



***Conexão entre Microgeração Distribuída
em Baixa Tensão e a Rede de Distribuição
da ELEKTRO***

Revisão 02 – 11/2017

NORMA ND.64

ELEKTRO Redes S.A.
Diretoria de Processos e Tecnologia
Gerência de Redes

Rua Ary Antenor de Souza, 321 – Jd. Nova América
Campinas – SP
Tel.: (19) 2122 - 1000
Site: www.elektro.com.br

ND.64

**Conexão entre Microgeração Distribuída em Baixa Tensão
e a Rede de Distribuição da ELEKTRO**

Campinas – SP, 2017

35 páginas



Aprovação

Frederico Jacob Candian
Gerente de Redes

Elaboração

**Clarice Itokazu Oshiro
Edmilson Landenberger Menegatti**

ND.64

À ELEKTRO é reservado o direito de modificar total ou parcialmente o conteúdo desta norma, a qualquer tempo e sem prévio aviso considerando a constante evolução da técnica, dos materiais e equipamentos bem como das legislações vigentes.

INDICE

CONTROLE DE REVISÕES	11
1 OBJETIVO.....	13
2 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	13
3 DEFINIÇÕES	13
4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS.....	15
4.1 LEGISLAÇÃO	15
4.2 NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS.....	15
4.3 NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	16
4.4 NORMAS TÉCNICAS ELEKTRO	16
5 CONDIÇÕES GERAIS.....	16
5.1 REGULAMENTAÇÃO	16
5.2 CONDIÇÕES NÃO PERMITIDAS	17
5.3 SUSPENSÃO DE FORNECIMENTO	17
5.4 RESPONSABILIDADE E ATRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS.....	17
5.5 PONTO DE ENTREGA	17
6 CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS.....	18
6.1 CONEXÃO.....	18
6.2 PADRÃO DE ENTRADA.....	18
6.3 PROTEÇÃO	18
6.4 PROJETO ELÉTRICO	18
6.5 CONSULTA DE ACESSO	18
6.6 SOLICITAÇÃO DE ACESSO.....	18
6.7 PARECER DE ACESSO	19
6.8 ACORDO OPERATIVO E RELACIONAMENTO OPERACIONAL	19
7 APRESENTAÇÃO DE PROJETO	19
7.1 PROJETO DE SISTEMA COM INVERSOR ESTÁTICO.....	19
7.1.1 CARTA DE APRESENTAÇÃO	19
7.1.2 MEMORIAL DESCRITIVO	19
7.1.3 DESENHOS	19
7.1.4 PROTEÇÃO GERAL.....	19
7.2 PROJETO DE SISTEMA SEM INVERSOR	20
7.2.1 CARTA DE APRESENTAÇÃO	20
7.2.2 MEMORIAL DESCRITIVO	20
7.2.3 DESENHOS	20
7.2.4 PROTEÇÃO GERAL.....	20
7.2.4.1 GENERALIDADES.....	20
7.2.4.2 DISPOSITIVO DE SINCRONIZAÇÃO OU VERIFICAÇÃO DE SINCRONISMO (25)	21
7.2.4.3 PROTEÇÃO CONTRA SUBTENSÃO OU FALTA DE FASE (27)	21
7.2.4.4 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÕES (59)	21
7.2.4.5 RELÉ DE SOBREFRQUÊNCIA (81/O)	21
7.2.4.6 RELÉ DE SUBFRQUÊNCIA (81/U).....	21
7.2.5 ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA – ART	21
7.2.6 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS	21
7.2.6.1 INVERSORES.....	21
7.2.6.2 EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO	22
7.2.6.3 DISJUNTOR DE SINCRONISMO	22
8 REQUISITOS DE QUALIDADE	22
8.1 TENSÃO EM REGIME PERMANENTE	22
8.2 FAIXA OPERACIONAL DE FREQUÊNCIA.....	23
8.2.1 MICROGERAÇÃO COM INVERSORES ESTÁTICOS.....	23

8.2.2	MICROGERAÇÃO SEM INVERSORES	24
8.3	PROTEÇÃO DE INJEÇÃO DE COMPONENTE C.C. NA REDE ELÉTRICA	24
8.4	HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA.....	24
8.5	FATOR DE POTÊNCIA	24
9	REQUISITOS DE SEGURANÇA	24
9.1	VARIAÇÕES DE TENSÃO E FREQUÊNCIA	25
9.2	PROTEÇÃO ANTI-ILHAMENTO.....	25
9.3	RECONEXÃO.....	25
9.4	SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	25
TABELAS	27
DESENHOS	31

ÍNDICE DE DESENHOS

Esquema unifilar microgeração distribuída com inversor estático (solar ou eólica).....	ND.64.01.01/1
Esquema unifilar microgeração distribuída sem inversor (hidráulica, térmica).....	ND.64.01.02/1
Placa de advertência.....	ND.64.02.01/1

CONTROLE DE REVISÕES

Revisão	Data	Descrição
00	01.02.2013	Elaboração.
01	11.02.2016	<ul style="list-style-type: none">• Atualização do documento e formulários, conforme Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 e revisão 6 do Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.• Inclusão do termo “minigeração” no título da norma.• Exclusão dos desenhos ND.64.02.01/1 e ND.64.02.02/1 e renumeração do desenho ND.64.03.01/1 para ND.64.02.01/1.• Alteração e renumeração dos formulários citados na ND.64.
02	27.11.2017	<ul style="list-style-type: none">• Alteração para que esta norma contemple somente Microgeração Distribuída.• Inclusão da definição de “potencia disponibilizada”.

1 OBJETIVO

Esta norma estabelece os requisitos técnicos mínimos necessários para a conexão de Microgeração Distribuída em paralelo com o sistema de distribuição de energia elétrica em baixa tensão da ELEKTRO e optantes pelo Sistema de Compensação de Energia Elétrica, conforme estabelecido no Módulo 3 – Seção 3.7 – Acesso de Microgeração e Minigeração Distribuída, dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos projetos de conexão de microgeração distribuída com potência menor ou igual a 75 kW à rede de distribuição de energia elétrica de baixa tensão, na área de concessão da ELEKTRO Redes S.A.

