente de falta possuir rearme desta natureza. Este teste deve ser realizado para todos os ajustes do indicador de corrente de falta.

Rearme por corrente: Em condições normais de operação, deve ser gerada uma condição de falta qualquer de modo a fazer com que o indicador de corrente de falta atue. Nessas condições, deve ser verificado que o indicador de corrente de falta irá parar de atuar após ter sido atingido o tempo de “reset” selecionado ou pré-ajustado. Este procedimento deve ser repetido para todos os possíveis ajustes de tempo do “reset” automático.

Acionamento Manual da Sinalização Luminosa – se aplicável: Após serem estabelecidas as condições normais de operação, a atuação do indicador de corrente de falta deve ser estimulada manualmente, através de um ímã ou dispositivo similar, capaz de simular uma variação no campo magnético próximo ao equipamento, de modo a fazer com que ele atue e sejam verificados os disparos luminosos, permanecendo neste estado por pelo menos 10 segundos.

7.2.3.3 Influência de Fases ou Circuitos Adjacentes

Em condições normais de operação, o indicador de corrente de falta deve apresentar imunidade nas suas operações de atuação e rearme, em função da proximidade das fases de um mesmo circuito, nas seguintes condições:

- a. Gerada uma condição de falta em uma fase, o campo magnético criado por esta falta não pode acionar os indicadores de falta das fases adjacentes.
- b. Gerada uma condição de falta em uma fase, levando a mesma a ficar desenergizada, o indicador de corrente de falta não pode realizar o reset por tensão provocado pelo campo elétrico de nenhuma fase adjacente. Nesse caso, este ensaio somente deve ser realizado em indicadores de falta que possuam rearme por tensão;
- c. Distâncias entre fases: Redes convencional com condutores nus e protegidos do tipo CA ou CAA.

7.2.3.4 Índice de Proteção Mecânico

Conforme Norma AFNOR (NFC 20010), o indicador de corrente de falta deve possuir o índice 5 de proteção mecânica contra impacto. Para atender esse pré-requisito, o equipamento deve resistir a um impacto de 10 Joules com peso basculante de 5 kg, a 20 cm de altura em relação ao ponto de impacto. Após o impacto, o invólucro não pode apresentar trincas ou rachaduras que comprometam o funcionamento do mesmo.

O torque máximo permitido no dispositivo de fixação deve ser de 0,75 daN.m.

Se tratado como ensaio de tipo, esse teste deve ser realizado na mesma amostra em que foi feito o ensaio de resistência a UV. Por outro lado, como ensaio de recebimento, o teste deve ser realizado antes do ensaio de inspeção visual e dimensional previsto na seção 7.2.3.1.

7.2.3.5 Resistência à Radiação Solar (UV)

Conforme ASTM-G-155 – Método A, o equipamento deve resistir a 720 ciclos de 102 minutos de exposição ao UV, sem umidade, seguidos de 18 minutos de exposição de UV com umidade num total de 1440 horas de ensaios.

8. TREINAMENTO

Caso exigido no edital de compra, deve ser previsto treinamento, em Belo Horizonte, com todos os recursos, local, materiais de multimídia e materiais didáticos a cargo do fornecedor, para no mínimo 10 (dez) funcionários da Cemig.

O treinamento cotado deve ter carga horária mínima de 16 horas e ser realizado em dois dias. Deve abranger minuciosamente todos os aspectos pertinentes aos equipamentos e sistema proposto. Incluir neste treinamento etapas relativas ao projeto, fabricação, instalação, operação e funcionamento.

Deve ser enviada a Cemig, para aprovação, a programação e o cronograma do treinamento, com a devida antecedência. Todo material a ser utilizado no treinamento deve ser enviado a Cemig com 10 (dez) dias antes do início do mesmo.

Caso o treinamento seja ministrado fora de Belo Horizonte, todas as despesas com alimentação, transporte e estadia ficarão a cargo do fornecedor.

9. EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO

O indicador de corrente de falta, com todos os seus componentes, deve ser embalado individualmente. O método de embalagem deve ser adequado a proteger o conteúdo contra quebras e danos durante o embarque e transporte do local de fabricação ao local de instalação.

