

Submódulo 2.11

Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção

Requisitos

Revisão	Motivo da revisão	Data de aprovação
2020.12	Retificação da Resolução Normativa nº 903/2020	31/03/2021

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

ÍNDICE

1. OBJETIVO	4
2. REQUISITOS GERAIS	4
3. SISTEMAS DE PROTEÇÃO	5
3.1. Requisitos gerais.....	5
3.2. Linhas de transmissão	6
3.2.1. Requisitos gerais.....	6
3.2.2. Esquemas de religamento automático.....	7
3.2.3. Função para verificação de sincronismo	8
3.2.4. Verificação de sincronismo manual.....	9
3.3. Unidades transformadoras de potência.....	9
3.4. Reatores em derivação.....	11
3.5. Barramentos.....	12
3.6. Falha de disjuntor.....	13
3.7. Bancos de capacitores em derivação	13
3.8. Bancos de capacitores série	14
3.9. Filtros.....	14
3.10. Elos de corrente contínua	15
3.11. Compensadores estáticos	15
4. SISTEMAS DE REGISTRO DE PERTURBAÇÕES	16
4.1. Requisitos gerais.....	16
4.2. Rede de coleta de registros de perturbação dos agentes	17
4.3. Registro de perturbações	17
4.3.1. Terminais de linha de transmissão	17
4.3.2. Barramentos.....	18
4.3.3. Unidades transformadoras de potência	18
4.3.4. Reatores em derivação.....	18
4.3.5. Bancos de capacitores em derivação	19
4.3.6. Bancos de capacitores série	19

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021
4.3.7. Bancos de filtros				19
4.3.8. Elos de corrente contínua.....				20
4.3.9. Compensadores estáticos.....				21
5. SISTEMAS DE TELEPROTEÇÃO.....				21
5.1. Canais				21
5.2. Esquemas de teleproteção para LT				22
6. REFERÊNCIAS				23

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

1. OBJETIVO

1.1. Estabelecer requisitos técnicos mínimos e características funcionais para os seguintes sistemas:

- (a) sistema de proteção;
- (b) sistema de registro de perturbações; e
- (c) sistema de teleproteção.

1.1.1. Os requisitos técnicos descritos neste submódulo aplicam-se às instalações de transmissão integrantes da Rede Básica, quando modernizadas ou quando identificada a necessidade e determinado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS e às instalações de transmissão de energia elétrica destinadas a interligações internacionais conectadas à Rede Básica.

1.1.2. Os requisitos técnicos aplicáveis às instalações de transmissão integrantes da Rede de Operação com tensão nominal inferior a 230 kV, às Demais Instalações de Transmissão (DIT) ou às instalações de transmissão de interesse exclusivo de centrais de geração para conexão compartilhada (ICG) são aqueles definidos pelo agente de transmissão responsável por essas instalações, exceto quando requisitos específicos tenham sido estabelecidos em ato de outorga do empreendimento, ou por indicação do ONS.

2. REQUISITOS GERAIS

2.1. Os materiais e equipamentos a serem utilizados devem ser projetados, fabricados, montados e ensaiados em conformidade com as revisões mais recentes das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, no que for aplicável, e, na falta dessas, com as revisões mais recentes das normas da *International Electrotechnical Commission* – IEC, da *American National Standards Institute* – ANSI ou do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* – IEEE, nessa ordem de preferência.

2.2. Os equipamentos e sistemas devem atender aos requisitos estabelecidos nas normas de compatibilidade eletromagnética aplicáveis, nos graus de severidade adequados para utilização em instalações de transmissão de sistemas elétricos de potência, inclusive subestações de extra alta tensão.

2.3. Cada sistema (proteção, registro de perturbações e teleproteção) deve ser integrado no nível da instalação para permitir o acesso local ou remoto de todos os seus dados, ajustes, registros de eventos, grandezas de entrada e outras informações. Essa integração não deve impor restrições à operação dos componentes primários da instalação.

2.4. No caso de implantação de reforço em instalações de transmissão, os respectivos sistemas de proteção, registro de perturbações e teleproteção devem ser compatibilizados com os já instalados.

2.5. Os equipamentos e sistemas devem ser dotados de recursos de automonitoramento e autodiagnóstico, que devem incluir bloqueio automático da atuação quando houver defeito e sinalização local e remota de falha e defeito.

2.6. Os sistemas devem ter arquitetura aberta e utilizar protocolos de comunicação descritos em norma, de forma a não impor restrições à ampliação da rede onde se aplicam e à sua integração com sistemas e equipamentos de outros fabricantes.

2.7. Os sistemas devem ter recursos que possibilitem a intervenção das equipes de manutenção, sem que haja a necessidade de desligamento da respectiva Função Transmissão (FT).

2.8. Os ajustes das proteções das instalações devem ser definidos e implantados pelos agentes de transmissão responsáveis pelas instalações, de forma a garantir a integridade dos componentes, mantendo

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

seletividade com os componentes adjacentes e atendendo aos requisitos mínimos estabelecidos neste submódulo e às filosofias de proteção estabelecidas pelo ONS [1][2][3].

3. SISTEMAS DE PROTEÇÃO

3.1. Requisitos gerais

3.1.1. Todo componente deve ser protegido localmente por dois sistemas de proteção: proteção principal e proteção alternada.

3.1.2. A proteção dos componentes deve ser concebida de maneira a não depender de proteção de retaguarda remota no sistema de transmissão.

3.1.3. Devem ser previstos para os sistemas de proteção transformadores para instrumentos – transformadores de corrente (TC) e de potencial (TP) – em número adequado e com características nominais (relações nominais, número de núcleos e enrolamentos secundários, exatidão, cargas nominais, desempenho transitório etc.) especificadas em função da aplicação.

3.1.4. Os TC dos sistemas de proteção devem ser utilizados na instalação de forma a permitir a superposição das zonas de atuação das proteções de equipamentos primários adjacentes, de forma a evitar a existência de “zonas mortas”. Devem ser utilizadas proteções que tenham funcionalidades que possam detectar faltas em eventuais “zonas mortas”.

3.1.5. As correntes e tensões fornecidas para cada sistema de proteção – principal e alternada – devem ser obtidas de núcleos independentes de TC e de secundários diferentes de TP.

3.1.6. As proteções sujeitas a operação acidental por perda de potencial devem ter supervisão de tensão para bloqueio de operação e alarme. Para o caso de perda simultânea de alimentação de potencial para as duas proteções (principal e alternada), podem ser ativadas proteções temporizadas de sobrecorrente de emergência.

