

**MINISTÉRIO DA DEFESA  
COMANDO DA AERONÁUTICA**



**MANUTENÇÃO**

**ICA 66-36**

**IMPLANTAÇÃO/SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMAS DE  
ENERGIA DO SISCEAB**

**2019**



**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**



**MANUTENÇÃO**

**ICA 66-36**

**IMPLANTAÇÃO/SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMAS DE  
ENERGIA DO SISCEAB**

**2019**





**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**

PORTARIA DECEA Nº 78/DGCEA, DE 7 DE JUNHO DE 2019.

Aprova a edição da norma técnica para implantação ou substituição de sistemas de energia para o Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro.

**O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO**, no uso das suas atribuições que lhe confere o inciso IV art. 195 do Regimento Interno do Comando da Aeronáutica, aprovado pela Portaria nº 1049/GC3, de 11 de novembro de 2009, e o inciso IV do art. 10 do Regulamento do DECEA, aprovado pela Portaria nº 1.668/GC3, de 16 de setembro de 2013, resolve:

Art.1º Aprovar a edição da ICA 66-36 “Implantação/Substituição de Sistemas de Energia do SISCEAB”, que com esta baixa.

Art. 2º Esta Instrução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 3º Revogar a Portaria DECEA nº 69/DGCEA, de 6 de junho de 2017, publicada no BCA nº 103, de 20 de junho de 2017.

(a)Ten Brig Ar JEFERSON DOMINGUES DE FREITAS  
Diretor-Geral do DECEA

(Publicado no BCA nº 105, de 18 de junho de 2019.)



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>DISPOSIÇÕES PRELIMINARES.....</b>	<b>9</b>
1.1	FINALIDADE .....	9
1.2	CONCEITUAÇÕES .....	9
1.3	ABREVIATURAS.....	10
1.4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	11
1.5	ÂMBITO.....	11
<b>2</b>	<b>TIPOS DE CARGAS SUPORTADAS PELOS SISTEMAS DE ENERGIA .....</b>	<b>13</b>
2.1	CARGAS CRÍTICAS .....	13
2.2	CARGAS EMERGENCIAIS.....	13
2.3	CARGAS CONVENCIONAIS .....	14
<b>3</b>	<b>ARQUITETURAS DE KF .....</b>	<b>15</b>
3.1	KF TIPO 0.....	15
3.2	KF TIPO I .....	17
3.3	KF TIPO II-.....	19
3.4	KF TIPO II.....	23
3.5	KF TIPO II+.....	26
3.6	KF TIPO III- .....	30
3.7	KF TIPO III.....	34
3.8	KF TIPO IV .....	38
<b>4</b>	<b>PADRÕES SISTÊMICOS.....</b>	<b>41</b>
4.1	SEQUÊNCIA DE FASES.....	41
4.2	TENSÕES DE ALIMENTAÇÃO .....	41
4.3	DUALIZAÇÃO .....	41
4.4	NOMENCLATURA DE QUADROS, PAINÉIS E EQUIPAMENTOS .....	42
4.5	REQUISITOS BÁSICOS OPERACIONAIS .....	44
4.6	LIMITES DE TENSÃO, FREQUÊNCIA E DISTORÇÃO HARMÔNICA .....	46
4.7	DOCUMENTAÇÃO.....	47
4.8	VIDA ÚTIL DE SISTEMAS.....	47
<b>5</b>	<b>SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE.....</b>	<b>49</b>
5.1	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA.....	49
5.2	FILOSOFIA DE FUNCIONAMENTO .....	49
5.3	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO 0 .....	51
5.4	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO I.....	52

<b>5.5</b>	<b>PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO II-, II, II+ E III-</b>	<b>54</b>
<b>5.6</b>	<b>PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO III E IV</b>	<b>57</b>
<b>5.7</b>	<b>FUNÇÕES BÁSICAS DO SIGE</b>	<b>60</b>
<b>6</b>	<b>SISTEMAS COMPLEMENTARES</b>	<b>63</b>
<b>6.1</b>	<b>SISTEMA DE ILUMINAÇÃO</b>	<b>63</b>
<b>6.2</b>	<b>SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)</b>	<b>64</b>
<b>6.3</b>	<b>SISTEMA DE ATERRAMENTO E PROTEÇÃO DE SURTOS</b>	<b>64</b>
<b>6.4</b>	<b>SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO</b>	<b>65</b>
<b>6.5</b>	<b>SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO</b>	<b>66</b>
<b>6.6</b>	<b>CONTROLE DE ACESSO E DE INTRUSÃO</b>	<b>67</b>
<b>6.7</b>	<b>CIRCUITO FECHADO DE TV (CFTV)</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>DISPOSIÇÕES FINAIS</b>	<b>69</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>70</b>
	<b>Anexo A – Arquiteturas de KF de OM subordinadas ao DECEA (resumo)</b>	<b>73</b>
	<b>Anexo B – Configurações das arquiteturas de KF (resumo)</b>	<b>74</b>
	<b>ÍNDICE</b>	<b>75</b>

## **PREFÁCIO**

Ao longo dos últimos anos o movimento de aeronaves vem crescendo substancialmente e, em consequência, o sistema de controle de tráfego aéreo tem sido cada vez mais exigido. Ao mesmo tempo, a evolução tecnológica dos equipamentos que fornecem suporte às áreas operacionais tem requerido infraestrutura de sistemas elétricos que atenda aos crescentes requisitos de confiabilidade, disponibilidade e de qualidade.

A garantia desses requisitos, por sua vez, requer condições mínimas de padronização da infraestrutura de sistemas elétricos e, em especial, redundâncias de componentes de modo a propiciar a realização de manutenções programadas ou correção de falhas sem a interrupção de serviços essenciais.

Dessa forma, a presente norma busca estabelecer critérios técnicos mínimos para a configuração de sistemas de energia, incluindo a capacidade de redundância, visando ao serviço de manutenção programada ou à resposta às falhas, sem impacto às cargas críticas que sustentam às operações de controle do tráfego aéreo.



## **1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

### **1.1 FINALIDADE**

Esta Instrução tem por objetivo regular tecnicamente os procedimentos para a elaboração de novos projetos de implantação ou substituição dos sistemas de energia de organizações subordinadas ao DECEA, visando à padronização das instalações e a redução dos custos de logística.

### **1.2 CONCEITUAÇÕES**

**1.2.1** Concessionária de energia: empresa responsável pela distribuição de energia elétrica comercial.

**1.2.2** Cargas críticas: são as cargas para as quais não pode haver descontinuidade no fornecimento de energia elétrica, sendo, então, alimentadas ininterruptamente.

**1.2.3** Cargas emergenciais: são cargas de áreas técnica ou operacional com possibilidade de descontinuidade de até 15 s do fornecimento de energia elétrica.

**1.2.4** Cargas convencionais: são cargas que podem ter descontinuidade superior a 15 s no fornecimento de energia elétrica – normalmente, as cargas das áreas administrativas e de conforto.

**1.2.5** Cargas remotas: são cargas instaladas distantes da subestação e são alimentadas na tensão de distribuição de 4.160 V.

**1.2.6** Cargas simples: são as cargas que possuem apenas uma entrada para fonte de alimentação.

**1.2.7** Cargas duais: são as cargas que possuem dupla entrada para fontes de alimentação distintas.

NOTA: Cargas críticas duais que recebem alimentação tanto em CA quanto em CC deverão ser alimentadas por um circuito proveniente de quadro elétrico CA, interligado à UPS, e outro a partir de quadro elétrico CC, interligado à unidade retificadora.

**1.2.8** Eletrocentro: subestação de energia elétrica, modular e transportável, desenvolvida para abrigar equipamentos elétricos de força, distribuição, controle e supervisão, de forma segura e prática.

**1.2.9** Fonte principal: é a principal fonte de energia elétrica do sistema. Poderá ser a rede, quando o fornecimento de energia elétrica for de responsabilidade da concessionária local, ou o grupo gerador (por ex.), quando o fornecimento for de responsabilidade direta do consumidor, inexistindo a rede.

**1.2.10** Fonte reserva: é aquela que substitui a fonte principal na falta desta.

**1.2.11** Rede: energia comercial fornecida pela concessionária.

**1.2.12** Sítio: órgão funcional do sistema de controle do espaço aéreo, podendo inclusive ser um Órgão Regional (CINDACTA ou SRPV-SP).

**1.2.13** Subestação remota (SR): instalação elétrica contendo equipamentos para transmissão e distribuição de energia (transformadores, chaves seccionadoras e proteções), para alimentação de estação instalada distante da KF principal.

**1.2.14** Certificação TIER: padrão criado pelo *Uptime Institute* como meio de avaliar efetivamente a infraestrutura de *data centers* em termos de disponibilidade esperada de sistemas. A classificação é dividida em quatro níveis:

- a) TIER I – capacidade básica – é necessário desligar toda a extensão do sítio para realizar serviços de manutenção ou reparo;
- b) TIER II – componentes de capacidade redundante – alguns componentes são redundantes, mas ainda é necessário desligar toda a extensão do sítio para realizar serviços de manutenção;
- c) TIER III – manutenção concorrente – todo e qualquer componente de capacidade ou caminho de distribuição em um sítio pode ser removido de maneira planejada, para realizar manutenção ou substituição sem impactar as operações; e
- d) TIER IV – tolerante a falhas – uma falha de equipamento individual ou interrupção de caminho de distribuição não terá impacto nas operações.

### **1.3 ABREVIATURAS**

ACC	–	Centro de Controle de Área
AGM	–	<i>Absorbent Glass Mat</i>
ANEEL	–	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	–	Centro de Controle de Aproximação
CGNA	–	Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea
CFTV	–	Circuito Fechado de TV
DTCEA	–	Destacamento de Controle do Espaço Aéreo
EACEA	–	Estação de Apoio ao Controle do Espaço Aéreo
Fn	–	Frequência nominal
GMG	–	Grupo Motor-Gerador
GRUGER	–	Grupo Gerador
ICAO	–	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IHM	–	Interface Homem-Máquina
KF	–	Casa de Força
KM	–	Casa de Máquinas
PBT	–	Painel de Baixa Tensão
PMT	–	Painel de Média Tensão
PTA	–	Painel de Transferência Automática
SDTE	–	Subdepartamento Técnico do DECEA
SIGE	–	Sistema de Gerenciamento de Energia

SPDA	–	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SISCEAB	–	Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
UGE	–	Unidade de Gerenciamento de Energia
UPS	–	<i>Uninterruptible Power Supply</i>
UR (ou RET)	–	Unidade Retificadora
USCA	–	Unidade Supervisora de Corrente Alternada
V <sub>CA</sub>	–	Tensão em corrente alternada
V <sub>CC</sub>	–	Tensão em corrente contínua
V <sub>n</sub>	–	Tensão nominal
VRLA	–	<i>Valve-Regulated Lead-Acid</i>

#### **1.4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS**

**1.4.1** Em complemento às diretrizes registradas nesta norma, os projetos de substituição ou implantação de sistemas de energia destinados à alimentação de equipamentos diretamente relacionados aos serviços de controle do tráfego aéreo prestados por Organizações subordinadas ao DECEA, deverão ser desenvolvidos visando ao atendimento às regras da ICAO, previstas no Anexo 10, Volume I, Apêndice C, Seção 8 “*Material concerning power supply switch-over times*” e no Anexo 14, Volume I, Capítulo 8 “*Electrical systems*”.

**1.4.2** Todo o fornecimento de material ou serviços deve estar de acordo com as últimas revisões das normas aplicáveis da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em especial à NBR 5410, NBR 5419 e NBR 14039. Nos casos onde as normas da ABNT forem omissas, devem-se observar as normas das seguintes organizações: IEC “*International Electrotechnical Commission*” e IEEE “*Institute of Electrical and Electronics Engineers*”.

#### **1.5 ÂMBITO**

A presente Instrução aplica-se a todas as Organizações Militares (OM) subordinadas ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA).



## 2 TIPOS DE CARGAS SUPORTADAS PELOS SISTEMAS DE ENERGIA

### 2.1 CARGAS CRÍTICAS

**2.1.1** São as cargas para as quais não pode haver descontinuidade no fornecimento de energia elétrica, sendo, então, alimentadas ininterruptamente.

**2.1.2** São sempre alimentadas por fontes de suprimento de energia ininterrupta, podendo ser em corrente alternada, por meio de UPS, ou em corrente contínua, por unidades retificadoras; ou, ainda, fazendo uso dessas duas fontes simultaneamente.

