

ÍNDICE

Lista de Siglas	4
1 OBJETIVO	5
2 INFORMAÇÕES GERAIS.....	5
3 DEFINIÇÕES	5
4 REQUISITOS GERAIS DO FORNECIMENTO	6
5 REQUISITOS TÉCNICOS DO SAS.....	7
5.1 Requisitos Gerais.....	7
5.2 Dimensionamento.....	8
5.3 Condições de Climatização	9
5.4 Requisitos de Confiabilidade.....	10
5.5 Requisitos de Desempenho	10
5.6 Requisitos de Disponibilidade.....	11
5.7 Níveis Hierárquicos de Controle	11
5.8 Comunicação/Protocolos.....	12
5.9 Equipamentos, Acessórios e Materiais necessários à integração/interligação	14
5.10 <i>Softwares</i>	14
5.11 Sistema SCADA.....	15
6 REQUISITOS DE SUPERVISÃO E CONTROLE.....	15
6.1 Geral	15
6.2 Funções de Supervisão e Controle	16
6.3 Requisitos Complementares	18
7 REQUISITOS DOS COMPONENTES DO SAS	18
7.1 Unidade Central de Controle (UCC)	18
7.2 Switches	20
7.3 Medidores para alimentadores.....	23
7.4 Medidor de Consumo Próprio (MCP)	24
7.5 Conversores	24
7.6 Terminal Server.....	24
7.7 Dispositivo de controle de tensão (supervisor de paralelismo de transformadores).....	26
7.8 Cabos de comunicação	26
7.9 Demais componentes.....	27
8 REQUISITOS DE PROTEÇÃO.....	27
8.1 Requisitos Gerais.....	27
9 PAINÉIS	28
9.1 Painel de Proteção e Controle.....	28
9.2 Painel de Medição	29
9.3 Painel de Telecom	29
9.4 Características Gerais dos Painéis.....	29
10 REQUISITOS PARA AQUISIÇÃO DE OSCILOGRAFIA	30
10.1 Requisitos gerais.....	30
11 REDE DE ENGENHARIA PARA ACESSO AOS DISPOSITIVOS DO SAS	30
11.1 Requisitos gerais.....	30
12 REQUISITOS COMPLEMENTARES DO FORNECIMENTO.....	31
12.1 Normas e Especificações Técnicas Aplicáveis.....	31
12.2 Documentação.....	32
12.3 Treinamento.....	34
12.4 Treinamento convencional	34
12.5 Treinamento <i>Hands on</i>	35
12.6 Peças Sobressalentes	36
12.7 Ferramentas Especiais	36
12.8 Garantia	36
12.9 Ensaios de Tipo	36
12.10 Ensaios de rotina	36
12.11 Dados técnicos e características técnicas garantidas.....	36

12.12	Testes de Aceitação em Fábrica (TAF) e Testes de Aceitação em Campo (TAC)	37
Anexo A.	Arquiteturas Orientativas	42
	Subestação Compacta Integrada 138 kV – 13,8 kV – 15 MVA	43
	Subestação Compacta Integrada 138op69 kV – 13,8 kV – 15 MVA	44
	Subestação Compacta Integrada 138 kV – 23 kV – 15 MVA	45
	Subestação Compacta Integrada 138 kV – 34,5 kV – 25 MVA	46
	Subestação Compacta Integrada 34,5 kV – 13,8 kV – 10 MVA	47
Anexo B.	Lista de Pontos para Sistema de Oscilografia	48
	1. Canais Analógicos	49
	2. Canais Digitais	49
Anexo C.	Documento de interoperabilidade (profile) do protocolo IEC 60870-5-101	50
	Interoperability	52
	Network configuration	52
	Physical layer	52
	Link layer	53
	Application Layer	53
	Basic application functions	56
Anexo D.	Checklists das atividades de Pré-TAF e TAF	58
	Checklist 1	59
	Checklist 2	60
	Checklist 3	61
	Checklist 4	62
	Lista de equipamentos do SAS	63

Lista de Siglas

AT	Alta Tensão
BT	Baixa Tensão
COD	Centro de Operação da Distribuição
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIP	Dados e Informações para Projeto
DUB	Diagrama Unifilar Básico
ERAC	Esquema Regional de Alívio de Cargas
ET	Especificação Técnica
GGIO	Generic Input and Output
GIS	Gas Insulated Switchgear
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Events
HD	Hard Disk
ICMP	Internet Control Message Protocol
IED	Intelligent Electronic Devices
IGMP	Internet Group Management Protocol
IP	Internet Protocol
IRF	Internal Relay Fail
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Cristal Display
LD	Linha de Distribuição
LT	Linha de Transmissão
MCP	Medidor de Consumo Próprio
MT	Média Tensão
NTP	Network Time Protocol
PIT	Plano de Inspeção e Testes
ROD	Rede Operativa de Dados
SECI	Subestação Compacta Integrada
SAS	Sistema de Automação de Subestações
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SCL	System Configuration Language
SE	Subestação
SOE	Sequência de Operação e Eventos
TAC	Testes de Aceitação em Campo
TAF	Testes de Aceitação em Fábrica
UAD	Unidade de Aquisição de Dados
UCC	Unidade Central de Controle
UTR	Unidade Terminal Remota
VCC	Tensão Corrente Contínua
VLAN	Virtual Local Area Network
WAN	Wide Area Network

1 OBJETIVO

- 1.1.1 Esta Especificação Técnica (ET) descreve os requisitos funcionais básicos para o fornecimento de um Sistema de Automação de Subestações (SAS) para Subestações Compactas Integradas (montadas em chassi) - SECI.
- 1.1.2 Entende-se por Subestações Compactas Integradas aquelas que possuem vários equipamentos e sistemas montados em uma única plataforma metálica (chassi), podendo se destacar os seguintes componentes:
- a) **Seção de entrada de alta tensão:** um painel com chave de 34,5 kV e disjuntor em SF6 ou um módulo híbrido simples de 138 kV – MMHC, para proteção do transformador. Opcionalmente, pode ser instalado um conjunto de manobra GIS para uso externo em substituição ao módulo híbrido de 138 kV;
 - b) **Transformador de potência convencional com comutador de derivações em carga (CDC);**
 - c) **Seção de saída de média tensão:** Painel com disjuntor geral e chaves interruptoras tripolares em SF6;
 - d) **Equipamentos de proteção, controle, rádio para telecomunicação, serviços auxiliares e medição, instalados em painéis montados sobre o chassi.**

2 INFORMAÇÕES GERAIS

- 2.1.1 Complementam esta especificação os documentos do edital de licitação com as características básicas da(s) subestação(ões), tais como: DUB (Diagrama Unifilar Básico), Estudo Básico de Funções de Proteção, DIP (Dados e Informações para Projeto), etc..
- 2.1.2 Deve ser observado que as funções e equipamentos descritos nesta especificação representam requisitos mínimos necessários ao SAS a ser proposto para a subestação, não se limitando necessariamente aos mesmos. De forma alguma, o apresentado poderá ser utilizado para justificar falhas ou deficiências no fornecimento a ser contratado.
- 2.1.3 Esta especificação técnica deve ser atendida em conjunto com as especificações e demais documentos aqui referenciados.
- 2.1.4 São apresentadas anexas a esta especificação as arquiteturas orientativas para o SAS (ANEXO A), uma lista mínima de pontos para o sistema de oscilografia (ANEXO B), o documento de interoperabilidade (profile) do protocolo IEC 60870-5-101 para o SCADA utilizado pela CEMIG D (ANEXO C) e exemplos de checklists de atividades a serem realizadas durante o TAF, TAC e comissionamento (ANEXO D).

3 DEFINIÇÕES

- 3.1.1 O SAS deve ser entendido como o conjunto de equipamentos e acessórios (*hardware*), programas internos e de comunicação (*software*), além de funcionalidades especificadas a serem implementadas, necessárias ao funcionamento integrado da subestação (SE).
- 3.1.2 Entende-se por integração a inclusão de um dispositivo ou equipamento no SAS, podendo ser a combinação de produtos diferentes de diferentes fabricantes, criando um sistema completo para disponibilização e acesso aos dados, sem perda de informações ou geração de quaisquer outros problemas de operação.

- 3.1.3 Entende-se por interligação a ligação física entre os componentes do sistema, através de cabos e conversores de mídia e/ou meio, se necessários.
- 3.1.4 O *Workstatement* é o documento que, em conjunto com esta especificação, com os documentos referenciados no edital de licitação e com a proposta do fornecedor, define os procedimentos e a filosofia de operação para a elaboração do projeto elétrico e o fornecimento completo do SAS.
- 3.1.5 Entende-se por Rede Operativa de Dados (ROD) a rede de dados Ethernet utilizada para atendimento a demandas operativas, como comunicação com o Centro de Operação da Distribuição (COD), comunicação com relés de proteção, sistemas de análise de perturbação e oscilografia, religadores, sistemas de medição, etc..
- 3.1.6 Entende-se por equipamentos da ROD o(s) switch(es), roteador e firewall instalados no painel de Telecom para interface com a Rede Operativa de Dados da CEMIG.
- 3.1.7 Entende-se por medição de controle toda medição utilizada para fins de operação como: corrente, tensão, TAP, nível de óleo, contador de operações etc..

4 REQUISITOS GERAIS DO FORNECIMENTO

- 4.1.1 O SAS deve garantir a integração entre os IEDs da SE (relés de proteção, UCC, religadores, multimedidores, etc.) e também a aquisição, supervisão de dados e controle de equipamentos não integrados via protocolo ao SAS e essenciais para a operação da SE.
- 4.1.2 O SAS deve abranger todas as funções de supervisão (sinalização e medição), de controle (seleção e comando), de proteção e de registro digital de perturbações, necessárias à completa operação da SE tanto localmente como via COD (Centro de Operação da Distribuição).
- 4.1.3 Os religadores das saídas de MT (Média Tensão), instalados na área externa da SECI, serão fornecidos pela CEMIG.
- 4.1.4 O equipamento de manobra do banco de capacitores (religador ou disjuntor, no caso da SECI 138kV-23kV de 15MVA), instalado fora do chassi da SECI, também será fornecido pela CEMIG.
- 4.1.5 A integração e interligação dos componentes do SAS são de responsabilidade do fornecedor, com as seguintes exceções:
 - a) os serviços relacionados à integração da medição de alimentadores são de responsabilidade da Cemig, devendo seguir item específico desta especificação;
 - b) a interligação dos religadores das saídas de MT e do equipamento de manobra do banco de capacitores à SECI é de responsabilidade da Cemig.
- 4.1.6 A integração das informações do equipamento de manobra do banco de capacitores (religador ou disjuntor) é responsabilidade do fornecedor.
- 4.1.7 Os religadores das saídas de MT serão integrados diretamente ao SCADA do COD, utilizando a infraestrutura da SECI. O SAS deve prever as interfaces e equipamentos necessários para permitir essa integração.
- 4.1.8 Os equipamentos da ROD (switch, roteador, firewall) fazem parte do escopo de telecomunicações da SECI.

- 4.1.9 Todos os componentes e materiais necessários para interligação e integração dos componentes do SAS, incluindo a interligação do SAS aos equipamentos da ROD, mesmo os não citados nesta especificação, fazem parte do escopo de fornecimento.
- 4.1.10 Faz parte do escopo os serviços e materiais para a interligação entre os equipamentos do SAS e os equipamentos da ROD (switch, roteador, firewall) instalados no painel de telecomunicações da subestação.
- 4.1.11 A configuração e parametrização do SAS e de seus componentes (UCC, relés de proteção, switches, etc.) são de responsabilidade do proponente, devendo seguir os requisitos técnicos definidos pela CEMIG.
- 4.1.12 O fornecedor deve marcar reuniões técnicas com a CEMIG para a elaboração do documento de *Workstatement*. Neste documento devem constar todas as características do fornecimento (equipamentos, serviços, garantias, etc.), incluindo a arquitetura detalhada, os componentes do SAS (com definição de fabricantes, modelos e quantidades) e o descritivo funcional da solução, atendendo a todos os requisitos técnicos especificados, baseando-se nos documentos do edital.

5 REQUISITOS TÉCNICOS DO SAS

5.1 Requisitos Gerais

- 5.1.1 A arquitetura proposta para o SAS deve atender aos requisitos da norma IEC 61850.
- 5.1.2 Todos os equipamentos que compõem o SAS devem, obrigatoriamente, utilizar tecnologia digital e microprocessada.
- 5.1.3 Todos os equipamentos do SAS devem possuir requisitos de segurança, como protetores de surto ou isoladores óticos, para que, mesmo na presença de surtos externos ou internos aos painéis, não ocorram operações indevidas devido às características físicas e elétricas desses equipamentos.
- 5.1.4 O SAS deve possuir interfaces que permitam a operação da SE em todos os seus níveis (local e remoto), em toda a sua funcionalidade, e com supervisão simultânea do COD.
- 5.1.5 Os serviços de fornecimento dos dados de oscilografia e acesso remoto aos IEDs devem ser disponibilizados utilizando os mesmos recursos da rede IEC61850, onde aplicável.
- 5.1.6 O SAS a ser fornecido deve:
 - a) Permitir sincronização através do COD (SCADA centralizado), via protocolo IEC 60870-5-101, de tal forma que todos os equipamentos digitais microprocessados (relés de proteção, UCC, etc.) trabalhem sincronizados em tempo real;
 - b) A UCC, sincronizada pelo COD (SCADA centralizado), deve ser capaz de sincronizar, via rede IEC 61850, todos os dispositivos e equipamentos da rede IEC 61850
 - c) Possuir conexão com os equipamentos da ROD e o canal de comunicação da subestação para permitir a operação remota pelo COD;
 - d) Possuir conexões para os demais serviços de engenharia previstos nesta especificação (religadores, medição, rede de engenharia, etc.), bem como todos os recursos de *hardware*, *software* e serviços necessários para esta interligação;
 - e) Prever o fornecimento dos equipamentos (*switches*, conversores, etc.) e dos materiais necessários para interligação do SAS à ROD;

- f) Em casos específicos, devem ser fornecidos, para comunicação com o COD e com a ROD, conversores serial/ethernet ou outros componentes similares necessários e identificados durante o projeto executivo;
 - g) Possuir rotinas de autodiagnóstico com sinalização de defeito local ou de falha automática enviada para o nível hierárquico superior;
 - h) Possuir conexões para interligação e integração com os medidores de alimentadores nas saídas de MT e medidor de consumo próprio;
 - i) Possuir conexões para interligação e integração com os religadores das saídas de MT.
- 5.1.7 Na proposta técnica, devem ser apresentados os desenhos esquemáticos contendo a arquitetura detalhada do SAS proposto com descritivo de sua composição, das lógicas, das funcionalidades, dos equipamentos, dos protocolos e de todos os dados técnicos necessários para o entendimento da arquitetura e das funcionalidades do sistema proposto. A documentação deve permitir também o entendimento da integração e interligação de todos os IEDs que compõem o SAS.
- 5.1.8 O proponente deve apresentar o descritivo do funcionamento do SAS em condição normal e em condição de degradação por falha de um elemento (componente) e por falha de comunicação (interna ou com o COD).
- 5.1.9 A arquitetura do SAS proposta, incluindo a topologia de rede, deve seguir as orientações desta especificação técnica e sua aprovação por parte da CEMIG ocorrerá durante a confecção do documento de *Workstatement*.
- 5.1.10 O SAS deve possuir todos os recursos necessários para atender à supervisão (alarme/estado), controle, proteção e medição integral da subestação, conforme documentos anexos ao edital de licitação entre os quais DUB, estudo de proteção, DIP etc..
- 5.1.11 Deve ser fornecida à CEMIG toda a documentação necessária para a intervenção no SAS, como inserção de novos equipamentos ou necessidade de substituição de equipamentos ou componentes do SAS, mesmo que por equipamentos de fabricantes e/ou modelos diferentes.
- 5.1.12 Devem ser fornecidas à CEMIG todas as condições e recursos de manutenção para capacitar e garantir a execução, de forma independente do fornecedor e a qualquer tempo, de:
- a) Substituição de componentes do SAS;
 - b) Alteração de todo e qualquer parâmetro de configuração dos *softwares*;
 - c) Alteração, retirada ou inclusão de rotinas ou programas;
 - d) Alteração de base de dados, telas e relatórios.
- 5.1.13 Todos os equipamentos do SAS devem ser alimentados em 125 VCC.

5.2 Dimensionamento

- 5.2.1 O dimensionamento do SAS deve ser suficiente para atender integralmente à subestação, seguindo o documento 22.000-EA/EP-3097 (Sistema de Supervisão e Controle – Base de Dados do Sistema Digital), projeto elétrico executivo da subestação e demais documentos do edital de licitação.
- 5.2.2 Deve ser projetado um SAS específico para cada SE, considerando os documentos anexos ao edital de licitação.

- 5.2.3 Além do dimensionamento mínimo necessário para a operação integral da subestação, o SAS deve ser fornecido com uma reserva mínima de 15% no seu dimensionamento total, incluindo pontos físicos e lógicos, capacidade de processamento, etc.. Essa reserva deve estar preferencialmente distribuída nos IEDs, sendo definido no detalhamento do projeto.
- 5.2.4 A quantidade mínima de pontos de entradas e saídas digitais dos relés de proteção que compõem o SAS deve ser dimensionada de acordo com a operação degradada identificada no documento 22.000-EA/EP-3097 (sem operação da UCC), que apresenta as informações necessárias a serem disponibilizadas no SAS para cada vão típico da subestação. O número de pontos deve ser dimensionado atendendo também aos requisitos da ET de relés de proteção 22.000-PE/LS-5494. Cabe ao proponente o fornecimento de entradas digitais e analógicas e saídas digitais em número suficiente para atender, no mínimo, às informações indicadas no documento 22.000-EA/EP-3097 e a reserva especificada. Não será permitido o agrupamento de informações em um mesmo ponto físico.
- 5.2.5 Os circuitos que possuem proteção redundante (principal e suplementar) devem ser responsáveis por toda a coleta de dados de supervisão, controle, medição (operação degradada e normal), assim como por todas as suas lógicas. Caso seja necessário fornecer uma UAD adicional para a coleta dos pontos desse circuito, não devem ser destinados a UAD adicional as medições, comandos e estados apresentados como degradados no documento 22.000-EA/EP-3097. Nessa situação, caso os relés de proteção não possuam pontos suficientes para atender à necessidade de operação degradada e seja necessário o fornecimento de uma UAD para esse fim, devem ser fornecidas UADs redundantes, garantindo assim a redundância da operação degradada.
- 5.2.6 Os pontos de entradas e saídas utilizados para as funções de supervisão, controle e medição devem estar preferencialmente distribuídos entre os IEDs do SAS ou, caso necessário, concentrados em uma UAD. Dependendo da arquitetura proposta e mediante aprovação da CEMIG D, o equipamento proposto como UCC poderá ser utilizado para aquisição de dados (pontos de entradas e saídas), desde que estes pontos não necessitem ser compartilhados com outros IEDs via mensagem GOOSE.
- 5.2.7 Para a aquisição dos pontos de supervisão e controle das chaves interruptoras tripolares em SF6 deverá ser prevista uma UAD ou, alternativamente, os IEDs poderão ser dimensionados considerando os pontos das chaves interruptoras.
- 5.2.8 A distribuição de pontos deve ser apresentada e aprovada no documento de *Workstatement*.

5.3 Condições de Climatização

- 5.3.1 O SAS será instalado em painéis que farão parte da SECI, montada em chassi, sendo exposta a condições severas de temperatura e intempéries, tais como incidência excessiva de sol e chuva torrencial. Para tanto, deve ser fornecida uma solução que permita o correto funcionamento dos equipamentos, sem degradação da operação da subestação. Os painéis devem ser projetados com garantia de que os componentes do SAS instalados em seu interior não sejam submetidos a condições inadequadas para sua operação. Os componentes do SAS devem ter características adequadas para a solução proposta.
- 5.3.2 Deve ser garantido que a temperatura no interior de todos os painéis do SAS não ultrapasse a máxima temperatura de operação de nenhum de seus componentes, considerando a operação plena de todos eles.
- 5.3.3 O SAS deve ser configurado para sinalizar o alarme de temperatura no interior dos painéis, em níveis a serem definidos na elaboração do projeto elétrico. Todos os painéis devem possuir

em seu interior um termostato para essa função, bem como demais dispositivos e materiais necessários.