3.1.7. Os sistemas de proteção principal e alternada devem ser alimentados por bancos de baterias, retificadores e circuitos de corrente contínua independentes. Além disso, o projeto dos painéis deve levar em conta os cuidados necessários para facilitar os trabalhos de manutenção, de modo a minimizar o risco de erros e acidentes.

3.1.8. Os IED (dispositivo eletrônico inteligente) de proteção principal e alternada devem ser independentes e dedicados para cada FT da instalação.

3.1.9. Os sistemas de proteção devem ter dois circuitos de disparo independentes para acionamento de disjuntores, com duas bobinas de disparo.

3.1.10. Deve ser prevista a supervisão dos circuitos de corrente contínua dos relés de proteção e dos equipamentos de telecomunicação utilizados para teleproteção, dos esquemas de religamento automático e sincronismo, de forma a indicar através de alarme qualquer anormalidade que possa implicar perda da confiabilidade operacional do sistema de proteção.

3.1.11. Em esquemas com arranjo do tipo barra dupla, os TC devem ser localizados fisicamente de modo que, quando for utilizado o disjuntor interligador de barras (disjuntor de transferência), continuem fornecendo correntes para as proteções dos vãos transferidos.

3.1.12. O agente de transmissão deve manter disponível para consulta do ONS a documentação técnica das instalações sob sua responsabilidade, que inclui:

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (a) diagramas funcionais;
- (b) diagramas de blocos;
- (c) diagramas unifilares e trifilares;
- (d) manuais de operação e catálogos dos equipamentos;
- (e) memórias de cálculo dos ajustes das proteções; e
- (f) relatórios de ensaios, inclusive os realizados na fase de comissionamento.

3.2. Linhas de transmissão

3.2.1. Requisitos gerais

3.2.1.1. O sistema de proteção de uma linha de transmissão (LT) deve compreender o conjunto de dispositivos instalados nos seus terminais, necessários e suficientes para a detecção e eliminação, de forma seletiva, de todos os tipos de faltas – com ou sem resistência de falta – e de outras condições anormais de operação.

3.2.1.2. Cada terminal da LT deve ter proteção principal e proteção alternada, composta por conjuntos de proteção – dispositivos, equipamentos de telecomunicação, relés auxiliares, painéis e demais acessórios – independentes, os quais devem ser idênticos e integrados aos conjuntos de proteção dos outros terminais da LT.

3.2.1.3. Em cada terminal da LT, é admissível a utilização de conjunto de proteção principal diferente do conjunto de proteção alternada, desde que se atenda ao requisito explicitado no item 3.2.1.2. deste submódulo.

3.2.1.4. Na implantação de uma subestação decorrente de seccionamento de LT, os sistemas de proteção principais dos dois terminais, na hipótese de não serem idênticos, devem possuir características de operação para todas as funções de proteção e métodos de polarização idênticos, de forma a garantir o desempenho correto dos esquemas de teleproteção, devendo a proposta de aplicação ser submetida ao ONS para avaliação. O mesmo se aplica à proteção alternada.

3.2.1.5. Os sistemas de proteção devem ter as seguintes funções e lógicas de proteção:

- (a) função de distância (21/21 N) para detecção de faltas entre fases e entre fases e terra, com temporizadores independentes por zona;
- (b) função de sobrecorrente direcional residual (67 N) e/ou de sequência negativa (67 Q), com unidades instantânea e temporizada;
- (c) lógica de detecção de perda de potencial para bloqueio de operação e alarme das funções de proteção que dependem de informação de potencial;
- (d) lógica de detecção de faltas em eventuais zonas mortas;
- (e) lógica de detecção de faltas no trecho de LT que permanece energizado quando a chave isoladora da LT estiver aberta e seus disjuntores fechados (*stub bus protection*) em terminais de LT conectados a barramentos com arranjos do tipo disjuntor e meio ou anel;
- (f) lógica de detecção de faltas que ocorram durante a energização da LT (*switch onto fault*); e

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

(g) função de bloqueio das unidades de distância por oscilação de potência (68 OSB), de disparo por oscilação de potência (68 OST) e de perda de sincronismo (78 OST), com as seguintes características:

- (1) ajustes das unidades de impedância e dos temporizadores independentes;
- (2) seleção do modo de disparo na entrada (*trip on way in*) ou na saída (*trip on way out*) da característica de medição; e
- (3) desbloqueio da função de bloqueio (68 OSB) para faltas assimétricas.

3.2.1.6. No caso da utilização da função diferencial (87L), os sistemas de proteção devem possuir as funções e lógicas descritas no item 3.2.1.5. deste submódulo e sincronização de tempo.

3.2.1.7. Os sistemas de proteção principal e alternada devem ser capazes de detectar faltas entre fases e entre fases e terra para 100% da extensão da LT protegida, sem retardo de tempo intencional, e possibilitar efetiva proteção de retaguarda para a LT protegida e para o barramento remoto, mantida a coordenação com as proteções dos componentes adjacentes.

3.2.1.8. Quando de defeitos sólidos e sem ocorrência de falha de disjuntor, o tempo total de eliminação de faltas, que inclui o tempo de abertura dos disjuntores de todos os terminais da LT, não deve exceder a 100 ms.

3.2.1.9. Em LT conectada a barramento isolado a SF6, as proteções associadas ao compartimento de saída da LT, quando provocarem disparo local, devem comandar o envio de transferência de disparo para o terminal remoto (TDD mantido).

3.2.1.10. As proteções principal e alternada de todos os terminais da LT devem ter proteção para sobretensões (59) nas três fases com elementos instantâneo e temporizado independentes.

3.2.1.10.1. Os elementos instantâneos devem operar somente para sobretensões que ocorram simultaneamente nas três fases e os elementos temporizados devem operar para sobretensões sustentadas em qualquer uma das três fases.

3.2.1.10.2. Os disparos dessas proteções devem ser realizados por relés auxiliares de alta velocidade, sem atuação sobre relés de bloqueio, e devem efetuar transferência de disparo para o terminal remoto sem iniciar o esquema de religamento automático da linha.

3.2.1.11. Todo desligamento tripolar em um terminal da LT provocado por atuação de proteção de alta velocidade deve comandar o envio de sinal de transferência de disparo para abertura dos disjuntores dos terminais remotos.