**2.1.3** As cargas críticas do SISCEAB são:

- a) radares de rota, de área terminal, meteorológicos e de aproximação por precisão;
- b) sistema de tratamento e visualização de dados (STVD) – estações de trabalho, servidores, roteadores, etc.;
- c) centrais de áudio;
- d) gravadores de áudio;
- e) sistemas de telecomunicação HF, VHF e UHF;
- f) sistemas de canalização de dados (*links* dedicados, TELESAT e MPLS);
- g) centrais telefônicas;
- h) sistemas de auxílios eletrônicos e meteorológicos (VOR, DVOR, DME, ILS, NDB, EMS e EMA);
- i) sistema de luzes de aproximação e de balizamento de pista de aeródromos categoria II/III, conforme previsto no anexo 14 da ICAO;
- j) ativos de rede que atendem aos sistemas técnico-operacionais;
- k) sistema de supervisão, comando e controle dos equipamentos elétricos que alimentam cargas críticas ou emergenciais;
- l) circuito fechado de TV, controle de acesso;
- m) sistema de detecção e alarme de incêndio; e
- n) sistema de iluminação de emergência de salas operacionais, de torres de controle, de salas técnicas e de casa de força.

### 2.2 CARGAS EMERGENCIAIS

**2.2.1** São cargas de áreas técnica ou operacional com possibilidade de descontinuidade de até 15 s do fornecimento de energia elétrica.

**2.2.2** São alimentadas diretamente pela rede elétrica da concessionária de energia ou, na falta dessa, por fonte de geração própria (grupo motor-gerador).

**2.2.3** As cargas emergenciais do SISCEAB são as seguintes:

- a) iluminação e tomadas de áreas técnicas e operacionais;

- b) sistema de climatização, aquecimento ou ventilação de áreas técnicas e operacionais;
- c) UPS;
- d) unidades retificadoras; e
- e) sistema de luzes de aproximação e de balizamento de pista de aeródromos categoria I, conforme previsto no anexo 14 da ICAO.

## **2.3 CARGAS CONVENCIONAIS**

**2.3.1** São cargas que podem ter descontinuidade superior a 15 s no fornecimento de energia elétrica. Normalmente, são as cargas das áreas administrativas e de conforto.

**2.3.2** As cargas convencionais, em geral, também serão alimentadas por fonte reserva. Eventualmente, porém, cargas convencionais de organizações com missões exclusivamente administrativas serão alimentadas exclusivamente pela rede da concessionária de energia.

**2.3.3** As cargas convencionais do SISCEAB são as seguintes:

- a) iluminação e tomadas de áreas administrativas (escritórios, salas de reunião, etc.); e
- b) sistema de climatização, aquecimento ou ventilação de áreas administrativas.

### 3 ARQUITETURAS DE KF

As regras e nomenclaturas definidas para as arquiteturas de KF buscam correlacioná-las com as tipologias definidas pelo *Uptime Institute* para o processo de certificação TIER (I a IV). Dessa forma, embora não haja a pretensão de realizar processos de certificação, a KF aqui definida como tipo III, por exemplo, visa ao atendimento de requisito TIER III, para o qual se exige duplicidade de caminho e de equipamentos de modo a permitir a simultaneidade das atividades de operação dos sistemas críticos e de manutenção dos equipamentos que os suportam.

Os elos do SISCEAB, em especial os Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo, embora todos tenham funções relevantes, apresentam diferentes consequências na prestação do serviço do SISCEAB quando sujeitos a problemas de disponibilidade de meios técnico-operacionais. Nesse sentido, buscou-se a correlação entre as arquiteturas de KF com maior disponibilidade esperada e os destacamentos com maior grau de importância. Para tanto, adotou-se como meio de quantificar o grau de priorização dos Destacamentos, os seguintes fatores de ponderação:

- a) *ranking* de TMA (fonte: anuário estatístico de tráfego aéreo);
- b) *ranking* de aeródromos (fonte: anuário estatístico de tráfego aéreo);
- c) classe do DTCEA (fonte: Portaria 64/DGCEA, de 3 jun. 2014);
- d) índice de priorização de aeródromos do CGNA (fonte: CGNA – aeródromo *hub*, alimentador de *hub* ou número considerável de movimentos); e
- e) influência técnica extraordinária no fluxo de tráfego aéreo (atribuída ao DTCEA-PCO).

Os tipos de KF, definidos nas seções seguintes, **serão ratificados pelo SDTE**, levando em consideração além do critério de priorização acima mencionado, outros fatores, como: o risco de falta de energia elétrica e as necessidades logísticas do local. As KF poderão ser construídas em alvenaria ou montadas em “shelter” do tipo eletrocentro – especificidade a ser definida pelo SDTE após análise das peculiaridades inerentes a cada projeto.

Os Anexos A e B apresentam, respectivamente, resumos dos tipos de KF aplicados nas OM subordinadas ao DECEA e dos principais requisitos de configurações das arquiteturas de KF definidas.

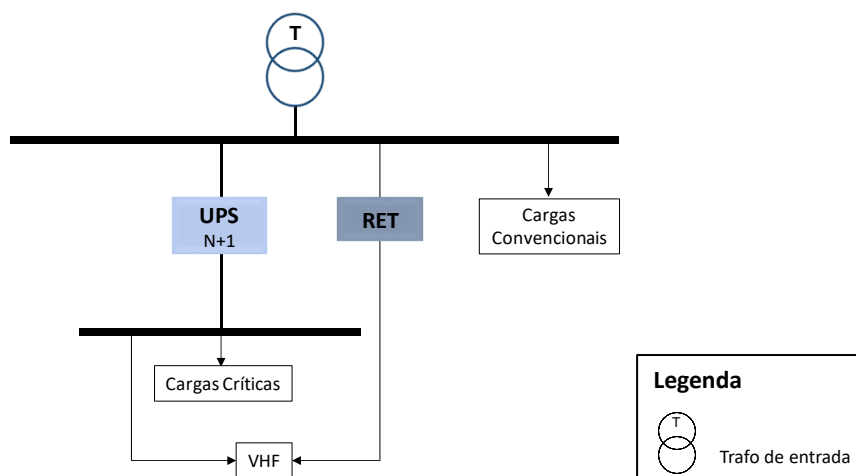
#### 3.1 KF TIPO 0

**3.1.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva inexistente, conforme indicado na figura 1, contudo os bancos de baterias são dimensionados para autonomia estendida.

**3.1.2** A arquitetura de KF tipo 0 será empregada nos projetos de modernização ou substituição de EACEA ou novas estações de telecomunicações, instaladas em locais com reduzido histórico de instabilidade no fornecimento de energia comercial.

**3.1.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de transformador trifásico instalado em poste.

NOTA: Quando a carga instalada for igual ou inferior a 75 kW, a entrada de energia poderá ser trifásica em baixa tensão.



**Figura 1 – Diagrama de blocos de KF tipo 0**

**3.1.4** Os painéis e equipamentos do sistema elétrico serão, em princípio, instalados em *shelter*, juntamente com as cargas críticas.

NOTA 1: O *shelter* deverá receber cobertura a fim de reduzir os efeitos da insolação, quando da falta de energia comercial.

NOTA 2: O projeto de implantação ou modernização da KF deverá avaliar a viabilidade técnica e o custo-benefício de utilizar sistema fotovoltaico para suprir energia de emergência às cargas emergenciais (condicionadores de ar do *shelter*, por exemplo).

**3.1.5** Painel de baixa tensão (PBT) singelo, alimentado pelo transformador.

**3.1.6** *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estática, eficiência mínima de 92 %, dimensionada para atender totalmente as cargas críticas locais. Para essa arquitetura a UPS poderá ser autônoma (com 30 % de capacidade adicional) ou modular com N+1 módulos (neste caso deve ser do tipo “hot-swap”).

**3.1.7** Unidade(s) retificadora(s) do tipo industrial, modular, com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligada(s) com banco(s) de baterias singelo(s), para alimentação de cargas críticas simples e para alimentação redundante de cargas críticas duais do sistema VHF.

**3.1.8** Bancos de baterias singelos para a UPS e para as UR, autonomia de **2 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias com eletrólito absorvido em separador de microfibras de vidro (baterias VRLA AGM); ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

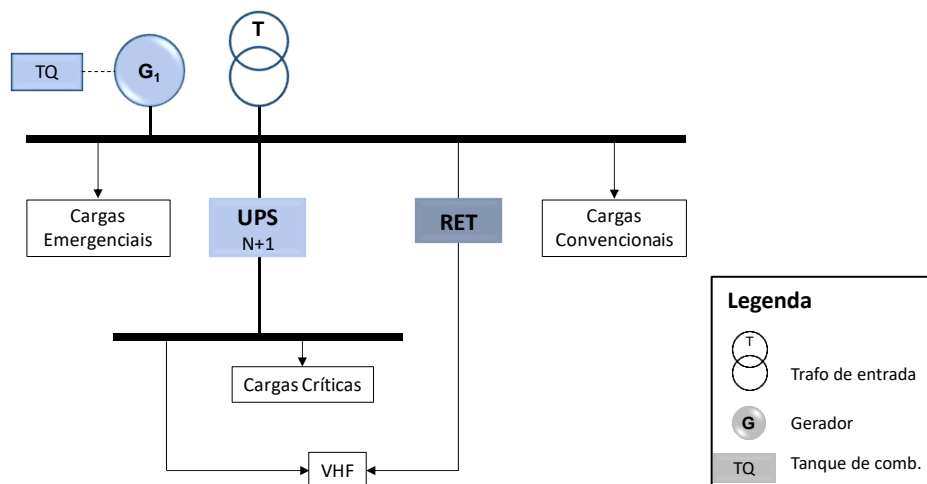
NOTA 2: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados (preferencialmente ambiente distinto daquele em que o equipamento estiver localizado), com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

**3.1.9** Monitoramento por meio da unidade de gerenciamento de energia (UGE) e supervisão remota através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE) no Centro de Operação na KM do Regional.

**3.1.10** Deve ser instalado sistema de CFTV, para ações de segurança e apoio à supervisão remota, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: UPS, UR, PBT e portas de acesso.

### 3.2 KF TIPO I

**3.2.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva, conforme indicado na figura 2, composta por um grupo gerador, alimentado por um único tanque de combustível.



**Figura 2 – Diagrama de blocos de KF tipo I**

**3.2.2** A arquitetura de KF tipo I será empregada, após análise do SDTE, nos projetos de modernização ou substituição destinados à EACEA instaladas em locais com histórico de energia comercial instável, ou em organizações sem sistemas técnicos ou operacionais.

**3.2.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de um transformador trifásico, a seco, quando em ambiente interno, ou a óleo, quando instalado em poste.

NOTA 1: Quando a carga instalada for igual ou inferior a 75 kW, a entrada de energia poderá ser trifásica em baixa tensão.

NOTA 2: Para organizações situadas em localidades não supridas por rede comercial de energia, a fonte principal será um grupo gerador adicional, ou fonte de energia renovável (sistema fotovoltaico, por exemplo).

**3.2.4** Quando se tratar de infraestrutura de EACEA, os painéis e equipamentos do sistema elétrico serão, em princípio, instalados em *shelter*, juntamente com as cargas críticas.

NOTA: O *shelter* deverá receber cobertura, a fim de reduzir os efeitos da insolação, quando da falta de energia comercial.

**3.2.5** O painel de média tensão (quando aplicável) deve conter relé digital, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81<sup>1</sup> e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.2.6** Sistema de emergência composto de um grupo gerador, movido a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligado ao painel de transferência automática e distribuição em baixa tensão (PTA-BT) para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador. O grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

**3.2.7** O grupo gerador deve ser dimensionado para operação em emergência (*standby*) e deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.

**3.2.8** Para a partida do grupo gerador, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.2.9** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter um tanque, com filtro separador de água na saída, prevendo-se, ainda, a possibilidade de "by-pass".

NOTA 1: O SDTE definirá a capacidade do tanque com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, o tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação do grupo gerador por pelo menos 12 h de operação à plena carga.

NOTA 2: A bomba de recalque para abastecimento do tanque poderá ser de deslocamento positivo ou centrífuga à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

NOTA 5: Pode-se considerar o uso de grupo gerador com tanque de combustível incorporado à estrutura, desde que a autonomia atenda às necessidades da OM.

**3.2.10** Painel transferência automática e distribuição em baixa tensão (PTA-BT) singelo.

---

1

27	subtensão
32	direcional de potência
46	sequência negativa
47	sequência de fase de tensão
49T/49RMS	sobretensão nos transformadores e sobrecarga térmica
50/51	sobrecorrente de fase
50/51N	sobrecorrente de neutro
59/59N	sobretensão na barra
81	sub e sobrefrequência

**3.2.11** *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estática, eficiência mínima de 92 %, dimensionada para atender totalmente as cargas críticas locais. Para esta arquitetura, a UPS poderá ser autônoma (com 30 % de capacidade adicional) ou modular com N+1 módulos (neste caso deve ser do tipo “hot-swap”).