5.4 Requisitos de Confiabilidade

- 5.4.1 O SAS deve, como requisito de confiabilidade, admitir a falha ou a perda de um componente sem que isto acarrete a perda das demais funcionalidades, que não estão associados ao componente em falha.
- 5.4.2 Deve ser apresentada na proposta uma solução de funcionamento para a Supervisão, Controle, Proteção e o Registro Digital de Perturbações da SE, quando da ocorrência de um defeito em um componente do SAS ou quando da ocorrência de problemas de comunicação internos ou externos à SE.
- 5.4.3 Com o objetivo de atender aos requisitos de confiabilidade requeridos, todas as funções a serem executadas de forma integrada pelo SAS devem possuir os mesmos requisitos de desempenho especificados quando executados por equipamentos individuais e dedicados.

5.5 Requisitos de Desempenho

- 5.5.1 Na ocorrência de falta da tensão de alimentação (125 VCC), logo após seu retorno, todos os ajustes, configurações e estados de todos os equipamentos devem ser os mesmos anteriores à falta. Os componentes do SAS (relés de proteção, UCC, UAD, etc.) devem ser capazes de armazenar os comandos sequenciais efetuados no sistema digital, com a garantia de que nenhum comando efetuado seja descartado. Não será permitida aplicação de equipamentos que necessitem de intervalos entre os comandos para atendimento a esse requisito.
- 5.5.2 O SAS deve ser capaz de detectar e registrar a ocorrência de todas as mudanças de estado que ocorram simultaneamente em pelo menos 30% dos seus pontos de entrada digital dentro de uma resolução igual ou melhor que 5 milissegundos.
- 5.5.3 O tempo de resposta para o SCADA é o tempo máximo decorrido entre o instante da ocorrência de uma modificação do estado e o instante em que esta modificação é apresentada no SCADA.
- 5.5.4 O tempo de processamento interno do SAS para o atendimento e o envio da resposta a uma solicitação do COD deve ser inferior a 500 milissegundos.
- 5.5.5 O desempenho do SAS será avaliado com base nos níveis de atividade em **Estado Normal** e **Estado de Pico**.
- 5.5.6 Define-se o SAS operando em **Estado Normal** quando durante qualquer período de 10 (dez) minutos qualquer combinação das seguintes condições ocorrer:
 - a) O SAS está coletando e processando as entradas/saídas digitais, medidas analógicas e Sequência de Operação e Eventos (SOE), dentro dos tempos definidos. Todos os estados e valores analógicos calculados bem como as lógicas de controle são processados a cada varredura do sistema;
 - b) O SAS está enviando entradas/saídas digitais, medidas analógicas e SOE para o COD dentro dos tempos definidos;
 - c) O SAS recebe um comando supervisor a cada 60 segundos da sala de controle ou do COD;

- d) 20% de todos os pontos analógicos do SAS estão apresentando alteração significativa (10% do fundo de escala) a cada 2 segundos, requerendo tratamento e envio.

5.5.7 O SAS opera em **Estado de Pico** quando, mantendo as condições do Estado Normal, são acrescentadas as seguintes características:

- a) 40% de todos os pontos analógicos estão apresentando alteração significativa (10% do valor do fundo de escala) a cada 2 segundos, requerendo tratamento e envio pelo SAS;
- b) Nos primeiros 15 segundos, ocorrerem mudanças de estado em 80% dos pontos digitais, inclusive SOE, e variação significativa em 60% dos pontos analógicos, requerendo tratamento e envio pelo SAS;
- c) Um comando é executado a cada 15 segundos pelo COD.
- d) A duração do Estado de Pico é de 3 minutos.

5.5.8 O tempo de resposta, de acordo com o tipo de grandeza, deve ser igual ou menor aos tempos apresentados a seguir:

- a) Tempo de resposta para entradas analógicas:
 - 2 (dois) segundos no estado normal;
 - 4 (quatro) segundos no estado de pico;
- b) Tempo de resposta para entradas digitais:
 - 2 (dois) segundos no estado normal;
 - 4 (quatro) segundos no estado de pico;
- c) Tempo de resposta para saídas digitais:
 - 2 (dois) segundos no estado normal;
 - 3 (três) segundos no estado de pico.

O Fornecedor deve prover os meios para a verificação dos tempos especificados.

5.6 Requisitos de Disponibilidade

5.6.1 A disponibilidade de todo o sistema fornecido deve ser superior ou igual a 99,95%.

5.6.2 Na reunião de *Workstatement* deve ser apresentado o cálculo feito da disponibilidade do SAS, comprovando a disponibilidade requerida.

5.7 Níveis Hierárquicos de Controle

5.7.1 São previstos os seguintes níveis hierárquicos de controle:

Nível	Seção AT	
	Transformador	Módulo de Manobra Híbrido Compacto - MMHC
0	Painel de comando local do transformador - SECI	Painel de comando local do MMHC - SECI
1	---	---
2	---	---
3	COD - SCADA	COD - SCADA

Nível	Seção MT		
	Chaves Interruptoras	Saídas MT	Banco de Capacitores
0	Painel de comando local das chaves interruptoras - SECI	Controle do religador	Controle do religador ou cubículo de disjuntor
1	---	---	Painel de Proteção e Controle (chaves e botoeiras) - SECI
2	---	---	---
3	COD - SCADA	COD - SCADA	COD - SCADA

5.7.2 Para o controle local dos equipamentos de alta tensão (seção 138kV e transformadores), será adotada a interface padrão dos equipamentos (MMHC e painel de comando do transformador), via chaves e botoeiras. Não será utilizada a interface frontal dos relés para operação local da subestação. As informações de medição e sinalização devem ser indicadas nos relés de proteção (LEDs e display frontal LCD).

5.7.3 Para os equipamentos de média tensão:

- a) Para o controle local da chave interruptora tripolar em SF6, será adotada a interface de controle padrão do equipamento;
- b) Para as saídas de MT, os religadores estarão instalados em postes na área externa da subestação. O controle local será feito através do controle do religador. Não haverá controle local na SECI (nível 1);
- c) Para o banco de capacitores, o controle local (nível 0) será feito através do controle do religador ou no cubículo do disjuntor, instalado no pátio da subestação. O controle local na SECI (nível 1) será feito através de chaves e botoeiras instalados no painel de supervisão e controle da SECI.

5.7.4 Não é previsto o nível 2 de controle (IHM local) para a subestação.

5.8 Comunicação/Protocolos

5.8.1 Toda a comunicação de dados deve utilizar enlaces de fibra óptica, de forma a garantir alto desempenho e a imunidade contra interferência eletromagnética. O fornecimento dos cabos de fibra óptica deve estar incluso na proposta, com exceção dos cabos de interligação dos religadores à SECI, que serão fornecidos pela Cemig.

5.8.2 Os religadores das saídas de MT serão integrados diretamente ao SCADA do COD, via DNP3.0, utilizando a infraestrutura de telecomunicações da SECI. Devem ser previstas as portas de comunicação e conexões necessárias para essa solução.

5.8.3 O religador ou o disjuntor do banco de capacitores será integrado via contatos discretos ao relé de proteção do banco.

5.8.4 A integração do painel de chaves interruptoras deve ser feita via contatos discretos utilizando uma UAD. Como alternativa, poderão ser utilizados os IEDs de proteção, desde que eles possuam pontos disponíveis, para integração à UCC via IEC61850. A arquitetura proposta deve ser baseada na norma IEC 61850 em sua última versão, porém não será implantado barramento de processos e seus equipamentos associados.

5.8.5 A comunicação entre os dispositivos do SAS deve ser baseada no padrão IEC 61850. Todos os IEDs e equipamentos da rede LAN devem ser compatíveis com esse padrão, mesmo que de fabricantes diferentes, e devem operar na mesma rede de comunicação, compartilhando informações e comandos, com velocidade e confiabilidade adequadas.

- 5.8.6 A arquitetura de comunicação proposta para o SAS (rede IEC61850) deve prever uma rede em estrela simples entre os IEDs e o(s) *switch(es)* da rede de proteção, controle e automação, conforme arquitetura orientativa apresentada no Anexo A.
- 5.8.7 O SAS deve possuir mecanismos para recompor parcial ou totalmente a comunicação entre seus dispositivos no caso de falhas nos *links* de fibra óptica, nas portas de comunicação, nos *switches* ou em qualquer equipamento da rede LAN.
- 5.8.8 Para descrição dos IEDs e comunicação LAN e para facilitar a interconexão e parametrização dos IEDs e UCC, deve ser usada a linguagem SCL (“*System Configuration Language*”). Os nomes de todos os sinais do processo e dos IEDs devem ser normalizados facilitando a comunicação de IEDs de diferentes fabricantes. Devem ser utilizadas apenas instruções padronizadas, não sendo permitida a utilização de lógicas específicas do fabricante. A utilização de nós lógicos do tipo GGIO (“*Generic Input and Output*”), quando necessária, deve ser restrita e as descrições necessárias devem ser definidas com aprovação da CEMIG.
- 5.8.9 Devem ser implementadas via GOOSE, utilizando os recursos disponibilizados pela Norma IEC61850, as seguintes lógicas:
- a) Função falha de disjuntor (50BF);
 - b) Disparo automático de oscilografia de todos os relés, no caso de algum relé ter sua oscilografia iniciada;
 - c) Intertravamentos.
- Observação:** a utilização de mensagens GOOSE para outras funções, caso aplicável, será definida na reunião de *Workstatement*. Para as mensagens GOOSE implementadas, deve ser previsto alarme de falha de GOOSE.
- 5.8.10 A largura de banda da rede Ethernet local LAN deve ser dimensionada de forma a garantir o seu desempenho no caso de ocorrências quando todos os IEDs poderão estar enviando mensagens simultaneamente, levando a um possível congestionamento da rede. Deve ser fornecida uma rede Ethernet LAN com, no mínimo, 100 Mbps. Entre os *switches*, a rede deve ser fornecida com, no mínimo, 1 Gbps.
- 5.8.11 Para a comunicação entre a UCC e o COD deve ser utilizado o protocolo IEC 60870-5-101.
- 5.8.12 O fornecedor deve atender integralmente à especificação 02.111-AD/ES-ET-021 e ao documento de interoperabilidade (*profile*) do protocolo IEC 60870-5-101 para o SCADA utilizado pela CEMIG, que é apresentado no Anexo C desta especificação. Não será aceita qualquer modificação no *driver* do lado da CEMIG D para estabelecimento da comunicação. Quaisquer adaptações ou modificações no *driver* eventualmente necessárias para permitir a comunicação com o centro de controle devem ser feitas no lado da SE e são de responsabilidade do fornecedor.
- 5.8.13 Os medidores para os alimentadores e o Medidor de Consumo Próprio (MCP) devem ser interligados à ROD, conforme indicado na arquitetura orientativa e em item específico desta especificação.
- 5.8.14 Deve ser garantida a comunicação aos IEDs para aquisição dos arquivos de oscilografia dos relés. Para possibilitar a disponibilização dos dados, em formato padrão, o fornecedor deve apresentar uma solução atendendo ao item específico desta especificação.
- 5.8.15 Para implementação da norma IEC61850, devem ser atendidos os requisitos mínimos descritos no documento 02.111-AD/ES-ET-025. Quaisquer dúvidas ou outras definições não apresentadas devem ser esclarecidas e definidas entre CEMIG e Fornecedor.

5.8.16 Na mesma rede em que estão conectados os IEDs para supervisão e controle, deve ser possível fazer o acesso remoto a todos os IEDs (visualização e configuração remotas) e fazer o acesso aos relés de proteção para coleta de dados de oscilografia.

5.9 Equipamentos, Acessórios e Materiais necessários à integração/interligação

5.9.1 Deve ser previsto o fornecimento de todos os equipamentos e acessórios necessários para o perfeito funcionamento do SAS (miscelâneas, relés auxiliares, *switches*, *hubs*, conversores de protocolo, conversores eletro-ópticos, fontes auxiliares, etc.), mesmo que não citados nas especificações referenciadas no edital de licitação. Todos os equipamentos e componentes do SAS devem possuir características compatíveis para instalação em subestações de energia, atendendo às normas pertinentes (IEEE 1613, IEC 60255, etc.). Os equipamentos de comunicação integrantes do SAS devem atender à norma IEC 61850-3.

5.9.2 Todos os materiais e componentes para interligação dos equipamentos entre painéis (cabos de fibra óptica e cabos de rede blindados, caso aplicável) devem fazer parte do fornecimento.

5.9.3 Os materiais, incluindo fibra óptica e demais acessórios para integração dos IEDs (relés, medidores, etc.) ao SAS e à rede de oscilografia fazem parte do escopo de fornecimento. Os serviços de parametrização e integração ao SAS também fazem parte do escopo de fornecimento.

5.9.4 Fica a cargo da CEMIG os materiais e serviços para interligação entre o Painel de Telecom da SECI e os religadores de MT instalados em postes de distribuição na área externa da subestação.

5.9.5 Para interligação em fibra óptica dos medidores (alimentadores e MCP) ao SAS, deve ser previsto o fornecimento dos cordões e/ou cabos de fibra óptica, bem como a infraestrutura necessária para sua instalação.

5.9.6 Os equipamentos e materiais necessários para interligação do SAS aos equipamentos da ROD (switch, firewall, roteador, solução de telecomunicações) instalados no Painel de Telecom, permitindo a sua operação remota, também devem ser fornecidos. Em casos específicos, para garantir a comunicação com o COD e com a ROD, pode ser necessário o fornecimento de isoladores ópticos, conversores ou outros dispositivos, tanto para a SE quanto para o centro de controle.

5.9.7 É desejável a utilização de um modelo único de conector para as interligações dos cordões de fibra óptica (exemplo: LC ou ST ou SC) entre os componentes do SAS, objetivando a padronização das conexões e redução de diversidade de conectores. Serão aceitos até três modelos distintos de conectores, os quais deverão ser definidos no *Workstatement*.

5.10 Softwares

5.10.1 Todas as ferramentas de *software* necessárias para a configuração, parametrização, operação e manutenção do SAS, incluindo os *softwares* relacionados aos protocolos da norma IEC 61850 e demais protocolos de comunicação devem fazer parte do fornecimento.

5.10.2 Devem ser consideradas como parte integrante do fornecimento as licenças de todos os *softwares* propostos e necessários ao perfeito funcionamento do SAS (*softwares* de parametrização dos relés de proteção, UCC e demais IEDs, análise de oscilografia, manutenção, comunicação, etc.).

5.10.3 Devem ser fornecidos os seguintes *softwares*, além de outros necessários para pleno funcionamento do SAS:

- a) *Software* de parametrização do projeto IEC 61850 (UCC);
 - b) *Software* de parametrização dos relés de proteção;
 - c) *Software* de análise de oscilografia;
 - d) *Software* de manutenção, se aplicável.
- 5.10.4 Devem ser fornecidas três licenças de cada *software* para cada SAS em mídia aprovada pela CEMIG. Deve também ser fornecida a documentação detalhada com as características de todos os *softwares* do fornecimento. Programas específicos do fornecimento devem, desde que isso não fira direitos previamente assegurados pelo fornecedor, vir acompanhado de listagem e do código fonte.
- 5.10.5 Devem ser fornecidos *softwares* que permitam a visualização e implementação das lógicas internas dos IEDs e das lógicas *inter-bays* implementadas com a norma IEC 61850.

5.11 Sistema SCADA

- 5.11.1 O sistema supervisor do COD é o xOMNI, desenvolvido pela Audiolab/Concert.
- 5.11.2 É de responsabilidade do fornecedor garantir a integração do SAS ao SCADA do COD, incluindo todos os serviços e equipamentos necessários e possíveis adequações nos protocolos de comunicação.
- 5.11.3 Devem ser atendidos todos os requisitos do protocolo IEC 60870-5-101 para integração ao xOMNI definidos no documento 02.111-AD/ES-ET-021.
- 5.11.4 Em qualquer momento do fornecimento, caso comprovada a necessidade de um profissional especializado no sistema SCADA para adequação do protocolo de comunicação no equipamento fornecido, ou do sistema supervisor disponibilizado pela CEMIG D, a responsabilidade será exclusivamente do fornecedor.
- 5.11.5 Cabe ao fornecedor a configuração de *hardware* e *software* necessária ao perfeito funcionamento do SAS, bem como o fornecimento de todos os acessórios necessários à sua implementação.
- 5.11.6 Qualquer adaptação no sistema supervisor disponibilizado pela CEMIG para garantir a integração ao SAS é de responsabilidade do fornecedor.
- 5.11.7 O fornecedor deve prever e executar testes de comunicação e integração do SAS com o SCADA, com supervisão da CEMIG, em etapa a ser definida na reunião de Workstatement.
- 5.11.8 A execução dos serviços de elaboração da base de dados e a confecção de telas do SCADA do COD são de responsabilidade da CEMIG.

6 REQUISITOS DE SUPERVISÃO E CONTROLE

6.1 Geral

- 6.1.1 O SAS deve possuir funções de supervisão e controle suficientes para garantir a operação segura e eficiente da SE, seja ela local (nível 0/nível 1) ou remota (nível 3).
- 6.1.2 O sistema de proteção (funções de proteção) deve funcionar prioritariamente sobre o sistema de supervisão e controle.

- 6.1.3 O SAS (incluindo todos seus equipamentos) deve possuir um sistema de automonitoramento e diagnose contínuo (*watch-dog*), cujas informações devem ser disponibilizadas no sistema SCADA (xOMNI).
- 6.1.4 As informações necessárias para supervisão (alarme/estado), controle, proteção e medição de cada subestação são definidas no documento 22.000-EA/EP-3097 (Sistema de Supervisão e Controle – Base de Dados do Sistema Digital). Outras funções necessárias identificadas durante a elaboração do projeto elétrico executivo deverão ser implementadas conforme diretrizes apresentadas pela CEMIG.
- 6.1.5 Caso seja previsto no edital de licitação algum sistema de monitoramento de ativos (transformador, disjuntor, etc.), deve ser prevista toda a infraestrutura de interligação entre o sistema fornecido e os equipamentos do Painel de Telecom, permitindo conexão à ROD.

6.2 Funções de Supervisão e Controle

- 6.2.1 O SAS deve possuir um conjunto de funções, equipamentos e acessórios de modo a permitir a execução das seguintes funções de proteção e controle:

a) Supervisões de Estado

O SAS deve disponibilizar as informações de supervisão da base de dados do sistema digital (documento 22.000-EA/EP-3097).

Os estados e as condições de operação “local-remoto”, “automático-manual”, etc., dos equipamentos da subestação que não estiverem integrados via protocolo de comunicação devem ser supervisionados e sinalizados no nível local e simultaneamente no nível superior (COD).

A supervisão dos equipamentos que constituem o SAS deve incluir o monitoramento do estado operativo desses equipamentos, através das funções de autodiagnóstico e autoteste.

As funções de supervisão local devem ser implementadas nos relés de proteção e sua tela frontal deve ser usada para indicação dos valores instantâneos de corrente, tensão, potência, ajustes, etc. Para atender aos requisitos de supervisão, os relés de proteção devem possuir quantidade suficiente de LEDs na interface frontal para disponibilizar todas as informações da operação degradada destacadas em vermelho no documento 22.000-EA/EP-3097 (Sistema de Supervisão e Controle – Base de Dados do Sistema Digital). Portanto, os relés de proteção devem possuir todos os recursos necessários para sinalização e medição do vão (LEDs, display frontal LCD, etc.).

No caso das proteções de transformador, todas as funções devem ser implementadas nos dois relés de proteção (principal e suplementar) para que, no caso de indisponibilidade do relé principal, o relé suplementar possa assumir integralmente todas as funções. As informações duplicadas provenientes dos relés principal e suplementar (medições, estados, etc.) devem ser tratadas no SAS de forma a indicar apenas uma informação no sistema supervisorio.

b) Alarmes

Toda e qualquer anormalidade nos equipamentos e sistemas da subestação, inclusive do próprio SAS, deve disparar um alarme para o nível superior (COD).

c) Registro Sequencial de Eventos (SOE)

Todas as mudanças de estado, as condições de operação, alarmes e demais ocorrências na subestação devem ser cronologicamente armazenadas, possibilitando

a emissão do registro sequencial de eventos e exportação do arquivo em formato padrão (".txt", ".xls", etc.). O processo de armazenagem dos registros e medidas deve ser cíclico, ou seja, quando todo o espaço de memória destinado à armazenagem de eventos for preenchido, os eventos mais novos substituirão os mais antigos.