3.2.1.12. A lógica de transferência de disparo na recepção só deve iniciar o esquema de religamento automático da LT para os casos em que esse sinal é proveniente das proteções da linha (zona 1 e esquemas de teleproteção). Para os demais casos, o religamento não deve ser iniciado, bem como devem ser discriminados os desligamentos para os quais é desejado o bloqueio de fechamento manual dos disjuntores locais.

3.2.2. Esquemas de religamento automático

3.2.2.1. As LT devem ser dotadas de esquema para religamento automático tripolar e monopolar.

3.2.2.2. Os esquemas de religamento automático devem atender à seguinte filosofia:

- (a) prover facilidades (por meio de chave seletora ou do sistema de controle) para colocação ou retirada de serviço do religamento automático;

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (b) em subestações com arranjo de barramento do tipo anel, barra dupla com disjuntor duplo ou disjuntor e meio, prever a possibilidade de religamento em quaisquer dos disjuntores associados à LT e prover facilidades (por meio de chave seletora ou do sistema de controle) para a seleção do disjuntor a religar;
- (c) para as funções de religamento monopolar e tripolar, ter ajustes independentes para o tempo morto;
- (d) uma vez iniciado um determinado ciclo de religamento, somente ser permitido um novo ciclo depois de decorrido um tempo mínimo ajustável, que se inicia com a abertura do disjuntor;
- (e) ser configurável para, opcionalmente, realizar o religamento automático apenas quando da ocorrência de curtos-circuitos internos fase-terra;
- (f) quanto ao ciclo de religamento, ser iniciado exclusivamente após a eliminação de faltas internas à LT por proteções de alta velocidade ou instantâneas, não devendo, por exemplo, ser iniciado quando de aberturas manuais dos disjuntores, operação de funções de retaguarda, faltas nos barramentos e reatores de linha, atuações de proteções para falha de disjuntor, recepção constante de sinal de transferência de disparo do terminal remoto, atuações de proteção de sobretensão e proteções de disparo por perda de sincronismo; e
- (g) ser prevista a possibilidade de seleção de qualquer um dos terminais da LT para religar primeiro (terminal líder). Esse religamento deve ocorrer depois de transcorrido o tempo morto ajustado. O outro terminal (terminal seguidor) deve religar com verificação de sincronismo. Para permitir a seleção do terminal líder, ambos os terminais devem ser equipados com esquemas de religamento e de verificação de sincronismo. O terminal líder deve religar somente se não houver tensão na LT. O terminal seguidor deve religar somente depois da verificação de sincronismo, se houver nível de tensão adequado na LT, ou seja, entre os limites mínimo e máximo permitidos.

3.2.2.3. No caso de utilização de religamento automático monopolar, deve-se atender, adicionalmente, às seguintes condições:

- (a) o desligamento e o religamento dos dois terminais da LT devem ser monopolares para faltas monofásicas e tripolares para os demais tipos de falta. Caso não haja sucesso no ciclo de religamento, o desligamento deve ser tripolar;
- (b) durante o período de operação com fase aberta imposto pelo tempo morto do religamento monopolar, qualquer ordem de disparo deve ser tripolar, sem religamento da LT;
- (c) no caso de utilização de esquemas de teleproteção em sobrealcançe, com funções direcionais de sobrecorrente residual (ou de sequência negativa), deve ser previsto o bloqueio dessas funções durante o período de operação com fase aberta; e
- (d) os sistemas de proteção devem permitir a correta seleção das fases defeituosas para comandar o desligamento do disjuntor de forma monopolar ou tripolar.

3.2.3. Função para verificação de sincronismo

3.2.3.1. A função para verificação de sincronismo deve permitir o ajuste do tempo total de religamento, cuja contagem deve incluir os tempos de abertura do disjuntor e os tempos mortos típicos para as respectivas classes de tensão. Além disso, deve possibilitar ajustes da diferença de tensão, defasagem angular, diferença de frequência e permitir seleção das seguintes condições para fechamento do disjuntor:

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (a) barra viva - linha morta;
- (b) barra morta - linha viva;
- (c) barra viva - linha viva; e
- (d) barra morta - linha morta.

3.2.4. Verificação de sincronismo manual

3.2.4.1. As instalações devem ser providas de dispositivo para a verificação das condições de sincronismo para o fechamento manual de seus disjuntores.

3.2.4.2. No caso de ampliação ou modificação da instalação, devem ser instalados os transformadores de instrumentos eventualmente necessários para a realização da função de sincronização.

3.2.4.3. O dispositivo de sincronização deve atender aos seguintes requisitos:

- (a) permitir o fechamento do disjuntor, após verificar que a diferença entre as tensões (módulo e ângulo de fase) e a diferença da frequência dos dois terminais estão dentro dos limites ajustados;
- (b) permitir o fechamento do disjuntor nas condições em que um ou ambos os lados do disjuntor estejam sem tensão – “barra viva-linha morta”, “barra morta-linha viva” ou “barra morta-linha morta”; e
- (c) exteriorizar as grandezas de tensão de ambos os lados do disjuntor a sincronizar, a diferença de ângulo de fase e o desvio de frequência entre seus terminais, bem como a indicação das condições de sincronização, de forma a permitir a adoção de medidas operativas para atingir a condição de sincronização.

3.3. Unidades transformadoras de potência

3.3.1. A proteção deve compreender o conjunto de relés e acessórios necessários e suficientes para a eliminação de todos os tipos de faltas internas – para terra, entre fases ou entre espiras – em unidades transformadoras de potência (transformadores de dois e três enrolamentos ou autotransformadores). Deve prover também proteção de retaguarda para falhas externas e internas à sua zona de proteção.

3.3.2. Toda unidade transformadora de potência deve dispor dos seguintes sistemas de proteção independentes:

- (a) proteção principal e alternada, compostas de:
 - (1) função diferencial percentual (87) com atuação diferencial por fase, com as seguintes características:
 - (i) número de circuitos de restrição igual ao número de TC da malha diferencial; e
 - (ii) restrição ou bloqueio de atuação para correntes de magnetização (*inrush*) e sobreexcitação;
 - (2) funções de sobrecorrente temporizada de fase (51) e residual (51 R) vinculadas a cada um dos enrolamentos da unidade transformadora de potência;
 - (3) função de sobrecorrente temporizada de neutro (51 N) vinculada a cada ponto de aterramento da unidade transformadora de potência; e
 - (4) função de sobretensão de sequência zero (59 G) vinculada ao enrolamento terciário ligado em delta, para alarme de faltas à terra quando o terciário alimentar cargas locais na subestação; e

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

(5) função diferencial de terra restrita (87 N) vinculada a cada ponto de aterramento da unidade transformadora de potência; e

(b) proteção intrínseca, composta de:

(1) função para detecção de faltas internas que ocasionem formação de gás (63) ou aumento da pressão interna (20), inclusive para o comutador;

(2) função de sobretemperatura do óleo (26) com dois níveis de atuação (advertência e urgência);

(3) função de sobretemperatura do enrolamento (49) com dois níveis de atuação (advertência e urgência); e

(4) válvula de alívio.