As diretrizes desta norma deverão ser aplicadas também para os clientes com microgeração distribuída ligados em média tensão (transformadores particulares, com potência até 300KVA, na tensão de 13,8kV ou 34,5kV) com medição em baixa tensão.

3 DEFINIÇÕES

3.1

acessada

distribuidora de energia elétrica em cujo sistema elétrico o acessante conecta sua instalações

3.2

acessante

consumidor, central geradora, distribuidora ou agente importador ou exportador de energia com instalações que se conectam ao sistema elétrico de distribuição, individualmente ou associados

3.3

acordo operativo

documento celebrado entre as partes que descreve as atribuições e o relacionamento operacional entre as mesmas para fins da conexão, observada a legislação vigente e os procedimentos de distribuição

3.4

baixa tensão de distribuição (BT)

tensão entre fases cujo valor eficaz é igual ou inferior a 1 kV

3.5

cogeração qualificada

atributo concedido a cogeneradores que atendem os requisitos definidos em resolução específica, segundo aspectos de racionalidade energética, para fins de participação nas políticas de incentivo à cogeração

3.6

consulta de acesso

consulta facultativa para conexão de microgeração, formulada pelo acessante à acessada com o objetivo de obter informações técnicas que subsidiem os estudos pertinentes ao acesso

3.7

ilhamento

operação em que a central geradora supre uma porção eletricamente isolada do sistema de distribuição da acessada

NOTA É também denominada como operação ilhada.

3.8

informação de acesso

resposta formal e obrigatória da acessada à consulta de acesso, sem ônus para o acessante, com o objetivo de fornecer informações sobre o acesso pretendido

3.9

instalações de conexão

instalações e equipamentos com a finalidade de interligar as instalações próprias do acessante ao sistema de distribuição, compreendendo o ponto de conexão e eventuais instalações de interesse restrito

3.10

inversor

equipamento estático, tipicamente usado para converter a corrente contínua em corrente alternada monofásica ou trifásica

3.11

microgeração distribuída

central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras

3.12

minigeração distribuída

central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras

3.13

parecer de acesso

documento formal obrigatório apresentado pela acessada, sem ônus para o acessante, em que são informadas as condições de acesso, compreendendo a conexão e o uso, e os requisitos técnicos que permitam a conexão das instalações do acessante, com os respectivos prazos

3.14

ponto de conexão

conjunto de equipamentos que se destina a estabelecer a conexão na fronteira entre as instalações da acessada e do acessante. No caso da microgeração o ponto de conexão é o mesmo da unidade consumidora, sendo vedada a modificação do ponto de conexão da unidade consumidora exclusivamente em função da instalação da geração

3.15

procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional

PRODIST

conjunto de documentos elaborados pela ANEEL, com participação dos agentes de distribuição e de outras entidades e associações do setor elétrico nacional, que normalizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica

3.16**relacionamento operacional**

documento que contém as principais condições referentes ao relacionamento operacional entre o proprietário de microgeração distribuída e responsável pela unidade consumidora que adere ao sistema de compensação de energia e a distribuidora de distribuição de energia elétrica

3.17**sistema de compensação de energia elétrica**

sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa

3.18**solicitação de acesso**

requerimento formulado pelo acessante que, uma vez entregue à acessada, implica a prioridade de atendimento, de acordo com a ordem cronológica de protocolo

3.19**potência instalada para sistemas de geração fotovoltaicos**

definida na Resolução Normativa ANEEL nº 676/2015 como a “potência nominal elétrica, em kW, na saída do inversor, respeitadas limitações de potência decorrentes dos módulos, do controle de potência do inversor ou de outras restrições técnicas”. Trata-se, portanto, do menor valor entre a potência nominal do inversor e a potência dos módulos.

3.20**potência disponibilizada**

a) unidade consumidora do grupo A: a demanda contratada, expressa em quilowatts (kW); e
b) unidade consumidora do grupo B: a resultante da multiplicação da capacidade nominal de condução de corrente elétrica do dispositivo de proteção geral (disjuntor de BT) da unidade consumidora pela tensão nominal, observado o fator específico referente ao número de fases, expressa em quilovolt-ampère (kVA).

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS**4.1 Legislação**

Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST – Módulo 3 – Seção 3.7.

Resolução ANEEL 482/2012, de 17/04/2012

Resolução ANEEL 676/2015, de 25/08/2015

4.2 Normas Técnicas Brasileiras

ABNT NBR 60149, *Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.*

ABNT NBR 60150, *Sistemas fotovoltaicos (FV) — Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição — Procedimento de ensaio de conformidade.*

ABNT NBR IEC 62116, *Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.*

ABNT NBR IEC 60947-2, *Dispositivo de manobra e comando de baixa tensão Parte 2: Disjuntores*

4.3 Normas Técnicas Internacionais

VDE-AR-N 4105:2011-08, *Power generation systems connected to the low-voltage distribution network*

ITC - *Istruzioni tecniche per la connexione di impianti di produzione di energia elettrica alla rete di SET DISTRIBUZIONE S.p.A. con tensione nominale - 1 kV*

4.4 Normas Técnicas ELEKTRO

ND.10, *Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária a Edificações Individuais.*

ND.65, *Ligação de autoprodutores ou produtores independentes em paralelo com o sistema de distribuição de média tensão da Elektro*

5 CONDIÇÕES GERAIS

Como a limitação de fornecimento em baixa tensão na ELEKTRO está definida em 75 kW, de carga instalada, a ligação da microgeração distribuída nesta classe de tensão, diretamente na rede da distribuidora, também estará limitada a esta potência.

Quando a instalação do consumidor possuir transformador próprio (particular) com potência até 300 KVA, medição em baixa tensão e geração que se enquadre como microgeração distribuída (potência até 75 kW), as diretrizes desta norma devem ser seguidas.

Para as gerações distribuídas que se enquadrem como minigeração, deve-se seguir a norma Elektro ND.65.

As tensões padronizadas para a baixa tensão na ELEKTRO são: 127/220 V, 220/380 V. Na área rural para transformadores monofásicos (FF ou FN) a tensão padronizada é 115/230 V.