Tabela 1 - Planos de amostragem para os ensaios de rotina

Tamanho do lote	- Inspeção Visual			
	- Teste de verificação da 'corrente de trip'			
	- Teste de verificação do 'reset'			
	- Amostragem dupla			
	- NQA 6,5%			
	- Nível de inspeção S1			
	Amostra		Ac	Re
	Seq	Tam.		
2 a 50		3	0	1
51 a 90				
91 a 280	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2

NOTAS:

1) Especificação dos planos de amostragem: conforme a ABNT-NBR 5426 ou a ISO 2859-1, para o regime de inspeção normal.

2) Seq.: Sequência

Tam.: Tamanho

Ac - número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que permite a aceitação do lote.

Re - número de rejeição: número total de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

3) Amostragem dupla: deve-se ensaiar um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra da Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo esses valores), deve ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontrado, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado para permitir a aceitação do lote.

Anexo A – Requisitos Gerais para Indicador de Corrente de Falta

A-1 - Dados técnicos e características garantidas para Indicador de Corrente de Falta

Especificação aplicável: 02.111-ED/ES-1b

Nome do Fornecedor:

Nome do Fabricante:

Número do Edital de Licitação (se for o caso):

Modelo, tipo ou código de catálogo:.....

DESCRIÇÃO	DADOS
Características Gerais do Indicador de Corrente de Falta	-
Maior nível de tensão nominal no qual o equipamento pode ser empregado	<input type="checkbox"/> 15kV <input type="checkbox"/> 25kV <input type="checkbox"/> 36 kV <input type="checkbox"/> 69kV
Indicação de curto-circuito fase-fase ou fase-terra	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Equipamento é aplicado por fase, ou seja, uma unidade por fase	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Instalação e remoção sem necessidade de dispositivos especiais – uso apenas de vara de manobra ou bastão pega-tudo	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Requisitos Técnicos do Equipamento	-
Equipamento possui opção de detecção de falta por meio do ajuste manual da corrente de trip (em caso positivo, a escala de ajuste deve ser informada).	<input type="checkbox"/> Sim ($_ \leq I_{trip} \leq _$) <input type="checkbox"/> Não
Equipamento possui opção de detecção de falta por meio do ajuste manual de di/dt (em caso positivo, a escala de ajuste deve ser informada).	<input type="checkbox"/> Sim ($_ \leq di/dt \leq _$) <input type="checkbox"/> Não
Equipamento possui opção de detecção de falta por meio do ajuste automático da corrente de curto com base na corrente de carga (em caso positivo, indicar se essa função pode ser desabilitada)	<input type="checkbox"/> Sim (<input type="checkbox"/> Desabilitável <input type="checkbox"/> Não Desabilitável) <input type="checkbox"/> Não
Índice de proteção contra sólidos e líquidos (IP)	IP _____
Equipamento possui desempenho uniforme ao longo de uma linha de distribuição, ou seja, os parâmetros de ajustes são garantidos para todas as extensões de uma linha radial.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O indicador de corrente de falta que possui rearme por tempo (em caso positivo, os valores de ajuste devem ser informados).	<input type="checkbox"/> Sim ($t_{reset\ p/ tempo: _}$) <input type="checkbox"/> Não
O indicador de corrente de falta que possui rearme por tensão (em caso positivo, os valores de ajuste devem ser informados).	<input type="checkbox"/> Sim ($t_{reset\ p/ tensão: _}$) <input type="checkbox"/> Não
O indicador é sensibilizado pelo efeito da corrente de inrush	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O indicador de corrente de falta possui níveis de proteção contra efeito corona, descargas eletrostáticas e rádio frequência compatíveis com sua faixa de tensão e corrente de atuação	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
O equipamento possui facilidade de visualização da indicação de falta durante períodos diurnos e noturnos, de modo a respeitar os critérios mencionado na especificação aplicável.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Há indicação luminosa distinta para faltas permanentes, faltas temporárias e baixo nível nível de bateria.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
Bateria é selada e possui uma vida útil mínima de 8 anos.	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não