3.3.3. Para curtos-circuitos sólidos, o tempo total de eliminação de faltas, que inclui o tempo de operação do relé de proteção e dos relés auxiliares e o tempo de abertura dos disjuntores da unidade transformadora de potência pelas proteções principal e alternada (funções sem retardo intencional), não deve exceder a 100 ms.

3.3.4. A função diferencial do sistema de proteção alternada (87A) deve ser conectada aos enrolamentos dos TC do tipo pedestal localizados próximos aos disjuntores da unidade transformadora de potência, de forma que haja superposição entre a proteção diferencial da unidade transformadora de potência com as proteções diferenciais dos barramentos.

3.3.5. A função diferencial do sistema de proteção principal (87P) pode, opcionalmente, ser conectada aos enrolamentos dos TC localizados nas buchas da unidade transformadora de potência. Nesse caso, deve ser prevista uma proteção de alta velocidade para o trecho de conexão da unidade transformadora de potência, entre o disjuntor e esses TC, para ser mantida uma proteção de alta velocidade para esse trecho em caso de indisponibilidade da proteção diferencial 87A.

3.3.6. A atuação dos sistemas de proteção deve atender à seguinte filosofia:

(a) as proteções diferenciais devem comandar a abertura de todos os disjuntores associados à unidade transformadora de potência através de relés auxiliares independentes para cada proteção (94P-AT/94A-AT, 94P-MT/94A-MT e 94P-BT/94A-BT). Esses relés auxiliares podem ser os mesmos utilizados pelas proteções de sobrecorrente;

(b) as proteções diferenciais devem atuar em relés de bloqueio 86 para bloqueio de fechamento de todos os disjuntores associados à unidade transformadora de potência;

(c) as proteções de sobrecorrente de fase e residuais devem comandar a abertura apenas dos disjuntores do respectivo enrolamento através de relés auxiliares de disparo independentes para cada proteção (94P-AT/94A-AT, 94P-MT/94A-MT e 94P-BT/94A-BT), com exceção das proteções relacionadas ao enrolamento terciário ligado em delta e proteções de sobrecorrente de neutro, que devem comandar o desligamento de todos os disjuntores associados à unidade transformadora de potência;

(d) a função de detecção de gás (63), associada às proteções intrínsecas, deve comandar através de um contato independente a abertura de todos os disjuntores associados à unidade transformadora de potência, utilizando relé auxiliar de disparo independente (94PI) alimentado por fontes DC redundantes;

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (e) os níveis de advertência e urgência das funções de sobretemperatura do óleo (26) e do enrolamento (49) e a função para detecção de aumento da pressão interna (20), integrantes da proteção intrínseca da unidade transformadora de potência, devem ser utilizados para indicação e alarme; e
- (f) os níveis de urgência das funções de sobretemperatura do óleo (26) e do enrolamento (49), integrantes da proteção intrínseca da unidade transformadora de potência, podem ser utilizados para comandar a abertura de todos os disjuntores da unidade por meio de temporizadores independentes.

3.4. Reatores em derivação

3.4.1. A proteção deve compreender o conjunto de equipamentos e acessórios necessários e suficientes para a eliminação de todos os tipos de faltas internas – para a terra, entre fases ou entre espiras – em reatores monofásicos ou trifásicos, conectados em LT ou em barramento.

3.4.2. Todo reator deve dispor dos seguintes sistemas de proteção independentes:

(a) proteções principal e alternada, compostas de:

- (1) função diferencial (87), para os bancos de reatores monofásicos e trifásicos que possuam TC de bucha do lado de neutro, a qual:
 - (i) deve ser utilizada por fase, conectada aos TC de bucha do lado de alta e aos TC de bucha do lado do neutro de cada reator; e
 - (ii) deve possuir restrição da atuação por correntes de *inrush* e sobreexcitação;
- (2) função diferencial de terra restrita (87 R), a qual:
 - (i) no caso de bancos de reatores monofásicos e trifásicos que possuam TC de bucha do lado de neutro, deve ser conectada ao circuito residual dos TC de bucha do lado de alta e ao circuito residual dos TC de bucha do lado do neutro; e
 - (ii) no caso de reatores trifásicos que não possuam TC de bucha do lado de neutro, essa função deve ser conectada ao circuito residual dos TC de bucha do lado de alta e ao TC do neutro;
- (3) funções de sobrecorrente instantânea e temporizada de fase (50/51) e instantânea e temporizada residual (50/51 R), conectadas aos TC do lado da LT ou do barramento, conforme o caso, do reator; e
- (4) função de sobrecorrente instantânea e temporizada residual (50/51 R), conectada ao circuito residual dos TC de bucha do lado do neutro do reator, ou função de sobrecorrente instantânea e temporizada de neutro (50/51 N), conectada no TC de neutro do reator.

(b) proteção intrínseca, composta de:

- (1) função para detecção de faltas internas que ocasionem formação de gás (63) ou aumento da pressão interna (20);
- (2) função de sobretemperatura do óleo (26) com dois níveis de atuação (advertência e urgência); e
- (3) função de sobretemperatura do enrolamento (49) com dois níveis de atuação (advertência e urgência).

3.4.2.1. No caso de reatores de barra, podem ser utilizados os TC de pedestal para a conexão das proteções diferenciais e sobrecorrente do reator. Quando da utilização dos TC de bucha do lado de alta, para a conexão

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

destas proteções, devem ser previstas proteções redundantes e de alta velocidade para o trecho de conexão do reator, entre o(s) disjuntor(es) e os TC de bucha de alta.

3.4.3. O tempo total de eliminação de faltas, que inclui o tempo de operação do relé de proteção e dos relés auxiliares e o tempo de abertura dos disjuntores do reator, pelas proteções principal e alternada, não deve exceder a 100 ms.