A potência instalada da microgeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada.

Compete a distribuidora a responsabilidade pela coleta das informações das unidades geradoras e envio dos dados à ANEEL para fins de registro, nos termos da regulamentação específica.

Na etapa de Consulta de Acesso, o interessado deve preencher os dados solicitados e assinar o formulário ND.64-F-002 Consulta de Acesso para microgeração e minigeração distribuída.

Na etapa de Solicitação de Acesso, o interessado deve preencher os dados solicitados e assinar os seguintes formulários, conforme o tipo de acesso:

- ND.64 F 003 Solicitação de Acesso para microgeração distribuída igual ou inferior a 10 kW;
- ND.64 F 004 Solicitação de Acesso para microgeração distribuída superior a 10 kW;
- ND.64 F 005 Solicitação de Acesso para minigeração distribuída.

As instalações de conexão devem ser projetadas observando as características técnicas, normas, padrões e procedimentos específicos do sistema de distribuição da distribuidora, bem como as normas da ABNT.

O sistema de proteção e comando da microgeração distribuída deve estar localizado preferencialmente ao lado do padrão de entrada da unidade consumidora, instalado em local próprio.

5.1 Regulamentação

a) A ligação pela ELEKTRO das instalações fica condicionada ao cumprimento das disposições desta norma e das normas complementares aplicáveis da ABNT e da ELEKTRO.

- b) As instalações elétricas a partir da origem da instalação devem estar em conformidade com as normas da ABNT.
- c) Os trabalhos nas instalações elétricas devem ser realizados de acordo com os requisitos e condições estabelecidos nas normas e regulamentações específicas.
- d) A liberação do projeto pela ELEKTRO para execução, bem como o atendimento da ligação da microgeração e as vistorias efetuadas no padrão de entrada e no sistema de geração, não transferem a responsabilidade técnica à ELEKTRO quanto ao projeto e execução dos mesmos. Esta responsabilidade é do profissional que os elaborou e/ou executou.
- e) As vistorias porventura efetuadas pela ELEKTRO nas instalações internas da unidade consumidora não implicam em responsabilidade desta por danos que possam ocorrer a pessoas ou bens resultantes de seu uso.
- f) As instalações existentes que estiverem em desacordo com as normas e padrões da ELEKTRO ou com as normas técnicas da ABNT e que ofereçam riscos à segurança devem ser reformadas ou substituídas dentro do prazo estabelecido pela ELEKTRO, sob pena de desconexão das instalações.
- g) A ELEKTRO inspecionará periodicamente todos os equipamentos que lhe pertencem e estejam instalados na unidade consumidora e também os equipamentos de conexão da geração distribuída, devendo o consumidor assegurar o livre acesso dos colaboradores aos locais em que estejam instalados os referidos equipamentos.
- h) Os casos técnicos omissos ou duvidosos serão resolvidos em comum acordo com a ELEKTRO, que reserva o direito de tratar somente com o responsável técnico pelo projeto e/ou execução.

5.2 Condições não permitidas

- a) ligação de mais de um ponto de entrega em uma mesma propriedade.
- b) qualquer tipo de interligação entre instalações elétricas de unidades consumidoras diferentes.
- c) extensão das instalações elétricas além dos limites da propriedade do consumidor, bem como a propriedade usufruto de terceiros, mesmo que o fornecimento seja gratuito.
- d) mudanças das características do sistema de geração distribuída sem prévia comunicação à distribuidora.

5.3 Suspensão de fornecimento

A ELEKTRO executará a desconexão das instalações do acessante quando apurar que esteja ocorrendo por parte do consumidor, infração às normas ou nas situações previstas na legislação vigente.

5.4 Responsabilidade e atribuições profissionais

- a) O projeto elétrico deve ser elaborado e assinado por profissionais habilitados para execução de projeto de geração, conforme regulamentações do CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia e do CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia.
- b) Todos os projetos encaminhados a ELEKTRO devem estar acompanhados de ART – Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA, devidamente preenchida e autenticada.

5.5 Ponto de entrega

- a) É a conexão do sistema elétrico da distribuidora com a unidade consumidora e situa-se no limite da via pública com a propriedade onde esteja localizada a unidade consumidora.

b) Até o ponto de entrega de energia é de responsabilidade da distribuidora adotar todas as providências com vistas a viabilizar a conexão da microgeração distribuída, observadas as condições estabelecidas na legislação e regulamentos aplicáveis, bem como a sua operação e manutenção.

c) Caso seja necessário realizar ampliações ou reforços no sistema de distribuição exclusivamente em função da conexão da microgeração participante do sistema de compensação de energia elétrica, a distribuidora será a responsável pelo projeto e execução das obras no sistema. Eventual aumento de carga instalada na unidade consumidora enseja o cálculo e eventual cobrança de participação financeira do consumidor nos termos da regulamentação aplicável.

6 CONDIÇÕES E ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

6.1 Conexão

O ponto de conexão do acessante com microgeração distribuída é o ponto de entrega da unidade consumidora, conforme definido em regulamento específico.

6.2 Padrão de entrada

Para a montagem do padrão de entrada, consultar a norma ND.10.

6.3 Proteção

Para sistema de microgeração com utilização de inversor estático a proteção será por meio dos dispositivos de proteção existentes no inversor.

Obrigatoriamente os inversores devem ter função anti-ilhamento.

Os sistemas que não utilizam inversores (usualmente geradores hidráulicos ou térmicos) a proteção deve ser por meio de relés com as funções definidas nesta norma e ação sobre disjuntor.

Não é permitido usar o condutor neutro como condutor de proteção, bem como ligá-lo ao sistema de terra de proteção do consumidor.

6.4 Projeto elétrico

A ELEKTRO recomenda ao acessante que seja feita Consulta de Acesso antes da apresentação de projeto, de modo a obter as diretrizes necessárias para elaboração do mesmo, minimizando a possibilidade de reprovos e consequentes atrasos no processo de acesso.

A execução dos serviços projetados somente deve ser iniciada após a liberação formal do projeto pela ELEKTRO.

