



**REGULAMENTO DE INSTALAÇÕES CONSUMIDORAS
FORNECIMENTO EM TENSÃO
IGUAL OU SUPERIOR A 69 kV**

**REQUISITOS MÍNIMOS
PARA PROJETOS DE SUBESTAÇÕES PARTICULARES,
A SEREM CONECTADAS AO SISTEMA DA AES SUL**

1ª Edição
Versão 1.0
JUNHO/2009

SUMÁRIO

REQUISITOS MÍNIMOS	1
1 OBJETIVO	4
2 APRESENTAÇÃO	4
3 NORMAS, ESPECIFICAÇÕES E LEGISLAÇÕES	4
4 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	5
5 CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO	7
5.1 CONTRATO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA	7
5.2 ACORDO OPERATIVO	7
5.3 TENSÃO DE FORNECIMENTO e LIMITE DE DEMANDA	7
5.4 PONTO DE ENTREGA	7
5.5 TENSÃO NOMINAL DE FORNECIMENTO	7
5.6 COMPARTILHAMENTO DE SUBESTAÇÃO	7
5.7 CUSTO PARA FORNECIMENTO	8
6 ESTRUTURA TARIFÁRIA	8
7 FATOR DE POTÊNCIA	8
8 QUALIDADE DA TENSÃO	8
8.1 LIMITES GLOBAIS:	8
9 ACESSO AS INSTALAÇÕES	8
10 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA AES SUL	8
10.1 FREQUÊNCIA	9
10.2 NÍVEL BÁSICO DE ISOLAMENTO	9
10.3 ATERRAMENTO DO NEUTRO	9
10.4 REGULAÇÃO DE TENSÃO	9
10.5 CORRENTE DE FALTA	9
11 REQUISITOS DE PROJETOS DE SUBESTAÇÃO	9
11.1 NORMAS	9
11.2 LINHAS DE SUPRIMENTO	9
11.3 INTERTRAVAMENTOS	10
11.4 POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO	10
11.5 COMPENSAÇÃO DE REATIVOS	10
11.6 CARGAS ESPECIAIS	10
11.7 APRESENTAÇÃO DO PROJETO	10
12 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS	12
12.1 ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS	12
12.2 CHAVES SECCIONADORAS	13
12.3 PÁRA-RAIOS (SUPRESSORES DE SURTOS)	13
12.4 DISJUNTORES	13
12.5 TRANSFORMADORES DE CORRENTE	13
12.6 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL	13
12.7 TRANSFORMADORES DE FORÇA	13
12.8 ISOLADORES	14
12.9 ESTRUTURAS	14
12.10 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS	14
12.11 SISTEMA DE ATERRAMENTO	14
12.12 PROTEÇÃO	15
12.13 INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E COMANDO	15
12.14 SERVIÇOS AUXILIARES	15
13 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO	15
14 MEDIÇÃO DE FATURAMENTO	15
14.1 ESPECIFICAÇÕES GERAIS	15
14.2 TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS	16
14.3 CONDUTORES	17
14.4 ELETRODUTOS	17
14.5 CAIXAS DE PASSAGEM	18
14.6 CUBÍCULO E CAIXA DE MEDIÇÃO	18

15	EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO.....	18
16	COMISSIONAMENTO	18
16.1	PÁRA-RAIOS	18
16.2	DISJUNTOR	18
16.2.1	Disjuntor a óleo	18
16.2.2	Disjuntor SF6.....	18
16.3	SECCIONADOR.....	18
16.4	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL	19
16.5	TRANSFORMADOR DE CORRENTE	19
16.6	TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA.....	19
16.7	BATERIA E RETIFICADOR.....	19
16.8	MALHA-TERRA.....	19
16.8.1	Resistência de aterramento	19
16.8.2	Potencial de toque	19
16.8.3	Potencial de passo	19
16.9	ENSAIO DE TERMOGRAFIA	19
17	RELATÓRIO DE TESTES	20
18	ENERGIZAÇÃO.....	20
19	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20

1 OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos que as unidades consumidoras devem observar para os fornecimentos de energia elétrica cuja tensão de atendimento, definida pela AES Sul, seja igual ou superior a 69 kV.

O objetivo deste trabalho é fornecer subsídios básicos a todos consumidores de subtransmissão, livre ou cativo, quando das solicitações de ligações novas, ampliação de suas estações particulares ou outras, lembrando que são considerados somente os pontos que envolvam interesses comuns entre consumidores, projetistas, fabricantes e a AES SUL.

Os requisitos apresentados são obrigatórios em ampliações necessárias nas subestações da AES Sul e recomendados nas instalações do cliente, com exceção dos itens de Medição de Faturamento que é obrigatório.

2 APRESENTAÇÃO

A AES Sul, a fim de facilitar a realização de projetos de subestações particulares a serem conectadas a seu sistema, está apresentando os requisitos mínimos que devem ser atendidos.

Os requisitos indicados não substituem exigências de entidades governamentais e podem sofrer alterações em qualquer época, independente de prévia comunicação.

Em casos especiais, poderão ser estabelecidos outros requisitos para reforçar os aqui apresentados.

A aprovação do projeto não exime o projetista de sua responsabilidade técnica nem tampouco das obrigações correspondentes.

3 NORMAS, ESPECIFICAÇÕES E LEGISLAÇÕES

Os equipamentos e instalações das subestações dos consumidores deverão seguir os requisitos exigidos pela ABNT e INMETRO. Na ausência de normas específicas daquele órgão, deverão ser obedecidas as últimas edições das normas americanas ANSI, NEC, NEMA e, a critério da AES SUL, as normas da IEC, ou suas próprias.

A prestação de serviço no setor de energia elétrica é regulamentada principalmente através do Decretos nº 41.019 de 26/02/57 e Leis nº 10.438 de 26/04/2002 com alterações introduzidas pela Lei nº 10.762 de 11/11/2003 e regulamentações da ANEEL.