**3.2.12** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para o sistema de proteção, comando e supervisão da subestação, e para alimentação redundante de cargas críticas duais do sistema VHF.

**3.2.13** Bancos de baterias singelos para a UPS e para as UR, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 2: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

**3.2.14** Para EACEA, deve-se prever operação automatizada do PTA-BT, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Deverá, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

**3.2.15** Para EACEA, deverá ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupo gerador, UPS, PMT (quando aplicável), PTA-BT, tanque de combustível e portas de acesso.

### **3.3** KF TIPO II-

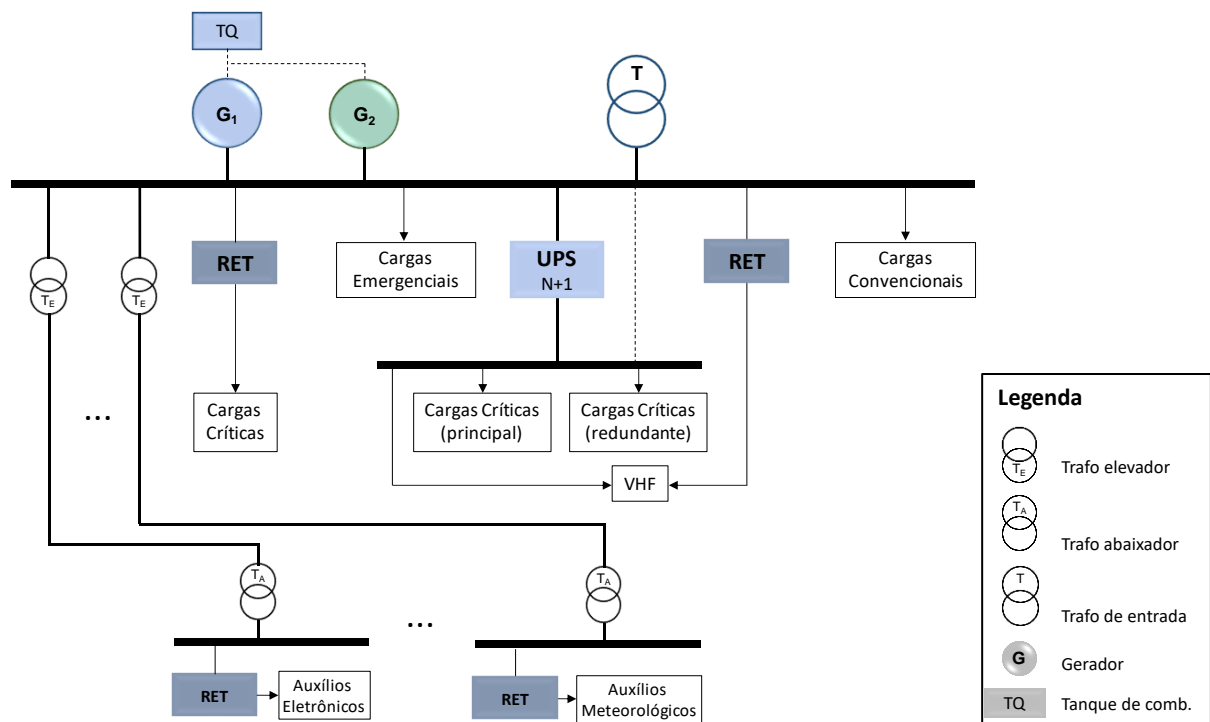
**3.3.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores, alimentados por um único tanque de combustível. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 3, prevê equipamentos com componentes redundantes, para alimentação de cargas críticas.

**3.3.2** A arquitetura de KF tipo II- será empregada nos projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

- a) GEIV;
- b) ICEA;
- c) esquadrões do 1º GCC,
  - 1º/1º GCC;
  - 2º/1º GCC; e
  - 4º/1º GCC;
- d) PAME-RJ;
- e) destacamentos do CINDACTA I,
  - DTS;

- DTCEA-SRO .....São Roque;
  - DTCEA-GI.....Chapada dos Guimarães;
  - DTCEA-BQ .....Barbacena;
  - DTCEA-BW .....Barra do Garças;
  - DTCEA-CC.....Cachimbo;
  - DTCEA-GA .....Gama;
  - DTCEA-LS .....Lagoa Santa;
  - DTCEA-STA .....Santa Teresa;
  - DTCEA-TNB .....Tanabi; e
  - DTCEA-TRM .....Três Marias;
- f) destacamentos do CINDACTA II,
- DTCEA-SM .....Santa Maria;
  - DTCEA-CO .....Canoas;
  - DTCEA-CR.....Corumbá;
  - DTCEA-MDI .....Morro da Igreja;
  - DTCEA-BI.....Bacacheri;
  - DTCEA-CGU .....Canguçu;
  - DTCEA-CTD.....Catanduvas;
  - DTCEA-JGI .....Jaraguari;
  - DTCEA-STI.....Santiago; e
  - DTCEA-UG .....Uruguaiana;
- g) destacamentos do CINDACTA III,
- DTCEA-PS .....Porto Seguro;
  - DTCEA-AR .....Aracaju;
  - DTCEA-FN.....Fernando de Noronha;
  - DTCEA-PL .....Petrolina; e
  - DTCEA-LP .....Bom Jesus da Lapa;
- h) destacamentos do CINDACTA IV,
- DTCEA-SL .....São Luís;
  - DTCEA-PV .....Porto Velho;
  - DTCEA-RB.....Rio Branco;
  - DTCEA-BV .....Boa Vista;
  - DTCEA-MN .....Manaus;
  - DTCEA-CZ.....Cruzeiro do Sul;
  - DTCEA-AA .....Conceição do Araguaia;
  - DTCEA-FA.....São Félix do Araguaia;
  - DTCEA-GM .....Guajará-Mirim;
  - DTCEA-IZ .....Imperatriz;
  - DTCEA-MQ .....Macapá;
  - DTCEA-SI .....Sinop;
  - DTCEA-SN.....Santarém;
  - DTCEA-TF .....Tefé;
  - DTCEA-TT .....Tabatinga;
  - DTCEA-UA .....São Gabriel da Cachoeira;
  - DTCEA-VH .....Vilhena;
  - DTCEA-EI .....Eirunepé;
  - DTCEA-EK.....Jacareacanga;
  - DTCEA-EP .....Porto Esperidião;
  - DTCEA-FX.....São Félix do Xingu;

- DTCEA-MY ..... Manicoré;
  - DTCEA-OI ..... Oiapoque; e
  - DTCEA-TS ..... Tiriós;
- i) destacamentos do SRPV-SP,
- DTCEA-MT ..... Marte;
  - DTCEA-AF ..... Afonsos;
  - DTCEA-GW ..... Guaratinguetá (atual);
  - DTCEA-SC ..... Santa Cruz;
  - DTCEA-SJ ..... São José dos Campos; e
  - DTCEA-ST ..... Santos.



**Figura 3 – Diagrama de blocos de KF tipo II-**

**3.3.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de um transformador trifásico, a seco.

**NOTA:** Para organizações situadas em localidades não supridas por rede comercial de energia, a fonte principal será um grupo gerador adicional, ou fonte de energia renovável (sistema fotovoltaico, por exemplo).

**3.3.4** O painel de média tensão deve conter relé digital, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.3.5** Sistema de emergência composto de dois grupos geradores idênticos, movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador 1 ou via grupo gerador 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

**3.3.6** Os grupos geradores devem ser dimensionados para operações em emergência (*standby*). Cada GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.

**3.3.7** Para a partida dos grupos geradores, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.3.8** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter um tanque, com filtro separador de água na saída, prevendo-se, ainda, a possibilidade de "by-pass".

NOTA 1: O SDTE definirá a capacidade do tanque com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, o tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação de um grupo gerador por pelo menos 12 h de operação à plena carga.

NOTA 2: A bomba de recalque para abastecimento do tanque poderá ser de deslocamento positivo ou centrífuga à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

**3.3.9** Painel de baixa tensão (PBT) singelo, alimentado pelo PTA.

**3.3.10** *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estática, eficiência mínima de 92 %, modular, "hot-swap", para atender as cargas críticas locais, dimensionada com previsão de um módulo reserva (configuração N+1), de forma que em caso de falha em qualquer um dos módulos, a carga seja assumida imediatamente pelos demais módulos, sem interrupção do fornecimento de energia ao barramento crítico.

NOTA: Outras UPS estáticas, modulares, "hot-swap", com N+1 módulos, podem ser implementadas para alimentação de cargas críticas remotas, cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.).

**3.3.11** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para o sistema de proteção, comando e supervisão da subestação, para cargas críticas da sala técnica alimentadas em CC, para os auxílios meteorológicos e eletrônicos, e para alimentação redundante de cargas críticas duais da KT-VHF.

**3.3.12** Os auxílios à navegação e meteorológicos atendidos por esse tipo de arquitetura, bem como outras cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.), serão alimentados em circuito tipo "radial", a partir da KF.

**3.3.13** Banco de baterias singelo para a UPS, autonomia de **15 min** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

**3.3.14** Bancos de baterias singelos para as UR, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 2: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

**3.3.15** Quadros de distribuição duplicados para as cargas ligadas à barra crítica em APP, TWR e sala técnica.

**3.3.16** Banco de capacitores trifásico e automático deverá ser instalado na casa de força.

**3.3.17** Operação automatizada do PTA, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Quando se tratar de infraestrutura de destacamento, será necessário, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

NOTA: UGE e SIGE são facultativos para as subestações do GEIV, ICEA, esquadrões do 1º GCC e PAME-RJ.

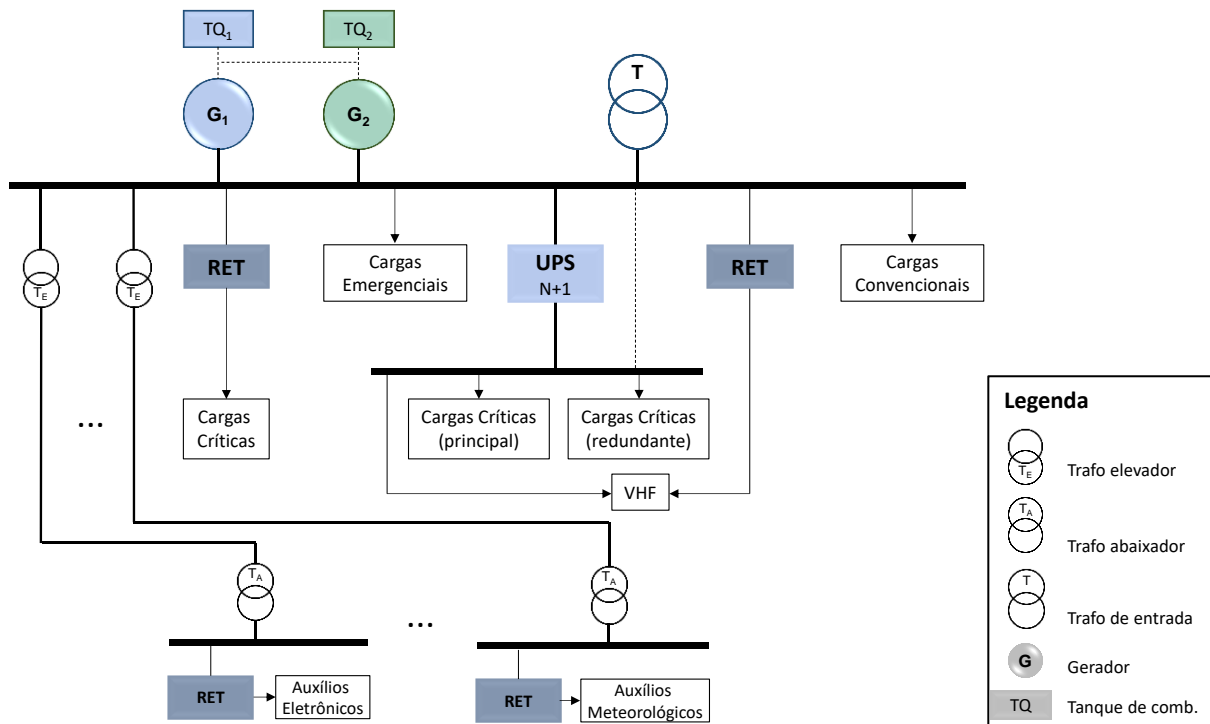
**3.3.18** Para destacamentos, deverá ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupos geradores, UPS, PMT, PBT, tanque de combustível e portas de acesso.

### **3.4** KF TIPO II

**3.4.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores, com um tanque de combustível cada. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 4, prevê equipamentos com componentes redundantes, para alimentação de cargas críticas.

