



Companhia Energética de Minas Gerais

Manual de Distribuição

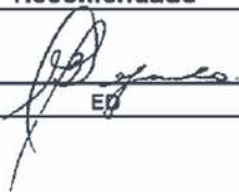
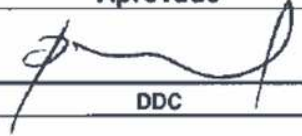
Requisitos Para Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição da Cemig D – Média Tensão



Diretoria de Distribuição e Comercialização

Manual de Distribuição

Requisitos Para Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição da Cemig D – Média Tensão

Preparado	Recomendado	Aprovado
Jorge Luiz Teixeira - 42116 Rafael de Melo Oliveira 44869 ED/AT	 ED	 DDC



Diretoria de Distribuição e Comercialização

Controle de Revisão

Mês/Ano	Descrição das alterações	Nível de Aprovação	Aprovador
MAR/2016	Revisão do Capítulo 9 – Microgeração e Minigeração Aderentes ao Regime de Compensação, em função da Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015	PA	MBD C040725

Preparado	Verificado	Recomendado	Aprovado	ND-5.31 MAR/2016
 Alécio M. Oliveira C044869 – PA/EA	 Carlos A. M. Leitão C045463 – PA/EA	 Wagner A. Veloso C049154 – PA/EA	 Márcio B. Delgado C040725 - PA	

Requisitos Para Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição da Cemig D – Média Tensão

Participantes da elaboração da ND

Equipe ED	
Participante	Gerência
Alecio Melo Oliveira	ED/AT
Álvaro Paulino César	ED/AT
Carlos Alberto Monteiro Leitão	ED/AT
Franz de Cassias Strobel	ED/AT
Fábio Lélis dos Santos	ED/AT
Giovani Cezar Luiz Souza	ED/AT
Jorge Luiz Teixeira	ED/AT
Luís Fernando Dias	ED/AT
Márcio Eli Moreira da Silva	ED/AT
Paulo Roberto Pontello	ED/AT
Pablo Senna Oliveira	ED/AT
Ricardo Araújo dos Santos	ED/AT
Washington Pereira de Oliveira	ED/AT
Alexandre Guerzoni Ribeiro	ED/AD
Ângelo de Barreto Aranha	ED/AD
Marcos da Silva Rabello	ED/AD
Marisa Lages Murta	ED/AD
Equipe Demais Áreas	
Participante	Gerência
Adilson Olímpio Carlos	PE/PL
Alessandro A. Peixoto	OM/EO
Alisson Trindade Benedito	OM/EL
Alisson Guedes Chagas	PE/PL
Amantino Alves da Costa	OM/PE
Denise Meireles	PE/PL
Ernando Antunes Braga	RL/AG
Fernando Antonio Lourenço Lobo	PR/ME
Geovane de Freitas Morato	OM/EO
Heberth de Souza Faria	SA/SE
Izonel Henrique Pereira Júnior	OM/PE
José Renato Carvalho Barbosa	SA/SE
Kennedy Aparecido de Oliveira Dias	TI/IO
Luciano Mendes Oliveira	TI/TC
Márcio Henrique Ribeiro	TI/TC
Marcos de Oliveira Martins	OM/EO
Mozart Ferreira Braga Júnior	OM/EL
Paulo Sergio Silva Mendes	PE/PL

Paulo Roberto Rodrigues Mendes	OM/CO
Kelson Marconi Brandao de Carvalho	OM/EL
Ricardo Luiz do Nascimento	PE/PL
Rodrigo Damasceno	OM/CO
Ronaldo Assis Carvalho	OM/EL
Tiago Ferreira da Cunha	OM/EL
Wilson Geraldo Machado	RL/AG

Gerências envolvidas

Gerente	Gerência
Wagner Antonio Araujo Veloso	ED/AT
Ronaldo de Oliveira	ED/AD
Cleber Esteves Sacramento	PE/PS
Edgard Pereira Cardoso	OM/EO
Breno Sergio Lessa Moreira	OM/EL
Carlos Jose Thiersch	OM/PE
Helcimar Nogueira da Silva	RL/AG
Daniel Senna Guimarães	TI/TC
José Luis de Oliveira Brasil	TI/IO
Wellington Zakhia Soares	SA/SE
Marcos Antonio de Arruda Lopes	OM/CO

INDICE

1. OBJETIVOS.....	6
2. ESCOPO	7
3. TERMINOLOGIA	8
4. DISPOSIÇÕES GERAIS	15
5. CONTATOS DO USUÁRIO COM A ACESSADA.....	17
6. LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO	18
7. PROCEDIMENTOS DE ACESSO	21
7.1. Consulta de acesso	21
7.2. Informação de acesso.....	23
7.3. Solicitação de acesso	24
7.4. Parecer de acesso	26
7.5. Contratos	28
7.6. Obras	29
7.6.1. Obras sob a responsabilidade do acessante	29
7.6.1.1. Ponto de Conexão e Instalações de Conexão.....	30
7.6.1.2. Obras sob responsabilidade da Cemig D	31
8. CRITÉRIOS E PADRÕES TÉCNICOS PARA A CONEXÃO	32
8.1. Características do sistema distribuição Cemig em média tensão (MT)	32
8.2. Forma da conexão	32
8.2.2. Consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor	32
8.2.3. Acessante novo conectado a um alimentador existente	34
8.2.4. Acessante novo conectado em média tensão a subestação.....	35
8.2.5. Padrões técnicos do religador da conexão.....	36
8.2.6. Padrões técnicos para o trecho de alimentador de interligação	37
8.2.7. Determinação da forma de conexão.....	38
8.2.7.1. Máxima geração a ser conectada ao alimentador	38
8.2.7.2. Reguladores de tensão entre acessante e fonte Cemig D.....	39
8.2.7.3. Perdas máximas com a conexão	39
8.2.7.4. Variação máxima de Tensão no sistema de distribuição para perda da geração nominal	40

8.2.7.5.	Tensão após o religamento do alimentador	41
8.3.	Transformadores de acoplamento	42
8.3.1.	Ligação dos enrolamentos do transformador de acoplamento.....	42
8.3.2.	Tapes dos transformadores de acoplamento	44
8.4.	Requisitos de proteção para a conexão	44
8.4.1.	Funções mínimas de proteções do acessante	46
8.4.2.	Funções mínimas de proteções no ponto de conexão	48
8.4.3.	Ajustes das proteções do acessante	50
8.5.	Requisitos de Medição	51
8.5.1.	Sistema de medição de Faturamento (SMF)	51
8.5.1.1.	Produtor independente	51
8.5.1.2.	Autoprodutor.....	53
8.5.1.3.	Subestação de Medição de Faturamento.....	53
8.5.1.4.	Conservação da Subestação de Medição de Faturamento	54
8.5.1.5.	Acesso à Subestação de Medição de Faturamento	54
8.6.	Requisitos de Automação e Telecomunicação	55
8.6.1.	Canais de comunicação de dados	55
8.6.1.1.	Acessante conectado em um alimentador existente da Cemig D	55
8.6.1.2.	Acessante conectado em média tensão a subestação existente sem automação.....	56
8.6.1.3.	Acessante conectado em média tensão a subestação existente com automação	56
8.6.2.	Canais de comunicação de voz	57
8.6.3.	Comunicação da medição de faturamento	57
8.6.4.	Meios de Comunicação	57
8.6.5.	Solução de automação.....	57
8.6.5.1.	Acessante conectado em um alimentador existente da Cemig D	57
8.6.5.2.	Acessante conectado em média tensão a subestação existente da Cemig D	58
8.6.6.	Base de dados.....	58
8.7.	Requisitos técnicos da geração	59
8.7.1.	Geradores síncronos	59
8.7.1.1.	Sincronização	59
8.7.1.2.	Controles de tensão e fatores de potência no ponto de conexão.....	60
8.7.1.3.	Controle de velocidade	61
8.7.1.4.	Condições para operação ilhada	62
8.7.2.	Geradores assíncronos.....	62
9.	MICROGERAÇÃO E MINIGERAÇÃO ADERENTES AO REGIME DE COMPENSAÇÃO.....	64
9.1.	Objetivo	64
9.2.	Escopo	64
9.3.	Procedimentos de conexão	65
9.4.	Acordo operativo e relacionamento operacional	66
9.5.	Obras para a conexão.....	67

9.6. Critérios técnicos	67
9.6.1. Potência Instalada	67
9.6.2. Transformador de acoplamento	68
9.6.3. Geração conectada por meio de inversores	69
9.6.4. Geração conectada sem uso de inversores	69
9.6.5. Geração própria (fonte não incentivada)	69
9.6.6. Automação e comunicações	70
9.6.7. Faixa 1: menor ou igual a 300 kW	70
9.6.7.1. Consumidores interligados através da Subestação nº 1	70
9.6.7.2. Consumidores interligados através de Subestação nº 2 ou 4	73
9.6.8. Faixa 2: maior que 300 kW e menor ou igual a 3000 kW (Hidráulica) ou 5000 kW (demais fontes incentivadas)	75
9.6.8.1. Proteções e equipamentos de interrupção e manobra	78
9.6.8.2. Painel de interface	79
9.6.8.3. Medição	79
 10. REQUISITOS DE QUALIDADE	 80
10.1. Requisitos de qualidade do produto	80
10.1.1. Tensão em regime permanente	81
10.1.1.1. Medição de tensão em regime permanente	83
10.1.2. Fator de Potência	85
10.1.2.1. Medição de fator de potência	85
10.1.3. Harmônicos	86
10.1.3.1. Medição de distorções harmônicas	89
10.1.4. Desequilíbrios de tensão	90
10.1.4.1. Medição de desequilíbrio de tensão	92
10.1.5. Flutuações de tensão ("flicker")	93
10.1.5.1. Medição de flutuação de tensão ("Flicker")	95
10.1.6. Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD)	97
10.1.6.1. Medição de variações de tensão de curta duração (VTCD)	99
10.1.7. Variações de frequência	101
10.1.7.1. Medição de frequência	102
 10.2. Requisitos de qualidade de serviço	 102
 11. BIBLIOGRAFIA	 106
 12. REFERÊNCIAS	 109
 13. ANEXOS	 110

Requisitos Para Conexão de Acessantes Produtores de Energia Elétrica ao Sistema de Distribuição da Cemig D – Média Tensão

1. OBJETIVOS

Esta norma tem como propósito concentrar e sistematizar os requisitos de informações técnicas pertinentes às novas conexões ou alteração de conexões existentes de centrais geradoras de energia ao sistema de distribuição em média tensão da Cemig, de forma a facilitar o fluxo de informações e simplificar o atendimento aos acessantes.

São apresentados os requisitos para a conexão, em média tensão, de acessantes produtores de energia elétrica ao sistema de distribuição da Cemig. Incluem-se nesse campo de interesse os **produtores independentes, autoprodutores e consumidores de média tensão aderentes ao sistema de compensação de energia, segundo a Resolução Aneel 482/12.**

Não estão considerados os requisitos de acessantes que, embora possuam geração própria, não injetem potência ativa na rede elétrica da Cemig. Os requisitos técnicos de tais acessantes estão considerados na norma Cemig D ND 5.3, “Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão - Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea”, conforme Referência 1.

2. ESCOPO

Este documento estabelece os critérios e procedimentos técnicos exigidos pela Cemig para a conexão de acessantes geradores nas tensões de 13,8kV a 34,5kV, em conformidade com as recomendações regulatórias existentes para o assunto no setor elétrico nacional.

São apresentados os procedimentos de acesso, padrões de projeto, critérios técnicos e operacionais e os contratos e acordos envolvidos na conexão de acessantes geradores. Nessa categoria se incluem os acessantes autoprodutores, produtores independentes e consumidores de média tensão aderentes ao sistema de compensação de energia, segundo a REN 482/12 e REN 687/15, seja através da instalação de minigeração ou microgeração.

3. TERMINOLOGIA

Segue-se uma relação de significados dos termos mais recorrentes relativos aos procedimentos de acesso estabelecidos nos Procedimentos de Distribuição da ANEEL (PRODIST).

Acessada

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

Acessante

Consumidor, central geradora, distribuidora, agente importador ou exportador de energia, cujas instalações se conectem ao sistema elétrico de distribuição, individualmente ou associado a outros. No caso desta norma, o termo acessante se restringe a produtores independentes e autoprodutores que injetem potência ativa na rede elétrica da Cemig D.

Acesso

Disponibilização do sistema elétrico de distribuição para a conexão de instalações de unidade consumidora, central geradora, distribuidora, ou agente importador ou exportador de energia, individualmente ou associados, mediante o ressarcimento dos custos de uso e, quando aplicável conexão.

Acordo operativo

Acordo, celebrado entre acessante e acessada, que descreve e define as atribuições, responsabilidades e o relacionamento técnico-operacional do ponto de conexão e instalações de conexão, quando o caso, e estabelece os procedimentos necessários ao sistema de medição para faturamento - SMF.

Autoconsumo remoto

Caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada.

Autoprodutor

Pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo, podendo, mediante autorização da ANEEL, comercializar seus excedentes de energia.

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

Entidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, tem a finalidade de viabilizar a comercialização de energia elétrica no sistema interligado nacional e de administrar os contratos de compra e venda de energia elétrica, sua contabilização e liquidação.

COD

Centro de Operações da Distribuição da Cemig.

Cogeração

Processo operado numa instalação específica para fins de produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta convertida total ou parcialmente em energia elétrica, a partir da energia disponibilizada por uma fonte primária.

Cogeração qualificada

Atributo concedido a cogeneradores que atendem os requisitos definidos em solução específica, segundo aspectos de racionalidade energética, para fins de participação nas práticas de incentivo à cogeração.

Comissionamento

Ato de submeter equipamentos, instalações e sistemas a testes e ensaios especificados, antes de sua entrada em operação.

Condições de acesso

Condições gerais de acesso que compreendem ampliações, reforços e/ou melhorias necessários às redes ou linhas de distribuição da acessada, bem como os requisitos técnicos e de projeto, procedimentos de solicitação e prazos, estabelecidos nos Procedimentos de Distribuição para que se possa efetivar o acesso.

Condições de conexão

Requisitos que o acessante obriga-se a atender para que possa efetivar a conexão de suas Instalações ao sistema elétrico da acessada.

Consulta de Acesso

A consulta de acesso é a relação entre concessionária e os agentes com o objetivo de obter informações técnicas que subsidiem os estudos pertinentes ao acesso, sendo facultado ao acessante a indicação de um ponto de conexão de interesse.

Contrato de Conexão às Instalações de Distribuição (CCD)

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora acessada, que estabelece termos e condições para conexão de instalações do acessante às instalações de distribuição, definindo, também, os direitos e obrigações das partes.

Contrato de Conexão às Instalações de Transmissão (CCT)

Contrato que estabelece os termos e condições para a conexão das instalações do acessante às instalações da concessionária de transmissão.

Contrato de fornecimento

Instrumento celebrado entre distribuidora e consumidor responsável por unidade consumidora do Grupo “A”, estabelecendo as características técnicas e as condições comerciais do fornecimento de energia elétrica.

Contrato de uso do sistema de distribuição (CUSD)

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora, que estabelece os termos e condições para o uso do sistema de distribuição e os correspondentes direitos, obrigações e exigências operacionais das partes.

Contrato de uso do sistema de transmissão (CUST)

Contrato celebrado entre um usuário da rede básica, o ONS e os agentes de transmissão, estes representados pelo ONS, no qual são estabelecidos os termos e condições para o uso da rede básica, aí incluídos os relativos à prestação dos serviços de transmissão pelos agentes de transmissão e os decorrentes da prestação, pelo ONS, dos serviços de coordenação e controle da operação do SIN.

Demais instalações de transmissão (DIT)

Instalações integrantes de concessões de transmissão e não classificadas como rede básica.

Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras

Empreendimento caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com microgeração ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento.

Geração compartilhada

Caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com microgeração ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada.

Geração distribuída (GD)

Centrais geradoras de energia elétrica, de qualquer potência, com instalações conectadas diretamente no sistema elétrico de distribuição ou através de instalações de consumidores, podendo operar em paralelo ou de forma isolada e despachadas – ou não – pelo ONS.

Informação de Acesso

A informação de acesso é a resposta formal e obrigatória da acessada à consulta de acesso, com o objetivo de fornecer informações preliminares sobre o acesso pretendido.

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.

Instalações de interesse restrito

Instalações de interesse restrito são as de uso exclusivo do acessante, construídas com a finalidade de interligar suas instalações ao ponto de conexão à rede da concessionária.

Melhoria

Instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações, visando manter a prestação de serviço adequado de energia elétrica.

Microgeração distribuída:

Central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 75 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras.

Minigeração distribuída:

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

MUSD - Montante de uso do sistema de distribuição

Potência ativa média calculada em intervalos de 15 (quinze) minutos, injetada ou requerida pelo sistema elétrico de distribuição pela geração ou carga, em kW.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

Entidade jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, sob regulação e fiscalização da ANEEL, responsável pelas atividades de coordenação e controle da operação da geração e da transmissão de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Parecer de Acesso

O parecer de acesso é a resposta da solicitação de acesso, sendo o documento formal obrigatório apresentado pela acessada onde são informadas as condições de acesso (compreendendo a conexão e o uso) e os requisitos técnicos que permitam a conexão das instalações do acessante.

PART

O Programa de Ampliação de Redes por Terceiros– PART – é a modalidade de execução de obras na qual o interessado opta por executar diretamente obras sob responsabilidade da Cemig D. Após sua conclusão, são realizados eventuais acertos financeiros e transferências de bens seguindo a legislação pertinente.

O Manual PART, documento número 02.111-ED/CE-3055, pode ser acessado pela internet através do site:

<http://atendimentovirtual.cemig.com.br/>

>>4. informações técnicas

Ponto de conexão

Conjunto de equipamentos que se destina a estabelecer a conexão na fronteira entre as instalações da acessada e do acessante.

Produtor independente de energia (PIE)

Pessoa jurídica ou consórcio de empresas que recebe concessão ou autorização para explorar aproveitamento hidroelétrico ou central geradora termoeletrica e respectivo sistema de transmissão associado e para comercializar, no todo ou em parte, a energia produzida por sua conta e risco.

Reforço

Instalação, substituição ou reforma de equipamentos em instalações de distribuição existentes, ou a adequação destas instalações para aumento de capacidade de distribuição, de confiabilidade do sistema de distribuição, de vida útil ou para conexão de usuários.

Relacionamento operacional

Acordo, celebrado entre Distribuidora e o responsável pela unidade consumidora que adira ao sistema de compensação de energia elétrica, que descreve e define as principais condições, responsabilidades e atribuições referentes ao relacionamento operacional requeridas para a operação segura e ordenada das instalações elétricas das partes contratantes.

SCDE: Sistema de coleta de dados de energia

Sistema computacional administrado pela CCEE que realiza a coleta e tratamento dos dados de medição que serão utilizados para a contabilização, para a formação do Preço de Liquidação de Diferenças - PLD, na gestão dos encargos de transmissão, entre outros.

Sistema de compensação de energia elétrica:

Sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa.

Solicitação de Acesso

É o requerimento acompanhado de dados e informações necessárias a avaliação técnica de acesso, encaminhado à concessionária para que possa definir as condições de acesso. Esta etapa se dá após a validação do ponto de conexão informado pela concessionária ao acessante.

Subestação de Entrada de Energia Elétrica

É a estação com uma ou mais das funções de gerar, medir, controlar a energia elétrica ou transformar suas características, quando fazendo parte das instalações de utilização (instalações de propriedade do consumidor). Detalhadamente, é a instalação compreendendo o ramal de entrada, poste ou pontalete particular, caixas, dispositivo de proteção, aterramento e ferragens, de responsabilidade do consumidor, preparada de forma a permitir a ligação da unidade consumidora à rede da Cemig.

Subestações nº 1, 2 ou 4

São tipos de subestações de entrada de energia elétrica de consumidores.

Unidade consumidora

Conjunto de instalações e equipamentos elétricos caracterizado pelo recebimento de energia elétrica em um só ponto de conexão, com medição individualizada e correspondente a um único consumidor.

4. DISPOSIÇÕES GERAIS

A Cemig Distribuição deverá definir o ponto de acesso ao sistema elétrico, com base em análises de mínimo custo global, e considerando os critérios e padrões técnicos desta Concessionária, em conformidade com a legislação em vigor.

A viabilidade da conexão dependerá da localização geográfica do acesso e da topologia do sistema de distribuição da região elétrica envolvida, bem como ao atendimento aos requisitos técnicos da proteção, operação, controle, qualidade da tensão e confiabilidade do sistema elétrico da Cemig D.

A conexão não poderá acarretar prejuízos ao desempenho e aos níveis de qualidade dos serviços públicos de energia elétrica a qualquer consumidor, conforme os critérios estabelecidos pelo Poder Concedente.

A conexão de acessantes geradores não será realizada em instalações de caráter provisório, a não ser que as alterações futuras possam ser efetuadas sem a necessidade de mudanças nas instalações de conexão.

A Cemig D poderá interromper o acesso ao seu sistema quando constatar a ocorrência de qualquer procedimento irregular ou deficiência técnica e/ou de segurança das instalações de conexão que ofereçam risco iminente de danos a pessoas ou bens, ou quando se constatar interferências, provocadas por equipamentos do acessante, prejudiciais ao funcionamento do sistema elétrico da acessada ou de equipamentos de outros consumidores.

O acessante deverá comprovar a obtenção de autorização oficial, nos níveis federal, estadual e municipal, e também se responsabilizar pelas eventuais negociações e eventuais indenizações ou aquisições de proprietários particulares necessárias para a construção dos alimentadores de distribuição e/ou subestações de propriedade do acessante que se fizerem necessárias para a efetuação das conexões pretendidas.

O acessante será o responsável por todas as prospecções e levantamentos técnicos necessários ao adequado desenvolvimento do estudo de conexão, do projeto e da construção das instalações do ponto de conexão, bem como do trecho de alimentador e/ou da subestação particular que integrarão as instalações de conexão, tais como coordenação do isolamento, sistema de aterramento, compatibilidade eletromagnética etc.

A Cemig D coloca-se à disposição para prestar as informações pertinentes ao bom andamento da implantação da conexão, desde o projeto até sua energização, e disponibilizará para o acessante suas normas e padrões técnicos.

Todos os consumidores estabelecidos na área de concessão da Cemig D, independente da classe de tensão de fornecimento, devem comunicar por escrito, a eventual utilização ou instalação de grupos geradores de energia em sua unidade consumidora, sendo que a utilização dos mesmos está condicionada à análise de projeto, inspeção, teste e liberação para funcionamento por parte da Cemig D.

Após a liberação pela Cemig D, não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação de gerador particular com a rede, sem que sejam aprovadas as modificações por parte da Cemig D. Havendo alterações, o interessado deve encaminhar o novo projeto para análise, inspeção, teste e liberação por parte desta concessionária.

5. CONTATOS DO USUÁRIO COM A ACESSADA

As tratativas para estabelecimento da conexão deverão ser formalizadas pelo usuário interessado, junto à área comercial da Cemig D, através do e-mail: energiacemig@cemig.com.br.

6. LEGISLAÇÃO E REGULAÇÃO

A seguir são relacionadas as principais referências regulatórias utilizadas nesse documento:

- Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST (ANEEL) – 01/10/2014
 - Módulo 1 – Introdução - Definem os propósitos gerais e o âmbito de aplicação dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST).
 - Módulo 3 – Acesso ao sistema de Distribuição - revisão 1 – Estabelece as condições de acesso e define critérios técnicos e operacionais, requisitos de projeto, informações, dados e a implementação da conexão para acessantes novos e já existentes.
 - Módulo 4 – Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição - Estabelece os procedimentos de operação dos sistemas de distribuição, uniformiza os procedimentos para o relacionamento operacional entre os centros de operação das distribuidoras, os centros de despacho de geração distribuída e demais órgãos de operação das instalações dos acessantes e define os recursos mínimos de comunicação de voz e de dados entre os órgãos de operação dos agentes envolvidos.
 - Módulo 5 – Sistemas de Medição - Estabelece os requisitos mínimos para medição das grandezas elétricas do sistema de distribuição aplicáveis ao faturamento, à qualidade da energia elétrica, ao planejamento da expansão e à operação do sistema de distribuição. Apresenta os requisitos básicos mínimos para a especificação dos materiais, equipamentos, projeto, montagem, comissionamento, inspeção e manutenção dos sistemas de medição. Estabelece procedimentos fundamentais para que os sistemas de medição sejam instalados e mantidos dentro dos padrões necessários aos processos de contabilização de energia elétrica, de uso no âmbito das distribuidoras e de contabilização da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE.
 - Módulo 6 – Informações Requeridas e Obrigações - Define e detalha o fluxo de informações entre distribuidoras, acessantes, outros agentes e entidades

setoriais. Estabelece as obrigações das partes interessadas, visando atender aos procedimentos, critérios e requisitos dos módulos técnicos.

- Módulo 8 – Qualidade de Energia - Estabelece os procedimentos relativos à qualidade da energia elétrica - QEE, envolvendo a qualidade do produto e a qualidade do serviço prestado. Define a terminologia, caracteriza os fenômenos, parâmetros e valores de referência relativos à conformidade de tensão em regime permanente e às perturbações na forma de onda de tensão, estabelecendo mecanismos que possibilitem fixar os padrões para os indicadores de qualidade do produto. Estabelece a metodologia para apuração dos indicadores de continuidade e dos tempos de atendimento a ocorrências emergenciais, definindo padrões e responsabilidades da qualidade dos serviços prestados.
- Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema ONS
 - Submódulo 2.8 - Gerenciamento dos indicadores de desempenho da rede básica e dos barramentos dos transformadores de fronteira, e de seus componentes – 01/12/2010. Descreve os indicadores de qualidade de produto e as metodologias e procedimentos para medição e avaliação da qualidade de produto.
 - Submódulo 3.6 - Requisitos técnicos mínimos para a conexão à rede básica - 16/09/2009 - Estabelece os requisitos técnicos mínimos para a conexão do acessante à rede básica
 - Submódulo 12.2 - Instalação do sistema de medição para faturamento - Vigência a partir de 01/12/2010- Estabelece as atividades necessárias à instalação do sistema de medição de faturamento (SMF), consistindo na definição da localização dos pontos de medição, elaboração e execução do projeto do SMF, aquisição de equipamentos, montagem e comissionamento do sistema nas instalações do Sistema Interligado Nacional. Define responsabilidades, etapas e prazos relativos ao processo de instalação desse sistema.
- Resolução Normativa N° 68 de 8 de junho de 2004 - Estabelece os procedimentos para acesso e implementação de reforços nas Demais Instalações de Transmissão (DIT), não integrantes da Rede Básica, e para a expansão das instalações de transmissão de âmbito próprio, de interesse sistêmico, das concessionárias ou permissionárias de distribuição, e dá outras providências.

- Resolução Normativa Nº 312, de maio de 2008 - Altera a Resolução Normativa nº 68, de 8 de junho de 2004, que estabelece os procedimentos para implementação de reforços nas Demais Instalações de Transmissão, e dá outras providências.
- Resolução Normativa Nº 395 de 15 de dezembro de 2010 - Aprova a Revisão 1 dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST.
- Resolução Normativa Nº 414 de 9 de setembro de 2010 - Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.
- Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012 - Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica.
- Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015 – Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST.

7. PROCEDIMENTOS DE ACESSO

Os procedimentos de acesso estão detalhados no Módulo 3 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST). Consistem nas várias etapas necessárias para a obtenção de acesso ao sistema de distribuição. Aplicam-se tanto a novos acessantes quanto à alteração do MUSD já contratado. Para a viabilização do acesso ao sistema elétrico é necessário o cumprimento das etapas de consulta de acesso, informação de acesso, solicitação de acesso e parecer de acesso. Essas etapas são apresentadas de forma sucinta na figura abaixo e descritas a seguir.

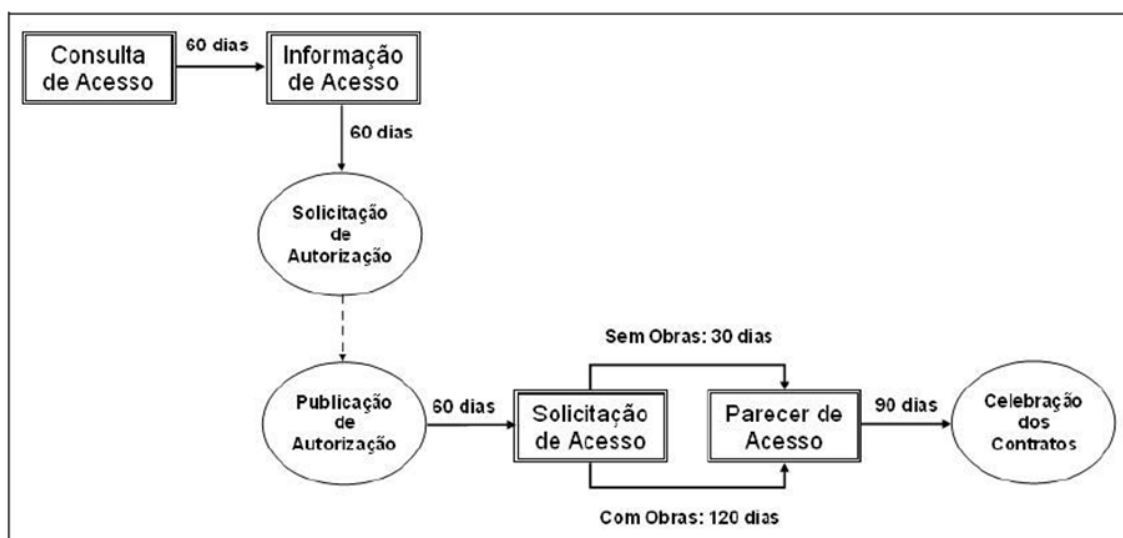


Figura 1 - Etapas de acesso de Centrais Geradoras ao Sistema de Distribuição da Cemig

D

7.1. Consulta de acesso

É o documento inicial a ser encaminhado obrigatoriamente à Concessionária pelo acessante que se propõe a interligar geradores ao sistema de distribuição. Reúne as informações técnicas e econômicas básicas necessárias para os estudos pertinentes ao acesso. Ao acessante é facultado indicar uma alternativa de conexão de interesse.

A porta de entrada para a consulta de acesso é a **área comercial da Cemig D**, através da Central de Atendimento a Clientes Corporativos, ou do agente comercial responsável pelos contatos do acessante. A consulta de acesso deverá conter no mínimo as seguintes informações para a realização das análises preliminares de conexão:

Central de Atendimento a Clientes
Corporativos

energiacemig@cemig.com.br

Dados para a consulta de acesso

- Identificação do acessante
- Ramo de atividade (Descrição, CNPJ)
- Natureza do acessante – se produtor independente, autoprodutor, etc
- Localização e coordenadas geo-referenciadas do empreendimento
- Endereço do empreendimento
- Representante para contato
- Estágio do empreendimento e cronograma de implantação
- Tipo de energético a ser utilizado (se bagaço de cana, casca de arroz, etc.)
- Potência a ser injetada na rede de distribuição, potência máxima gerada
- Número de máquinas, potência de cada unidade, número de unidades
- Demandas contratadas ponta e fora de ponta (para autoprodutores)
- Quantidade e Potência de cada unidade geradora
- Fator de potência nominal
- Tensão nominal
- Características dos transformadores de interligação dos geradores
- Regime horário de funcionamento
- Data de conexão
- Demais informações constantes do Anexo I deste documento

Em função do tipo, porte e nível de tensão das instalações do acessante, como também dos impactos no sistema elétrico de distribuição acessado, poderão ser requeridas informações adicionais. Poderão ser solicitadas pela acessada a partir da Consulta de Acesso, sempre que necessárias.

Para facilitar o envio da Consulta de Acesso ao sistema de distribuição da Cemig, o acessante deverá utilizar o formato padrão de Consulta de Acesso, conforme **Anexo 1 – Consulta de Acesso - Informações Básicas de Geração**. Para o acesso de autoprodutores, deverão ser apresentadas, também, as informações sobre as cargas

instaladas na planta do acessante, conforme **Anexo 2 – Consulta de Acesso - Informações básicas para avaliação de consulta de consumidores**.

7.2. Informação de acesso

Após o recebimento da consulta de acesso, a Cemig D deverá realizar estudos para a definição das condições técnicas para o atendimento, segundo o critério do mínimo custo global estabelecido pela ANEEL.

Após a conclusão desses estudos a Cemig D, através de sua área comercial, deverá repassar essas informações ao acessante, por meio do documento denominado *Informação de Acesso*.

Conforme estabelecido no Módulo 3 do PRODIST, o prazo máximo para a resposta à consulta de acesso será de 60 dias, contados a partir da entrega desta à Cemig D.

O documento deverá apresentar as informações a seguir, conforme recomendado no item 4 do módulo 6 do PRODIST:

Dados básicos constantes da Informação de Acesso

- Classificação da atividade do acessante
- Definição do ponto de conexão mais econômico, com a indicação de pelo menos duas alternativas, acompanhadas dos respectivos custos, conclusões e justificativas
- Características do sistema de distribuição da acessada e do ponto de conexão, com os requisitos técnicos e padrões constantes do capítulo 7 desta norma
- Tarifas de uso aplicáveis
- Estudo de nível de curto-circuito e análise de superação de equipamentos
- Escopo de adequação do sistema de proteção envolvido na integração das instalações do acessante e revisão dos ajustes associados
- Escopo dos estudos dinâmicos a serem realizados pelo acessante para avaliação dos impactos dinâmicos do comportamento das máquinas sobre as tensões, potências e ângulos da rede, considerando as faltas monofásicas relevantes no sistema da Cemig e os impactos da perda súbita da carga ou geração
- Escopo dos estudos estáticos e dinâmicos necessários para a operação ilhada das centrais geradoras interligadas à média tensão, quando necessário

A informação de acesso é documento necessário para obtenção do ato autorizativo de central geradora junto à ANEEL e deve ser protocolada nessa agência pelo acessante em até **60 dias** após sua emissão pela acessada. O acessante deve informar à distribuidora acessada que protocolou a documentação junto à ANEEL.

De posse do ato autorizativo emitido pela ANEEL, o acessante deverá efetuar a solicitação de acesso à Cemig D, observando o prazo máximo de **60 dias**. A inobservância do prazo implica na perda de garantia do ponto de conexão indicado pela concessionária e às condições para a conexão estabelecidas na informação de acesso.

Dentro do prazo de **60 dias** entre a entrega da Informação de Acesso e a Solicitação de Acesso, a Cemig D fornecerá os dados e informações técnicas eventualmente solicitadas pelo acessante, desde que disponíveis e necessárias para a execução dos projetos e estudos para a solicitação de acesso.

No caso de conexão de CGH de até 1 MW e CGT de até 5 MW, que requerem apenas o registro prévio na ANEEL, o prazo para a entrega da solicitação de acesso será ampliado para 180 Dias.

Juntamente com a Informação de Acesso, a Cemig D deverá encaminhar ao acessante documento específico com os parâmetros técnicos, a tecnologia a ser utilizada e os requisitos de conectividade da solução de telecomunicações a ser implantada pelo Acessante.

7.3. Solicitação de acesso

A Solicitação de Acesso é o requerimento formulado pelo acessante à distribuidora, apresentando o projeto das instalações de conexão e solicitando a conexão ao sistema de distribuição. Os dados necessários à Solicitação de Acesso são apresentados no quadro a seguir.

Nesta etapa ocorre a solicitação formal, pelo acessante, de acesso ao sistema de distribuição da Cemig D, através da **área comercial da Cemig D**. Caso a validade da Informação de Acesso tenha expirado, esta deverá ser revalidada.

Dados básicos para a solicitação de acesso

- Contrato de concessão, ato autorizativo ou registro, no caso de acessante central geradora de energia
- Parecer de localização da medição
- Projeto das instalações de conexão, incluindo memorial descritivo, localização, arranjo físico, diagramas e Sistema de Medição para Faturamento - SMF, conforme a seção 3.3 do módulo 3 do PRODIST e os requisitos contidos nos capítulos 8, Critérios e padrões técnicos para a conexão, e 9, Requisitos de qualidade, desta Norma
- Diagrama de Operação
- Demais dados solicitados ao acessante por ocasião da informação de acesso, conforme item 7.2, informação de acesso
- Relatórios com os resultados dos estudos solicitados na Informação de Acesso
- Indicação da opção pela modalidade de execução de eventuais obras de reforma ou reforço do sistema acessado: execução via Cemig ou execução via acessante (Modalidade PART - Programa de Ampliação de Redes por Terceiros, ver definição no Capítulo 3 - Terminologia)

Havendo necessidade de elaboração de estudo ou informação adicional pelo acessante, em complementação ao processo de avaliação da conexão de suas instalações, deve ser observado o seguinte:

a) a acessada deve verificar a regularidade da documentação apresentada pelo acessante e a necessidade de estudo ou informação adicional para elaboração do parecer de acesso e notificar formalmente o acessante em até **30** dias a contar da data de solicitação de acesso, fornecendo, simultaneamente, dados e informações de sua responsabilidade, necessárias à elaboração de estudo solicitado;

b) o acessante deve apresentar os documentos, as informações e os estudos adicionais solicitados em até **60** dias da data do recebimento da notificação formal da acessada. No caso de conexão de CGH de até 1 MW e CGT de até 5 MW, que requerem apenas o registro prévio na ANEEL, esse prazo será ampliado para 180 Dias.

A solicitação de acesso poderá perder sua validade se o acessante não regularizar a pendência no prazo estipulado.

Juntamente com a solicitação de acesso, o acessante deverá encaminhar à Cemig D os relatórios dos estudos dinâmicos do comportamento das máquinas, quando a potência nominal da central geradora for igual ou superior a 5 MW, além dos dados dos geradores e sistemas de controle de tensão, controle de velocidade e estabilizadores utilizados nos estudos dinâmicos. Caso necessário, a Cemig D poderá solicitar do acessante a realização de estudos dinâmicos do comportamento das máquinas, mesmo para potências inferiores a 5 MW. Deverão ser anexados aos estudos os arquivos de dados do programa ANATEM, desenvolvido pelo Cepel para utilização no sistema elétrico brasileiro.

Deverão ser enviadas à Cemig D informações adicionais referentes aos parâmetros das máquinas síncronas, bem como aos dados dos sistemas de controle e regulação da tensão, velocidade e estabilizadores, conforme Anexo 3.

O acessante é o responsável pelo ajuste dos parâmetros dos sistemas de regulação de tensão, velocidade e dos estabilizadores (quando existentes), de forma a se obter um amortecimento adequado para as oscilações impostas à rede de distribuição.

Na ocasião da solicitação de acesso, o acessante deverá apresentar estudos dinâmicos do comportamento das máquinas, quando a potência nominal da central geradora for igual ou superior a 5 MW.

Em função das características específicas das máquinas e da rede conectada, esses estudos poderão ser solicitados também para potências menores.

Os estudos dinâmicos deverão avaliar os impactos sobre o perfil de tensão e os fluxos de potência ativa e reativa da rede de média tensão da acessada, considerando-se a ocorrência de faltas monofásicas nas linhas de alta tensão ou nos alimentadores de média tensão, que não requeiram o desligamento dos geradores do acessante.

Deverá ser analisada a perda da maior máquina da central geradora, ou a perda súbita de 50% da potência nominal da central geradora. No caso de autoprodutores deverá ser analisada a rejeição de carga.

7.4. Parecer de acesso

O parecer de acesso apresentado pela acessada é documento obrigatório, sem ônus para o acessante, onde são informadas as condições técnicas e comerciais de acesso,

compreendendo a conexão e o uso, e os requisitos técnicos que permitem a conexão das instalações do acessante, com os respectivos prazos.

Dados constantes do Parecer de Acesso

- a classificação da atividade do acessante
- a definição do ponto de conexão de acordo com o critério de menor custo global, com a apresentação das alternativas de conexão que foram avaliadas pela acessada, acompanhadas das estimativas dos respectivos custos, conclusões e justificativas
- as características do sistema de distribuição acessado e do ponto de conexão, incluindo requisitos técnicos, como tensão nominal de conexão, além dos padrões de desempenho
- a relação das obras e serviços necessários no sistema de distribuição acessado, com a informação dos prazos para a sua conclusão, especificando as obras de responsabilidade do acessante e aquelas de responsabilidade da acessada
- a participação financeira
- as informações gerais relacionadas ao ponto de conexão, como tipo de terreno, faixa de passagem, características mecânicas das instalações, sistemas de proteção, controle e telecomunicações disponíveis
- os modelos dos contratos a serem celebrados
- as tarifas de uso aplicáveis
- as responsabilidades do acessante
- eventuais informações sobre equipamentos ou cargas susceptíveis de provocar distúrbios ou danos no sistema de distribuição acessado ou nas instalações de outros acessantes
- o parecer de acesso deve atualizar os dados contidos na informação de acesso, acrescentando aspectos relativos à instalação do SMF, quando couber
- quando central geradora de energia solicitante de autorização, o ponto de conexão estabelecido no parecer de acesso deve coincidir com aquele estabelecido na informação de acesso correspondente
- resultado de análise de aprovação dos projetos da instalação de conexão (subestação e rede), do estudo de proteção da SE de interligação, diagrama de operação e do sistema de medição de faturamento

A acessada deve observar os seguintes prazos para emissão do parecer de acesso:

a) até **30** dias após o recebimento da solicitação de acesso, quando não houver necessidade de execução de obras no sistema de distribuição acessado;

b) até **120** dias após o recebimento da solicitação de acesso, quando houver necessidade de execução de obras de reforço ou de ampliação no sistema de distribuição acessado ou necessidade de elaboração de estudo ou informação adicional pelo acessante;

c) quando o acesso ao sistema de distribuição exigir execução de obras de reforço ou ampliação na Rede Básica ou nas DIT, devem ser observados os procedimentos e prazos definidos nos Procedimentos de Rede.

Após emitido o Parecer de Acesso com as informações descritas anteriormente, os contratos necessários ao acesso devem ser assinados entre as partes no prazo máximo de **90** dias após a emissão do parecer de acesso. A inobservância deste prazo incorre em perda da garantia ao ponto de conexão definido e às condições de conexão estabelecidas, a não ser que um novo prazo seja pactuado entre as partes.