As condições de fornecimento de energia elétrica são estabelecidas e consolidadas através da Resolução nº 456 de 29/11/2000 da ANEEL e legislação superveniente. Para Consumidores livres deverão ser observadas Resolução ANEEL nº 281 de 01/10/1999 e os Decretos nº 4.562 de 31/12/2002 e 5.163 de 22/04/2005.

Quanto à conformidade e a continuidade do fornecimento de energia elétrica devem ser observadas as condições estabelecidas nas Resoluções nºs 505/2001 e 024/2000 da ANEEL, bem como a Resolução 345/08 que aprova os procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional - PRODIST.

Os procedimentos para fixação dos encargos de responsabilidade da concessionária de distribuição de energia elétrica, bem como o cálculo da participação financeira do consumidor, são estabelecidos nas Resoluções nº 250/2007 da ANEEL.

As normatizações e padronizações das atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica estão nos *Procedimentos de Distribuição - PRODIST* da ANEEL.

4 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Entidade privada, sem fins lucrativos, responsável pela normalização técnica no país (Resolução Conmetro 07 de 24/08/1992).

Acordo Operativo - Documento celebrado entre as PARTES que descreve as atribuições e o relacionamento operacional entre as mesmas para fins da conexão, observada a legislação vigente e os Procedimentos de Distribuição - PRODIST da ANEEL.

ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica

ANSI - American National Standard Institute

Barramento - Conjunto de barras de uma subestação de mesma tensão nominal, que permite a conexão dos equipamentos.

Carga - É a caracterização da demanda do sistema, em um determinado ponto de interesse, definida por uma ou mais das seguintes grandezas: demanda de capacidade ou potência ativa, demanda de energia ativa e demanda de energia reativa.

Cargas Especiais - São cargas que podem causar na qualidade da tensão (flutuações, distorções, afundamentos, distorções, etc) como fornos a arco, fornos de indução, motores síncronos ou de indução com potência igual ou superior a 5MW, conversores e/ou retificadores, geradores, sistema de chaveamento por tiristores.

Consumidor - Pessoa física ou jurídica, ou comunitário de fato ou de direito, legalmente representada, que solicitar à concessionária o fornecimento de energia elétrica e assumir a responsabilidade pelo pagamento das faturas e pelas demais obrigações fixadas em normas e regulamentos da ANEEL, assim vinculando-se aos contratos de fornecimento, de uso e de conexão ou de adesão, conforme cada caso nos termos do inciso III, art 2º, da Resolução 456, de 29 de novembro de 2000.

Consumidor cativo - Consumidor a que só é permitido comprar energia do concessionário, autorizado ou permissionário a cuja rede está conectado.

Consumidor livre - É o consumidor que, enquadrado pelos Arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074/95 e pelo Art. 4º da Lei 9.648/98, esteja efetivamente adquirindo energia de um fornecedor que não seja a concessionária de distribuição local.

CCD - Contrato de Conexão ao SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO firmado pela CONTRATANTE com a CONTRATADA, o qual estabelece os termos e condições para a conexão das instalações da CONTRATANTE ao SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO da CONTRATADA, para consumidor livres.

CUSD - Contrato de Uso do SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO firmado pela CONTRATANTE com a CONTRATADA o qual estabelece os termos e condições para o uso do SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO da CONTRATADA, para consumidor livre.

Contrato de Fornecimento - Contrato celebrado com a distribuidora local, o qual remunera integralmente a energia posta à disposição na entrada da instalação do consumidor. Portanto, a ele não pode ser cobrada nenhuma outra taxa (tarifa de conexão e/ou uso da distribuição e/ou transmissão), para consumidor cativo.

Demanda - Potência média, durante o intervalo de tempo de quinze minutos, expressa em quilowatts (kW);

Demanda contratada - Demanda de potência ativa a ser obrigatória e continuamente disponibilizada pela distribuidora no ponto de conexão, verificada por medição e integralizada em intervalos de 15 minutos, com valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em quilowatts (kW).

IEC - 'International Electro-technical Commission'

INMETRO- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

Instalações - Conjunto de partes, elétricas ou não elétricas, necessárias ao funcionamento de um sistema elétrico ou de algum de seus elementos. Usinas, subestações e linhas de transmissão são exemplos de instalação elétrica.

Limites Globais - Valores máximos que podem ser atingidos no sistema, durante a operação, com todas as fontes de perturbação ativadas.

Linhas de Suprimento - Linha de transmissão ou Subtransmissão de energia elétrica que atende as instalações do consumidor.

Linha de Transmissão ou Subtransmissão - Trecho compreendido entre a primeira e a última torre, excluídos os barramentos de entrada das subestações. Linhas de Transmissão para tensão igual ou superior a 230 kV e Linha de Subtransmissão para tensões de 69 kV ou 138 kV.

NEC- National Electrical Code

NEMA - National Electrical Machine Association

PRODIST – Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional. são documentos elaborados pela ANEEL, com a participação dos agentes de distribuição e de outras entidades e associações do setor elétrico nacional, que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica.

Tarifa horo-sazonal azul - A tarifa horo-sazonal azul é a modalidade de fornecimento estruturada para a aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia. Ela é aplicável obrigatoriamente às unidades consumidoras atendidas pelo sistema elétrico interligado, e com tensão de fornecimento igual ou superior a 69 kV.