6.5 Consulta de Acesso

Para elaborar a Consulta de Acesso de microgeração a ser ligada na rede da distribuidora em baixa tensão, o interessado deve apresentar o formulário ND.64-F-002, devidamente preenchido e assinado.

A distribuidora enviará para o interessado a Informação de Acesso no prazo definido na legislação.

6.6 Solicitação de Acesso

A Solicitação de Acesso deve conter:

a) o formulário aplicável ao tipo de acesso (ND.64-F-003, ND.64-F-004 ou ND.64-F-005) devidamente preenchido e assinado pelo interessado e responsável técnico;

- b) o projeto das instalações de conexão, incluindo memorial descritivo, localização, arranjo físico, diagramas, conforme descrito na seção 7;
- c) os documentos e as informações solicitados previamente pela ELEKTRO.

6.7 Parecer de Acesso

O Parecer de Acesso contendo as condições necessárias para a conexão das instalações do acessante à rede da acessada será encaminhado pela distribuidora ao acessante.

6.8 Acordo Operativo e Relacionamento Operacional

No caso de microgeração, o Relacionamento Operacional será encaminhado em anexo ao Parecer de Acesso pela distribuidora ao acessante.

7 APRESENTAÇÃO DE PROJETO

Na etapa de Solicitação de Acesso, o acessante deve apresentar o projeto elétrico em conformidade com as diretrizes elencadas a seguir:

7.1 Projeto de sistema com inversor estático

Todo processo de atendimento de sistema de microgeração distribuída com inversor estático, deve conter os seguintes documentos:

7.1.1 Carta de apresentação

Carta de apresentação do projeto, conforme modelo do formulário ND.64-F-001, contendo: designação e endereço da instalação consumidora geradora a ser ligada, relação dos documentos anexados, nome, endereço e telefone do proprietário e do responsável técnico.

7.1.2 Memorial descritivo

Memorial descritivo com os elementos necessários à completa interpretação do projeto, assinado pelo responsável técnico pelo projeto, contendo:

- objetivo ou finalidade do projeto e da instalação;
- condições gerais sobre normas técnicas seguidas para o projeto e as que devem ser observadas na execução das instalações;
- dados da unidade geradora (informações técnicas do gerador, inversor e demais dispositivos);
- certificação do inversor de laboratório credenciado pelo INMETRO.

7.1.3 Desenhos

Desenho em folhas de formatos padronizados pela ABNT com um espaço reservado para carimbo da ELEKTRO, contendo o nome por extenso e o número do CREA do responsável técnico.

O desenho deve conter:

- a) diagrama unifilar;
- b) planta de localização do imóvel com a localização do centro de medição;

7.1.4 Proteção geral

Devem ser utilizados para proteção geral da entrada consumidora disjuntores termomagnéticos unipolares, bipolares e tripolares nas ligações monofásicas, bifásicas e trifásicas, respectivamente.

Para efeitos desta norma, o simples acoplamento das alavancas de manobra dos disjuntores monopolares não constituirá um disjuntor bipolar ou tripolar, ocasionando a reprova na vistoria das instalações de conexão.

Os elementos de proteção do inversor devem estar em conformidade com as normas da ABNT para assegurar os seguintes requisitos:

- a) desconexão automática do inversor em caso de falta de energia na rede da distribuidora;
- b) manter os níveis de tensão da rede;
- c) manter o valor da frequência.

7.2 Projeto de sistema sem inversor

Todo processo de atendimento de sistema de microgeração distribuída sem inversor (gerador hidráulico, térmico etc.), deve conter os seguintes documentos:

7.2.1 Carta de apresentação

Carta de apresentação do projeto, conforme modelo do ND.64-F-001, contendo: designação e endereço da instalação consumidora geradora a ser ligada, relação dos documentos anexados, nome, endereço e telefone do proprietário e do responsável técnico.

7.2.2 Memorial descritivo

Memorial descritivo com os elementos necessários à completa interpretação do projeto, assinado pelo responsável técnico, contendo:

- objetivo ou finalidade do projeto e da instalação;
- condições gerais sobre normas técnicas seguidas para o projeto e as que devem ser observadas na execução das instalações;
- dados da unidade geradora (informações técnicas do gerador, sistema de sincronismo e demais dispositivos);
- estudo de ajuste dos dispositivos de proteção.

7.2.3 Desenhos

Desenho em folhas de formatos padronizados pela ABNT com um espaço reservado para carimbo da ELEKTRO, contendo o nome por extenso e o número do CREA do responsável técnico.

O desenho deve conter:

- a) diagrama unifilar detalhado;
- b) diagrama funcional do sistema de paralelismo;
- c) planta de localização do imóvel com a localização do centro de medição;
- d) dados do gerador:
 - potência;
 - impedância transitória, subtransitória e de regime;
 - tipo de máquina;
 - manual do gerador.

7.2.4 Proteção geral

7.2.4.1 Generalidades

Devem ser utilizados para proteção geral da entrada consumidora disjuntores termomagnéticos unipolares, bipolares e tripolares nas ligações monofásicas, bifásicas e trifásicas, respectivamente. Para efeitos desta norma, o simples acoplamento das alavancas

de manobra dos disjuntores monopolares não constituirá um disjuntor bipolar ou tripolar, ocasionando a reprova na vistoria das instalações de conexão.

A conexão de sincronismo deve ser realizada por meio de disjuntor comandado pelos relés de proteção.

Para alimentação da bobina de abertura do disjuntor de sincronismo deve ser prevista fonte auxiliar, adequadamente dimensionada visando garantir sua atuação. Esta fonte deve ser uma fonte capacitiva (trip capacitivo).

Para alimentação dos relés de proteção devem ser prevista fonte capacitiva, adequadamente dimensionada, para o correto funcionamento dos relés no momento da falta.

A Tabela 1 apresenta os dispositivos de proteção exigidos pela regulamentação.

A Tabela 2 apresenta os ajustes recomendados das proteções previstas para este tipo de ligação.

7.2.4.2 Dispositivo de sincronização ou verificação de sincronismo (25)

Dispositivo que opera quando dois circuitos de corrente alternada estão dentro dos limites desejados de frequência, ângulo de fase e tensão para permitir ou efetuar o sincronismo destes dois circuitos.