As mensagens de evento devem ser enviadas para o SCADA (COD).

Todo e qualquer evento classificado pela CEMIG D como de sequência de eventos deve gerar uma mensagem à semelhança da função alarme, com uma classe de mensagem que a identifique como sendo de sequência de eventos.

Deve ser fornecida solução que garanta estampa de tempo com 1ms de exatidão.

d) Controle

O SAS deve ser capaz de executar as funções da base de dados do sistema digital (documento 22.000-EA/EP-3097) tanto local, quanto remotamente.

O SAS deve possuir um sistema de intertravamento para supervisionar os comandos do operador, assegurando que comandos conflitantes ou indevidos não serão efetuados.

No caso das proteções de transformador, todas as funções devem ser implementadas nos dois relés de proteção (principal e suplementar), para que, no caso de indisponibilidade do relé principal, o relé suplementar possa assumir integralmente todas as funções.

Os comandos do SAS no nível local devem ser implementados através de chaves de controle e botoeiras instaladas nos painéis locais, não sendo, portanto, permitida a utilização dos teclados dos relés de proteção para este fim.

e) Medições de controle

As medições de controle de corrente, tensão, potência, energia e outras devem ser adquiridas pelos relés de proteção ou multimedidores, quando necessário.

As funções de supervisão e medição de controle, nível 1, devem ser implementadas nos relés de proteção, que devem possuir todos os recursos necessários para esse fim: LEDs, display frontal LCD, etc.

O sistema deve permitir o estabelecimento de limites superiores e inferiores para as grandezas analógicas. Esses limites podem variar de acordo com o período de carga considerado. Uma vez violados esses limites, devem ser gerados alarmes de advertência.

Todo o sistema de medição deve possuir lógica de verificação de consistência, sinalizando quando os valores de medição se afastarem das faixas permitidas e gerando alarmes de advertência.

Todas as entradas analógicas devem possibilitar a aquisição de dados do campo com o sinal de entrada compreendido na faixa de 4 a 20 mAcc.

f) Intertravamentos

Os intertravamentos devem ser completos, permitindo todas as manobras seguras da SE, de maneira a manter a flexibilidade operativa da mesma.

Deve ser garantida a possibilidade de reprogramar todos os intertravamentos sem a necessidade de reconfiguração de *hardware*.

O SAS deve bloquear qualquer tentativa do operador de efetuar uma ligação sobre o defeito, ao mesmo tempo permitindo uma imediata operação dos seccionadores ou dispositivos necessários para isolar o equipamento defeituoso.

A filosofia de implementação dos intertravamentos e lógicas será definida na reunião de *Workstatement* e o detalhamento será feito durante a elaboração do projeto elétrico executivo. Deve ser prevista a possibilidade de implementação de intertravamentos via lógica interna dos IEDs (GOOSE) e também intertravamentos externos por meio de relés auxiliares.

g) Automatismos

Deve ser fornecido um equipamento dedicado para controle automático de banco de capacitores, atendendo a todos os requisitos da especificação 02.111-OP/AP-ET-001. Deve ser fornecido um controlador para cada banco de capacitores.

Deve ser possível a implementação de automatismos, cuja definição será dada pela CEMIG na reunião de *Workstatement*.

h) Serviços Auxiliares

As funções de comando, medição e supervisão referentes aos painéis de serviços auxiliares e carregador de baterias, tais como comando de rearme e alarmes do carregador de baterias, devem ser implementadas no SAS, individualmente, via contatos discretos.

Deve ser prevista a integração do controle do carregador de baterias no SAS, permitindo o acesso remoto através da ROD para visualização de parâmetros e alarmes.

6.3 Requisitos Complementares

- 6.3.1 O SAS deve permitir a sinalização, a medição, o registro de eventos, a seleção, o comando e os automatismos na subestação, mesmo em uma situação de degradação ou perda da comunicação com o COD.

7 REQUISITOS DOS COMPONENTES DO SAS

7.1 Unidade Central de Controle (UCC)

- 7.1.1 A UCC, além da função de gateway, possui as funções de concentrador de comunicação e processador inteligente, sendo responsável pelo processamento da base de dados de todos os IEDs (relés de proteção, unidades de aquisição de dados, etc.) da subestação, envio e recebimento de dados e processamento de controles oriundos do COD.
- 7.1.2 A UCC deve ser multiprotocolo, permitindo a integração de outros equipamentos da subestação com os seguintes protocolos: IEC 61850, Modbus, DNP3.0 serial e ethernet, IEC 101, IEC 104, dentre outros.
- 7.1.3 A UCC deve ser fornecida com todos os requisitos técnicos necessários para aplicações em soluções baseadas na norma IEC 61850, atendendo a todos os quesitos pertinentes da norma.
- 7.1.4 A UCC do SAS deve possuir, onde aplicável, os requisitos técnicos de uma Unidade Terminal Remota (UTR), conforme especificação técnica 20.000-ER/SE-6044.

- 7.1.5 Preferencialmente, a UCC deve ser do mesmo fabricante dos relés de proteção.
- 7.1.6 A UCC deve ser dimensionada de forma a atender aos requisitos técnicos definidos nesta especificação e à configuração de cada subestação, considerando, no mínimo, o documento 22.000-EA/EP-3097, que apresenta as informações necessárias que devem ser disponibilizadas no SAS.
- 7.1.7 A UCC deve possuir duas portas de comunicação para a rede IEC61850, sendo uma reserva.
- 7.1.8 Devem ser fornecidas, no mínimo, as seguintes portas de comunicação para a UCC:
- Uma porta de comunicação Ethernet (TCP/IP), que suportem a norma IEC 61850;
 - Uma porta de comunicação Ethernet (TCP/IP), que suporte a norma IEC 61850 (reserva);
 - Uma porta de comunicação para o SCADA (serial – IEC 101);
 - Uma porta de comunicação reserva para o SCADA (serial – IEC 101);
 - Uma porta de comunicação para manutenção;
 - Uma porta de comunicação com o supervisor de paralelismo dos transformadores (serial MODBUS ou DNP 3.0);
 - Portas adicionais, se aplicável.
- Observação:** as portas de comunicação reservas devem ser devidamente configuradas para as aplicações a que se destinam.
- 7.1.9 A UCC deve permitir o acesso local para a manutenção (função *spy* ou *listen*), diagnóstico e configuração, através de uma porta dedicada, preferencialmente padrão ethernet, ou outro padrão (RS-232, RS485), a ser definido na reunião de *Workstatement*.
- 7.1.10 É desejável que o *software* de programação da UCC seja desenvolvido pelo fabricante da mesma e tenha interface no ambiente *Windows*, além disso deve permitir teste de lógica *on-line*.
- 7.1.11 Os equipamentos a serem fornecidos como UCC devem possuir capacidade de processamento considerando a utilização simultânea de todos seus pontos e portas de comunicação, sem comprometer o desempenho do sistema.
- 7.1.12 Os equipamentos a serem fornecidos como UCC devem possuir proteção contra surtos, sobretensões e sobrecorrentes nas entradas e saídas de sinais, alimentação e canal de comunicação.
- 7.1.13 A UCC deve possuir fonte de alimentação primária, com entrada em 125 Vcc, equipada com proteção contra surtos em todas as suas entradas e saídas, capaz de suportar variações de tensão de entrada de -20% a +20% da tensão nominal, transitórias ou permanentes, e piques de até 50ms.
- 7.1.14 A UCC não poderá, de maneira alguma, trocar mensagens com os demais dispositivos da rede IEC61850 via GOOSE. A troca de mensagens com a UCC, na rede IEC61850, deverá ser realizada exclusivamente via MMS. Caso algum ponto da UCC necessite ser compartilhado via mensagem GOOSE, este deverá ser remanejado para uma UAD ou para um IED.

7.2 Switches

- 7.2.1 Devem ser fornecidos, como parte integrante do SAS, conforme arquitetura orientativa e projeto aprovado pela CEMIG, os switches para a rede de proteção e controle, na arquitetura IEC 61850.
- 7.2.2 Os switches devem ser compatíveis com a norma IEC 61850-3 e poderá ser aplicado em qualquer SE da CEMIG, incluindo as de elevada importância dentro do Sistema Elétrico de Potência, devendo possuir elevado grau de confiabilidade e estar em conformidade com as normas e padrões especificados nesta ET.
- 7.2.3 Os switches devem ser fornecidos completos, com todos os componentes e acessórios (hardware, software e respectivas licenças), necessários ao seu perfeito funcionamento e instalação, mesmos os não explicitamente citados nesta ET. Todos os itens e componentes que não forem especificamente mencionados, mas que sejam usuais ou necessários para uma operação eficiente do conjunto, objeto do fornecimento, devem ser considerados incluídos nesta ET ou como parte integrante do switch. De forma alguma, a descrição apresentada nesta ET pode ser utilizada para justificar falhas ou deficiências no Switch a ser fornecido.
- 7.2.4 Os switches a serem fornecidos devem ser projetados, fabricados, ensaiados, montados e testados de acordo com as Normas mencionadas nas seções desta ET, em especial, de acordo com as Normas e Especificações Técnicas abaixo relacionadas, nas suas últimas revisões, a menos que especificado nesta ET:
- IEEE 1613 (Environmental Substation Compliance);
 - IEC 61850-3 (Environmental Substation Compliance);
 - IEC 60950-1 (Standard Safety Certification);
 - Deve ser homologado pela Anatel.
- 7.2.5 Os equipamentos propostos deverão, ainda, suportar os padrões e recomendações citados abaixo, sem a eles se limitarem:
- IEEE 802.1D – Spanning Tree Protocol.
 - IEEE 802.1D 1998 – Priority and Dynamic Multicast Filtering.
 - IEEE 802.1p – LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization.
 - IEEE 802.1Q – VLAN Tagging.
 - IEEE 802.1w – Rapid Reconfiguration (Fast Spanning Tree).
 - IEEE 802.1v – Vlan classification by protocol e port.
 - IEEE 802.3 10 – BaseT Ethernet.
 - IEEE 802.3ab – 1000Base-T twisted-pair Gigabit Ethernet.
 - IEEE 802.3ad – Dynamic link aggregates.
 - IEEE 802.3u – 100BaseTX.
 - IEEE 802.3x – Full Duplex with Flow Control.
 - IEEE 802.3z – 1000BaseX fiber optic Gigabit Ethernet.
 - IEEE 1588v2 – Precision Time Protocol (PTP).
 - RFC 768 – UDP.

- o) RFC 791 – IP.
- p) RFC 792 – ICMP.
- q) RFC 793 – TCP.
- r) RFC 826 – ARP.
- s) RFC 854 – Telnet.
- t) RFC 1191 – Path MTU Discovery.
- u) RFC 1493 – Bridge MIB.
- v) RFC 1519 – Classless Inter-Domain Routing (CIDR).
- w) RFC 1542 – BOOTP.
- x) RFC 1757 – RMON (groups 1, 2, 3, and 9).
- y) RFC 1812 – IP router requirements.
- z) RFC 1907 – MIB-II.
- aa) RFC 2011 – SNMPv2 MIB for the IP using SMIv2.
- bb) RFC 2012 – SNMPv2 MIB for the TCP using SMIv2.
- cc) RFC 2013 – SNMPv2 MIB for the UDP using SMIv2.
- dd) RFC 2096 – IP Forwarding MIB.
- ee) RFC 2138 – RADIUS.
- ff) RFC 2233 – Interfaces MIB.
- gg) RFC 2236 – IGMP & IGMPv2.
- hh) RFC 2665 – Ethernet MIB.
- ii) RFC 2674 – VLAN Management MIB.
- jj) RFC 2737 – Entity MIB using SMIv2 Version2.
- kk) RFC 2819 – Remote Network Monitoring MIB.
- ll) RFC 2863 – Interfaces Group MIB.
- mm) RFC 2933 – IGMP v2 MIB.
- nn) RFC 4957 - Link-Layer Event Notifications for Detecting Network Attachments

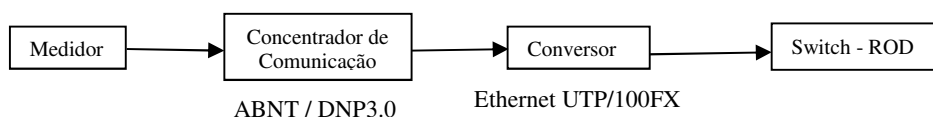
7.2.6 Os switches da rede de proteção e controle a serem fornecidos devem:

- a) Ser compatíveis para montagem em rack padrão 19" e serem instalados no painel da UCC;
- b) possuir até 2 RU de altura;
- c) possuir capacidade de comutação;
- d) possuir capacidade para armazenar no mínimo 600 endereços MAC;
- e) possuir capacidade para gerenciar 255 VLANS no padrão 802.1q;
- f) não possuir nenhum sistema mecânico para ventilação;
- g) operar normalmente entre temperaturas de -40°C até 60°C;
- h) ter MTBF de pelo menos 200 mil horas;

- i) possuir no mínimo 2 slots para acomodar módulos de expansão de portas.
- 7.2.7 Os Switches deverão ser alimentados em 125 VCC, com consumo máximo de 250 W quando totalmente equipado, com proteção contra sobretensão e sobrecorrente na entrada, inversão de polaridade e possuir indicação local de funcionamento. Os equipamentos deverão possuir fonte redundante, ambas em 125 VCC.
- 7.2.8 Os switches devem possuir LEDs indicando o status (up/down e/ou tx/rx) de todas as suas interfaces de comunicação.
- 7.2.9 Os switches devem possuir capacidade de realizar reset remotamente.
- 7.2.10 Os switches devem, como requisito de confiabilidade, admitir a falha ou a perda de um ou mais módulos de entrada ou saída sem que isto acarrete a perda de suas demais funcionalidades.
- 7.2.11 Para gerência, os switches devem:
- a) implementar o protocolo IEEE 802.3ah e 802.1ag 3.4.2;
 - b) implementar o padrão ITU-T Y.1731;
 - c) possuir gerenciamento em interface WEB, com suporte a HTTPS;
 - d) permitir acesso a CLI via Telnet ou SSHv1/v2;
 - e) permitir transferência de arquivos segura via SCP ou SFTP;
 - f) permitir download e upload de backups de configuração;
 - g) permitir gerenciamento utilizando SNMP v2 e v3;
 - h) permitir gerenciamento por ping entre os ativos da rede;
 - i) permitir a visualização de status (up/down) das interfaces do ativo.
- 7.2.12 Também faz parte do fornecimento a configuração dos switches conforme instruções e detalhamentos a serem apresentados pela CEMIG na reunião de Workstatement.
- 7.2.13 A critério da CEMIG, poderão ser solicitados exemplares dos equipamentos propostos para realização de testes e confirmação dos requisitos especificados, antes da aprovação do Workstatement.
- 7.2.14 Os switches da rede de proteção e controle devem ser interligados, sempre que possível, na topologia de rede em anel, que deve ser apresentada no Workstatement para aprovação. As portas de interligação entre os switches devem ser de capacidade mínima de 1Gbps. A comunicação dos switches com a UCC deve ser redundante em switches distintos.
- 7.2.15 Os switches devem possuir número suficiente de portas para interligação de todos os IEDs na arquitetura proposta para o SAS. O número de switches deve ser fornecido de forma a garantir a disponibilidade do SAS, conforme definido em item específico desta especificação.
- 7.2.16 Os relés de proteção principal e suplementar devem, sempre que possível, ser conectados à rede em switches distintos, de forma a aumentar a confiabilidade do sistema.
- 7.2.17 O número de portas de comunicação presentes nos switches deve atender plenamente a demanda da subestação (número de relés de proteção e demais dispositivos) e a função para a qual são aplicados, ficando a cargo do fornecedor a garantia de um número suficiente para assegurar o funcionamento adequado do SAS. Além disso, deve ser previsto o fornecimento de 20% (ou mais) de portas adicionais como reserva, para cada tipo de interface.

7.3 Medidores para alimentadores

- 7.3.1 Devem ser fornecidos medidores para os alimentadores de média tensão. Esses medidores devem ser instalados em painel dedicado da SECI.
- 7.3.2 O projeto de instalação dos medidores deve prever o fornecimento de chaves de aferição (tensão e corrente), réguas de bornes (alimentação) e demais dispositivos necessários ao projeto elétrico, que deve ser aprovado pela CEMIG.
- 7.3.3 Os medidores para os alimentadores (saídas de média tensão) devem ser interligados ao switch instalado no painel de Telecom, conforme arquiteturas do Anexo A. Os serviços de integração dos medidores via protocolo de comunicação à ROD é de responsabilidade da CEMIG. Os serviços de interligação dos medidores à ROD (incluindo os cabos, concentradores de comunicação, conversores e demais materiais necessários) são de responsabilidade do fornecedor.
- 7.3.4 Os medidores para as saídas dos alimentadores devem atender à especificação técnica 02.111-TD/AT-17 (Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica com Memória de Massa). Deve armazenar os dados de medição em sentido de fluxo direto e inverso (quatro quadrantes) em 21 canais programáveis, em intervalos de 5 (cinco) minutos durante o período mínimo de 45 (quarenta e cinco) dias, Classe D, compatível com remota conforme ET AD/ES-086.
- 7.3.5 O sistema de medição deve permitir a execução de leitura parcial da memória de massa, permitindo neste caso a leitura apenas dos dados requeridos.
- 7.3.6 As grandezas instantâneas devem ser fornecidas pelo medidor com estampa de tempo em hora, minuto e segundo.
- 7.3.7 Os medidores atualmente homologados pela CEMIG são:
- SAGA 1000: código SAGA 1000 1681-A2N-2X1C;
 - E750: código E750-8701- A2N-2X1C.
- 7.3.8 A solução para interligação e integração dos medidores de alimentadores à ROD é indicada na figura abaixo:



- 7.3.9 Para cada medidor, deve ser fornecido um concentrador de comunicação (remota), conforme ET AD/ES-086 (Referência: Nucd 2387 Ethernet - ATI), e um conversor eletro/óptico conforme ET AD/ES-087. As chaves de aferição devem ser de modelos homologados na CEMIG, conforme ET 02118-CEMIG-313.
- 7.3.10 O concentrador de comunicação possui saída elétrica, mas deve ser integrado à ROD via fibra óptica, a partir da instalação de conversores eletro/ópticos. Faz parte do escopo de fornecimento os conversores ethernet UTP/100FX (*fast ethernet-óptico*) para interligação do concentrador de comunicação, via fibra óptica, à ROD, bem como a infraestrutura e cordões ópticos necessários para sua interligação. Deve ser previsto um par de fibras ópticas e um conversor para cada medidor.
- 7.3.11 Os dados de medição adquiridos pelos medidores dos alimentadores devem ser disponibilizados na ROD, seguindo os critérios definidos pela CEMIG D na reunião de *Workstatement*. Os serviços de integração desses medidores ao Centro Integrado de Medição é responsabilidade da CEMIG.

7.4 Medidor de Consumo Próprio (MCP)

- 7.4.1 Deve ser prevista toda a infraestrutura para a instalação de medidor para Medição de Consumo Próprio, o qual deve ser integrado à ROD, via switch instalado no Painel de Telecom. O medidor MCP, TCs (quando aplicável) e chaves de aferição serão fornecidos pela CEMIG. A instalação de todo o conjunto é de responsabilidade do fornecedor.
- 7.4.2 A integração do MCP à ROD será feita como a dos medidores de alimentadores, sendo necessário fornecer o concentrador de comunicação e o conversor eletro-óptico, que devem seguir o mesmo padrão adotado para medidores de alimentadores. As fibras ópticas devem seguir rotas nas quais não fiquem expostas e nem sofram dobras.
- 7.4.3 O MCP deverá seguir o padrão definido, de acordo com a carga instalada, o que orienta a Norma de Distribuição – ND-5.1 Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Rede de Distribuição Aérea – Edificações Individuais e deverá ser instalada em local de fácil acesso.
- 7.4.4 A solução de medição de consumo próprio deve ser instalada em local de fácil acesso, com a frente da caixa livre de obstáculos e obedecendo as distâncias de segurança para cada nível de tensão de estruturas, barramentos, buchas primárias e outros componentes previstos na SECI.