São os seguintes períodos de tempo dos segmentos Horo-sazonais:

I	Horário de Ponta em Período Seco	(PS);
II	Horário de Ponta em Período Úmido	(PU);
III	Horário Fora de Ponta em Período Seco	(FS);
IV	Horário Fora de Ponta em Período Úmido	(FU);

Para fins do disposto neste subitem:

- Horário de Ponta será o composto por 3 (três) horas diárias consecutivas a serem estabelecidas pela "AES SUL", exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais;

- Horário Fora de Ponta será o conjunto das horas complementares às 3 (três) horas consecutivas citadas no subitem X.1, acrescido do total das horas dos sábados, domingos e feriados nacionais;
- Período Seco será de 7 (sete) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro;
- Período Úmido será de 5 (cinco) meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

5 CARACTERÍSTICAS E CONDIÇÕES GERAIS DE FORNECIMENTO

5.1 CONTRATO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA

Para o fornecimento de energia elétrica ou alterações das condições contratadas, o consumidor deve formalizar o contrato de fornecimento com a AES SUL, de acordo com a legislação vigente. No caso de consumidor livre o Contrato de Fornecimento é substituído pelo CUSD e CCD.

5.2 ACORDO OPERATIVO

Para as subestações particulares serem conectadas no sistema de subtransmissão da AES SUL é necessário a assinatura do Acordo Operativo entre as partes.

5.3 TENSÃO DE FORNECIMENTO e LIMITE DE DEMANDA

Competirá à concessionária estabelecer e informar ao interessado a tensão de fornecimento para a unidade consumidora, com observância dos limites da demanda contratada ou estimada previsto na Legislação vigente.

5.4 PONTO DE ENTREGA

Ponto de conexão da AES SUL com as instalações da unidade consumidora, caracterizando-se como o limite de responsabilidade do fornecimento.

Quando se tratar de linha de propriedade do consumidor, o ponto de entrega situar-se-á na estrutura inicial desta linha;

Nos casos em que o ponto de entrega situa-se dentro da propriedade do consumidor, afastado do limite da via pública, deve ser preservada área de fácil acesso à AES SUL.

5.5 TENSÃO NOMINAL DE FORNECIMENTO

A tensão nominal de fornecimento do sistema elétrico da AES Sul é de 69/138kV – alternada trifásica - 60Hz.

No ponto de entrega a tensão de fornecimento será contratada junto a AES SUL e poderá ser modificada mediante comunicação acordo entre as partes.

5.6 COMPARTILHAMENTO DE SUBESTAÇÃO

A cada consumidor corresponderá uma ou mais unidades consumidoras, no mesmo local ou em locais diversos.

O atendimento a mais de uma unidade consumidora, de um mesmo consumidor, no mesmo local, condicionar-se-á à observância de requisitos técnicos e de segurança da AES SUL.

Poderá ser efetuado fornecimento a mais de uma unidade consumidora do Grupo “A” por meio de subestação transformadora compartilhada, desde que pactuados e atendidos os requisitos técnicos da AES SUL e dos consumidores, e observadas as seguintes condições:

- a) Somente poderão compartilhar subestação transformadora, nos termos acima citados, unidade consumidora do Grupo A, localizadas em uma mesma propriedade e/ou cujas propriedades sejam contíguas, sendo vedada utilização de propriedade de terceiros, não envolvidos no referido compartilhamento, para ligação de unidade consumidora que participe do mesmo.
- b) Não será permitida a adesão de outras unidades consumidoras, além daquelas inicialmente pactuadas, salvo mediante acordo entre os consumidores participantes do compartilhamento e AES SUL.

O compartilhamento, a que se referem os itens acima, poderá ser realizado entre a AES SUL e o consumidor mediante acordo entre as partes.

5.7 CUSTO PARA FORNECIMENTO

A participação financeira da AES SUL e do Consumidor sobre o custo total das obras no sistema elétrico para o atendimento da solicitação, será tratada em conformidade com a legislação vigente.

6 ESTRUTURA TARIFÁRIA

As Unidades consumidoras com fornecimento em tensão 69 ou 138kV serão enquadradas compulsoriamente na estrutura tarifária horo-sazonal azul, subgrupo tarifário A3 ou A2, respectivamente, constituída por tarifas diferenciadas para utilização de energia elétrica em horário de ponta e fora de ponta e períodos do ano – seco e úmido.

7 FATOR DE POTÊNCIA

O fator de potência de referência, indutivo ou capacitivo, da unidade consumidora deve ser mantido dentro do limite mínimo permitido pela legislação vigente.

8 QUALIDADE DA TENSÃO

O controle da qualidade da tensão distribuída pela AES SUL quanto á distorção, flutuação e desequilíbrio, será realizado conforme as recomendações dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico nacional - PRODIST, da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica- Módulo 8 “Qualidade de Energia Elétrica””, bem como os critérios da Resolução 505/01.

8.1 LIMITES GLOBAIS:

Os valores de Referência globais constituem os valores máximos de distorção, flutuação e desequilíbrio de tensão que poderão ocorrer em qualquer barra do Sistema Elétrico, causados pela operação conjunta de todos os consumidores e equipamentos da própria AES SUL.

O cliente conectado ao sistema elétrico que vier a causar a violação destes limites globais deverá tomar ações corretivas no sentido de garantir o atendimento a estes limites.

9 ACESSO AS INSTALAÇÕES

Fica assegurado a AES SUL, a qualquer tempo, o acesso às instalações elétricas de propriedade do cliente, através de seus representantes credenciados, para proceder inspeções nos equipamentos de propriedade da mesma, coleta de dados e/ou informações sobre os assuntos pertinentes ao funcionamento e/ou das instalações diretamente ligadas ao sistema da AES SUL.

10 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA AES SUL

O projeto de subestações deverá ser executado de modo a atender e concordar com as seguintes características do sistema AES SUL.

10.1 FREQUÊNCIA

Todos os equipamentos deverão operar em 60 Hz.

10.2 NÍVEL BÁSICO DE ISOLAMENTO

Os níveis básicos de isolamento do sistema AES SUL, conforme as tensões nominais são os seguintes:

TENSÃO NOMINAL (kV)	69	138
Tensão suportável nominal ao impulso atmosférico kV Crista	350	650

10.3 ATERRAMENTO DO NEUTRO

O neutro do sistema AES SUL é rigidamente aterrado.