7.2.4.3 Proteção contra subtensão ou falta de fase (27)

Relé que atua quando sua tensão de entrada é menor do que um valor predeterminado.

7.2.4.4 Proteção contra sobretensões (59)

A unidade consumidora deve utilizar proteção contra sobretensões e ser ajustada de acordo com as necessidades requeridas pelo sistema elétrico do consumidor, de forma a garantir a integridade e confiabilidade.

7.2.4.5 Relé de sobrefrequência (81/O)

Dispositivo que opera quando a frequência (ou sua taxa de variação) está acima do limite determinado.

7.2.4.6 Relé de subfrequência (81/U)

Dispositivo que opera quando a frequência (ou sua taxa de variação) está abaixo do limite determinado.

7.2.5 Anotação de responsabilidade técnica – ART

Deve ser fornecida uma via da Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do CREA referente aos serviços a serem prestados (projeto ou projeto e execução das instalações elétricas). Caso o responsável por todo o projeto e execução seja o mesmo pode ser registrada uma única ART desde que estejam discriminados todos os serviços a serem prestados.

NOTA Caso conste a ART do responsável técnico ou firma responsável somente pelo projeto, a vistoria da execução da obra será feita somente após o envio da via de recolhimento da ART do responsável técnico pela execução do mesmo.

7.2.6 Equipamentos e acessórios

7.2.6.1 Inversores

Conversor estático de potência que converte a corrente contínua do gerador em corrente alternada apropriada para a utilização pela rede elétrica.

O inversor deve ser provido de função anti-ilhamento, que deixa de fornecer energia à rede elétrica quando esta estiver fora das especificações normais de operação de tensão e/ou frequência.

Os inversores de potência são do tipo que operam somente quando conectado a uma rede de distribuição, ou seja, não possui sistema de armazenamento de energia nem outra fonte possível de sustentar tensão de referência para seu funcionamento quando a rede da Distribuidora estiver desligada.

Os inversores utilizados em sistemas fotovoltaicos devem atender aos requisitos estabelecidos nas normas da ABNT. Só serão aceitos inversores com certificação INMETRO, ou que apresentem certificados dos laboratórios internacionais acreditados pelo INMETRO.

7.2.6.2 Equipamento de medição

Os equipamentos destinados à medição para fins de faturamento e compensação são fornecidos e instalados pela ELEKTRO, cabendo ao consumidor preparar o local de instalação dos mesmos, de acordo com o indicado nos padrões construtivos.

Os medidores serão do tipo bidirecional conforme especificação da distribuidora, ou seja, medir a energia ativa injetada da rede e a energia ativa consumida da rede.

7.2.6.3 Disjuntor de sincronismo

Disjuntor seco de baixa tensão, montado em caixa de material isolante moldada, monopolar, bipolar ou tripolar, com bobina de disparo para abertura remota (a critério do responsável técnico, bobina de fechamento remoto) para uso interno de acordo com a ABNT NBR IEC 60947-2, com as seguintes características mínimas:

- tensão nominal: 600 V c.a.;
- tensão de isolamento: 1 000 V c.a.;
- corrente nominal: de acordo com a potência da unidade geradora;
- frequência: 60 Hz;
- com dispositivo de abertura mecânica;
- bobina de disparo remota;
- bobina de fechamento remota;
- capacidade de interrupção simétrica sob curto-circuito: 16 kA (mínima).

A ELEKTRO poderá exigir disjuntor com capacidade de interrupção de maior valor, a qualquer tempo, inclusive na fase de projeto da instalação, em função de possíveis níveis mais elevados de curto-circuito da rede.

8 REQUISITOS DE QUALIDADE

A qualidade da energia fornecida pelos sistemas de geração distribuída às cargas locais e à rede elétrica da distribuidora é regida por práticas e normas referentes à tensão, cintilação, frequência, distorção harmônica e fator de potência. O desvio dos padrões estabelecidos por essas normas caracteriza uma condição anormal de operação, e os sistemas devem ser capazes de identificar esse desvio e cessar o fornecimento de energia à rede, no caso de centrais de geração que se conectem a rede da distribuidora por meio de inversores ou desconectar-se da rede para os casos de centrais geradoras que não tenham inversores na interligação com a rede da distribuidora.

8.1 Tensão em regime permanente

Quando a tensão da rede sai da faixa de operação especificada na Tabela 3, o sistema de geração distribuída deve interromper o fornecimento de energia à rede (conexão com inversores) ou desconectar-se da rede (conexão sem inversores). Isto se aplica a qualquer sistema, seja ele monofásico ou polifásico.

O sistema de geração distribuída deve perceber uma condição anormal de tensão e atuar (cessar o fornecimento à rede). As condições previstas na Tabela 3 devem ser cumpridas, com tensões eficazes e medidas no ponto de conexão comum.

8.2 Faixa operacional de frequência

O sistema de geração distribuída deve operar em sincronismo com a rede elétrica e dentro dos limites de variação de frequência definidos.

8.2.1 Microgeração com inversores estáticos

Para os sistemas que se conectem a rede por meio de inversores, as seguintes diretrizes devem ser seguidas:

Quando a frequência da rede assumir valores abaixo de 57,5 Hz, o sistema de geração distribuída deve cessar o fornecimento de energia à rede elétrica em até 0,2 s. O sistema somente deve voltar a fornecer energia à rede quando a frequência retornar para 59,9 Hz, respeitando o tempo de reconexão descrito em 9.3.

Quando a frequência da rede ultrapassar 60,5 Hz e permanecer abaixo de 62 Hz, o sistema de geração distribuída deve reduzir a potência ativa injetada na rede segundo a equação:

$$\Delta P = [f_{rede} - (f_{nominal} + 0,5)] \times R$$

Sendo:

ΔP variação da potência ativa injetada, expressa em porcentagem, em relação à potência ativa injetada no momento em que a frequência excede 60,5 Hz (P_M);

f_{rede} a frequência da rede;

$f_{nominal}$ a frequência nominal da rede;

R a taxa de redução desejada da potência ativa injetada, expressa em porcentagem por Hz, ajustada em - 40 %/Hz. A resolução da medição de frequência deve ser $\leq 0,01$ Hz.