**3.4.2** A arquitetura de KF tipo II será empregada nos projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

- a) 1º GCC/CIMAER;
- b) DTCEATM-RJ;
- c) destacamentos do CINDACTA I,
  - DTCEA-YS ..... Pirassununga;
  - DTCEA-AN ..... Anápolis; e
  - DTCEA-CY ..... Cuiabá;
- d) destacamentos do CINDACTA II,
  - DTCEA-CG ..... Campo Grande; e
  - DTCEA-FI ..... Foz do Iguaçu;
- e) destacamentos do CINDACTA III,
  - DTCEA-MO ..... Maceió; e
  - DTCEA-NT ..... Natal.



**Figura 4 – Diagrama de blocos de KF tipo II**

**3.4.3** Mediante análise de critérios técnico-operacionais, o SDTE também poderá atribuir a arquitetura de KF tipo II para os projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

- a) destacamentos do CINDACTA I,
  - DTS;
  - DTCEA-SRO .....São Roque; e
  - DTCEA-GI.....Chapada dos Guimarães;
- b) destacamentos do CINDACTA II,
  - DTCEA-SM .....Santa Maria;
  - DTCEA-CO .....Canoas;
  - DTCEA-CR.....Corumbá; e
  - DTCEA-MDI .....Morro da Igreja;
- c) destacamentos do CINDACTA III,
  - DTCEA-PS .....Porto Seguro;
  - DTCEA-AR .....Aracaju;
  - DTCEA-FN.....Fernando de Noronha; e
  - DTCEA-PL .....Petrolina;
- d) destacamento do CINDACTA IV,
  - DTCEA-SL .....São Luís;
  - DTCEA-PV .....Porto Velho;
  - DTCEA-RB.....Rio Branco;
  - DTCEA-BV .....Boa Vista;
  - DTCEA-MN .....Manaus; e
  - DTCEA-CZ.....Cruzeiro do Sul;
- e) destacamentos do SRPV-SP,
  - DTCEA-MT .....Marte;

- DTCEA-AF ..... Afonsos;
- DTCEA-GW ..... Guaratinguetá (atual);
- DTCEA-SC..... Santa Cruz; e
- DTCEA-SJ..... São José dos Campos.

**3.4.4** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de um transformador trifásico, a seco.

**3.4.5** O painel de média tensão deve conter relé digital, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.4.6** Sistema de emergência composto de dois grupos geradores idênticos, movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador 1 ou via grupo gerador 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

**3.4.7** Os grupos geradores devem ser dimensionados para operações em emergência (*standby*). Cada GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.

**3.4.8** Para a partida dos grupos geradores, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.4.9** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter dois tanques, interligados entre si, sendo um para cada grupo gerador, contendo filtro separador de água na saída, prevendo-se, ainda, a possibilidade de "by-pass".

NOTA 1: O SDTE definirá a capacidade dos tanques com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, cada tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação de um grupo gerador por pelo menos 12 h de operação à plena carga.

NOTA 2: As bombas de recalque para abastecimento dos tanques devem ser de deslocamento positivo ou centrífugas à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

**3.4.10** Painel de baixa tensão (PBT) singelo, alimentado pelo PTA.

**3.4.11** *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estática, eficiência mínima de 92 %, modular, "hot-swap", para atender as cargas críticas locais, dimensionada com previsão de um módulo reserva (configuração N+1), de forma que em caso de falha em qualquer um dos módulos, a carga seja assumida imediatamente pelos demais módulos, sem interrupção do fornecimento de energia ao barramento crítico.

NOTA: Outras UPS estáticas, modulares, “hot-swap”, com N+1 módulos, podem ser implementadas para alimentação de cargas críticas remotas, cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.).

**3.4.12** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para o sistema de proteção, comando e supervisão da subestação, para cargas críticas da sala técnica alimentadas em CC, para os auxílios meteorológicos e eletrônicos, e para alimentação redundante de cargas críticas duais da KT-VHF.

**3.4.13** Os auxílios à navegação e meteorológicos atendidos por esse tipo de arquitetura, bem como outras cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.), serão alimentados em circuito tipo “radial”, a partir da KF.

**3.4.14** Banco de baterias singelo para a UPS, autonomia de **15 min** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

**3.4.15** Bancos de baterias singelos para as UR, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 2: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

**3.4.16** Quadros de distribuição duplicados para as cargas ligadas à barra crítica em APP, TWR e sala técnica.

**3.4.17** Banco de capacitores trifásico e automático deverá ser instalado na casa de força.

**3.4.18** Operação automatizada do PTA, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Quando se tratar de infraestrutura de destacamento, será necessário, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

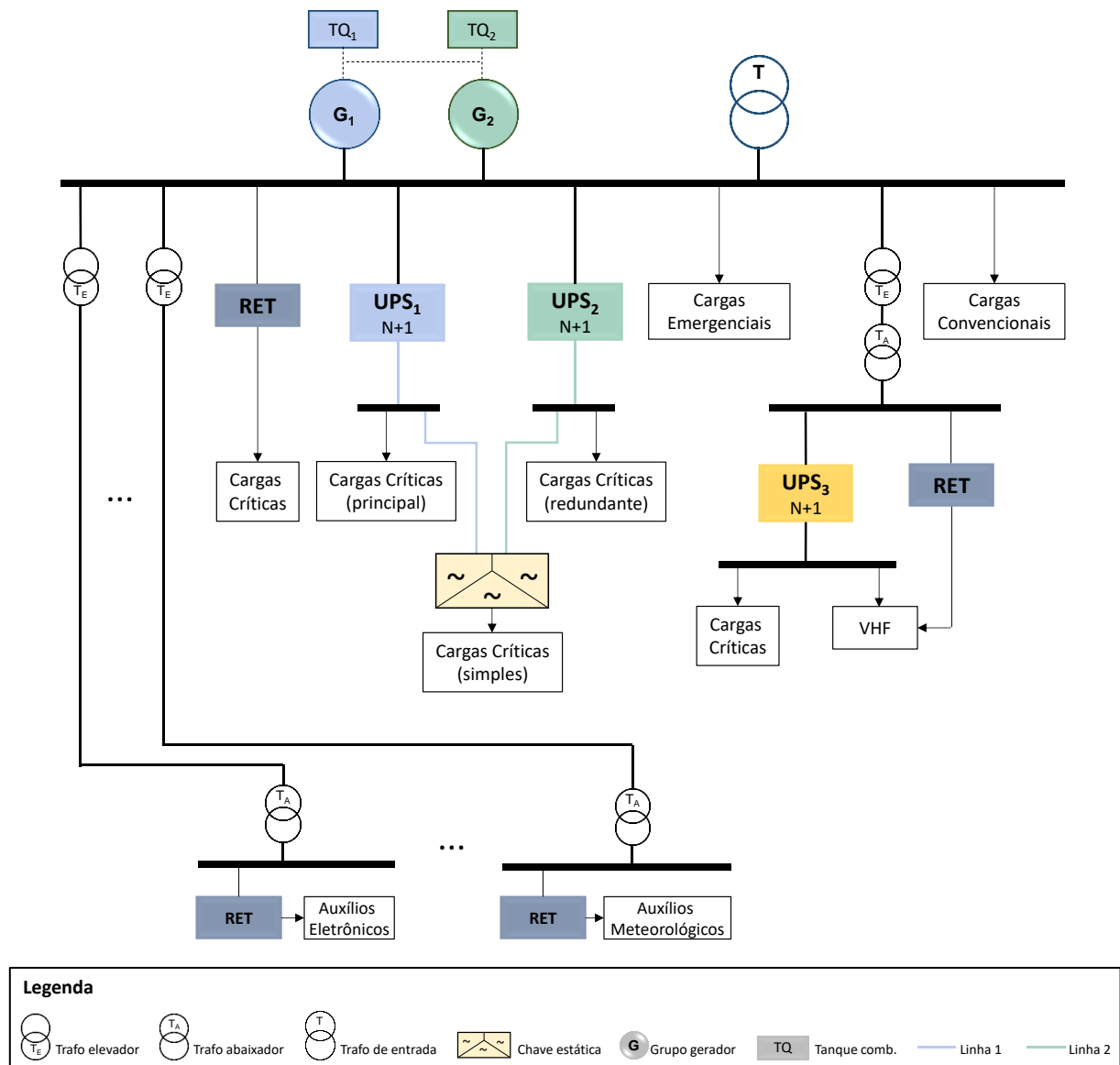
**3.4.19** Deve ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupos geradores, UPS, PMT, PBT, tanques de combustível e portas de acesso.

### **3.5** KF TIPO II+

**3.5.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores, com um tanque de combustível cada. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 5, prevê duplicidade de equipamentos com componentes redundantes para alimentação de cargas críticas.

**3.5.2** A arquitetura de KF tipo II+ será empregada nos projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

- a) CGNA;
- b) destacamentos,
  - DTCEA-RF..... Recife;
  - DTCEA-FZ..... Fortaleza;
  - DTCEA-EG ..... Eduardo Gomes;
  - DTCEA-BE ..... Belém;
  - DTCEA-FL..... Florianópolis; e
  - DTCEA-PCO ..... Pico do Couto.



**Figura 5 – Diagrama de blocos de KF tipo II+**

**3.5.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de um transformador trifásico, a seco.

**3.5.4** O painel de média tensão deve conter relé digital, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.5.5** Sistema de emergência composto de dois grupos geradores idênticos, movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador 1 ou via grupo gerador 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

**3.5.6** Os grupos geradores devem ser dimensionados para operações em emergência (*standby*). Cada GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.

**3.5.7** Para a partida dos grupos geradores, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.5.8** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter dois tanques, interligados entre si, sendo um para cada grupo gerador, contendo filtro separador de água na saída, prevendo-se, ainda, a possibilidade de "by-pass".

NOTA 1: O SDTE definirá a capacidade dos tanques com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, cada tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação de um grupo gerador por pelo menos 12 h de operação à plena carga.

NOTA 2: As bombas de recalque para abastecimento dos tanques devem ser de deslocamento positivo ou centrífugas à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

**3.5.9** Painel de baixa tensão (PBT) singelo, alimentado pelo PTA.

**3.5.10** Devem ser instaladas 2 (duas) *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estáticas, eficiência mínima de 92 %, modulares, "hot-swap" totalmente independentes, para atender as cargas críticas locais. Cada UPS deve ser dimensionada com previsão de um módulo reserva (configuração 2[N+1]), de forma que em caso de falha em qualquer um dos módulos, a carga seja assumida imediatamente pelos demais módulos, sem interrupção do fornecimento de energia ao barramento crítico.

**3.5.11** Deve ser instalada chave estática, a fim de garantir que, em caso de falha de alimentação de uma UPS, imediatamente, cargas críticas simples sejam suportadas pelo outro barramento. A chave estática deve permitir a operação manual via *by pass* para cada fonte.

**3.5.12** A chave estática deve ser instalada próxima às cargas críticas.

NOTA: Para garantir o controle do nível de ruído sonoro, a chave estática não deverá ser instalada no interior de ambiente operacional. Quando não houver disponibilidade de espaço na sala técnica, a chave estática de cargas críticas de setores operacionais deverá ser instalada na KF.

**3.5.13** UPS estática, eficiência mínima de 92 %, modular, “hot-swap”, com N+1 módulos, para alimentação de cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.).

**3.5.14** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para o sistema de proteção, comando e supervisão da subestação, e para alimentação redundante de cargas críticas duais da KT-VHF.

**3.5.15** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias duplicados, para os auxílios meteorológicos e eletrônicos, e para cargas críticas da sala técnica alimentadas em CC.

**3.5.16** Os auxílios à navegação e meteorológicos atendidos por esse tipo de arquitetura, bem como outras cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.), serão alimentados em circuito tipo “radial”, a partir da KF.

NOTA: O circuito em anel poderá ser empregado se forem identificadas vantagens econômicas e logísticas para a execução dos serviços, em razão da quantidade de auxílios existentes.

**3.5.17** Bancos de baterias duplicados para as UPS, autonomia de **15 min** à plena carga, preferencialmente com baterias do tipo selada VRLA com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Pode-se considerar o emprego de baterias ventiladas quando houver vantagem no aproveitamento da infraestrutura existente.

NOTA 2: Salas de baterias ventiladas deverão ser equipadas com sistema de exaustão, instalação elétrica à prova de explosão, lava-olhos (quando a tensão nominal do banco for superior a 120 Vcc) e destilador ou deionizador de água.

NOTA 3: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 4: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

NOTA 5: Não instalar em um mesmo ambiente bancos de baterias ventiladas e bancos de baterias VRLA.

**3.5.18** Bancos de baterias duplicados para as unidades retificadoras das cargas críticas remotas dos auxílios eletrônicos e meteorológicos e das cargas da sala técnica alimentadas em CC, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.5.17).