10.4 REGULAÇÃO DE TENSÃO

A AES SUL informará a faixa de variação de tensão em condições normais e de emergência.

10.5 CORRENTE DE FALTA

A AES SUL informará a corrente de curto circuito na barra de alimentação da subestação.

11 REQUISITOS DE PROJETOS DE SUBESTAÇÃO

11.1 NORMAS

Os projetos de subestações deverão ser elaborados de acordo com as normas em vigor da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, utilizando-se normas internacionais em suas omissões.

11.2 LINHAS DE SUPRIMENTO

As linhas de suprimentos de subestações particulares não deverão possuir seccionadoras com lâmina de terra. A operação de duas linhas em paralelo fica condicionada à aprovação prévia da AES SUL.

Se a operação em paralelo não for permitida, o consumidor poderá utilizar um sistema de transferência automática que obedeça às seguintes condições:

- a) Os relés de tensão que comandarão a transferência automática deverão ser alimentados por TP's (transformadores de potencial) instalados em uma das fases em cada circuito de alimentação.
Esses TP's deverão estar localizados entre os pára-raios e as seccionadoras de entrada.
- b) A transferência automática só se dará por falta de tensão no circuito de alimentação, desde que haja tensão no outro circuito. Os TP's secundários do transformador principal devem confirmar a falta de tensão.
- c) A operação de ligar o disjuntor só poderá ser iniciada após a conclusão total da operação de desligar do outro disjuntor.
- d) Existência de dispositivos que só permita a transferência com uma temporização variável.
- e) Existência de chave para bloqueio manual do esquema de transferência.

Este sistema deverá ser avaliado e aprovado pela AES SUL.

11.3 INTERTRAVAMENTOS

No projeto das subestações deverão ser previstos intertravamentos, que impeçam a realização de manobras intempestivas que possam resultar riscos para o sistema.

Deverá existir intertravamento elétrico e/ou mecânico entre o seccionador de entrada e o respectivo disjuntor, de modo que o mesmo não possa ser manobrado com o citado disjuntor ligado.

11.4 POTÊNCIA DE CURTO-CIRCUITO

A potência de curto-circuito a ser utilizada no projeto deverá ser no mínimo, a fornecida pela AES SUL, compensada para contemplar a vida útil da instalação, sem superação de componentes e sistemas. Sendo assim, a corrente de curto-circuito a ser considerada no dimensionamento dos diversos componentes deverá ser a máxima que possa ocorrer nos mesmos, prevendo-se uma margem para a expansão do sistema.

11.5 COMPENSAÇÃO DE REATIVOS

Se houver previsão de instalação de compensação de reativos, deverá ser claramente indicado. Deverão ser indicados, também, os elementos produtores de harmônicos que possam produzir condições de ressonância entre a AES SUL e o consumidor.

11.6 CARGAS ESPECIAIS

Quando houver cargas especiais na instalação a AES SUL realizará estudos para determinar a influência dos harmônicos gerados por estes equipamentos no sistema AES SUL.

Deverá ser informado à AES Sul o(s) tipo(s) de carga, número de unidades de cada tipo e a potência total por tipo de carga.

Se os estudos de qualidade realizados pela AES SUL relativos às cargas informadas apontarem a necessidade de instalação de equipamentos de correção ou implementação de ações de mitigação, estas serão de responsabilidade do consumidor.

11.7 APRESENTAÇÃO DO PROJETO

O projeto a ser apresentado à AES Sul será somente aquele que tiver interferência no seu sistema de subtransmissão.

O projeto deverá ser apresentado para aprovação em 3 (três) vias em papel no formato mínimo ABNT A3 e no máximo ABNT A1, com simbologia de acordo com as normas. O projeto "as built" deverá ser apresentado em 1 (uma) via em papel e em 1 (uma) via em mídia eletrônica, com extensão DWG nos desenhos

"Graphic Symbols for Electrical and Electronics Diagrams", IEEE.

"Manual and Automatic Station Control, Supervisory and Associated Telemetering Equipaments", ANSI C.37.2.

a **SE AES SUL ou CEEE (SE de conexão)**

O projeto submetido à apreciação da AES SUL deverá conter os seguintes documentos:

- 1 Memorial Descritivo da instalação;
- 2 Planta de Situação e Localização da subestação atualizada com a ampliação proposta ;
- 3 Planta e Cortes da disposição dos equipamentos na subestação atualizada com a ampliação proposta;
- 4 Rede Aérea da ampliação;
- 5 Detalhes de Instalação dos equipamentos;
- 6 Planta da malha de terra, atualizada com a ampliação proposta;
- 7 Planta das fundações e canaletas, atualizada com a ampliação proposta;
- 8 Fundações dos equipamentos e barramentos;
- 9 Estruturas dos equipamentos e barramentos;

- 10 Diagrama Unifilar completo;
- 11 Diagrama Trifilar;
- 12 Diagramas Funcionais de Comando, Sinalização e Proteção;
- 13 Planta de localização dos equipamentos de medição para faturamento, com indicação da distância dos transformadores de medida, no caso da linha de transmissão ser de propriedade do cliente.
- 14 Desenho do Cubículo de Medição, no caso da linha de transmissão ser de propriedade do cliente;
- 15 Estudo de coordenação da proteção entre o sistema a ser implantado e o sistema da AES SUL.
- 16 Catálogos dos relés.
- 17 Desenhos e catálogos dos equipamentos;
- 18 Cronograma de obras da subestação;
- 19 Anotação de responsabilidade técnica do CREA RS.