Se, após iniciado o processo de redução da potência ativa, a frequência da rede reduzir, o sistema de geração distribuída deve manter o menor valor de potência ativa atingido ($P_M - \Delta P_{Máximo}$) durante o aumento da frequência. O sistema de geração distribuída só deve aumentar a potência ativa injetada quando a frequência da rede retornar para a faixa 60 Hz \pm 0,05 Hz, por no mínimo 300 s. O gradiente de elevação da potência ativa injetada na rede deve ser de até 20 % do valor da potência ativa (P_M) por minuto.

Quando a frequência da rede ultrapassar 62 Hz, o sistema de geração distribuída deve cessar de fornecer energia à rede elétrica em até 0,2 s. O sistema somente deve voltar a fornecer energia à rede quando a frequência retornar para 60,1 Hz, respeitando o tempo de reconexão descrito em 9.3. O gradiente de elevação da potência ativa injetada na rede deve ser de até 20 % do valor da potência ativa (P_M) por minuto.

A Figura 1 ilustra a curva de operação do sistema fotovoltaico em função da frequência da rede para a desconexão por sobre/subfrequência.

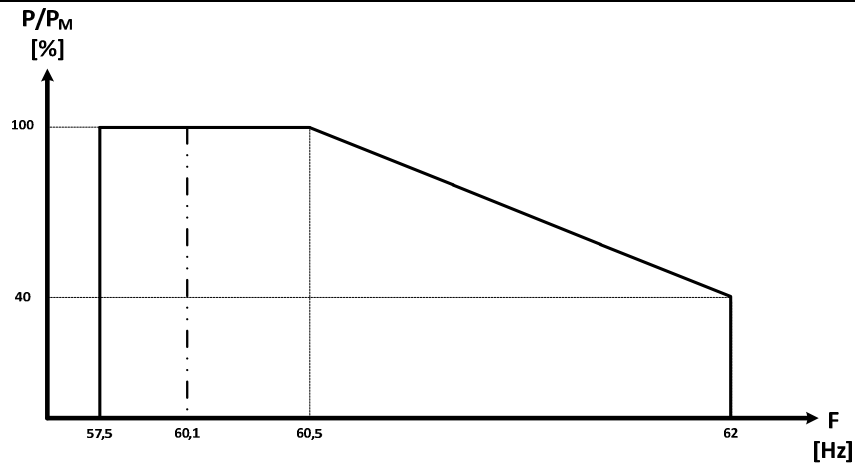


Figura 1 – Curva de operação do sistema de geração distribuída em função da frequência da rede para desconexão por sobre/subfrequência

8.2.2 Microgeração sem inversores

Para os sistemas que se conectam a rede sem a utilização de inversores (centrais térmicas ou hidráulicas) a faixa operacional de frequência deverá estar situada entre 59,5 Hz e 60,5 Hz. Os tempos de atuação estão descritos na Tabela 2.

8.3 Proteção de injeção de componente c.c. na rede elétrica

O sistema de geração distribuída deve parar de fornecer energia (conexão com inversores) à rede ou desconectar-se da rede (casos de conexão sem inversores) em 1 s se a injeção de componente c.c. (corrente contínua) na rede elétrica for superior a 0,5 % da corrente nominal do sistema de geração distribuída.

O sistema de geração distribuída com transformador com separação galvânica em 60 Hz não precisa ter proteções adicionais para atender a esse requisito.

8.4 Harmônicos e distorção da forma de onda

A distorção harmônica total de corrente deve ser inferior a 5%, na potência nominal do sistema de geração distribuída. Cada harmônica individual deve estar limitada aos valores apresentados na Tabela 4.

8.5 Fator de potência

O sistema de geração distribuída deve ser capaz de operar dentro das seguintes faixas de fator de potência quando a potência ativa injetada na rede for superior a 20% da potência nominal do gerador:

- sistemas de geração distribuída com potência nominal menor ou igual a 3 kW: FP igual a 1 com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo;
- sistemas de geração distribuída com potência nominal maior que 3 kW e menor ou igual a 6 kW: FP ajustável de 0,95 indutivo até 0,95 capacitivo;
- sistemas de geração distribuída com potência nominal maior que 6 kW: FP ajustável de 0,90 indutivo até 0,90 capacitivo.

Após uma mudança na potência ativa, o sistema de geração distribuída deve ser capaz de ajustar a potência reativa de saída automaticamente para corresponder ao FP predefinido.

Qualquer ponto operacional resultante destas definições/curvas deve ser atingido em, no máximo, 10 s.

9 REQUISITOS DE SEGURANÇA

Esta Seção fornece informações e considerações para a operação segura e correta dos sistemas de geração distribuída conectados à rede elétrica.

A função de proteção dos equipamentos pode ser executada por um dispositivo interno ao inversor para as conexões que o utilizem como interface com a rede ou por dispositivos externos para aquelas conexões que não utilizem inversor como interface.

9.1 Variações de tensão e frequência

Condições anormais de operação podem surgir na rede elétrica e requerem uma resposta do sistema de geração distribuída conectado a essa rede. Esta resposta é para garantir a segurança das equipes de manutenção da rede e das pessoas em geral, bem como para evitar danos aos equipamentos conectados à rede, incluindo o sistema de geração distribuída.

As condições anormais compreendem as variações de tensão e frequência acima ou abaixo dos limites definidos e a desconexão completa da rede, representando um potencial para a formação de ilhamento da geração distribuída.

9.2 Proteção anti-ilhamento

Para prevenir o ilhamento, um sistema de geração distribuída conectado à rede deve cessar o fornecimento de energia à rede (casos com inversores) ou desconectar-se da rede (casos sem inversores) em até 2 s após a falta da rede da distribuidora, independentemente das cargas ligadas ou outros geradores distribuídos ou não (e não ser capaz de sustentar a carga à qual está ligado, mesmo estando desconectado da rede).

Os inversores aplicados em sistemas fotovoltaicos devem atender ao estabelecido na ABNT NBR IEC 62116.

9.3 Reconexão

Depois de uma “desconexão” devido a uma condição anormal da rede, o sistema de geração distribuída não pode retomar o fornecimento de energia à rede elétrica (reconexão) por um período mínimo de 180 s após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede.