**3.5.19** Bancos de baterias singelos para as unidades retificadoras de comando da subestação e para alimentação redundante das cargas críticas duais da KT-VHF, autonomia de **1 h** à plena

carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.5.17).

**3.5.20** Banco de capacitores trifásico e automático deverá ser instalado na casa de força.

**3.5.21** Operação automatizada do PTA, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Sendo necessário, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

**3.5.22** Deve ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupos geradores, UPS, PMT, PBT, tanques de combustível e portas de acesso.

**3.5.23** De modo a viabilizar testes periódicos de grupos geradores, UPS e bancos de baterias, a subestação deve dispor de banco de cargas de resistências, trifásico, multiestágio, ventilação forçada, com capacidade não inferior a 100 kW.

### **3.6** KF TIPO III-

**3.6.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em um único alimentador com transformador de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores, com um tanque de combustível cada. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 6, prevê duplicidade de equipamentos com componentes redundantes e duplicidade de caminhos de distribuição para alimentação de cargas críticas.

**3.6.2** A arquitetura de KF tipo III- será empregada nos projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

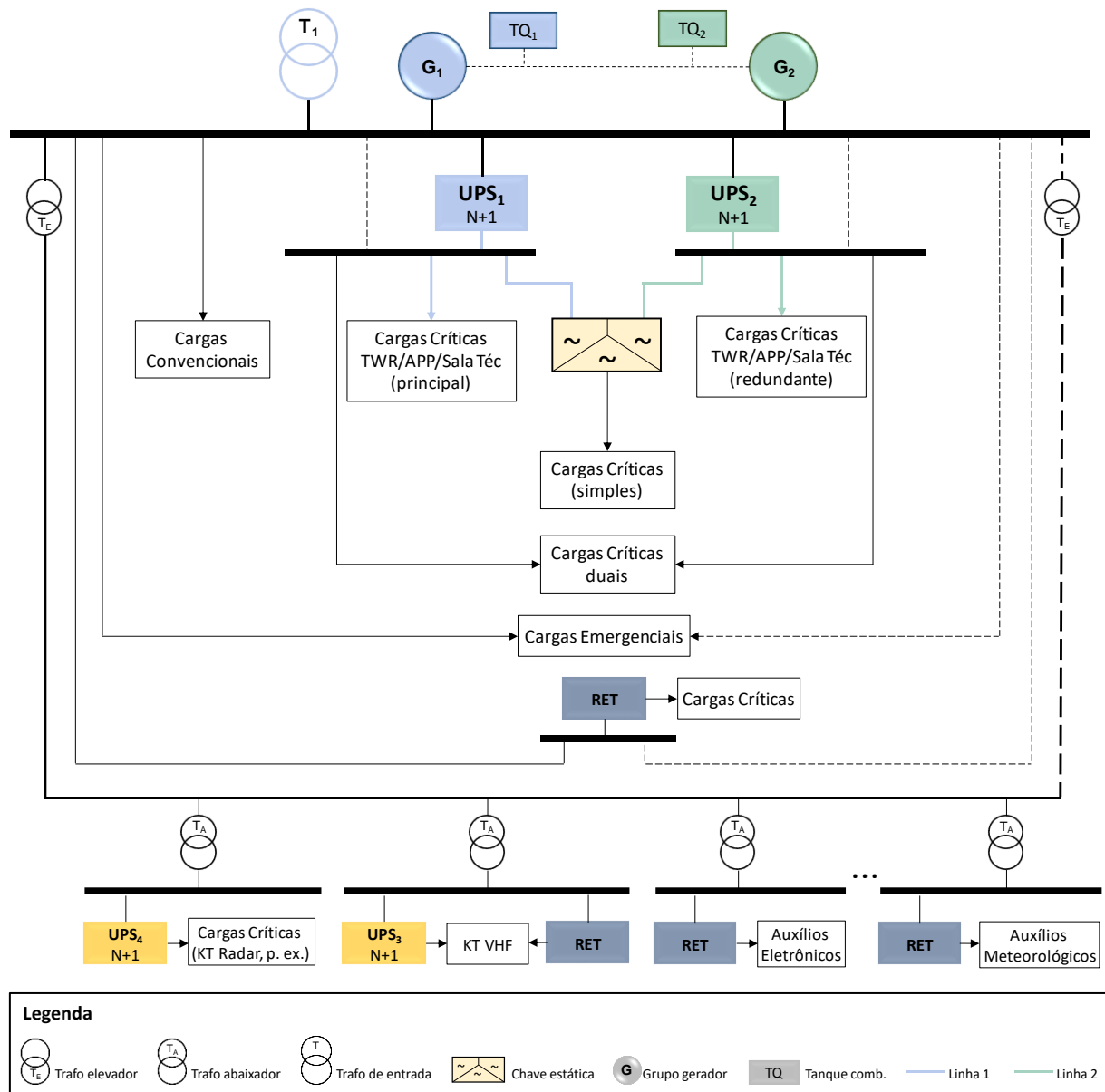
- a) destacamentos,
  - DTCEA-CT .....Curitiba;
  - DTCEA-PA .....Porto Alegre;
  - DTCEA-CF .....Confins; e
  - DTCEA-SV .....Salvador.

**3.6.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de um transformador trifásico, a seco.

**3.6.4** O painel de média tensão deve conter relé digital, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.6.5** Sistema de emergência composto de dois grupos geradores idênticos, movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador 1 ou via grupo gerador 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

**3.6.6** Os grupos geradores devem ser dimensionados para operações em emergência (*standby*). Cada GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.



**Figura 6 – Diagrama de blocos de KF tipo III-**

**3.6.7** Para a partida dos grupos geradores, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.6.8** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter dois tanques, interligados entre si, sendo um para cada grupo gerador, contendo filtro separador de água na saída, prevendo-se, ainda, a possibilidade de "by-pass".

**NOTA 1:** O SDTE definirá a capacidade dos tanques com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, cada tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação de um grupo gerador por pelo menos 24 h de operação à plena carga.

**NOTA 2:** As bombas de recalque para abastecimento dos tanques devem ser de deslocamento positivo ou centrífugas à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

**3.6.9** Painel de baixa tensão (PBT) singelo, alimentado pelo PTA.

**3.6.10** Devem ser instaladas 2 (duas) *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estáticas, eficiência mínima de 92 %, modulares, “hot-swap” totalmente independentes, para atender as cargas críticas locais. Cada UPS deve ser dimensionada com previsão de um módulo reserva (configuração 2[N+1]), de forma que em caso de falha em qualquer um dos módulos, a carga seja assumida imediatamente pelos demais módulos, sem interrupção do fornecimento de energia ao barramento crítico.

**3.6.11** Deve ser instalada chave estática, a fim de garantir que, em caso de falha de alimentação de uma UPS, imediatamente, cargas críticas simples sejam suportadas pelo outro barramento. A chave estática deve permitir a operação manual via *by pass* para cada fonte.

**3.6.12** A chave estática deve ser instalada próxima às cargas críticas.

NOTA: Para garantir o controle do nível de ruído sonoro, a chave estática não deverá ser instalada no interior de ambiente operacional. Quando não houver disponibilidade de espaço na sala técnica, a chave estática de cargas críticas de setores operacionais deverá ser instalada na KF.

**3.6.13** UPS estática, eficiência mínima de 92 %, modular, “hot-swap”, com N+1 módulos, para alimentação de cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.).

NOTA: Preferencialmente, cargas críticas remotas devem ser alimentadas por UPS ou UR modulares, com entrada de energia proveniente de circuito de média tensão (MT) em “anel”. O uso de rede MT a partir de chave estática é recurso técnico a ser considerado sempre que o posicionamento da carga crítica remota torne inviável o aproveitamento do circuito em “anel” dos auxílios, e não exista disponibilidade de espaço na KT para instalação de UPS/UR e bancos de baterias.

**3.6.14** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para alimentação redundante de cargas críticas duais da KT-VHF.

**3.6.15** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias duplicados, para o sistema de proteção, comando e supervisão da subestação, para os auxílios meteorológicos e eletrônicos, e para cargas críticas da sala técnica alimentadas em CC.

**3.6.16** Os auxílios à navegação e meteorológicos atendidos por esse tipo de arquitetura, bem como outras cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.), serão alimentados em circuito tipo “anel”, a partir da KF.

NOTA: Para a efetivação do circuito em anel, poderão ser utilizados tubos distintos em uma mesma rede de dutos.

**3.6.17** Bancos de baterias duplicados para as UPS, autonomia de **15 min** à plena carga, preferencialmente com baterias do tipo selada VRLA com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Pode-se considerar o emprego de baterias ventiladas quando houver vantagem no aproveitamento da infraestrutura existente.

NOTA 2: Salas de baterias ventiladas deverão ser equipadas com sistema de exaustão, instalação elétrica à prova de explosão, lava-olhos (quando a tensão nominal do banco for superior a 120 Vcc) e destilador ou deionizador de água.

NOTA 3: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 4: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

NOTA 5: Não instalar em um mesmo ambiente bancos de baterias ventiladas e bancos de baterias VRLA.

**3.6.18** Banco de baterias singelo para a unidade retificadora de comando da subestação, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.6.17).

**3.6.19** Bancos de baterias duplicados para as unidades retificadoras, das cargas críticas remotas dos auxílios eletrônicos e meteorológicos e das cargas da sala técnica alimentadas em CC, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.6.17).

**3.6.20** Banco de bateria singelo para a unidade retificadora da alimentação redundante das cargas críticas duais da KT-VHF, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.6.17).

**3.6.21** Banco de capacitores trifásico e automático deverá ser instalado na casa de força.

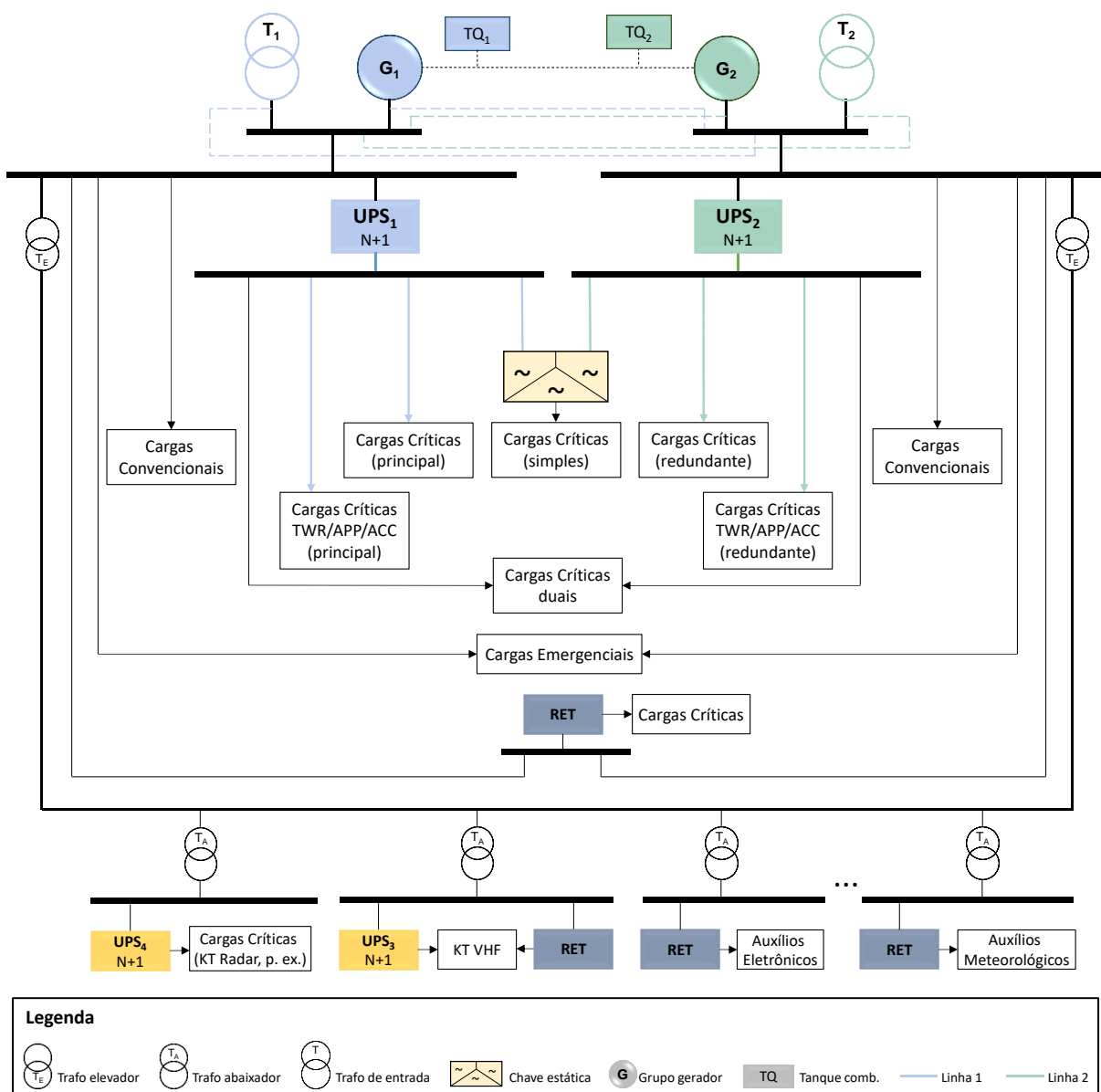
**3.6.22** Operação automatizada do PTA, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Sendo necessário, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

**3.6.23** Deve ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupos geradores, UPS, PMT, PBT, tanques de combustível e portas de acesso.