As Especificações Técnicas dos equipamentos serão fornecidas pela AES Sul.

b. SE Cliente

- 1 Memorial Descritivo da instalação contendo inclusive o esquema de operação.
- 2 Planta de Situação e Localização da subestação;
- 3 Planta e cortes transversais e longitudinais das estruturas, edifícios e equipamentos com a indicação das dimensões, distâncias e faseamento;
- 4 Diagramas elétricos unifilar e trifilar, indicando os equipamentos e circuitos de controle, intertravamento, proteção e medição.
- 5 Diagramas Funcionais de Comando, Sinalização e Proteção;
- 6 Estudo de coordenação da proteção entre o sistema a ser implantado e o sistema da AES SUL.
- 7 Programa de manutenção preventiva, a periodicidade e os ensaios a serem efetuados por equipamentos da subestação;
- 8 Cronograma de obras da subestação;
- 9 Anotação de responsabilidade técnica do CREA RS.

c. SE Cliente – Medição de Faturamento

- 1 Memorial descritivo do projeto de medição de faturamento;
- 2 Memória de Cálculo do carregamento dos condutores do circuito secundário de medição (transformadores de corrente e potencial);
- 3 Planilha com a lista dos cabos dos circuitos secundários de medição e dos serviços auxiliares;
- 4 Diagrama Unifilar e Trifilar da Medição de Faturamento;
- 5 Planta de localização dos equipamentos de medição para faturamento, com indicação da distância dos transformadores de medida;
- 6 Desenho do cubículo de medição;
- 7 Traçado dos eletrodutos do circuito secundário de medição (Transformadores de Corrente e Potencial);
- 8 Especificação dos materiais a serem instalados no Painel de Medição de Faturamento;
- 9 Esquema unifilar da SE, onde se localizará a medição, mostrando a posição dos TI's, sua interligação aos instrumentos de medição, bem como seus medidores;
- 10 características, tais como exatidão, relações, fator térmico e relação de transformação;
- 11 Esquema trifilar dos circuitos de potencial e de corrente, mostrando as interligações entre os blocos de terminais dos TI's e os painéis ou cubículos de medidores;
- 12 Esquema dos painéis ou cubículos de medidores mostrando a interligação com os circuitos de corrente e de potencial, bem como as ligações dos instrumentos de medição, dispositivos auxiliares e alimentação;

- 13 Desenho dos painéis ou cubículos de medidores apresentando a localização dos instrumentos de medição;

Na apresentação dos projetos, deverão ser entregues 3 (três) cópias dos documentos acima relacionados.

Após análise dos projetos, será devolvida uma cópia ao projetista com uma das seguintes anotações “APROVADO”, “APROVADO COM NOTAS” OU “NÃO APROVADO”

“APROVADO” significa que o documento foi aprovado sem restrições, não havendo necessidade de modificações.

“APROVADO COM NOTAS” significa que o documento foi aprovado mediante a execução das alterações indicadas no mesmo. Após a correção pela projetista, as cópias revisadas deverão ser reapresentadas para análise, sendo aprovado se contiver efetivamente as alterações indicadas.

“NÃO APROVADO” significa que o documento deverá ser refeito, sendo reapresentado para análise.

O projetista deverá encaminhar à AES SUL as documentações onde houver executado alterações, com o mesmo número de cópias da apresentação inicial.

Após a conclusão da obra o projetista encaminhará à AES SUL 1 (uma) cópia dos documentos de projeto como construído e em mídia eletrônica com extensão DWG.

Quando adquirir os equipamentos, o consumidor deverá fornecer à AES SUL todos os relatórios de ensaios relativos ao mesmo.

12 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTOS

12.1 ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS

O quadro a seguir indica os espaçamentos mínimos (em mm) a serem observados:

TENSÃO NOMINAL (kV)		69	138	230	
ESPAÇAMENTOS MÍNIMOS (mm)	CONDUTORES RÍGIDOS	FASE-NEUTRO	700	1350	2300
		FASE-FASE (centro a centro)	1520	2500	4000
	CONDUTORES FLEXÍVEIS	FASE-NEUTRO	800	1700	2500
		FASE-FASE (centro a centro)	1750	3000	5500
	PARTES ENERGIZADAS AO SOLO		3500	4500	5500
	ISOLADORES (extremidade sem tensão ao solo)		2500	2500	2500
	PONTOS DE ANCORAGEM DE SOLO		9000	12000	16000
ALTURA DE BARRAMENTOS FLEXÍVEIS		6000	9000	12000	

12.2 CHAVES SECCIONADORAS

A corrente nominal das chaves seccionadoras deverá ser, pelo menos, igual aos valores indicados no quadro a seguir:

TENSÃO NOMINAL (kV)	CORRENTE NOMINAL (A)
69	800
138	800
230	1200

12.3 PÁRA-RAIOS (SUPRESSORES DE SURTOS)

Os pára-raios (supressores de surtos) instalados na chegada das linhas de transmissão deverão ser para serviço pesado com corrente nominal de escoamento de 10.000 Apico com onda de 8 x 20 microssegundos. No caso em que o consumidor queira reduzir os níveis de isolamento a impulso atmosférico de algum equipamento, deverá apresentar o estudo de coordenação de isolamento completo (gráfico, critérios, equipamentos de proteção, distâncias de proteção, etc).

12.4 DISJUNTORES

Os disjuntores deverão ser determinados para proteger a instalação e a capacidade de ruptura simétrica de acordo com o quadro abaixo:

TENSÃO NOMINAL (kV)	CORRENTE NOMINAL MÍNIMA (A)	CAPACIDADE MÍNIMA (MVA)
69	1250	2500
138	1250	5000
230	2000	10000

Não será permitida a utilização de disjuntor, com seccionadora incorporada.

12.5 TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Os transformadores de corrente poderão ser do tipo enrolado, instalados imediatamente antes do disjuntor de entrada.

A corrente secundária deverá ser 5 Ampéres. O secundário de proteção deverá possuir classe de precisão 10, apresentar fator térmico mínimo de 1,2 e tensão secundária (de saturação) compatível com as cargas a suprir.

Os transformadores de corrente destinados a medição de faturamento deverão ser exclusivos para alimentar os equipamentos desta Concessionária, e estarem em acordo com item 14.1 deste documento.