Figura 2 - Prazos para o Parecer de acesso e Celebração de Contratos

7.5. Contratos

Acessantes do sistema de distribuição da Cemig D, que comprem ou vendam energia no mercado livre, deverão celebrar o contrato de conexão ao sistema de distribuição (CCD) e o contrato de uso do sistema de distribuição (CUSD).

As unidades produtoras de energia conectadas ao sistema de distribuição e despachadas centralizadamente, sem prejuízo da assinatura do CCD e do CUSD, além do CCD e do CUSD, devem firmar o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST) com o ONS. O prazo estimado para essa etapa é de **90** dias.

Os contratos somente podem ser celebrados após a definição do ponto de conexão para as instalações do acessante e a emissão do Parecer de Acesso pela acessada.

Nenhuma obra pode ser iniciada sem a celebração dos contratos, CCD, CUSD e liberação formal da Cemig D para o início da obra. Os contratos devem ser assinados no máximo em 90 dias após a apresentação do parecer de acesso ao acessante.

O Acessante tem a opção de assumir a execução das obras de reforço ou reforma da rede acessada seguindo os procedimentos do PART – Programa de Ampliação de Redes por Terceiros, sendo a Cemig D responsável pelo ressarcimento dos custos referentes a estas obras conforme Resolução Normativa ANEEL 068/2004.

Em se tratando de acesso temporário ou sazonal as partes podem rescindir os contratos a qualquer tempo, conforme acordo entre as partes envolvidas.

7.6. Obras

Após a celebração dos contratos referentes à conexão, são executadas as obras de conexão, o comissionamento das instalações e a energização do empreendimento.

As instalações de conexão devem ser projetadas observando-se as características técnicas, normas, padrões e procedimentos específicos do sistema de distribuição da acessada, além das normas da ABNT. A acessada deve disponibilizar ou indicar para o acessante as normas, padrões e procedimentos técnicos a serem utilizados no projeto das instalações de interesse restrito.

Os equipamentos a serem instalados pelo acessante no ponto de conexão deverão ser obrigatoriamente homologados pela Cemig D.

7.6.1. Obras sob a responsabilidade do acessante

São de responsabilidade do acessante as obras de conexão de uso restrito e as instalações do ponto de conexão. Sua execução somente deve iniciar-se após liberação formal da Cemig D.

Todas as obras para a conexão deverão ser construídas segundo os padrões da Cemig D, de acordo com os projetos aprovados na fase de solicitação do acesso.

A construção das instalações do ponto de conexão obedece aos procedimentos adotados para execução de obras na modalidade PART, sendo que sua execução é passível de

fiscalização pela Cemig D. Ressaltam-se a importância da constante vistoria dos materiais e equipamentos, padrões e técnicas construtivas, requisitos básicos para garantir a qualidade na construção das redes, além da observância dos aspectos de segurança e meio ambiente.

O acessante deverá contratar a execução destas obras somente com empreiteiras credenciadas, sendo imprescindível a aprovação do projeto pela Cemig na fase de Solicitação do Acesso. O acessante poderá obter a relação atualizada de empresas credenciadas junto à área comercial da Cemig D.

Todo o procedimento para execução das obras na modalidade PART são descritos no documento 02.111-ED/CE-3055 – Construção de Redes de Distribuição por Particulares, disponibilizado na internet pela Cemig.

7.6.1.1. Ponto de Conexão e Instalações de Conexão

Para a implantação das obras sob responsabilidade do acessante, cabe à acessada:

- Realizar vistoria com vistas à conexão das instalações do acessante, apresentando o seu resultado por meio de relatório formal, incluindo o relatório de comissionamento, quando couber, no prazo de até 30 (trinta) dias a contar da data de solicitação formal de vistoria pelo acessante.
- Emitir a aprovação do ponto de conexão, liberando-o para sua efetiva conexão, no prazo de até 7 dias a partir da data em que forem satisfeitas as condições estabelecidas no relatório de vistoria.
- Efetivar a conexão do acessante em MT no prazo de 10 dias úteis, contados da data da aprovação das instalações e do cumprimento das demais condições regulamentares pertinentes, dentre elas a formalização da transferência à Cemig D de todos os ativos pertinentes.

Os prazos estabelecidos ou pactuados para início e conclusão das obras de responsabilidade da distribuidora devem ser suspensos, voltando a fluir após removido o impedimento, quando:

- O acessante não apresentar as informações sob sua responsabilidade;

- Cumpridas todas as exigências legais, não for obtida licença, autorização ou aprovação de autoridade competente;
- Não for obtida a autorização de passagem, faixa de servidão ou via de acesso necessária à execução das obras;
- Casos fortuitos ou de força maior gerarem qualquer interferência.

7.6.1.2. Obras sob responsabilidade da Cemig D

À Cemig D cabe a execução de obras de reforma ou reforço em seu próprio sistema de distribuição, bem como a supervisão das obras de interesse restrito e das instalações do ponto de conexão do acessante, que devem atender aos critérios e padrões técnicos da concessionária.

Caso seja de interesse do acessante, este poderá optar pela construção das obras de reforço sob a responsabilidade da Cemig. Nesse caso, além de atender aos padrões e critérios técnicos de projeto da Cemig D, deverão ser atendidas as determinações contidas no manual de obras PART, conforme o documento 02.111-ED/CE-3055 – Construção de Redes de Distribuição por Particulares.

8. CRITÉRIOS E PADRÕES TÉCNICOS PARA A CONEXÃO

8.1. Características do sistema distribuição Cemig em média tensão (MT)

As redes de distribuição trifásicas e monofásicas de MT possuem neutro comum, contínuo, multi e solidamente aterrado. O sistema de distribuição de média tensão deriva do secundário dos transformadores trifásicos das subestações, conectados em estrela aterrada. A configuração do sistema de média tensão é sempre radial, admitindo-se a transferência quando possível.

As tensões padronizadas para a média tensão são: 13,8 kV; 23,1 kV; 34,5 kV.

A tensão de 13,8 kV é a mais difundida em todo o Estado de Minas Gerais, a tensão de 23,1 kV é utilizada apenas na região de Juiz de Fora e a tensão de 34,5 kV inicialmente foi implantada na região Noroeste do Estado, com possibilidade de expansão para outras regiões, principalmente Norte, Triângulo e Leste.

8.2. Forma da conexão

Os acessantes poderão ser interligados ao sistema elétrico de média tensão da Cemig D por uma das formas a seguir:

- Consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor
- Acessante conectado em um alimentador existente
- Acessante conectado em média tensão a subestação existente

8.2.2. Consumidor existente que pretende se tornar autoprodutor

Neste caso, o consumidor existente instala geradores em sua unidade, podendo ou não manter o transformador de acoplamento existente. Deverão ser feitas adequações de proteção, medição e automação, as quais serão detalhadas nos próximos itens deste documento.

Deverá ser instalado um religador em um ponto próximo às instalações do consumidor ou em outro ponto estratégico definido pela Cemig D conforme especificação 02.118-CEMIG-

395. Este religador deverá ser transferido sem ônus para a Cemig D, que será responsável pela manutenção deste equipamento e por sua operação, através do COD (Centro de Operação da Distribuição).

A instalação desse religador tem por objetivo possibilitar o total isolamento do sistema do autprodutor em relação ao alimentador da concessionária, em qualquer oportunidade que isso se fizer necessário. A interligação deverá seguir as recomendações do item 8.2.4 “Padrões técnicos do religador da conexão”.

Esta configuração está esquematizada figura a seguir.

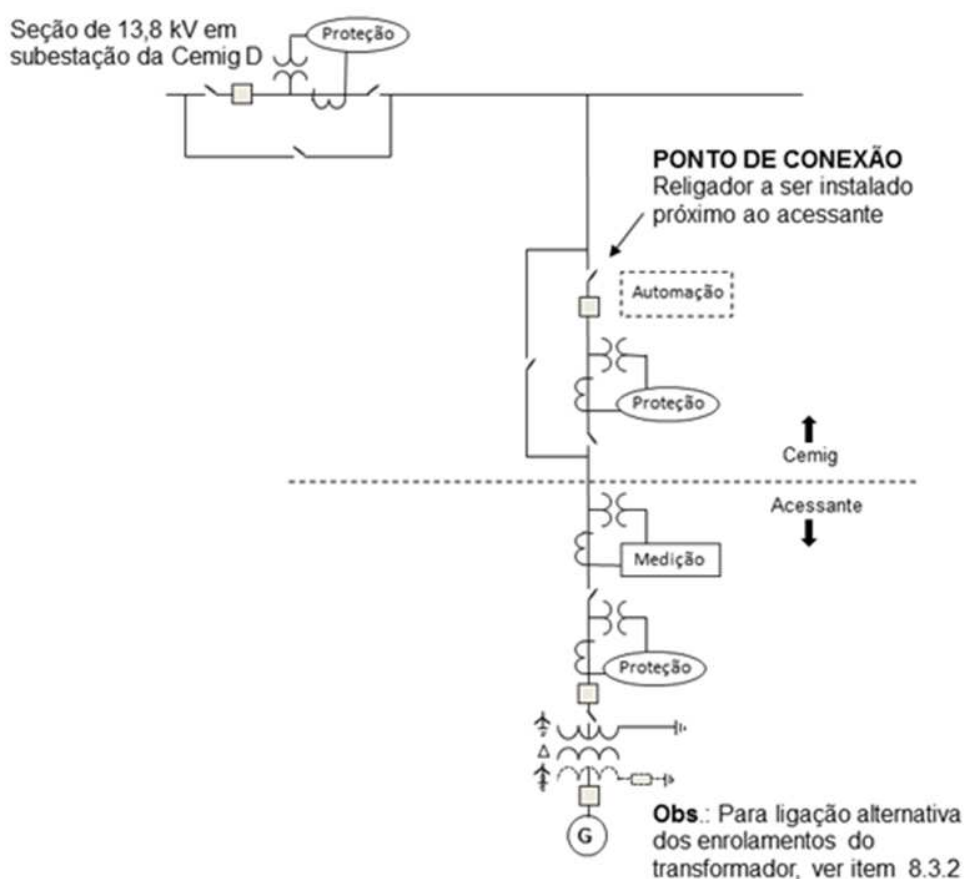


Figura 3 - Consumidor que pretende se tornar autprodutor

8.2.3. Acessante novo conectado a um alimentador existente

A solução dada para a interligação do acessante é a conexão a um alimentador da Cemig. Neste caso, o acessante é o proprietário e o responsável pela construção e manutenção do trecho de alimentador entre as suas instalações e o ponto de conexão.

Deverá ser instalado um religador no ponto de conexão conforme especificação 02.118-CEMIG-395. Esse religador deverá ser transferido sem ônus para a Cemig D, que será responsável pela manutenção deste equipamento e por sua operação, através do COD (Centro de Operação da Distribuição). A infraestrutura de medição deverá ser instalada pelo acessante, a uma distância inferior a 100 metros do ponto de conexão, conforme detalhado no item 8.5 desta norma.

A interligação deverá seguir as recomendações do item 8.2.4, “Padrões técnicos do religador da conexão”. O trecho de alimentador para interligação do acessante deverá ser instalado conforme as recomendações do item 8.2.5, “Padrões técnicos para o trecho de alimentador de interligação”. Esta configuração está esquematizada na figura a seguir.

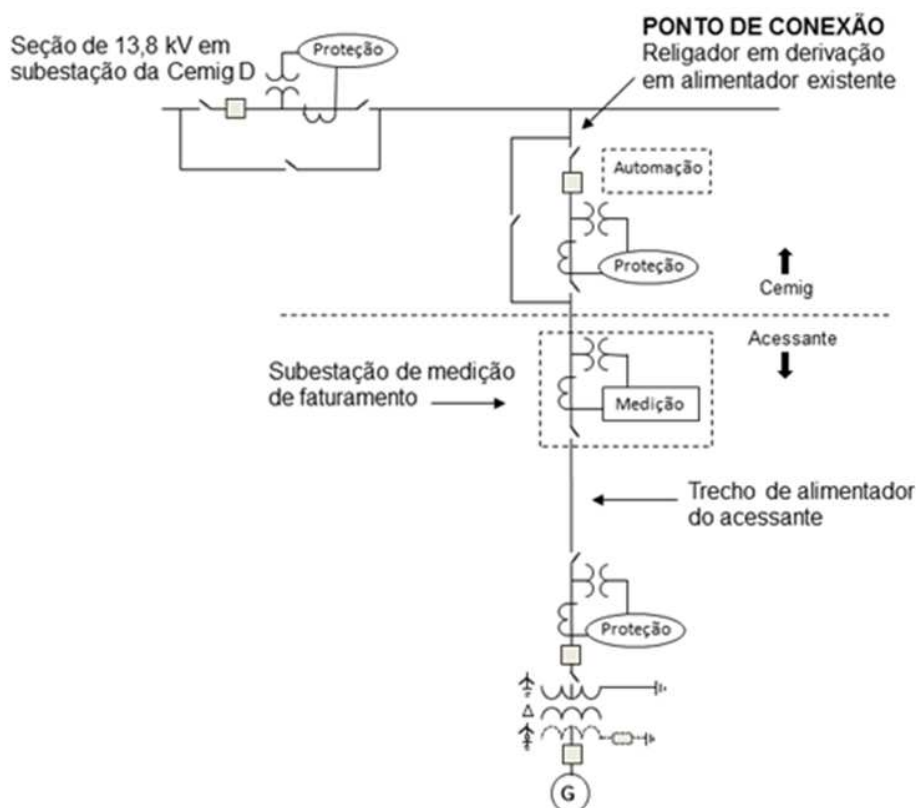


Figura 4 - Ponto de conexão em alimentador existente

8.2.4. Acessante novo conectado em média tensão a subestação

O acessante será conectado diretamente na barra de média tensão de uma subestação existente da Cemig D, através de um alimentador expresso. O acessante é o responsável pela construção e manutenção do alimentador que interliga as suas instalações à subestação da Cemig D. Deverá ser instalada uma nova seção de média tensão na subestação, podendo ser com religador ou disjuntor, dependendo do padrão utilizado na subestação.

No caso de conexão na barra de média tensão de uma SE já existente de Distribuição da Cemig, deverão ser seguidas as características de projeto, equipamentos e instalações da SE na qual se der o acesso. Deverão ser consideradas as características técnicas da interligação, a configuração da SE e do barramento de média tensão.

Os equipamentos dessa seção de média tensão deverão ser transferidos sem ônus para a Cemig D, que será responsável pela manutenção destes equipamentos. O acessante deverá instalar medição no ponto de conexão, em conformidade com os requisitos de medição detalhados no item 8.5 desta norma.

Em função da distância entre a subestação da Cemig D e as instalações do acessante, bem como do montante de geração a ser interligada, a utilização da tensão de 34,5 kV para o trecho de alimentador de interligação poderá se mostrar a mais adequada. Nesse caso, o acessante poderá construir um alimentador de 34,5 kV, e uma subestação de 34,5-13,8 kV (ou 34,5-23,1 kV se for o caso), próxima à subestação da Cemig D. Essa subestação será interligada à Cemig D através de um trecho de alimentador e de uma seção em 13,8 kV ou 23,1 kV na subestação da Cemig D.

O trecho de alimentador de interligação deverá ser instalado conforme as recomendações do item 8.5, “Padrões técnicos para o trecho de alimentador de interligação”.

O acessante deverá instalar medição no ponto de conexão conforme detalhado no item 8.5 do capítulo 8 desta norma. A medição será instalada no lado da média tensão da subestação da Cemig D. Os detalhes técnicos de projeto desse tipo de solução, bem como as questões da manutenção e operação dos equipamentos da conexão instalados dentro da subestação da Cemig D deverão ser definidos caso a caso.

Esta configuração está esquematizada na figura a seguir.

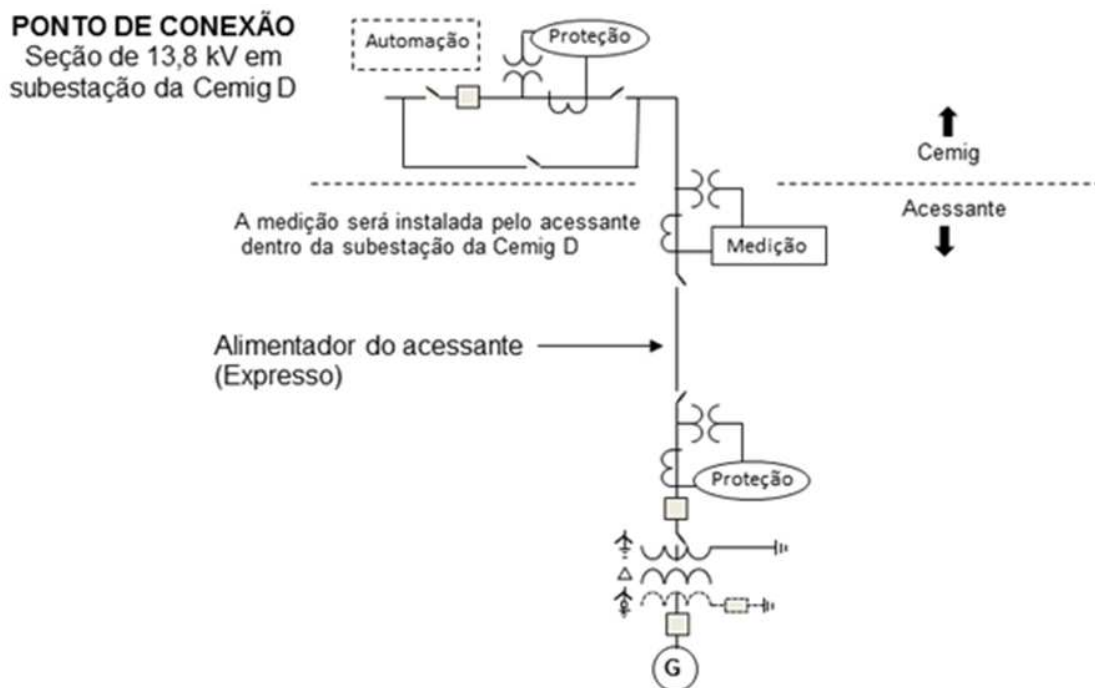


Figura 5 - Ponto de Conexão em Subestação

8.2.5. Padrões técnicos do religador da conexão

A ligação do acessante ao alimentador de distribuição em 13,8 kV é realizada por meio de uma saída em derivação, incluindo religador, chaves seccionadoras, pára-raios, proteção contra surtos e transformador de distribuição de 5 kVA, conforme estabelecidos nos documentos ED/CE-2087, Instalação de Religador em Rede de Distribuição Rural de 15 kV, e EG/EA-2007, Instalação de Religador de Distribuição em Redes Aéreas Urbanas Nuas – 15 kV, que serão disponibilizados para o acessante.

Para instalações em 23,1 kV, deverão ser adotados os padrões estabelecidos no documento Cemig 02111-ED/CE-2088, “Instalação de Religador em Rede de Distribuição Aérea Rural de 24,2 kV”, de junho/2007, e para instalações em 34,5 kV, deverão ser adotados os padrões estabelecidos no documento Cemig 02.111-EG/EA-2001, “Instalação de Religador em Rede de Distribuição Aérea Rural de 36,2 kV”, de agosto de 2008. Ressalta-se que a alimentação do comando do religador trifásico para pontos de conexão deverá ser feita a partir do lado da rede da Cemig D e os sensores de tensão deverão ser instalados do lado do acessante.

Todos os documentos citados serão disponibilizados ao acessante, sempre que for solicitado. Situações não cobertas por essa documentação serão resolvidas caso a caso.

8.2.6. Padrões técnicos para o trecho de alimentador de interligação

O trecho de alimentador construído com a finalidade de interligar o sistema da Cemig D às instalações do acessante deverá ser construído segundo as normas de distribuição da Cemig D, correspondentes aos níveis de tensão definidos para a conexão na informação de acesso.

As normas da Cemig Distribuição para alimentadores em média tensão estão relacionadas na tabela a seguir.

Normas para projeto de redes de distribuição em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV		
Tensões (kV)	Tipo	Normas aplicáveis
13,8 kV	Urbanas	• ND 2.7 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas • ND 2.9 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas
	Rurais	• ND 2.2 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais • ND 2.7 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas • ND 2.9 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas
23,1 kV	Urbanas	• ND 2.4 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Isoladas 23,1 kV • ND 2.10 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas até 35 kV
	Rurais	• ND 2.5 - instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais 23,1 kV • ND 2.10 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas até 35 kV
34,5 kV	Urbanas	• ND 2.10 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas até 35 kV
	Rurais	• ND 2.13 - instalações Básicas de Redes de Distribuição Aéreas Rurais 35 kV • ND 2.10 - Instalações Básicas de Redes de Distribuição Protegidas até 35 kV

Tabela 1 - Normas para alimentadores de Média Tensão da Cemig D

As normas relacionadas estão disponíveis para aquisição pelos acessantes nas agências da Cemig D ou com seu agente de relacionamento.

8.2.7. Determinação da forma de conexão

A escolha da alternativa de interligação de centrais geradoras ao sistema elétrico deverá se basear primeiramente no critério de mínimo custo global, conforme preconizado pela ANEEL.

Nenhuma alternativa proposta para a conexão poderá acarretar redução da flexibilidade operativa da rede da acessada. O ponto de conexão em média tensão sempre deverá ser localizado em rede trifásica ou diretamente na subestação.

Havendo desligamento do alimentador de conexão com necessidade de remanejamento da carga para outro alimentador, à critério do COD Cemig, o acessante poderá injetar um percentual da potência de geração.

Além disso, visando evitar a degradação dos níveis de qualidade e a redução da flexibilidade operativa do sistema de distribuição, além das análises técnicas para determinação das alternativas para a interligação da geração, serão realizadas análises para a determinação dos máximos valores esperados de variações de tensão. Para tanto, serão necessárias as análises descritas a seguir.

8.2.7.1. Máxima geração a ser conectada ao alimentador

Em um mesmo alimentador poderão ser conectadas no máximo 03 centrais geradoras em média tensão. A soma total de potências injetadas das centrais geradoras conectadas a um único alimentador não poderá exceder os seguintes limites:

- 7 MW no 13,8 kV
- 10 MW no 22 kV;
- 15 MW para conexões em 34,5 kV (no caso de alimentadores interligados a subestações por meio de transformações 138-34,5 kV)

8.2.7.2. Reguladores de tensão entre acessante e fonte Cemig D

Poderá haver no máximo um banco de reguladores de tensão entre o ponto de conexão do acessante em média tensão e a subestação de distribuição supridora do alimentador onde se dá a conexão. A figura a seguir mostra esquematicamente a aplicação do critério.

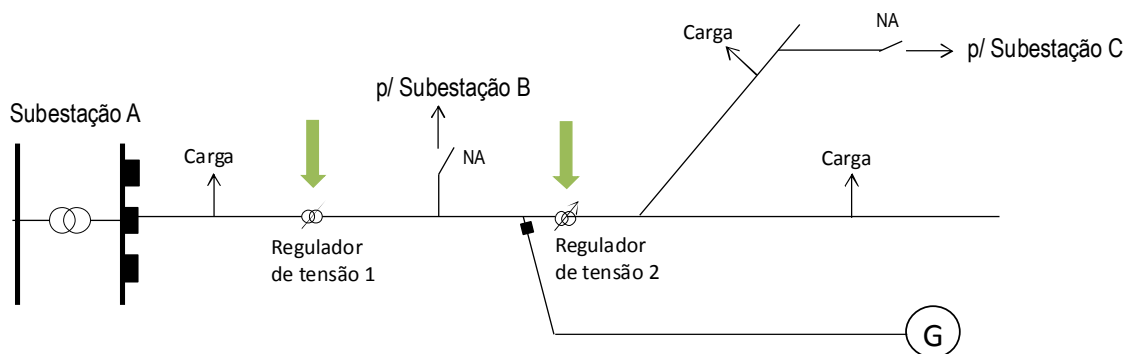


Figura 6 - Reguladores de tensão entre acessante e fonte Cemig D

Excepcionalmente, nos casos em que a conexão do acessante não resultar na inversão de fluxo de potência em nenhum dos reguladores de tensão instalados no alimentador, a conexão poderá ser realizada num ponto com mais de um regulador de tensão entre a fonte e o acessante, desde que se comprove, por meio de estudos específicos, a impossibilidade de esta conexão vir a ocasionar problemas na operação normal ou em contingência e bem como em uma expansão futura do sistema elétrico de distribuição.

8.2.7.3. Perdas máximas com a conexão

Para a conexão de um novo acessante gerador, deverá ser atendida pelo menos uma das condições a seguir:

- O nível de perdas no alimentador, em MWh, com o acessante gerador conectado deverá ser menor ou igual ao nível de perdas antes da conexão desse acessante;
- O nível total de perdas no alimentador deverá ser menor ou igual a 10,0% do somatório dos valores das potências, em MW, injetadas no alimentador pelo(s) acessante(s) e pela subestação supridora, no sentido da subestação para o alimentador. Nesse caso entende-se por injeções as potências ativas entregues ao

alimentador, seja pelas unidades de geração distribuída, seja pela subestação. Essa situação é ilustrada pela figura a seguir:

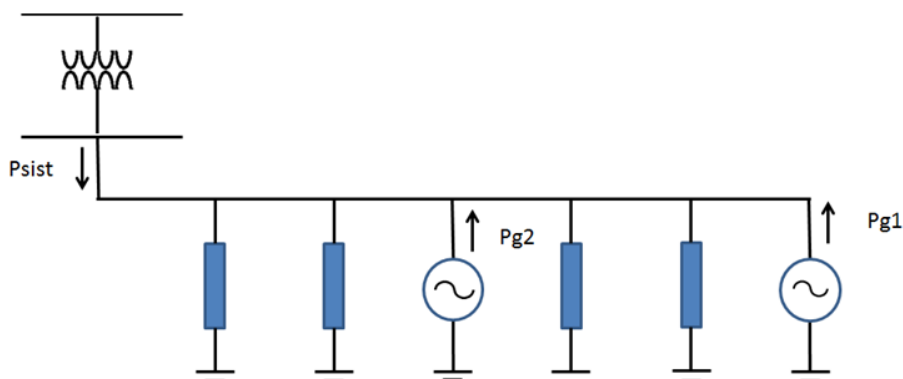


Figura 7 – Perdas máximas com a conexão

- c) Se nenhuma das condições anteriores for atendida, deverão ser previstas obras para adequação, de forma que pelo menos uma delas o seja.

8.2.7.4. Variação máxima de Tensão no sistema de distribuição para perda da geração nominal

A amplitude da variação de tensão na rede de distribuição provocada pela perda súbita da geração total da central geradora do acessante não deverá exceder 5% da tensão nominal. Nesse caso será considerada nas simulações apenas a geração do acessante em análise, e desconsideradas as demais usinas porventura conectadas ao mesmo alimentador de distribuição. A amplitude da variação é avaliada não só no ponto de conexão, mas em todo o sistema elétrico de distribuição afetado.

O teste realizado consiste em simular em um caso de fluxo de carga a perda da usina, considerando bloqueados os tapes de reguladores de tensão instalados no sistema elétrico afetado na posição anterior ao desligamento.

Obs: Nas simulações deverá ser considerado o nível de tensão no ponto de conexão que permita transmitir toda a potência ativa nominal da máquina, com fator de potência na faixa de -0,95 pu (absorvendo reativos) a 0,9 (gerando reativos).

8.2.7.5. Tensão após o religamento do alimentador

Considerando-se o desligamento e o religamento do alimentador ou subestação onde se localiza o ponto de conexão, com a injeção máxima prevista para o acessante, as tensões no sistema de distribuição imediatamente após o religamento deverão estar nas faixas contidas na seguinte tabela:

Limites de tensão pós religamento	
Tensão das barras (V_n em kV)	Faixas de Tensão
$13,8 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$1,05 \text{ pu} > V > 0,90 \text{ pu}$
$69 \text{ kV} < V_n < 138 \text{ kV}$	$1,07 \text{ pu} > V > 0,90 \text{ pu}$

Tabela 2 – Limites de tensão após o religamento do alimentador

Este limite foi definido considerando o valor crítico de tensão estabelecido no PRODIST, e considerando também o valor de referência (VR) igual à tensão nominal.

No momento do religamento, supõem-se todos os geradores do alimentador ou subestação desligados, a recuperação de 80% da carga pré-falta e os tapes dos reguladores de tensão na posição do momento do desligamento. Além disso, considera-se que os autoprodutores estejam consumindo a demanda contratada para condição de emergência. Na análise será considerada a máxima geração e 80% da carga máxima do alimentador.

A condição a ser analisada é a variação das tensões sistema de distribuição antes de um curto franco e após o restabelecimento. O critério definidor é o perfil de tensão do sistema de distribuição imediatamente após o religamento, ocorrido este após a eliminação de um curto circuito franco na saída da subestação, com o desligamento do alimentador ou da subestação e a retirada de toda a geração conectada e a ser conectada, considerando-se todos os transformadores e reguladores do alimentador e da subestação com as mesmas posições de tapes da condição pré-falta.

Para se atender a esse critério, poderá ser imposta a condição de desligamento intertravado da carga e da geração do acessante. Dessa forma a carga e a geração do

acessante seriam desligadas sempre simultaneamente, reduzindo a amplitude da variação de tensão no religamento.

Caso não seja possível se definir uma alternativa que atenda ao critério da tensão mínima após o religamento, a conexão deverá ser realizada diretamente na barra de média tensão da SE, por meio de alimentador exclusivo, ou, caso não seja suficiente, no sistema de alta tensão.

8.3. Transformadores de acoplamento

Os geradores da central geradora de energia devem ser interligados ao sistema de distribuição da Cemig D através de um ou mais transformadores de acoplamento, cuja potência é definida em função dos requisitos do acessante para a interligação.

8.3.1. Ligação dos enrolamentos do transformador de acoplamento

O acessante deverá prover uma referência de terra no lado da Cemig D, para evitar sobretensões nas fases não faltosas, após a ocorrência de curto-circuito fase-terra e abertura do terminal da Cemig D. Para atender a este requisito, os tipos de ligação dos enrolamentos do transformador ou transformadores de acoplamento de produtores independentes ou autoprodutores poderão ser conforme descrito a seguir.

8.3.2.1. Transformador de acoplamento com enrolamento em estrela solidamente aterrada no lado da Cemig

Enrolamentos conectados em estrela solidamente aterrada no lado da Cemig D e delta no lado do acessante. Nesse caso, o transformador deverá possuir o neutro acessível (4 buchas) no lado da Cemig, ligado em estrela. Caso haja necessidade de uma referência de terra no lado do acessante, o transformador de acoplamento poderá possuir um terceiro enrolamento aterrado através de impedância, no lado do acessante, ou poderá ser instalado um transformador de aterramento no lado do acessante.

8.3.2.2. Transformador de acoplamento com enrolamento em delta e transformador de aterramento, no lado da Cemig

Os transformadores de consumidores existentes possuem ligação com enrolamento delta no lado da Cemig D e normalmente estrela aterrada através de impedância no lado do consumidor. Um consumidor existente pode se tornar autoprodutor, através da instalação de geração própria em paralelo com o sistema da Cemig D. Caso este consumidor queira manter o transformador existente será necessária a instalação de um transformador de aterramento, de forma a criar uma referência de terra no lado da Cemig D.

Esta configuração com transformador de aterramento pode ser utilizada também por novos autoprodutores e produtores independentes que tenham necessidade de instalar transformadores de acoplamento com enrolamento delta no lado da Cemig.

O transformador de aterramento deverá ser conectado aos terminais de alta tensão do transformador de acoplamento (lado da Cemig D), sem equipamento de isolamento, e deverá ficar na mesma zona de proteção deste. O transformador de aterramento deverá possuir o neutro acessível.

8.3.2.3. Dimensionamento do transformador de aterramento

O transformador de aterramento deverá garantir um sistema solidamente aterrado, e para isso a relação entre a reatância de sequência zero sobre a reatância de sequência positiva (X_0/X_+) deverá ser menor que 3. A reatância de sequência positiva (X_+), a ser considerada no cálculo, é a reatância vista da barra de alta tensão do acessante, considerando-se a interligação com a Cemig D aberta. Como exemplo, no caso de acessante com um gerador e um transformador de acoplamento, X_+ será dada pela soma da reatância de sequência positiva do transformador de acoplamento e da reatância subtransitória de eixo direto do gerador (X''_d). A reatância de sequência zero neste caso corresponde à reatância do transformador de aterramento e deverá ser menor que 3 vezes a reatância de sequência positiva. A Potência transitória (10 segundos) do transformador de aterramento é igual ao produto da corrente no neutro ($3I_0$) pela tensão fase-neutro. A tabela a seguir resume os tipos de ligação do transformador de acoplamento definidos. A tabela a seguir resume os tipos de ligação do transformador de acoplamento definidos.

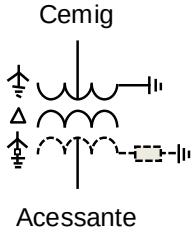
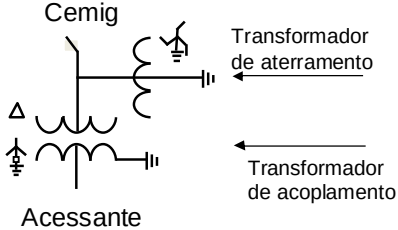
Enrolamento em estrela solidamente aterrada no lado da Cemig	Enrolamento em Delta no lado da Cemig e instalação de transformador de aterramento
Terceiro enrolamento opcional (Estrela aterrada através de impedância). Outra alternativa é a instalação de um transformador de aterramento neste lado 	

Tabela 3 - ligação de Transformador de Acoplamento

8.3.2. Tapes dos transformadores de acoplamento

O transformador de acoplamento ou os transformadores de acoplamento deverão sempre possuir tapes fixos do lado da Cemig D, com faixa mínima de $2 \times 2,5\%$ acima e abaixo da tensão nominal. Os recursos de tape fixo são necessários para a obtenção de um melhor acoplamento entre os níveis de tensão nos terminais dos geradores e os limites admitidos no sistema de distribuição.

8.4. Requisitos de proteção para a conexão

A seguir são apresentados os princípios gerais, requisitos mínimos, funções de proteção e recomendações técnicas para o esquema de proteção.

- É de total responsabilidade do acessante prover proteção para os equipamentos de sua propriedade. É responsabilidade do acessante definir e implementar um esquema de proteção adequado entre o seu disjuntor de interligação com o sistema da Cemig D e suas unidades geradoras e cargas.
- O esquema de proteção instalado pelo acessante deverá garantir a eliminação da contribuição de sua planta para todos os tipos de faltas na rede de interligação com o Sistema da Cemig D, assim como a eliminação da contribuição do Sistema CEMIG para faltas em sua planta.

- Todas as funções de proteção instaladas para viabilizar a ligação do Acessante deverão ser aprovadas pela Cemig D.
- O Acessante deverá prever um esquema de proteção que desconecte o seu sistema de geração no caso de perda do sistema Cemig D, de modo a permitir o religamento automático deste último. O tempo de religamento é definido no acordo operativo.
- O religamento do acessante só poderá ser realizado com supervisão de sincronismo, após a recomposição da rede elétrica da Cemig D, e não poderá comprometer a possibilidade do religamento e as normas de segurança da operação do sistema de distribuição da Cemig D.
- Os ajustes dos relés que atuam sobre o disjuntor responsável pelo paralelismo, bem como as relações dos transformadores de corrente que os suprem, devem ser definidos pelo acessante e aprovados pela acessada, observando-se estudos de coordenação de proteção, quando aplicáveis.
- O paralelismo pode ser estabelecido por um ou mais disjuntores, que devem ser supervisionados por relé de verificação de sincronismo.
- Os disjuntores sem supervisão do relé de check de sincronismo deverão possuir intertravamento que evitem o fechamento do paralelismo por estes disjuntores.
- Não devem ser utilizados fusíveis ou seccionadores monoplares entre o disjuntor de entrada e os geradores.
- Deverá ser instalada proteção de retaguarda, composta de relés para detecção de faltas entre fases e entre fases e terra, atuando na abertura do paralelismo.
- Não podem ser instalados fusíveis entre a saída do circuito da subestação da acessada e o ponto de conexão com a central geradora de energia.
- Caso o religamento automático seja do interesse do acessante, este deverá se manifestar expressamente para que a Cemig implemente e execute os ajustes de proteção necessários.

As funções de proteção a serem implementadas nas instalações do Acessante estão listadas no item 8.4.1.

Nos Anexos 6 e 7 são apresentados diagramas com as funções de proteção a serem implementadas nas instalações do Acessante e no Ponto de Conexão, respectivamente

para Novo produtor independente ou autoprodutor e Consumidor que pretende instalar geração própria, mantendo o transformador existente.

O Anexo 8 define o padrão para o envio, pelos produtores independentes dos ajustes das funções de proteção para análise e aprovação pela Cemig D. No caso de autoprodutores também deverão ser enviados para a Cemig D, os dados solicitados no Anexo 7.

O acessante pode instalar, no Ponto de Conexão, funções de proteção adicionais, além das exigidas pela Cemig D, desde que sua aplicação seja justificada tecnicamente, e que a habilitação das funções adicionais não interfira na operação normal do sistema da Cemig D.

Todas as funções de proteção instaladas na subestação do acessante, para viabilizar sua ligação ao sistema Cemig D, deverão ser aprovadas pela Cemig D e deverão atuar sempre no disjuntor de entrada da subestação principal do acessante.

8.4.1. Funções mínimas de proteções do acessante

A proteção das instalações ou equipamentos de propriedade do acessante só será objeto dessa norma quando houver a possibilidade de afetar direta ou indiretamente a rede elétrica da Cemig D. Segue-se a relação de funções mínimas de proteções a serem instaladas nas instalações do acessante.

21/21N - Relé de distância de fase

Proteção contra faltas fase-fase e fase-terra na rede de média tensão da Cemig D

Observação: A função 21/21N é opcional à função 51V, sendo que pelo menos uma delas (21/21N ou 51V) deve estar implementada.

25 - Verificação de sincronismo

Permite o paralelismo de dois circuitos quando ambos estiverem dentro de limites prefixados de tensão, frequência e ângulo de fase

Observações:

- Poderá ser instalada em disjuntor na baixa tensão do acessante.
- Os disjuntores sem supervisão do relé de check de sincronismo deverão possuir intertravamento que evitem o fechamento do paralelismo por esses disjuntores

27 - Relé de subtensão

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra subtensões

32 - Relé direcional de potência

Limita o fluxo de potência ativa, injetado ou consumido pelo Acessante. Sua instalação dependerá da análise da Cemig D.

46 - Relé de reversão ou balanceamento de corrente de fase

Proteção do gerador e ou motores do Acessante contra operação com correntes desequilibradas.

47 - Relé de sequência de fase de tensão

Proteção do gerador e ou motores do Acessante contra operação sob tensões desequilibradas.

51V - Sobrecorrente com restrição de tensão

Protege contra faltas fase-fase na rede de média tensão da Cemig D ou na barra de média tensão do Acessante. Esta função de proteção será necessária quando a função 67 não se mostrar adequada para a eliminação de faltas bifásicas e trifásicas, visto que em alguns casos não é possível compatibilizar as condições de geração máxima e contribuição mínima de curto-circuito. Isto normalmente acontece nos casos de usinas com mais de 2 geradores.

Observação: A função 51V é opcional à função 21/21N, sendo que pelo menos uma delas (21/21N ou 51V) deve estar implementada.

59 - Relé de sobretensão

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra sobretensões.

59N - Relé de desequilíbrio de tensão

Proteção de tensão de sequência zero para faltas à terra na rede de média tensão da Cemig D ou na barra de média tensão do Acessante.

Observação: Essa função é aplicável apenas para o caso de gerador ou autoprodutor com transformador em delta do lado Cemig e transformador de aterramento.

67 - Relé de sobrecorrente direcional de fase

Proteção de sobrecorrente direcional de fase para faltas na barra de média tensão do acessante.

Opera como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento e no lado de baixa tensão do acessante.

Esta função de proteção poderá ser utilizada para eliminar faltas na rede quando não for necessária a função 51V.

67N (1 e 2) - Relé de sobrecorrente direcional de neutro

Proteção de sobrecorrente direcional de terra. Uma unidade protege contra faltas fase-terra na rede de média tensão da Cemig D e outra na barra de média tensão do acessante e, em alguns casos, no transformador de aterramento. Esta unidade, especificamente, opera também como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento e no lado de baixa tensão do acessante (no caso de transformador de três enrolamentos).

Poderá ser aceita a função 51N em substituição à 67N quando for possível a definição de ajustes que atendam de forma adequada a eliminação de faltas tanto na rede da Cemig D quanto nas instalações do acessante.

81 (O/U) - Relé de frequência

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra variações elevadas de frequência.

Oscilografia

Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta, por um período total de no mínimo 2 segundos.

8.4.2. Funções mínimas de proteções no ponto de conexão

Segue-se a relação de funções mínimas de proteções a serem instaladas no ponto de conexão.

21/21N - Relé de distância de fase(opcional)

Proteção contra faltas fase-fase e fase-terra na rede de média tensão da Cemig D.

Observação: A função 21/21N é opcional à função 67/67N sendo que pelo menos uma delas (21/21N ou 67/67N) deve estar implementada.

27 - Relé de subtensão

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra subtensões.

59 - Relé de sobretensão

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra sobretensões.

67 (1 e 2) - Relé de sobrecorrente direcional de fase

Proteção de sobrecorrente direcional de fase. Uma unidade protege contra faltas fase-fase no trecho de média tensão do acessante e outra contra faltas fase-fase na rede de média tensão da Cemig D.

67N (1 e 2) - Relé de sobrecorrente direcional de neutro

Proteção de sobrecorrente direcional de terra. Uma unidade protege contra faltas fase-terra no trecho de média tensão do Acessante e outra contra faltas fase-terra na rede de média tensão da Cemig D.

Observação: A função 67/67N é opcional à função 21/21N sendo que pelo menos uma delas (21/21N ou 67/67N) deve estar implementada.

81 (O/U) - Relé de frequência

Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra variações elevadas de frequência.

Oscilografia

Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta.

Religamento

Caso o religamento automático seja do interesse do acessante, este deverá se manifestar expressamente para que a Cemig implemente e execute os ajustes de proteção necessários.