**3.6.24** De modo a viabilizar testes periódicos de grupos geradores, UPS e bancos de baterias, a subestação deve dispor de banco de cargas de resistências, trifásico, multiestágio, ventilação forçada, com capacidade não inferior a 100 kW.

### 3.7 KF TIPO III

**3.7.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em dois alimentadores de uma **mesma subestação** e dois transformadores de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores, com um tanque de combustível cada. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 7, prevê duplicidade de equipamentos com componentes redundantes e caminhos de distribuição independentes para alimentação de cargas críticas.



**Figura 7 – Diagrama de blocos de KF tipo III**

**3.7.2** A arquitetura de KF tipo III será empregada nos projetos de modernização ou substituição destinados às seguintes OM:

- a) Regionais,

- CINDACTA I;
  - CINDACTA II;
  - CINDACTA III;
  - CINDACTA IV; e
  - SRPV-SP;
- b) destacamentos,
- DTCEA-SP ..... São Paulo;
  - DTCEA-BR ..... Brasília;
  - DTCEA-GL ..... Galeão; e
  - DTCEA-GW ..... Guaratinguetá (futuras instalações do APP Sudeste).

**3.7.3** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de dois transformadores trifásicos, a seco, e automatismo por meio de disjuntores de média tensão, interligados e intertravados eletricamente. A partir da entrada comercial, o sistema de energia é dividido em linha 1 e linha 2, completamente equivalentes e integradas entre si.

**3.7.4** Os painéis de média tensão devem conter relés digitais, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.7.5** Sistema de emergência composto de grupos geradores idênticos, movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) de cada barramento para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via grupo gerador 1 ou via grupo gerador 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

NOTA: Cada PTA recebe alimentação das quatro fontes.

**3.7.6** Os grupos geradores devem ser paralelizáveis com a rede da concessionária e dimensionados para operações contínuas (*prime*). Cada GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF.

NOTA: Caso sejam evidenciadas vantagens técnicas, operacionais e para logística de manutenção, a capacidade requerida para cada linha de grupo gerador poderá ser composta por mais de um GMG. Nesse caso, os grupos geradores deverão ser paralelizáveis entre si e com a rede da concessionária.

**3.7.7** Para a partida dos grupos geradores, considerar baterias chumbo-ácidas seladas, tipo automotiva ou estacionária resistente a altas temperaturas, com capacidade recomendada pelo fabricante do equipamento e compatível com a potência do GMG.

**3.7.8** O sistema de armazenamento e filtragem de combustível deve conter dois tanques, interligados entre si, sendo um para cada linha de grupo gerador, contendo filtro separador de água na saída, prevendo-se a possibilidade de "by-pass" e, também, a interligação através de sistema de bombeamento automático com filtro prensa.

NOTA 1: O SDTE irá definir a capacidade dos tanques com base no histórico de consumo e nas dificuldades logísticas de abastecimento da localidade onde a KF será implantada ou substituída. Contudo, cada tanque deve ter capacidade para suprir a alimentação de um grupo gerador por pelo menos 24 h de operação à plena carga.

NOTA 2: As bombas de recalque para abastecimento dos tanques devem ser de deslocamento positivo ou centrífugas à prova de explosão.

NOTA 3: A boca de visita deve possuir diâmetro superior a 600 mm, para permitir e facilitar a limpeza interna do tanque.

NOTA 4: A construção e instalação de tanque de combustível deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR 15461.

**3.7.9** Dois painéis de baixa tensão (PBT) idênticos, alimentados pelos PTA, com cabeamentos instalados em dutos independentes até a alimentação das cargas nos quadros elétricos dos equipamentos, em circuito tipo "anel".

**3.7.10** Devem ser instaladas 2 (duas) *Uninterruptible Power Supply* (UPS) estáticas, uma em cada PBT, eficiência mínima de 92 %, modulares, "hot-swap" totalmente independentes, para atender as cargas críticas locais. Cada UPS deve ser dimensionada com previsão de um módulo reserva (configuração 2[N+1]), de forma que em caso de falha em qualquer um dos módulos, a carga seja assumida imediatamente pelos demais módulos, sem interrupção do fornecimento de energia ao barramento crítico.

**3.7.11** Deve ser instalada chave estática, a fim de garantir que, em caso de falha de alimentação de uma UPS, imediatamente, cargas críticas simples sejam suportadas pelo outro barramento. A chave estática deve permitir a operação manual via *by pass* para cada fonte.

**3.7.12** A chave estática deve ser instalada próxima às cargas críticas.

NOTA: Para garantir o controle do nível de ruído sonoro, a chave estática não deverá ser instalada no interior de ambiente operacional. Quando não houver disponibilidade de espaço na sala técnica, a chave estática de cargas críticas de setores operacionais deverá ser instalada na KF.

**3.7.13** UPS estática, eficiência mínima de 92 %, modular, "hot-swap", com N+1 módulos, para alimentação de cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.).

NOTA: Preferencialmente, cargas críticas remotas devem ser alimentadas por UPS ou UR modulares, com entrada de energia proveniente de circuito de média tensão (MT) em "anel". O uso de rede MT a partir de chave estática é recurso técnico a ser considerado sempre que o posicionamento da carga crítica remota torne inviável o aproveitamento do circuito em "anel" dos auxílios, e não exista disponibilidade de espaço na KT para instalação de UPS/UR e bancos de baterias.

**3.7.14** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias singelos, para alimentação redundante de cargas críticas duais da KT-VHF.

**3.7.15** Unidades retificadoras do tipo industrial, modular com N+1 módulos, eficiência mínima de 92 %, 18 ou 24 pulsos, ligadas com bancos de baterias duplicados, para cada sistema de proteção, comando e supervisão das linhas 1 e 2, para os auxílios meteorológicos e eletrônicos, e para cargas críticas da sala técnica alimentadas em CC.

**3.7.16** Os auxílios à navegação e meteorológicos atendidos por esse tipo de arquitetura, bem como outras cargas críticas remotas cujas distâncias da KF inviabilizem a alimentação pela rede de UPS da subestação (KT-VHF, por ex.), serão alimentados em circuito tipo “anel”, a partir da KF/KM.

NOTA: Para a efetivação do circuito em anel, poderão ser utilizados tubos distintos em uma mesma rede de dutos.

**3.7.17** Bancos de baterias duplicados para as UPS, autonomia de **15 min** à plena carga, preferencialmente com baterias do tipo selada VRLA com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes.

NOTA 1: Pode-se considerar o emprego de baterias ventiladas quando houver vantagem no aproveitamento da infraestrutura existente.

NOTA 2: Salas de baterias ventiladas deverão ser equipadas com sistema de exaustão, instalação elétrica à prova de explosão, lava-olhos (quando a tensão nominal do banco for superior a 120 Vcc) e destilador ou deionizador de água.

NOTA 3: Quando identificadas dificuldades logísticas para aquisição ou tempo de entrega de monoblocos com eletrólito na forma de GEL, pode-se considerar o uso de baterias VRLA AGM; ou, ainda, baterias estacionárias resistentes a altas temperaturas.

NOTA 4: Bancos de baterias reguladas por válvula devem ser posicionados em ambientes climatizados, com temperatura ambiente ideal de 25 °C.

NOTA 5: Não instalar em um mesmo ambiente bancos de baterias ventiladas e bancos de baterias VRLA.

**3.7.18** Bancos de baterias singelos para a unidade retificadora de comando das linhas 1 e 2 da subestação, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.7.17).

**3.7.19** Bancos de baterias duplicados para as unidades retificadoras, das cargas críticas remotas dos auxílios eletrônicos e meteorológicos e das cargas da sala técnica alimentadas em CC, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima, de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.7.17).

**3.7.20** Banco de bateria singelo para a unidade retificadora da alimentação redundante das cargas críticas duais da KT-VHF, autonomia de **1 h** à plena carga, com baterias do tipo selada VRLA, preferencialmente com eletrólito na forma de gel, com vida útil estimada, mínima de 10 anos, fornecida com capas protetoras nos *links* entre os bornes (ver notas do item 3.7.17).

**3.7.21** Cada linha da casa de força deve possuir banco de capacitores trifásico e automático.

**3.7.22** Operação automatizada do PTA, por meio de unidade de gerenciamento de energia (UGE), permitindo ao sistema operar pela UGE e através do sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Sendo necessário, também, possibilitar a supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional.

**3.7.23** Deve ser instalado sistema de CFTV, garantindo, pelo menos, os seguintes pontos de visualização: sala de grupos geradores, UPS, PMT, PBT, tanques de combustível e portas de acesso.

**3.7.24** De modo a viabilizar testes periódicos de grupos geradores, UPS e bancos de baterias, a subestação deve dispor de banco de cargas de resistências, trifásico, multiestágio, ventilação forçada, com capacidade não inferior a 400 kW.

### **3.8 KF TIPO IV**

**3.8.1** Fonte principal proveniente da rede de energia comercial em dois alimentadores de **subestações distintas** e dois transformadores de entrada. Fonte reserva composta por dois grupos geradores na configuração 2(N+1), com dois tanques de combustível cada. Esta arquitetura, conforme indicado na figura 8, prevê, além do fornecimento de energia oriundo de duas subestações distintas, a duplicidade de equipamentos com componentes redundantes e caminhos de distribuição independentes para alimentação de cargas críticas.

**3.8.2** O SDTE, considerando o grau de importância dos elos do SISCEAB, poderá optar pelo emprego da arquitetura de KF tipo IV em projetos de modernização ou substituição de subestações de Organizações subordinadas ao DECEA.

**3.8.3** Implantação, junto à concessionária, de duas linhas de alimentação, em média tensão e independentes, vindas de subestações distintas.

**3.8.4** A entrada de energia comercial será estruturada com a utilização de dois transformadores trifásicos, a seco, e automatismo por meio de disjuntores de média tensão, interligados e intertravados eletricamente. A partir da entrada comercial, o sistema de energia é dividido em linha 1 e linha 2, completamente equivalentes e integradas entre si.

**3.8.5** Os painéis de média tensão devem conter relés digitais, com as funções de proteção 27/32/46/47/49T/49RMS/50/51/51N/59/59N/81 e com recurso de oscilografia incorporado.

**3.8.6** Sistema de emergência composto de grupos geradores idênticos, na configuração 2(N+1), movidos a diesel, com USCA dedicada (com controlador lógico programável específico para aplicação em GMG), interligados ao painel de transferência automática (PTA) de cada barramento para a troca de fonte, ou seja, via rede comercial ou via linha GMG 1 ou via linha GMG 2. Cada grupo gerador deve possuir retificador próprio para as baterias de partida do GMG/comando da USCA.

NOTA: Cada PTA recebe alimentação das quatro fontes.

**3.8.7** Os grupos geradores devem ser paralelizáveis entre si e com a rede da concessionária e dimensionados para operações contínuas (*prime*). Cada linha de GMG deve ter capacidade para atender todas as cargas da KF e possuir um equipamento reserva (por ex.: 1+1 ou 2+1, em cada linha).