3.4.4. A atuação dos sistemas de proteção deve atender à seguinte filosofia:

- (a) no caso de reatores manobráveis, as proteções diferenciais e a função para detecção de formação de gás (63), devem comandar a abertura e o bloqueio dos disjuntores do reator;
- (b) no caso de reatores diretamente conectados à LT, as proteções diferenciais e a função para detecção de formação de gás (63), devem comandar a abertura e o bloqueio dos disjuntores locais e enviar comando para abertura e bloqueio de fechamento dos disjuntores dos terminais remotos da LT (transferência de disparo);
- (c) os níveis de advertência e urgência das funções de sobretemperatura do óleo (26) e do enrolamento (49) e a função para detecção de aumento da pressão interna (20), devem ser utilizados para indicação e alarme; e
- (d) os níveis de urgência das funções de sobretemperatura do óleo (26) e do enrolamento (49), podem ser utilizados para comandar a abertura e o bloqueio de todos os disjuntores do reator, por meio de temporizadores independentes.

3.5. Barramentos

3.5.1. O sistema de proteção de barramentos deve compreender o conjunto de relés e acessórios necessários e suficientes para detectar e eliminar todos os tipos de faltas nas barras, com ou sem resistência de falta.

3.5.2. Cada barramento da instalação, com exceção dos barramentos com arranjo em anel, deve ser protegido localmente por dois sistemas de proteção independentes: principal e alternada.

3.5.3. Em subestação com qualquer tipo de arranjo de barramento, exceto barramento em anel, é permitida a utilização de proteções de barra do tipo adaptativa que englobem os dois barramentos da instalação. Tais proteções devem ser duplicadas.

3.5.4. O tempo total de eliminação de faltas, que inclui o tempo de operação da proteção do barramento e dos relés auxiliares e o tempo de abertura dos disjuntores, não deve ser superior a 100 ms.

3.5.5. Os sistemas de proteção dos barramentos devem ter as seguintes funções e características:

- (a) proteção com princípio diferencial (87), de baixa ou alta impedância, ou por comparação de fase, para cada uma das três fases;
- (b) conexão a núcleos independentes dos TC;
- (c) imunidade para os diferentes níveis de saturação dos TC, com estabilidade para faltas externas e sensibilidade para faltas internas;
- (d) supervisão para os enrolamentos secundários dos TC dentro de sua zona de proteção, com bloqueio de atuação e alarme para o caso de abertura de circuito secundário; e
- (e) seletividade, para desligar apenas os disjuntores conectados à seção defeituosa do barramento.

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

3.5.6. Os sistemas de proteção do barramento devem desligar e bloquear o fechamento de todos os disjuntores do barramento protegido.

3.5.7. As proteções de novos vãos instalados em subestações existentes devem se adaptar à proteção do barramento existente. Caso isso não seja possível, a proteção do barramento deve ser substituída.

3.6. Falha de disjuntor

3.6.1. Todo disjuntor da subestação deve ser protegido por dois esquemas redundantes para falha de disjuntor, que podem estar integrados aos sistemas de proteção das diversas FT da subestação.

3.6.2. Os esquemas de proteção para falha de disjuntor podem ser integrados aos sistemas de proteção dos barramentos da subestação.

3.6.3. O tempo total de eliminação de faltas pelos esquemas de falha de disjuntor, que inclui o tempo de operação do relé de proteção e dos relés auxiliares e o tempo de abertura dos disjuntores, não deve exceder a 250 ms.

3.6.4. Os sistemas de proteção para falha de disjuntor devem ter as seguintes funções:

- (a) funções de detecção de corrente (50 BF) e temporização (62 BF); e
- (b) função de bloqueio (86 BF).

3.6.5. A atuação dos sistemas de proteção deve atender à seguinte filosofia:

- (a) ser acionado por todas as proteções que atuam no disjuntor protegido;
- (b) promover novo comando de abertura no disjuntor protegido (*retrip*), antes da atuação do bloqueio; e
- (c) comandar, para a eliminação da falha, a abertura e o bloqueio de fechamento dos disjuntores adjacentes ao disjuntor defeituoso, e comandar, se necessário, a transferência de disparo para os disjuntores remotos.

3.6.6. Em unidades transformadoras de potência e reatores, devem ser previstas lógicas de paralelismo entre os contatos representativos de estado dos disjuntores e os contatos das unidades de supervisão de corrente (50 BF), de forma a viabilizar a atuação do esquema de falha de disjuntor para todos os tipos de defeitos nesses equipamentos, inclusive nos que não são capazes de sensibilizar os relés de supervisão de corrente dos referidos esquemas.

3.6.7. O sistema de proteção para falha de disjuntor não deve ser acionado por comando manual do disjuntor nem por eventuais Sistemas Especiais de Proteção (SEP).

3.7. Bancos de capacitores em derivação

3.7.1. O sistema de proteção de banco de capacitores em derivação deve levar em consideração a potência, o nível de tensão, a configuração do banco e as características das unidades capacitivas.

3.7.2. Os bancos de capacitores em derivação devem ser protegidos por dois sistemas de proteção independentes: principal e alternada.

3.7.3. Os sistemas de proteção devem ter as seguintes funções e características:

- (a) função de sobrecorrente instantânea e temporizada de fase (50/51) e residual (50/51 R), para a eliminação de todos os tipos de falta no circuito entre o barramento e o banco de capacitores, inclusive defeitos oriundos do estabelecimento de arco elétrico entre *racks* capacitivos.

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (b) função de sobretensão de fase (59) com dois níveis, um para alarme e outro para disparo, com faixa de ajustes de 110% a 160% da tensão nominal e com temporizadores independentes;
- (c) função de sobrecorrente (61 N) ou sobretensão residual (59 G) para detecção de desequilíbrios decorrentes da queima de unidades capacitivas que possam provocar sobretensões danosas às unidades remanescentes, com dois níveis, um para alarme e outro para disparo, e temporizadores independentes. A função a ser utilizada (61 N ou 59 G) deve ser definida de acordo com o arranjo físico do banco de capacitores;
- (d) não deve atuar para faltas externas ao banco de capacitores; e
- (e) ser imunes a transitórios oriundos de chaveamentos e à presença de harmônicos.

3.7.4. O tempo total de eliminação de faltas no circuito entre o barramento e o banco de capacitores em derivação, que inclui o tempo de operação dos relés de proteção, dos relés auxiliares e o tempo de abertura do disjuntor, não deve exceder a 100 ms.