8.4.3. Ajustes das proteções do acessante

Seguem-se os as faixas de ajuste para as proteções de tensão

8.4.3.1. Ajustes das proteções de frequência

Os ajustes recomendados para as proteções de subfrequência e sobrefrequência instaladas no acessante são mostrados na tabela a seguir:

Subfrequência (81U)	Sobrefrequência (81O)
58,5 hertz – 10 segundos	62 hertz – 30 segundos
57,5 hertz – 5 segundos	63,5 hertz – 10 segundos
56,5 hertz - instantâneo	66 hertz - instantâneo

Tabela 4 - Ajustes recomendados para as proteções de frequência instaladas no acessante

A Cemig D poderá definir ajustes diferentes dos apresentados, se tecnicamente justificável.

8.4.3.2. Ajustes das proteções de tensão

Os ajustes recomendados para as proteções de subtensão e sobretensão instaladas no acessante são mostrados na tabela a seguir:

Subtensão (27)	Sobretensão (59)
80% de Vn (3F) – 5 segundos	110% de Vn (3F) – 5 segundos
70% de Vn (3F) – 1,5 segundos	120% de Vn (3F) – 0,5 segundos

Tabela 5 - Ajustes recomendados para as proteções de subtensão e sobretensão instaladas pelo acessante

As lógicas de trip das funções 27 e 59 devem ser preferencialmente trifásicas, ou seja, o trip deverá ocorrer somente para eventos dinâmicos e sistêmicos de subtensão ou sobretensão que envolvam as três fases simultaneamente. Opcionalmente poderá ser aceita a lógica de trip fase-fase. O tempo morto de religamento automático de

disjuntores/religadores a montante da interligação deverá ser superior a 1,5s (não poderá haver religamento automático instantâneo).

A Cemig D poderá definir ajustes diferentes dos apresentados, caso tecnicamente justificado.

8.5. Requisitos de Medição

A seguir são apresentados os principais requisitos da medição para produtores independentes e autoprodutores de energia, interligados ao sistema de distribuição em média tensão da Cemig D.

8.5.1. Sistema de medição de Faturamento (SMF)

No tocante à medição de faturamento, consideram-se duas situações básicas. A primeira se refere ao produtor independente, detentor de concessão ou autorização para atuar como agente gerador e a segunda como autoprodutor, quando o agente pode consumir e fornecer energia ao sistema elétrico. Em ambos os casos o padrão da subestação de medição deverá ser construída conforme determinado no **Anexo 9**. Os dados de medição de faturamento deverão ser disponibilizados para o centro de operações da Cemig D.

Os medidores de faturamento deverão ser capazes também de registrar alguns indicadores de qualidade do produto, conforme descrito no item 10.1 deste documento. Os dados relativos à qualidade de energia devem ser disponibilizados sem ônus de qualquer natureza, em formato cuja análise seja possível com os softwares em uso pela Cemig D.

As duas situações básicas para os produtores independentes e para os autoprodutores são detalhadas a seguir.

8.5.1.1. Produtor independente

A medição de faturamento é responsabilidade técnica e econômica do acessante, e deve ser especificada, projetada, instalada, comissionada e interligada conforme estabelecido no Módulo 12.2 dos Procedimentos de Rede do ONS. Adicionalmente aos requisitos

estabelecidos como obrigatórios nesse documento, os medidores de faturamento devem ainda, atender os seguintes requisitos:

- a) possuir Portaria de Aprovação de Modelo no Inmetro para a classe D (0,2%), conforme Regulamento Técnico Metrológico (RTM) a que se refere a Portaria Inmetro 431/2007, ou sua sucessora;
- b) efetuar a medição de energia em 4 quadrantes, armazenando os registros de energia ativa de fluxo direto, energia reativa indutiva de fluxo direto, energia reativa capacitiva de fluxo direto, energia ativa de fluxo reverso, energia reativa indutiva de fluxo reverso e energia reativa capacitiva de fluxo reverso em 6 registradores distintos;
- c) efetuar o registro de fenômenos de qualidade de energia conforme estabelecido no item 10.1 desta Norma.

Nos casos em que puder haver consumo de energia fornecida por meio da rede da Cemig D, os TC's de medição deverão ser dimensionados e especificados para as condições de fluxo direto e inverso. Nesses casos, a Cemig deverá ter garantido o acesso aos dados de medição para faturamento.

O acessante solicitará à CCEE a emissão do Parecer de Localização da Medição. A Cemig D deverá fornecer informações específicas sobre suas instalações para o desenvolvimento e a pré-operação do projeto do SMF. Após pré-aprovado, o projeto de Medição deverá ser enviado pela Cemig D ao ONS para aprovação definitiva.

As atividades a cargo da Cemig D deverão atender aos seguintes prazos, conforme estabelecido nos Procedimentos de Rede do ONS.

Instalação da Medição para Faturamento		
Atividades a cargo da Cemig D e Prazos correspondentes		
Fase	Ação	Prazo
Projeto da instalação de medição para faturamento	Fornecer informações adicionais para elaboração do projeto de SMF	10 dias úteis após a solicitação
	Analisar, pré-aprovar e, se necessário, solicitar alterações no projeto	10 dias úteis após a entrega do projeto
	Reanalisar e pré-aprovar o projeto	5 dias úteis após o recebimento das alterações
	Enviar o projeto para aprovação do ONS	2 dias úteis após a aprovação do projeto

Tabela 6 - medição de Faturamento - Atividades a cargo da Cemig D

8.5.1.2. Autoprodutor

No caso de novos acessantes, aplicam-se os mesmos termos da norma relativos a produtores independentes, conforme item anterior, e conforme o **Anexo 9**.

No caso de consumidores já ligados que solicitem paralelismo de geradores, deverão ser aplicados critérios detalhados no **Anexo 10**, “Especificação Técnica – Medição de faturamento para Consumidores Livres”. Adicionalmente, os medidores também deverão atender aos requisitos para medição de alguns parâmetros de qualidade do produto, conforme item 10.1 dessa norma.

8.5.1.3. Subestação de Medição de Faturamento

A instalação dos materiais e equipamentos que compõem a subestação de medição, bem como as obras civis necessárias à sua construção, deve ser executada pelo acessante de acordo com os requisitos estabelecidos a seguir:

- A subestação deverá ser construída a no máximo 100 (cem) metros do ponto de conexão.
- A subestação de medição de produtores independentes e novos autoprodutores deverá ser construída conforme os desenhos do **Anexo 9**

- A subestação deverá ser provida de iluminação de segurança, com autonomia mínima de 2 horas.
- Não poderão passar pela subestação tubulações de água, esgoto, gás, vapor, etc.
- A medição deve ser feita a 3 elementos, utilizando 3 TPs e 3 TCs;
- Os transformadores para instrumentos (TCs e TPs) para medição de faturamento devem ser projetados e construídos especificamente para esse fim, não se admitindo o compartilhamento desses transformadores para outras aplicações (proteção, por exemplo). Os TCs e TPs devem ter classe de exatidão 0,3%. Caso venha a ser requerido pela legislação metrológica, os Transformadores de Corrente (TCs) e os Transformadores de Potencial (TPs) a serem utilizados na Subestação de Medição de Faturamento deverão ter modelo previamente aprovado pelo Inmetro.

8.5.1.4. Conservação da Subestação de Medição de Faturamento

- a) Os acessantes ficam obrigados a manter em bom estado de conservação os componentes de sua subestação. Caso contrário, a Cemig D pode vir a exigir os reparos necessários ou até mesmo a substituição dos materiais inadequados ou danificados.
- b) Os acessantes são responsáveis pelos equipamentos de medição instalados na subestação e responderão pelos eventuais danos a eles causados por sua ação ou omissão.
- c) O local da subestação bem como o acesso a mesma, devem ser mantidos limpos e desimpedidos pelos acessantes, de modo a facilitar o acesso à subestação pela Cemig D.

8.5.1.5. Acesso à Subestação de Medição de Faturamento

- a) Os acessantes devem permitir, a qualquer tempo, o acesso livre e imediato dos funcionários da Cemig D, devidamente identificados e credenciados, à subestação e fornecer-lhes os dados e informações relativos ao funcionamento dos equipamentos, transformadores para instrumentos, medidores, dispositivos de

comunicação, dispositivos auxiliares e quaisquer outros que estejam no âmbito dessa subestação.

- b) Aos acessantes somente é permitido o acesso aos compartimentos da subestação e equipamentos que não são selados pela Cemig D.

8.6. Requisitos de Automação e Telecomunicação

A seguir são apresentados os aspectos que devem ser observados para viabilizar a supervisão e controle do disjuntor ou religador a ser instalado no Ponto de Conexão, para acessantes de Média Tensão.

8.6.1. Canais de comunicação de dados

8.6.1.1. Acessante conectado em um alimentador existente da Cemig D

Deverá ser disponibilizado um canal de comunicação de natureza pública ou não, dedicado ou compartilhado, interligando o Ponto de Conexão ao COD, com as seguintes características básicas:

- Disponibilidade: patamar mínimo de 80%;
- Taxa de transmissão mínima: 30 kbps.

Todos os recursos necessários para a comunicação, incluindo infraestrutura, equipamentos, materiais e serviços de instalação são de responsabilidade do acessante gerador. Isso inclui o custeio, a aquisição e a instalação dos equipamentos de comunicação de dados nos dois extremos (Ponto de Conexão e COD).

Os equipamentos de comunicação devem possuir, no lado do COD, as interfaces e conectores adequados ao sistema de supervisão e controle do COD. Esta infraestrutura deverá prover acesso ao religador pertencente às instalações do acessante e viabilizar telecomandos emitidos do Centro de Operação da Cemig D(COD).

A solução de comunicação proposta pelo acessante deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D.

8.6.1.2. Acessante conectado em média tensão a subestação existente sem automação

Caso não haja disponibilidade de recursos de telecomunicação na subestação, deverá ser disponibilizado um canal de comunicação de natureza pública ou não, dedicado ou compartilhado, interligando o Ponto de Conexão ao COD, com as seguintes características, que representam os requisitos mínimos de desempenho do sistema de telecomunicações do sistema do acessante:

- Disponibilidade: patamar mínimo de 80%;
- Taxa de transmissão mínima: 30 kbps.

8.6.1.3. Acessante conectado em média tensão a subestação existente com automação

Caso seja uma subestação automatizada com recursos de telecomunicação já implantados, os padrões de desempenho do sistema de telecomunicações do acessante deverão se ater aos padrões requeridos pelo sistema existente na Subestação de Distribuição acessada, ou seja:

- Disponibilidade: a mesma existente na SE;
- Taxa de transmissão mínima: a mesma na SE.

Quando o acessante fizer uso dos recursos de telecomunicação disponíveis na subestação deverá prover todas as ações pertinentes à integração, tais como implantação da infraestrutura, aquisição e instalação de equipamentos, materiais e serviços de instalação.

A solução de comunicação proposta pelo acessante deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D.

Os recursos financeiros necessários para a aquisição e implantação do sistema de comunicação, incluindo infraestrutura, equipamentos, materiais e serviços de instalação são de total responsabilidade do acessante.

Para funções de telecontrole não serão aceitas soluções de dados oriundas de sistemas públicos de telefonia celular, tais como GPRS/EDGE, 3G e semelhantes.

8.6.2. Canais de comunicação de voz

Deve ser disponibilizado um meio de comunicação de voz confiável e inteligível entre as equipes de operação do acessante e o COD.

8.6.3. Comunicação da medição de faturamento

O acessante deverá disponibilizar para a Cemig Distribuição um acesso remoto diário aos dados da medição de faturamento. Este acesso deverá ser disponibilizado de forma automatizada através de acesso direto aos medidores ou indiretamente através do envio automatizado dos arquivos de leitura.

8.6.4. Meios de Comunicação

Os meios de comunicação, os equipamentos envolvidos e a respectiva manutenção são de responsabilidade do acessante. Caso ocorra a transferência de ativos para a CEMIG D, esta deverá ocorrer sem ônus para a Acessada, que deverá assumir apenas os encargos de operação e manutenção dessas instalações e equipamentos. O pagamento pelo aluguel do canal de comunicação será encargo do acessante.

Caso a Cemig seja a provedora da solução de telecomunicação para o telecontrole do ativo do acessante, ela deverá ser ressarcida dos custos correspondentes.

8.6.5. Solução de automação

8.6.5.1. Acessante conectado em um alimentador existente da Cemig D

Os requisitos de automação dos religadores devem atender à especificação técnica 02.111-TD/SD-1002 – Requisitos de Automação para Religadores Automáticos para Redes de Distribuição Aéreas.

A comunicação entre os religadores e o COD deve ser feita através de protocolo padrão DNP 3.0, devendo ser fornecidos equipamentos homologados pela Cemig.

8.6.5.2. Acessante conectado em média tensão a subestação existente da Cemig D

É da responsabilidade do acessante garantir a integração do religador ou disjuntor a ser instalado no ponto de conexão ao sistema de automação existente na subestação. A solução dependerá do sistema de automação existente, podendo consistir, dentre outras, de uma das seguintes soluções:

- integração do novo bay à unidade terminal existente, com o fornecimento de cartões (entradas analógicas e digitais, saídas digitais, comunicação, CPU, etc.);
- integração do novo bay ao sistema digital existente;
- substituição da remota existente (caso seja constatada obsolescência e impossibilidade de ampliação).

Caso a subestação não seja automatizada, deverá ser fornecida solução para automação do vão do acessante, devendo seguir os requisitos do item 1.1.1.2.

Os requisitos de automação dos religadores devem atender à especificação técnica 02.111-TD/SD-1002 – Requisitos de Automação para Religadores Automáticos para Redes de Distribuição Aéreas.

A comunicação entre os religadores e o COD deve ser feita através de protocolo padrão DNP 3.0, devendo ser fornecidos equipamentos homologados pela Cemig D.

Independente da solução adotada, todos os materiais, equipamentos e serviços necessários à integração são de responsabilidade do acessante.

A solução de automação proposta pelo acessante deverá ser avaliada e aprovada pela Cemig D, seguindo os padrões por ela praticados.

8.6.6. Base de dados

O acessante deverá arcar com as despesas de configuração das bases de dados do sistema supervisor do COD.

As informações do ponto de conexão a serem disponibilizadas devem seguir a base de dados (relação de pontos) padrão para religadores ou subestações, conforme ponto de conexão.

8.7. Requisitos técnicos da geração

Na operação interligada, a geração não pode degradar os níveis da qualidade do produto e do serviço oferecido aos demais consumidores. Devido às características da rede de média tensão e das máquinas geradoras, poderão ocorrer impactos no perfil e controle da tensão, bem como na qualidade da tensão e na estabilidade dos sistemas de controle de tensão e potência.

Para evitar que seja afetada a qualidade do atendimento aos demais consumidores atendidos pelo sistema de distribuição, foram estabelecidos requisitos para geradores de corrente alternada, conectados ao sistema elétrico na frequência de 60 Hz do sistema Cemig D, incluindo, portanto, a conexão de centrais utilizando máquinas síncronas e assíncronas ao sistema de distribuição, na condição de regime permanente e dinâmico.

8.7.1. Geradores síncronos

Devido às características construtivas dos geradores, a interligação de máquinas síncronas requer cuidados especiais, relativos às condições de sincronização, impactos no controle e perfil de tensão, proteção e estabilidade. Além disso, a especificação das máquinas deve levar em consideração os níveis de qualidade de energia do sistema de distribuição da Cemig D previstos no ponto de conexão.

8.7.1.1. Sincronização

A sincronização das máquinas é responsabilidade do acessante. O sincronismo poderá se dar automaticamente, nos casos em que a planta não for operada localmente. Deverá ser instalado relé de cheque de sincronismo (função ANSI 25). Com objetivo de se reduzir os impactos eletromecânicos nas máquinas e as oscilações de tensão e potência na rede, recomendam-se como condições mínimas para a sincronização:

- Diferença de frequência: 0,3 Hz
- Diferença de Tensão: 10%
- Diferença do ângulo de fase: 10°

8.7.1.2. Controles de tensão e fatores de potência no ponto de conexão

Conforme recomendado no PRODIST, toda central geradora com potência nominal superior a 300 kW deverá possuir controle de tensão.

As tensões terminais das máquinas deverão ser ajustadas de acordo com as definições dos órgãos de planejamento da operação da distribuição na Cemig D, segundo as faixas de operação estabelecidas no acordo operativo.

O sistema de controle de tensão das máquinas deverá permitir o controle da tensão ajustada constante ou fator de potência constante. Em condição normal o fator de potência na conexão poderá variar na faixa de 0,90 (máquina sobreexcitada) e 0,95 (máquina subexcitada). Os sistemas de excitação e controle de tensão das máquinas deverão ser especificados considerando-se uma faixa de operação em condição normal de 95% a 105% para a tensão nominal. O regulador de tensão deverá ser especificado de forma a admitir até 110% da tensão nominal.

A fim de permitir a coordenação entre o controle de tensão da rede e das máquinas, deverá ser admitido um tempo morto ajustável na faixa de 0 a 180 segundos. O tempo morto (time delay) deverá ser especificado pelos órgãos de engenharia da operação da Cemig D.

O sistema de excitação, que inclui o transformador de excitação, a excitatriz/ponte de tiristores, regulador automático de tensão e limitadores de excitação e de potência reativa, deverá possuir limitadores de sobreexcitação e subexcitação. Usinas com potências nominais iguais ou maiores que 500 kW deverão possuir estabilizador de tensão (PSS) dotado de lógica liga-desliga. O regulador de tensão deverá admitir modo de controle pela tensão terminal da máquina e pela corrente de campo, este atuando como back-up. O sistema de excitação deverá ser dotado de uma malha de compensação da corrente reativa.

Os ajustes do sistema de excitação serão realizados pelo acessante, que deverá enviá-los para a Cemig D para avaliação, considerando a rapidez de resposta e amortecimento adequado para pequenas oscilações. O “overshoot” da tensão terminal deverá ser limitado a 10%. O tempo de resposta da tensão de campo deverá ser no máximo de 0,1 s e o tempo de estabilização deverá ser no máximo 2 s. Deverá ser avaliada a existência de amortecimento adequado na faixa de 0,2 a 3 Hz. Se a interligação de uma central

geradora em um alimentador ocorrer onde já exista máquina interligada, recomenda-se que os ajustes dos parâmetros da malha de controle de tensão e PSS dos geradores existentes sejam reavaliados pelo novo acessante, de forma a manter um amortecimento adequado para as oscilações da rede.

Os limitadores deverão estar ajustados de forma a permitir uma excursão da tensão da geração na faixa de 90% a 105% da nominal. O objetivo é evitar desligamentos indevidos causados por variações momentâneas de tensão na rede, distantes do ponto de conexão.

Alguns eventos, comuns em sistemas de potência, tais como faltas e saídas forçadas de equipamentos, podem submeter as máquinas a variações de tensão e frequência. Para oscilações estáveis e amortecidas, é desejável que os geradores conectados permaneçam em operação. Para isso, deverão ser efetuados ajustes tais nas proteções de subtensão e subfrequência, que se evitem desligamentos desnecessários.

Antes da conexão das máquinas, Quando do comissionamento das instalações de conexão, deverão ser realizados ensaios de desempenho dos sistemas que compõem o controle de tensão e potência reativa das máquinas, sendo os resultados fornecidos à Cemig D para avaliação. Os ensaios de rejeição de carga deverão ser previamente agendados com a Cemig D.

8.7.1.3. Controle de velocidade

Conforme recomendado no PRODIST, toda central geradora com potência nominal superior a 300 kW deverá possuir controle de frequência.

Considerando-se a usina operando interligada ao sistema elétrico, a função do regulador de velocidade é manter a potência gerada em conformidade com os valores ajustados de potência, uma vez que a frequência é imposta pelo sistema interligado.

Oscilações de potência das centrais geradoras poderão se refletir em variações da potência injetada e da tensão na rede de distribuição. Por isso, a malha de controle de velocidade das máquinas deverá ser dotada de amortecimento de forma a evitar variações de tensão prejudiciais ao funcionamento de outros consumidores conectados à rede.

8.7.1.4. Condições para operação ilhada

Nos casos de operação isolada, quando desejáveis e factíveis, a função do regulador de velocidade será manter a frequência dentro de valores aceitáveis para a operação das máquinas e adequados para o funcionamento dos equipamentos dos consumidores atendidos de forma isolada. Nesse caso, as oscilações podem ocorrer na frequência e na potência fornecida pelas máquinas.

Para produtores independentes em geral se requer a operação apenas de forma interligada. A operação ilhada só é desejável em situações de emergência, evitando interrupções de longa duração no fornecimento de energia. Nos demais casos a operação se daria de forma interligada, e caso houvesse ilhamento da rede, as máquinas seriam desligadas como pré-condição para o religamento.

A possibilidade de operação ilhada não é solicitada de pequenas centrais térmicas conectadas ao sistema de distribuição em média tensão.

As pequenas centrais hidrelétricas com potência nominal igual ou maior a 1 MW deverão ser tecnicamente capazes de operar de forma isolada do sistema de distribuição, e para isso deverão possuir dispositivos para partida direta, independentemente da rede elétrica de distribuição (Black Start).

Os controles de tensão e velocidade das máquinas hidrelétricas deverão ser capazes de funcionar adequadamente tanto em condição interligada quanto na condição isolada. Os reguladores de velocidade deverão permitir os modos de controle por potência e por frequência. Deverão ser ajustados conjuntos de parâmetros para operação interligada e ilhada das máquinas, com a possibilidade de reversão automática entre o conjunto de parâmetros de controle para as duas condições.

Durante o comissionamento das instalações de conexão deverão ser realizados ensaios de desempenho dos sistemas que compõem o controle de velocidade das máquinas para a condição interligada e ilhada, quando for o caso, sendo os resultados enviados à Cemig.

8.7.2. Geradores assíncronos

Os Geradores assíncronos possuem características construtivas extremamente robustas, não necessitando de controle de excitação ou potência, não sendo afetados por oscilações de tensão ou da carga. Entretanto, sua conexão requer cuidados específicos,

devido à impossibilidade de gerar a corrente de excitação no campo, e por impor variações de tensão durante a partida.

A potência máxima dos geradores assíncronos a serem interligados ao sistema de média tensão da Cemig D é de 500 kW. A variação de tensão admitida na ligação é de no máximo 5% da tensão no ponto de conexão. A interligação poderá ocorrer com o rotor da máquina girando no mínimo a 95% da velocidade síncrona, após ser acelerado mecanicamente pelas turbinas.

O fator de potência mínimo das máquinas assíncronas verificado no ponto de conexão deverá ser de 0,95 (indutivo). O acessante deverá instalar o montante de bancos de capacitores necessário para o fornecimento de potência reativa com o fator de potência solicitado.

Por razões de segurança, os bancos de capacitores só poderão ser ligados apenas 1 minuto após a entrada em funcionamento do gerador assíncrono. No caso de falta de tensão na rede da Cemig D, os bancos de capacitores deverão ser automaticamente desligados, para evitar a ocorrência de autoexcitação dos geradores.

O regime de neutro da armadura dos geradores deverá ser idêntico ao da rede de média tensão da Cemig D (estrela aterrado). O gerador não poderá funcionar como motor de indução. Por isso deverá ser instalado o relé de potência inversa (função 32) cujo valor de ajuste deverá ser validado pela Cemig D.

As máquinas assíncronas deverão ser projetadas para suportarem os limites de distorção harmônica, flutuações e desequilíbrio de tensão globais admitidos no sistema de distribuição da Cemig D, conforme critérios do item 10.1.

Ocorrendo a saturação do circuito magnético das máquinas assíncronas, a corrente do gerador poderá conter uma forte componente de terceira harmônica. Para evitar esse problema, os geradores de indução conectados à rede de 60 Hz deverão suportar tensões de até 105% da nominal na barra de conexão, sem que ocorra saturação.

9. MICROGERAÇÃO E MINIGERAÇÃO ADERENTES AO REGIME DE COMPENSAÇÃO

9.1. Objetivo

Esse capítulo tem como objetivo atender às determinações das Resoluções Normativas 482/2012 e 687/2015 da ANEEL (referências 1 e 5), as quais estabeleceram as regras para a conexão aos sistemas de distribuição de energia elétrica de acessantes microgeradores ou minigeradores aderentes ao regime de compensação de energia, complementando os requisitos, padrões e critérios técnicos estabelecidos nesta norma e em conformidade com as normas técnicas da Cemig D, ND 5.30 “Requisitos para a conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Baixa Tensão” (referência 2) e ND 5.3 “Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão - Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea” (referência 3).

9.2. Escopo

Esse documento se aplica aos casos em que acessantes consumidores de média tensão instalem geração até 3000 kW (fonte hidráulica) ou até 5000 kW (demais fontes incentivadas), com o objetivo declarado de operar no regime de compensação de energia, conforme definido na Resolução 482/2012 da ANEEL (referência 1) e na seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (referência 4).

Podem aderir ao sistema de compensação de energia elétrica os consumidores responsáveis por unidade consumidora:

- Com microgeração ou minigeração distribuída;
- Integrante de empreendimento de múltiplas unidades consumidoras;
- Caracterizada como geração compartilhada;
- Caracterizada como autoconsumo remoto.

A adesão ao sistema de compensação de energia elétrica não se aplica aos consumidores livres ou especiais.

As faixas de potencia citadas abrangem minigeradores e microgeradores. Ressalta-se que os microgeradores abordados neste documento são aqueles interligados em instalações de consumidores de média tensão. Os microgeradores interligados em

instalações de consumidores de baixa tensão são abordados na ND 5.30 “Requisitos para a conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Baixa Tensão” (referência 2).

9.3. Procedimentos de conexão

De uma forma geral, para a conexão de acessantes são necessárias as fases de Consulta de Acesso, Informação de Acesso, Solicitação de Acesso e Parecer de Acesso, conforme estabelecido no Módulo 3 do PRODIST (referência 4). Para o caso de acessantes possuidores de centrais geradoras classificadas como micro ou minigeração e aderentes ao sistema de compensação, as etapas Solicitação de Acesso e Parecer de Acesso são obrigatórias, conforme a Seção 3.7 do Módulo 3 do PRODIST (referência 4). A etapa de consulta de acesso é facultativa para o acessante. Entretanto, caso esta ocorra, a etapa de Informação de Acesso torna-se obrigatória para a concessionária. Caso contrário, essa etapa não será necessária. O quadro a seguir mostra a sequência de ações para o acesso de minigeradores considerando a não ocorrência de consulta de acesso.

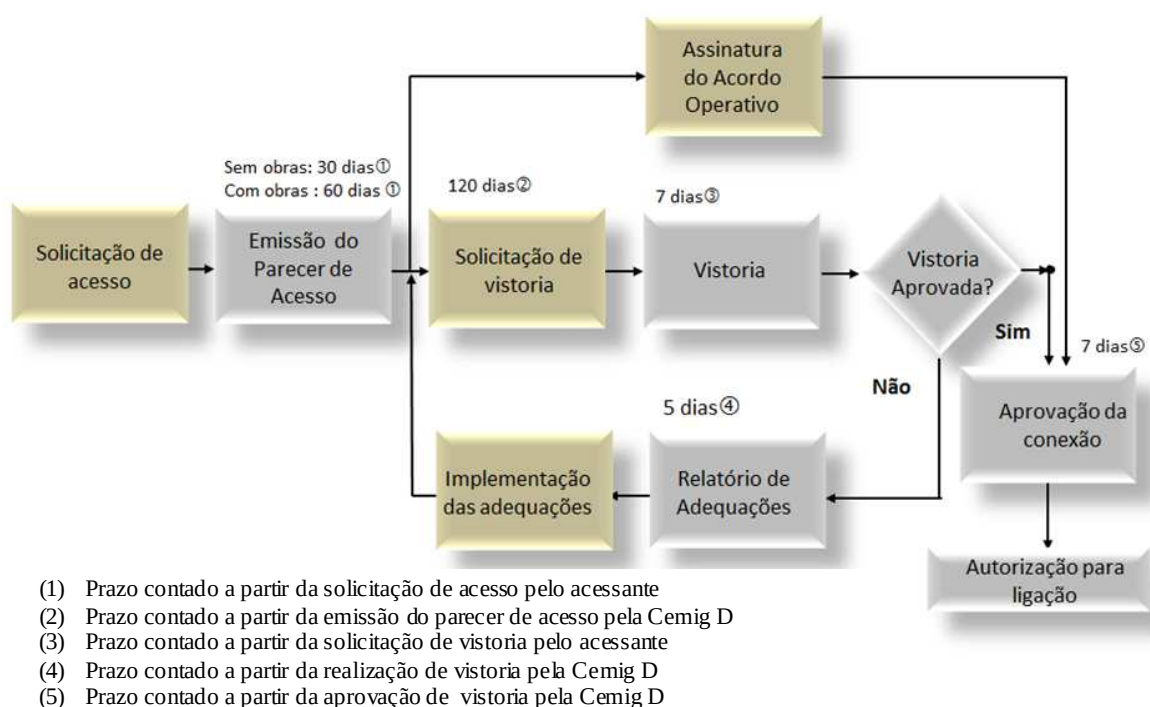
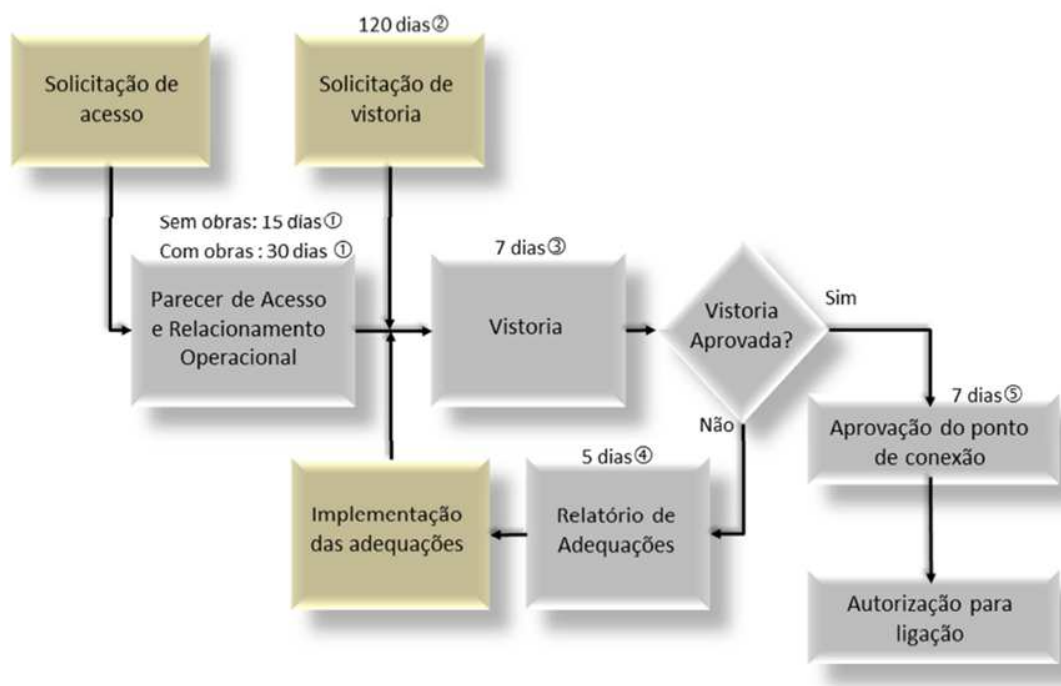


Figura 8 – Etapas de acesso de minigeradores aderentes ao sistema de compensação ao sistema de distribuição da Cemig D

O quadro a seguir mostra a sequência de ações para o acesso de microgeradores.



- (1) a partir da solicitação de acesso por parte do acessante.
- (2) a partir da emissão do parecer de acesso.
- (3) a partir da solicitação de vistoria por parte do acessante.
- (4) a partir da realização da vistoria.
- (5) após a aprovação da vistoria.

Figura 9 – Etapas de acesso de microgeradores aderentes ao sistema de compensação ao sistema de distribuição da Cemig D

A porta de entrada para a solicitação de acesso dos consumidores de média tensão com fontes incentivadas, aderentes ao sistema de compensação, é a área comercial da Cemig D, através do email microgeracao@cemig.com.br, ou do agente comercial responsável pelos contatos do acessante.

9.4. Acordo operativo e relacionamento operacional

É dispensada a assinatura de contratos de uso e conexão na qualidade de central geradora classificada como microgeração ou minigeração que participe do sistema de compensação de energia elétrica da distribuidora, sendo, nesse caso, suficiente a celebração do Acordo Operativo para os minigeradores, e do Relacionamento

Operacional para os microgeradores, nos termos da Resolução 482/2012 (referência 1) da ANEEL.

9.5. Obras para a conexão

Os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor, calculada conforme estabelecida no artigo 43 da Ren 414/2010 (referência 6).

No caso da conexão de microgeração, os custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão da minigeração distribuída não devem fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor, sendo integralmente arcados pela Cemig D, exceto para o caso de geração compartilhada.

9.6. Critérios técnicos

A central geradora poderá ser conectada por meio de inversores, tal como ocorre nos casos de geração fotovoltaica, eólica ou microturbinas, ou diretamente em corrente alternada, como ocorre nos casos de geração hidrelétrica e térmica, com requisitos técnicos diferenciados por faixa de potência da geração instalada.

9.6.1. Potência Instalada

A potência instalada da microgeração e da minigeração distribuída fica limitada à potência disponibilizada para a unidade consumidora onde a central geradora será conectada, nos termos do inciso LX, art. 2º da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, conforme reproduzido a seguir:

“LX – potência disponibilizada: potência que o sistema elétrico da distribuidora deve dispor para atender aos equipamentos elétricos da unidade consumidora, segundo os critérios estabelecidos nesta Resolução e configurada com base nos seguintes parâmetros:

- 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 da unidade*

consumidora pela tensão nominal, observado o fator específico referente ao número de fases, expressa em quilovolt-ampère (kVA). “

Caso o consumidor deseje instalar central geradora com potência superior a este limite deve solicitar o aumento da potência disponibilizada, nos termos do art. 27 da Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, sendo dispensado o aumento da carga instalada.

9.6.2. Transformador de acoplamento

O transformador de acoplamento deverá ser o primeiro transformador instalado entre a rede e as instalações do consumidor suprido em média tensão.

Para geradores até 300 kW o transformador de acoplamento poderá ser o mesmo transformador de atendimento à unidade consumidora, ou seja, primário (lado de média tensão) com enrolamentos ligados em delta e secundário (lado de baixa tensão) com enrolamentos ligados em estrela aterrado, não sendo exigido aterramento no lado da concessionária.

Para geradores com potências acima de 300 kW, o acessante deverá prover uma referência de terra no lado da Cemig D, para evitar sobretensões nas fases não faltosas, após a ocorrência de curto-circuito fase-terra e abertura do terminal da Cemig D. Para atender a este requisito, o tipo de ligação dos enrolamentos do transformador ou transformadores de acoplamento deverá atender as especificações do item 8.3 desta norma. A figura a seguir apresenta as opções de ligação do transformador de acoplamento para o caso de instalações com geradores com potências acima de 300 kW.

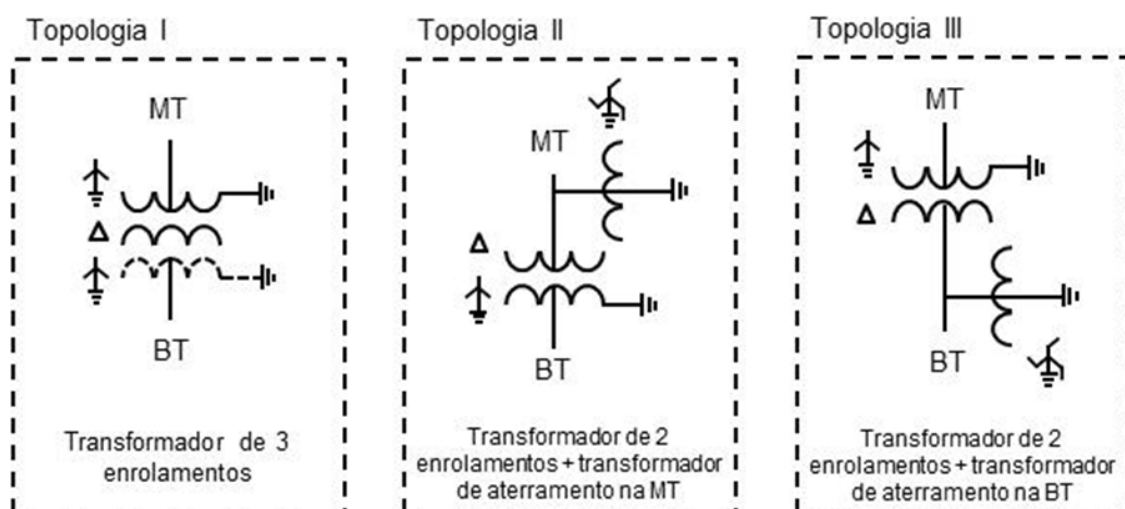


Figura 10 – Transformador de acoplamento – Tipos de ligação

Ressalta-se que no caso da Topologia III, a instalação do transformador de aterramento no lado de BT é opcional, dependendo da necessidade do consumidor.

9.6.3. Geração conectada por meio de inversores

Refere-se à microgeração e à minigeração conectada à rede elétrica de distribuição por intermédio de inversores (geração fotovoltaica, eólica e por meio de microturbinas).

Os inversores deverão ser instalados em local apropriado e de fácil acesso, de forma que o equipamento possa ser vistoriado pela equipe técnica da Cemig D, no momento da realização da vistoria.

Os inversores utilizados em sistemas fotovoltaicos deverão atender aos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição. Além disso, deverão atender aos requisitos estabelecidos pelo Inmetro, quando aplicável. Casos excepcionais, não enquadrados acima, deverão ser submetidos à análise por parte da Cemig D.

O sistema de geração distribuída deve cessar o fornecimento de energia à rede, por meio da abertura do elemento de desconexão, em até 2 segundos após a perda da rede (ilhamento). O sistema de proteção anti-ilhamento deve atender ao estabelecido na ABNT NBR IEC 62116 – Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica.

Em nenhuma hipótese poderá ocorrer a operação ilhada de parte da rede de distribuição Cemig alimentada por fontes interligadas por meio de inversores.

9.6.4. Geração conectada sem uso de inversores

Refere-se à microgeração e à minigeração conectada à rede elétrica de distribuição sem o uso de inversores (hidrelétrica, térmica, com geradores síncronos ou de indução). A potência nominal total instalada dos geradores de indução é limitada a 500 kW.

9.6.5. Geração própria (fonte não incentivada)

Refere-se à geradores de fontes não incentivadas, tais como grupos motores-geradores movidos à diesel ou gás. A energia gerada por estas fontes não poderá fazer parte do

sistema de compensação de energia, ou seja, não poderá ser injetada no sistema da distribuidora. Portanto deverá ser instalado um relé de potência inversa (função 32) de forma a garantir que não seja injetada no sistema energia de fonte não incentivada.

9.6.6. Automação e comunicações

Na faixa de potência de geração acima de 300 kW e menor ou igual a 3000 kW para hidrelétricas e 5000 kW para outras formas de geração, dotadas de religadores no ponto de conexão, serão instalados os recursos de automação, controle e estrutura de comunicação estabelecidos no item 8.6 desta norma.

9.6.7. Faixa 1: menor ou igual a 300 kW

9.6.7.1. Consumidores interligados através da Subestação nº 1

A figura a seguir apresenta a configuração para a conexão de geradores com as seguintes características:

- Geradores instalados em consumidores atendidos através de subestação de entrada de energia de número 1,
- Geradores com potência menor ou igual a 300 kW,
- Geradores interligados com a utilização de inversores.