**3.8.8** Todos os demais requisitos técnicos são idênticos aos aplicáveis na arquitetura de KF tipo III.

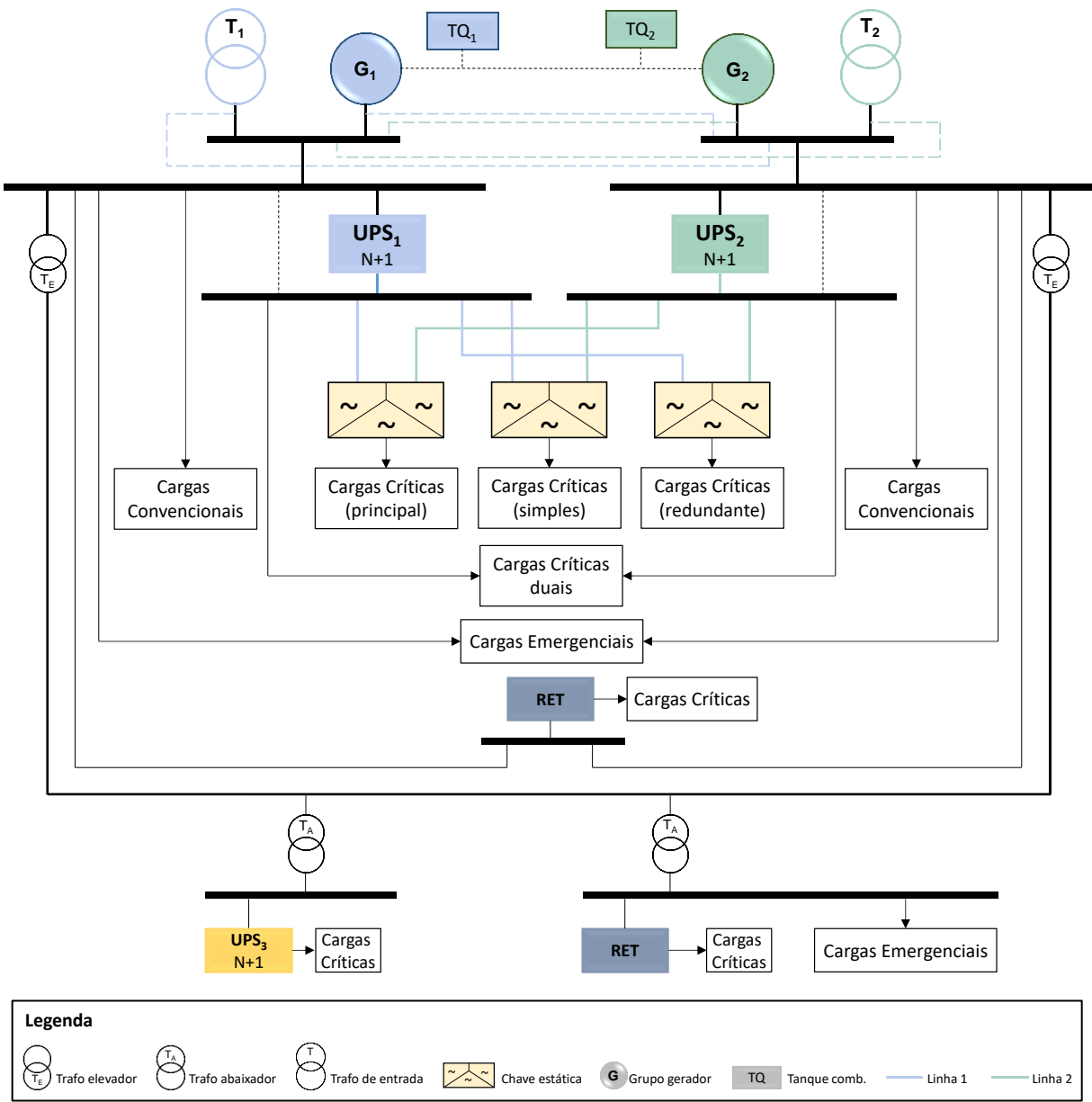


Figura 8 – Diagrama de blocos de KF tipo IV



## **4 PADRÕES SISTÊMICOS**

### **4.1 SEQUÊNCIA DE FASES**

**4.1.1** As KF das OM subordinadas ao DECEA utilizarão a sequência de fases A-B-C (amarelo, branco e cinza); o condutor neutro na cor azul claro; o terra na cor verde; polo positivo vermelho; e polo negativo azul escuro.

**4.1.2** A identificação das fases por meio de cores deverá ser empregada tanto em cabos condutores, quanto em barramentos.

**4.1.3** A sequência de fase quando visualizada da frente do equipamento será A-B-C, da esquerda para a direita, de cima para baixo, da frente para trás.

**4.1.4** Todas as unidades, instrumentos, dispositivos e equipamentos de circuitos trifásicos deverão ser dispostos e ligados de acordo com essa padronização de fases.

### **4.2 TENSÕES DE ALIMENTAÇÃO**

**4.2.1** A tensão de entrada em média tensão, proveniente da rede comercial, deverá adaptar-se ao padrão utilizado pela concessionária local.

**4.2.2** A distribuição interna de energia em baixa tensão deverá ser feita em 380 V (fase-fase), 220 V (fase-neutro), 60 Hz.

NOTA: O padrão 220 V (fase-fase) / 127 V (fase-neutro) poderá ser empregado, caso exista demanda técnica que justifique o emprego.

**4.2.3** A distribuição interna de energia em média tensão deverá ser efetivada em 4.160 V (fase-fase), 60 Hz.

**4.2.4** Os sistemas de proteção, supervisão, operação e controle dos equipamentos elétricos das KF deverão operar em 125 V<sub>CC</sub>.

**4.2.5** A iluminação de emergência das subestações, salas técnicas, CPD, ACC, APP e TWR deverá ser em corrente alternada, a partir de UPS com esse fim específico, e por meio de circuitos em 220 V<sub>CA</sub>.

### **4.3 DUALIZAÇÃO**

**4.3.1** As subestações de KF dos tipos III e IV deverão ser divididas em duas linhas totalmente espelhadas/redundantes: linha 1 e linha 2.

**4.3.2** Para as KF do tipo III-, a dualização ficará restrita às UPS, aos grupos geradores, aos tanques de combustível e à rede MT das cargas remotas.

**4.3.3** Para as KF do tipo II+, a dualização ficará restrita às UPS, aos grupos geradores e aos tanques de combustível.

**4.3.4** Para as KF do tipo II, a dualização ficará restrita aos grupos geradores e aos tanques de combustível.

**4.3.5** Para as KF do tipo II-, a dualização ficará restrita aos grupos geradores.

**4.3.6** A cor de acabamento dos equipamentos de cada linha deverá obedecer padronização apresentada no quadro 1.

**Quadro 1 – Padrão de cores de equipamentos dualizados**

EQUIPAMENTO	COR
Linha 1	Azul pastel (padrão Munsell 2,5PB 8/4)
Linha 2	Verde pastel (padrão Munsell 5G 8/4)
Não dualizado	Cinza claro (padrão Munsell N6,5)

NOTA: Para grupos geradores, tanques de combustível, UPS, chaves estáticas e retificadores, alternativamente, pode-se manter a padronização original do fabricante, proporcionando a identificação de cores por meio de *banners* adesivos.

#### **4.4 NOMENCLATURA DE QUADROS, PAINÉIS E EQUIPAMENTOS**

**4.4.1** Os painéis de média tensão, utilizados na entrada de energia e após transformadores elevadores, para alimentação de cargas remotas (auxílios de pista, radar, etc.), serão identificados da seguinte forma:

- PMT – quando existe apenas um painel de média tensão na instalação;
- PMT-1, PMT-2, etc. – quando o sistema de energia não é duplicado e há mais de um painel de média tensão na instalação;
- PMT-1.1, PMT-1.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um painel de média tensão na instalação (linha 1); e
- PMT-2.1, PMT-2.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um painel de média tensão na instalação (linha 2).

**4.4.2** Os transformadores utilizados na entrada de energia e para elevação/abaixamento da tensão para alimentação de cargas remotas (auxílios de pista, radar, etc.) serão identificados da seguinte forma:

- TF – quando existe apenas um transformador de entrada na instalação;
- TF-1, TF-2, etc. – quando o sistema de energia não é duplicado e há mais de um transformador na instalação;
- TF-1.1, TF-1.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um transformador na instalação (linha 1); e
- TF-2.1, TF-2.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um transformador na instalação (linha 2).

**4.4.3** Os painéis de transferência automática, responsáveis pela comutação entre as fontes de energia, seja da concessionária local ou dos grupos geradores de emergência, serão assim identificados:

- PTA – quando existe apenas um painel de transferência automática na instalação;
- PTA-BT – painel de transferência automática e distribuição em baixa tensão – quando existe apenas um painel de transferência automática na instalação, integrado com o painel de distribuição em baixa tensão;

- c) PTA-1.1 – quando o sistema de energia é duplicado (linha 1); e
- d) PTA-2.1 – quando o sistema de energia é duplicado (linha 2).

**4.4.4** Os painéis de baixa tensão serão identificados da seguinte forma:

- a) PBT – quando existe apenas um painel de baixa tensão na instalação;
- b) PBT-1, PBT-2, etc. – quando o sistema de energia não é duplicado e há mais de um painel de baixa tensão na instalação;
- c) PBT-1.1, PBT-1.2, etc. – quando há mais de um painel de baixa tensão na instalação (linha 1);
- d) PBT-2.1, PBT-2.2, etc. – quando há mais de um painel de baixa tensão na instalação (linha 2);
- e) PBT-UPS – quando existe apenas um painel de baixa tensão, **alimentado por UPS**, na instalação;
- f) PBT-UPS-1, PBT-UPS-2, etc. – quando existe apenas uma UPS, que alimenta mais de um painel de baixa tensão na instalação;
- g) PBT-UPS-1.1, PBT-UPS-1.2, etc. – quando o barramento crítico é duplicado e há mais de um painel de baixa tensão, **alimentado por UPS**, na instalação (linha 1); e
- h) PBT-UPS-2.1, PBT-UPS-2.2, etc. – quando o barramento crítico é duplicado e há mais de um painel de baixa tensão, **alimentado por UPS**, na instalação (linha 2).

**4.4.5** Os quadros elétricos serão identificados da seguinte forma:

- a) QGFL – quadro geral de força e luz – que alimenta outros quadros de distribuição;
- b) QDFL-1, QDFL-2, etc. – quadro de distribuição de força e luz – quadro de distribuição que alimenta tomadas e iluminação;
- c) QGFE – quadro geral de força para equipamentos – quadro de cargas críticas, que alimenta outros quadros de distribuição de cargas críticas, nomenclatura utilizada quando o barramento crítico não é duplicado;
- d) QGFE-1.1, QGFE-2.1 – quadro geral de força para equipamentos – quadro de cargas críticas, que alimenta outros quadros de distribuição de cargas críticas, nomenclatura utilizada quando o barramento crítico é duplicado (linha 1 e linha 2);
- e) QDFE-1, QDFE-2, etc. – quadro de distribuição de força para equipamentos – quando existe mais de um quadro de distribuição de cargas críticas, mas o barramento crítico não é duplicado;
- f) QDFE-1.1, QDFE-1.2, etc. – quadro de distribuição de força para equipamentos – quando o barramento crítico é duplicado e há mais de um quadro de alimentação das cargas críticas na instalação (linha 1); e
- g) QDFE-2.1, QDFE-2.2, etc. – quadro de distribuição de força para equipamentos – quando o barramento crítico é duplicado e há mais de um quadro de alimentação das cargas críticas na instalação (linha 2).

**4.4.6** Os grupos geradores serão identificados da seguinte forma:

- a) GMG – quando existe apenas um grupo gerador na instalação;
- b) GMG-1, GMG-2, etc. – quando o sistema de energia não é duplicado e há mais de um grupo gerador na instalação;
- c) GMG-1.1, GMG-1.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um grupo gerador na instalação (linha 1); e
- d) GMG-2.1, GMG-2.2, etc. – quando o sistema de energia é duplicado e há mais de um grupo gerador na instalação (linha 2).

**4.4.7** As UPS serão identificadas da seguinte forma:

- a) UPS – quando existe apenas uma UPS na instalação;
- b) UPS-1, UPS-2, etc. – quando existe mais de uma UPS na instalação, mas o barramento crítico não é duplicado; e
- c) UPS-1.1, UPS 2.1 – quando o sistema de energia é duplicado (linha 1 e linha 2).

**4.4.8** As chaves estáticas, cujo objetivo é a transferência entre fontes de alimentação, sem interrupção de fornecimento de energia para a carga crítica, serão identificadas como:

CHE-1, CHE-2, etc. – quando o barramento crítico do sistema de energia é duplicado e a carga a ser alimentada não possui alimentação dual (duas entradas de fornecimento de energia de fontes distintas).

## **4.5 REQUISITOS BÁSICOS OPERACIONAIS**

**4.5.1** O sistema SIGE deverá operar por rede dedicada, recebendo as informações diretas do processo (via contato dos dispositivos de manobras, de posição, de proteção, medição e controle) e grandezas analógicas por meio de multimedidores ou informações por relés microprocessados. As informações que serão gerenciadas deverão ser definidas durante o projeto executivo, abrangendo no mínimo: aberto, fechado, disparado, inserido, extraído, chave de controle (LOCAL-REMOTO), além da medição e proteção.

**4.5.2** Todos os dispositivos que possuem a mesma finalidade (por exemplo: proteção, controle e manobra), deverão ser fabricados pelo mesmo fabricante, de forma a assegurar a coordenação da proteção e interação/integração entre eles.