3.7.5. A atuação dos sistemas de proteção deve atender à seguinte filosofia:

- (a) as proteções de sobrecorrente de fase (50/51) e residual (50/51 R) devem comandar a abertura e o bloqueio de todos os disjuntores do banco de capacitores em derivação;
- (b) os níveis de atuação das funções de sobretensão de fase (59) e de detecção de desequilíbrios (61 N ou 59 G) devem comandar a abertura e o bloqueio de todos os disjuntores do banco de capacitores em derivação; e
- (c) os níveis de alarme das funções de sobretensão de fase (59) e de detecção de desequilíbrios (61 N ou 59 G) devem ser utilizados para sinalização.

3.8. Bancos de capacitores série

3.8.1. Os bancos de capacitores série devem ser protegidos de acordo com a recomendação de seu fabricante e da norma [4].

3.9. Filtros

3.9.1. Os filtros devem ser protegidos por dois sistemas de proteção independentes: principal e alternada.

3.9.2. No caso de utilização de bancos de filtros, o trecho entre o barramento principal e o barramento do banco de filtros deve ser protegido por proteção instantânea.

3.9.3. O sistema de proteção de filtros deve operar para qualquer tipo de faltas em seu interior, inclusive para queima de unidades capacitivas.

3.9.4. O tempo total de eliminação de faltas no trecho entre o barramento e o filtro, que inclui o tempo de operação dos relés de proteção, dos relés auxiliares e o tempo de abertura do disjuntor, não deve exceder a 100 ms.

3.9.5. Os sistemas de proteção dos filtros devem ter as seguintes funções:

- (a) contra perda de sintonia dos filtros;
- (b) contra sobretensão nas unidades capacitivas remanescentes causada pela falha de um ou mais elementos capacitivos associados (desbalanço);
- (c) contra sobrecarga térmica e dielétrica nos elementos individuais dos filtros;

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (d) de sobrecarga;
- (e) de sobrecorrente; e
- (f) para faltas à terra.

3.10. Elos de corrente contínua

3.10.1. Faltas elétricas, falhas ou operações anormais que possam submeter os equipamentos do elo de corrente contínua (elo CC) a danos devem ser detectadas por seus sistemas de proteção, e os equipamentos com defeito, com falha ou sobrecarregados devem ser retirados de operação ou ter suas sobrecargas controladas.

3.10.2. Todo elo CC deve dispor de dois sistemas de proteção idênticos e independentes: principal e alternada.

3.10.3. A proteção do lado CC deve ser coordenada com as proteções do lado CA.

3.10.4. Os dois sistemas de proteção devem possuir facilidades que possibilitem a realização de testes durante a operação normal do elo CC, sem afetar a transmissão de energia elétrica pelo elo CC.

3.10.5. Para os casos de polo formado por duas ou mais conversoras em série, as proteções da conversora devem desligar apenas a conversora defeituosa e manter as demais em operação normal.

3.10.6. Em caso de falha total do sistema de telecomunicação entre estações conversoras, as proteções devem garantir que a conversora ou o polo continue protegido contra falhas.

3.10.7. As proteções da estação conversora e as proteções entre estações conversoras devem ser coordenadas para eliminação de defeito com o mínimo de desligamentos.

3.10.8. A proteção da linha de transmissão em corrente contínua (LT-CC) deve ser ativa apenas no terminal retificador e permitir de 1 (um) até 4 (quatro) religamentos, sendo 3 (três) religamentos com tensão plena e 1 (um) religamento com tensão reduzida (70% da tensão nominal). Deve permitir qualquer combinação do número de religamentos com tensão plena, isto é: 1 (uma) plena com 1 (uma) reduzida, 2 (duas) plenas com 1 (uma) reduzida, ou 3 (três) plenas com 1 (uma) reduzida. O último religamento deve ser efetivado sempre com tensão reduzida. Essa proteção não deve operar para falha de comutação na inversora.

3.11. Compensadores estáticos

3.11.1. Faltas elétricas, falhas ou operações anormais que possam submeter os equipamentos do compensador estático a danos devem ser detectadas por seus sistemas de proteção, e os equipamentos com defeito, com falha ou sobrecarregados devem ser retirados de operação ou ter suas sobrecargas controladas.

3.11.2. O compensador estático deve dispor dos seguintes sistemas de proteção independentes:

- (a) proteção principal e alternada; e
- (b) proteção intrínseca.

4. SISTEMAS DE REGISTRO DE PERTURBAÇÕES

4.1. Requisitos gerais

4.1.1. Para as instalações de transmissão, devem ser previstos Registradores Digitais de Perturbações (RDP) com configuração de canais de entradas analógicas e entradas digitais suficientes para permitir o completo

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

monitoramento e registro dessas instalações, de acordo com os requisitos descritos no item 4.3 deste submódulo.

4.1.2. O sistema de registro de perturbações deve atender aos seguintes requisitos funcionais:

- (a) ser implementado por equipamentos independentes dos demais sistemas de proteção ou supervisão (*stand alone*);
- (b) amostrar continuamente as grandezas analógicas e digitais supervisionadas, sendo que as amostras mais antigas devem ser sucessivamente substituídas por amostras mais recentes (*buffer circular*);
- (c) disparar o registro da perturbação por variações das grandezas analógicas e/ou digitais em quaisquer dos canais supervisionados, de forma livremente configurável;
- (d) transferir automaticamente os dados relativos à perturbação do *buffer circular*, quando houver disparo para registro de uma perturbação, e arquivá-los na memória do próprio RDP, sendo que durante a fase de armazenamento dos dados da perturbação, o RDP deve permanecer amostrando as grandezas analógicas e digitais, de forma a não perder nenhum evento;
- (e) interromper o registro de uma perturbação só depois de cessada a condição que ocasionou o disparo e transcorrido o tempo de pós-falta ajustado, sendo que, se ocorrer nova perturbação antes de encerrar o tempo de registro de uma perturbação, o RDP deve iniciar novo período de registro sem levar em conta o tempo já transcorrido da perturbação anterior;
- (f) registrar, para cada perturbação, no mínimo 160 ms de dados de pré-falta e ter tempo de pós-falta ajustável entre 100 e 5000 ms;
- (g) ter filtragem *anti-aliasing* e taxa de amostragem tal que permitam o registro nos canais analógicos de componentes harmônicas até a 15ª ordem (frequência nominal de 60 Hz);
- (h) registrar dia, mês, ano, hora, minuto, segundo e milissegundo de cada operação de registro;
- (i) ter relógio de tempo interno sincronizado por meio de receptor de sinal de tempo do GPS, de forma a manter o erro máximo da base de tempo inferior a 1 ms;
- (j) ter tempo de atraso entre a atuação de qualquer canal digital e o registro do respectivo sinal não superior a 2 ms;
- (k) ter tempo de atraso da amostragem entre quaisquer canais analógicos não superior a 1 grau elétrico, referido à frequência de 60 Hz;
- (l) ter memória suficiente para armazenar dados referentes a, no mínimo, 30 perturbações com duração de 5 s cada, para o caso de disparos consecutivos de registro de perturbação pelo RDP;
- (m) ter porta de comunicação para a transferência dos registros de perturbação do RDP; e
- (n) ser dotado de automonitoramento e autodiagnóstico contínuos.