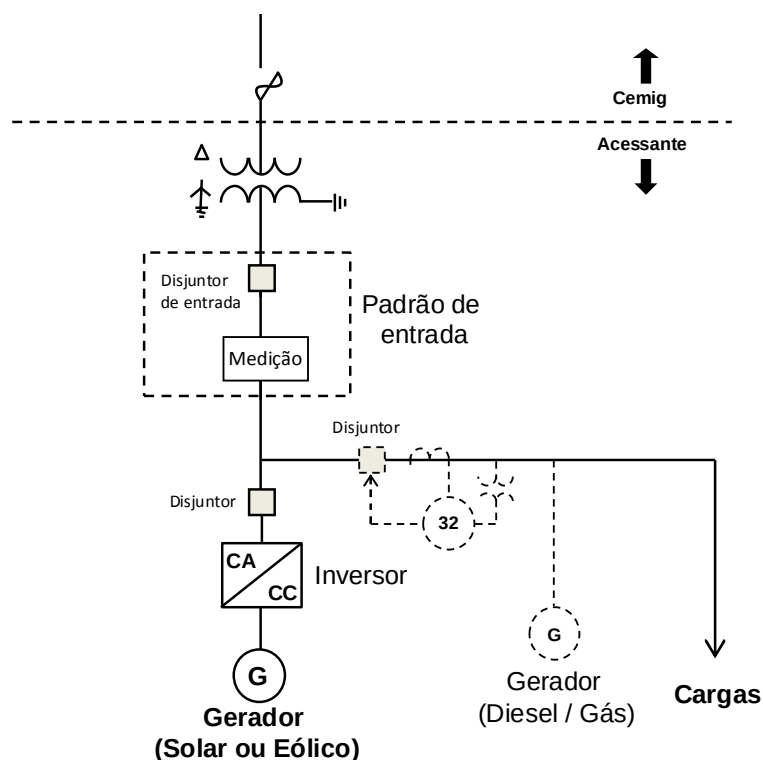
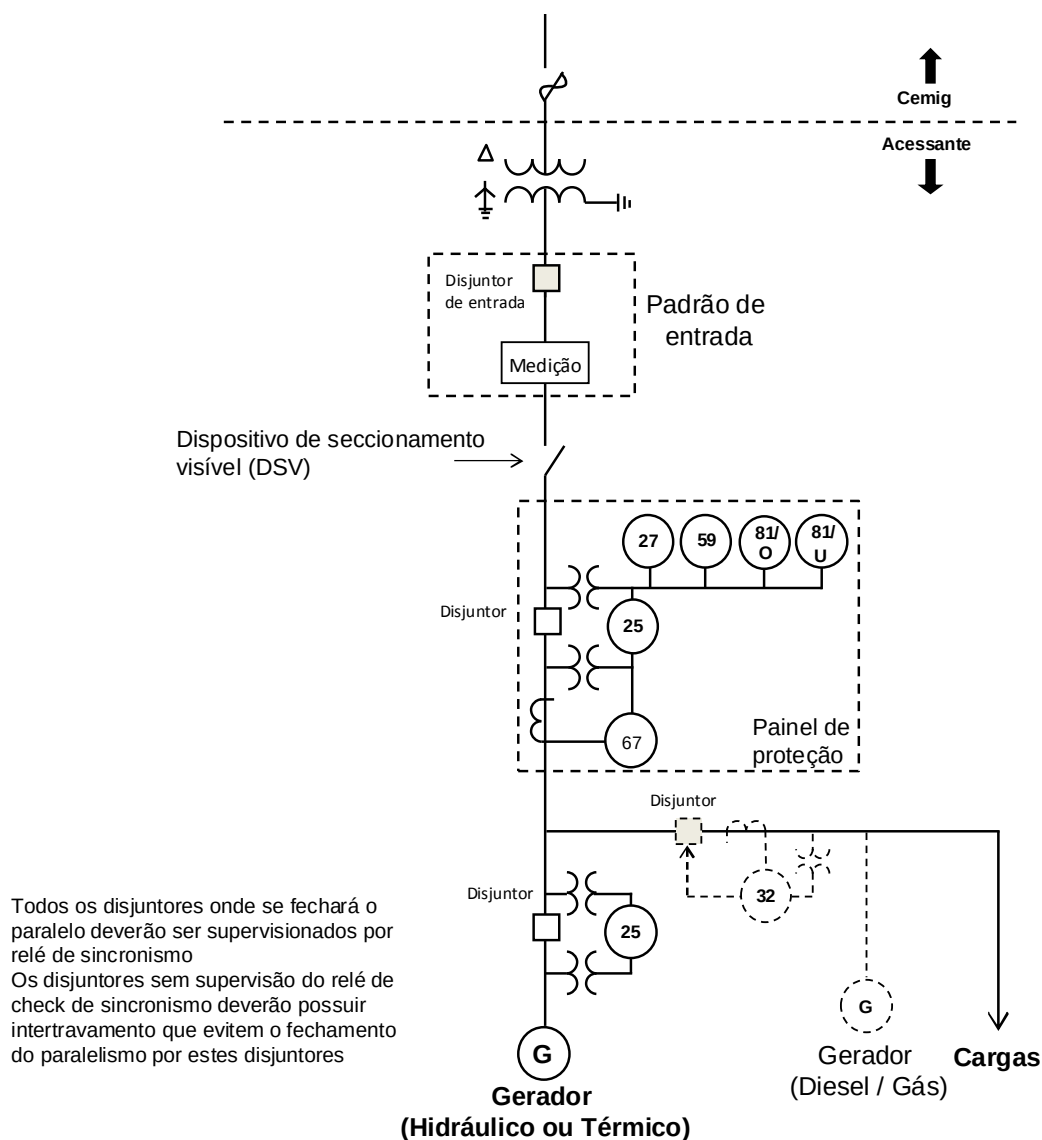


Figura 11 – Central geradora interligada por meio de inversor – menor ou igual a 300 kW (SE nº 1)
A figura a seguir apresenta a configuração para a conexão de geradores com as seguintes características:

- Geradores instalados em consumidores atendidos através de subestação de entrada de energia de número 1,
- Geradores com potência menor ou igual a 300 kW,
- Geradores interligados sem a utilização de inversores.



Todos os disjuntores onde se fechará o paralelo deverão ser supervisionados por relé de sincronismo
Os disjuntores sem supervisão do relé de check de sincronismo deverão possuir intertravamento que evitem o fechamento do paralelismo por estes disjuntores

Figura 12 – Central geradora interligada sem utilização de inversores – menor ou igual a 300 kW (SE nº 1)

9.6.7.2. Consumidores interligados através de Subestação nº 2 ou 4

A figura a seguir apresenta a configuração para a conexão de geradores com as seguintes características:

- Geradores instalados em consumidores atendidos através de subestação de entrada de energia de número 2 ou 4,
- Geradores com potência menor ou igual a 300 kW,
- Geradores interligados com a utilização de inversores.

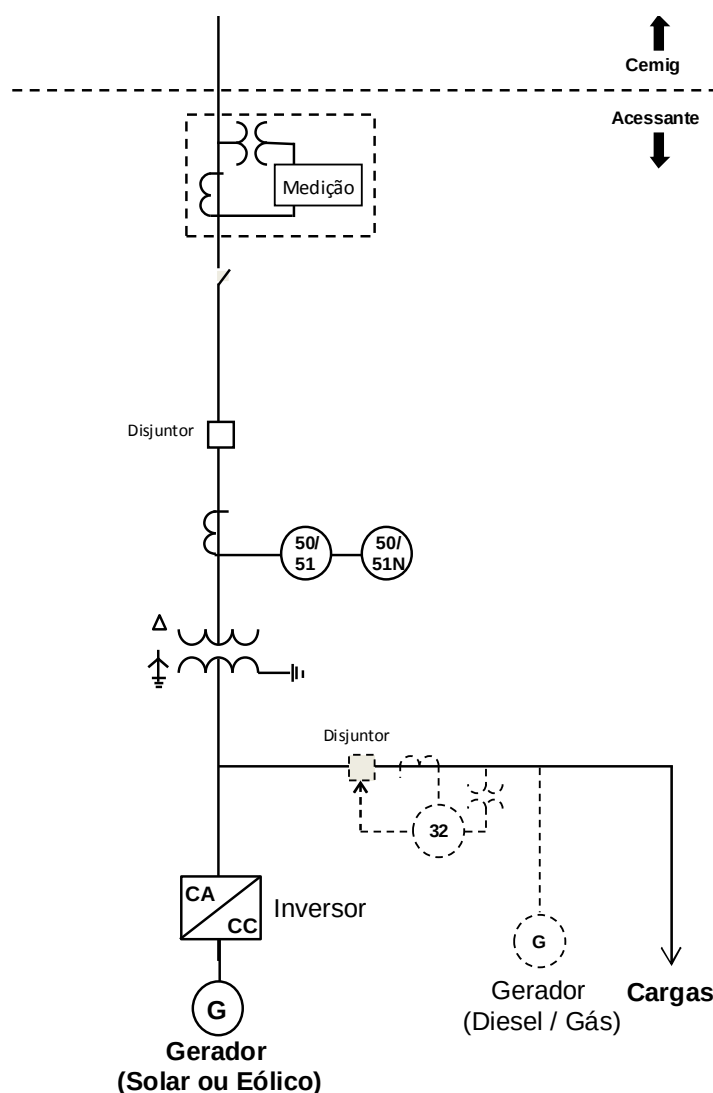


Figura 13 – Central geradora interligada por meio de inversor – menor ou igual a 300 kW (SE nº 2 ou 4)

9.6.8. Faixa 2: maior que 300 kW e menor ou igual a 3000 kW (Hidráulica) ou 5000 kW (demais fontes incentivadas)

Para essa faixa de potência, deverá ser instalado um religador na rede da Cemig D, em um ponto o mais próximo possível das instalações do acessante, conforme especificação 02.118-CEMIG-395 (item 5.4.5 Características de operação e controle dos religadores trifásicos específicos para instalação em ponto de conexão de acessante de geração). Este religador poderá ser instalado pela Cemig ou pelo consumidor, através de obra modalidade de obra PART, sendo que o custo de aquisição e instalação deste equipamento fará parte do cálculo da participação financeira do consumidor.

Além disso, o tipo de ligação dos enrolamentos do transformador ou transformadores de acoplamento deverá atender as especificações do item 8.3 desta norma, garantindo uma referência de terra no lado da Cemig D,

A figura a seguir apresenta a configuração para a conexão de geradores com as seguintes características:

- Geradores instalados em consumidores atendidos através de subestação de entrada de energia de número 2 ou 4,
- Geradores com potência maior que 300 kW e menor ou igual a 5000 kW (demais fontes incentivadas, exceto hidráulica)
- Geradores interligados com a utilização de inversores.

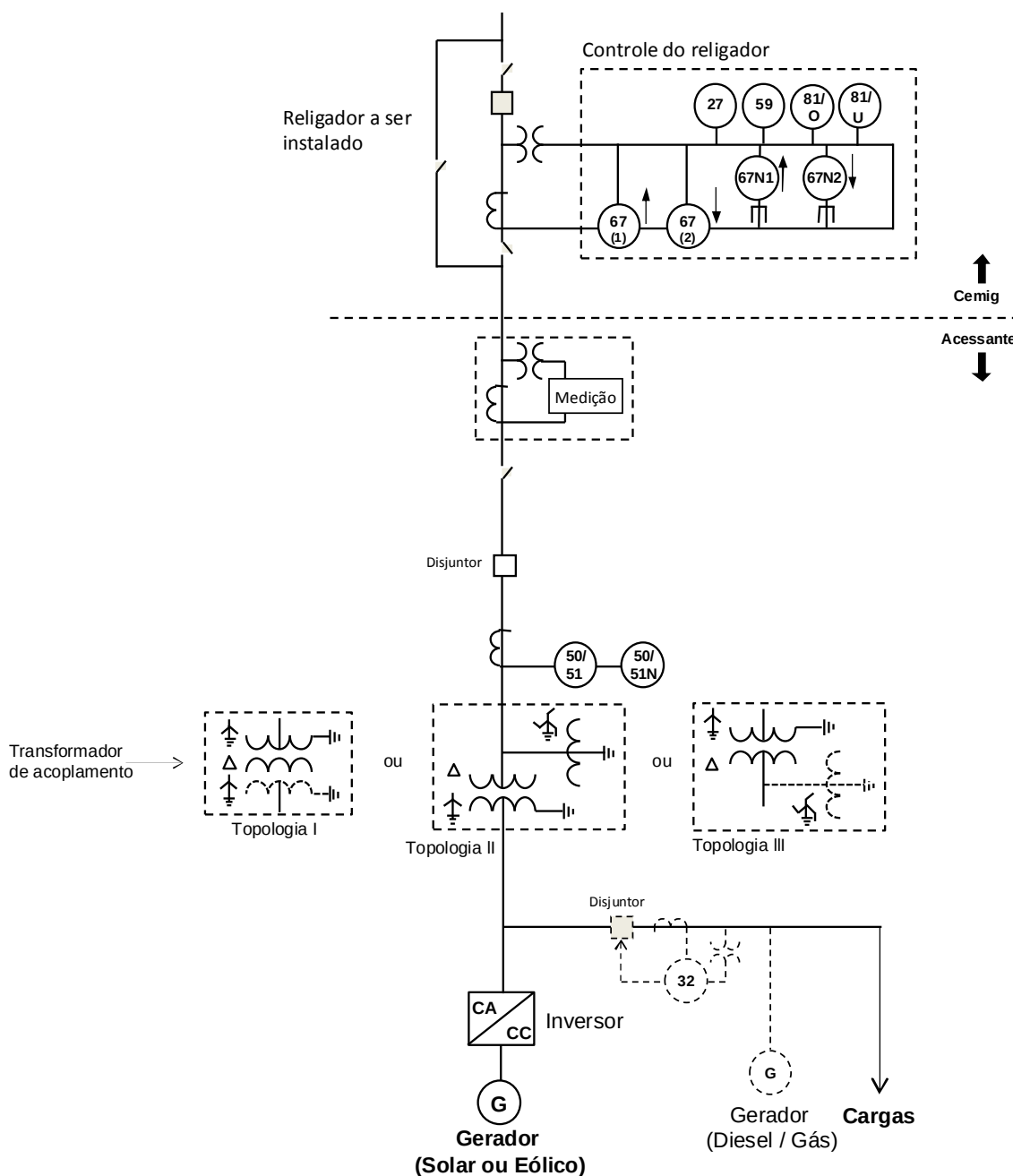


Figura 15 – Central geradora interligada com a utilização de inversores – maior que 300 kW e menor ou igual a 5000 kW

A figura a seguir apresenta a configuração para a conexão de geradores com as seguintes características:

- Geradores instalados em consumidores atendidos através de subestação de entrada de energia de número 2 ou 4,

- Geradores com potência maior que 300 kW e menor ou igual a 3000 kW (Hidráulica) ou 5000 kW (demais fontes incentivadas)
- Geradores interligados sem a utilização de inversores.

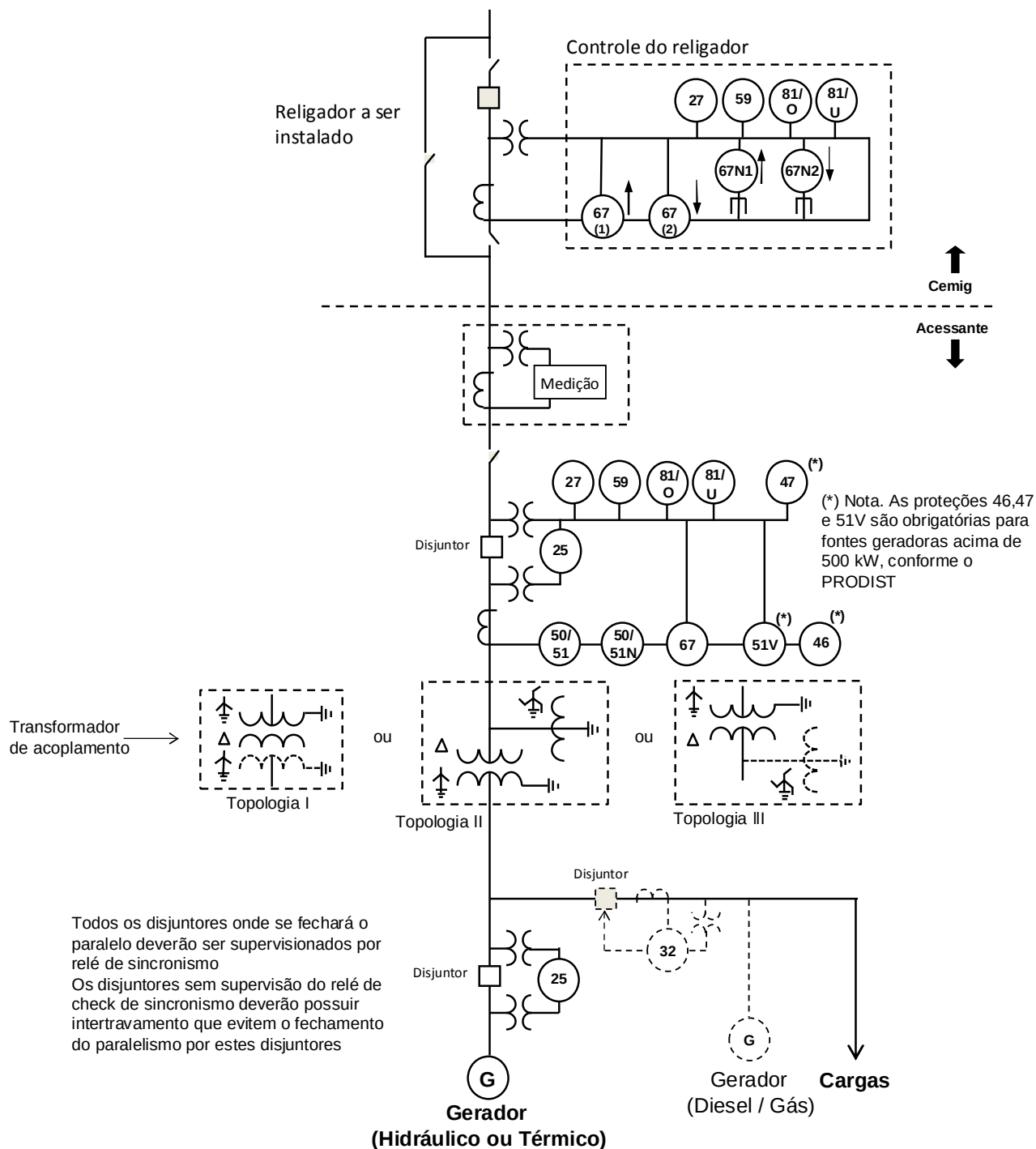


Figura 16 – Central geradora interligada sem a utilização de inversores – maior que 300 kW e menor ou igual a 3000 kW (Hidráulica) ou 5000 kW (demais fontes incentivadas)

9.6.8.1. Proteções e equipamentos de interrupção e manobra

Os requisitos de proteção exigidos para as unidades consumidoras aderentes ao sistema de compensação a serem conectadas à rede de média tensão seguem as determinações contidas na Seção 3.7 do módulo 3 do PRODIST (referência 4).

A tabela a seguir apresenta os ajustes recomendados para as funções de proteção.

Ajustes recomendados para as proteções			
Código ANSI	Descrição das funções	Ajustes	Tempo máximo de atuação (ref)
25	Verificação de sincronismo ou sincronização	Defas. 10° ; Dif. tensão 10%; Dif. freq. 0,3 Hz	N/A
27	Relé de Subtensão	0,8 p.u.	5 seg.
		0,7 p.u.	1,5 seg.
59	Relé de sobretensão	1,1 p.u.	5 seg.
		1,2 p.u.	0,5 seg.
81U	Relé de Subfrequência	59,5 Hz	5 seg
		57,0 Hz	0,2 seg
81O	Relé de Sobrefrequência	60,5 Hz	5 seg
		62,0 Hz	0,2 seg
32	Relé de potência reversa	5% da potência da geração	15 seg.
46	Relé de Desequilíbrio de corrente	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso
47	Relé de Desequilíbrio de tensão	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso
50	Relé de Sobrecorrente de fase instantâneo	Conforme padrão de entrada de energia	N/A
51	Relé de Sobrecorrente de fase temporizado		
50N	Relé de Sobrecorrente de terra instantâneo	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso
51N	Relé de Sobrecorrente de terra temporizado	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso
51V	Relé de Sobrecorrente com restrição por tensão	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso
67	Relé de Sobrecorrente direcional	A ser definido caso a caso	A ser definido caso a caso

Tabela 7 – Funções de proteção e ajustes recomendados

Ajustes diversos dos sugeridos acima deverão ser avaliados para aprovação pela Cemig D, desde que tecnicamente justificados. Ressalta-se que as funções de proteção mínimas correspondentes a cada faixa de geração são detalhadas nas Figuras de nº 11 a 16.

No caso de geradores interligados por inversores, as funções de proteção do lado do acessante deverão estar inseridas no sistema de controle do inversor.

O relé de proteção bem como o relé de potência inversa (função 32) a ser instalado junto ao gerador diesel/gás, no caso da existência de geração própria, deverá possuir dispositivo para lacre para garantir a manutenção dos ajustes após vistoria da Cemig D.

O sistema de proteção deverá ser alimentado por no-break exclusivo a ser instalado internamente no painel de interface.

9.6.8.2. Painel de interface

O painel de proteção deverá ser provido de dispositivo para a instalação de lacre pela Cemig D. O disjuntor de interface, bem como o relé de proteção e o no-break deverão ser instalados neste painel.

9.6.8.3. Medição

O acessante receberá sistema de medição indireta em 4 quadrantes com medição distinta da energia ativa e reativa consumida e/ou injetada na rede. O quadro de medição deverá ser instalado em conformidade com a Norma ND 5.3 – “Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão – Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea”, observando-se o respectivo tipo de subestação utilizado (Nº 1, Nº 2 ou Nº4).

10. REQUISITOS DE QUALIDADE

Os critérios a seguir apresentam os padrões de qualidade de fornecimento da rede elétrica e os limites a serem observados pelos produtores independentes e autoprodutores de energia elétrica conectados ao sistema de distribuição em média tensão.

10.1. Requisitos de qualidade do produto

Os critérios a seguir se aplicam tanto a acessantes produtores independentes quanto a autoprodutores. Tem o objetivo de orientar os acessantes na especificação adequada dos equipamentos, bem como na atenuação dos níveis de perturbações relacionadas, de forma a preservar os níveis de compatibilidade da rede elétrica como um todo.

Essa norma toma como base os critérios de qualidade do produto estabelecidos no módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição instituídos pela ANEEL (PRODIST). Esses critérios estabelecem níveis globais de qualidade para o desempenho do sistema de distribuição. São responsabilidades da concessionária e servem como orientação para a especificação adequada dos equipamentos. A fim de contribuir para a preservação dos níveis globais, cabe ao acessante observar os limites por acessante estabelecidos pela Cemig D neste documento.

Os aspectos considerados no PRODIST como itens de qualidade do produto são:

- Tensão em regime permanente
- Fator de potência
- Harmônicos
- Desequilíbrio de tensão
- Flutuação de tensão
- Variações de Tensão de curta duração
- Variações de frequência

A medição dos indicadores de tensão em regime permanente, variações de tensão de curta duração (VTCD) e fator de potência será efetuada, prioritariamente, pelos medidores de faturamento de energia. Para tanto, esses medidores, além de atender aos requisitos para medição de faturamento, conforme item 8.5, deverão ser especificados para permitir a avaliação desses parâmetros. Para isso, deverão ser apurados os indicadores de qualidade em conformidade com os procedimentos de medição detalhados no Módulo 8

do PRODIST e, de forma complementar, submódulo 2.8 do Procedimento de Rede do ONS, bem como o estabelecido nesta Norma.

Para os demais itens de qualidade do produto deverão ser realizadas campanhas de medição, também em conformidade com os procedimentos recomendados nos Procedimentos de Distribuição e Procedimentos de Rede. Esses itens incluem:

- Distorções harmônicas
- Desequilíbrio de tensão
- Flutuação de tensão

Opcionalmente, caso o medidor de faturamento tenha capacidade apropriada para a medição e o armazenamento de informações relativas a distorções harmônicas, desequilíbrio de tensão e flutuação de tensão, conforme descrito neste documento, as informações obtidas através desse medidor podem ser utilizadas. Os aspectos de qualidade são descritos nos subitens 9.1.1 a 9.1.7 a seguir.

10.1.1. Tensão em regime permanente

A concessionária deve manter os níveis de tensão em seu sistema elétrico em conformidade com os limites estabelecidos pela ANEEL, nos termos estabelecidos no Módulo 8 do PRODIST.

A tensão a ser contratada nos pontos de conexão pelos acessantes atendidos em média tensão deve situar-se entre 95% e 105% da tensão nominal de operação do sistema no ponto de conexão e, ainda, coincidir com a tensão nominal de um dos terminais de derivação previamente exigido ou recomendado para o transformador da unidade consumidora.

A tensão na conexão deverá se manter em valores adequados, situando-se entre 95% e 105% da tensão nominal de operação do sistema no ponto de conexão. As condições de conexão deverão ser definidas visando obter níveis adequados de tensão no ponto de conexão. Caso contrário, poderá ocorrer a degradação das condições de atendimento aos demais consumidores.

A tensão de atendimento (TA) deverá ser avaliada como adequada, precária e crítica, conforme mostrado na tabela seguinte. Os parâmetros utilizados são a tensão de

referência (TR) e a tensão de leitura (TL). A metodologia de avaliação é descrita de forma pormenorizada no Módulo 8 do PRODIST, seção 8.1, item 2.

Faixas de Classificação de Tensões – Conexões em média tensão (maior ou igual a 1 kV e inferior a 69 kV) – Valores em pu	
Tensão de atendimento (TA)	Faixa de variação da tensão de leitura (TU) em relação à tensão de atendimento (TA)
Adequada	$0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$
Precária	$0,90TR \leq TL < 0,93TR$
Crítica	$TL < 0,90TR$ ou $TL > 1,05TR$

Tabela 8 - faixas de classificação das tensões - Conexões em Média Tensão

Para evitar impactos sobre o nível de tensão aos demais consumidores e acessantes conectados à rede, em condição normal o acessante deverá operar na faixa adequada de tensão ($0,95TR \leq TL \leq 1,05TR$).

Para evitar que os níveis de qualidade do produto aos consumidores sejam comprometidos, após o religamento, ou o desligamento intempestivo dos geradores conectados ao alimentador, a tensão eficaz não deverá ser inferior a $0,90TR$ e nem superior a $1,05TR$ em nenhum ponto do alimentador. Portanto, após o religamento do alimentador, ou após a perda da geração de uma Central Geradora, a tensão no alimentador não poderá atingir os limites críticos.

Observa-se que a situação mais crítica ocorre normalmente para a condição de máxima carga e máxima geração. Nas análises deverá ser considerada a carga de emergência mantida na planta dos autoprodutores, nos casos de perda de geração.

A partir dos valores obtidos para TA, e da comparação destes com os valores de TR, são calculados os indicadores DRP - índice de duração relativa da transgressão para tensão precária, e DRC, índice de duração relativa da tensão crítica, calculados conforme as seguintes expressões:

$$DRP = \frac{nlp \times 100(\%)}{1008} \quad \text{Equação 1}$$

$$DRC = \frac{nlc \times 100(\%)}{1008} \quad \text{Equação 2}$$

Nas expressões, os termos *nlp* e *nlc* são, respectivamente, o número de vezes nas quais a tensão de atendimento medida esteve na faixa precária, e o número de vezes nas quais esteve na faixa crítica.

Os indicadores são definidos para séries de 1008 amostras. O conjunto de leituras para gerar os indicadores individuais deverá compreender o registro de 1008 leituras válidas consecutivas, obtidas em intervalos sucessivos de integralização de 10 minutos, correspondendo a 7 dias consecutivos. Os valores de *nlp* e *nlc* são calculados para cada fase, sendo considerado o valor máximo entre as três fases para o cálculo do índice.

Os valores máximos para duração relativa da transgressão de tensão precária (DRP) é de 3% e para a duração relativa da transgressão de tensão crítica (DRC) de 0,5%.

10.1.1.1. Medição de tensão em regime permanente

A qualidade da tensão na conexão deverá ser continuamente avaliada. Para isso deverão ser armazenados nos equipamentos de medição os resultados das medições de tensão,. Adicionalmente à avaliação de tensão em regime permanente realizada com o medidor de faturamento, podem ser feitas medições adicionais com outros medidores, como os utilizados em campanhas de medição. Nesses casos, poderão ser realizadas campanhas de medição nas instalações do acessante.

A avaliação da tensão em regime permanente será realizada, prioritariamente, utilizando-se funções de qualidade presentes no medidor de faturamento de energia.

Os medidores devem ser conectados a 3 elementos, utilizando-se 3 TPs e 3 TCs, conforme item 8.5. Devem operar segundo o princípio da amostragem digital, e atender, em seu princípio de funcionamento, aos seguintes requisitos mínimos:

- a) taxa amostral: 16 amostras/ciclo;
- b) conversor A/D (analógico/digital) de sinal de tensão: 12 bits;
- c) precisão: até 0,5 % da leitura.

Os valores eficazes devem ser calculados a partir das amostras coletadas em janelas sucessivas. Cada janela compreenderá uma sequência de doze ciclos (0,2 segundos) a quinze ciclos (0,25 segundos).

Adicionalmente à avaliação de tensão em regime permanente realizada com o medidor de faturamento, podem ser feitas medições adicionais com outros medidores, como os utilizados em campanhas de medição, desde que sejam atendidos os requisitos mínimos indicados acima. Nesses casos poderão ser realizadas campanhas de medição nas instalações do acessante.

Conforme recomendado no item 2 do módulo 8 do PRODIST, para se avaliar a tensão em regime permanente no ponto de conexão, deverão ser medidos, integralizados e armazenados os valores das tensões das fases A, B e C (V_{an} , V_{bn} e V_{cn}) em intervalos de 10 minutos. Para um período de 24 horas, serão gerados 144 intervalos consecutivos de 10 minutos. Para cada período de 24 horas, correspondente a 144 intervalos de 10 minutos consecutivos, devem-se descartar os 7 maiores valores de tensão de cada fase e considerar o 8º maior valor, como o maior valor válido para essa fase nesse período de 24 horas. O mesmo procedimento deve ser considerado para cada período de 24 horas subsequente. Deverão ser mantidos os valores das tensões medidos durante os últimos 35 dias. Esses dados devem poder ser recuperados a qualquer momento pela Cemig D, para possibilitar a realização do processamento dos mesmos e as respectivas análises.

Os dados assim registrados serão usados para se proceder a apuração dos indicadores Duração Relativa da Transgressão Para Tensão Precária (DRP) e Duração Relativa da Transgressão Para Tensão Crítica (DRC), conforme módulo 8 do PRODIST. Quando houver registros de valores referentes à interrupção de energia elétrica, afundamentos ou elevações momentâneas de tensão, o intervalo de medição de 10 minutos no qual esse evento ocorrer deverá ser expurgado e substituído por igual número de leituras válidas consecutivas. Com base nesses dados, além da apuração dos índices DRP e DRC, deve-se apurar os valores máximo e mínimo das tensões de leitura, bem como o histograma de tensão e tabela de medição, em por unidade (p.u.) de tensão nominal, com

o intervalo de 0,8 p.u a 1,20 p.u. e com uma discretização mínima de 144 intervalos por dia.

O processamento dos dados obtidos dos medidores deverá ser efetuado em sistema computacional (software) capaz de realizar os expurgos, efetuar cálculos, montar tabelas, proceder análises estatísticas, montar histogramas e realizar quaisquer outras operações necessárias ao atendimento dos requisitos do PRODIST.

10.1.2. Fator de Potência

Conforme estabelecido no PRODIST, o fator de potência das unidades produtoras de energia deve estar compreendido entre os valores estabelecidos nos Procedimentos de Rede do ONS.

Como nos Procedimentos de Rede do ONS só são estabelecidos limites para o fator de potência de geradores com potências a partir de 10 MW, esta norma define para o fator de potência no ponto de conexão os limites mínimos de 0,90 para geradores sobre-excitados (fornecendo energia reativa), e 0,95 para geradores sub-excitados (absorvendo energia reativa). Portanto, os geradores deverão ser dimensionados para suportar essas condições de operação. Esses valores têm o objetivo de fazer com que as máquinas possam contribuir para a manutenção de perfis adequados de tensão nas redes de média tensão.

10.1.2.1. Medição de fator de potência

O fator de potência na conexão deverá ser continuamente avaliado. Para isso deverão ser armazenados nos equipamentos de medição os resultados das medições de energia ativa, energia reativa indutiva e energia reativa capacitiva, em cada um dos quadrantes, e realizado o processamento de dados adequado em sistema computacional apropriado.

O valor do fator de potência deverá ser calculado a partir dos valores registrados nos 4 quadrantes (fluxo direto e inverso de energia) das medições de energia ativa, energia reativa indutiva e energia reativa capacitiva integralizadas em períodos de 5 minutos. A partir dos valores das energias registradas em cada período de 5 minutos, o fator de potência deve ser calculado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$fp = \frac{EA}{\sqrt{EA^2 + ER^2}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: EA = Energia Ativa e ER = Energia Reativa.

Utilizando-se essa expressão, o cálculo do fator de potência será realizado a partir dos dados da energia medida, através de planilha de cálculos ou em sistema computacional capaz de realizar os cálculos e fornecer os valores de fp .

10.1.3. Harmônicos

As distorções harmônicas são devidas à circulação nas redes elétricas de correntes não senoidais, geradas pelo funcionamento de cargas e equipamentos cujas correntes têm formas de onda diferentes da forma de onda das tensões de alimentação.

Normalmente não estão associadas a geradores síncronos de corrente alternada, gerando na mesma frequência da rede. Entretanto, podem ser gerados por equipamentos auxiliares ou por cargas industriais, instaladas nas plantas de autoprodutores.

Distorções harmônicas na rede elétrica podem afetar o desempenho de equipamentos de consumidores, seja por interferência no desempenho das malhas de controle, seja pela excitação de ressonâncias existentes entre componentes indutivos e capacitivos da rede elétrica, tanto da concessionária quanto de consumidores conectados à rede, ou mesmo do próprio acessante.

Os parâmetros utilizados para a avaliação das distorções harmônicas estão mostrados na próxima tabela.

Parâmetros para avaliação de distorções harmônicas	
Parâmetro	Símbolo
Distorção harmônica individual de tensão	DITh (%)
Distorção harmônica total de tensão	DTT (%)
Tensão harmônica de ordem h	Vh
Ordem Harmônica	h
Tensão fundamental medida	V1

Tabela 9 - Parâmetros para avaliação de distorções harmônicas

As grandezas DIT_h e DTT são calculadas como se segue:

$$DIT_h(\%) = \frac{V_h}{V_1} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

$$DTT = \frac{\sqrt{\sum_2^{hmax} V_h^2}}{V_1} \quad \text{Equação 5}$$

O PRODIST define limites de distorções harmônicas que se aplicam ao sistema de distribuição como um todo, podendo ser entendidos como os níveis globais de compatibilidade da rede de distribuição. Devem ser considerados pelos acessantes na especificação dos níveis de distorção harmônicas aceitáveis por seus equipamentos, de forma a evitar que seu funcionamento seja afetado por distorções de magnitude inferior aos níveis de compatibilidade estabelecidos.

Os critérios de análise da Cemig D consideram como premissas a conformidade com os limites referenciais estabelecidos pela ANEEL no PRODIST, a preservação dos níveis de compatibilidade da rede elétrica e a facilidade de aplicação prática pelo acessante. A tabela seguinte mostra os limites globais válidos para todo o sistema de distribuição em média tensão da Cemig D ($13,8 \text{ kV} \leq V_N \leq 34,5 \text{ kV}$).

Os parâmetros considerados se referem aos limites individuais para cada ordem harmônica, e para o parâmetro DTT, distorção total de tensão. Deve-se observar que devem ser respeitados, simultaneamente, tanto os limites individuais quanto o limite total de distorção harmônica.

Ordem	Distorção harmônica Individual de Tensão				
		$V_N \leq 1 \text{ kV}$	$1 \text{ kV} < V_N \leq 13,8 \text{ kV}$	$13,8 \text{ kV} < V_N \leq 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} < V_N < 230 \text{ kV}$
Ímpares não múltiplos de 3	5	7,5	6	4,5	2
	7	6,5	5	4	2
	11	4,5	3,5	3	1,5
	13	4	3	2,5	1,5
	17	2,5	2	1,5	1
	19	2	1,5	1,5	1
	23	2	1,5	1,5	1
	25	2	1,5	1,5	1
	>25	1,5	1	1	1
Ímpares múltiplos de 3	3	6,5	5	4	2
	9	2	1,5	1,5	1
	15	1	0,5	0,5	0,5
	21	1	0,5	0,5	0,5
	>21	1	0,5	0,5	0,5
Pares	2	2,5	2	1,5	0,5
	4	1,5	1	1	0,5
	6	1	0,5	0,5	0,5
	8	1	0,5	0,5	0,5
	10	1	0,5	0,5	0,5
	12	1	0,5	0,5	0,5
	>12	1	0,5	0,5	0,5
Distorção total		10%	8%	6%	3%

Tabela 10 - limites de Distorções harmônicas para o sistema de média tensão da Cemig D

A tabela seguinte mostra os limites de perturbações harmônicas por acessante. Para maior facilidade de aplicação, os limites de distorção harmônica para acessantes interligados em média tensão foram estabelecidos em percentuais da corrente total da carga injetada na rede.

Esses limites são derivados dos valores recomendados na norma 519 do IEEE, mais aplicáveis à rede de média tensão, devido à maior simplicidade das análises, bem como ao fato de que, nesses níveis de tensão, a resposta de frequência das barras dos secundários dos transformadores é fortemente correlacionada à reatância de magnetização dos transformadores, mesmo com a influência significativa dos bancos de capacitores instalados nas barras de média tensão.

Os limites para as correntes harmônicas são calculados tomando por base a relação k entre a corrente de curto circuito do sistema de distribuição e as correntes harmônicas injetadas. Ressalta-se que a corrente de curto circuito deverá ser calculada considerando-se os geradores do acessante desligados. Para cada faixa de ordem harmônica, os limites são calculados em valores percentuais da componente fundamental.

Os limites por acessante devem ser aplicados na fase dos estudos de planejamento, para se atender aos requisitos técnicos contidos na solicitação de acesso.

A tabela seguinte mostra os limites de corrente harmônica por acessante para os acessantes interligados ao sistema de distribuição em média tensão da Cemig D. Nesta norma a grandeza TDD (Total Demand Distortion) é definida como a distorção harmônica total da corrente, em % da máxima demanda da corrente de carga correspondente à demanda máxima da carga.

Limites por consumidor para distorção harmônica de Corrente $V \leq 34,5 \text{ kV}$ (Baseados na Norma IEEE - 519)						
$k = I_{sc}/I_{carga}$	Valores percentuais das correntes harmônicas					TDD (%)
	$h \leq 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$h \geq 35$	
$k \leq 20$	4	2	1,5	0,6	0,3	5
$20 < k \leq 50$	7	3,5	2,5	1	0,5	8
$50 < k \leq 100$	10	4,5	4	1,5	0,7	12
$100 < k \leq 1000$	12	5,5	5	2	1	15
$k > 1000$	15	7	6	2,5	1,4	20

Tabela 11 - Limites de corrente Harmônica por Consumidor (conforme norma IEEE 519)

10.1.3.1. Medição de distorções harmônicas

Os indicadores para se avaliar os níveis de distorção harmônica em regime permanente no ponto de conexão são a distorção harmônica total (DTT) e as distorções harmônicas individuais DITH, para as tensões harmônicas de ordem 2 a 25.

Esses indicadores não se aplicam a fenômenos transitórios ou de curta duração que resultem em injeção de correntes harmônicas, como ocorre, por exemplo, na energização de transformadores ou na partida de unidades geradoras que utilizem equipamentos conversores de frequência.

Quando necessário, os níveis de distorções harmônicas deverão ser avaliados através de campanhas de medição, quando as características dos equipamentos e instalações dos acessantes o justificarem, ou quando se tornar necessário se avaliar os níveis de distorção harmônica no ponto de conexão com a rede elétrica da Cemig D.

Opcionalmente, caso o medidor de faturamento tenha condições técnicas apropriadas de medição e armazenamento de informações relativas a distorção harmônica, conforme descrito neste documento, as informações obtidas através desse medidor podem ser utilizadas.

Os sinais a serem monitorados devem utilizar sistemas de medição cujas informações coletadas possam ser processadas por meio de recurso computacional.

As medições de distorção harmônica devem ser feitas através das tensões fase-neutro derivadas dos TPs de medição. Os instrumentos de medição devem observar o atendimento aos protocolos de medição e às normas técnicas vigentes.

O espectro harmônico a ser considerado para fins do cálculo da distorção total deve compreender uma faixa de frequências que considere desde a componente fundamental até, no mínimo, a 25ª ordem harmônica.

Os equipamentos de medição utilizados deverão ser capazes de medir e registrar para um período de 7 dias consecutivos, os valores de distorção total de tensão (DTT) integralizados em intervalos de 10 minutos, para as 3 tensões fase-neutro. É desejável que o equipamento de medição tenha também condições de integralizar e registrar, também em intervalos de 10 minutos, as componentes harmônicas individuais de ordem 2 a 25.

Para cada período de 24 horas, correspondente a 144 intervalos de 10 minutos consecutivos, devem-se descartar os 7 maiores valores de DTT e considerar o 8º maior valor, como o maior valor válido para esse período de 24 horas. O mesmo procedimento deve ser considerado para cada período de 24 horas subsequente.

Caso existam as funcionalidades de medição de distorções harmônicas no medidor de faturamento, recomenda-se que sejam mantidos os valores medidos durante os últimos 35 dias, e que esses dados possam ser recuperados pela Cemig D, para possibilitar a realização do processamento dos mesmos e as respectivas análises.

O processamento dos dados obtidos através dos equipamentos de medição (ou medidores de faturamento, conforme o caso) deverá ser efetuado em sistema computacional (software) apropriado. Esse sistema computacional deverá ser capaz de realizar os expurgos, efetuar cálculos, montar tabelas, proceder análises estatísticas, montar histogramas e realizar quaisquer outras operações necessárias ao atendimento dos requisitos do PRODIST.

10.1.4. Desequilíbrios de tensão

O desequilíbrio de tensão é definido como sendo a diferença entre o valor eficaz das tensões de fase do circuito dividido pela média dos valores eficazes das tensões ou como a razão entre a componente de sequência zero pela componente de sequência positiva das tensões.

Níveis excessivos de desequilíbrio nas tensões da rede podem afetar as proteções, bem como o funcionamento de inversores e máquinas síncronas trifásicas. No caso específico dos geradores síncronos trifásicos, esses equipamentos são particularmente sensíveis à circulação de correntes de sequência negativa. As consequências desse fenômeno são evidenciadas, nas máquinas elétricas, pela ocorrência de danos nos mancais, aumento das perdas e da temperatura nos enrolamentos, e redução da vida útil.

O percentual de desequilíbrio na rede de distribuição pode ser calculado pelas seguintes expressões, expressas no Módulo 8 do PRODIST, onde FD é o fator de desequilíbrio:

$$FD = \frac{V_-}{V_+} \times 100 (\%) \quad \text{Equação 6}$$

Nesse caso, o fator FD é o fator de desequilíbrio, em percentual. Esse fator também pode ser calculado através da seguinte expressão:

$$FD (\%) = 100 \times \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}} \quad \text{Equação 7}$$

O parâmetro Beta é dado pela expressão seguinte:

$$\beta = \frac{V_{ab}^4 + V_{bc}^4 + V_{ca}^4}{(V_{ab}^2 + V_{bc}^2 + V_{ca}^2)^2} \quad \text{Equação 8}$$

A expressão 9-6 para FD, embora pareça mais complicada, pode ser calculada diretamente a partir dos valores eficazes das tensões entre fases.

O valor de referência nos barramentos do sistema de distribuição em média tensão deve ser igual ou inferior a **2%**, conforme recomendado no Módulo 8 do PRODIST. Esse valor representa o nível de compatibilidade da rede elétrica, e deve ser considerado na especificação dos equipamentos, e nos ajustes da proteção contra desequilíbrios de tensão.

O limite de desequilíbrio de tensão por acessante é de 1,5%. Esse é valor máximo de desequilíbrio que poderá ser provocado pelo acessante na rede elétrica. O valor é necessariamente menor que o valor global, devido à necessidade de se preservar os

níveis de compatibilidade da rede, que é resultante da contribuição de várias cargas desequilibradas porventura presentes no sistema elétrico.

10.1.4.1. Medição de desequilíbrio de tensão

Quando necessário, os níveis de desequilíbrios de tensão deverão ser avaliados através de campanhas de medição, quando as características dos equipamentos e instalações dos acessantes o justificarem, ou quando se tornar necessário se avaliar os níveis de desequilíbrio de tensão no ponto de conexão com a rede elétrica da Cemig D. Opcionalmente, caso o medidor de faturamento tenha capacidade apropriada para a medição e o armazenamento de informações relativas às tensões fase-fase, ou tensões de sequência positiva e de sequência negativa, conforme descrito neste documento, as informações obtidas através desse medidor podem ser utilizadas.