12.6 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Sugerimos a instalação, entre os pára-raios e os seccionadores de entrada, de um transformador de potencial, que servirá para indicar a tensão de alimentação da estação e para supervisão de tensão nos esquemas de transferências mencionados no item 11.2 deste documento.

Os transformadores de potencial destinados a medição de faturamento deverão ser exclusivos para alimentar os equipamentos desta Concessionária, e estarem em acordo com item 14.1 deste documento.

12.7 TRANSFORMADORES DE FORÇA

Os transformadores com tensões primárias de 69 kV e 138 kV, ligados em estrela com o neutro acessível em tensão superior, deverão apresentar o nível de isolamento do neutro igual ao das fases. Os transformadores com tensão primária de 230 kV, ligados em estrela com o neutro

acessível em tensão superior, deverão possuir os neutros com nível de isolamento igual ao das fases, extraído através de buchas de classe 145 kV, no mínimo.

Recomenda-se que os transformadores possuam comutação de derivação sob carga, para permitir uma regulação adequada.

Após a aquisição dos transformadores de força deverá ser fornecido os dados de placa à AES Sul.

12.8 ISOLADORES

Os isoladores utilizados deverão ser de vidro temperado, cerâmica vitrificada ou de material polimérico. Os isoladores de disco deverão possuir 25mm de diâmetro. O número de isoladores deverá ser pelo menos igual ao indicado no quadro abaixo:

TENSÃO NOMINAL (kV)	N.º DE ISOLADORES PARA ANCORAGEM	N.º DE ISOLADORES PARA SUSPENSÃO	ISOLADORES DE APOIO (NEMA)
69	6	5	2 X TR 140
138	10	9	4 X TR 140
230	18	16	6 X TR 140

Quando a instalação for em zona litorânea, zona com concentração de solventes ou com elevado grau de poluição, o projetista deverá determinar através de cálculo a quantidade mínima de isoladores a serem utilizados.

12.9 ESTRUTURAS

As estruturas suportes deverão ser em aço galvanizado, concreto ou outro material aprovado pela AES SUL.

As trações mínimas por condutor do circuito e por cabo pára-raios, para fins de cálculo das estruturas, estão indicados a seguir:

TENSÃO NOMINAL (kV)	TRAÇÃO DOS CONDUTORES (kgf)	TRAÇÃO DOS CABOS PÁRA-RAIOS (kgf)
69	650	360
138	800	450
230	1500	500

12.10 PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A subestação deverá ser protegida contra descargas atmosféricas através de cabos pára-raios e de hastes, de sorte a interceptar todas as correntes produzidas pelas descargas atmosféricas, superiores àquelas que produzam disrupção nos isolamentos.

12.11 SISTEMA DE ATERRAMENTO

A rede de terra deverá ser construída de condutores de cobre com bitola mínima de 70 mm².

A rede de terra deverá estar enterrada a uma profundidade mínima de 0,50m

Todos os componentes metálicos, neutro de transformadores, aterramento de pára-raios, cercas, etc. deverão ser ligados à rede de terra com condutores de cobre com bitola mínima de 70 mm². Os potenciais produzidos nas cercas metálicas, deverão ser avaliados de sorte a definir se esta será ligada ou não à rede de terra da subestação, ou se possuirá um aterramento independente da rede de terra principal.

As medidas de resistividade do solo deverão ser realizadas com tempo seco e, preferencialmente através do método Wenner, em direções ortogonais, com os bastões enterrados à mesma

profundidade, alinhados e igualmente espaçados. O número mínimo de direções a serem medidas é de 8 (oito).

12.12 PROTEÇÃO

A subestação deverá ser protegida por pelo menos 1 (um) relé trifásico secundário microprocessado com as seguintes funções: sobrecorrente de fase (50/51), de neutro (50N/51N), subtensão (27) e sobretensão (59).

A cada disjuntor de entrada deverá corresponder um conjunto de relés.

12.13 INSTALAÇÕES DE PROTEÇÃO E COMANDO

Os equipamentos de sinalização, proteção, comando e supervisão deverão ser instalados em painéis metálicos, assim como os demais equipamentos de instalação interna e os serviços auxiliares.

12.14 SERVIÇOS AUXILIARES

Os serviços auxiliares de corrente alternada deverão, preferencialmente, possuir um transformador com enrolamento primário em triângulo e enrolamento secundário em estrela, com tensão primária igual à tensão secundária do transformador de força. A tensão secundária deverá ser, preferencialmente, 127/220 V.

Os serviços auxiliares de corrente contínua deverão ter, preferencialmente, tensão nominal de 125 Vcc, 150 Ah de autonomia. As capacidades do retificador e das baterias deverão ser compatíveis com as cargas a alimentar. O ciclo de descarga deverá ser estabelecido de forma compatível com a instalação. Deverá ser previsto um alarme para tensão mínima igual a 90% da tensão adotada.

13 SISTEMA DE COMUNICAÇÃO

Dependendo do porte da subestação, poderá ser exigida a instalação de um sistema de comunicação entre a mesma e o Centro de Operação da AES SUL. A AES SUL poderá exigir do projetista estudos que visem tornar o sistema de comunicação imune a interferências eletromagnéticas.

14 MEDIÇÃO DE FATURAMENTO

Os requisitos abaixo são aplicáveis para consumidores cativos. Para consumidores livres, o sistema de medição de faturamento deverá seguir as instruções contidas no documento *Procedimentos para implantação da Medição de Clientes Livres e Geradoras* da AES Sul.