7.5 Conversores

- 7.5.1 Devem ser fornecidos todos os conversores necessários para implantação do SAS, tais como os conversores para interligação dos religadores, medidores de alimentadores e do medidor de consumo próprio. Demais conversores necessários para pleno funcionamento do SAS e atendimento aos requisitos técnicos descritos nesta especificação também devem ser fornecidos.
- 7.5.2 Os conversores para interligação dos medidores de alimentadores à ROD devem atender, à especificação técnica AD/ES-087. Referência: CFL125 – ATMC.
- 7.5.3 Para interligação e integração dos religadores de MT ao SAS, deve ser previsto o fornecimento de um conversor serial/ethernet para cada religador, atendendo a especificação técnica 02.111-OP/AP-190. Esses conversores (um para cada religador) devem ser entregues para a Cemig que realizará a instalação nas caixas dos controles dos religadores. Referência: NPort 6250-M-SC-T–MOXA.
- 7.5.4 As características dos demais conversores, identificados como necessários durante a fase do projeto executivo, serão definidas e aprovadas pela CEMIG.
- 7.5.5 Todos os conversores fornecidos devem ser adequados para instalação em ambiente de subestação, atendendo aos requisitos e normas pertinentes.

7.6 Terminal Server

- 7.6.1 Deve ser previsto o fornecimento de um conversor serial/ethernet (*terminal server*) para conversão da saída da UCC para o SCADA (COD), conforme indicado nas arquiteturas orientativas.
- 7.6.2 O *Terminal Server* deve atender, no mínimo, às seguintes características:

a) Características Técnicas:

- Alimentação 125 Vcc;

- Fixação em trilho DIN (padrão industrial);
- Função de autonegociação MDI/MDI-X na interface ethernet;
- Função *link fault pass through*;
- Transparente para 802.1Q VLAN *tagged packets*.

b) Características Funcionais:

- Interfaces de comunicação serial
 - Mínimo de 2 (duas) interfaces seriais no padrão de conexão RJ-45;
 - Sinal compatível RS-232;
 - Taxa de transmissão até 230 Kbps;
 - Suporte aos sinais TXD, RXD, RTS, CTS, DTR, DSR, DCD;
- Interfaces de comunicação Ethernet
 - Uma interface ethernet no padrão de conexão RJ-45;
 - Interface Ethernet padrão 10/100BASE-TX;
 - Sinal compatível IEEE 802.3 BASE-T, 802.3u 10/100BASE-TX;
 - Taxa de transmissão 10/100 Mbps;
- Softwares e Protocolos:
 - Protocolos de comunicação TCP/IP, HTTP, SNTP Software Modos de operação TCP Server, HTTP Server 2.2;
 - Protocolos UDP/TCP, DHCP/RARP/ARP-Ping for IP Address assignment, PPP (PAP & CHAP), Extended Telnet RFC 2217, Telnet, Reverse Telnet, R-login, Auto-connect
 - Atualização da data e hora via protocolo SNTP (Simple Network Time Protocol);
 - RealPort®: O terminal server deve obrigatoriamente trabalhar com o RealPort® - Software redirecionador de portas COM/TTY para Microsoft Windows/Linux/Unix – da Digi.

c) Características Ambientais:

- Operação 0°C a 60°C (Internamente);
- Umidade relativa do ar 5% a 90% sem condensação;
- Grau de proteção IP IP30;

7.6.3 Caso o *Terminal Server* a ser fornecido não possua mecanismos internos para proteção contra surtos, deverão ser fornecidos protetores, para que, mesmo na presença de surtos externos ou internos aos painéis e demais cubículos, não ocorra danos e/ou queima do Terminal Server.

7.6.4 Caso o terminal server não possa ser alimentado em 125VCC, deve ser fornecido um conversor dedicado CC/CC que atenda aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Tensão de entrada de 125Vcc;
- b) Tensão de isolamento mínima de 3kV entre entrada e saída;

- c) Tensão e potência de saída compatível à aplicação;
- d) Bornes a parafuso;
- e) Montagem em trilho DIN.

7.6.5 Caso definido no projeto da SE, devem ser fornecidos isoladores eletro-óticos com alimentação própria para as interfaces seriais do terminal server.

7.6.6 Referência: PortServer® TS 2 com conversor QUINT-PS 125VCC/tensão de alimentação do terminal server.

7.7 Dispositivo de controle de tensão (supervisor de paralelismo de transformadores)

7.7.1 Deve ser previsto um equipamento microprocessado dedicado para realizar as funções de controle automático de tensão com indicador de posição de TAP. Esse dispositivo deve ser integrado ao SAS através do protocolo Modbus ou DNP3.0 e possuir, no mínimo, as seguintes características técnicas:

- a) Deve ser possível efetuar, a partir do painel frontal do equipamento, os seguintes comandos:
 - Seleção local/remoto
 - Seleção manual/automático
 - Seleção de operação: mestre/comandado/individual
 - Comando manual de elevar/diminuir tensão;
- b) O dispositivo deve possuir no mínimo 4 contatos de saída para sinalização (seleções de comando e alarmes);
- c) A configuração de todos os parâmetros deve ser feita através do painel frontal ou remotamente através de uma porta de comunicação;
- d) O dispositivo deve possuir uma função de autodiagnóstico para detecção de falhas;
- e) O dispositivo deve possuir no mínimo uma porta de comunicação serial RS485, em protocolo de comunicação Modbus ou DNP3.0.

7.7.2 O dispositivo de controle de tensão deve ser instalado no painel de proteção e comando de transformadores.

7.8 Cabos de comunicação

7.8.1 Os cabos de comunicação ethernet devem ser do tipo STP blindado CAT6, contendo 04 pares trançados, compostos de condutores sólidos de cobre nu isolados em polietileno especial e 24 AWG. Cada par deve conter blindagem interna individual. O cabo deve conter uma malha de aterramento, que deve ser soldada nos conectores. Os conectores dos cabos de comunicação ethernet devem ser do tipo RJ-45 blindado.

7.8.2 Os cabos seriais blindados devem ser do tipo Manga 24AWG ou 26AWG, condutores extra flexíveis com fios de cobre nu. Temperatura máxima de operação de 70°C. Capa Externa em Termoplástico com diâmetro externo de 4,70mm. Blindagem feita em malha trançada com fios de cobre. Condutor dreno com fiações de cobre estanhado. Os conectores dos cabos seriais devem ser do tipo DB9.

7.8.3 Os cordões ópticos devem ser do tipo multimodo 62.5µm, duplex, com revestimento por uma camada comum de material termoplástico retardante à chama, pigmentado na cor laranja e

com diâmetro externo nominal de 29mm. Os cordões ópticos devem ser conectorizados de acordo com o padrão aprovado pela CEMIG na arquitetura de rede detalhada e atender aos requisitos da ET 22.000-PE/LS-326. Referência: COA-MM-DP-29-COG.

- 7.8.4 Devem ser fornecidos os cabos de comunicação serial entre o conversor serial/ethernet do religador e o controle de cada religador. Para cada religador, deve ser fornecido um par de cabos (cabo SCADA e cabo FABRICANTE). Os cabos devem ter comprimento unitário de 0,40m. A pinagem dos cabos dependerá do modelo de cada religador a ser instalado na saída da SECI e será informado ao fornecedor com a devida antecedência.

7.9 Demais componentes

- 7.9.1 Caso necessário, deve ser previsto o fornecimento de cabos especiais para comunicação com qualquer equipamento componente do SAS. Os cabos devem fazer parte do fornecimento e devem ser previstas pelo menos duas unidades por tipo de cabo.

8 REQUISITOS DE PROTEÇÃO

8.1 Requisitos Gerais

- 8.1.1 O SAS deve ser fornecido com os relés de proteção do transformador (função principal 87) e relé(s) de proteção do banco.
- 8.1.2 Os relés de proteção propostos devem ser obrigatoriamente de um mesmo fabricante.
- 8.1.3 Os relés de proteção devem atender à especificação técnica de relés de proteção (22.000-PE/LS-5494), funções adicionais definidas nos estudos de proteção, demais requisitos técnicos do edital de licitação e aos requisitos adicionais descritos nesta especificação.
- 8.1.4 Os relés devem ser fornecidos com corrente nominal compatível com os equipamentos de potência da subestação.
- 8.1.5 O modelo completo dos relés ofertados e a versão de *firmware* devem ser apresentados na proposta.
- 8.1.6 Os relés de proteção devem necessariamente ser integrados ao SAS através de protocolo de comunicação, atendendo todos os aspectos da Norma IEC 61850.
- 8.1.7 Os relés de proteção devem atender a todos os requisitos de projetos da CEMIG D, tendo em vista a separação física dos circuitos de proteção e controle, sem a utilização de relés auxiliares. Para isso, podem ser aceitas entradas e saídas binárias agrupadas, desde que atendam a tais requisitos de projeto e mediante aprovação da CEMIG D.
- 8.1.8 Devem ser fornecidos todos os requisitos de *software* e *hardware* que permitam a comunicação do relé com microcomputadores ou *notebooks*.
- 8.1.9 A proteção diferencial dos transformadores (87P e 87S) deve prever a medição de tensão da barra de 13,8kV, indicando todas as grandezas medidas (tensão, corrente e potência) tanto localmente no *display* quanto remotamente via protocolo. Alternativamente, poderá ser fornecido medidor específico para essa finalidade, devendo ser montado no mesmo painel do transformador, desde que sejam garantidas a segurança, acessibilidade e qualidade do projeto.
- 8.1.10 Para a proteção dos bancos de capacitores, deve ser implementada a função desequilíbrio de corrente (função 61, com funções adicionais 27/59) e também as funções sobrecorrente de fase e de neutro (funções 50/51 e 50/51N), com ajustes independentes. Preferencialmente,

todas essas funções devem ser implementadas em um único relé de proteção e, para isso, o relé deve possuir ajuste independente de sobrecorrente de fase (50/51) e a função 50/51N executada com neutro medido ou calculado. Caso o relé não atenda todos os requisitos acima, devem ser fornecidos dois relés de proteção distintos (um para a função 61 e outro para 50/51 e 50/51N).

- 8.1.11 Conforme indicado nos Estudos de Proteção anexos ao edital de licitação, algumas funções de proteção do banco (50, 50N, 27, 59) serão implementadas no controle do religador, exceto para a SECI 138kV-23kV de 15MVA.
- 8.1.12 Para relés com funções de frequência e taxa de variação de frequência, devem ser previstas as seguintes sinalizações para a função ERAC (Esquema Regional de Alívio de Cargas):
 - a) Quatro estágios - atuação e restabelecimento;
 - b) Alarme de funcionamento do relé - IRF - *Internal Relay Fail*;
 - c) *Status* da comunicação com o relé.
- 8.1.13 Os equipamentos para controle automático de tensão dos bancos de capacitores devem operar seus contatos de fechamento e abertura através de pulsos, não sendo permitidos comandos contínuos. Devem atender à especificação técnica 02111-OP/AP-ET-001.
- 8.1.14 Os relés de proteção devem ser fornecidos com, no mínimo, 8 LEDs frontais obrigatoriamente configuráveis, atendendo ao dimensionamento de acordo com a operação degradada definida no documento 22.000-EA/EP-3097.
- 8.1.15 Os relés devem permitir consulta e alteração remota de ajustes de proteção, via rede de engenharia, sem a necessidade de habilitação de permissões na interface local, devendo ser garantidos os requisitos de segurança e controle de acesso.
- 8.1.16 Além de atender plenamente aos requisitos técnicos das especificações técnicas, os relés devem possuir todas as funções de proteção listadas no documento 22.000-EA/EP-3097 (Base de dados – Sistema Digital – Relação de pontos).
- 8.1.17 Caso a interface de comunicação frontal dos relés seja diferente da especificada na ET 22.000-PE/LS-5494, deverá ser previsto o fornecimento de, no mínimo, 2 (dois) cabos para comunicação dos relés de proteção com microcomputadores, via interface frontal, para cada SAS fornecido.
- 8.1.18 De forma alguma, a descrição e os requisitos apresentados nas especificações técnicas poderão ser utilizados para justificar falhas ou deficiências nos relés de proteção a serem fornecidos.

9 PAINÉIS

9.1 Painel de Proteção e Controle

- 9.1.1 Os relés de proteção, controlador automático do banco, UCC e switches da rede de proteção e controle devem ser instalados em Painel(éis) de Proteção e Controle. Os requisitos de projeto (borneiras e blocos terminais, equipamentos auxiliares, fiação, canaletas e chicotes, aterramento, etc.), onde aplicável, devem atender aos requisitos técnicos da ET 22.000-PE/LS-5512.

9.2 Painel de Medição

- 9.2.1 Os medidores das saídas de MT e seus acessórios serão instalados em um Painel de Medição ou em alternativa indicada no edital de licitação. Onde aplicável, deve ser atendida a especificação técnica AD/ES-088.

9.3 Painel de Telecom

- 9.3.1 O Painel de Telecom indicado nas arquiteturas do Anexo A não faz parte do escopo de fornecimento do SAS. O Painel de Telecom e seus componentes (roteador, firewall, switch, etc.) fazem parte do escopo de fornecimento de telecomunicações do empreendimento.

9.4 Características Gerais dos Painéis

- 9.4.1 Os componentes do SAS devem ser instalados em painéis dedicados, fornecidos como parte integrante da SECI. Os painéis devem ser construídos para trabalhar ao tempo e, portanto, suportar as variações climáticas, corrosão e raios solares, conforme especificações do edital de licitação.
- 9.4.2 Em função dos dispositivos que serão instalados nos painéis, a quantidade dos mesmos poderá variar de forma a garantir a segurança, acessibilidade e qualidade do projeto, ou seja, não serão aceitos painéis com número excessivo de componentes. A quantidade final de painéis será definida em reunião específica entre o proponente vencedor e a CEMIG.
- 9.4.3 O projeto dos painéis deve ser concebido pelo fabricante e submetido à aprovação da CEMIG. A configuração proposta pelo fornecedor deverá ser submetida para análise na aprovação da CEMIG, contemplando as proteções, controles e funcionalidades requeridas nas Especificações Técnicas e documentos anexos ao edital de licitação.
- 9.4.4 Devem ser fornecidos todos os componentes dos painéis necessários ao perfeito funcionamento do SAS.
- 9.4.5 Preferencialmente, devem ser instaladas chaves de testes que não necessitem de pentes de testes. Caso as chaves de testes instaladas nos painéis de proteção e controle necessitem de pentes de testes para intervenções nos equipamentos instalados, os mesmos devem fazer parte do fornecimento. A quantidade de pentes deve ser igual ou superior ao maior número de chaves de testes instaladas em um único painel do fornecimento. A quantidade a ser fornecida deve ser confirmada na reunião de Workstatement.
- 9.4.6 Deve ser previsto sistema de refrigeração dos painéis, garantindo a temperatura de operação adequada para os componentes do SAS. O SAS deve ser configurado para sinalizar o alarme de temperatura no interior dos painéis.
- 9.4.7 Devem ser fornecidos sensores de abertura dos painéis, com sinalização para o SAS no caso de abertura de porta.
- 9.4.8 Os cabos de conexão da infraestrutura de rede de dados devem ser identificados de forma a referenciar origem-destino em cada ponto de referência, seguindo padrão a ser detalhado na reunião de Workstatement.
- 9.4.9 Demais características conforme especificações técnicas da SECI e do edital de licitação.

10 REQUISITOS PARA AQUISIÇÃO DE OSCILOGRAFIA

10.1 Requisitos gerais

- 10.1.1 A coleta dos dados de oscilografia será feita por meio da Rede Operativa de Dados.
- 10.1.2 Para aquisição da oscilografia dos relés de proteção, será utilizada a rede IEC61850. Os relés de proteção devem disponibilizar os arquivos de registros de oscilografia em formato padrão CONTRADE, sem a necessidade de utilização de conversores ou programas para leitura dos arquivos.
- 10.1.3 A transferência dos dados dos relés de proteção para o Sistema de Coleta e Análise de Perturbações da CEMIG deve ser realizada sem prejuízo para as funções de proteção, supervisão e controle.
- 10.1.4 Os relés digitais devem permitir registro dos dados de oscilografia com possibilidade de parametrização do tempo total de registro, incluindo tempo de pré-falta e pós-falta e os critérios de partida e armazenamento, além de capacidade de memória suficiente para viabilizar a solução, dentro dos requisitos técnicos exigidos.
- 10.1.5 O acesso aos registros de oscilografia e sua integração ao Sistema de Coleta e Análise de Perturbações da Cemig deve ser garantida, implementada e testada pelo fornecedor, devendo ser evidenciada durante o TAF. Devem ser previstos testes preliminares de integração ao Sistema de Coleta e Análise de Perturbações da Cemig anteriormente à realização do TAF.
- 10.1.6 Devem ser fornecidas licenças para todos os softwares necessários para implantação da solução, juntamente com as mídias dos softwares originais.
- 10.1.7 Para coleta dos registros de oscilografia dos religadores, será utilizada a infraestrutura da SECI, através da ROD. A instalação do conversor entre o controle do religador e o switch da ROD, para permitir o telecontrole e o acesso remoto ao religador, é de responsabilidade da Cemig. Os conversores e os cabos de interligação com o controle do religador fazem parte do escopo de fornecimento.

11 REDE DE ENGENHARIA PARA ACESSO AOS DISPOSITIVOS DO SAS

11.1 Requisitos gerais

- 11.1.1 A rede de engenharia deve, onde possível, utilizar a mesma infraestrutura da rede de proteção e controle (IEC61850), não sendo necessária a criação de uma infraestrutura específica para este fim.
- 11.1.2 Deve ser prevista uma rede de engenharia para acesso aos relés de proteção e demais componentes do SAS (*switches*, UCC, etc.), permitindo a aquisição remota de arquivos de configuração, arquivos de registros de eventos e oscilografia e a possibilidade de alteração remota de parâmetros, caso definido pela CEMIG D.
- 11.1.3 A rede de engenharia deve possuir todos os requisitos de segurança necessários para o acesso remoto seguro, tais como definição de níveis de acesso, configuração de usuários, senhas de acesso, etc..
- 11.1.4 Todos os equipamentos e serviços necessários para a implementação da rede de engenharia, incluindo os serviços de configuração dos equipamentos e sistemas para garantir os requisitos de segurança definidos, fazem parte do fornecimento.
- 11.1.5 O detalhamento da rede de engenharia será feito na reunião de *Workstatement*.

- 11.1.6 Todas as características técnicas e funcionais da rede de engenharia devem ser descritas em documento específico, a ser aprovado pela CEMIG D.
- 11.1.7 A rede de engenharia para acesso aos dispositivos do SAS será testada durante o TAF e TAC.
- 11.1.8 Deve ser previsto treinamento específico para configuração e acesso à rede de engenharia.

12 REQUISITOS COMPLEMENTARES DO FORNECIMENTO

12.1 Normas e Especificações Técnicas Aplicáveis

12.1.1 Esta ET deve ser utilizada em conjunto com as seguintes ETs da CEMIG D, anexas ao edital de licitação, em sua última revisão:

- | | |
|---|---------------------|
| a) Painel de Supervisão, Controle e Proteção Digital para Subestações de Distribuição | 22.000-PE/LS-5512 |
| b) Relés de Proteção | 22.000-PE/LS-5494 |
| c) Unidade Terminal Remota – UTR | 20.000-ER/SE-6044 |
| d) Critérios para Projetos Elétricos (Base de Dados, Diagramas Lógicos, etc.) | 22.000-EA/EP-3097 |
| e) Controlador Automático para Bancos de Capacitores de Subestações | 02.111-OP/AP-ET-001 |
| f) Requisitos do protocolo IEC 60870-5-101 para integração ao xOMNI | 02.111-AD/ES-ET-021 |
| g) Requisitos de implementação da Norma IEC61850 | 02.111-AD/ES-ET-025 |
| h) Painel de Medição de Linhas de 34,5kV, 69kV e 138kV | AD/ES-088 |
| i) Medidores Eletrônicos de Energia Elétrica com Memória de Massa para Cálculo de Perdas | 02.111-TD/AT-17 |
| j) Concentrador de Comunicação DNP3 para Medidores Eletrônicos | AD/ES-086 |
| k) Conversor de Interface Fibra Óptica Multimodo Para Interface Ethernet | AD/ES-087 |
| l) Chaves de Aferição | 02118-CEMIG-313 |
| m) Conversor de Interface Serial RS232 para Ethernet Fibra Óptica | 02.111-OP/AP-190 |
| n) Instrução para teste de aceitação em fábrica das funcionalidades de automação disponibilizadas via rede operativa de dados (ROD) | 02111-AD/ES-IT-033 |

Observação: Devem ser consideradas todas as normas e especificações técnicas referenciadas nos documentos citados acima.