Para se avaliar o nível de desequilíbrio no ponto de conexão, deverão ser medidos, integralizados e armazenados os valores das tensões de linha (tensões entre fases) V_{ab} , V_{bc} e V_{ca} em intervalos de 10 minutos e, a partir desses valores, devem ser calculados os respectivos valores do fator de desequilíbrio (FD), conforme definido no item 10.1.4. Alternativamente, podem ser medidos e armazenados, também em intervalos de 10 minutos, os valores de tensão de sequência positiva (V_+) e sequência negativa (V_-) para possibilitar o cálculo de FD.

As campanhas de medição deverão ser realizadas em períodos de 7 dias consecutivos. Para cada período de 24 horas, correspondente a 144 intervalos de 10 minutos consecutivos, devem-se descartar os 7 maiores valores de FD e considerar o 8º maior valor, como o maior valor válido para esse período de 24 horas. O mesmo procedimento deve ser considerado para cada período de 24 horas subsequente. Esses dados devem poder ser recuperados a qualquer momento pela Cemig D, para possibilitar a realização do processamento dos mesmos e as respectivas análises.

Caso existam no medidor de faturamento as funcionalidades de medição de informações relativas às tensões fase-fase, ou tensões de sequência positiva e de sequência negativa, recomenda-se que sejam mantidos os valores medidos durante os últimos 35 dias, e que esses dados possam ser recuperados pela Cemig D, para possibilitar a realização do processamento dos mesmos e as respectivas análises.

O processamento dos dados obtidos através dos equipamentos de medição (ou medidores de faturamento, conforme o caso) deverá ser efetuado em sistema

computacional (software) apropriado. Esse sistema computacional deverá ser capaz de realizar os expurgos, efetuar cálculos, montar tabelas, proceder análises estatísticas, montar histogramas e realizar quaisquer outras operações necessárias ao atendimento dos requisitos do PRODIST.

10.1.5. Flutuações de tensão (“flicker”)

Flutuações de tensão são variações aleatórias, repetitivas ou esporádicas do valor eficaz da tensão.

São esporádicas quando ocorrem apenas eventualmente, como no caso de partidas de motores e chaveamentos de carga. Quando as flutuações ocorrem segundo um padrão repetitivo, tal como na operação de laminadores, por exemplo, são consideradas flutuações repetitivas.

Finalmente, quando apresentam um padrão aleatório e continuado no tempo, são consideradas aleatórias. Essas são normalmente associadas às flutuações provocadas na rede elétrica pela operação de fornos a arco para produção de aço.

Os efeitos nos sistemas elétricos, decorrentes das flutuações de tensão são oscilações de potência e torque das máquinas elétricas, queda de rendimento dos equipamentos elétricos, interferência nos sistemas de proteção, e efeito de cintilação luminosa ou “flicker”.

As flutuações de tensão são relevantes para a avaliação da qualidade de tensão devido ao incômodo visual causado aos consumidores.

Os parâmetros utilizados para avaliação do impacto das flutuações de tensão são fatores de severidade probabilísticos, Pst e Plt, determinados a partir de estimativas normalizadas da percepção do incômodo instantâneo causado pelas flutuações luminosas em seres humanos. Levam em consideração a amplitude e o espectro de frequências da variação, fornecendo uma indicação da intensidade do incômodo causado aos consumidores.

O parâmetro Pst (fator de severidade “short-time”) é obtido da seguinte expressão, obtida por meio de análises estatísticas:

$$P_{st} = \sqrt{0,0314P_{0,1} + 0,0525P_1 + 0,0657P_3 + 0,28P_{10} + 0,08P_{50}}$$

Equação 9

Na equação 9-8 o parâmetro P se refere aos resultados das medições instantâneas da sensação de “flicker”, medidas por meio de instrumento adequado, construído de acordo com o procedimento estabelecido nas Normas IEC (International Electrotechnical Commission): IEC 61000-4-15 (Flickermeter – Functional and Design Specifications).

Esse procedimento é adotado no sistema elétrico brasileiro, considerando-se um período de amostragem de 10 minutos. Os índices 0,1, 1, 3, 10 e 50 referem-se aos valores de “flicker” ultrapassados por, respectivamente, 0,1%, 1%, 3%, 10% e 50% do tempo amostrado. O P_{st} fornece, portanto, uma avaliação estatística de um fenômeno aleatório.

O parâmetro P_{lt} (fator de severidade “long-time”) é obtido da seguinte expressão:

$$P_{lt} = \sqrt[3]{\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} (P_{sti})^3} \quad \text{Equação 10}$$

O parâmetro P_{lt} dá uma medida do comportamento da carga durante um período de 2 horas, e é calculado considerando 12 valores consecutivos de P_{st} (calculados em intervalos de 10 minutos).

A avaliação dos níveis de flicker, conforme estabelecido no item 6.3 do módulo 8 do PRODIST, é realizada a partir de uma campanha de medições com a duração de 7 dias consecutivos, em períodos de 24 horas. Os resultados de P_{st} e P_{lt} são classificados a cada período de 24 horas.

No caso do acessante possuir cargas potencialmente geradoras de flicker, o nível de flutuação de tensão deverá ser avaliado por meio de medições. Para isso deverão ser medidos e armazenados os valores de P_{st} e P_{lt} , conforme procedimento detalhado no item 10.2.5 dessa norma.

Em conformidade com o PRODIST, os níveis de flicker verificados na rede de distribuição média tensão são classificados conforme a tabela seguinte.

Classificação dos níveis de severidade de “flicker” no sistema de distribuição em média tensão ($13,8 \leq V \leq 34,5$ kV)		
Valor de Referência	Pst 95% (pu)	Plt 95% (pu)
Adequado	$Pst < 1,0$	$Plt < 0,8$
Precário	$1,0 \leq Pst \leq 2$	$0,8 \leq Plt \leq 1,6$
Crítico	$Pst > 2,0$	$Plt > 1,6$

Tabela 22 - Níveis de severidade de flicker para cargas conectadas em Média Tensão

Para fins de planejamento, os níveis de flicker na rede devem permanecer em valores adequados (*Pst* 95% inferior a 1 pu e *Plt* 95% inferior a 0,8 pu). Esses valores representam os níveis de compatibilidade do sistema elétrico.

Para que não sejam ultrapassados, os acessantes deverão limitar os níveis de flicker a valores tais que não sejam ultrapassados os limites globais da rede. Por esse motivo, **os acessantes deverão limitar os níveis de flicker provocados por seus equipamentos aos seguintes valores:**

Pst 95% (pu)	Plt 95% (pu)
$Pst < 0,8$	$Plt < 0,64$

Tabela 33 - níveis de severidade por acessante de Média Tensão

10.1.5.1. Medição de flutuação de tensão (“Flicker”)

Os níveis de flutuação de tensão (“Flicker”) deverão ser avaliados através de campanhas de medição, quando as características dos equipamentos e instalações dos acessantes o justificarem, ou quando se tornar necessário se avaliar os níveis de desequilíbrio de tensão no ponto de conexão com a rede elétrica da Cemig D. Opcionalmente, caso o

medidor de faturamento tenha capacidade apropriada para a medição e o armazenamento de informações relativas a Flicker, conforme descrito neste documento, as informações obtidas através desse medidor podem ser utilizadas.

As medições de Flutuação de Tensão (“Flicker”) deverão ser obtidas conforme a descrição e recomendação da Norma Técnica IEC Publicação 61000-4-15, “Flickermeter – Functional and design specifications”. O processo de medição deve ser realizado com o medidor ajustado para resposta à tensão secundária de distribuição de 127 V.

Os parâmetros utilizados para avaliação do impacto das flutuações de tensão são fatores de severidade probabilísticos, Pst e Plt, determinados a partir de estimativas normalizadas da percepção do incômodo instantâneo causado pelas flutuações luminosas em seres humanos. Levam em consideração a amplitude e o espectro de frequências da variação, fornecendo uma indicação da intensidade do incômodo causado aos consumidores de baixa tensão, conforme descrito no item 10.1.5.

Medidores que estejam em conformidade com a norma IEC 61000-4-15, citada acima irão gerar valores de Pst e Plt em intervalos apropriados (10 minutos e 2 horas, respectivamente). O medidor de faturamento que será utilizado para avaliar também os parâmetros de qualidade, deverá ser capaz de gerar os valores de Pst e Plt segundo esses critérios. Os valores de Pst e Plt verificados durante a ocorrência de situações anormais na rede também deverão ser registrados.

A avaliação dos níveis de flicker, conforme estabelecido no PRODIST, é realizada a partir de uma campanha de medições com a duração de 7 dias consecutivos, em períodos de 24 horas. Os resultados de Pst e Plt são classificados a cada período de 24 horas.

Para cada período de 24 horas, correspondente a 144 intervalos de 10 minutos consecutivos, devem-se descartar os 7 maiores valores de Pst e considerar o 8º maior valor, como o maior valor válido para esse período de 24 horas. O mesmo procedimento deve ser considerado para cada período de 24 horas subsequente. O Plt é obtido a partir de 12 registros subsequentes de Pst, formando um período de 2 horas, e calculado a partir desses valores.

Caso existam no medidor de faturamento as funcionalidades de medição de flicker, recomenda-se que sejam mantidos os valores medidos durante os últimos 35 dias, e que esses dados possam ser recuperados pela Cemig D, para possibilitar a realização do processamento dos mesmos e as respectivas análises.

O processamento dos dados de Pst e Plt obtidos através dos equipamentos de medição (ou medidores de faturamento, conforme o caso) deverá ser efetuado em sistema computacional (software) apropriado. Esse sistema computacional deverá ser capaz de realizar os expurgos, efetuar cálculos, montar tabelas (incluindo valores de Pst e Plt verificados durante a ocorrência de situações anormais da rede), proceder análises estatísticas, montar histogramas e realizar quaisquer outras operações necessárias ao atendimento dos requisitos do PRODIST.

10.1.6. Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD)

Conforme estabelecido no PRODIST, as variações de tensão de curta duração são desvios significativos no valor eficaz da tensão em curtos intervalos de tempo. Dentre os fenômenos relativos à qualidade do produto, as VTCD estão entre os mais significativos, devido à sensibilidade de grande número de equipamentos e instalações às variações rápidas do valor eficaz da tensão. Envolvem um grande número de perturbações, classificadas em função da amplitude e duração dos fenômenos. A tabela a seguir apresenta os tipos de VTCD, conforme nomenclatura adotada no Módulo 8 do PRODIST.

Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD)				
Classificação	Denominação	Sigla	Duração	Amplitude (em pu)
Variação Momentânea de Tensão	Interrupção Momentânea de Tensão	IMT	Menor ou igual a 3 segundos	$V < 0,1$
	Afundamento Momentâneo de Tensão	AMT	Mínima de 1 ciclo e máxima de 3 segundos	$0,1 \leq V < 0,9$
	Elevação Momentânea de Tensão	EMT	Mínima de 1 ciclo e máxima de 3 segundos	$V > 1,1$
Variação Temporária de Tensão	Interrupção Temporária de Tensão	ITT	Maior que 3 segundos e menor que 3 minutos	$V < 0,1$
	Afundamento Temporário de Tensão	ATT	Maior que 3 segundos e menor que 3 minutos	$0,1 \leq V < 0,9$
	Elevação Temporária de Tensão	ETT	Maior que 3 segundos e menor que 3 minutos	$V > 1,1$

Tabela 44 - Classificação das Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD)

Esses fenômenos são inerentes ao sistema elétrico, que está sujeito a variações de carga e impactos de descargas atmosféricas. Dependendo de sua amplitude e duração, as variações de tensão podem afetar o funcionamento dos geradores.

Recomenda-se que as tensões de pick-up e os tempos de atuação das proteções de sub-tensão e sobre-tensão sejam ajustados de forma a evitar desligamentos desnecessários das máquinas devido à ocorrência de VTCD na rede de distribuição. Os valores recomendados estão definidos no item 8.4 (requisitos técnicos da proteção).

Da mesma forma, os ajustes estabelecidos para a proteção deverão ser considerados nos estudos dinâmicos para definição dos parâmetros da malha de controle de tensão e velocidade das máquinas. Os ajustes dos parâmetros da malha de controle de tensão e velocidade dos geradores deverão ser definidos de forma a possibilitar resposta rápida e amortecimento adequado das oscilações decorrentes de afundamentos de tensão ocorridos em componentes remotos da rede.

Em decorrência dos critérios estabelecidos no PRODIST, o acessante não poderá, com a operação de seus processos industriais ou de produção de energia, causar a degradação dos níveis de qualidade do sistema de distribuição ao qual estiver conectado. Por esse motivo, deverão ser realizados estudos dinâmicos das máquinas considerando manobras e rejeição da carga e saída de geradores.

O indicador a ser utilizado para conhecimento do desempenho de um determinado barramento do sistema de distribuição com relação às VTCD corresponde ao número de eventos agrupados por faixas de amplitude e de duração, discretizados conforme critério estabelecido a partir de levantamento de medições.

Num determinado ponto de monitoração, uma VTCD é caracterizada a partir da agregação dos parâmetros amplitude e duração de cada evento fase-neutro. Assim sendo, eventos fase-neutro simultâneos são primeiramente agregados compondo um mesmo evento no ponto de monitoração (agregação de fases).

Os eventos consecutivos, em um período de três minutos, no mesmo ponto, são agregados compondo um único evento (agregação temporal). O afundamento ou a elevação de tensão que representa o intervalo de três minutos é o de menor ou de maior amplitude da tensão, respectivamente.

A agregação de fases deve ser feita pelo critério de união das fases, ou seja, a duração do evento é definida como o intervalo de tempo decorrido entre o instante em que o

primeiro dos eventos fase-neutro transpõe determinado limite e o instante em que o último dos eventos fase-neutro retorna para determinado limite. Afundamentos e elevações de tensão devem ser tratados separadamente.

As seguintes formas alternativas de agregação de fases podem ser utilizadas:

- a) agregação por parâmetros críticos - a duração do evento é definida como a máxima duração entre os três eventos fase-neutro e o valor de magnitude que mais se distanciou da tensão de referência;
- b) agregação pela fase crítica - a duração do evento é definida como a duração do evento fase-neutro de amplitude crítica, ou seja, amplitude mínima para afundamento e máxima para elevação.

Não são atribuídos padrões de desempenho a estes fenômenos. As distribuidoras devem acompanhar o desempenho das barras de distribuição monitoradas. Tais informações poderão servir como referência de desempenho das barras de unidades consumidoras atendidas pelo SDAT e SDMT com cargas sensíveis a variações de tensão de curta duração.

10.1.6.1. Medição de variações de tensão de curta duração (VTCD)

A avaliação das Variações de Tensão de Curta Duração (VTCD) será realizada, prioritariamente, utilizando-se funções de qualidade presentes no medidor de faturamento de energia.

Adicionalmente à avaliação de VTCD realizada com o medidor de faturamento, podem ser feitas medições adicionais com outros medidores, como os utilizados em campanhas de medição. Nesses casos, poderão ser realizadas campanhas de medição nas instalações do acessante.

Além dos parâmetros duração e amplitude, a severidade da VTCD, medida entre fase e neutro, de determinado barramento do sistema de distribuição é também caracterizada pela frequência de ocorrência. Esta corresponde à quantidade de vezes que cada combinação dos parâmetros duração e amplitude ocorrem em determinado período de tempo ao longo do qual o barramento tenha sido monitorado.

Os instrumentos de medição devem observar o atendimento aos protocolos de medição e às normas técnicas vigentes.

Para avaliar a ocorrência de fenômenos VTCD no ponto de conexão, devem ser medidos e armazenados todos os fenômenos indicados na tabela abaixo (IMT, AMT, EMT, ITT, ATT e ETT) com o respectivo momento (“time stamp”) da ocorrência (início ou fim) e sua duração. Os valores mínimo, médio e máximo da amplitude da tensão durante a ocorrência também devem ser registrados. Devem ser armazenados os fenômenos ocorridos nos últimos 400 dias ou a seguinte quantidade de eventos (o que primeiro ocorrer), conforme tabela abaixo:

Tipo de Evento VTCD	Quantidade de eventos a ser armazenados	“Time stamp”	Duração do evento (ms)	Valor da Amplitude de tensão durante a ocorrência		
				Mínimo	Médio	Máximo
IMT	500	Sim	Sim	Não	Não	Não
AMT	1500	Sim	Sim	Sim	Não	Não
EMT	500	Sim	Sim	Não	Não	Sim
ITT	100	Sim	Sim	Não	Não	Não
ATT	300	Sim	Sim	Sim	Não	Não
ETT	100	Sim	Sim	Não	Não	Sim

Tabela 15 - Tipos de eventos de VTCD a serem registrados pelos medidores de faturamento

Caso estejam implementadas no medidor as funcionalidades de agregação de amplitude e agregação temporal, conforme descrito no item 10.1.6, essas funcionalidades podem ser utilizadas no próprio medidor. Caso contrário, o trabalho de agregação deverá ser realizado em sistema computacional apropriado.

O processamento dos dados obtidos dos medidores deverá ser efetuado em sistema computacional (software) apropriado. Esse sistema computacional deverá ser capaz de realizar os expurgos, efetuar cálculos, montar tabelas, proceder análises estatísticas, realizar agregação de amplitude e agregação temporal (caso necessário), montar histogramas e realizar quaisquer outras operações necessárias ao atendimento dos requisitos do PRODIST.

10.1.7. Variações de frequência

Os critérios para limitação das variações de frequência se baseiam nos limites estabelecidos no PRODIST, no Módulo 8. Em condições normais de operação, o sistema de distribuição e as instalações de geração a ele conectadas devem operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

No caso de ocorrência de distúrbios no sistema de distribuição que provoquem alterações no equilíbrio carga geração, as instalações de geração conectadas ao sistema de distribuição devem garantir que a frequência retorne para a faixa de 59,5 Hz a 60,5 Hz, no prazo de 30 (trinta) segundos após sair dessa faixa.

Havendo necessidade de corte de geração ou de carga para permitir a recuperação do equilíbrio carga-geração, durante os distúrbios no sistema de distribuição ou nos casos de operação ilhada intencional (ilhamento programado), a frequência deverá se ater aos seguintes limites:

- Nunca exceder 66 Hz ou ser inferior a 56,5 Hz, mesmo sob condições de emergência extrema s no sistema elétrico;
- Pode permanecer acima de 63,5 Hz por no máximo 10 segundos;
- Pode permanecer acima de 62 Hz por no máximo 30 segundos;
- Pode permanecer abaixo de 58,5 Hz por no máximo 10 (dez) segundos;
- Pode permanecer abaixo de 57,5 Hz por no máximo 5 (dez) segundos.

Os ajustes de proteção de sub-frequência e sobre-frequência deverão se dar conforme recomendado na tabela a seguir:

Sub frequência (81 U)	Sobre frequência (81O)
58,5 Hertz – 10 segundos	62 Hertz – 30 segundos
57,5 Hertz – 5 segundos	63,5 Hertz – 10 segundos
56,5 Hertz - instantânea	66 Hertz - instantânea

Tabela 16 - limites para variações de frequência

10.1.7.1. Medição de frequência

Pelo fato de os autoprodutores incluídos no escopo desta norma deverem, em condição normal, operar atrelados ao Sistema Elétrico de Potência e este possuir um rígido controle da frequência de operação (60 Hz), a princípio não se vê a necessidade de se medir e registrar a frequência no medidor que será utilizado tanto para o faturamento de energia quanto para o monitoramento dos parâmetros de qualidade.

10.2. Requisitos de qualidade de serviço

A concessionária deverá garantir ao acessante os padrões de qualidade de fornecimento estabelecidos pela ANEEL para o conjunto de consumidores atendidos pela SE à qual o acessante deverá se conectar. A qualidade de serviço fornecido aos acessantes será avaliada pelos indicadores de continuidade individuais, *DIC* e *FIC* e *DMIC*, definidos a seguir.

- a) Duração de interrupção individual por unidade consumidora (*DIC*)

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad \text{Equação 11}$$

- b) Frequência de interrupção individual por unidade consumidora (*FIC*)

$$FIC = n \quad \text{Equação 12}$$

- c) Duração de Máxima interrupção individual por unidade consumidora (*DMIC*)

$$DMIC = \sum_{i=1}^n t(i)_{max} \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

$t(i)$ = tempo de duração de cada interrupção (i) de fornecimento considerada no ponto de conexão

n = número total de interrupções de fornecimento considerada no ponto de conexão, no período de apuração

i = índice de interrupção da unidade consumidora considerada, no período de apuração.

$t(i)_{\max}$ = tempo máximo de duração de uma única interrupção de fornecimento considerada no ponto de conexão no período considerado, entre as n interrupções verificadas

Os limites anuais dos indicadores de continuidade dos conjuntos de unidades consumidoras são estabelecidos no PRODIST, em função dos valores de referência de DEF e FEC estabelecidos em resolução específica da ANEEL na revisão tarifária periódica da Distribuidora.

As tabelas a seguir apresentam os limites, extraídos do PRODIST, para acessantes conectados a redes urbanas e para os conectados a redes rurais.

Para se identificar o limite correspondente, é necessário se identificar os valores de referência do DEC e FEC para o conjunto ao qual corresponda o acessante considerado, conforme determinado pela ANEEL em resolução específica para a Cemig D. Os limites a serem observados correspondem sempre ao menor dos valores estabelecidos nas tabelas a seguir.

Os valores dos indicadores de continuidade são apurados segundo os procedimentos estabelecidos no Módulo 8 do PRODIST. Os de DIC e FIC são apurados mensalmente, trimestralmente e anualmente. O DMIC será apurado mensalmente.

Para os indicadores DIC e FIC, deverão ser apurados e informados aos acessantes os valores apurados e os respectivos limites mensais, trimestrais e anuais referentes ao último ano civil, bem como os valores mensais e trimestrais, até o mês subsequente à sua apuração, do ano em curso. Para o indicador DMIC deverão ser apurados e informados aos consumidores os valores apurados e os respectivos limites mensais referentes ao último ano civil, bem como os valores mensais, até o mês subsequente à sua apuração, do ano em curso.

No caso de ocorrência de violação dos critérios, deverão ser apurados valores de compensação aos acessantes, conforme estabelecido no Módulo 8 do PRODIST.

Limite de Continuidade por Unidade Consumidora							
Faixa de variação dos Limites Anuais dos valores de DEC e FEC dos Conjuntos	Unidades Consumidoras situadas em áreas urbanas com Faixa de Tensão nominal: $1\text{kV} \leq \text{Tensão} < 69\text{ kV}$						
	DIC (horas)			FIC (número de interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	11,25	5,62	2,81	6,48	3,24	1,62	2,36
2	11,68	5,84	2,92	6,93	3,46	1,73	2,39
3	12,12	6,06	3,03	7,37	3,68	1,84	2,41
4	12,55	6,27	3,13	7,82	3,91	1,95	2,44
5	12,99	6,49	3,24	8,27	4,13	2,06	2,46
6	13,43	6,71	3,35	8,71	4,35	2,17	2,49
7	13,86	6,93	3,46	9,16	4,58	2,29	2,52
8	14,30	7,15	3,57	9,61	4,80	2,40	2,54
9	14,73	7,36	3,68	10,05	5,02	2,51	2,57
10	15,17	7,58	3,79	10,50	5,25	2,62	2,60
11	15,61	7,80	3,90	10,95	5,47	2,73	2,62
12	16,04	8,02	4,01	11,40	5,70	2,85	2,65
13	16,48	8,24	4,12	11,84	5,92	2,96	2,68
14	16,91	8,45	4,22	12,29	6,14	3,07	2,71
15	17,35	8,67	4,33	12,74	6,37	3,18	2,74
16	17,79	8,89	4,44	13,18	6,59	3,29	2,76
17	18,22	9,11	4,55	13,63	6,81	3,40	2,79
18	18,66	9,33	4,66	14,08	7,04	3,52	2,82
19	19,09	9,54	4,77	14,52	7,26	3,63	2,85
20	19,53	9,76	4,88	14,97	7,48	3,74	2,88
>20 e ≤22	19,97	9,98	4,99	15,42	7,71	3,85	2,91
>22 e ≤24	20,84	10,42	5,21	16,31	8,15	4,07	2,98
>24 e ≤26	21,71	10,85	5,42	17,20	8,60	4,30	3,04
>26 e ≤28	22,58	11,29	5,64	18,10	9,05	4,52	3,10
>28 e ≤30	23,45	11,72	5,86	18,99	9,49	4,74	3,17
>30 e ≤32	24,33	12,16	6,08	19,88	9,94	4,97	3,24
>32 e ≤34	25,20	12,60	6,30	20,78	10,39	5,19	3,31
>34 e ≤36	26,07	13,03	6,51	21,67	10,83	5,41	3,38
>36 e ≤38	26,94	13,47	6,73	22,57	11,28	5,64	3,45
>38 e ≤40	27,81	13,90	6,95	23,46	11,73	5,86	3,52
>40 e ≤45	29,34	14,67	7,33	25,02	12,51	6,25	3,55
>45 e ≤50	31,52	15,76	7,88	27,26	13,63	6,81	3,80
>50 e ≤55	33,70	16,85	8,42	29,49	14,74	7,37	4,06
>55 e ≤60	35,88	17,94	8,97	31,72	15,86	7,93	4,34
>60 e ≤65	38,06	19,03	9,51	33,96	16,98	8,49	4,64
>65 e ≤70	40,24	20,12	10,06	36,19	18,09	9,04	4,96
>70 e ≤80	43,51	21,75	10,87	39,54	19,77	9,88	5,47
>80 e ≤90	47,87	23,93	11,96	44,01	22,00	11,00	6,23
>90 e ≤100	52,23	26,11	13,05	48,48	24,24	12,12	7,10
>100 e ≤110	56,59	28,29	14,14	52,95	26,47	13,23	8,07
>110 e ≤120	60,95	30,47	15,23	57,42	28,71	14,35	9,17
>120	63,13	31,56	15,78	59,65	29,82	14,91	9,77

Tabela 57 - Limites de continuidade para acessantes conectados na rede urbana

Limite de Continuidade por Unidade Consumidora							
Faixa de variação dos Limites Anuais dos valores de DEC e FEC dos Conjuntos	Unidades Consumidoras atendidas por sistemas isolados ou situadas em áreas não-urbanas com Faixa de Tensão nominal: 1kV ≤ Tensão < 69 kV						
	DIC (horas)			FIC (número de interrupções)			DMIC (horas)
	Anual	Trim.	Mensal	Anual	Trim.	Mensal	Mensal
1	31,98	15,99	7,99	15,49	7,74	3,87	4,32
2	32,62	16,31	8,15	15,96	7,98	3,99	4,39
3	33,26	16,63	8,31	16,43	8,21	4,10	4,46
4	33,90	16,95	8,47	16,90	8,45	4,22	4,53
5	34,54	17,27	8,63	17,37	8,68	4,34	4,60
6	35,18	17,59	8,79	17,84	8,92	4,46	4,67
7	35,82	17,91	8,95	18,31	9,15	4,57	4,74
8	36,46	18,23	9,11	18,78	9,39	4,69	4,81
9	37,10	18,55	9,27	19,25	9,62	4,81	4,88
10	37,74	18,87	9,43	19,72	9,86	4,93	4,95
11	38,38	19,19	9,59	20,19	10,09	5,04	5,02
12	39,02	19,51	9,75	20,66	10,33	5,16	5,09
13	39,66	19,83	9,91	21,13	10,56	5,28	5,16
14	40,30	20,15	10,07	21,60	10,80	5,40	5,24
15	40,94	20,47	10,23	22,07	11,03	5,51	5,31
16	41,58	20,79	10,39	22,54	11,27	5,63	5,38
17	42,22	21,11	10,55	23,01	11,50	5,75	5,45
18	42,86	21,43	10,71	23,48	11,74	5,87	5,52
19	43,50	21,75	10,87	23,95	11,97	5,98	5,59
20	44,14	22,07	11,03	24,42	12,21	6,10	5,66
>20 e ≤22	44,78	22,39	11,19	24,90	12,45	6,22	5,73
>22 e ≤24	46,06	23,03	11,51	25,84	12,92	6,46	5,87
>24 e ≤26	47,34	23,67	11,83	26,78	13,39	6,69	6,01
>26 e ≤28	48,61	24,30	12,15	27,72	13,86	6,93	6,15
>28 e ≤30	49,89	24,94	12,47	28,66	14,33	7,16	6,29
>30 e ≤32	51,17	25,58	12,79	29,60	14,80	7,40	6,43
>32 e ≤34	52,45	26,22	13,11	30,54	15,27	7,63	6,57
>34 e ≤36	53,73	26,86	13,43	31,48	15,74	7,87	6,72
>36 e ≤38	55,01	27,50	13,75	32,42	16,21	8,10	6,86
>38 e ≤40	56,29	28,14	14,07	33,36	16,68	8,34	7,00
>40 e ≤45	58,53	29,26	14,63	35,01	17,50	8,75	7,24
>45 e ≤50	61,73	30,86	15,43	37,36	18,68	9,34	7,60
>50 e ≤55	64,92	32,46	16,23	39,71	19,85	9,92	7,95
>55 e ≤60	68,12	34,06	17,03	42,06	21,03	10,51	8,30
>60 e ≤65	71,32	35,66	17,83	44,42	22,21	11,10	8,65
>65 e ≤70	74,52	37,26	18,63	46,77	23,38	11,69	9,01
>70 e ≤80	79,32	39,66	19,83	50,30	25,15	12,57	9,54
>80 e ≤90	85,71	42,85	21,42	55,00	27,50	13,75	10,24
>90 e ≤100	92,11	46,05	23,02	59,70	29,85	14,92	10,95
>100 e ≤110	98,50	49,25	24,62	64,41	32,20	16,10	11,65
>110 e ≤120	104,90	52,45	26,22	69,11	34,55	17,27	12,36
>120	108,10	54,05	27,02	71,46	35,73	17,86	12,71

Tabela 18 - Limites de continuidade para acessantes conectados na rede rural

11. BIBLIOGRAFIA

1. Cemig D, "Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão – Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea", Norma Técnica ND 5.3, dezembro de 2009.
2. Cemig D, "Procedimentos para Acesso ao Sistema Elétrico da CEMIG D- Nº 02.111-PE-001a" - Grupo de Trabalho - Belo Horizonte, outubro de 2010.
3. Cemig D, "Cartilha do Acessante aos Sistemas de Subtransmissão e de Média tensão da distribuição – Cemig" – Estudo No 02.111-EM/OM/062 – belo Horizonte – junho de 2002.
4. Coelba, "Acesso, Conexão e Uso de Sistema de distribuição por Acessantes geradores de energia elétrica" – Norma Coelba – PCI.00.03 - 1ª edição – dezembro de 2001.
5. CPFL energia, "Ligação de Autoprodutores em Paralelo com o Sistema de Distribuição da CPFL" – Norma Técnica - Campinas 2007.
6. COELCE – "Conexão de Produtor Independente e Autoprodutor de energia Elétrica com o Sistema Elétrico da COELCE" - Norma Técnica NT-008/2004 – Fortaleza – 2004.
7. COPEL, "Manual de Acesso ao Sistema de Transmissão da Copel", Relatório Técnico PLSE 003/2005– Florianópolis- janeiro de 2005.
8. Arizona Public Service Company – "Interconnection Requirements for Distributed Generation" – Ver 6.3 –Arizona – EUA – 2010.
9. BCHydro – "Interconnection requirements for Power generators – 35 kV and Below" – Canadá – 2010.
10. ENMAX Power Corporation, "Guide for Generators Interconnections to the Wires Owners Distribution System" –Epc-Std – 00.00.1.2 – Alberta, Canadá – 2004.
11. SaskPower, "Generation Interconnection Requirements at 34,5 kV and Below" – Canadá – Mars - 2005.
12. IEEE - Power Engineering Society - Working group D3 – "Impact of Distributed Resources on Distribution Relay Protection - Line Protection Subcommittee of the Power System Relay Committee" – EUA – 2004.
13. IEEE, "Application Guide for Distributed Generation Interconnection: 2006 Update The NRECA Guide to IEEE 1547 Resource Dynamics Corporation", EUA - March 2006.
14. Paulino, Álvaro César, "Otimização de Alocação de fontes de Geração Distribuída em Redes de Distribuição de Média Tensão", Dissertação de Mestrado – PUC-MG – Belo Horizonte – Outubro 2009.

15. Menezes, Tiago Vilela, "Estratégia para Análise de Afundamento de Tensão no Planejamento do Sistema Elétrico", Dissertação de Mestrado – UFMG – Belo horizonte – outubro de 2007.
16. Nunes Tavares, Temóstenes – "Avaliação do Impacto Causado na Proteção pela Interligação de Produtores Independentes no Sistema de Distribuição de Energia" – Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis , 2003.
17. Viawan, Ferry August – "Steady State Operation and Control of Power Distribution Systems in the Presence of Distributed Generation" – Thesis for the degree of Licenciante Engineering – Chalmers university of Technology - Göteborg, Sweden - 2006
18. Lima, Roberth dos Santos, "Padronização de projetos elétricos de pequenas centrais hidrelétricas" - Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá – MG – 2002.
19. Lima, Robert dos Santos, "Padronização de Projetos Elétricos de Pequenas Centrais Hidrelétricas", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, Dezembro /2002.
20. Paulino, Álvaro César, Pantuzzo, Fernando, "Critérios para Conexão de Geradores Assíncronos na Rede de Distribuição de Média Tensão", XVII SENDI -Belo Horizonte - Agosto de 2006.
21. Bozzetto, José Luiz, Bianchi, Flávio C. – Sistema integrado para o controle de PCH's – VIII SIMPASE - Simpósio de Automação de Sistemas Elétricos, Rio de Janeiro – 2009.
22. Dromey Design, "Synchronous Generation in Distribution Systems" www.dromeydesign.com.
23. Thong, Vu Van and Driesen, Johan - "Distributed Generation and Power Quality – Case Study", Cap 16, in Handbook of Power Quality Edited by Angelo Bagгинi - John Wiley & Sons, Ltd© - EUA - 2008
24. Azmy, Ahmed M. and Erlich, István, Member, IEEE – "Impact of Distributed Generation on the Stability of Electrical Power Systems" – Power Engineering Society General Meeting, 2005. VI 2 - IEEE – August 2005
25. Khan, Umar Naseem – "Distributed Generation and Power Quality" – Faculty of Electrical Engineering, Wroclaw University of Technology, Wroclaw 50-370, Poland (e-mail: umar.naseem@gmail.com).
26. Walling, R. A. Senior Member, IEEE, and Miller, N. W. Fellow, IEEE, "Distributed Generation Islanding – Implications on Power System Dynamic Performance" - Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, vol.1, July 2002, Chicago, IL, USA.

27. Nguyen, P. H., Kechroud, A., Myrzik, J. M. A., Kling, W. L. Member, IEEE, "Voltage Control Coordination of Distributed Generators in Cell-based Active Networks", *Proc. IEEE Young Researchers Symposium, February, 7-8 2008 Eindhoven, the Netherlands*.
28. Bousseau, Pierre, Monnot, Etienne, Malarange, Gilles, Gonbeau, Olivier, "Distributed Generation Contribution to Voltage Control", *C I R E D 19th International Conference on Electricity Distribution, Vienna, May 2007*.
29. Thong, Vu Van, Driesen, Johan, Belmans, Ronnie, "DG Interconnections Standards and Technical Requirements: Comparisons and Gaps", *C I R E D 19th International Conference on Electricity Distribution, Vienna, May 2007*.
30. Alarcon-Rodriguez, Arturo, Ault, Graham, Macdonald, James, "Planning the Development of highly distributed Power Systems", *C I R E D 19th International Conference on Electricity Distribution, Vienna, May 2007*.
31. Hiscock, Jonathan, Hiscock, Nick, Kennedy, Alan, "Advanced Voltage Control for Networks With Distributed Generation", *C I R E D 19th International Conference on Electricity Distribution, Vienna, May 2007*.
32. Kuiava, R., Ramos, R. A., Oliveira, R. V.,† Bretas, N. G. "Uma Análise dos Possíveis Impactos das Oscilações Eletromecânicas na Estabilidade e Qualidade de Tensão em Sistemas de Geração Distribuída", *SEPOPE - XI Simpósio de especialistas em Planejamento e Operação e expansão Elétrica - Belém, 2009*.
33. Dorça, Daniel A., Camacho, José R.(PHD), "Análise de estabilidade a Pequenos Sinais Aplicada em um Sistema de Distribuição Radial com Unidades de Geração Distribuída". <http://www.nipeunicamp.org.br/agrener/anais/2008/Artigos/77.pdf>

12. REFERÊNCIAS

1. Resolução 482/2012 da ANNEL
2. Norma da Cemig D ND 5.30 *“Requisitos para a conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição Cemig – Conexão em Baixa Tensão”*
3. Cemig D ND 5.3 *“Fornecimento de Energia Elétrica em Média Tensão - Rede de Distribuição Aérea ou Subterrânea”*
4. PRODIST - Módulo 3, seção 3.7
5. Resolução 687/2015 da ANNEL
6. Resolução 414/2010 da ANNEL

13. ANEXOS

1. Consulta de Acesso - Informações Básicas de Geração
2. Consulta de Acesso - Informações básicas para avaliação de consulta de consumidores.
3. Solicitação de Acesso - Dados para estudos de comportamento dinâmico dos geradores
4. Funções de Proteção a serem implementadas nas instalações do Acessante (tabela)
5. Funções de Proteção a serem implementadas no Ponto de Conexão (tabela)
6. Funções de proteção para produtor independente ou novo autoprodutor (diagrama)
7. Funções de proteção para consumidor que pretende instalar geração própria (diagrama)
8. Ajuste padrão das funções de proteção para produtores independentes
9. Subestação de Medição de Faturamento Para Acessantes Geradores
10. Especificação Técnica – Medição de faturamento para Consumidores Livres
11. Controle de Revisões

ANEXO 1

Consulta de Acesso - Informações Básicas de Geração

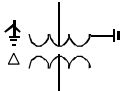
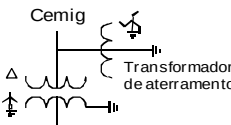
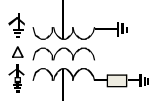
CONTATO NA CEMIG

Superintendência de Relacionamento Comercial com Clientes Corporativos -
Gestão do Acesso ao Sistema de Distribuição

Av. Barbacena, 1.200, 15º andar- Ala A2 - Bairro Santo Agostinho - CEP 30190-131 - Belo Horizonte – MG

e-mail: energiacemig@cemig.com.br

CEMIG Distribuição S.A.		INFORMAÇÕES BÁSICAS DE GERAÇÃO					
ACESSANTE				RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES			
Empresa:				Empresa:			
Endereço:				Endereço:			
Contato:				Contato:			
E-mail:				E-mail:			
Telefone:				Telefone:			
Fax:				Fax:			
Ramo de atividade (descrição e CNPJ)							
EMPREENHIMENTO							
Caracterização e nome (UHE, UTE, PCH, PCT):							
Município:				Rio:			
Região:				Bacia:			
Latitude:			Longitude:			Endereço:	
Anexo1: Comprovações legais (numero do imóvel, alvará de funcionamento, aprovação governamental e ART-CREA)				Anexo11: Cronograma de implantação			
Caso o Acessante seja cliente da CEMIG, informar número do identificador:							
Caso o acessante seja autoprodutor, informar os dados abaixo para PCHs existentes							
Início da linha de subtransmissão particular				Final da linha de subtransmissão particular			
Latitude:			Longitude:			Latitude:	Longitude:
INFORMAÇÕES SOBRE A GERAÇÃO							
Data de início do uso do sistema de distribuição da CEMIG:							
A potência gerada é constante durante o ano? (anexar curva percentual da geração por mês)				A potência gerada é constante durante o dia? (anexar a curva percentual de geração por hora)			
Ano de implantação/expansão (completar ano)	20...	20..	20..	20....	20....	Final	
Montante de uso a ser contratado do sistema de distribuição da CEMIG (MW)							
Potência gerada (MW)							
Potência instalada (MVA)							
Energia garantida (MW médio)							
Regime de operação (permanente ou emergência)							
DADOS DOS GERADORES (ANEXAR CURVAS DE CAPABILIDADE DAS MAQUINAS)							
Número do gerador	1	2	3	4	5	6	
Ano de entrada em operação							
Potência nominal do gerador (MVA)							
Potência gerada (MW)							
Fator de potência do gerador							
Tensão nominal de geração (kV)							
Tensão máxima de geração (pu)							
Tensão mínima de geração (pu)							
Reatância direta - Xd (Ohms)							
Reatância em quadratura - Xq (Ohms)							
Anexar:							
1. Características das principais máquinas de corrente alternada [Código, instalação (existente/ prevista), tipo (motor síncrono/ assíncrono, gerador/ compensador síncrono, quantidade, aplicação, potência (%), esquema de partida, corrente de partida (A)];							
2. estudo de avaliação da capacidade energética							
3. diagrama unifilar das instalações internas do gerador;							
4. informações sobre o sistema de medição (Informações sobre o sistema de medição);							
5. informações sobre o sistema de medição;							
6. níveis de confiabilidade;							
7. variação de tensão e variação de frequência;							

 Distribuição S.A.		INFORMAÇÕES BÁSICAS DE GERAÇÃO DADOS DOS TRANSFORMADORES DE ACOPLAMENTO					
Tipo do transformador Cemig  Acessante	Número do transformador de acoplamento	1	2	3	4	5	6
	Potência nominal (MVA)						
	Tensão primária (kV)						
	Tensão secundária (kV)						
	Reatância do trafo na base 100 MVA - Xps (%)						
	Faixa de regulação (+ ou - x%) caso o transformador permita						
	Nº de posições dos tapes						
Cemig  Transformador de aterramento Acessante	Número do transformador de acoplamento	1	2	3	4	5	6
	Potência nominal (MVA)						
	Tensão primária (kV)						
	Tensão secundária (kV)						
	Reatância do trafo na base 100 MVA - Xps (%)						
	Faixa de regulação (+ ou - x%) caso o transformador permita						
	Nº de posições dos tapes						
Cemig  Acessante	Número do transformador de acoplamento	1	2	3	4	5	6
	Potência nominal do primário (MVA)						
	Potência nominal do secundário (MVA)						
	Potência nominal do terciário (MVA)						
	Tensão primária (kV)						
	Tensão secundária (kV)						
	Tensão terciária (kV)						
	Reatância do primário na base 100 MVA - Xp (%)						
	Reatância do secundário na base 100 MVA - Xs (%)						
	Reatância do terciário na base 100 MVA - Xt (%)						
	Resistência de aterramento do terciário - ohms						
	Faixa de regulação (+ ou - x%) caso o transformador permita						
	Nº de posições dos tapes						

ANEXO 2**Consulta de Acesso - Informações básicas para avaliação de
consulta de consumidores**

 Distribuição S.A.	INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA AVALIAÇÃO DE CONSULTA DE CONSUMIDORES	
1. Código da Instalação (o código PN não atende):		
2. Coordenada (se ligação nova):		
3. Demanda atual HP e HFP:		
4. Aumento de carga ou ligação nova desejada HP e HFP		
5. Cronograma (Anexar).		