14.1 ESPECIFICAÇÕES GERAIS

- 1 Devem ser instalados em painéis ou cubículos exclusivos, localizados nas salas de comando das subestações (SE), ou em abrigos apropriados próximos aos transformadores para instrumentos (TI), no caso de subestações sem prédio de comando, nos quais devem ser instalados os medidores;
- 2 Devem ter os circuitos secundários de corrente e potencial aterrados em um único ponto por circuito, o qual deve estar o mais próximo possível do local de instalação dos TI's. Nesses circuitos os condutores de retorno devem ser independentes;
- 3 Devem ter os painéis ou cubículos de medição aterrados diretamente na malha de terra da subestação;
- 4 Devem ter caixa de junção dos transformadores de corrente (TC) com dispositivo para lacrar os pontos de acesso aos circuitos da medição;
- 5 Devem ter caixa de junção dos transformadores de potencial (TP) com dispositivo para lacrar os pontos de acesso aos circuitos da medição;
- 6 Devem possuir dispositivos (chaves de aferição e blocos com terminais apropriados), que possibilitem curto-circuitar e aterrar os secundários dos TC's, possibilitem conectar instrumentos para ensaios individuais por circuito e permitam manutenção, calibração dos

- medidores, e ensaios na cabeção interna dos painéis, sem necessidade de desligamento dos circuitos;
- 7 Devem ter garantia de inviolabilidade, através da colocação de lacres mecânicos pela concessionária de energia;
 - 8 Alimentação dos medidores através de tensão DC, ou tensão secundária do circuito medido, com dispositivo de transferência automática, no caso de falta, para uma alimentação ininterrupta. Para a tensão DC poderá ser aceito um no-break de 48 horas.

14.2 TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS

Os transformadores para instrumentos destinados à medição poderão ser fornecidos pelo consumidor e posteriormente indenizados pela AES SUL, ou fornecidos diretamente pela AES SUL dependendo de sua disponibilidade.

A indenização dos valores destes transformadores de instrumento será efetuada com a restituição dos valores pagos, comprovados por notas fiscais, corrigidos pelo Índice de Preços ao Consumidor Ampliado – IPCA, entre a energização e o efetivo pagamento, no prazo de até 3 (três) meses após a energização das instalações da unidade consumidora, em espécie ou outra forma escolhida de comum acordo entre as partes.

A localização dos mesmos será logo após o(s) disjuntor (es), a partir da chegada das linhas de suprimento.

Os mesmos alimentarão exclusivamente os medidores, devendo ser previstos 3(três) transformadores de corrente e 3(três) transformadores de potencial. Os terminais secundários deverão possuir dispositivos de lacre, assim como os terminais primários de transformadores de correntes religáveis.

Os transformadores de corrente deverão possuir relações padronizadas pela ABNT e as características a seguir:

TRANSFORMADORES DE CORRENTE					
CARACTERÍSTICA	13,8 kV	23 kV	69 kV	138 kV	230 kV
Tensão Máxima (kV)	15	25	72	145	242
Corrente Primária Nominal (A)	Dimensionar conforme capacidade instalada / curva de carga				
Corrente Secundária Nominal (A)	5				
Fator Térmico (%)	1,2				
Corrente Térmica Nominal (1s)	50 x In				
Corrente Dinâmica Nominal (0,1s)	2,5 x In				
Nível de Isolamento (kV)	34/110	50/150	140/350	275/650	395/950
Quantidade de Secundários	1 (um) exclusivo para Medição de faturamento				
Polaridade	Subtrativa				
Exatidão (mínima)	0,3C25	0,3C25	0,3C50	0,3C50	0,3C50
Material Isolante	Resina			Resina ou Óleo	
Uso	Interno/Externo		Externo		
Conformidade Metrológica	NBR 6856/92				
Caixa de Terminais Secundários	caixa exclusiva para o secundário de faturamento lacrável				

Os transformadores de potencial deverão ser ligados em estrela com neutro solidamente aterrado, sendo vedada a instalação de fusíveis no secundário. Deverão apresentar as características relacionadas a seguir:

TRANSFORMADORES DE POTENCIAL					
CARACTERÍSTICA	13,8 kV	23 kV	69 kV	138 kV	230 kV
Tensão Máxima (kV)	15	25	72	145	242
Tensão Primária Nominal (kV)	$13,8\sqrt{3}$	$23\sqrt{3}$	$69\sqrt{3}$	$138\sqrt{3}$	$230\sqrt{3}$
Tensão Secundária Nominal (V)	115				
Relação Nominal	70:1	120:1	350:1	700:1	1200:1
Fator de Sobreensão Contínua	1,15				
Grupo de Ligação	2				
Nível de Isolamento (kV)	34/110	50/150	140/350	275/650	395/950
Potência Térmica (VA, mínima)	500	500	500	500	1000
Quantidade de Secundários	1 (um) exclusivo para Medição de faturamento				
Polaridade	Subtrativa				
Exatidão (mínima)	0,3P75	0,3P75	0,3P75	0,3P75	0,3P200
Material Isolante	Resina			Resina ou Óleo	
Uso	Interno/Externo		Externo		
Conformidade Metrológica	NBR 6855/92				
Caixa de Terminais Secundários	caixa exclusiva para o secundário de faturamento lácravel				

14.3 CONDUTORES

Os condutores de interligação dos transformadores de instrumentos aos painéis de indicação deverão ser do tipo blindados, com isolamento mínimo de 1 kV, blindagem metálica por fita de cobre nu ou malha de cobre, identificação das veias por números, do tipo não propagante de chama, suportar temperaturas de até 100°C e ser inalterável na presença de umidade.

A bitola dos condutores deverá ser determinada de acordo memória de cálculo de condutores, sendo no mínimo as seções abaixo:

Distância entre transformadores de instrumentos e painéis de medição	Bitola mínima dos condutores TC	Bitola mínima dos condutores TP
até 25 m	4 mm	2,5 mm
entre 25 e 50 m	6 mm	4 mm
acima de 50 m	a ser definida por memória de cálculo	a ser definida por memória de cálculo

Os condutores não poderão ser seccionados por chaves, conectores ou réguas de contato, a partir da caixa de interligação instalados na fase central dos Transformadores de Corrente e Transformadores de Potencial.