- 12.1.2 Os materiais e equipamentos a serem fornecidos devem ser projetados, fabricados, montados e testados de acordo com as normas mencionadas nesta especificação ou nas ET acima relacionadas.
- 12.1.3 Normas diferentes das citadas, mesmo que de organismos oficiais, dependem de aprovação prévia da CEMIG.

12.2 Documentação

- 12.2.1 De forma a garantir um produto final de boa qualidade e dentro dos critérios estabelecidos, o fornecedor deve enviar à CEMIG, para análise e aprovação, toda a documentação pertinente ao fornecimento.
- 12.2.2 O fornecedor deve apresentar, para aprovação pela CEMIG, a filosofia básica de proteção e controle (intertravamentos, lógicas, medição, etc.), antes da execução do projeto executivo. Essas informações devem estar descritas no documento de *Workstatement*.
- 12.2.3 A filosofia do projeto (proteção e controle) deve ser documentada e aprovada pela CEMIG. Implementações de lógicas sem a aprovação pela CEMIG são de inteira responsabilidade do fornecedor. Caso lógicas implementadas não estejam de acordo com a filosofia aprovada pela CEMIG, o fornecedor deverá fazer todas as adequações de *hardware* e *software* necessárias para atendimento aos requisitos da CEMIG, sem ônus para a mesma.
- 12.2.4 A elaboração dos Diagramas Lógicos (lógica interna do SAS e seus componentes) é de responsabilidade do fornecedor, devendo atender plenamente à filosofia padrão CEMIG apresentada no documento 22.000-EA/EP-3097. Deve ser previsto o desenvolvimento dos diagramas lógicos diretamente nos softwares dos IEDs.
- 12.2.5 Em até 21 dias antes do TAF, o fornecedor deve apresentar à CEMIG, além dos arquivos dos softwares dos IEDs com as lógicas implementadas, documentos específicos, em formato impresso conforme padrão do fabricante. Essa documentação deverá ser submetida à aprovação CEMIG e deve incluir os mapas de GOOSE e diagramas lógicos dos IEDs.
- 12.2.6 A documentação aprovada (diagramas lógicos extraídos diretamente dos softwares dos IEDs e impressos em formato pdf) devem ser disponibilizados durante o TAF para a equipe CEMIG. Devem também ser fornecidos os arquivos dos IEDs (relés, UCC, UAD, etc.) e licenças de todos os softwares.
- 12.2.7 Após as etapas de TAF e de comissionamento, os arquivos e documentação atualizados, contemplando todas as alterações executadas pelo fornecedor, deverão ser entregues à CEMIG para arquivamento.
- 12.2.8 A configuração de todos os equipamentos do SAS, incluindo os relés de proteção, é de responsabilidade do fornecedor. A parametrização dos relés de proteção (ajustes) é também de responsabilidade do fornecedor a partir das informações recebidas da CEMIG, a menos que esteja definido diferentemente nos requisitos do edital de licitação. Entende-se por “configuração” a habilitação e implementação nos equipamentos das funções que serão utilizadas e as lógicas necessárias para utilização dessas funções. A parametrização é a definição dos ajustes/valores dos parâmetros.
- 12.2.9 A CEMIG fornecerá os estudos de coordenação/seletividade, definindo as unidades de proteção que serão habilitadas nos relés (87T, 87N, 51/51N, 87L, 21, 67, 67N, 67Q, 81, 79, 61, etc.) e os principais ajustes (pick-up, curva de operação, temporização, dentre outros que se relacionem diretamente com o estudo de coordenação). Essas informações serão disponibilizadas ao fornecedor em documento específico para cada relé de proteção para que sejam parametrizadas as funções de proteção. Caberá ao fornecedor a elaboração de um

Memorial de Cálculo para cada relé de proteção, contendo as informações disponibilizadas pela CEMIG, bem como a descrição dos critérios utilizados para a definição de cada parâmetro do relé e o motivo pelo qual foi definido o valor do ajuste.

- 12.2.10 Na reunião de *Workstatement*, será definido como será feito o encaminhamento e recebimento dos arquivos e informações referentes à proteção e controle, bem como os prazos para disponibilização dos dados.
- 12.2.11 O documento “Base de Dados” do sistema digital é parte integrante do projeto elétrico do SAS. Esse documento deve ser elaborado, baseando-se no documento padrão 22.000-EA/EP-3097.
- 12.2.12 A documentação (manuais, catálogos, etc.) de todos os equipamentos e dispositivos que compõem o SAS deve ser fornecida em formato pdf, sendo um arquivo para cada equipamento/componente.
- 12.2.13 O documento de *Workstatement* deve conter a lista de todos os equipamentos que compõem o SAS (relés de proteção, UCC, medidores, *switches*, etc.), contendo suas características técnicas com, no mínimo: modelo completo, função principal no SAS, versão de *firmware*, número dos catálogos/manuais, etc.
- 12.2.14 A documentação técnica do SAS deve atender à especificação 20.000-ER/SE-6241.
- 12.2.15 Documentação do SAS:
- A documentação técnica do SAS (*Workstatement*, catálogos, manuais, arquiteturas, listas de componentes do SAS, etc.) deve ser enviada para aprovação e arquivamento em meio digital conforme procedimentos apresentados na reunião de *Workstatement*;
 - Ao final do TAF e também ao final do comissionamento, deve ser entregue à equipe CEMIG o arquivo de backup geral do projeto IEC61850, bem como os arquivos de todos IEDs do SAS;
 - Deve ser fornecido o documento “Mapa de GOOSE”, contendo todas as mensagens GOOSE utilizadas, seu “DE/PARA”, o conteúdo da mensagem, e quaisquer informações relevantes para a manutenção. No caso de utilização de mensagens do tipo GGIO, estas também devem ser devidamente documentadas no mapa de GOOSE. Qualquer necessidade de utilização de mensagens do tipo GGIO devem ser implementadas somente após aprovação da CEMIG.
- 12.2.16 Cada equipamento do fornecimento deve possuir, em sua embalagem, um CD-ROM com a cópia completa do manual de instruções, com informações detalhadas para seu correto manuseio, instalação e inicialização, deve também vir anexo um documento com a relação de todos os desenhos, manuais e documentos do fornecimento.
- 12.2.17 Demais características pertinentes à apresentação e aprovação da documentação técnica do fornecimento devem seguir os requisitos das ETs 20.000-ER/SE-6044 e 22.000-PE/LS-5512.
- 12.2.18 Na finalização do TAF (Testes de Aceitação em Fábrica), devem ser fornecidos todos os arquivos atualizados do SAS (arquivos do projeto, arquivos de configuração dos relés de proteção e UCC, etc.). Após o comissionamento, em um prazo máximo de 15 dias, devem ser enviados os arquivos atualizados dos equipamentos do SAS (arquivos de ajustes, parametrizações, etc.), incluindo os arquivos no formato CID/ICD e o arquivo de backup geral do projeto.
- 12.2.19 Deve ser fornecida documentação dos equipamentos de rede do SAS, adotando o padrão CEMIG, a ser fornecido na reunião de *Workstatement*.

- a) Processos e procedimentos para operação dos equipamentos (*switches*, conversores, etc.);
- b) Configurações dos Equipamentos (.txt ou doc, arquivo de *backup* da configuração);
- c) *Checklist* dos critérios de aceitação e funcionalidades;
- d) Lista dos IPs configurados por equipamento (Mapa de IPs a ser fornecido pela CEMIG).

12.3 Treinamento

O treinamento deverá ser ministrado em dois módulos:

- a) Treinamento convencional, ministrado em turma com objetivos de operação e manutenção do SAS.
- b) Treinamento *Hands on*, ministrado em fábrica durante a implantação e configuração do SAS com o objetivo de capacitar tecnicamente as equipes de engenharia e projeto da CEMIG D.

12.4 Treinamento convencional

12.4.1 O fornecedor deve promover treinamento em todos os equipamentos e sistemas que compõem o SAS.

12.4.2 O fornecedor deve ministrar um treinamento completo e eficiente, abrangendo minuciosamente todos os aspectos pertinentes aos equipamentos, dispositivos e acessórios que compõem o SAS proposto, incluindo especificamente o projeto, a instalação, a filosofia de operação e manutenção, o funcionamento dos equipamentos, circuitos, ajustes, hardware, software, etc. O treinamento deve capacitar tecnicamente as equipes de projeto, montagem, operação e manutenção da CEMIG, permitindo alterações de configurações e ajustes, acesso aos arquivos de todos os componentes do SAS, etc..

12.4.3 O treinamento deverá conter, no mínimo, os seguintes módulos:

- a) Treinamento na norma IEC 61850, teórico e prático, incluindo treinamento em rede ethernet e TCP/IP - carga horária mínima: 32 horas;
- b) Treinamento nos relés de proteção componentes do SAS adquirido, incluindo a capacitação aos usuários no acesso às redes de oscilografia e engenharia – carga horária mínima: 40 horas
- c) Treinamento na UCC, UAD (se aplicável), *switch* e filosofia de proteção e controle adotada para o SAS - carga horária mínima: 40 horas;
- d) Treinamento no controlador automático de banco de capacitores – carga horária mínima: 16 horas.

12.4.4 Os treinamentos na rede ethernet e na norma IEC 61850 devem abranger todos os aspectos que visem a capacitação técnica das equipes de engenharia, operação e manutenção da CEMIG, permitindo alterações de configurações e ajustes dos equipamentos. Os treinamentos devem abranger as principais definições de protocolo (meios físicos, classificação de protocolos, modelos ISO/OSI, integração de camadas, etc.), características gerais, normas e aplicações sobre os protocolos de comunicação. Deve apresentar exemplos de implementações de mensagens GOOSE e MMS. Deve, ainda, apresentar parte prática com simulações e aplicações práticas utilizando analisadores de protocolos.

- 12.4.5 Todos os custos decorrentes dos treinamentos são de responsabilidade do fornecedor. Os treinamentos devem ser ministrados em Belo Horizonte ou Sete Lagoas – MG (UniverCemig), com todos os recursos necessários a cargo do fornecedor (incluindo local, infraestrutura, recursos audiovisuais, equipamentos necessários, analisadores de protocolo, malas de testes, relés de proteção, UCC, conversores, etc.). Nos treinamentos devem ser utilizados equipamentos e manuais idênticos aos do fornecimento, além dos demais recursos necessários ao bom aproveitamento dos treinandos. Caso os treinamentos sejam realizados em Sete Lagoas, a CEMIG D disponibilizará o local e os demais recursos necessários permanecerão de responsabilidade da contratada.
- 12.4.6 Para todos os módulos dos treinamentos, deve ser prevista uma turma de 15 treinandos.
- 12.4.7 Deve ser enviado à CEMIG para aprovação um Plano de Treinamento, contendo no mínimo, objetivo, conteúdo programático, relação de pré-requisitos (se aplicáveis), local e data, carga horária (teórica e prática), duração prevista para cada treinamento, material e recursos utilizados, etc. A CEMIG poderá solicitar a elaboração de uma ementa complementar, sem custos adicionais, para atender necessidades específicas de suas equipes.
- 12.4.8 Os treinandos deverão preencher um formulário de avaliação após a realização de cada módulo do treinamento com o objetivo de comprovação da eficiência dos treinamentos ministrados. O treinamento julgado pela CEMIG, durante ou após a sua realização, como insuficiente para o cumprimento dos objetivos expostos deve ser complementado ou repetido sem ônus adicionais.
- 12.4.9 Todos os treinamentos devem ser concluídos antes da realização do TAF.

12.5 Treinamento *Hands on*

- 12.5.1 Entende-se por treinamento “*Hands on*” (ou “on the job training”) aquele feito durante a própria implantação de um sistema, ou seja, enquanto um sistema está sendo implementado e parametrizado, os usuários acompanham a sua implantação e são treinados simultaneamente.
- 12.5.2 Na reunião de *Workstatement*, será definida a equipe da CEMIG que irá participar do treinamento “*Hands on*”. A CEMIG pretende acompanhar todo o processo de parametrização do SAS proposto (elaboração dos diagramas lógicos do projeto elétrico executivo, implementação das lógicas, configuração e parametrização do SAS e seus IEDs, etc.). O documento 02.111-AD/ES-ET-025 apresenta um roteiro mínimo para a realização do “*on the job training*”.
- 12.5.3 A CEMIG definirá sua participação para acompanhamento das parametrizações do SAS em conjunto com o fornecedor e se reserva o direito de interromper o processo à medida que as dúvidas sobre a implementação surgirem. O fornecedor não deverá iniciar o processo de parametrização do SAS sem a presença dos representantes da CEMIG. Também não será aceito que o projeto seja iniciado de alguma parametrização default, ou seja, a parametrização do sistema como um todo deverá ser iniciada do zero. A intenção da CEMIG é a capacitação das equipes para a parametrização do SAS com a norma IEC61850.
- 12.5.4 O fornecedor deverá convocar os representantes da CEMIG-D durante as etapas definidas na reunião de *Workstatement* garantindo que eles participem ativamente de todas as tarefas necessárias para a conclusão de cada etapa.
- 12.5.5 Deverá ser prevista a participação de pelo menos 2 funcionários da CEMIG nas etapas definidas no *Workstatement*.
- 12.5.6 O treinamento “*hands on*” será realizado nas instalações do fornecedor.

12.6 Peças Sobressalentes

Conforme edital.

12.7 Ferramentas Especiais

Conforme edital.

12.8 Garantia

12.8.1 A Garantia deve vigorar por um período mínimo de 5 (cinco) anos, a contar da data de entrada em operação do SAS e deve abranger todos seus equipamentos e componentes (UCC, UAD, *switches*, etc.), além de deficiências identificadas no sistema relativas à integração, parametrização, ajustes, etc..

12.8.2 Especificamente os relés de proteção devem ser fornecidos com garantia de 10 anos.

12.8.3 Eventuais ampliações do SAS fornecido (exemplo: inclusão de IED que implique na reconfiguração da UCC) ou adequações do SAS fornecido (exemplo: configuração de nova função em algum IED) poderão ser realizadas por equipe técnica treinada da CEMIG sem prejuízo no período de garantia.

12.8.4 Demais requisitos conforme ET 20.000-ER/SE-6044, ET 22.000-PE/LS-5512 e ET 22.000-PE/LS-5494.

12.8.5 A garantia será exclusiva para cada SAS fornecido.

12.8.6 O fornecedor deve assegurar a garantia de disponibilidade para o fornecimento de peças de reposição e/ou peças sobressalentes de qualquer componente do SAS, após a sua entrega e aceitação, por um período mínimo de 10 (dez) anos, em um prazo de entrega máximo de 2 (dois) meses.

12.9 Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo são aplicáveis à UCC, UAD (se aplicável) e relés de proteção e devem atender aos requisitos do edital e especificações técnicas.

12.10 Ensaios de rotina

12.10.1 Todos os equipamentos do SAS (incluindo switches, conversores, terminal server, etc.) devem ser submetidos a ensaios de rotina e atender aos requisitos das ETs e normas pertinentes.

12.10.2 Os custos dos ensaios de rotina para a aceitação do SAS devem estar inclusos no fornecimento.

12.10.3 Não é necessária aprovação do PIT (Plano de Inspeção e Testes) para os ensaios de rotina. Serão seguidas as ETs pertinentes e requisitos técnicos definidos no edital, além do projeto aprovado pela CEMIG.

12.11 Dados técnicos e características técnicas garantidas

As tabelas de Características Técnicas Garantidas das especificações técnicas listadas abaixo devem ser preenchidas, nos itens aplicáveis, considerando a solução proposta:

- a) 22.000-PE/LS-5494 - Relés de Proteção;
- b) 20.000-ER/SE-6044 - Unidade Terminal Remota.

12.12 Testes de Aceitação em Fábrica (TAF) e Testes de Aceitação em Campo (TAC)

- 12.12.1 Cabe ao Contratado o fornecimento de todos os dados relativos aos equipamentos a serem ensaiados, bem como a disponibilização nas dependências da CEMIG D, caso solicitado pela mesma, de uma unidade de cada um dos equipamentos a serem testados, com 30 (trinta) dias de antecedência da execução dos testes, bem como retirá-los após a execução dos mesmos. Também cabe ao fornecedor a responsabilidade pelo acompanhamento e suporte quanto ao funcionamento do SAS.
- 12.12.2 Antes da entrega do SAS, deve ser realizado o TAF, consistindo nos testes funcionais e ensaios de plataforma. Os custos para realização do TAF devem estar inclusos no fornecimento. O TAF deve ser realizado até 1 (um) mês antes da entrega do SAS, a menos que esteja definido diferentemente nos requisitos do edital de licitação.
- 12.12.3 O fornecedor deverá convocar a CEMIG formalmente para participação do TAF com antecedência mínima de 15 dias úteis.
- 12.12.4 O fornecedor deve apresentar um “Programa de Atuação” para realização dos testes, que visa testar toda a funcionalidade do SAS. O Programa de Atuação deverá ser aprovado pela CEMIG em até 15 dias úteis. O TAF somente poderá ser iniciado após aprovação final do Programa de Atuação pela CEMIG.
- 12.12.5 Fazem parte dos testes em fábrica (TAF) e em campo (TAC), além dos testes funcionais do SAS, todos os testes das funcionalidades especificadas para a Rede Operativa de Dados.
- 12.12.6 Para início do TAF de cada SAS, o projeto do mesmo deve estar aprovado pela CEMIG D e toda documentação necessária deve estar disponível.
- 12.12.7 Até 3 (três) dias úteis antes do início do TAF, o fornecedor deverá preencher e enviar para a CEMIG os formulários Checklist 1 e Checklist 2 do ANEXO D, garantindo que as atividades necessárias para o início do TAF estejam concluídas. As equipes da CEMIG somente programarão as atividades de testes e comissionamento em fábrica após a confirmação por parte do fornecedor de que todas as atividades descritas nesses documentos tenham sido concluídas.
- 12.12.8 A critério da CEMIG, pode ser solicitado que o fornecedor comprove a realização das atividades necessárias para o início do TAF via ferramentas de teleconferência e acesso remoto.
- 12.12.9 Os ensaios de plataforma (desempenho, funcionamento e integração) do SAS devem comprovar que os parâmetros mínimos requeridos por esta especificação sejam atendidos e que operem nas diversas situações como especificado e conforme projeto executivo aprovado pela CEMIG.
- 12.12.10 Na reunião de *Workstatement*, a CEMIG fornecerá os documentos “Programa de Testes mínimo” e “Roteiro de testes de conformidade funcional para relés de proteção” a serem executados durante os testes de plataforma em fábrica. O fornecedor deve apresentar, com antecedência mínima de 45 (quarenta e cinco) dias da data de realização dos testes:
- a) Detalhamento dos testes funcionais e de plataforma, atendendo ao programa de testes fornecido pela CEMIG;
 - b) Programa de Atuação;

- c) Detalhamento do cronograma de atividades;
- d) Detalhamento do local e da equipe técnica que realizará os testes.

12.12.11 Os testes funcionais devem abranger os testes de acesso local e remoto à oscilografia dos IEDs do SAS e aos medidores, seguindo documento específico a ser fornecido na reunião de *Workstatement*.