FOLHA DE DADOS PARA A ANÁLISE DE PARTIDA DE MOTORES	
- Identificação	
PS:	Cliente:
- Tipo do motor	
☐ INDUÇÃO C/ ROTOR EM GAIOLA	☐ INDUÇÃO C/ ROTOR BOBINADO
☐ SÍNCRONO	☐ CORRENTE CONTÍNUA
- Número de fases	
☐ 1 FASE	☐ 2 FASES ☐ 3 FASES
Potência do motor: CV Tensão no motor: V Corrente de partida (sem dispositivo de partida): A Corrente nominal: A Relação Ip/In: Fator de potência em regime: Fator de potência na partida:	
- Número de partidas	
☐ POR HORA	☐ OUTRAS (especificar)
☐ POR DIA	
- Dispositivo auxiliar de partida (quando houver):	
☐ CHAVE SERIE-PARALELO ☐ CHAVE ESTRELA-TRIÂNGULO ☐ CHAVE COMPENSADORA - TAP % ☐ RESISTÊNCIA/REATÂNCIA PRIMÁRIA - AJUSTE % ☐ RESISTÊNCIA ROTÓRICA ☐ SOFT STARTER - CORRENTE DE PARTIDA COM O DISPOSITIVO A ☐ OUTROS: INDICAR	
- Ordem de partida do motor (em casos de partida de dois ou mais motores):	
.....	
- Cargas operando enquanto o motor parte (quando houver):	
Potência: KVA	Fator de potência:
- Cargas sensíveis a flutuações de tensão:	
Tipo:	Flutuação admissível %
- Em caso de simultaneidade de partida, relacionar os motores e suas características elétricas.	
- Potência do transformador do consumidor kVA - Impedância percentual do transformador do consumidor %	
NOTAS	
1 - Em caso de partida sequencial de motores, preencher uma folha para cada motor, indicando a ordem de partida. 2 - Anexar, sempre que possível, a(s) folha(s) das características elétricas, fornecida(s) pelo fabricante do motor.	
Data:	Responsável pelas informações

FOLHA DE DADOS PARA A ANÁLISE DE CARGAS ESPECIAIS							
- Identificação							
PS:		Cliente:					
- Tipo de carga							
☐ INVERSOR		☐ CICLOCONVERSOR		☐ FORNO A ARCO			
☐ CONVERSOR		☐ RETIFICADOR		☐ FORNO DE INDUÇÃO			
- Número de fases							
☐ 1 FASE		☐ 2 FASES		☐ 3 FASES			
Potência Nominal :		KVA		Corrente Nominal (A)		A	
Tensão nominal:		V		Fator de potência			
DADOS DE INVERSORES, CONVERSORES, RETIFICADORES e cicloconverters							
Número de pulsos :							
☒ TIRISTORES		☒ 6 PULSOS		☐ PWM - IGBT			
☐ DIODOS		☒ 12 PULSOS		☐ PWM - GTO			
Cicloconversor							
☒ FREQUÊNCIA MÍNIMA		 Hz		☐ FREQUÊNCIA MÁXIMA		 Hz	
DADOS DE FORNOS DE INDUÇÃO							
☒ 60 hZ		☒ OUTRAS : informar frequência do forno e preencher dados do cicloconversor : Hz					
DADOS DE FORNOS A ARCO							
APLICAÇÃO :		☒ SIDERURGIA		☐ FERROLIGAS		☐ METALURGIA	
		☐ OUTROS					
DADOS NOMINAIS		Forno 1		Forno 2		Forno 3	
Potências (MVA)						Forno 4	
Corrente nominal I						Forno 5	
Fator de Potência nominal							
Potência de curto circuito (MVA)							
EQUIPAMENTOS ADICIONAIS							
Bancos de capacitores (mvar)				Filtros(*)		 mvar	
CORRENTES HARMÔNICAS (% da fundamental)							
Harmonicos	Carga 1	Carga 2	Carga 3	Carga 4	Carga 5	Carga 6	Carga 7
I nominal							Carga 8
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
NOTAS							
(*) - Informar características e diagramas de ligação dos filtros de harmônicos existentes							
Data:		Responsável pelas informações					

ANEXO 3

Solicitação de Acesso

Dados para estudos dinâmicos dos geradores

CEMIG Distribuição S.A.		SOLICITAÇÃO DE ACESSO - DADOS PARA ESTUDOS DINÂMICOS DE GERADORES					
DADOS DOS GERADORES (ANEXAR CURVAS DE CAPABILIDADE DAS MAQUINAS)							
Número do gerador		1	2	3	4	5	6
Ano de entrada em operação							
Potência nominal do gerador (MVA)							
Potência máxima gerada (MVA)							
Tensão nominal de geração (kV)							
Tensão máxima de geração (pu)							
Tensão mínima de geração (pu)							
Fator de potência nominal sobreexcitado							
Fator de potência nominal subexcitado							
Velocidade (rpm)							
Número de polos							
Reatância síncrona de eixo direto - X_d (% - base própria)							
Reatância transitória de eixo direto - X_d' (% - base própria)							
Reatância subtransitória de eixo direto - X_d'' (% - base própria)							
Reatância síncrona em quadratura - X_q (% - base própria)							
Reatância transitória em quadratura - X_q' (% - base própria)							
Reatância subtransitória em quadratura - X_q'' (% - base própria)							
Reatância de dispersão de armadura - R_a (% - base própria)							
Constante de tempo transitória de eixo direto em circuito aberto - T_{do} (s)							
Constante de tempo subtransitória de eixo direto em circuito aberto - T_{d0}' (s)							
Constante de tempo transitória de eixo em quadratura em circuito aberto - T_{d0}' (s)							
Constante de tempo subtransitória de eixo em quadratura em circuito aberto - T_{d0}'' (s)							
Constante de inércia H (s) (rotor + turbina + volante de inércia) - (s)							
Constante de amortecimento D (pu/pu)							
Anexar:							
Sistema de Excitação, controle de tensão e estabilizadores (PSS)							
Tipo de sistema de excitação (assinale a opção com X)		Brushless ()		Estático ()		Outros ()	
Diagramas de blocos dos sistemas de excitação, reguladores de tensão e estabilizadores							
Ajustes e faixas de ajuste dos parâmetros do sistema de excitação, reguladores de tensão e estabilizadores							
Características do dispositivo para partida independente (Black start)							
Acrescentar diagrama representativo dos sistemas de excitação, reguladores de tensão e estabilizadores							
Turbinas e controladores de velocidade - Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH)							
Tipo de turbina (assinale a opção com X)		Francis ()		kaplan ()		Pelton ()	
		Bulbo ()					
Diagrama de blocos e constantes de tempo do modelo linearizado da turbina							
Diagrama de blocos do regulador de velocidade, incluindo modo controle de potência e modo controle de frequência							
Parâmetros e faixas de ajuste do regulador de velocidade, incluindo modo controle de potência e modo controle de frequência							
Turbinas e controladores de velocidade - Pequenas Centrais Térmicas (PCT)							
Diagrama esquemático da(s) turbina(s)							
Diagrama de blocos e constantes de tempo do modelo da(s) turbina(s)							
Diagrama de blocos do regulador de velocidade, incluindo modo controle de potência e modo controle de frequência							
Parâmetros e faixas de ajuste do regulador de velocidade, incluindo modo controle de potência e modo controle de frequência							
CONTATO NA CEMIG							
Superintendência de Relacionamento Comercial com Clientes Corporativos - Gestão do Acesso ao Sistema de Distribuição							
Av. Barbacena, 1.200, 15º andar- Ala A2 - Bairro Santo Agostinho - CEP 30190-131 - Belo Horizonte - MG							
Telefone: 031 3506-2581 - Fax: 031 3506-4322 - e-mail: energiacemig@cemig.com.br							

ANEXO 4

Funções de Proteção a serem implementadas nas instalações do ACESSANTE

Relé	Denominação	Função	Observação
21/21N	Relé de distância de fase	Proteção contra faltas fase-fase e fase-terra na rede de média tensão da Cemig D	Opcional à função 51V
25	Verificação de sincronismo	Permite o paralelismo de dois circuitos quando ambos estiverem dentro de limites prefixados de tensão, frequência e ângulo de fase	
27	Relé de subtensão	Proteção da planta do ACESSANTE e da rede da Cemig D contra subtensões	
32	Relé direcional de potência	Limita o fluxo de potência ativa injetado ou consumido pelo ACESSANTE	Dependerá da análise da Cemig D
46	Relé de reversão ou balanceamento de corrente de fase	Proteção do gerador e ou motores do ACESSANTE contra operação com correntes desequilibradas	Opcional. A critério do ACESSANTE
47	Relé de sequência de fase de tensão	Proteção do gerador e ou motores do ACESSANTE contra operação com tensões desequilibradas	Opcional. A critério do ACESSANTE
51V	Sobrecorrente com restrição de tensão	Protege contra faltas fase-fase na rede de média tensão da Cemig D ou na barra de média tensão do ACESSANTE	
59	Relé de sobretensão	Proteção da planta do ACESSANTE e da rede da Cemig D contra sobretensões	
59N	Relé de desequilíbrio de tensão	Proteção de tensão de sequência zero para faltas à terra na rede de média tensão da Cemig D ou na barra de média tensão do ACESSANTE	Apenas para o caso de autoprodutor com transformador em delta do lado Cemig e transformador de aterramento
67	Relé de sobrecorrente direcional de fase	Proteção de sobrecorrente direcional de fase para faltas na barra de média tensão do acessante	Opera como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento e no lado de baixa tensão do acessante
67N (1e2)	Relé de sobrecorrente direcional de neutro	Proteção de sobrecorrente direcional de terra Uma unidade protege contra faltas fase-terra na rede de média tensão da Cemig D e outra na barra de média tensão do ACESSANTE e, em alguns casos, no transformador de aterramento	Opera como retaguarda para faltas no transformador de acoplamento e no lado de baixa tensão do acessante (no caso de transformador de três enrolamentos)
81 (O/U)	Relé de frequência	Proteção da planta do ACESSANTE e da rede da Cemig D contra variações elevadas de frequência	
-	Oscilografia	Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta	

ANEXO 5

Funções de Proteção a serem implementadas no Ponto de Conexão

Relé	Denominação	Função	Observação
21/21N	Relé de distância de fase	Proteção contra faltas fase-fase e fase-terra na rede de média tensão da Cemig D	Opcional à função 67/67N. Apenas para o caso de conexão na subestação através de disjuntor
27	Relé de subtensão	Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra subtensões	
59	Relé de sobretensão	Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra sobretensões	
67 (1e2)	Relé de sobrecorrente direcional de fase	Proteção de sobrecorrente direcional de fase Uma unidade protege contra faltas fase-fase no trecho de média tensão do acessante e outra contra faltas fase-fase na rede de média tensão da Cemig D	
67N (1e2)	Relé de sobrecorrente direcional de neutro	Proteção de sobrecorrente direcional de terra Uma unidade protege contra faltas fase-terra no trecho de média tensão do Acessante e outra contra faltas fase-terra na rede de média tensão da Cemig D	
81 (O/U)	Relé de frequência	Proteção da planta do Acessante e da rede da Cemig D contra variações elevadas de frequência	
-	Oscilografia	Registro das formas de onda de corrente e tensão antes, durante e logo depois da ocorrência de uma falta	

ANEXO 6

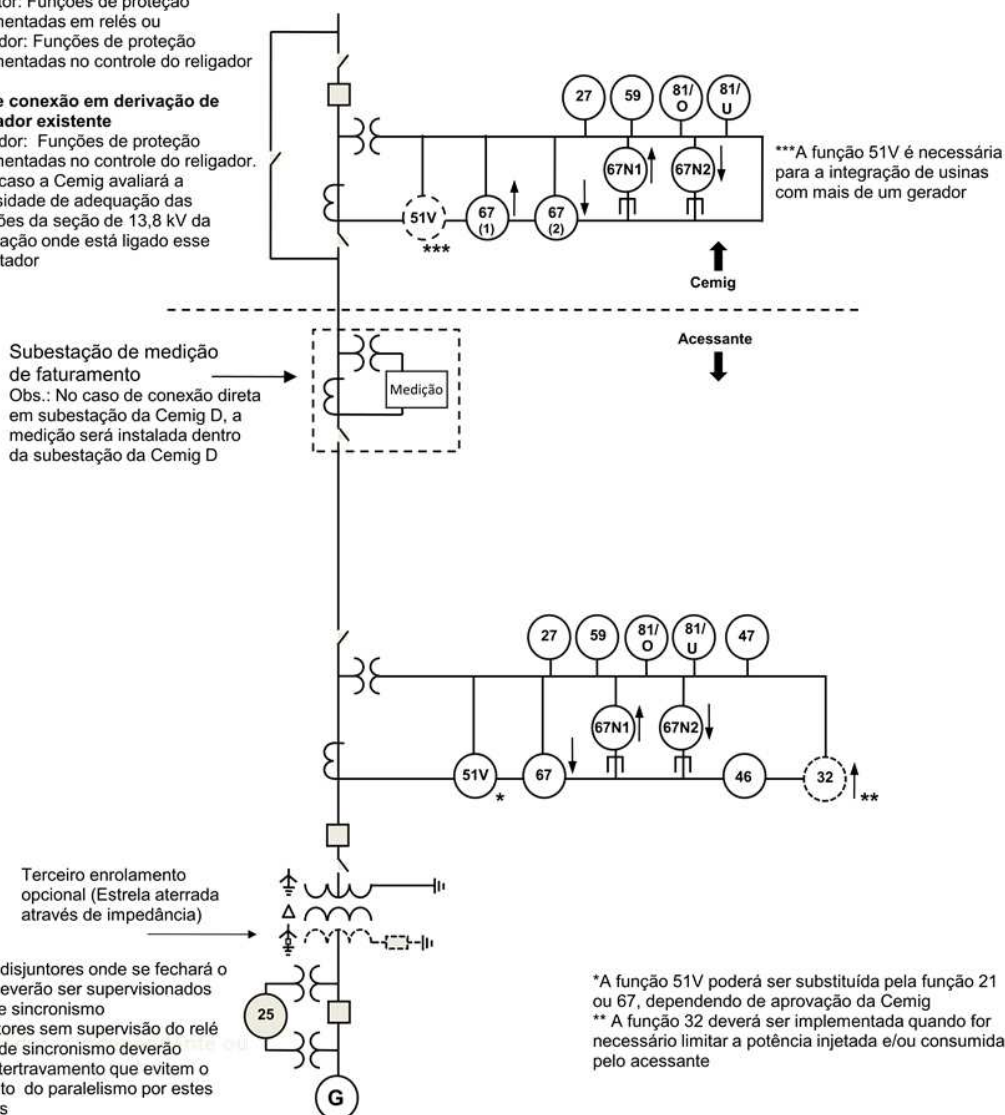
Funções de proteção para produtor independente ou novo autoprodutor

Ponto de conexão em subestação

- Disjuntor: Funções de proteção implementadas em relés ou implementadas em relés ou
- Religador: Funções de proteção implementadas no controle do religador

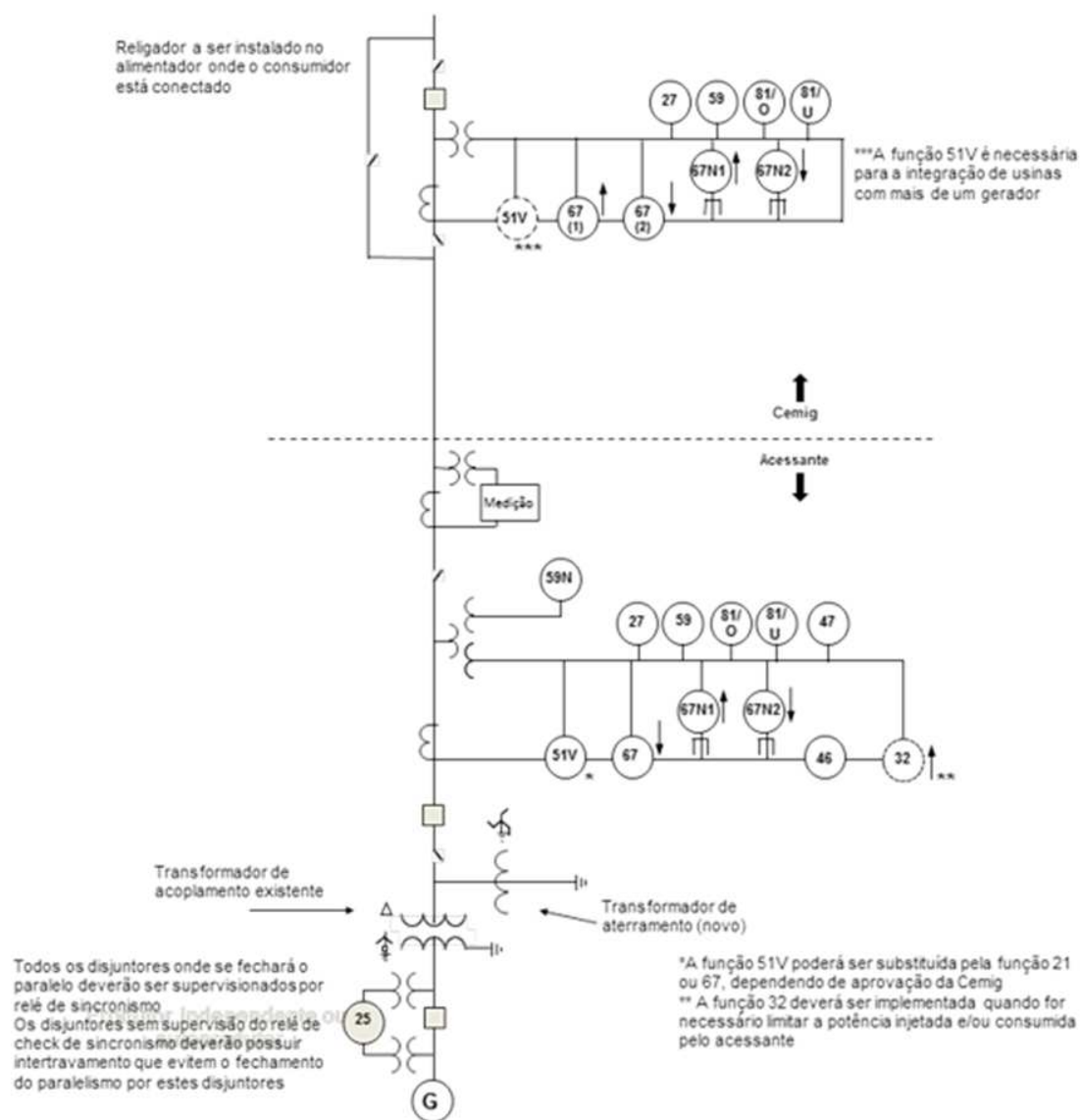
Ponto de conexão em derivação de alimentador existente

- Religador: Funções de proteção implementadas no controle do religador. Neste caso a Cemig avaliará a necessidade de adequação das proteções da seção de 13,8 kV da subestação onde está ligado esse alimentador



ANEXO 7

Funções de proteção para consumidor que pretende instalar geração própria (mantendo transformador já existente)



ANEXO 8

Ajuste padrão das funções de proteção para acessantes geradores



INFORMAÇÕES PARA APROVAÇÃO DE AJUSTES DAS PROTEÇÕES DE ACESSANTES DE GERAÇÃO

Equipamentos					
Dados elétricos dos geradores					
	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5
Número de geradores					
Potência de cada unidade geradora					MVA
Impedâncias de seq positiva subtransitória (X''d) - (base de potência máq)					pu
Impedâncias de seq positiva transitória (X'd) (base de potência máq)					pu
Impedâncias de sequência positiva síncrona (Xd) (base de potência da máquina)					pu
Impedâncias de sequência negativa (X2) (base de potência da máquina)					pu
Impedâncias de sequência zero (X0) (base de potência da máquina)					pu
Impedância de aterramento do gerador					ohms
Dados dos Transformadores de Acoplamento e Abaixamento					
Número de transformadores					
Para mais de um trafo, tipo de operação	☒ Isolados ☐ Paralelos				
	Trafo 1	Trafo 2	Trafo 3	Trafo 4	Trafo 5
Potência nominal de cada trafo					MVA
Impedância percentual de cada transformador					pu
Base de potência a qual a impedância se refere.					MVA
Tensão do enrolamento de alta					kV
Ligação dos enrolamentos de alta (Delta ou Estrela)					-
Tensão do enrolamento de baixa					kV
Ligação dos enrolamentos de baixa (Delta ou Estrela)					-
Impedância de aterramento	☒ Sim ☐ Não	☒ Sim ☐ Não	☒ Sim ☐ Não	☒ Sim ☐ Não	☒ Sim ☐ Não
Valor da impedância de aterramento					ohms
Impedância de aterramento conectada diretamente ou via outro trafo	☒ Via Trafo ☐ Direto	☒ Via Trafo ☐ Direto	☒ Via Trafo ☐ Direto	☒ Via Trafo ☐ Direto	☒ Via Trafo ☐ Direto
Relação de transformação do trafo de aterramento (se aterramento via trafo)					



Equipamentos			
Dados linha de interligação entre a SE da Cemig e a subestação do acessante		Dados dos TCs e TP	
comprimento	km	RTC	A
impedâncias de sequência positiva - Módulo	ohms	RTP (se aplicável)	A
impedâncias de sequência positiva - Ângulo	graus		
impedâncias de sequência zero - Módulo	ohms		
impedâncias de sequência zero - Ângulo	graus		

Relés de proteção contra falhas na rede da concessionária			
Proteção de Sobrecorrente Instantânea de Fase		☐ Sim ☒ Não	Proteção de Sobrecorrente Instantânea de Neutro
Tipo relé			
Corrente de pickup (valor secundário)	Asec		Asec
Proteção de Sobrecorrente Temporizada de Fase		☐ Sim ☒ Não	Proteção de Sobrecorrente Temporizada de Neutro
Tipo relé			
Corrente de pickup (valor secundário)	Asec		
Curva	☐ IEC VI ☒ Outra		☐ IEC VI ☒ Outra
Eq Matemática (se a curva for diferente da IEC VI)			
Dial			
Proteção de Sub/Sob frequência (81) - (evitar lhamento)		☐ Sim ☒ Não	Proteção de Subtensão (27) (evitar lhamento)
Limite superior de frequência	Hz		
Tempo	segundos		pu
Limite inferior de frequência	Hz		
Tempo	segundos		segundos
Proteção de Desequilíbrio de Tensão (59N)		☐ Sim ☒ Não	
Percentual de tensão - (ajuste sugerido: 1,5pu)	pu		
Tempo - (ajuste sugerido: 100 msec)	segundos		



Relés de proteção contra faltas na rede da concessionária			
Proteção de Sobrecorrente Instantânea de Fase		Proteção de Sobrecorrente Instantânea de Neutro	
Tipo relé	☐ Sim ☒ Não	Tipo relé	☐ Sim ☒ Não
Corrente de pickup (valor secundário)	Asec	Corrente de pickup (valor secundário)	Asec
Proteção de Sobrecorrente Temporizada de Fase		Proteção de Sobrecorrente Temporizada de Neutro	
Tipo relé	☐ Sim ☒ Não	Tipo relé	☐ Sim ☒ Não
Corrente de pickup (valor secundário)	Asec	Corrente de pickup (valor secundário)	Asec
Curva	☐ IEC VI ☒ Outra	Curva	☐ IEC VI ☒ Outra
Eq Matemática (se a curva for diferente da IEC VI)		Eq Matemática (se curva for diferente da IEC VI)	
Dial		Dial	

Relés de proteção contra faltas na rede da concessionária					
Proteção de Distância de Fase			Proteção de Distância de Neutro		
Zonas de proteção habilitadas relacionadas a faltas na concessionária			Zonas de proteção habilitadas relacionadas a faltas na concessionária		
☐ Z1 ☐ Z2 ☐ Z3			☐ Z1 ☐ Z2 ☐ Z3		
Característica de Zona 1	☐ Mho ☒ Quad		Característica de Zona 1	☐ Mho ☒ Quad	
Impedância de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec	Impedância de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec
Ângulo impedância de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec	Ângulo impedância de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec
Resistência de zona 1 (em ohms secundários)		Ohms sec	Resistência de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec
Reatância de zona 1 (em ohms secundários)		Ohms sec	Reatância de zona 1 (ohms secundários)		Ohms sec
Tempo de atuação de zona 1		seg	Tempo de atuação de zona 1		seg
Característica de Zona 2	☐ Mho ☒ Quad		Característica de Zona 2	☐ Mho ☒ Quad	
Impedância de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec	Impedância de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec
Ângulo impedância de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec	Ângulo impedância de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec
Resistência de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec	Resistência de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec
Reatância de zona 2 (em ohms secundários)		Ohms sec	Reatância de zona 2 (ohms secundários)		Ohms sec
Tempo de atuação de zona 2		seg	Tempo de atuação de zona 2		seg
Característica de Zona 3	☐ Mho ☒ Quad		Característica de Zona 3	☐ Mho ☒ Quad	
Impedância de zona 3 (em ohms secundários)		Ohms sec	Impedância de zona 3 (ohms secundários)		Ohms sec
Ângulo impedância de zona 3 (ohms secundários)		Ohms sec	Ângulo impedância de zona 3 (ohms secundários)		Ohms sec
Resistência de zona 3 (em ohms secundários)		Ohms sec	Resistência de zona 3 (ohms secundários)		Ohms sec
Reatância de zona 3 (em ohms secundários)		Ohms sec	Reatância de zona 3 (ohms secundários)		Ohms sec
Tempo de atuação de zona 3		seg	Tempo de atuação de zona 3		seg
Fator KO (módulo e ângulo)			Fator KO (módulo e ângulo)		

Informações complementares
Projeto elétrico
Diagrama Unifilar apresentando as barras de alta e baixa tensão, localização dos Transformadores de Corrente (TCs), Relés de Proteção e Geradores.
Diagrama com indicação do ponto de conexão do acessante ao sistema Cemig;
Valores das correntes de curto-circuito consideradas na definição dos ajustes
Observação: A OD PO só irá analisar / aprovar o documento devidamente preenchido. As demais informações solicitadas são de responsabilidade do cliente.

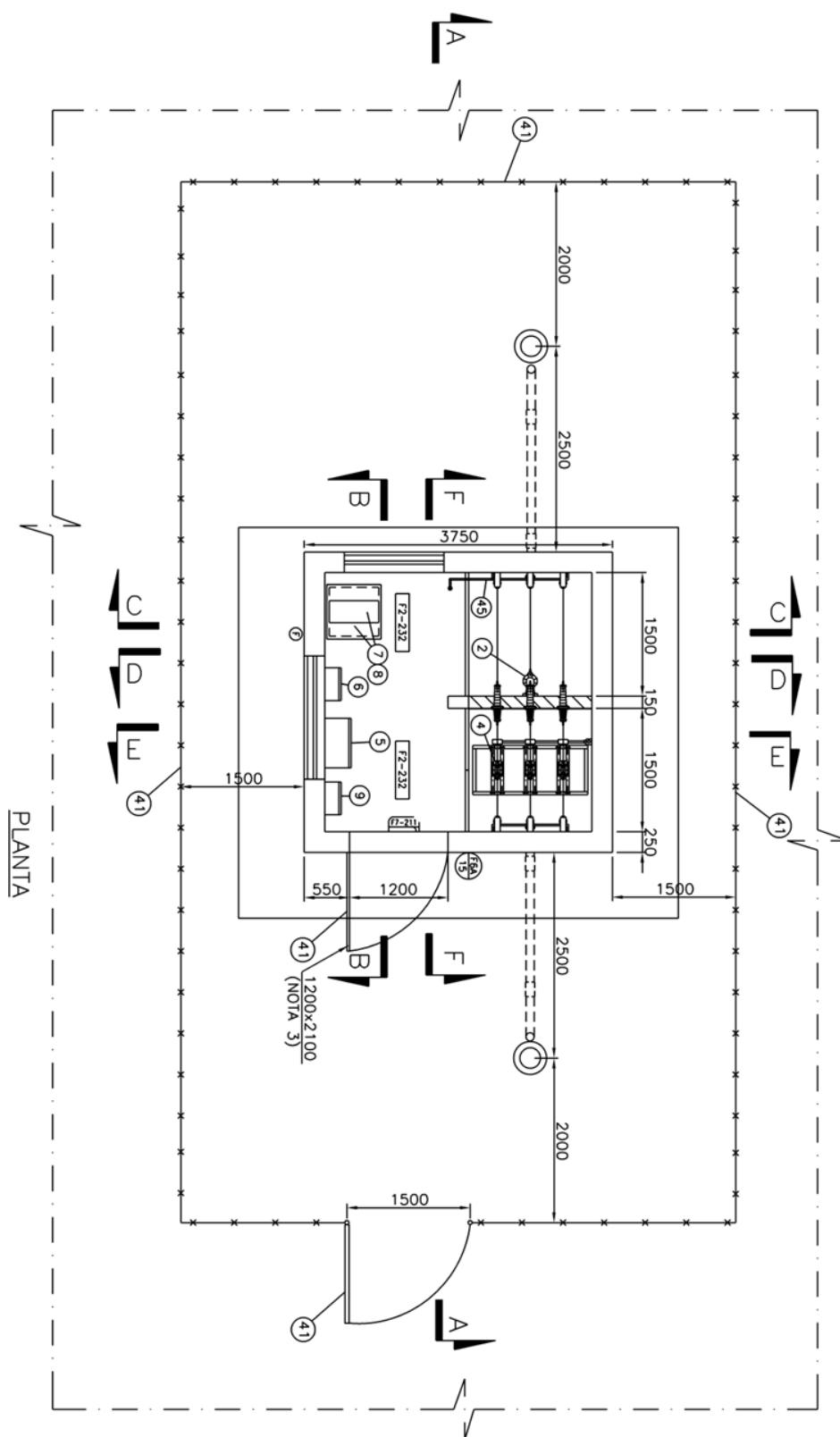
ANEXO 9

Subestação de Medição de Faturamento Para Acessantes Geradores

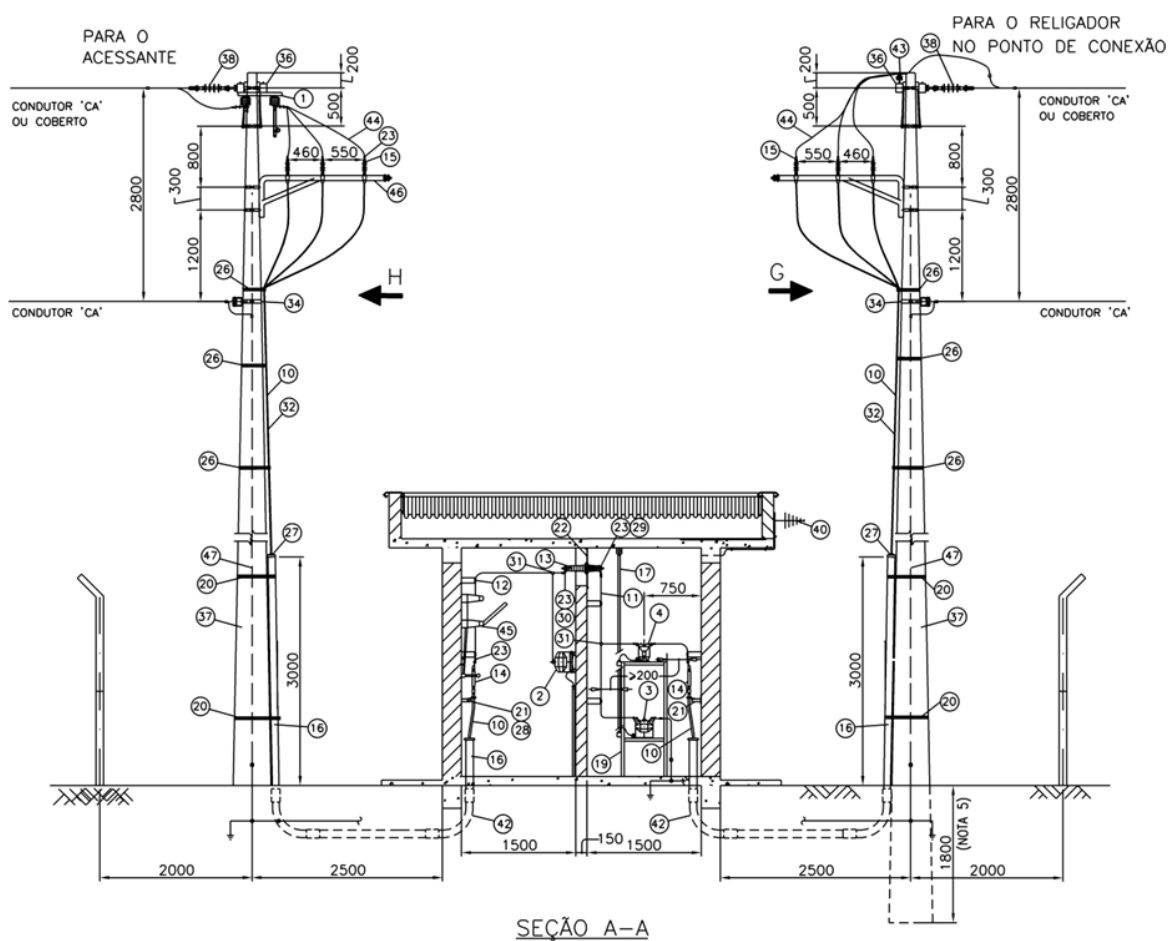
RELAÇÃO DE DESENHOS

- 9.1. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Planta
- 9.2. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção A-A
- 9.3. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções B-B e C-C
- 9.4. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções D-D e E-E
- 9.5. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções F- F
- 9.6. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção G
- 9.7. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção H
- 9.8. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Detalhes 1 e 2
- 9.9. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Legenda
- 9.10. Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Notas
- 9.11. Subestação de Medição 36,2 kV– Planta
- 9.12. Subestação de Medição 36,2 kV– Seção A-A
- 9.13. Subestação de Medição 36,2 kV– Seções B-B e C-C
- 9.14. Subestação de Medição 36,2 kV– Seções D-D e E-E
- 9.15. Subestação de Medição 36,2 kV– Seção F-F
- 9.16. Subestação de Medição 36,2 kV– Seção G
- 9.17. Subestação de Medição 34,5 kV– Seção H
- 9.18. Subestação de Medição 36,2 kV– Detalhes
- 9.19. Subestação de Medição 36,2 kV– Legendas
- 9.20. Subestação de Medição 36,2 kV– Notas
- 9.21. Subestação de Medição – Características técnicas da malha de aterramento
- 9.22. Subestação de Medição – Características técnicas dos barramentos

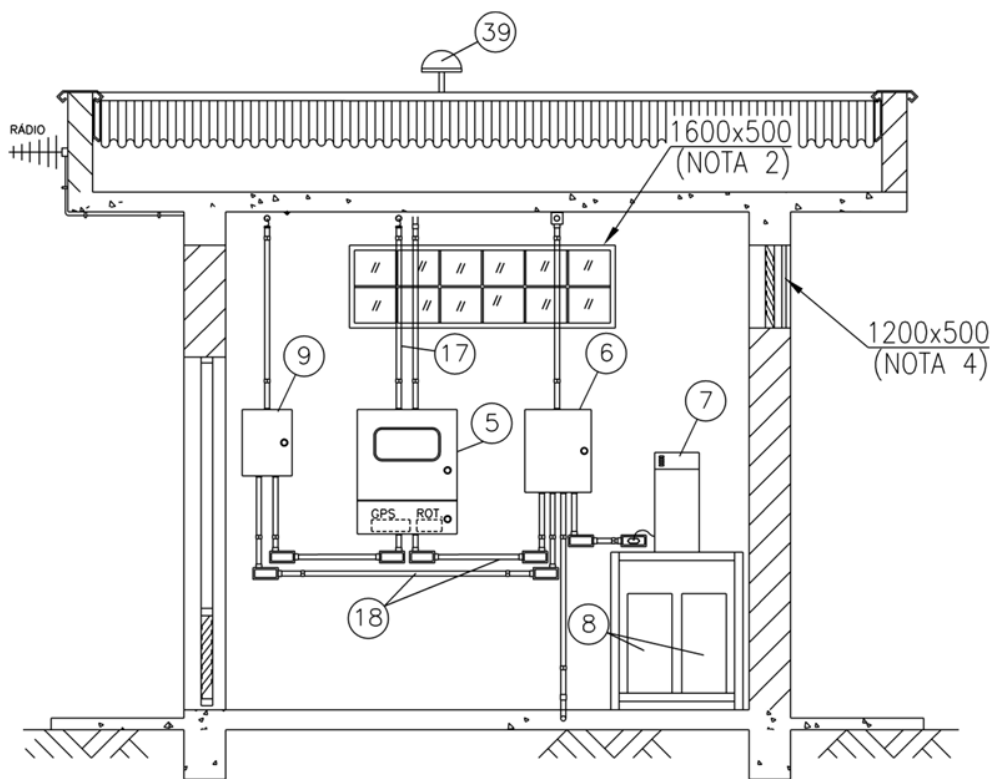
9.1 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Planta



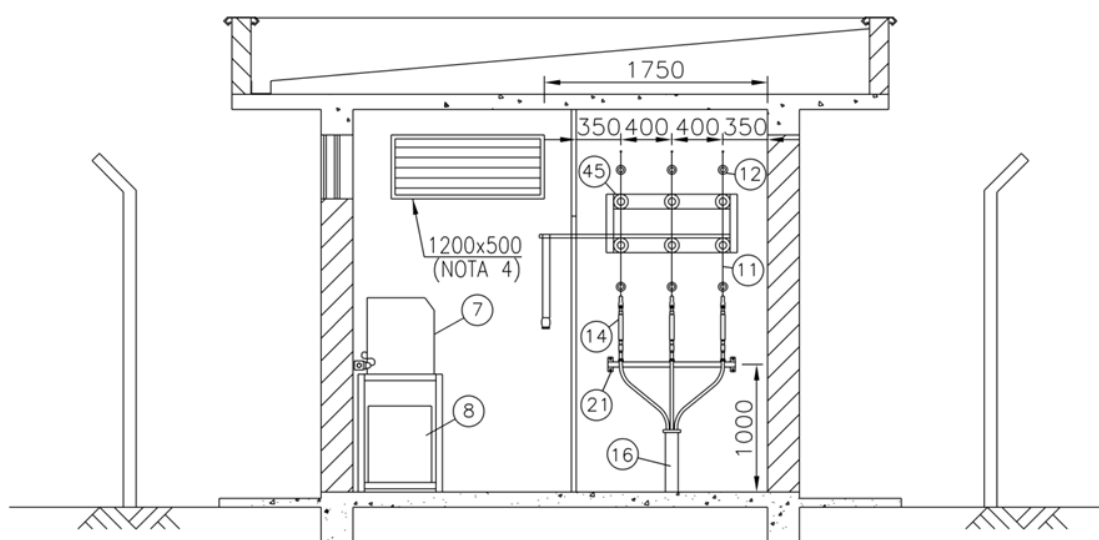
9.2 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção A-A