Cada transformador deverá ser ligado ao painel de medição por 2(dois) condutores singelos ou por 1(um) cabo múltiplo de 2(dois) condutores.

14.4 ELETRODUTOS

Os condutores deverão ser instalados em eletrodutos rígidos de aço carbono galvanizado a fogo, tipo pesado, podendo ser utilizado eletroduto de PVC (Cloro de Polivinila), com bitola mínima de 50,4 mm (2") desde o secundário dos transformadores de instrumentos até o painel de medidores.

Nas curvas de 90° deverão ser instalados caixas de ligação de alumínio com dispositivo de lacre na tampa.

Quando o eletroduto for instalado em canaleta, deverá ser a prova de inundação. Formas diferentes de instalação serão estudadas individualmente.

14.5 CAIXAS DE PASSAGEM

Para cada conjunto de TP ou TC, deverá ser adquirida e instalada pelo consumidor, uma caixa de passagem de alumínio fundido, grau de proteção conforme NBR para instalação ao tempo.

Deverão ser próprias para instalação ao tempo e dispor de ponto para colocação de selo de lacre.

14.6 CUBÍCULO E CAIXA DE MEDIÇÃO

Em subestações com prédio de comando o quadro de medição poderá estar contido no painel, desde que seja compartimentado e previsto uma seção com dimensionamento adequado para a instalação do mesmo, dotada de porta com dispositivo de lacre. Se houver algum outro ponto de possível acesso, estes também deverão ter dispositivos para lacre.

Em subestações sem prédio de comando, deverá ser instalado um cubículo de medição, conforme RIC de MT.

15 EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO

A execução das instalações da subestação deverá atender às instruções apresentadas e ao projeto previamente aprovado pela Concessionária.

A citada execução deverá ser de responsabilidade de uma firma ou profissional, atendendo às condições técnicas e de segurança.

16 COMISSIONAMENTO

A realização do comissionamento na subestação é de responsabilidade do Cliente. A AES Sul poderá participar ou não, dependendo de sua deliberação, e deverá ser comunicada com 15 (quinze) dias de antecedência. Deverá ser fornecido 10 (dez) dias da data da conclusão das obras 1 (uma) via do Relatório de testes de campo dos equipamentos e da malha-terra contendo no mínimo, os seguintes ensaios:

16.1 PÁRA-RAIOS

Resistência de isolamento

16.2 DISJUNTOR

Resistência elétrica de contato

Resistência de isolamento

Simultaneidade de fechamento e abertura dos contatos (com oscilógrafo)

16.2.1 Disjuntor a óleo

Ensaio no óleo isolante

Ensaio com analisador de percurso

Fator de potência

16.2.2 Disjuntor SF6

dew point do SF6

16.3 SECCIONADOR

Resistência elétrica de contato

16.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIAL

Relação de transformação
Fator de potência
Resistência de isolamento
Resistência elétrica dos enrolamentos

16.5 TRANSFORMADOR DE CORRENTE

Relação de transformação
Fator de potência
Fator térmico
Resistência de isolamento
Polaridade
Resistência elétrica dos enrolamentos
Excitação

16.6 TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

Relação de transformação
Fator de potência
Resistência de isolamento
Resistência elétrica dos enrolamentos
Análise físico-química do óleo isolante
Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante

16.7 BATERIA E RETIFICADOR

Tensão e densidade por elemento
Tensão de flutuação e alarmes do retificador

16.8 MALHA-TERRA**16.8.1 Resistência de aterramento**

- Método da queda de potencial - conforme IEEE-81

16.8.2 Potencial de toque

- na cerca, nas quinças e ao longo, em pelo menos um ponto de cada lado.
- nos portões metálicos, nas situações aberto e fechado, dentro e fora da subestação.
- na estrutura do(s) transformador (es) de potência, disjuntor(es) e dispositivos de comando/acionamento [mínimo de 2 (dois) toques]
- no vértice da malha em pontos diametralmente opostos
- perpendicular externo à malha-terra no mínimo em 4 (quatro) direções diferentes com variações de metro a metro [mínimo de 6 (seis)]

16.8.3 Potencial de passo

- em pelo menos 2 (duas) quadrículas (potencial de malha)
- em 4 (quatro) pontos distintos internamente à malha
- junto ao(s) transformador(es) de potência, disjuntor(es) e dispositivos de comando/acionamento [mínimo de 2 (dois) passos]

Para as medições na malha-terra deverá ser injetada corrente senoidal fornecida por um gerador independente, com todo o sistema elétrico desligado.

16.9 ENSAIO DE TERMOGRAFIA

No prazo de 15 (quinze) a 30 (trinta) dias após a energização da subestação, deverá ser realizado um ensaio termográfico e os resultados encaminhados a AES Sul para análise.

17 RELATÓRIO DE TESTES

O relatório de testes mencionado deverá ser aprovado e assinado pelo responsável técnico do consumidor, constando o número do registro do CREA, acompanhado de um parecer conclusivo sobre os resultados dos ensaios elétricos realizados, comparando-se com os valores admitidos pelo fabricante dos equipamentos.

No caso de modificação da subestação em que envolva ampliação ou substituição de equipamentos, deverá também ser fornecido à AES SUL, o relatório de testes dos novos equipamentos, conforme orientação do item 15.

18 ENERGIZAÇÃO

Concluída a inspeção final às instalações da nova subestação, no prazo de no máximo 15 (quinze) dias será programada a energização, cuja data dependerá dos ajustes com as diversas áreas relacionadas, inclusive com outros consumidores ligados na mesma linha de alimentação.

19 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os requisitos apresentados nas páginas anteriores resultam da experiência da AES SUL em projetos de subestações, tendo-se verificado que quando as subestações são projetadas de acordo com os mesmos, apresentam desempenhos operacionais satisfatórios.