12.12.12 Os testes funcionais a serem realizados em fábrica (TAF) e em campo (TAC) devem abranger todos os itens listados nos formulários Checklist 3 e Checklist 4 apresentados no ANEXO D, atendendo também aos procedimentos da instrução 02111-AD/ES-IT-033 (Instrução para teste de aceitação em fábrica das funcionalidades de automação disponibilizadas via rede operativa de dados (ROD)), não se limitando aos mesmos. Destacam-se as seguintes atividades:

- a) Verificação da interligação física entre todos os equipamentos constituintes do SAS de acordo com a arquitetura detalhada aprovada pela CEMIG;
- b) Teste de todas as configurações dos equipamentos da ROD (switches e conversores), como: mapa de IPs, VLANs, rotas, interfaces, firewall, QoS, SNMP, NTP, Spanning-Tree, Syslog, agregação de link, autenticação de usuário (Radius ou TACACS+) e usuário e senha para acesso local, etc.;
- c) Testes de sincronismo da UCC e dos IEDs via SCADA pela rede IEC 61850, atestando exatidão menor ou igual a 1 milissegundo;
- d) Testes de comunicação entre os IEDs via rede IEC 61850, incluídas mensagens goose, lógicas e intertravamentos (proteção, supervisão e comandos);
- e) Testes de comunicação entre UCC e COD – xOMNI, com adequada indicação de todos os pontos de supervisão, comandos (entradas e saídas binárias) e medições de corrente e tensão, através do protocolo IEC 101;
- f) Testes de comunicação entre a UCC e o dispositivo de controle de tensão (supervisor de paralelismo de transformadores) através do protocolo MODBUS ou DNP 3.0 (supervisão e comandos);
- g) Testes de comunicação entre os dispositivos de comando e supervisão do SAS (UCC, relés, chaves seletoras, botoeiras, etc.) e os equipamentos de média e alta tensão (transformadores, disjuntores, seccionadores motorizados, etc.) e integração dos mesmos ao xOMNI;
- h) Conferência da parametrização de todos os IEDs: ajustes implementados, funções de proteção, tempos de operação, esquemas de proteção, religamento, oscilações de potência, cheque de sincronismo, levantamento da curva, localização de falta, registro de eventos, registro de oscilografia, falha de disjuntor, relatórios de falta, alarmes, teleproteção, etc.;
- i) Teste de conformidade funcional dos relés de proteção: seguir as instruções do documento “Roteiro de testes de conformidade funcional para relés de proteção”. Esses testes poderão ser feitos de forma simplificada no TAC, desde que todos os ensaios de conformidade funcional tenham sido feitos no TAF e tenham sido acompanhados pela CEMIG;
- j) Integração da rede de medição (de alimentadores e de consumo próprio) à ROD;
- k) Testes de partidas simultâneas de estado e medições (simulação de avalanche) para avaliação de mensagens GOOSE e desempenho do sistema;
- l) Testes com simulação de lógicas implementadas pelo fornecedor;
- m) Conferência da parametrização e testes com os conversores dos religadores, se aplicável.

12.12.13 Caso a responsabilidade pelo fornecimento dos equipamentos da ROD seja da CEMIG, para a realização do TAF, a CEMIG disponibilizará os equipamentos da ROD (switch, roteador

e firewall) e um profissional que acompanhará os testes completos do SAS e verificação da disponibilização de todas as funcionalidades previstas. A arquitetura completa da subestação, incluindo os equipamentos da ROD, deve ser validada durante o TAF.

- 12.12.14 Todos os materiais e recursos necessários para o TAF devem ser disponibilizados pelo fornecedor, incluindo as fontes de alimentação necessárias para os equipamentos da ROD mesmo caso a responsabilidade pelo fornecimento seja da CEMIG.
- 12.12.15 A CEMIG poderá definir, a seu critério, pela realização do TAF de forma remota (completo ou parcial). Para tanto, o fornecedor deverá disponibilizar em sua fábrica, no mínimo, os recursos abaixo citados, podendo ser necessária infraestrutura complementar dependendo dos testes a serem realizados:
- Softwares, equipamentos e infraestrutura de telecomunicações adequadas para permitir a visualização, acompanhamento e conferência de todos os testes funcionais a serem realizados em fábrica;
 - Ponto de internet cabeada com velocidade mínima de 5 Mbps, que deverá ser disponibilizado na plataforma de testes;
 - Computador com acesso à internet, com pelo menos duas placas de rede sendo no máximo uma Wi-fi e software para controle e visualização de tela remotamente como Skype for business, Microsoft Teams, Cisco Webex ou software similar de mercado;
 - Pelo menos um colaborador, com conhecimento técnico na solução fornecida, para apoio exclusivo aos testes realizados remotamente. O colaborador disponibilizado deverá estar disponível e ser capaz de se comunicar com as equipes da CEMIG via mensagens de texto, áudio e vídeo em tempo real;
- 12.12.16 A realização remota ou presencial do TAF será definida, a critério da CEMIG, quando da programação de cada TAF.
- 12.12.17 Caso necessário, a CEMIG poderá deixar seus equipamentos montados na plataforma de testes durante todo o período do TAF para realização de testes remotos, verificações de configurações dos equipamentos, testes de integração com seus sistemas, etc., devendo o fornecedor manter disponíveis os recursos necessários para este fim, incluindo as fontes de alimentação dos equipamentos da ROD (switch, roteador e firewall) cujas características serão apresentadas na reunião de Workstatement.
- 12.12.18 No último dia do TAF, o fornecedor deve apresentar um relatório detalhado dos procedimentos adotados e resultados obtidos nos testes. Além disso, devem ser fornecidos os produtos listados nos checklist (Anexo D), dos quais destacam-se:
- Projeto Elétrico conforme construído (TAF);
 - Arquivo digital (excel) da base de dados (UCC/xOMNI);
 - Arquivos de ajuste default dos relés de proteção + arquivos CID + arquivo de parametrização da Gateway;
 - Versão do software e firmware para parametrização de todos os IEDs;
 - Arquivos de configuração dos switches da rede de proteção e controle;
 - Arquitetura detalhada revisada conforme construído contendo identificação das redes, IPs, VLANs e portas por VLAN;
 - Lista de equipamentos do SAS com modelos completos, versões de firmware e números de série;

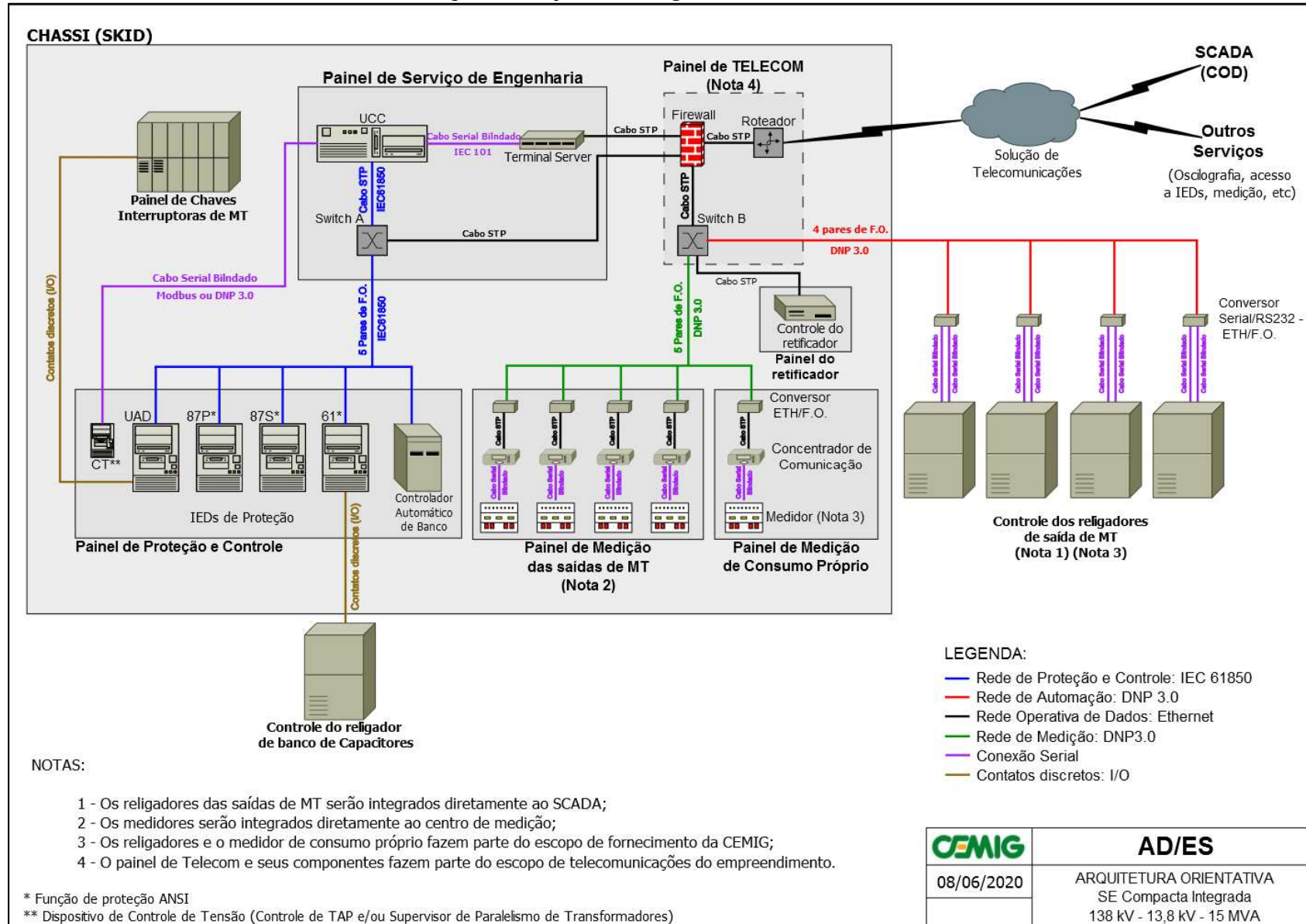
- h) Procedimentos para acesso local e remoto à rede de engenharia (passo a passo, senhas de acesso, etc.);
 - i) Configurações dos equipamentos (arquivo de backup da configuração);
 - j) Licença dos softwares (software de ajuste de relés, etc.);
 - k) Formulários Checklist 3 e Checklist 4.
- 12.12.19 Após a conclusão dos testes funcionais e de plataforma (TAF), o fornecedor deve apresentar um relatório detalhado dos procedimentos adotados e resultados obtidos nos testes.
- 12.12.20 Após entrega dos equipamentos, montagem e configuração do SAS na subestação, deverão ser realizados os Testes de Aceitação em Campo (TAC). A subestação pode estar localizada em qualquer cidade do estado de Minas Gerais. A realização do TAC é de responsabilidade do fornecedor, a menos que esteja definido diferentemente nos requisitos do edital de licitação.
- 12.12.21 Para os ensaios em fábrica (TAF) e em campo (TAC), o fornecedor deverá disponibilizar todos os recursos necessários para os testes, incluindo mala de testes, giga de testes, analisador de protocolos, cabos de fibra ópticas, conectores, conversores, fontes de alimentação, etc.
- 12.12.22 Embora desejável, o proponente não será obrigado a disponibilizar, durante os testes, um profissional especialista no sistema supervisorio, demais sistemas e equipamentos do SAS. Porém, caso comprovada a necessidade de algum desses profissionais para solucionar problemas de integração entre os equipamentos fornecidos, a responsabilidade será exclusivamente do fornecedor.
- 12.12.23 Caso identificada necessidade por parte da CEMIG, o fornecedor deve garantir a participação de especialista do fabricante dos IEDs do SAS durante o TAF, sem ônus para a CEMIG.
- 12.12.24 Durante o TAC deverão ser realizados todos os testes necessários ao perfeito funcionamento do SAS e entrega à operação CEMIG D.
- 12.12.25 Deve ser prevista a realização do “Ensaio de *Loop* de corrente com gerador e transformador de potência curto circuitado”, com os objetivos de analisar o correto funcionamento das funções diferenciais do transformador (função 87), diferenciais de terra restrito (função 87N) e diferenciais de barra, bem como assegurar que os circuitos de corrente estejam conectados corretamente, certificar a polaridade dos TCs, medir a relação de transformação dos TCs e verificar as medições de corrente.
- 12.12.26 Para maior segurança da instalação e eficiência dos ensaios, o “Ensaio de *Loop*” deve ser realizado no final dos testes em fábrica (TAF), quando aplicável, ou durante o TAC antes dos testes de primeira energização dos equipamentos em campo.
- 12.12.27 Todos os recursos para realização do “Ensaio de *Loop*” devem ser disponibilizados pelo fornecedor, sendo pelo menos:
- a) Uma fonte externa trifásica (gerador), com cálculo adequado para a aplicação. Como exemplo, para transformador de potência de 25MVA, 138KV/13,8KV, o gerador necessário é de aproximadamente 170KVA, trifásico, 220Vca entre as fases;
 - b) Cabos adequados para conexão da fonte aos equipamentos e para realizar o fechamento (curto circuito) das fases;
 - c) Alicates amperímetro AC e DC, com precisão de 0,01A, CAT III;

- d) Multímetro AC e DC, CAT IV;
- e) Fasímetro, CAT IV.

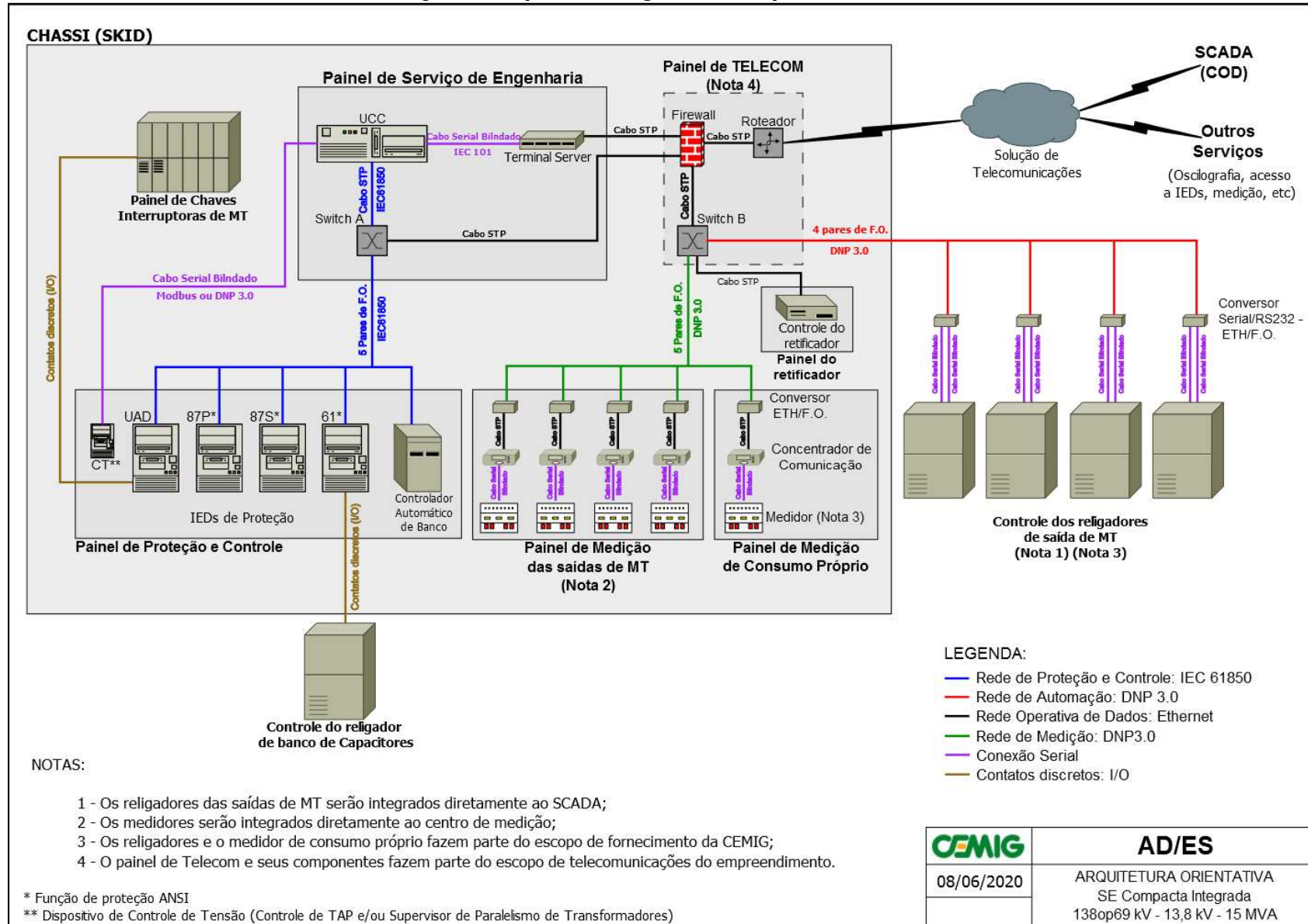
- 12.12.28 Os procedimentos para realização do “Ensaio de *Loop*” serão apresentados pela CEMIG em documento específico.
- 12.12.29 O fornecedor deverá elaborar um relatório de conclusão do TAC, o qual deverá ser assinado pela equipe da CEMIG que acompanhou o teste em campo. Tal documento atestará o funcionamento do SAS fornecido. A assinatura do documento pela equipe CEMIG não exime a contratada de toda responsabilidade sobre os termos tratados no mesmo.
- 12.12.30 O fornecedor deverá realizar a implementação de ajustes e parametrizações dos relés do SAS, registrando em relatório específico: os testes realizados em cada função do relé, com valores aplicados, resultados obtidos e erro medido, modelo completo demonstrando o atendimento aos requisitos especificados, número de série, versão do software, versão do firmware, descrição detalhada das lógicas implementadas e diagrama lógico, valores da medição de ângulo, problemas relevantes encontrados e as senhas de acesso aos sistemas digitais.
- 12.12.31 A CEMIG irá credenciar técnicos para acompanharem, de forma permanente ou eventual, o desenvolvimento das etapas previstas no Cronograma de Atividades, e participar de reuniões de acompanhamento dos testes.
- 12.12.32 **A realização dos testes funcionais, TAF e TAC não exime a contratada da realização dos testes de comissionamento, conforme condições do contrato, bem como de qualquer responsabilidade quanto ao fornecimento e garantias do SAS.**

Anexo A. Arquiteturas Orientativas

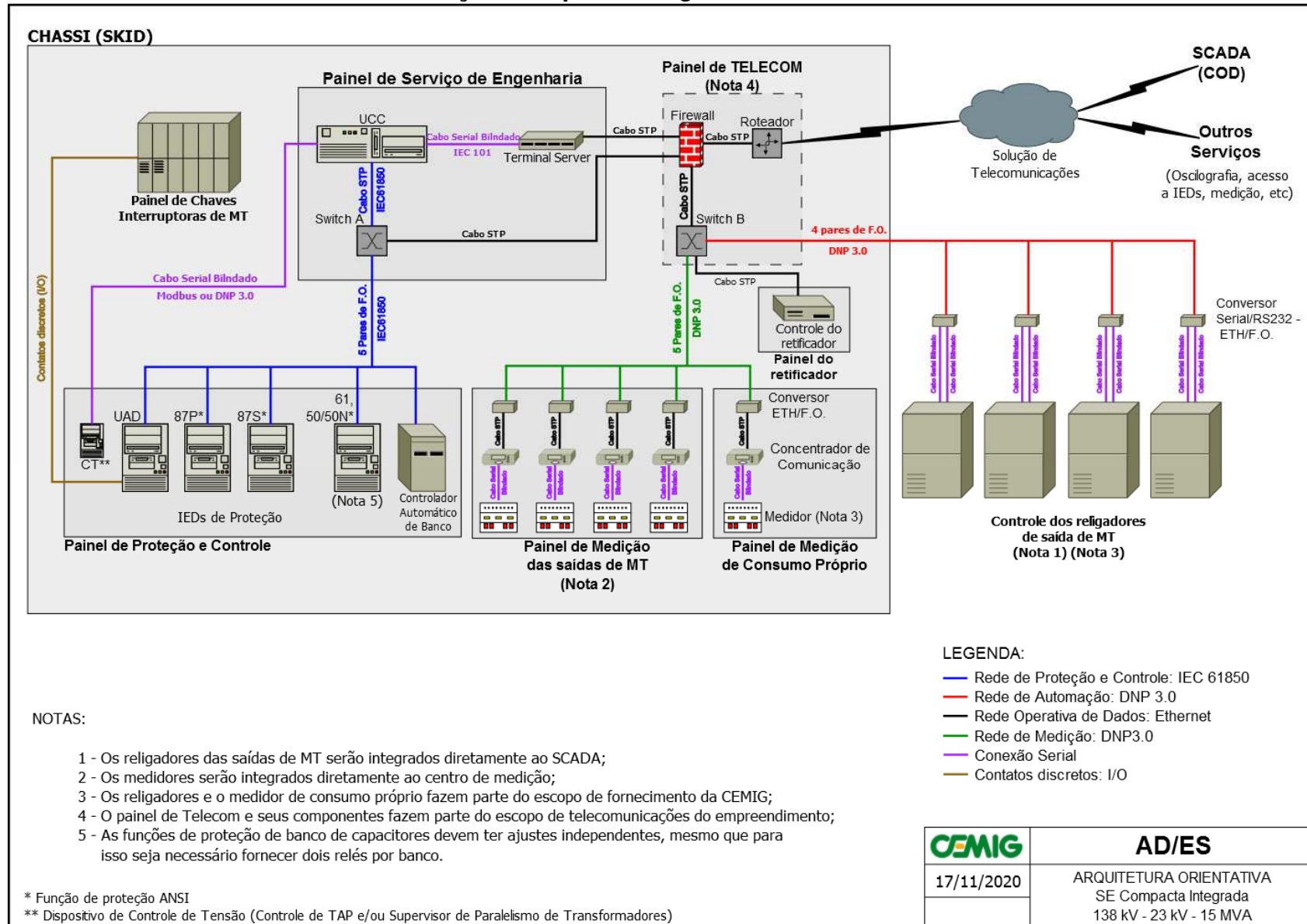
Subestação Compacta Integrada 138 kV – 13,8 kV – 15 MVA