4.2. Rede de coleta de registros de perturbação dos agentes

4.2.1. A arquitetura da rede de comunicação e o modo de transferência dos arquivos dos RDP para concentradores locais ou concentrador central devem ser definidos pelo agente responsável pela instalação, de forma a atender aos prazos e condições especificadas no Submódulo 7.10 – Implantação do sistema de registro de perturbações.

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

4.2.2. Se o sistema de coleta realizar a transferência automática dos registros, deve ser prevista uma opção que permita a desativação do modo de transferência automática e a subsequente ativação de modo de transferência seletiva.

4.3. Registro de perturbações

4.3.1. Terminais de linha de transmissão

4.3.1.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) três correntes da LT (três fases ou duas fases e corrente residual); e
- (b) três tensões da LT (três fases ou duas fases e tensão residual).

4.3.1.2. Os seguintes sinais digitais devem ser supervisionados pelos sistemas de proteção principal e alternada:

- (a) atuação de cada função de proteção que comanda disparo dos disjuntores;
- (b) atuação de cada função de proteção associada aos esquemas de teleproteção;
- (c) recepção e transmissão de sinal de transferência direta de disparo;
- (d) recepção e transmissão de sinais de teleproteção;
- (e) atuação de bloqueio por oscilação de potência;
- (f) atuação de religamento automático;
- (g) atuação do esquema de falha de disjuntor; e
- (h) desligamento pela proteção de perda de sincronismo.

4.3.1.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas;
- (c) sobrecorrente residual;
- (d) subtensão nas fases monitoradas; ou
- (e) sobretensão residual.

4.3.2. Barramentos

4.3.2.1. Se houver TP instalados nos barramentos e estes forem utilizados por relés de proteção, devem ser supervisionadas, por barramento, as grandezas analógicas correspondentes às três tensões do barramento (três fases ou duas fases e tensão residual).

4.3.2.2. Devem ser supervisionados pelos sistemas de proteção principal e alternada os sinais digitais do desligamento pela proteção diferencial.

4.3.2.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) subtensão nas fases monitoradas; ou

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

(c) sobretensão residual.

4.3.3. Unidades transformadoras de potência

4.3.3.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente das três fases para cada enrolamento da unidade transformadora de potência; e
- (b) corrente de sequência zero para cada ponto de aterramento da unidade transformadora de potência.

4.3.3.2. Os seguintes sinais digitais devem ser supervisionados:

- (a) atuação de cada função de proteção, das proteções principal e alternada, que comanda o disparo dos disjuntores; e
- (b) desligamento pelas proteções intrínsecas.

4.3.3.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas; ou
- (c) sobrecorrente residual.

4.3.4. Reatores em derivação

4.3.4.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) correntes das três fases do reator; e
- (b) corrente de sequência zero do reator.

4.3.4.2. Os seguintes sinais digitais devem ser supervisionados:

- (a) atuação de cada função de proteção, das proteções principais e alternadas, que comanda o disparo dos disjuntores; e
- (b) desligamento pelas proteções intrínsecas.

4.3.4.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas; ou
- (c) sobrecorrente residual.

4.3.5. Bancos de capacitores em derivação

4.3.5.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente das três fases do banco de capacitores;
- (b) tensão fase-neutro das três fases do banco de capacitores, caso não supervisionadas no barramento; e
- (c) corrente ou tensão de desequilíbrio do banco de capacitores.

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

4.3.5.2. Para as proteções principal e alternada, devem ser supervisionados os sinais digitais correspondentes à atuação de cada função de proteção que comanda o disparo dos disjuntores.

4.3.5.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas;
- (c) sobretensão nas fases monitoradas; ou
- (d) sobretensão residual.

4.3.6. Bancos de capacitores série

4.3.6.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente das três fases dos capacitores ou do banco de capacitores;
- (b) corrente do gap e do *Metal Oxide Varistor* (MOV); e
- (c) corrente de descarga para plataforma.

4.3.6.2. Devem ser supervisionados os sinais digitais correspondentes à atuação das proteções do banco de capacitores.

4.3.6.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas;
- (c) sobrecorrente no *gap* ou no MOV; ou
- (d) sobrecorrente para plataforma.

4.3.7. Bancos de filtros

4.3.7.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente das três fases do banco de filtros; e
- (b) corrente ou tensão de desequilíbrio do banco de filtros.

4.3.7.2. Devem ser supervisionados os sinais digitais correspondentes à atuação das proteções do banco de filtros e de suas proteções intrínsecas.

4.3.7.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas; ou
- (c) sobretensão nas fases monitoradas.

4.3.8. Elos de corrente contínua

4.3.8.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente CC do polo, medida entre a linha e o reator de alisamento;

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (b) tensão CC do polo, medida entre a linha e o reator de alisamento;
- (c) corrente CC no inversor;
- (d) tensão CC no inversor;
- (e) ângulo de disparo α (alfa) do retificador;
- (f) ângulo de extinção γ (gama) do inversor;
- (g) corrente das três fases de cada enrolamento do transformador conversor;
- (h) tensão das três fases de cada enrolamento do transformador conversor;
- (i) tensão na linha do eletrodo do elo CC, em todos os pontos necessários; e
- (j) corrente na linha do eletrodo do elo CC, em todos os pontos necessários.

4.3.8.2. Os seguintes sinais digitais devem ser supervisionados:

- (a) falha de comutação;
- (b) falta na linha CC;
- (c) proteção do polo;
- (d) bloqueio do polo;
- (e) partida do polo; e
- (f) di/dt .

4.3.8.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas; ou
- (c) subtensão nas fases monitoradas.

4.3.9. Compensadores estáticos

4.3.9.1. As seguintes grandezas analógicas devem ser supervisionadas:

- (a) corrente de fase dos equipamentos componentes do compensador estático, inclusive as correntes residuais;
- (b) tensões do barramento a ser controlado pelo compensador estático; e
- (c) tensões do barramento de conexão do elemento do compensador estático controlado a tiristor.