O religamento automático do sistema de geração é permitido após o tempo definido.

9.4 Sinalização de segurança

No padrão de entrada de energia, no poste do consumidor, voltado para a rua, deve ser afixada placa com os seguintes dizeres: “CUIDADO – GERAÇÃO PRÓPRIA”.

A placa de advertência deve ser confeccionada conforme modelo apresentado no desenho ND.64.02.01/1.

TABELAS

Tabela 1
Requisitos de proteção

Requisito de Proteção	Potência instalada menor ou igual a 75 kW
Elemento de desconexão	Sim
Elemento de interrupção ^a	Sim
Transformador de acoplamento ^b	Não
Proteção de sub e sobretensão	Sim ^c
Proteção de sub e sobrefrequência	Sim ^c
Sobrecorrente direcional	Não
Relé de sincronismo	Sim ^d
Anti-ilhamento	Sim ^e
<p>^a Elemento de interrupção automático acionado por proteção para microgeradores distribuídos e por comando e/ou proteção para minigeradores distribuídos.</p> <p>^b Transformador de interface entre a unidade consumidora e rede de distribuição.</p> <p>^c Não é necessário relé de proteção específico, mas um sistema eletroeletrônico que detecte tais anomalias e que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção.</p> <p>^d Não é necessário relé de sincronismo específico, mas um sistema eletroeletrônico que realize o sincronismo com a frequência da rede e que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção, de maneira que somente ocorra a conexão com a rede após o sincronismo ter sido atingido.</p> <p>^e No caso de operação em ilha do acessante, a proteção de anti-ilhamento deve garantir a desconexão física entre a rede de distribuição e as instalações elétricas internas à unidade consumidora, incluindo a parcela de carga e de geração, sendo vedada a conexão ao sistema da distribuidora durante a interrupção do fornecimento.</p>	
<p>NOTA Nos sistemas que se conectam à rede por meio de inversores, os quais devem estar instalados em locais apropriados de fácil acesso, as proteções relacionadas na Tabela 1 podem estar inseridas nos referidos equipamentos, sendo a redundância de proteções desnecessária para microgeração distribuída.</p>	

Tabela 2
Ajustes recomendados das proteções

Requisito de Proteção	Potência instalada até 75 kW	Tempo máximo de atuação s
Proteção de subtensão (27)	0,8 p.u.	0,2
Proteção de sobretensão (59)	1,1 p.u.	0,2
Proteção de subfrequência (81U)	59,5 Hz	0,2
Proteção de sobrefrequência (81O)	60,5 Hz	0,2
Proteção de sobrecorrente (50/51)	Conforme padrão de entrada de energia	N/A
Relé de sincronismo (25)	10° 10 % tensão 0,3 Hz	N/A
<p>Ajustes diferentes dos recomendados devem ser submetidos a avaliação da ELEKTRO. O ilhamento não é permitido, sob qualquer circunstância.</p>		

Tabela 3

Resposta às condições anormais de tensão

Tensão no ponto de conexão comum (% em relação à $V_{nominal}$)	Tempo máximo de desligamento ^a s
$V < 80\%$	0,2 ^b
$80\% \leq V \leq 110\%$	Regime normal de operação
$110\% < V$	0,2 ^b

^a O tempo máximo de desligamento refere-se ao tempo entre o evento anormal de tensão e a atuação do sistema de geração distribuída (cessar o fornecimento de energia para a rede). O sistema de geração distribuída deve permanecer conectado à rede, a fim de monitorar os parâmetros da rede e permitir a “reconexão” do sistema quando as condições normais forem restabelecidas.

^b Para sistemas de geração distribuída que não utilizam inversores como interface com a rede, os tempos de atuação estão descritos na Tabela 2.

Tabela 4

Limite de distorção harmônica de corrente

Harmônicas ímpares	Limite de distorção
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
Harmônicas pares	Limite de distorção
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

DESENHOS

DIAGRAMA UNIFILAR

(COM INVERSOR)