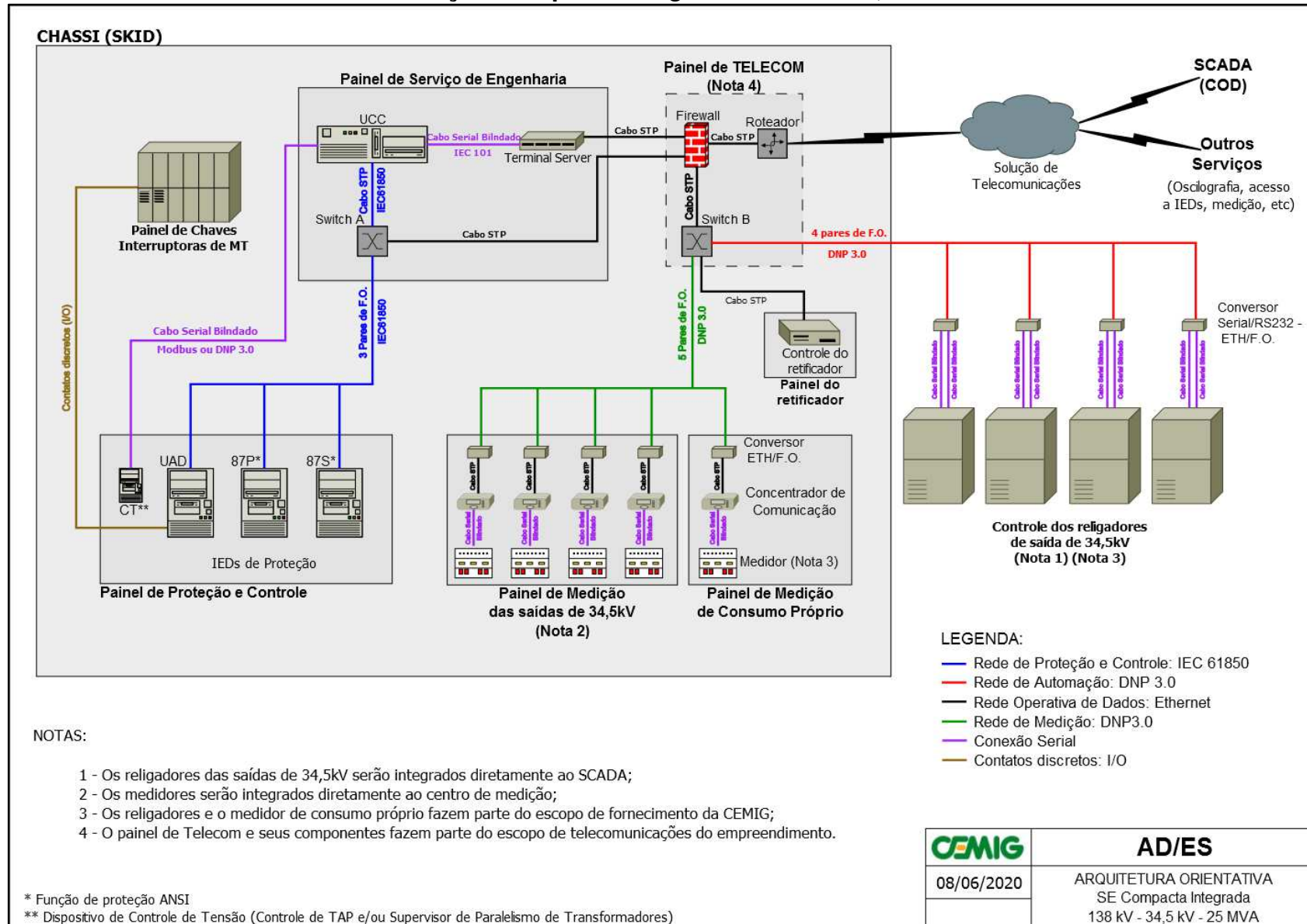
Subestação Compacta Integrada 138op69 kV – 13,8 kV – 15 MVA



Subestação Compacta Integrada 138 kV – 23 kV – 15 MVA



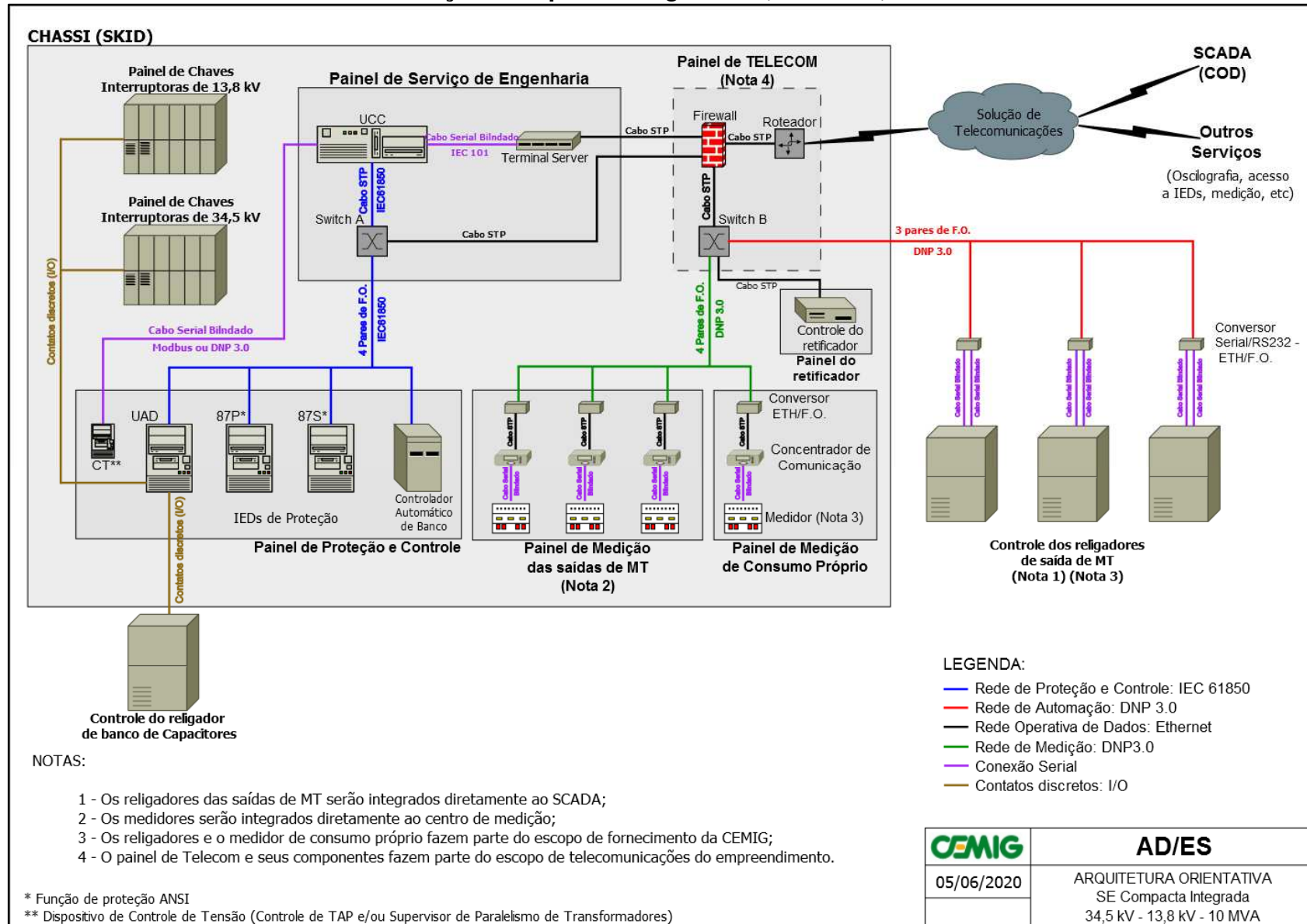
Subestação Compacta Integrada 138 kV – 34,5 kV – 25 MVA



* Função de proteção ANSI
 ** Dispositivo de Controle de Tensão (Controle de TAP e/ou Supervisor de Paralelismo de Transformadores)

	AD/ES
08/06/2020	ARQUITETURA ORIENTATIVA SE Compacta Integrada 138 kV - 34,5 kV - 25 MVA

Subestação Compacta Integrada 34,5 kV – 13,8 kV – 10 MVA



	AD/ES
05/06/2020	ARQUITETURA ORIENTATIVA SE Compacta Integrada 34,5 kV - 13,8 kV - 10 MVA

Anexo B. Lista de Pontos para Sistema de Oscilografia

1. Canais Analógicos

Transformador 2 Enrolamentos

- Tensão fase Vm – AT
- Tensão fase Az – AT
- Tensão fase Br – AT
- Corrente fase Vm – AT
- Corrente fase Az – AT
- Corrente fase Br – AT
- Corrente fase Vm – BT
- Corrente fase Az – BT
- Corrente fase Br – BT
- Corrente residual – terra do trafo (lado 13,8 kV ou 23 kV)

2. Canais Digitais

Transformador 2 Enrolamentos

- 1) DISJUNTOR AT FECHADO
- 2) DISJUNTOR BT FECHADO
- 3) TRIP 87T
- 4) TRIP 87T-HS
- 5) TRIP 87N (TERRA RESTRITO)
- 6) TRIP 50-AT
- 7) TRIP 51-BT
- 8) TRIP 51N-BT
- 9) TRIP 51N2-BT
- 10) TRIP ERAC
- 11) TRIP 59/59N
- 12) 50BF-1 (DO DISJUNTOR DE BT DO TRAFÓ PARA O DISJUNTOR DE AT DO TRAFÓ)
- 13) 50BF-2 (DO DISJUNTOR DE AT DO TRAFÓ PARA OS DISJUNTORES DE LINHA)
- 14) GRUPO DE AJUSTES 2 ATIVO
- 15) FALHA DE FUSÍVEL
- 16) FALHA DO RELÉ

Anexo C. Documento de interoperabilidade (profile) do protocolo IEC 60870-5-101

CONCERT Technologies SA.

**IEC 60870-5-101
Documento de Interoperabilidade do
- XoCommIEC870 -**

para



Junho de 2007

Extracted from 870-5-101 © IEC:1995, page 171

Interoperability

This companion standard presents sets of parameters and alternatives from which subsets have to be selected to implement particular telecontrol systems. Certain parameter values, such as the number of octets in the COMMON ADDRESS of ASDUs represent mutually exclusive alternatives. This means that only one value of the defined parameters is admitted per system. Other parameters, such as the listed set of different process information in command and in monitor direction allow the specification of the complete set or subsets, as appropriate for given applications. This clause summarizes the parameters of the previous clauses to facilitate a suitable selection for a specific application. If a system is composed of equipment stemming from different manufacturers it is necessary that all partners agree on the selected parameters.

The selected parameters should be crossed in the white boxes (simply replace “” with “”).

NOTE In addition, the full specification of a system may require individual selection of certain parameters for certain parts of the system, such as the individual selection of scaling factors for individually addressable measured values.

Network configuration

(network-specific parameter)

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Point-to-point | <input type="checkbox"/> Multipoint-party line |
| <input type="checkbox"/> Multiple point-to-point | <input type="checkbox"/> Multipoint-star |

Physical layer

(network-specific parameter)

Transmission speed (control direction)

Unbalanced interchange circuit V.24/V.28 Standard	Unbalanced interchange circuit V.24/V.28 Recommended if >1 200 bit/s	Balanced interchange circuit X.24/X.27	
<input type="checkbox"/> 100 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 2400 bit/s	<input type="checkbox"/> 2400 bit/s	<input type="checkbox"/> 56000 bit/s
<input type="checkbox"/> 200 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 4800 bit/s	<input type="checkbox"/> 4800 bit/s	<input type="checkbox"/> 64000 bit/s
<input checked="" type="checkbox"/> 300 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 9600 bit/s	<input type="checkbox"/> 9600 bit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 600 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 19200 bit/s	<input type="checkbox"/> 19200 bit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 1200 bit/s		<input type="checkbox"/> 38400 bit/s	

Transmission speed (monitor direction)

Unbalanced interchange circuit V.24/V.28 Standard	Unbalanced interchange circuit V.24/V.28 Recommended if >1 200 bit/s	Balanced interchange circuit X.24/X.27	
<input type="checkbox"/> 100 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 2400 bit/s	<input type="checkbox"/> 2400 bit/s	<input type="checkbox"/> 56000 bit/s
<input type="checkbox"/> 200 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 4800 bit/s	<input type="checkbox"/> 4800 bit/s	<input type="checkbox"/> 64000 bit/s
<input checked="" type="checkbox"/> 300 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 9600 bit/s	<input type="checkbox"/> 9600 bit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 600 bit/s	<input checked="" type="checkbox"/> 19200 bit/s	<input type="checkbox"/> 19200 bit/s	
<input checked="" type="checkbox"/> 1200 bit/s		<input type="checkbox"/> 38400 bit/s	

Extracted from 870-5-101 © IEC:1995, page 173

Link layer

(network-specific parameter)

Frame format FT 1.2, single character 1 and the fixed time out interval are used exclusively in this companion standard.

Link transmission procedure

1. Balanced transmission

 Unbalanced transmissionFrame length Maximum length L (number of octets)Address field of link Not present (balanced transmission only) One octet Two octets Structured Unstructured**Application Layer****Transmission mode for application data**

Mode 1 (Least significant octet first), as defined in clause 4.10 of IEC 870-5-4, is used exclusively in this companion standard.

Common address of ASDU

(system-specific parameter)

 One octet Two octets**Information object address**

(system-specific parameter)

2. One octet structured Two octets unstructured

3. Three octets

Cause of transmission

(system-specific parameter)

 One octet Two octets (with originator address)

Extracted from 870-5-101 © IEC:1995, pages 175–177, updated per Addendum 1

Selection of standard ASDUs

Process information in monitor direction

(station-specific parameter)

<input checked="" type="checkbox"/> <1> := Single-point information	M_SP_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <2> := Single-point information with time tag	M_SP_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <3> := Double-point information	M_DP_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <4> := Double-point information with time tag	M_DP_TA_1
<input type="checkbox"/> <5> := Step position information	M_ST_NA_1
<input type="checkbox"/> <6> := Step position information with time tag	M_ST_TA_1
<input type="checkbox"/> <7> := Bitstring of 32 bit	M_BO_NA_1
<input type="checkbox"/> <8> := Bitstring of 32 bit with time tag	M_BO_TA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <9> := Measured value, normalized value	M_ME_NA_1
<input type="checkbox"/> <10> := Measured value, normalized value with time tag	M_ME_TA_1
<input type="checkbox"/> <11> := Measured value, scaled value	M_ME_NB_1
<input type="checkbox"/> <12> := Measured value, scaled value with time tag	M_ME_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/> <13> := Measured value, short floating point value	M_ME_NC_1
<input type="checkbox"/> <14> := Measured value, short floating point value with time tag	M_ME_TC_1
<input checked="" type="checkbox"/> <15> := Integrated totals	M_IT_NA_1
<input type="checkbox"/> <16> := Integrated totals with time tag	M_IT_TA_1
<input type="checkbox"/> <17> := Event of protection equipment with time tag	M_EP_TA_1
<input type="checkbox"/> <18> := Packed start events of protection equipment with time tag	M_EP_TB_1
<input type="checkbox"/> <19> := Packed output circuit information of protection equipment with time tag	M_EP_TC_1
<input type="checkbox"/> <20> := Packed single-point information with status change detection	M_PS_NA_1
<input type="checkbox"/> <21> := Measured value, normalized value without quality descriptor	M_ME_ND_1
<input checked="" type="checkbox"/> <30> := Single-point information with time tag CP56Time2a	M_SP_TB_1
<input checked="" type="checkbox"/> <31> := Double-point information with time tag CP56Time2A	M_DP_TB_1
<input type="checkbox"/> <32> := Step position information with time tag CP56Time2A	M_ST_TB_1
<input type="checkbox"/> <33> := Bitstring of 32 bit with time tag CP56Time2A	M_BO_TB_1
<input type="checkbox"/> <34> := Measured value, normalized value with time tag CP56Time2A	M_ME_TD_1
<input type="checkbox"/> <35> := Measured value, scaled value with time tag CP56Time2A	M_ME_TE_1
<input type="checkbox"/> <36> := Measured value, short floating point value with time tag CP56Time2A	M_ME_TF_1
<input type="checkbox"/> <37> := Integrated totals with time tag CP56Time2A	M_IT_TB_1
<input type="checkbox"/> <38> := Event of protection equipment with time tag CP56Time2A	M_EP_TD_1
<input type="checkbox"/> <39> := Packed start events of protection equipment with time tag CP56Time2A	M_EP_TE_1
<input type="checkbox"/> <40> := Packed output circuit information of protection equipment with time tag CP56Time2a	M_EP_TF_1

Process information in control direction

(station-specific parameter)

<input checked="" type="checkbox"/> <45> := Single command	C_SC_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <46> := Double command	C_DC_NA_1
<input type="checkbox"/> <47> := Regulating step command	C_RC_NA_1
<input type="checkbox"/> <48> := Set point command, normalized value	C_SE_NA_1
<input type="checkbox"/> <49> := Set point command, scaled value	C_SE_NB_1
<input type="checkbox"/> <50> := Set point command, short floating point value	C_SE_NC_1
<input type="checkbox"/> <51> := Bitstring of 32 bit	C_BO_NA_1

System information in monitor direction

(station-specific parameter)

<input type="checkbox"/> <70> := End of initialization	M_EI_NA_1
--	-----------

System information in control direction

(station-specific parameter)

<input checked="" type="checkbox"/> <100> := Interrogation command	C_IC_NA_1
<input type="checkbox"/> <101> := Counter interrogation command	C_CI_NA_1
<input type="checkbox"/> <102> := Read command	C_RD_NA_1
<input checked="" type="checkbox"/> <103> := Clock synchronization command	C_CS_NA_1
<input type="checkbox"/> <104> := Test command	C_TS_NA_1
<input type="checkbox"/> <105> := Reset process command	C_RP_NA_1
<input type="checkbox"/> <106> := Delay acquisition command	C_CD_NA_1

Parameter in control direction

(station-specific parameter)

<input type="checkbox"/> <110> := Parameter of measured value, normalized value	P_ME_NA_1
<input type="checkbox"/> <111> := Parameter of measured value, scaled value	P_ME_NB_1
<input type="checkbox"/> <112> := Parameter of measured value, short floating point value	P_ME_NC_1
<input type="checkbox"/> <113> := Parameter activation	P_AC_NA_1