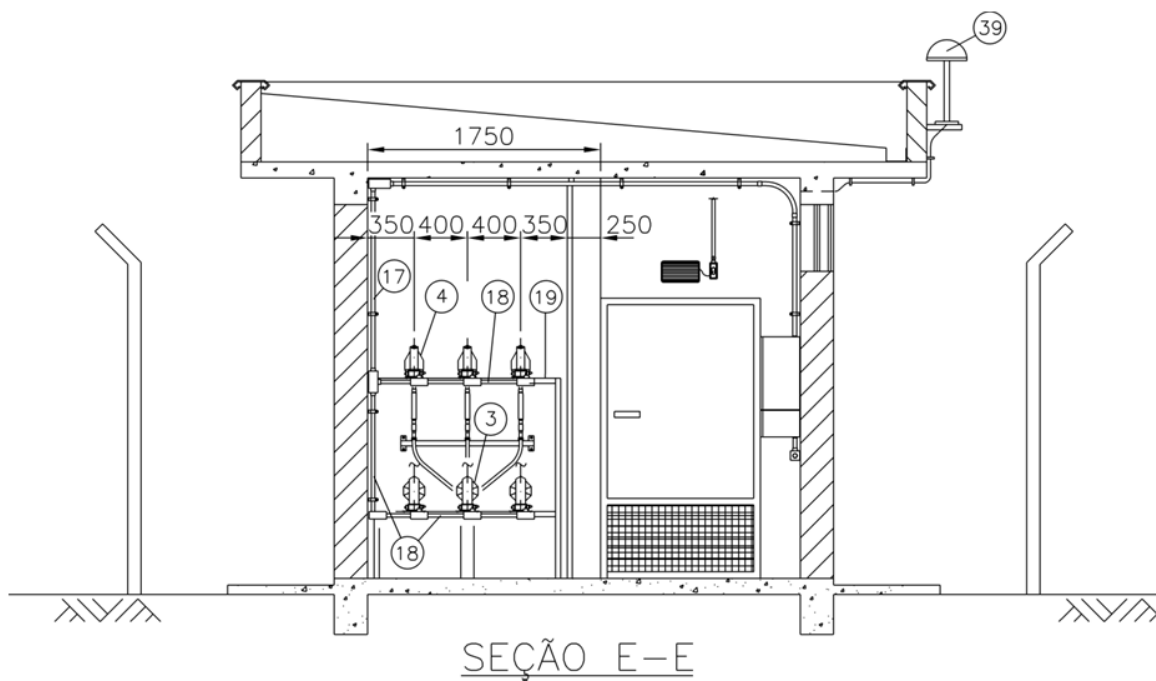
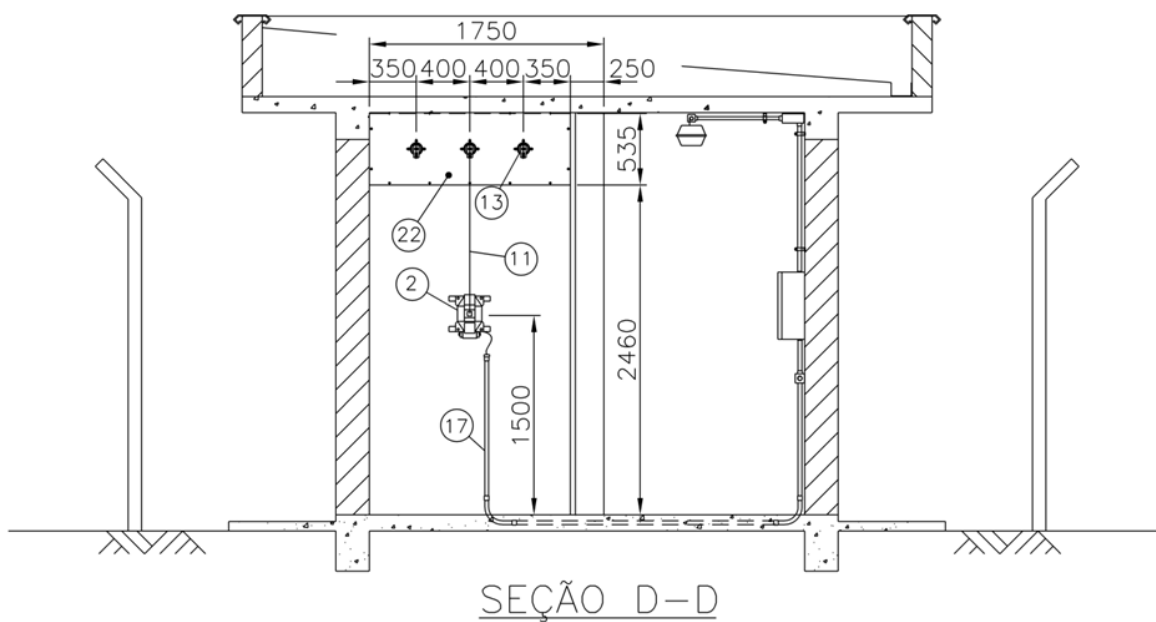
9.3 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções B-B e C-C

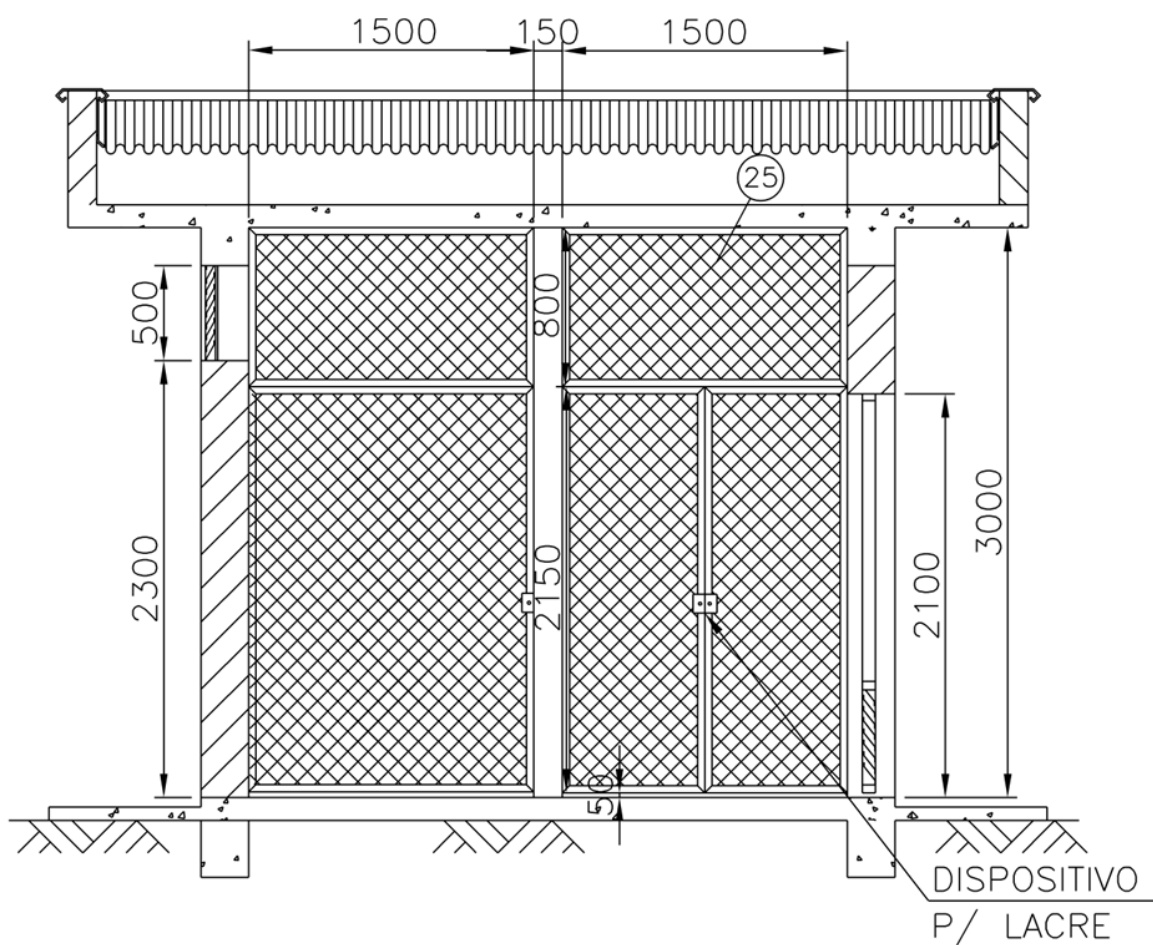


SEÇÃO B-B

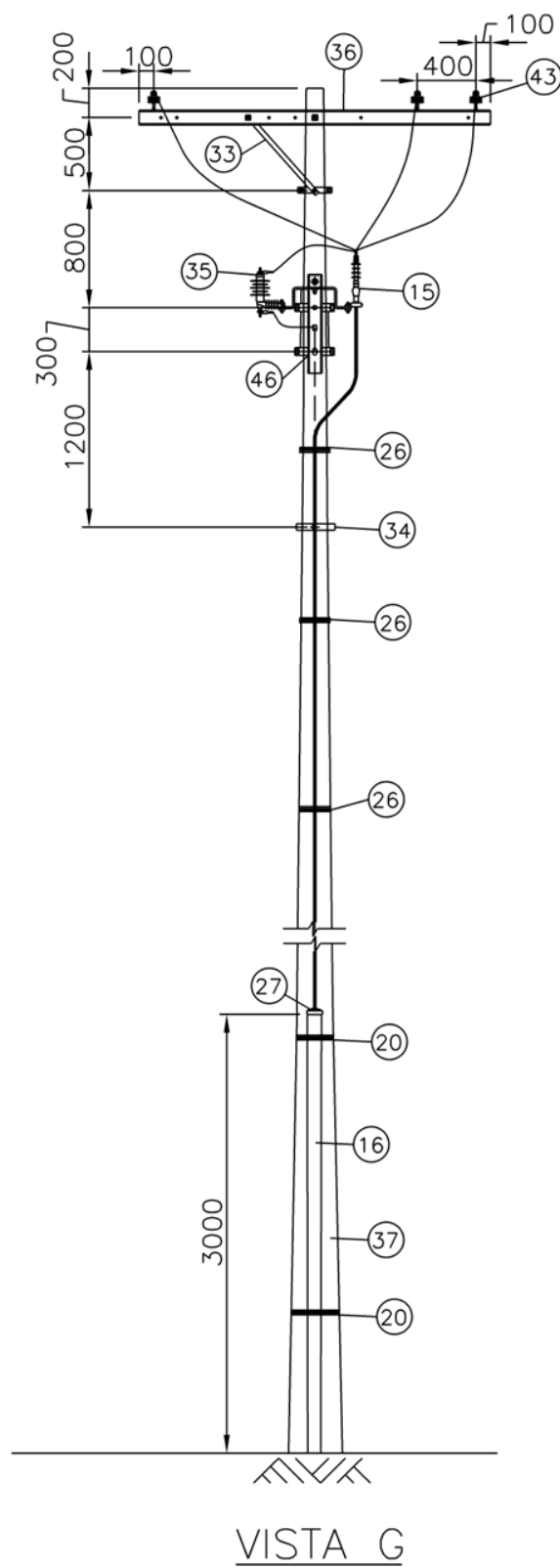


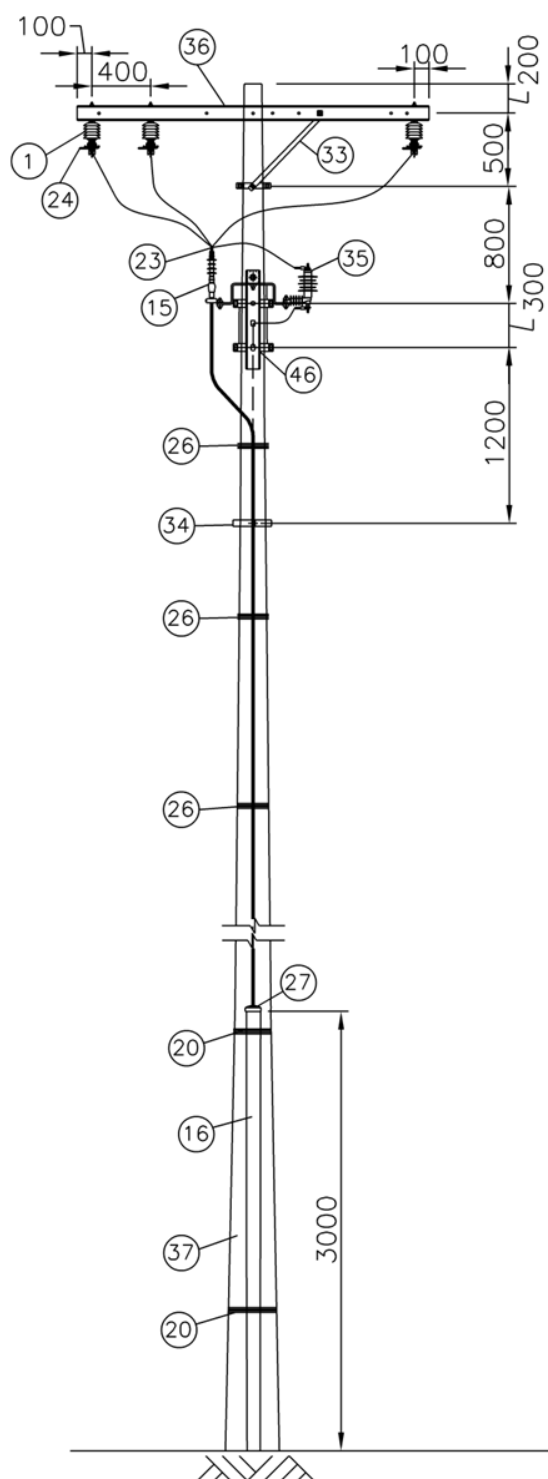
SEÇÃO C-C

9.4 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções D-D e E-E

9.5 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seções F-F

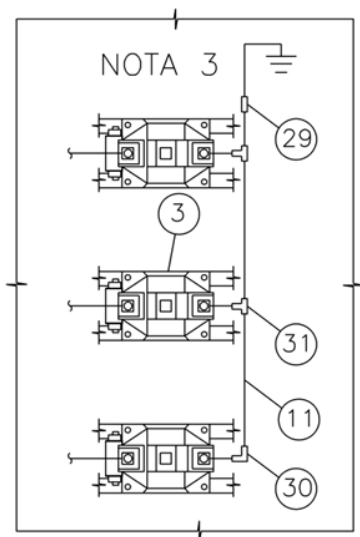
SEÇÃO F-F
(GRADES DE PROTEÇÃO)

9.6 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção G

9.7 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Seção H

VISTA H

9.8 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Detalhes 1 e 2



DETALHE 1

(TP's – FECHAMENTO DA ESTRELA
E ATERRAMENTO)

SEM ESCALA



DETALHE 2

(PLACA DE ADVERTÊNCIA)
SEM ESCALA

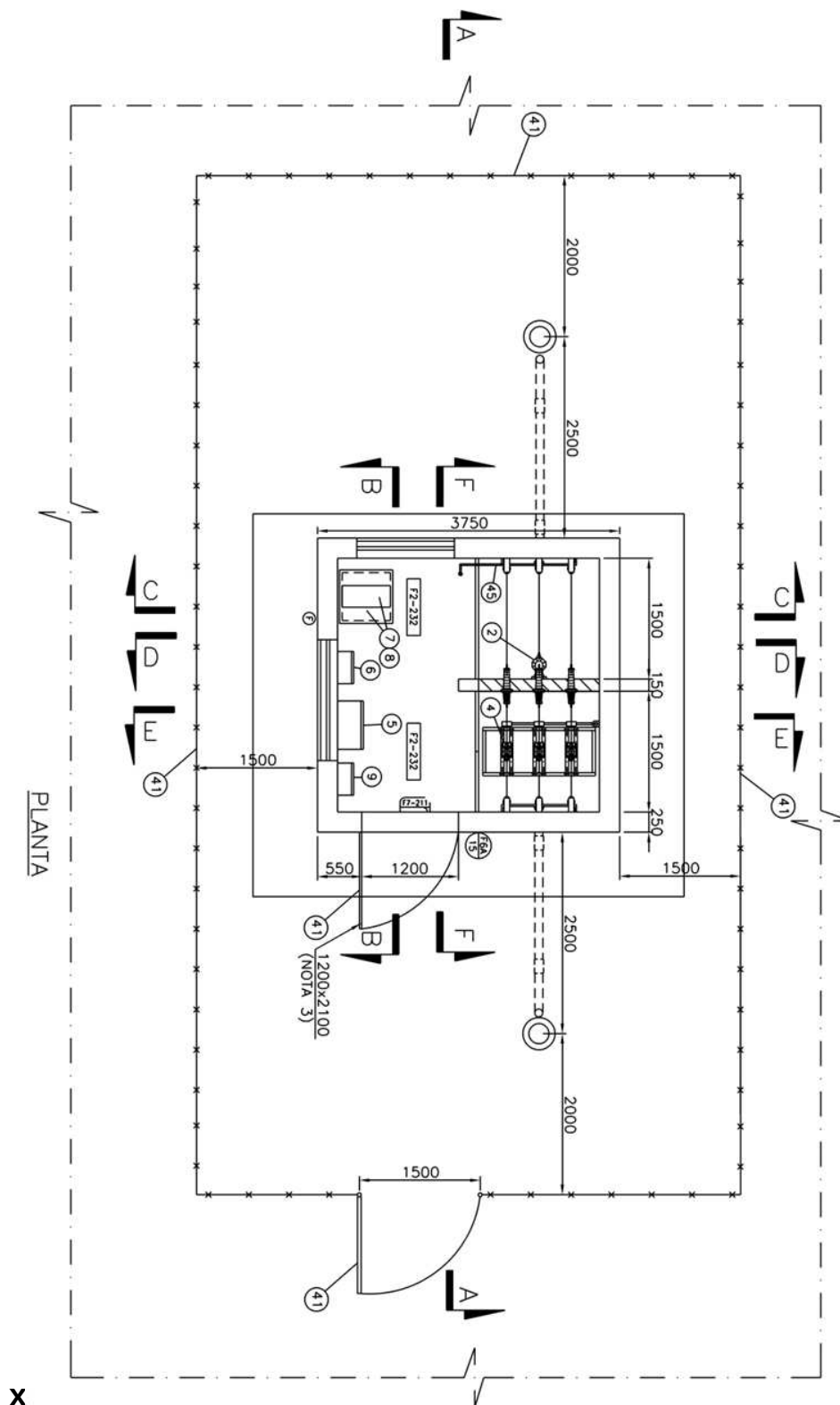
9.9 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Legenda

LEGENDA	
①	CHAVE FACA UNIPOLAR 15 OU 25kV 630A
②	TP AUXILIAR 1000VA- 15 OU 25kV
③	TP PARA MEDIÇÃO - 15 OU 25kV
④	TC PARA MEDIÇÃO - 15 OU 25kV
⑤	CAIXA DE MEDIÇÃO PARA FATURAMENTO, VER NOTA 11
⑥	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS CA DA SUBESTAÇÃO
⑦	NO BREAK 1000VA-120V
⑧	BANCO DE BATERIAS 24Vcc-80Ah
⑨	PAINEL DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO, VER NOTA 11
⑩	CABO PVC/EPR COBRE - 8,7/15kV OU 15/25kV
⑪	BARRAMENTO DE COBRE, CONFORME TABELAS DE DIMENSIONAMENTO E AFASTAMENTO DE BARRAMENTOS
⑫	ISOLADOR SUPORTE EM RESINA EPÓXI - 15 OU 25kV
⑬	BUCHA DE PASSAGEM INTERNA/INTERNA - 15 OU 25kV
⑭	TERMINAÇÃO CONTRATIL A FRIO USO INTERNO - 8,7/15kV OU 15/25kV
⑮	TERMINAÇÃO CONTRATIL A FRIO USO EXTERNO - 8,7/15kV OU 15/25kV
⑯	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN100 (4")
⑰	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN40 (1.1/2")
⑱	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN25 (1")
⑲	SUPORTE PARA TP's E TC's DE MEDIÇÃO CONFORME DET. 1
⑳	ARAME DE AÇO, DIÂMETRO 2,76mm (12 BWG) 8 voltas
㉑	SUPORTE PARA CABOS
㉒	CHAPA PARA BUCHAS DE PASSAGEM
㉓	TUBO ISOLANTE
㉔	CONECTOR TERMINAL PARA ATERRAMENTO TEMPORÁRIO
㉕	GRADES DE PROTEÇÃO EM PERFIL "L", DE 38,1x38,1x4,76x50mm E TELA DE ARAME ZINCADO N°12 COM MALHA DE 30x30mm, CONFORME MOSTRADO NA SEÇÃO F-F.
㉖	FIO DE COBRE 700V, 4mm ² (8 VOLTAS)
㉗	MASSA DE CALAFETAR
㉘	SUPORTE PARA CABO - 15 OU 25kV
㉙	BORNE CONCENTRICO TERMINAL LATERAL PARA BARRAMENTO
㉚	BORNE CONCENTRICO TERMINAL ANGULAR PARA BARRAMENTO
㉛	BORNE CONCENTRICO DERIVAÇÃO PARA BARRAMENTO
㉜	CABO DE COBRE NU 70mm ² (NEUTRO)
㉝	MÃO FRANCESA PERFILADA
㉞	CINTA DE AÇO GALVANIZADO
㉟	PÁRA-RAIOS POLIMÉRICOS 15 ou 25kV-10kA COM COBERTURA
㊱	CRUZETA RETANGULAR DE FIBRA OU PLÁSTICO 2400mm
㊲	POSTE DE CONCRETO CIRCULAR 12 X 1000daN
㊳	ISOLADOR ANCORAGEM POLIMÉRICO - 15 OU 25kV
㊴	ANTENA GPS
㊵	ANTENA DE RÁDIO
㊶	PLACA DE ADVERTÊNCIA "ALTA TENSÃO PERIGO"
㊷	CURVA 90° PARA ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN100 (4")
㊸	ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO - 15 OU 25kV
㊹	CABO DE ALUMÍNIO COBERTO 8,7/15kV OU 15/25kV - 50mm ² OU 150mm ²
㊺	CHAVE FACA TRIPOLAR 15 OU 25kV
㊻	BRAÇO SUPORTE TIPO J - RDP
㊼	CABO DE AÇO 6,4mm ²

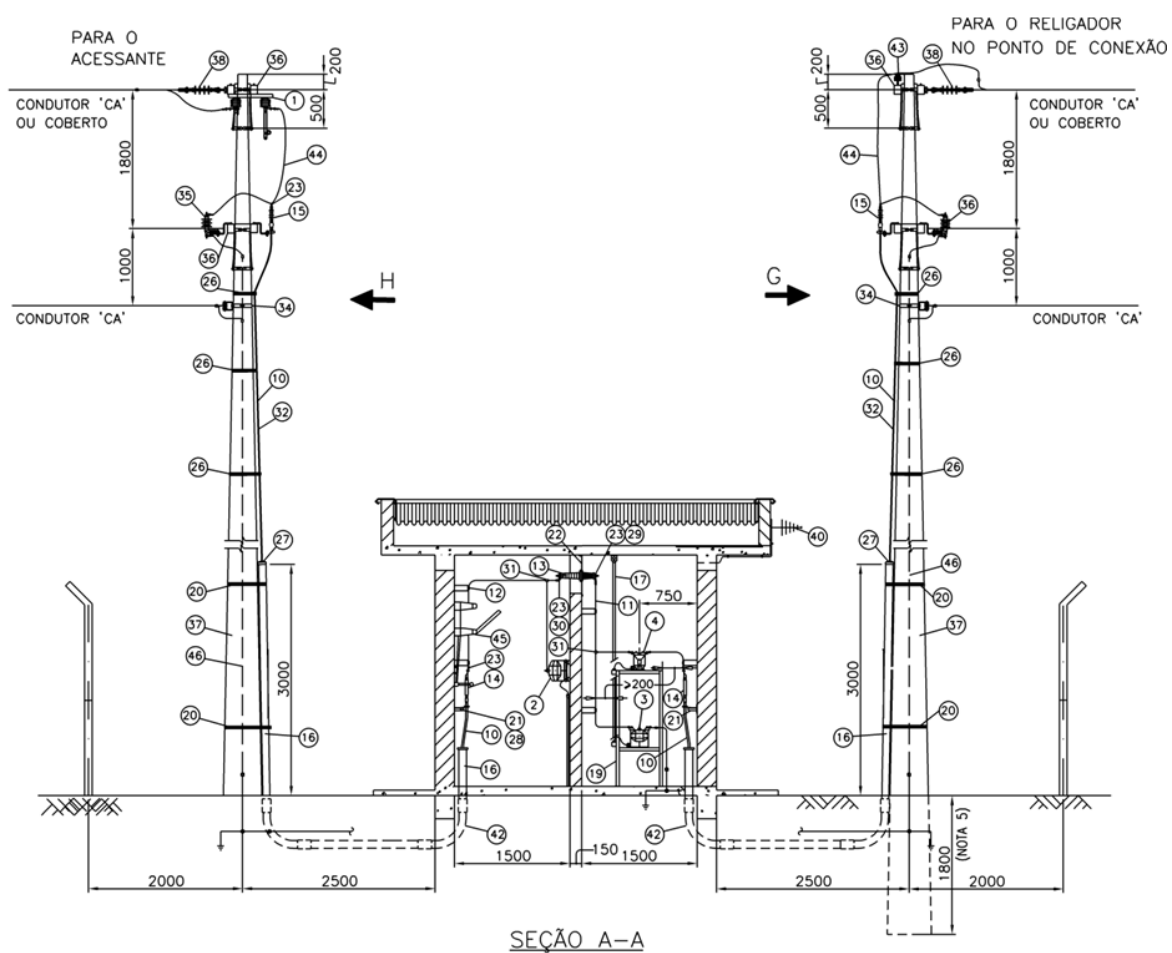
9.10 - Subestação de Medição 15 kV – 25 kV – Notas

NOTAS:

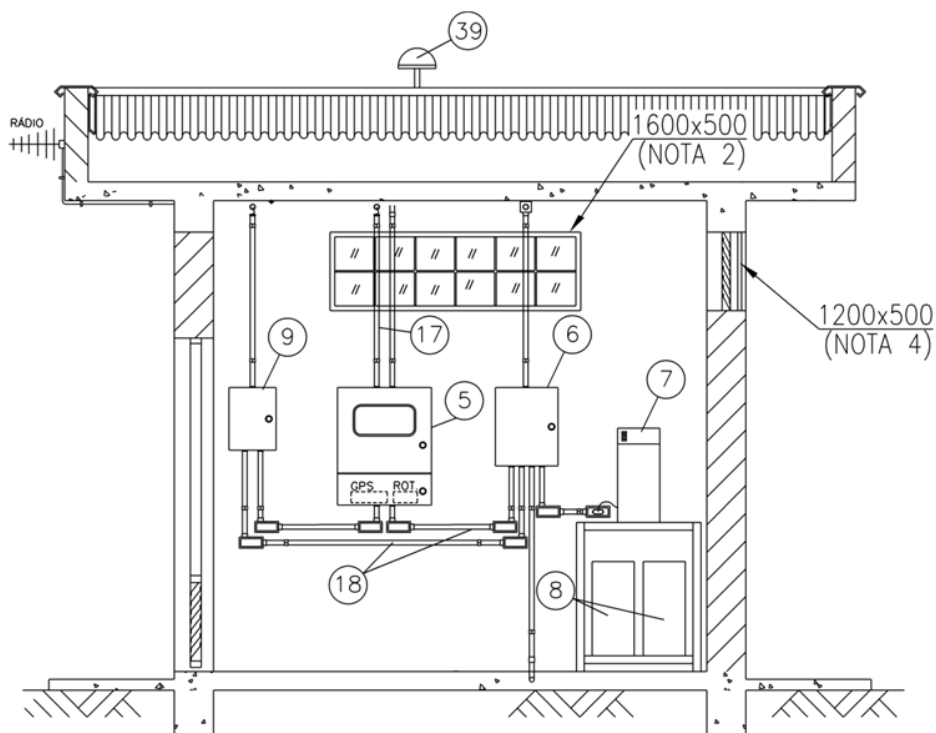
- 1 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM MILÍMETROS EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 – JANELA FIXA COM TELA EXTERNA DE MALHA 13mm.
- 3 – PORTA COM VENEZIANA INFERIOR DE 1200x500mm E TELA EXTERNA DE 13mm.
- 4 – VENEZIANA COM TELA EXTERNA DE 13mm.
- 5 – POSTES 12 x 1000daN, ENGASTAR 1.80m, CONCRETANDO DIÂMETRO 1.3m.
- 6 – PARA O ATERRAMENTO DOS POSTES DE CONCRETO, USAR QUANTAS HASTES DE ATERRAMENTO FOREM NECESSÁRIAS PARA GARANTIR MÁXIMO DE 80ohms NO ATERRAMENTO, USAR NO MÍNIMO 3 HASTES, CONFORME ND2.2 CEMIG. PASSAR CABO TERRA 6,4mm PELO INTERIOR DO POSTE.
- 7 – SE O CABO ISOLADO CU DE MÉDIA TENSÃO FOR DE BITOLA IGUAL OU INFERIOR A 50mm², OS JAMPERS EXTERNOS SERÃO COM CABO COBERTO 50mm². SE FOR DE MAIOR BITOLA, FAZER JAMPERS COM CABO COBERTO 150mm².
- 8 – INTERLIGAR OS CONDUTORES NEUTRO À MALHA DE ATERRAMENTO E AO CONDUTOR NEUTRO DA MEDIÇÃO.
- 9 – INSTALAR CONECTOR PARA ATERRAMENTO TEMPORÁRIO DOS DOIS LADOS DAS CHAVES FACAS.
- 10 – PARA A MALHA DE ATERRAMENTO SEGUIR AS CONSIDERAÇÕES PARA MALHA DE ATERRAMENTO, PRESENTES NESTE ANEXO.
- 11 – ALTERNATIVAMENTE, É ADMITIDO O USO DE PAINEL DE MEDIÇÃO AO INVÉS DA CONFIGURAÇÃO COM CAIXAS DE MEDIÇÃO APRESENTADA. NESSE CASO, OS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DEVEM FICAR EM COMPARTIMENTO EXCLUSIVO, QUE SERÁ SELADO PELA CEMIG. OS EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO DEVEM FICAR EM OUTRO COMPARTIMENTO, QUE NÃO PRECISARÁ SER SELADO.

9.11 - Subestação de Medição 36,2 kV- Planta

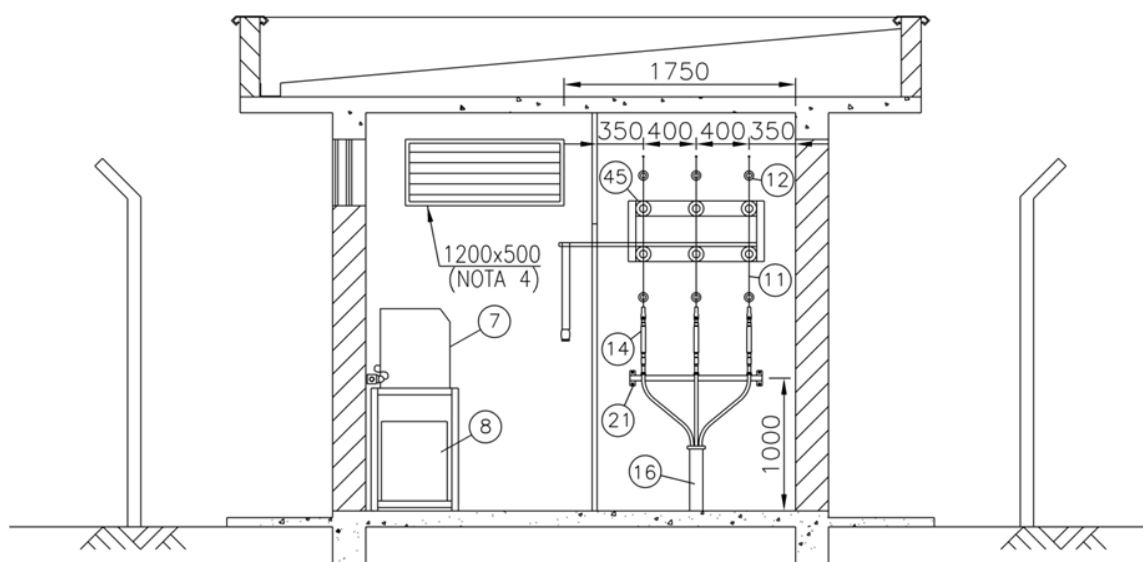
9.12 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seção A-A



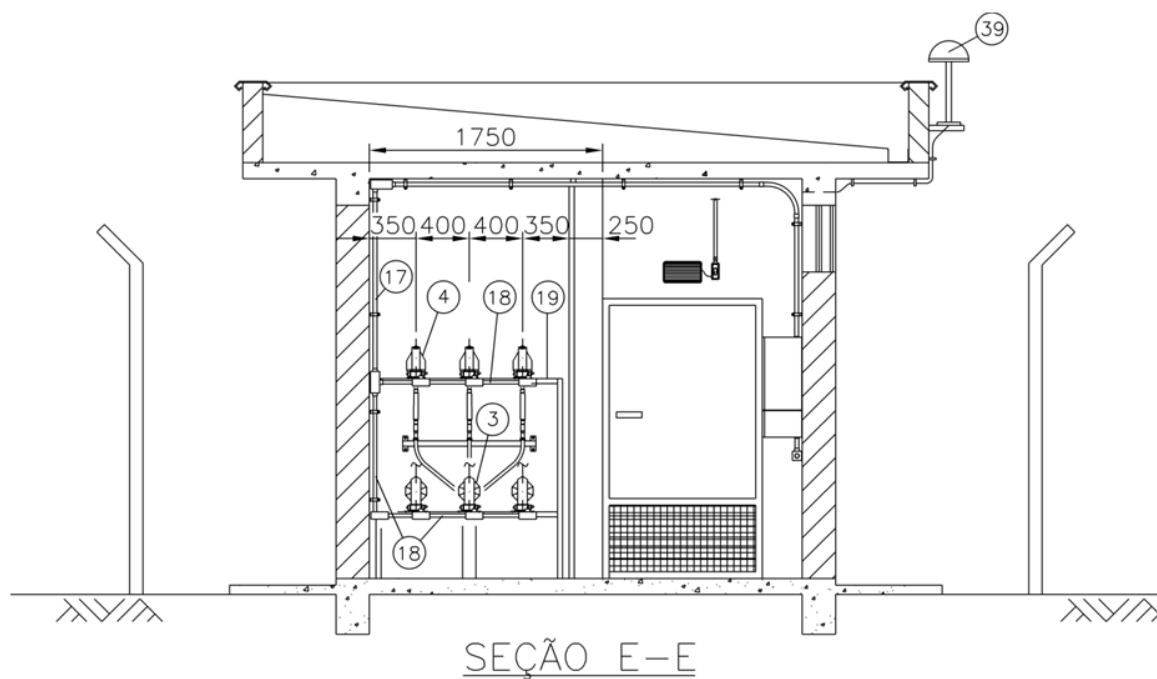
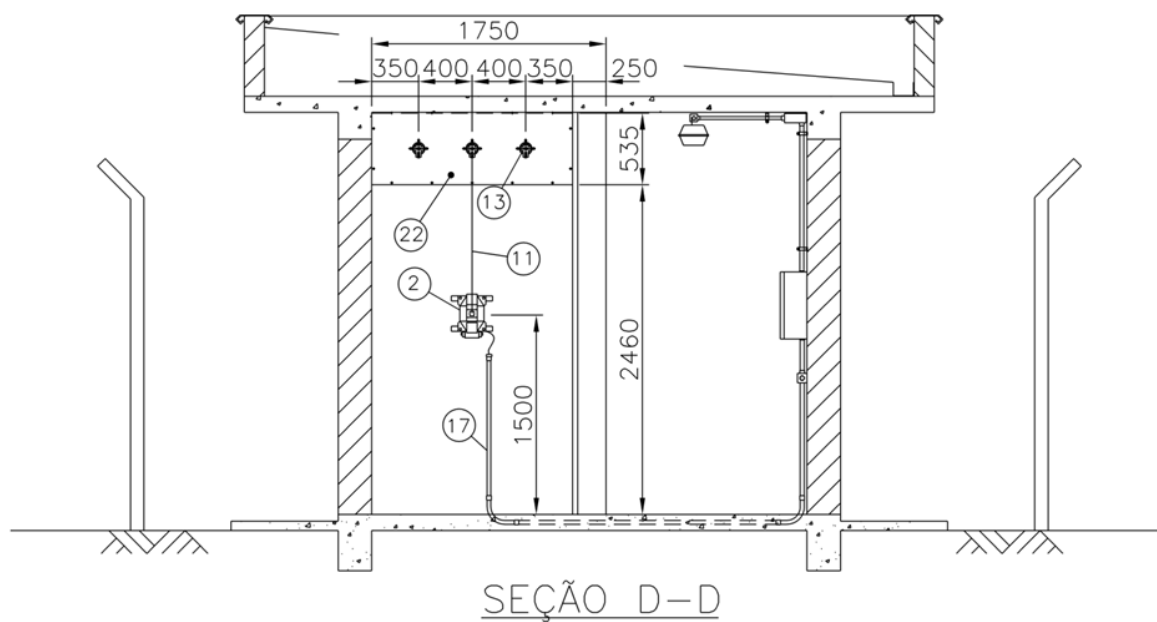
9.13 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seções B-B e C-C

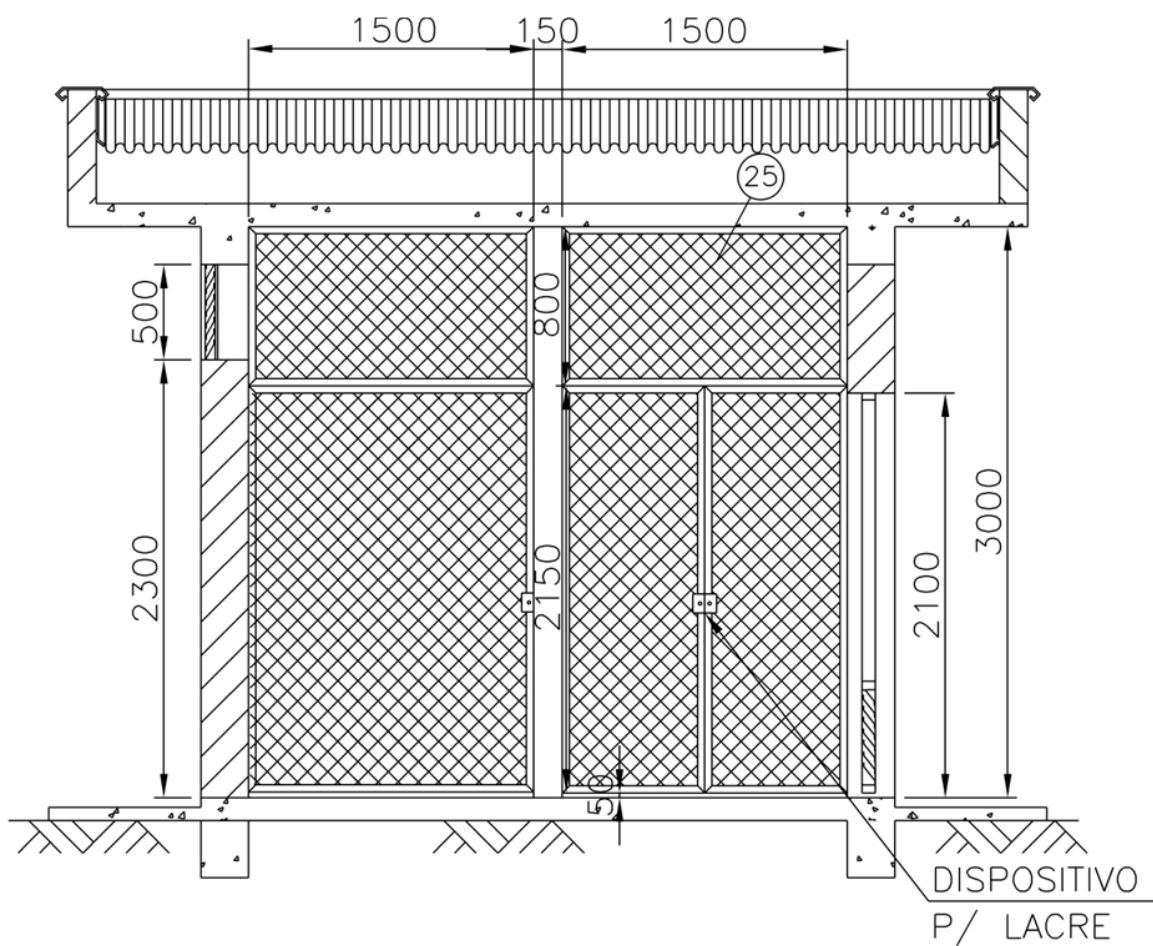


SEÇÃO B-B

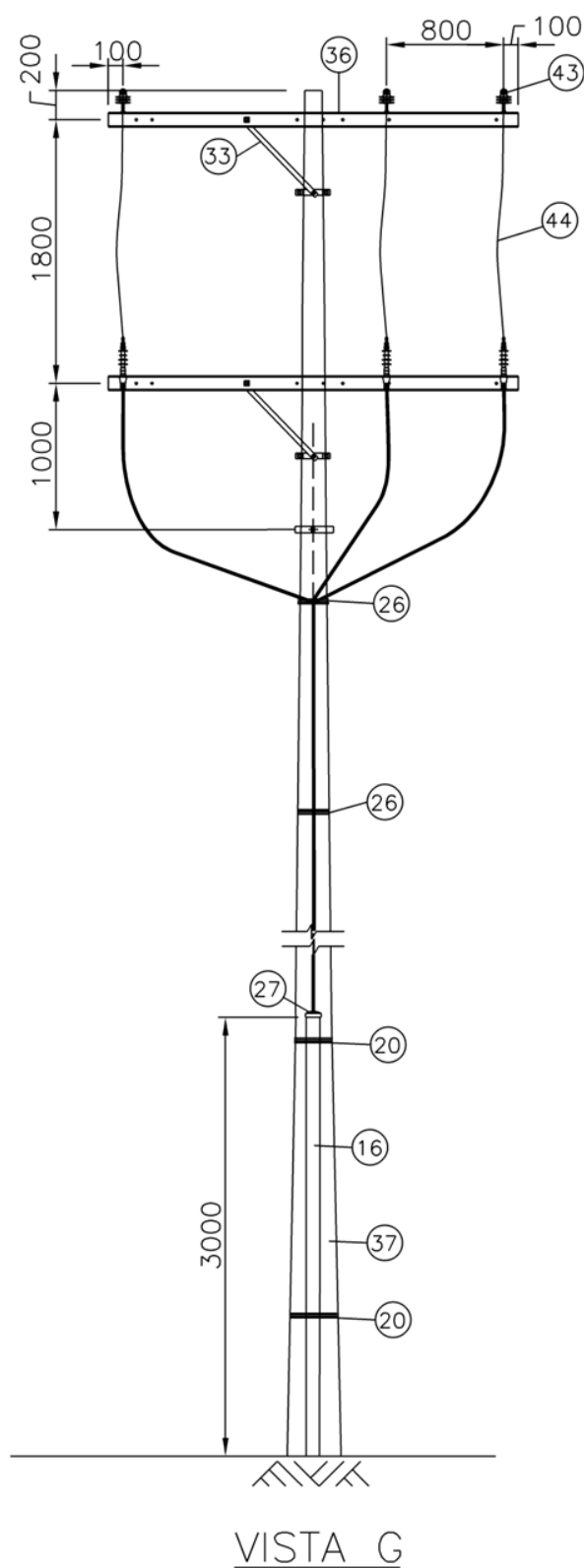


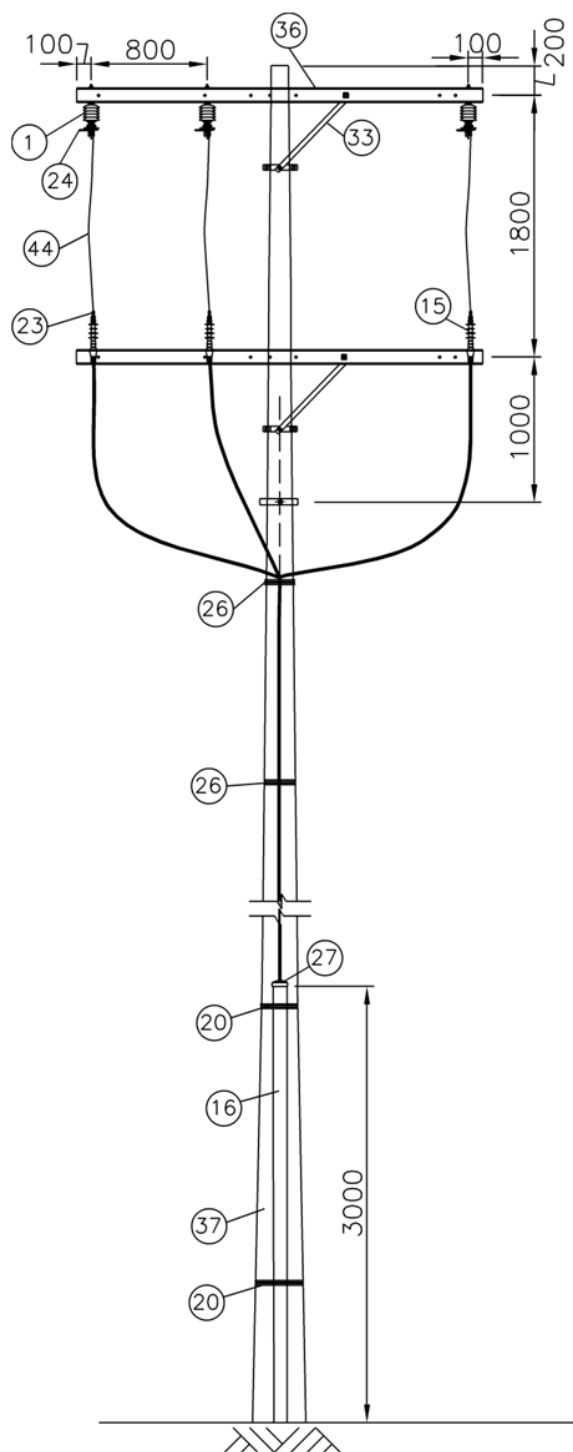
SEÇÃO C-C

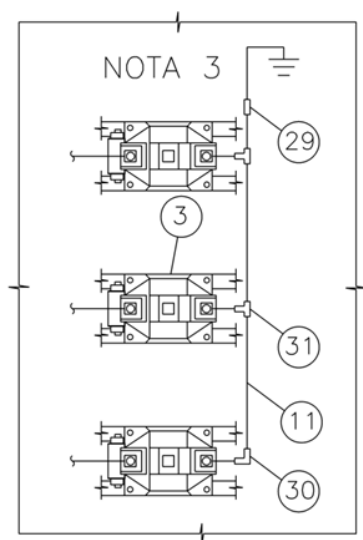
9.14 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seções D-D e E-E