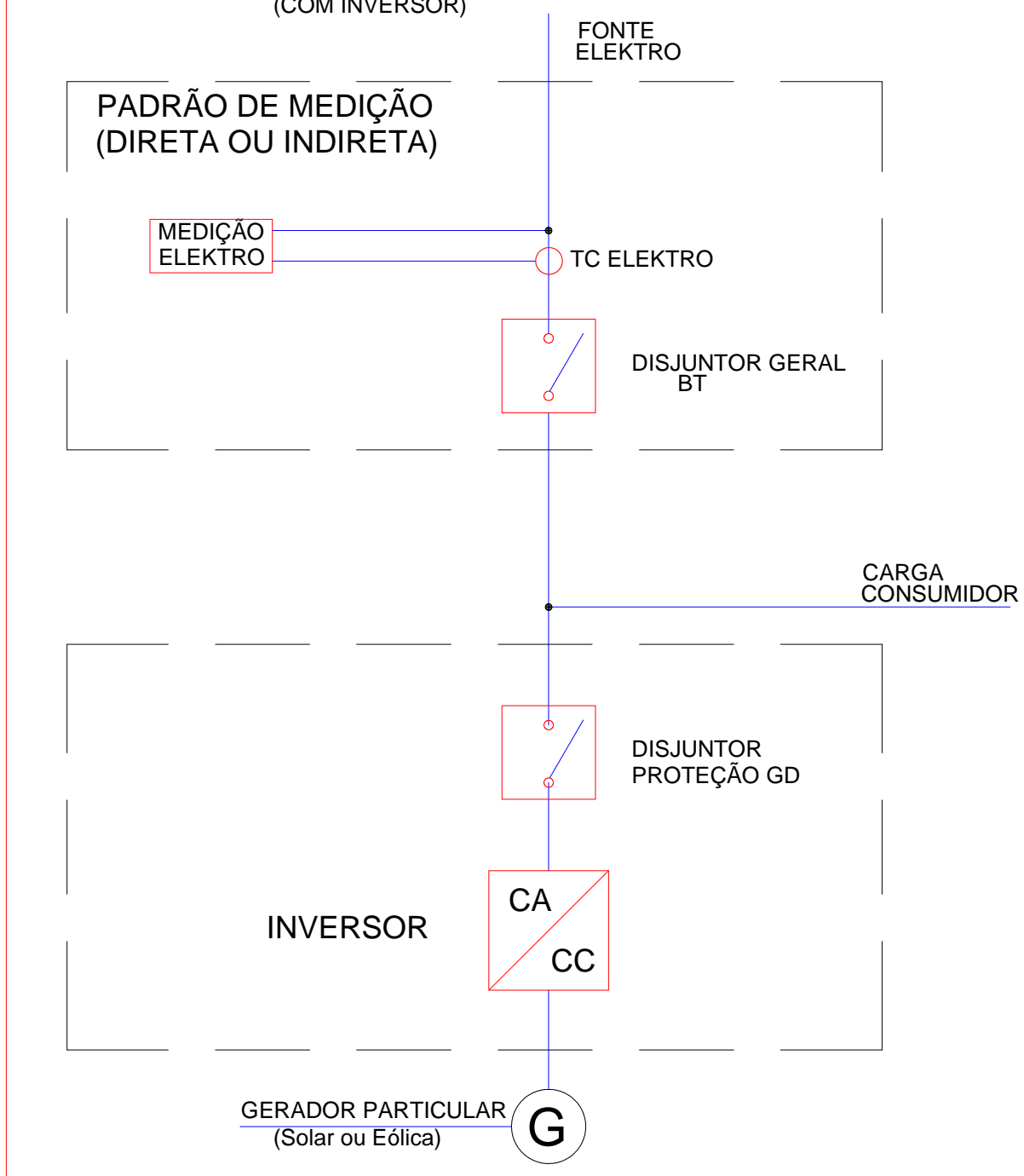
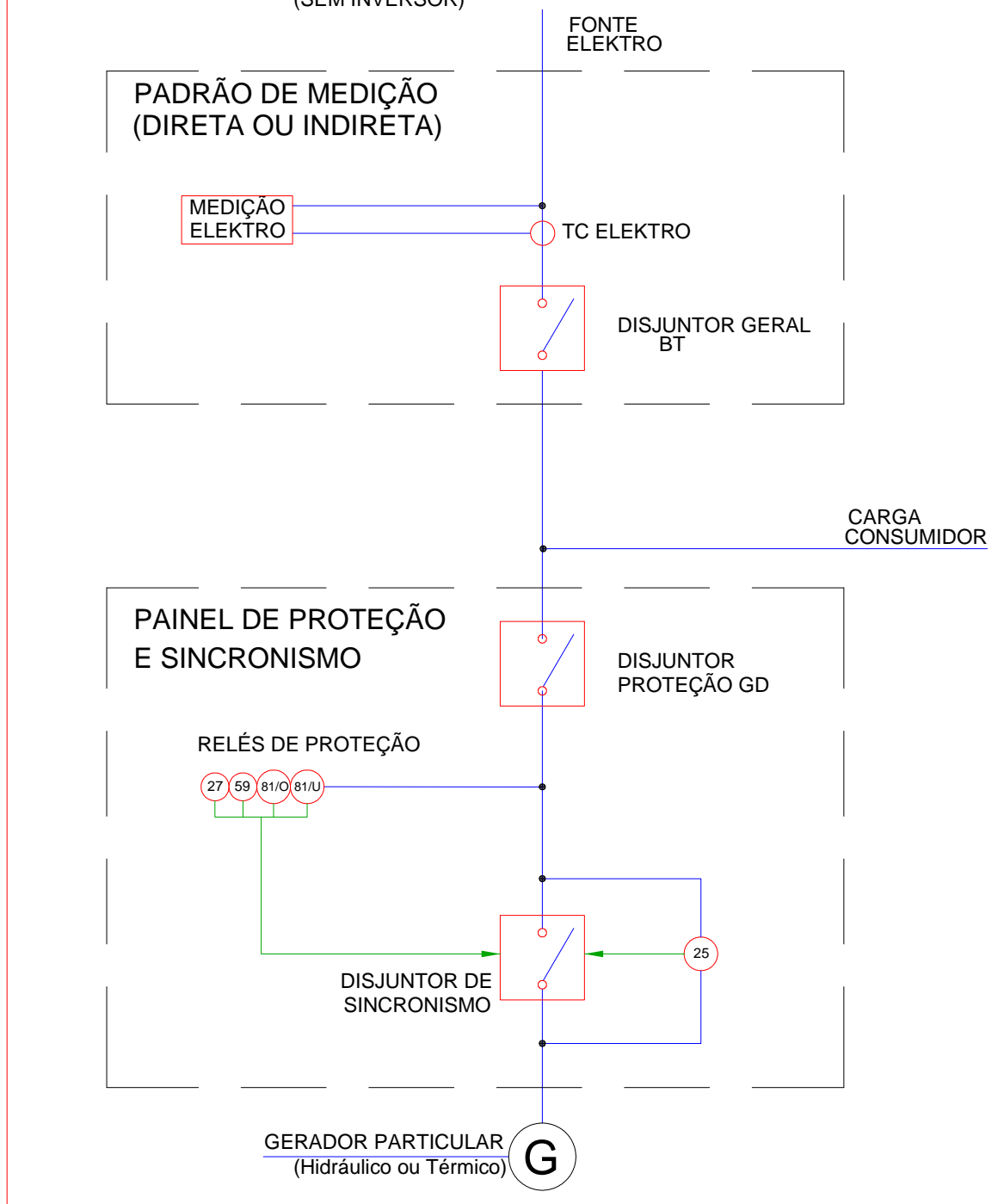


DIAGRAMA UNIFILAR

(SEM INVERSOR)



Criado por: Clarice Itokazu Oshiro

Aprovado por: Giancarlo Vassão de Souza

Verificado por: Frederico Jacob Candian

Subst. ND.64.01.02/1 de março/2014

Norma de Distribuição

ND.64

Revisão 02

**Esquema unifilar microgeração distribuída
sem inversor (hidráulica ou térmica)**

DESENHO
ND.64.01.02/1
Folha 1/1