4.3.9.2. Os seguintes sinais digitais devem ser supervisionados:

- (a) atuação da proteção de quaisquer dos equipamentos componentes do compensador estático;
- (b) atuação das funções de controle que comandam o desligamento de parte ou de todos os equipamentos componentes do compensador estático; e
- (c) atuação das funções de controle necessárias para análise de seu desempenho.

4.3.9.3. Os registros devem ser realizados para as seguintes condições:

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

- (a) alteração do estado de canal digital;
- (b) sobrecorrente nas fases monitoradas; ou
- (c) subtensão ou sobretensão nas fases monitoradas.

5. SISTEMAS DE TELEPROTEÇÃO

5.1. Canais

5.1.1. A função teleproteção, que converte os sinais e mensagens das proteções em sinais e mensagens compatíveis com os canais dos sistemas de telecomunicação e vice-versa, pode ser executada pelos dispositivos de proteção, pelos equipamentos de telecomunicação ou ainda por equipamentos dedicados, denominados equipamentos de teleproteção.

5.1.2. Funções de teleproteção integradas em equipamentos de telecomunicação devem ter interfaces dedicadas e independentes. Por sua vez, os equipamentos que têm tais funções integradas devem ser adequados para uso em instalações de transmissão de sistemas elétricos de potência, conforme o item 2.2. deste submódulo.

5.1.3. Os canais para teleproteção devem:

- (a) ser adequados ao esquema de teleproteção selecionado ou à quantidade de grandezas ou informações a serem transferidas, no que concerne ao número de comandos, largura de banda, taxa de transmissão, tempo de propagação, simetria e variação de tempo de propagação e integridade das informações; e
- (b) manter a confiabilidade e segurança de operação em situações de baixa relação sinal/ruído (canal analógico) ou erro na taxa de transmissão (BER) acima do especificado.

5.1.4. Os equipamentos de teleproteção devem:

- (a) ter facilidades para a simulação do funcionamento dos esquemas de teleproteção, ponta a ponta, com o bloqueio simultâneo da saída de comando para a proteção, independentemente do meio de comunicação utilizado, para que seja possível realizar verificações dos enlaces sem ser necessário desligar a LT; e
- (b) ter chaves de teste para permitir realizar intervenção nos equipamentos de proteção e de telecomunicação sem ser necessário desligar a LT.

5.1.5. Se o equipamento de teleproteção for instalado em edificação distinta da dos equipamentos de telecomunicação, a interligação entre ambos, independentemente da distância envolvida, deve ser efetuada de forma a não comprometer a confiabilidade e a segurança da teleproteção.

5.1.6. Os canais de telecomunicação providos por sistema de onda portadora sobre linha de transmissão (OPLAT) devem manter a confiabilidade e a segurança de operação em condições adversas de relação sinal/ruído, sobretudo na ruptura ou curto-circuito para terra de uma das fases da LT utilizadas pelo sistema OPLAT.

5.1.7. Os esquemas de teleproteção integrantes das proteções principal e alternada devem ser implementados através de meios físicos totalmente independentes, de modo a evitar falhas de modo comum.

Nome	Submódulo	Tipo	Revisão	Vigência
Requisitos mínimos para os sistemas de proteção, de registro de perturbações e de teleproteção	2.11	Requisitos	2020.12	01/01/2021

5.1.7.1. Se houver necessidade de utilização dos esquemas de teleproteção das LT para envio de sinal de transferência de disparo para o terminal remoto, isso deve ser realizado através dos esquemas de teleproteção das proteções principal e alternada da LT.

5.1.7.2. Se o esquema de transferência direta de disparo da proteção principal ou alternada utilizar sistema OPLAT, devem ser previstos dois canais de telecomunicação para atendimento aos requisitos do item 5.1.8. deste submódulo. Nesses casos, o outro sistema de teleproteção deve obrigatoriamente utilizar outro meio físico para implementação, igualmente dotado de dois canais de comunicação.

5.1.8. Em condições normais, o disparo nos esquemas de transferência de disparo se dá pelo recebimento dos comandos de disparo em ambos os canais. No caso de falha de um dos canais de telecomunicação, o esquema deve permitir o disparo apenas com o recebimento do comando no canal íntegro (lógica monocal).)

5.2. Esquemas de teleproteção para LT

5.2.1. Os esquemas de teleproteção para LT devem atender aos seguintes requisitos:

- (a) não devem ser permissivos por subalcance;
- (b) a unidade instantânea da proteção de sobrecorrente direcional residual (67 N) e/ou de sequência negativa (67 Q) deve(m) atuar incorporada(s) ao esquema de teleproteção selecionado e utilizar canal de teleproteção independente do canal utilizado para as proteções de distância;
- (c) em esquemas de teleproteção permissivos por sobrealcance, devem ser utilizadas lógicas de bloqueio temporário para evitar operação incorreta durante a eliminação sequencial de faltas em LT paralelas (*transient blocking*); e
- (d) os esquemas de teleproteção permissivos por sobrealcance devem ter lógicas para a devolução de sinal permissivo (*echo*) e de disparo para proteção de terminais com fraca alimentação (*weak infeed*).

5.2.2. Os canais para teleproteção devem ser dedicados, específicos para proteção e não compartilhados com outras aplicações.

5.2.3. Os esquemas de teleproteção devem ser redundantes para as proteções principal e alternada e utilizar meios físicos de transmissão independentes, de tal forma que a indisponibilidade de uma via de telecomunicação não comprometa a disponibilidade da outra via.

5.2.4. Os equipamentos dos sistemas de teleproteção devem observar o requisito do item 3.2.1.2. deste submódulo.

6. REFERÊNCIAS

- [1] ONS RE 3 200/2012 – FILOSOFIAS DAS PROTEÇÕES DOS TRANSFORMADORES E AUTOTRANSFORMADORES DA REDE DE OPERAÇÃO DO ONS
- [2] ONS RE 3 109/2011 – FILOSOFIAS DAS PROTEÇÕES DAS LTS DE ALTA E EXTRA ALTA TENSÃO DA REDE DE OPERAÇÃO DO ONS
- [3] ONS RE 3 220/2012 – FILOSOFIAS DAS PROTEÇÕES DAS LTS DE TENSÃO INFERIOR A 345 kV DA REDE DE OPERAÇÃO DO ONS
- [4] IEC, *Series capacitors for power systems – Part 2 Protective equipment for series capacitor banks. Standard IEC 143*