9.15 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seção F-F

SEÇÃO F-F
(GRADES DE PROTEÇÃO)

9.16 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seção G

9.17 - Subestação de Medição 36,2 kV – Seção HVISTA H

9.18 - Subestação de Medição 36,2 kV – DetalhesDETALHE 1

(TP's—FECHAMENTO DA ESTRELA
E ATERRAMENTO)

SEM ESCALA

DETALHE 2

(PLACA DE ADVERTÊNCIA)

SEM ESCALA

9.19 - Subestação de Medição 36,2 kV – Legendas

LEGENDA	
①	CHAVE FACA UNIPOLAR 36,2kV 630A
②	TP AUXILIAR 1000VA- 36,2kV
③	TP PARA MEDIÇÃO - 36,2kV
④	TC PARA MEDIÇÃO - 36,2kV
⑤	CAIXA DE MEDIÇÃO PARA FATURAMENTO, VER NOTA 11
⑥	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE CIRCUITOS CA DA SUBESTAÇÃO
⑦	NO BREAK 1000VA-120V
⑧	BANCO DE BATERIAS 24Vcc-80Ah
⑨	PAINEL DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO, VER NOTA 11
⑩	CABO PVC/EPR COBRE - 36,2kV
⑪	BARRAMENTO DE COBRE, CONFORME TABELAS DE DIMENSIONAMENTO E AFASTAMENTO DE BARRAMENTOS
⑫	ISOLADOR SUPORTE EM RESINA EPÓXI - 36,2kV
⑬	BUCHA DE PASSAGEM INTERNA/INTERNA - 36,2kV
⑭	TERMINAÇÃO CONTRATIL A FRIO USO INTERNO - 36,2kV
⑮	TERMINAÇÃO CONTRATIL A FRIO USO EXTERNO - 36,2kV
⑯	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN100 (5")
⑰	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN40 (1.1/2")
⑱	ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN25 (1")
⑲	SUPORTE PARA TP's E TC's DE MEDIÇÃO CONFORME DET. 1
⑳	ARAME DE AÇO, DIÂMETRO 2,76mm (12 BWG) 8 voltas
㉑	SUPORTE PARA CABOS
㉒	CHAPA PARA BUCHAS DE PASSAGEM
㉓	TUBO ISOLANTE
㉔	CONECTOR TERMINAL PARA ATERRAMENTO TEMPORÁRIO
㉕	GRADES DE PROTEÇÃO EM PERFIL "L", DE 38,1x38,1x4,76x50mm E TELA DE ARAME ZINCADO N°12 COM MALHA DE 30x30mm, CONFORME MOSTRADO NA SEÇÃO F-F.
㉖	FIO DE COBRE 700V, 4mm ² (8 VOLTAS)
㉗	MASSA DE CALAFETAR
㉘	SUPORTE PARA CABO - 36,2kV
㉙	BORNE CONCENTRICO TERMINAL LATERAL PARA BARRAMENTO
㉚	BORNE CONCENTRICO TERMINAL ANGULAR PARA BARRAMENTO
㉛	BORNE CONCENTRICO DERIVAÇÃO PARA BARRAMENTO
㉜	CABO DE COBRE NU 70mm ² (NEUTRO)
㉝	MÃO FRANCESA PERFILADA
㉞	CINTA DE AÇO GALVANIZADO
㉟	PÁRA-RAIOS POLIMÉRICOS 30kV-10kA COM COBERTURA
㊱	CRUZETA RETANGULAR DE FIBRA OU PLÁSTICO 2800mm
㊲	POSTE DE CONCRETO CIRCULAR 12 X 1000daN
㊳	ISOLADOR ANCORAGEM POLIMÉRICO - 36,2kV
㊴	ANTENA GPS
㊵	ANTENA DE RÁDIO
㊶	PLACA DE ADVERTÊNCIA "ALTA TENSÃO PERIGO"
㊷	CURVA 90° PARA ELETRODUTO DE AÇO GALV. DN100 (5")
㊸	ISOLADOR DE PINO POLIMÉRICO - 36,2kV
㊹	CABO DE ALUMÍNIO COBERTO 36,2kV- 70mm ² OU 150mm ²
㊺	CHAVE FACA TRIPOLAR 36,2kV
㊻	CABO DE AÇO 6,4mm ²

9.20 - Subestação de Medição 36,2 kV – Notas

NOTAS:

- 1 – TODAS AS DIMENSÕES ESTÃO EM MILÍMETROS EXCETO ONDE INDICADO.
- 2 – JANELA FIXA COM TELA EXTERNA DE MALHA 13mm.
- 3 – PORTA COM VENEZIANA INFERIOR DE 1200x500mm E TELA EXTERNA DE 13mm.
- 4 – VENEZIANA COM TELA EXTERNA DE 13mm.
- 5 – POSTES 12 x 1000daN, ENGASTAR 1.80m, CONCRETANDO DIÂMETRO 1.3m.
- 6 – PARA O ATERRAMENTO DOS POSTES DE CONCRETO, USAR QUANTAS HASTES DE ATERRAMENTO FOREM NECESSÁRIAS PARA GARANTIR MÁXIMO DE 80ohms NO ATERRAMENTO, USAR NO MÍNIMO 3 HASTES, CONFORME ND2.2 CEMIG. PASSAR CABO TERRA 6,4mm PELO INTERIOR DO POSTE.
- 7 – SE O CABO ISOLADO CU DE MÉDIA TENSÃO FOR DE BITOLA IGUAL OU INFERIOR A 50mm², OS JAMPERS EXTERNOS SERÃO COM CABO COBERTO 50mm². SE FOR DE MAIOR BITOLA, FAZER JAMPERS COM CABO COBERTO 150mm².
- 8 – INTERLIGAR OS CONDUTORES NEUTRO À MALHA DE ATERRAMENTO E AO CONDUTOR NEUTRO DA MEDIÇÃO.
- 9 – INSTALAR CONECTOR PARA ATERRAMENTO TEMPORÁRIO DOS DOIS LADOS DAS CHAVES FACAS.
- 10 – PARA A MALHA DE ATERRAMENTO SEGUIR AS CONSIDERAÇÕES PARA MALHA DE ATERRAMENTO, PRESENTES NESTE ANEXO.
- 11 – ALTERNATIVAMENTE, É ADMITIDO O USO DE PAINEL DE MEDIÇÃO AO INVÉS DA CONFIGURAÇÃO COM CAIXAS DE MEDIÇÃO APRESENTADA. NESSE CASO, OS EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO DEVEM FICAR EM COMPARTIMENTO EXCLUSIVO, QUE SERÁ SELADO PELA CEMIG. OS EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO DEVEM FICAR EM OUTRO COMPARTIMENTO, QUE NÃO PRECISARÁ SER SELADO.

9.21 - Subestação de Medição – Características técnicas da malha de aterramento

1. O acessante é responsável pelo projeto da malha de aterramento;
2. O projeto da malha de aterramento deve ser apresentado à CEMIG acompanhado da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável pelos cálculos de segurança e funcionalidade, seguindo as seguintes diretrizes:
 - 2.1. Resistência ôhmica da malha de aterramento não deverá exceder 80 Ω para garantia da referência do neutro para os equipamentos;
 - 2.2. Níveis das tensões de passo e toque que garantam a segurança dos empregados que adentrarem na área cercada da subestação de medição;
 - 2.3. Níveis das tensões de passo e tensões de toque seguros referentes à cerca;
 - 2.4. A CEMIG fornecerá a corrente de curto circuito para o local do projeto.
3. Durante todo o período de operação da subestação de medição, o conjunto malha e eletrodos de aterramento deve atender aos critérios da nota 2, confirmado através de medições periódicas realizadas pelo acessante, com possibilidade de acompanhamento CEMIG;
4. Usar prioritariamente as hastes de aterramento e cabos indicados no Manual do Consumidor nº 11. Em casos excepcionais, aceita-se o uso de hastes copperweld para que se alcance os critérios da nota 2;
5. Os eletrodos devem ser interligados por condutor de cobre nu, rígido, seção mínima de 50 mm², a conexão desse condutor às hastes pode ser feita através dos conectores existentes no corpo das hastes ou, alternativamente, por solda exotérmica;
6. As partes metálicas da subestação de medição, tais como portas, janelas, painel de tela zincado, suportes metálicos, terminais secundários ou de aterramento de equipamentos instalados e para-raios, devem ser ligados diretamente à malha de aterramento através de condutores de cobre nu, rígido, com bitola mínima de 25 mm².

9.22 - Subestação de Medição – Características técnicas dos barramentos

AFASTAMENTO DOS BARRAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO

TENSÃO NOMINAL (kV)	ÁREA							
	ABRIGADA				AO TEMPO			
	FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)		FASE – FASE (mm)		FASE – NEUTRO (mm)	
	MÍNIMO	RECOMENDADO	MÍNIMO	RECOMENDADO	MÍNIMO	RECOMENDADO	MÍNIMO	RECOMENDADO
13,8	150	200	115	150	170	300	130	200
23,1	270	350	190	250	380	500	260	350
34,5	390	500	265	350	590	700	390	500

DIMENSIONAMENTO DE BARRAMENTO DE MÉDIA TENSÃO

CORRENTE I (A)	SEÇÃO MÍNIMA - COBRE NU S (mm²)	DIÂMETRO MÍNIMO – BARRAMENTO EM FORMA DE VERGALHÃO - COBRE NU Polegada
ATÉ 21	20	1/4
DE 21 A 100	50	3/8
ACIMA DE 100	S (NOTA 1)	

NOTA:

- d) S deve ser tal que $\frac{I}{S} \leq 2$.

ANEXO 10

Especificação Técnica – Medição de faturamento para Consumidores Livres



COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

**SUPERINTENDÊNCIA DE RELACIONAMENTO COMERCIAL
GERÊNCIA DE ENGENHARIA DE MEDIÇÃO**

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

**MEDIÇÃO DE FATURAMENTO PARA
CONSUMIDORES LIVRES**

Novembro/2009

ÍNDICE

1	<i>MEDIDAÇÃO DE FATURAMENTO PARA CONSUMIDOR LIVRE</i>	<i>1</i>
1.1	Introdução	1
1.2	Componentes:	2
1.3	Sistema de Comunicação	3
1.4	Informações complementares	3
2	<i>Especificação dos componentes</i>	<i>4</i>
2.1	Painel	4
2.1.1	Montagem dos Painéis	5
2.2	Medidores	6
2.2.1	Características funcionais	6
2.2.3	Características construtivas	7
2.3	Alimentação Auxiliar	8
3	<i>Documentação de Projeto</i>	<i>8</i>
3.1	Documentação a ser Gerada	8
3.2	Documentação de Hardware	9
3.3	Documentação de Software	9
4	<i>Ensaio de Aceitação</i>	<i>10</i>
	<i>Anexo I – Comunicação Ethernet</i>	<i>11</i>
	<i>Anexo II – Dimensionamento do Nobreak</i>	<i>13</i>
	<i>Anexo III – Painel de Medição</i>	<i>14</i>

1 MEDIÇÃO DE FATURAMENTO PARA CONSUMIDOR LIVRE

1.1 Introdução

O MAE (Mercado Atacadista de Energia), atual CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica), determinou que a medição de faturamento de consumidores livres deve seguir a Especificação Técnica das Medições de Faturamento elaborada pelo ONS e CCEE.

Todos os requisitos técnicos constantes da especificação Cemig, tais como a necessidade de medição de retaguarda e dois acessos de teleleitura, são exigência da CCEE/ONS, conforme pode ser constatado na especificação técnica do CCEE/ONS anexa.

A REN 376 da Aneel determina que a responsabilidade financeira pela medição de faturamento é compartilhada entre a distribuidora e os consumidores livres.

A responsabilidade pelas obras civis e pela adequação das instalações associadas ao sistema de medição, bem como a aquisição do medidor de retaguarda e do sistema de comunicação, de acordo com a mesma Resolução citada acima, é de responsabilidade do consumidor. O restante dos equipamentos necessários é de responsabilidade da distribuidora.

Qualquer equipamento, componente ou desenvolvimento relacionado ao sistema de controle de demanda do cliente é de responsabilidade técnica e financeira do cliente.

Em função destas determinações a Cemig elaborou esta especificação com o objetivo de auxiliar aos consumidores que se tomarem livre dentro da sua área de concessão.

Esta especificação determina os padrões técnicos da medição que deverá ser adquirida pelos consumidores livres que venham a se instalar na área de concessão da Cemig, ou pelos já ligados que necessitam de adaptação da medição de faturamento para serem livres.

Sugerimos a aquisição através de empresas especializadas em fornecimento de equipamentos de medição, que fornecem o painel já montado dentro dos padrões necessários, o que certamente traria agilidade ao processo.

A aquisição de equipamentos já pré-aprovados pela Cemig também garante agilidade ao processo, pois facilitam a aprovação dos projetos e a inspeção da montagem.

A Cemig coloca-se à disposição para os esclarecimentos que se fizerem necessários.

A medição de faturamento deverá ser composta pelos componentes relacionados a seguir.

1.2 Componentes:

- 1 painel de medição (para consumidores alimentados em 69kV e acima) ou caixa de medição para os demais;
- 2 medidores de energia por circuito medido com interface ethernet;
- 1 medidor de energia reserva por circuito medido com interface ethernet para manutenção;
- Componentes diversos que possibilitem dois acessos de teleleitura (para a concessionária e para a CCEE), devendo ser adquiridos equipamentos reserva para manutenção de todos os componentes utilizados;
- 3 transformadores de corrente com enrolamentos exclusivos para medição e com caixa de secundário exclusiva para medição com dispositivo de selagem. Além disso:
 - Os TCs deverão ter classe de exatidão 0,3 em cada uma das relações disponíveis para medição.
 - Os ensaios deverão apresentar resultados de todas as cargas previstas para os TCs.
 - Os TCs de alta tensão ($\geq 69\text{kV}$) deverão ser 0,3C2,5 a C50, no mínimo.
- 3 transformadores de potencial com enrolamentos exclusivos para medição e com caixa de secundário exclusiva para medição com dispositivo de selagem. Além disso:
 - Os TP's deverão ter classe de exatidão 0,3 em cada uma das relações disponíveis para medição.
 - Os ensaios deverão apresentar resultados de todas as cargas previstas para os TP's.
- Licenças de uso dos softwares de teleleitura instalados na Cemig (ION Enterprise para medidores ION ou ZFA para medidores ELO), em número igual à quantidade de medidores instalados;
- 2 Switches, 1 para utilização no painel e um para reserva.
- 4 Protetores de linha telefônica, dos quais 2 para reserva, por circuito medido para os modems, caso sejam utilizadas linhas físicas para a comunicação. Esta opção será permitida em caráter excepcional apenas.
- Para os casos em que o sistema de comunicação utilize outros equipamentos deve-se fornecer um equipamento reserva de cada tipo.
- No caso de TCs e TP's de média tensão deve-se escolher modelo pré-aprovado pela Cemig.
- 2 relés de transferência entre alimentações auxiliares, sendo 1 para utilização e um para reserva.

1.3 Sistema de Comunicação

Deverão ser instaladas nos painéis de medição duas vias de comunicação independentes para cada ponto de medição, sendo uma para integração com as Centrais de Leitura da Cemig e outra para integração com o SCDE (Sistema de Coleta de Dados de Energia) da CCEE.

As soluções de comunicação listadas a seguir poderão ser utilizadas para as duas vias de comunicação, na ordem de preferência listada abaixo, sendo que somente poderá ser utilizada uma solução posterior no caso das soluções anteriores serem inviabilizadas por condições alheias ao proponente. Por exemplo: caso a solução listada em primeiro lugar não puder ser utilizada em uma instalação por falta de disponibilidade do serviço no local, o proponente poderá utilizar a solução listada em segundo lugar e assim por diante. Não será aceita a utilização de uma opção por falta de condição técnica do proponente em ofertar a solução listada como preferencial. Entretanto, as justificativas para adoção de outra solução que não via Ethernet deverão ser enviadas a CCEE e só serão aceitas pela Cemig no caso de permissão por parte da CCEE.

Soluções de comunicação permitidas, prioritariamente:

1. Utilização de internet via GPRS com IP fixo;
2. Utilização de internet com IP fixo através de acesso direto.

Para qualquer solução empregada, caberá ao fornecedor a instalação de todos os recursos e serviços necessários, tais como fornecimento de remotas de comunicação compatíveis com as Centrais de leitura da Cemig e da CCEE, modem's, aparelhos e "chip" de comunicação celular habilitados, lançamento de cabos e integração do painel de medição com a Central de Leitura da Cemig e com o SCDE da CCEE.

Adicionalmente, para qualquer solução empregada deve-se fornecer um conjunto de comunicação reserva para cada ponto de medição.

1.4 Informações complementares

- Caso o consumidor possua sistemas de controle de demanda, deverá adquirir medidores que contenham saídas de sinal de acordo com suas necessidades, lembrando que deverá ser prevista no painel ou caixa de medição a instalação de uma interface de saída de alta isolamento de forma a permitir este fornecimento;
- Antes de adquirir qualquer equipamento, o consumidor deverá aprovar o projeto junto a Cemig, que estará à disposição para esclarecimento de dúvidas;
- Deverão ser adquiridos equipamentos reserva para todos os equipamentos instalados na medição;
- A manutenção do canal de comunicação disponibilizado para realização da leitura dos medidores pela Cemig e CCEE é de responsabilidade do cliente, devendo ser realizado com a agilidade prevista pelos Procedimentos de Rede do ONS, em função da possibilidade de aplicação de penalidades por parte da CCEE;

- Os consumidores ligados em tensão igual ou maior a 69 kV poderão utilizar a montagem em painéis conforme especificado nesta;
- Os consumidores ligados em tensão abaixo de 69 kV poderão utilizar a montagem em uma segunda caixa de medição modelo CM4, conforme a Norma de Distribuição ND 5.3 da Cemig;
- Todo circuito medido deverá possuir um medidor principal e um de retaguarda, além de duas saídas de comunicação independentes – uma para leitura diária e outra para permitir auditoria da CCEE;
- Caso seja necessário a aquisição de TPs e TCs, os mesmos serão especificados pela Cemig conforme a carga e o nível de tensão de cada consumidor e deverão ser adquiridos de acordo com as características técnicas constantes das especificações técnicas anexas;
- Deverão ser fornecidas duas cópias em papel de todo o projeto da medição: unifilar da SE indicando os TPs e TCs da medição, fiação do painel de medição, vistas do painel de medição, interligação dos TPs e TCs até o painel de medição e arquitetura do sistema de comunicação;
- O painel de medição deverá ser inspecionado em fábrica de acordo com programação a ser estabelecida com a área operacional da Cemig;
- A medição deverá prover 1 (um) canal de acesso à central de dados do CCEE (usuário externo) via ethernet.
- A medição deverá prover um acesso para teleleitura da Cemig via ethernet;
- Os medidores deverão ser entregues a Cemig para calibração logo após a inspeção do painel em fábrica. O consumidor não terá acesso aos medidores após este dia, que serão levados pela Cemig até a instalação consumidora no dia da ligação;
- O comissionamento da medição será realizado sob a supervisão da Cemig, bem como sua integração aos sistemas de leitura da Cemig e da CCEE.

2 Especificação dos componentes

2.1 Painel

Os medidores, quando possível, deverão ser montados em número máximo de 12 (doze) por painel. Os painéis devem ter as seguintes características:

- Dimensões de referência em mm: altura – 2000, largura – 600, profundidade – 600 (até quatro medidores);

- Dimensões de referência em mm: altura – 2200, largura – 800, profundidade – 800 (de cinco a doze medidores);
- Estrutura do painel em chapa de aço de 3,2 mm de espessura;
- Fechamento lateral em chapa de aço de 1,5 mm de espessura;
- Tampa superior em chapa de aço de 2,0 mm de espessura;
- Tampa inferior em chapa de aço de 2,0 mm de espessura e perfil de neoprene como dispositivo passa-cabos vedante;
- Porta dianteira em chapa de 2,0 mm com visor de acrílico e fecho com miolo para chave e dispositivo para selagem;
- porta traseira em chapa de aço de 2,0 mm e fecho com miolo para chave e dispositivo para selagem;
- placa de montagem interna em aço de 3,2 mm de espessura e pintura eletrostática em pó poliéster laranja;
- Porta-documentos em plástico para fixação na parte inferior interna da porta traseira;
- partes componentes do painel em pintura eletrostática em pó cinza cor Munsell N6.5
- grau de proteção IP 52;

Observação: Os valores das espessuras das chapas de aço citadas acima são valores mínimos.

2.1.1 Montagem dos Painéis

Os painéis devem ser montados com os seguintes componentes:

- Medidores de energia, sobrepostos à placa de montagem;
- Chaves de aferição independentes por medidor;
- Modem (onde aplicável);
- Disjuntores;
- Régua de bornes;
- Iluminação interna com interruptor;
- Duas tomadas de força para ligação de instrumentos de teste;
- Circuito automático de chaveamento de alimentação auxiliar para uma fonte ininterrupta alternativa, através de relé(s) de transferência, onde exista;
- Transformador de isolamento (115 X 115 V –100 VA), para isolamento de descargas elétricas e proteção do serviço auxiliar do painel de medição;
- Todos os equipamentos do sistema de medição, incluindo os equipamentos do sistema de comunicação, devem ser alimentados via transformador de isolamento.
- Switch;
- Protetores de linha telefônica, quando da utilização de modems apenas;
- Dispositivo para selagem do sistema de comunicação deverá ser realizada pelo consumidor.

2.2 Medidores

A medição será composta de 2 medidores por circuito medido mais um medidor de reserva para manutenção, com as seguintes características:

- Devem atender aos requisitos estabelecidos nas normas ABNT NBR 14519, 14520 e 14522 (especificação, método de ensaio e protocolos de comunicação para medidores estáticos de energia elétrica ativa);
- Os Medidores de Energia deverão atender aos requisitos da Especificação Técnica CCEE/ONS.

2.2.1 Características funcionais

- Medição de energia ativa bidirecional trifásica;
- Medição de energia reativa bidirecional trifásica (quatro quadrantes);
- Programação/leitura local e remota, através de software instalado em microcomputador / notebook;
- Programação de código de identificação alfanumérico de 14 (quatorze) dígitos;
- Programação de horário de verão;
- Funções de autodiagnose executada periodicamente (no mínimo cada 24 horas);
- Mensagens de erros detectados na autodiagnose, através de indicador local e disponível remotamente;
- Indicação de energia ativa e reativa trifásica, com sinalização de sentido do fluxo discriminando energia fornecida e recebida;
- Registro com data e hora das últimas 15 ocorrências de falta de alimentação e 15 ocorrências de alterações realizadas na programação do medidor;
- Armazenamento dos dados de energia ativa e reativa de forma bidirecional, em intervalos de 5 (cinco) minutos durante o período mínimo de 37 (trinta e sete) dias;
- Possibilidade de fazer leitura parcial da memória de massa, permitindo neste caso a leitura apenas dos dados requeridos;
- Permitir comunicação via ethernet;
- Preservação dos registros durante as perdas de alimentação por pelo menos 120 horas;
- Relógio interno com opção de sincronismo externo via comando por central de leituras e por GPS;
- Permitir por comando local ou remoto a programação do micro ajuste do relógio interno;
- Saída de usuário para controle de carga do usuário, através de uma saída serial com padrão ABNT;
- Devem permitir a interligação de medidores em rede;
- Devem permitir a programação de postos universais;
- Devem possuir o certificado de aprovação emitido pelo INMETRO, em conformidade com as especificações do CCEE/ONS;
- Devem possuir o certificado de aprovação do algoritmo de compensação de perdas nos transformadores emitido pelo CEPEL;
- Devem estar aprovados pelo laboratório de medição da Cemig, caso não esteja deverá ser providenciado o envio de modelos do medidor para aprovação conforme norma específica do laboratório de medição;
- Devem permitir a visualização de "página fiscal".

2.2.2 Características elétricas

- Classe de exatidão de 0,2 conforme as normas NBR 14519 e 14520;
- O medidor deve permitir ligação a 2 ou 3 elementos sem necessidade de alterações de hardware;
- 3 (três) tensões de entrada de 115V nominais, fase - neutro, faixa automática de operação no mínimo de 90V a 150V (permanecendo dentro da classe de exatidão);
- 3 (três) correntes de entrada de 5A nominais, faixa automática de operação de 0 a 10A (permanecendo dentro da classe de exatidão);
- Frequência de 60 Hz;
- Alimentação auxiliar em 125 Vcc e na falta desta, através de um circuito de comutação externo em 115 Vca $\pm 15\%$;
- Corrente de partida conforme as normas;
- Consumo do circuito de corrente por elemento: até 0,5 VA nas condições nominais de temperatura, frequência, tensão e corrente;
- Consumo do circuito de tensão por elemento: até 0,5 VA nas condições nominais de temperatura, frequência, tensão e corrente;
- Consumo do circuito de alimentação auxiliar: até 15 VA;
- O medidor não deve ter circuito de alimentação interno ligado diretamente nos circuitos de potencial.

2.2.3 Características construtivas

- Somente serão aceitos medidores de sobrepor, não sendo permitidos medidores de embutir;
- 4 (quatro) bornes para conexão de 3 (três) tensões fase-neutro, para a fixação de cabos de bitola 1,5 a 6 mm²;
- 6 (seis) bornes para entrada e saída de 3 (três) correntes, para a fixação de cabos de bitola 2,5 a 16 mm²;
- Mostrador (display) LCD alfanumérico;
- Diodos emissores de luz (LED) ou infravermelho para energias ativa e reativa com taxas de pulso proporcionais às grandezas medidas, para calibração em campo ou laboratório;
- Porta ótica de comunicação para programação/leitura local;
- Porta de comunicação serial padrão NBR14522, de alta isolamento;
- Módulo de memória de massa não volátil, com capacidade mínima para 4 (quatro) canais de registros de 5 (cinco) minutos, durante 32 (trinta e dois) dias (grandezas a serem programadas: energia ativa fornecida e recebida, energia reativa fornecida e recebida);
- Temperatura de operação: -10 (menos dez) a +45 (mais quarenta e cinco) graus Celsius;
- Dispositivos de selagem do invólucro do medidor;
- Os medidores devem ter certificado de aprovação de modelo emitido pelo INMETRO, e devem ser aprovados em laboratório da CEMIG;
- Os medidores devem permitir o sincronismo entre medidores.

2.3 Alimentação Auxiliar

A medição deverá ter alimentação auxiliar para manter os medidores sempre energizados. Nas instalações onde houver tensão CC deve-se fazer a alimentação com tensão CC e CA com comutação automática, a prioridade será a alimentação CA. Nas instalações onde não houver tensão CC deve-se instalar um nobreak no lugar da alimentação CC, tanto o nobreak quanto a alimentação CC deverão garantir funcionamento contínuo dos medidores durante 100 horas, no mínimo. A alimentação principal deverá ser proveniente dos TPs de medição alimentados por cabos lançados exclusivamente para tal finalidade.

3 Documentação de Projeto

- O consumidor deverá prover toda a documentação técnica necessária à realização dos ensaios e inspeção dos equipamentos em campo, treinamento, instalação, configuração, operação e manutenção dos equipamentos e “software” fornecidos;
- Toda a documentação deverá ser aprovada pela CEMIG

3.1 Documentação a ser Gerada

O projeto será composto no mínimo dos seguintes documentos:

- Lista detalhada dos documentos de projeto;
- Diagramas unifilares/trifilares de potencial, corrente e alimentação de cada medidor;
- Diagrama unifilar da SE, indicando a localização dos TPs e TCs de medição;
- Diagramas dimensionais com vistas frontal, posterior, lateral e interna dos painéis de medição indicando medidores, chaves de teste, canaletas, dispositivos auxiliares, blocos etc.
- Diagramas esquemáticos, diagramas de fiação e interligação interna dos painéis de medição e lista de materiais e componentes;
- Diagramas esquemáticos, diagramas de fiação e interligação dos medidores aos sistemas de comunicação;
- Diagrama esquemático do sistema de comutação automática da alimentação auxiliar dos medidores, onde exista.
- Diagrama com layout físico painel de medição no local onde o mesmo será instalado.
- Ensaios de exatidão dos TPs e TCs de todos os enrolamentos de medição para todas as cargas padronizadas que podem ser conectadas aos TCs e TPs.
- Licenças de uso para o software ION Enterprise ou ZFA.
- Certificado de calibração em fábrica dos medidores.

Observações:

- A documentação de projeto deverá ser entregue, na quantidade de duas cópias impressas;
- A entrega da documentação será o ponto de partida para análise e programação de serviços;
- A documentação final de projeto deverá conter todas as alterações ocorridas durante o comissionamento em campo;

3.2 Documentação de Hardware

- A documentação relativa ao "hardware" dos medidores instalados no campo deverá prover informações suficientes para a instalação, operação e manutenção adequadas e deverá compreender os documentos abaixo discriminados.
 - Descrição funcional;
 - Descrição de programas diagnóstico, incluindo finalidade, método de ensaio, instruções de carregamento e operação, opções e interpretação de mensagens de erro;
 - Lista de equipamentos sugeridos para ensaios e manutenção;
 - Instruções para manutenções e ajustes;
 - Instruções para instalação;
 - Instruções para configuração e operação;
 - Características mecânicas.

Observação

- A CEMIG reserva-se o direito de a qualquer momento, solicitar e receber sem custo adicional, informações e documentos necessários ao funcionamento, operação e manutenção de todo o "hardware" adquirido.

3.3 Documentação de Software

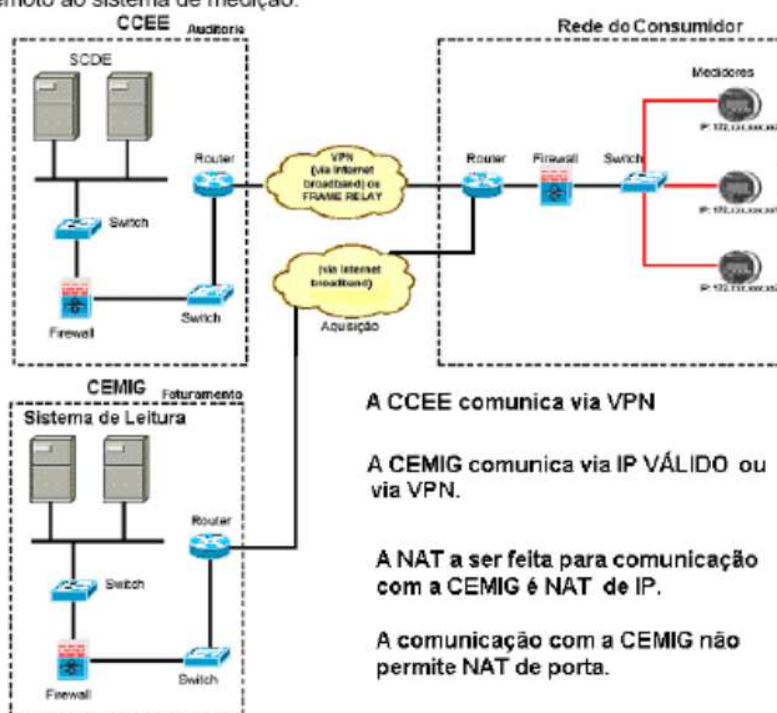
- O cliente deverá fornecer três conjuntos completos de documentos impressos, detalhando todo e qualquer "software" utilizado no sistema e em eventuais periféricos ou equipamentos acessórios, item que poderá ser liberado a critério da Cemig;
- Cada conjunto deve ser suficiente para permitir que pessoas adequadamente treinadas possam instalar, configurar e operar o sistema; realizar os ensaios em campo; ministrar treinamento a terceiros bem como diagnosticar e corrigir quaisquer disfunções que possam ocorrer.
- A documentação deve incluir:
 - Manuais detalhados dos módulos de "software" incluindo arquitetura do mesmo, estrutura de dados, interfaces e descrição lógica;
 - Manuais com procedimentos de instalação e configuração;
 - Manuais de utilização do "software";
 - Manuais de usuário;
 - Manuais de operação;
 - Manuais de referência;
 - Manuais de utilização do "software" diagnóstico;
 - Descrição detalhada dos protocolos de comunicação de dados, incluindo instruções de parametrização para utilização dos serviços do protocolo;
 - No caso do fornecimento envolver "software" de terceiros, cabe ao fornecedor providenciar junto aos mesmos a documentação necessária, conforme especificado anteriormente, na quantidade pedida (três conjuntos);
 - Toda a documentação deverá ser fornecida na forma de manuais e em CD-ROM.

4 Ensaios de Aceitação

- Todo o “hardware” e “software” a serem fornecidos serão inspecionados e ensaiados com a finalidade de verificar suas características construtivas, o perfeito estado de funcionamento e a total aderência às características técnicas aqui exigidas no que diz respeito às funcionalidades, compatibilidade, desempenho, segurança, disponibilidade e expansibilidade;
- Estes ensaios deverão ser conduzidos formalmente pela CEMIG, serão cobrados na CCD e serão divididos em:
- Ensaios de Aceitação em Fábrica;
- Ensaios de Aceitação em Campo.

Anexo I – Comunicação Ethernet

Na figura abaixo se encontra a configuração básica que se deseja para o acesso remoto ao sistema de medição.



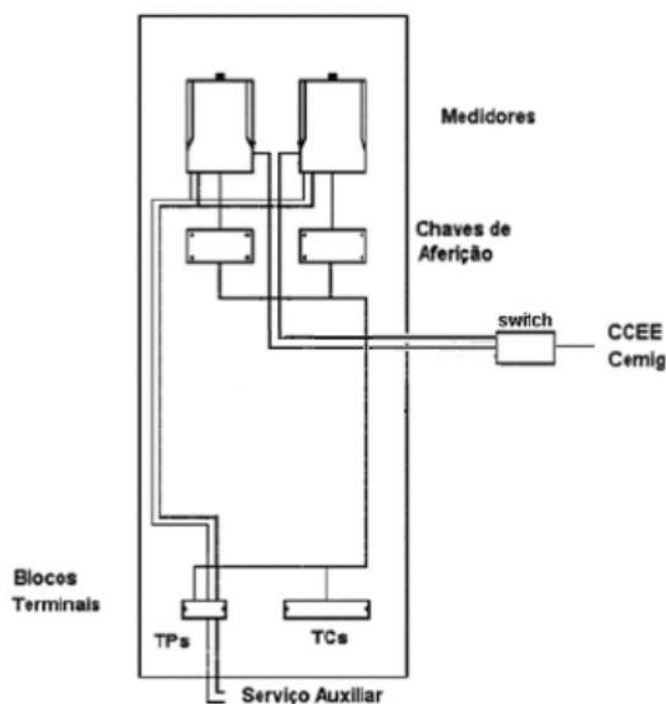
Meio de comunicação com a CCEE: Canal VPN (canal de internet broadband dedicada e com ip fixo) ou Frame Relay, configurado entre a rede do Consumidor e também entre a rede da CCEE e a rede do Consumidor.

Meio de comunicação com a CEMIG: Canal de internet broadband dedicada com ip válido, configurado entre a rede da Cemig e a rede do Consumidor.

- Para faturamento, a faixa de IPs de acesso aos medidores será especificada pela Cemig.
- Para auditoria, a faixa de IPs de acesso aos medidores será especificada pela CCEE.

- Caso os medidores já possuam endereçamento da rede do Consumidor será necessário criar uma NAT para permitir associação dos IPs dos medidores da faixa de IPs fornecida pela Cemig.
- Caso os medidores já possuam endereçamento da rede do Consumidor será necessário criar uma NAT para permitir associação dos IPs dos medidores da faixa de IPs fornecida pela CCEE.
- Alternativamente, caso seja fechada VPN diretamente com a CEMIG é possível, desde que informado previamente à CEMIG, configurar o canal de comunicação para a CCEE fazer auditoria utilizando o mesmo canal VPN.

A figura a seguir ilustra como seria a vista frontal do painel de medição.



Anexo II – Dimensionamento do Nobreak

Para o dimensionamento do nobreak devem-se possuir dados de todas as cargas que o mesmo irá alimentar, bem como as características das baterias do mesmo. É importante dizer que potência especificada no nobreak é a potência máxima da carga a ser alimentada pelo nobreak.

A seguir segue um exemplo de dimensionamento do nobreak. Para dimensionamento mais exato devem-se utilizar os dados das perdas internas do próprio nobreak, entretanto, esta informação nem sempre é de fácil acesso.

Exemplo de cálculo:

Para um nobreak 400VA com uma bateria de 60Ah@12V:

1. A energia máxima que a bateria irá fornecer = $12 \times 60 = 720\text{Wh}$
2. A autonomia do nobreak deverá ser maior ou igual a 100h.
3. $720\text{Wh} / 100\text{h} = 7,2\text{W}$

Concluindo:

Para o nobreak citado fornecer energia por no mínimo 100h a carga não poderá ser superior a 7,2W.

Portanto, para uma carga de 15VA(~15W) o nobreak citado deveria ter acréscimo de mais 02 baterias de 60Ah. Pois:

1. Energia máxima que as baterias irão fornecer = $12 \times 180 = 2160\text{Wh}$
 2. A autonomia do nobreak deverá ser maior ou igual a 100h.
 3. $2160\text{Wh} / 100\text{h} = 21,6\text{W}$
-

Anexo III – PAINEL DE MEDIÇÃO

As figuras abaixo mostram vistas de um painel já montado, neste caso a comunicação se dá é via acesso discado, que só será permitida em caráter excepcional.



Vista frontal

Vista traseira



Anexo II – Dimensionamento do Nobreak

Para o dimensionamento do nobreak devem-se possuir dados de todas as cargas que o mesmo irá alimentar, bem como as características das baterias do mesmo. É importante dizer que potência especificada no nobreak é a potência máxima da carga a ser alimentada pelo nobreak.

A seguir segue um exemplo de dimensionamento do nobreak. Para dimensionamento mais exato devem-se utilizar os dados das perdas internas do próprio nobreak, entretanto, esta informação nem sempre é de fácil acesso.

Exemplo de cálculo:

Para um nobreak 400VA com uma bateria de 60Ah@12V:

1. A energia máxima que a bateria irá fornecer = $12 \times 60 = 720\text{Wh}$
2. A autonomia do nobreak deverá ser maior ou igual a 100h.
3. $720\text{Wh} / 100\text{h} = 7,2\text{W}$

Concluindo:

Para o nobreak citado fornecer energia por no mínimo 100h a carga não poderá ser superior a 7,2W.

Portanto, para uma carga de 15VA(~15W) o nobreak citado deveria ter acréscimo de mais 02 baterias de 60Ah. Pois:

1. Energia máxima que as baterias irão fornecer = $12 \times 180 = 2160\text{Wh}$
 2. A autonomia do nobreak deverá ser maior ou igual a 100h.
 3. $2160\text{Wh} / 100\text{h} = 21,6\text{W}$
-

Anexo III – Painel de Medição

As figuras abaixo mostram vistas de um painel já montado, neste caso a comunicação se dá é via acesso discado, que só será permitida em caráter excepcional.



Vista frontal

Vista traseira



ANEXO 11**Controle de Revisões**

Controle de Revisões			
Revisão	Data	Item/ Página	Descrição das alterações
a	01/03/2016	Capítulo 9	Revisão do Capítulo 9 – Microgeração e Minigeração Aderentes ao Regime de Compensação, em função da Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2015. • Os custos de eventuais ampliações ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída participante do sistema de compensação de energia elétrica passam a fazer parte do cálculo da participação financeira do consumidor. • Retirada a exigência de DSV (Dispositivo de Secionamento Visível) no caso de interligação através de inversores. • Alterada a potência máxima para acessantes do Regime de Compensação de 1 MW para 3 MW (Fontes Hidráulicas) e 5 MW (demais fontes incentivadas) • Alteradas as faixas de potência e requisitos de proteção conforme RN 687. • Detalhados os casos de interligação de fontes incentivadas em consumidores que possuem geração própria (fontes não incentivadas). • Detalhados os casos de interligação de microgeradores em consumidores de média tensão.