File transfer

(station-specific parameter)

<input type="checkbox"/> <120> := File ready	F_FR_NA_1
<input type="checkbox"/> <121> := Section ready	F_SR_NA_1
<input type="checkbox"/> <122> := Call directory, select file, call file, call section	F_SC_NA_1
<input type="checkbox"/> <123> := Last section, last segment	F_LS_NA_1
<input type="checkbox"/> <124> := Ack file, ack section	F_AF_NA_1
<input type="checkbox"/> <125> := Segment	F_SG_NA_1
<input type="checkbox"/> <126> := Directory	F_DR_TA_1

Extracted from 870-5-101 © IEC:1995, page 179

Basic application functions

Station initialization

(station-specific parameter)

Remote initialization

General Interrogation

(system- or station-specific parameter)

global

group 1

group 2

group 3

group 4

group 5

4. group 6

group 7

group 8

group 9

group 10

group 11

group 12

group 13

group 14

group 15

group 16

Addresses per group have to be defined

Clock synchronization

(station-specific parameter)

Clock synchronization

Command transmission

(object-specific parameter)

Direct command transmission

Direct set point command transmission
command

No additional definition

Short pulse duration (duration determined by a system parameter in the outstation)

Long pulse duration (duration determined by a system parameter in the outstation)

Persistent output

Select and execute command

Select and execute set point

C_SE_ACTTERM used

Transmission of Integrated totals

(station- or object-specific parameter)

Counter request

Counter freeze without reset

Counter freeze with reset

Counter reset

General request counter

Request counter group 1

Request counter group 2

Request counter group 3

Request counter group 4

Addresses per group have to be defined

Extracted from 870-5-101 © IEC:1995, page 181

Parameter loading

(object-specific parameter)

- Threshold value
- Smoothing factor
- Low limit for transmission of measured value
- High limit for transmission of measured value

Parameter activation

(object-specific parameter)

- Act/deact of persistent cyclic or periodic transmission of the addressed object

File transfer

(station-specific parameter)

- File transfer in monitor direction
- File transfer in control direction

Anexo D. Checklists das atividades de Pré-TAF e TAF

Checklist 1

		Checklist do SAS: Atividades pré-comissionamento em fábrica	Responsável: FORNECEDOR	R.07/2020
1. Dados Gerais				
• Subestação:		• Pedido de Compra CEMIG (PC):		
• Fornecedor:	• Contato:	• Tel.:	• e-mail:	
2. Objetivo				
Este documento apresenta um resumo das atividades do Sistema de Automação da Subestação (SAS) a serem realizadas pelo fornecedor antes do início do comissionamento em fábrica. As equipes da Cemig somente programarão as atividades de testes e comissionamento em fábrica após a confirmação por parte do fornecedor de que todas as atividades constantes deste check-list tenham sido concluídas.				
3. Atividades		Realizado?		
Responsabilidade do fornecedor	1	Realizar a interligação física dos ativos de rede e demais IEDs (relés, remota, medidores, concentrador de oscilografias, conversores, etc.) conforme arquitetura de rede aprovada.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	2	Identificar com etiquetas todos os equipamentos, interfaces e cabos de interligação.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	3	Instalar a versão de firmware estável e mais atual nos switches.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	4	Instalar, no computador concentrador de oscilografias, os recursos necessários para a coleta automática e análise dos registros de oscilografias dos relés, a versão especificada do sistema operacional em português devidamente licenciado e o software para ajuste dos relés.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	5	Configurar o concentrador de oscilografias com a criação da estrutura e nomenclatura das pastas para armazenamento dos dados de oscilografia, com a configuração de usuário e senha conforme padrão adotado pela Cemig e com o religamento automático e reinicialização de todos os softwares após perda e retorno da alimentação.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	6	Realizar a configuração dos switches seguindo o padrão de IPs, máscara de rede e VLANs fornecidos no mapa de IPs. ¹	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	7	Configurar VLANs, interfaces, sincronismo NTP, RSTP, SNMP, QoS, usuário e senha de acesso, autenticação e demais funcionalidades solicitadas pela Cemig nos switches.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	8	Realizar a configuração do terminal server, conforme instrução 02111-AD/ES-IT-033.	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
4. Insumos necessários para a execução do comissionamento em fábrica		Será disponibilizado?		
Resp. Fornecc.	O fornecedor deve disponibilizar um profissional dedicado, com conhecimento técnico na solução fornecida, durante o período em que a equipe especialista da Cemig D estiver em fábrica ou realizando testes remotamente.		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	O fornecedor deve disponibilizar um ponto de internet cabeada, com capacidade mínima de 5Mbps, no local onde os testes serão realizados.		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	O fornecedor deve disponibilizar um computador com acesso à internet, pelo menos duas placas de rede sendo no máximo uma Wi-fi e software para controle e visualização de tela remotamente como Skype for business, Microsoft Teams, Cisco Webex ou software similar de mercado.		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
	O fornecedor deve disponibilizar todos os insumos (cabos, conversores, fonte trifásica de potencial e corrente, etc.) necessários para a execução dos testes.		<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não. Por quê?
5. Notas				
1	¹ Mapa de IPs é um documento fornecido pela Cemig contendo os IPs, VLANs e máscara de rede para todos os equipamentos previstos na arquitetura de rede do sistema de automação da SE.			
2	O descumprimento de qualquer item deste documento poderá acarretar na suspensão imediata das atividades de TAF e/ou comissionamento em fábrica.			
3	O mero preenchimento e entrega deste documento à Cemig não exime o fornecedor de suas responsabilidades contratuais. A aceitação deste documento por parte da Cemig não representa uma aceitação dos serviços executados, sendo responsabilidade do fornecedor a configuração e/ou substituição dos equipamentos, caso sejam identificadas divergências quanto aos requisitos especificados, em verificações posteriores (em fábrica e em campo).			
6. Documentação necessária para o início do TAF e/ou comissionamento da ROD				
Resp. Fornecc.	1	Arquivos backup da configuração dos equipamentos da rede em formato .txt, .doc ou outro formato previamente aprovado após consulta formal à Cemig.		
	2	Lista de equipamentos com modelos e números de série (conforme documento anexo).		
	3	Este documento, "Checklist ROD: Atividades pré-comissionamento em fábrica", devidamente preenchido e assinado.		
7. Observações				
1				
2				
3				
4				
8. Assinatura				
• Responsável (Fornecedor):		• Tel.:	• e-mail:	
• Assinatura do Responsável:				

Checklist 2

		Checklist de pré-TAF	<small>R.03/2017</small>
1. Dados Gerais			
• Subestação:		• Pedido de Compra CEMIG (PC):	
• Fornecedor:	• Contato:	• Tel.:	• e-mail:
• Preenchido por:			
• Responsável na EA/EP:		• Tel.:	• e-mail:
2. Objetivo			
Este documento destina-se a apresentar a situação atual das atividades e pré-testes essenciais ao início do TAF (Testes de Aceitação em Fábrica).			
3. Atividades e Testes			Realizado?
Responsabilidade do FORNECEDOR	1	Painéis aprovados na Inspeção de materiais CEMIG?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	2	Projeto elétrico, lista de pontos, Planilha de GOOSEs, Diagrama Lógico Impressos e disponíveis para os testes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	3	Painéis instalados em local adequado para a realização do TAF (sala climatizada, mesa, cadeiras, tomadas, telefone)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	4	Painéis energizados com tensão nominal (125Vcc/127Vca)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	5	Maleta de testes disponível para a realização dos testes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	6	Interligação via fibra ótica de todos os IEDs a Gateway, switches e roteador?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	7	Interligação discreta de todos os IEDs aos demais equipamentos (ex. gigas de teste, SPS, relé 90, medidores, etc.)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	8	Software analisador de protocolos disponível para os testes?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	9	Instalação da antena do GPS com sinal de satélite?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	10	Ajustes de proteção DEFINITIVOS implementados em todos os relés de proteção?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	11	Configuração dos equipamentos de TI (switches e roteador) conforme lista de IP enviada pela CEMIG?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	12	Sistema supervisorio instalado na IHM (xOMNI, base de dados da SE, interligação a Gateway)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	13	Gateway programada conforme a planilha de pontos (base de dados) enviada pela CEMIG?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	14	Solução de oscilografia: concentrador de oscilografia configurado? Fibras instaladas (se aplicável)?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
xOMNI	15	Testar a comunicação satisfatória entre IHM local (notebook xOMNI) e Gateway	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	16	Testar comunicação do xOMNI COD através do Terminal Server	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	17	Testar a comunicação satisfatória entre IHM local e todos os IEDs (relés, UAD, controlador de TAP, etc.)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
	18	Testar a subida de alguns pontos de EA / ED / SD	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> NA
4. Observações:			
1			
2			
3			
4			
5			
6. Assinaturas			
Ass.			
Nome:			

Checklist 3

Checklist: Atividades a serem realizadas durante o TAF para comissionamento do SAS			
Atenção: Este documento deve ser preenchido exclusivamente pelo representante da CEMIG no comissionamento com aprovação do fornecedor.			
Dados Gerais			
Subestação:		Fornecedor:	
Responsável (CEMIG):		Responsável (Fornecedor):	
Contato (CEMIG):		Contato (Fornecedor):	
Objetivo:			
Este documento apresenta a relação de testes a serem realizados na ROD durante o TAF (Testes de Aceitação em Fábrica) e referencia itens da instrução 02111-AD/ES-IT-033.			
Atividades Realizadas (Preenchimento de responsabilidade da CEMIG)	Teste Realizado? Marque com X a opção correta.		
	Sim	Não	Se não, por quê?
1	Verificação da configuração de IP de gerenciamento nos switches (Item 3.1).		
2	Verificação das credenciais de acesso aos switches (Item 3.2).		
3	Verificação da configuração de VLANs nos switches (Itens 3.3 e 3.4).		
4	Verificação da configuração de porta trunk nos switches (item 3.5).		
5	Verificação da ativação de todas as interfaces dos switches (item 3.6).		
6	Verificação da configuração do spanning-tree nos switches (item 3.7).		
7	Verificação da configuração do NTP nos switches (item 3.8).		
8	Verificação da configuração do SNMP nos switches (item 3.9).		
9	Verificação da configuração do protocolo LLDP nos switches (item 3.10).		
10	Verificação da configuração do método de autenticação nos switches (item 3.11).		
11	Verificação da configuração do endereçamento de enlace com o firewall no roteador (item 4.1).		
12	Verificação da configuração de IP de gerenciamento no roteador (Item 4.2).		
13	Verificação das credenciais de acesso ao roteador (Item 4.3).		
14	Verificação da não habilitação de todas as interfaces não utilizadas do roteador (item 4.4).		
15	Verificação da configuração do NTP no roteador (item 4.5).		
16	Verificação da configuração do SNMP no roteador (item 4.6).		
17	Verificação da configuração do protocolo LLDP no roteador (item 4.7).		
18	Verificação da configuração do método de autenticação no roteador (item 4.8).		
19	Verificação da configuração do endereçamento dos gateways no firewall (item 5.1)		
20	Verificação da configuração de IP de gerenciamento no firewall (Item 5.2).		
21	Verificação das credenciais de acesso ao firewall (Item 5.3).		
22	Verificação da configuração das subinterfaces no firewall (item 5.4)		
23	Verificação da não habilitação de todas as interfaces não utilizadas do firewall (item 5.5).		
24	Verificação da configuração do NTP no firewall (item 5.6).		
25	Verificação da configuração do SNMP no firewall (item 5.7).		
26	Verificação da configuração do protocolo LLDP no firewall (item 5.8).		
27	Verificação da configuração das regras do firewall (item 5.9).		
28	Verificação dos equipamentos fornecidos em relação ao workstatement e à lista de equipamentos (itens 6.1 e 6.2).		
29	Verificação da interligação física entre os equipamentos do SAS (item 6.3).		
30	Verificação da identificação dos cabos e equipamentos do SAS (item 6.4).		
31	Verificação da implementação do mapa de IPs nos equipamentos do SAS (item 6.5).		
32	Verificação da conectividade com todos os equipamentos do SAS a partir de todas as vias de comunicação redundantes previstas (item 6.6).		
33	Verificar a conexão remota e a funcionalidade dos demais serviços previstos no SAS (item 6.7).		
34	Verificar a configuração e identificação das portas de comunicação dos switches para acesso local (item 6.8).		
35	Verificação da configuração do terminal server (item 6.9).		
36	Verificação do acesso ao computador concentrador de oscilografias (itens 6.10 a e 6.10 b).		
37	Verificação do acesso ao computador através de todas as vias previstas (item 6.10 c).		
38	Verificação da ativação do sistema operacional do computador (item 6.10 d).		
39	Verificação da conectividade do computador com os IEDs (itens 6.10 e e 6.10 k).		
40	Verificação da configuração da coleta automática de oscilografia no computador (itens 6.10 f, 6.10 g, 6.10 h, 6.10 i e 6.10 j).		
41	Verificação da disponibilização dos backups no computador (item 6.10 l, 6.10 p e 6.10 q).		
42	Teste de perda de alimentação no computador (item 6.10 m).		
43	Verificação da configuração do servidor FTP no computador (item 6.10 n).		
Observação: Os itens deste checklist referentes ao computador concentrador de oscilografias não se aplicam às SECIs.			
Pendências:			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
Observações:			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Assinaturas:			
Nome:	Nome:	Nome:	Nome:
Ass.:	Ass.:	Ass.:	Ass.:

Checklist 4

CEMIG		Check list de TAF		R.05/2017	
1. Dados Gerais					
• Subestação:		• Pedido de Compra CEMIG (PC):			
• Fornecedor:	• Contato:	• Tel.:	• e-mail:		
• Responsável na EA/EP:		• Tel.:		• e-mail:	
• Período de realização:		• Preenchido por:		• Matrícula:	
2. Objetivo					
Este documento destina-se a apresentar o resumo dos testes realizados no TAF (Testes de Aceitação em Fábrica).					
3. Atividades e Testes					
1 Check list de pré-TAF finalizado sem pendências? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não					Gerência participante
2 Verificar a correta identificação dos componentes nos painéis (relés, chaves de teste, switches, roteadores, etc.)					MD/XX, EA/EX, EA/EP
3 Utilizar maleta de testes para simulação de eventos/faltas					MD/XX, EA/EX
4 Utilizar software analisador de protocolos nos testes					MD/XX, EA/EX
5 Testar a comunicação satisfatória entre IHM local (notebook xOMNI) e Gateway					MD/XX, EA/EX
6 Testar comunicação do xOMNI COD através do Terminal Server					MD/XX, EA/EX
7 Testar a comunicação satisfatória entre IHM local e todos os IEDs (relés, UAD, controlador de TAP, etc.)					MD/XX, EA/EX
8 Verificar o sincronismo dos IEDs via GPS (rede IRIG-B e rede NTP) e via xOMNI no caso de falha da Gateway					MD/XX, EA/EX
9 Testar a funcionalidade e hierarquia das chaves OPERAÇÃO/MANUTENÇÃO, LOCAL/REMOTO, IHM/COD					MD/XX, EA/EX
10 Conferir as telas do xOMNI (sinóticos, janelas de comando, tela de alarmes, tela de eventos, histórico, elementos)					MD/XX, EA/EX
11 Conferir todos os pontos de entradas e saídas, físicos e lógicos, conforme projeto elétrico (IHM e COD)					MD/XX, EA/EX
12 Conferir as grandezas analógicas (parametrização dos IEDs, precisão das medições)					MD/XX, EA/EX
13 Verificar a geração correta dos contadores (parametrização dos IEDs)					MD/XX, EA/EX
14 Testar o funcionamento correto dos IEDs redundantes (Indicação de falha, comando, sinalização, restabelecimento)					MD/XX, EA/EX
15 Testar a subida de pontos de EA, ED e SD de todos os IEDs no xOMNI					MD/XX, EA/EX
16 Testar o diagrama lógico - variáveis de entrada e saída					MD/XX, EA/EX
17 Levantar as curvas de operação de todos os relés de proteção utilizando os ajustes definitivos					MD/XX, OM/PE
18 Testar o envio/recebimento de mensagens GOOSE (conforme planilha de GOOSEs)					MD/XX, PA/LS, OPI/AP
19 Testar as funcionalidades dos intertravamentos, lógicas de controle/proteção, automatismos, etc.					MD/XX, EA/EX, EA/EP, OPI/AP, OM/PE
20 Verificar o tempo de atualização das telas do xOMNI através de variações nas ED / EA / SD					MD/XX
21 Verificar a capacidade de armazenamento de SOE (ordem cronológica, coerência do registro com horário)					MD/XX
22 Testar o desempenho dos registros de SOE (avalanche nos IEDs, avalanche em condições degradadas)					MD/XX
23 Testar a atualização de estado sem a ocorrência de SOE					MD/XX
24 Testar a Integridade e sincronismo dos IEDs após inicialização dos IEDs					MD/XX
25 Testar a Integridade e sincronismo dos IEDs após inicialização da Gateway e da IHM local (separadamente)					MD/XX
26 Testar a Integridade e sincronismo dos IEDs após restabelecimento da comunicação com a Gateway					MD/XX
27 Testar o tempo entre falha e restabelecimento de comunicação entre Gateway e relés (deve ser < 1min)					MD/XX
28 Verificar a comunicação entre IHM local e os IEDs em condição degradada (falha de comunic. com 1 ou mais IEDs)					MD/XX
29 Testar o acesso à oscilografia dos relés de proteção através do computador concentrador de oscilografia e via SAPNET					MD/XX, EA/EX, OPI/AP, TI/TC
30 Testar a comunicação com os medidores de alimentadores e MCP através de switch					MD/XX, EA/EX, OPI/AP, TI/TC
31 Testar a comunicação com os IEDs via rede de engenharia					MD/XX, EA/EX, OPI/AP, TI/TC
31 Verificar identificação das fibras óticas da rede operativa (switch e roteador)					MD/XX, EA/EX, OPI/AP, TI/TC
4. Produtos do TAF					
1 Projeto Elétrico comentado conforme construído (TAF)					
2 Arquivo digital (excel) da base de dados (UCC/xOMNI)					
3 CD com os arquivos de ajuste default dos relés de proteção + arquivos CID + arquivo de parametrização da Gateway					
4 Versão do software para parametrização dos relés de proteção (preencher):					
5 Versão do software para configuração da Gateway (preencher):					
6 Versão de firmware (preencher):					
Gateway / UTR : _____					
Relés de sobrecorrente : _____					
Relés de proteção de distância : _____					
Relés de proteção diferencial de Trafo : _____					
Unidade de Aquisição de Dados : _____					
7 Arquivos de configuração dos equipamentos da ROD					
8 Documentos da ROD (projeto lógico, mapa de IPs, arquitetura detalhada, etc.)					
5. Pendências					
1					
2					
3					
6. Observações					
1					
2					
7. Assinaturas					
Ass.					
Nome:					

Lista de equipamentos do SAS

	Lista de equipamentos do SAS	Responsável: FORNECEDOR	R.07/2020		
1. Dados Gerais					
• Subestação:		• Pedido de Compra CEMIG (PC):			
• Fornecedor:	• Contato:	• Tel.:	• e-mail:		
• Responsável (CEMIG):		• Tel.:	• e-mail:		
• Período de realização:		• Preenchido por:	• Matrícula:		
2. Objetivo					
Este documento tem por objetivo verificar se os equipamentos do SAS (relés, switches, IHM, Computador, terminal server, etc.) aprovados no workstatement condizem com os equipamentos apresentados durante o TAF (Testes de Aceitação em Fábrica) e/ou comissionamento em fábrica.					
3. Lista de equipamentos da ROD fornecidos*:					
Responsabilidade do FORNECEDOR	Equipamento	Modelo aprovado no Workstatement	Modelo fornecido	Versão de firmware	Número de Série
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	13				
	14				
	15				
	16				
	17				
	18				
	19				
	20				
	21				
	22				
* deve ser preenchido pelo FORNECEDOR					
7. Assinaturas					
Ass.					
Nome:					

elaborado por: Fernando Moreira Ribeiro - c057037 - AD/ES