**4.5.3** Os disjuntores motorizados de transferência dos PTA, assim como os de entrada dos PBT, deverão ser extraíveis, em caixa aberta, com comando local e remoto, para abertura e fechamento (não obrigatório para KF tipo 0 ou I).

**4.5.4** Características elétricas, quando registradas em plaqueta de identificação de painel, deverão ser representadas com base nas regras previstas no Sistema Internacional de Unidades (SI). Desse modo, o valor numérico sempre deve preceder a unidade e sempre deve existir um espaço entre o número e a unidade, por exemplo, 450 kVA (e não 450kVA, nem 450 KVA).

**4.5.5** Na parte superior de cada painel, abaixo da plaqueta de identificação, deverão existir três sinaleiros dotados de LED, para indicação dos barramentos energizados, nas cores:

FASE	COR
A	amarelo
B	branco
C	cinza

**4.5.6** Para cada disjuntor, abaixo da plaqueta de identificação, deverão existir três sinaleiros dotados de LED, de forma a garantir ao operador a indicação da posição do disjuntor, revelando seu estado aberto, fechado ou extraído, nas cores:

POSIÇÃO	COR
aberto	verde
fechado	vermelho
extraído	amarelo

**4.5.7** As UGE deverão trabalhar interligadas com o sistema de energia do sítio, devendo-se prever características de funcionamento integrado com todos os equipamentos, de forma que possa executar todos os processos de automação (proteção, supervisão, operação e controle), tanto da média tensão, como da baixa tensão.

**4.5.8** Todas as fontes de energia distintas deverão possuir intertravamentos de alta confiabilidade, de forma que uma fonte conectada nos barramentos impeça o fechamento dos disjuntores de qualquer outra fonte concorrente.

**4.5.9** A lógica de funcionamento do intertravamento entre disjuntores, de diferentes fontes, não deverá ser perdida com a extração ou inserção de qualquer um dos disjuntores.

**4.5.10** Todos os disjuntores de média tensão e de baixa tensão que participam do automatismo deverão possuir comando local de abrir e fechar. Em cada painel que participa do automatismo, deverá existir chave de controle de duas posições LOCAL e REMOTO.

**4.5.11** Na falta de fase proveniente da alimentação de média tensão, deverão ser manobrados os disjuntores de média e de baixa tensão; já na falta de fase da baixa tensão, deverão ser manobrados apenas os disjuntores de baixa tensão.

**4.5.12** A UGE deverá ser capaz de supervisionar, controlar e comandar os equipamentos elétricos monitorados do sítio, por meio de controladores microprocessados, a partir de entradas e saídas digitais e analógicas.

**4.5.13** A escolha do GMG que assumirá a carga poderá ser modificada previamente pelo operador, em especial, nas seguintes condições: ou pelo número de horas de funcionamento do GMG (o que possuir menos tempo de funcionamento deverá partir); ou pelo grupo gerador que atingir as condições normais de fornecimento primeiro; ou ainda por programação de rodízio periódico entre GMG.

**4.5.14** A UGE/SIGE deverá possuir chave de seleção com três posições (modos de operação): MANUAL – AUTOMÁTICO – TESTE.

**4.5.15** Para as arquiteturas de KF tipo II+, III-, III e IV, deverá haver comunicação contínua entre UGE e SIGE por meio de dois canais de comunicação distintos. Para as arquiteturas de KF tipo 0, I, II- e II, não existirá duplicidade de caminho.

**4.5.16** Para as arquiteturas de KF tipo II+, III-, III e IV, a topologia de rede entre os painéis e a UGE deverá ser em anel em fibra óptica, permitindo redundância de segmentos em caso de falha. Para as arquiteturas de KF tipo 0, I, II- e II, não existirá duplicidade de caminho.

**4.5.17** Grupos geradores devem ser dotados de sistema de pré-aquecimento do fluido de resfriamento do bloco do motor.

**4.5.18** Deverá existir espaço livre de pelo menos 1,20 m entre as fileiras de painéis das subestações, bem como entre as partes removíveis dos painéis e as paredes da KF.

**4.5.19** Quadros gerais e de distribuição alimentadores de cargas críticas devem ser projetados com, pelo menos, 20 % de capacidade adicional para ampliações futuras.

**4.5.20** As arquiteturas de KF tipo II+, III-, III ou IV devem ser projetadas com disponibilidade de área de piso de, pelo menos, 20 % visando ao aumento gradual das cargas.

**4.5.21** Quadros elétricos instalados em áreas externas de localidades litorâneas devem ter estrutura em aço inoxidável.

**4.5.22** Subestações remotas com altura superior a 1,5 m instaladas em zona de proteção de aeródromos devem receber pintura de acabamento ou *banner* adesivo, atendendo a padronização estabelecida na Portaria 957/GC3.

#### **4.6 LIMITES DE TENSÃO, FREQUÊNCIA E DISTORÇÃO HARMÔNICA**

**4.6.1** O sistema de distribuição e as fontes de energia, em condições normais de operação e em regime permanente, devem operar dentro dos limites de frequência situados entre 59,9 Hz e 60,1 Hz.

**4.6.2** Quando da ocorrência de distúrbios no sistema de distribuição, a configuração de supervisão e controle da subestação devem assegurar que variações de frequência superior a 5% da nominal ( $F_n \pm 5\%$ ) permaneçam no máximo por 5 (cinco) segundos.

**4.6.3** No processo de automação da rede e dos GMG, a tensão eficaz deverá ser gerenciada de modo a assegurar que o nível de tensão disponibilizada para as cargas não ultrapasse o limite  $V_n \pm 10\%$ .

**4.6.4** Em conformidade com o procedimento de distribuição de energia PRODIST módulo 8, da ANEEL, os limites de distorção harmônica de tensão apresentados na tabela 1 devem ser monitorados e corrigidos, quando necessário, em especial no quadro geral das cargas críticas das salas técnicas.

**NOTA:** Nas salas técnicas dos órgãos regionais (CINDACTA e SRPV-SP), em razão do maior volume de cargas não lineares, geradoras de componentes harmônicos, os novos projetos de implantação/substituição de casa de força já devem prever a aplicação de filtro ativo de harmônicas para correção dos níveis de distorção da tensão de alimentação. Para as demais organizações, a correção deverá ser implementada se estudos técnicos identificarem níveis de distorção além dos limites mencionados na tabela 1.

**Tabela 1 – Limites das distorções harmônicas totais (em % da tensão fundamental)**

Indicador	Tensão Nominal		
	$V_n \leq 1,0 \text{ kV}$	$1,0 \text{ kV} < V_n < 69 \text{ kV}$	$69 \text{ kV} \leq V_n < 230 \text{ kV}$
DTT%	10,0%	8,0%	5,0%
DTT <sub>3</sub> %	6,5%	5,0%	3,0%

Fonte: ANEEL, PRODIST, módulo 8.

Onde:

DTT% = Distorção harmônica total de tensão; e

DTT<sub>3</sub>% = Distorção harmônica total de tensão para as componentes múltiplas de 3.

## 4.7 DOCUMENTAÇÃO

**4.7.1** Após a conclusão da instalação, a documentação do projeto deve ser revisada de acordo com o que foi executado (projeto “como instalado”), constando de:

- a) plantas;
- b) diagramas unifilares e outros aplicáveis;
- c) memorial descrito;
- d) especificação dos componentes (descrição, características nominais e normas que devem atender);
- e) parâmetros de projeto (correntes de curto-circuito, queda de tensão, fatores de demanda considerados, etc.);
- f) projeto e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos (quando aplicável);
- g) parâmetros configuráveis e senhas de acesso de controladores microprocessados;
- h) recomendações de manutenções preventivas;
- i) ensaios de avaliação de desempenho (quando aplicável); e
- j) certificados de calibração (quando aplicável).

**4.7.2** A documentação deverá ser entregue em Português e conter nível de detalhamento compatível com a complexidade dos sistemas instalados. Recomenda-se o uso de ilustrações, fotografias e tabelas, de modo a melhorar o nível de precisão das informações.

**4.7.3** A documentação deverá ser produzida e entregue tanto na forma impressa, quanto em mídia eletrônica. Além disso, os diagramas *as installed* devem ser incluídos no SIGE.

## 4.8 VIDA ÚTIL DE SISTEMAS

**4.8.1** Para elaboração de plano de substituição de sistemas elétricos, salvo indicação diferente do fabricante, serão consideradas as seguintes expectativas de vida útil para os equipamentos:

**Tabela 2 – Expectativa de vida útil dos sistemas elétricos**

Equipamento	Vida útil estimada (anos)
Bateria VRLA GEL	10
Bateria VRLA AGM	5
Bateria estacionária ventilada	10
Bateria estacionária resistente a altas temperaturas	4

Equipamento	Vida útil estimada (anos)
Bateria automotiva	3
UPS	15
Unidade retificadora	15
Painéis (PBT, PMT, PTA)	25
Transformador e estabilizador	15
Subestação remota	15
Banco de capacitores automático	15
Chave estática	15
Grupo gerador	25
USCA	15
Sistema de gerenciamento de energia	10

**4.8.2** A vida útil dos equipamentos poderá ser antecipada ou prolongada mediante monitoração dos parâmetros elétricos (em especial, os bancos de baterias, por intermédio do acompanhamento da condutância elétrica dos elementos), do histórico de falhas, da inviabilidade logística de reposição de peças para reparos ou, ainda, por necessidade de aumento de capacidade para suprir demandas técnico-operacionais.

## 5 SISTEMA DE SUPERVISÃO E CONTROLE

### 5.1 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ENERGIA

**5.1.1** O Sistema de Gerenciamento de Energia - SIGE tem por função realizar o controle e a supervisão dos equipamentos do sistema de energia.

**5.1.2** O SIGE será o responsável pelo intertravamento, sequenciamento e processamento dos equipamentos do sistema de energia.

**5.1.3** Para desempenhar sua função, o SIGE deve ser capaz de:

- a) adquirir e tratar dados analógicos do processo;
- b) adquirir e tratar dados digitais do processo;
- c) processar lógicas de intertravamento, sequenciamento e de automatismo; e
- d) datar os eventos recebidos ou gerados por lógica interna dos relés de proteção microprocessados com resolução de tempo de 1 ms.

### 5.2 FILOSOFIA DE FUNCIONAMENTO

**5.2.1** A filosofia de operação dos sistemas de energia das OM subordinadas ao DECEA deverá prever a supervisão, operação e controle, considerando os seguintes níveis hierárquicos distintos:

**Quadro 2 – Níveis hierárquicos de gerenciamento dos sistemas de energia**

NÍVEL	LOCAL	FUNÇÃO
4	COR (Centro de Operação Regional) CINDACTA / SRPV-SP / CGTEC	Supervisão
3	Sala de Controle da subestação (KF/KM)	Supervisão, controle e operação
2	Unidade de Gerenciamento de Energia da subestação (KF/KM)	Supervisão, controle e operação
1	Diretamente nos equipamentos da subestação (KF/KM)	Supervisão, controle e operação

**5.2.2** O primeiro nível (1) deverá ser utilizado para operação em contingência, quando o segundo nível (2) não estiver disponível.

**5.2.3** A Unidade de Gerenciamento de Energia (UGE), por intermédio de controlador microprocessado, será responsável pelo processamento dos equipamentos de campo (disjuntores, GMG, UPS, etc.). A aquisição dos *status* de funcionamento deverá ser feita por meio de interfaces remotas a serem instaladas em cada equipamento. Esses estados deverão ser enviados a UGE por meio de rede *ethernet* pelo protocolo Modbus TCP/IP.

NOTA 1: A UGE deverá ser tratada como carga crítica e, em consequência, ser alimentada por UPS.

NOTA 2: Somente haverá redundância da UGE para as arquiteturas de KF tipo III e IV.

NOTA 3: Para todos os tipos de KF, a alternativa para falhas da UGE será assegurada por comandos diretamente nos painéis dos equipamentos (nível 1).

**5.2.4** Cada UGE deverá possuir IHM própria contendo monitor com tela LCD/LED de, pelo menos, 21 polegadas, de onde deverá ser possível comandar e monitorar os equipamentos de toda a subestação (nível 2).

**5.2.5** As salas de controle das subestações de OM subordinadas ao DECEA deverão ser integradas aos centros de operação do respectivo regional (nível 4), permitindo a supervisão total da subestação pela equipe técnica do Órgão Regional de Manutenção.

**5.2.6** Cada equipamento que participa do automatismo deverá possuir chave de controle de duas posições: LOCAL e REMOTO, a fim de possibilitar a transferência de comando para a UGE (nível 2) e para a Sala de Controle da subestação (nível 3).

**5.2.7** As atividades de operação, supervisão e controle dos equipamentos a partir dos níveis hierárquicos distintos deverão ser planejadas de modo que somente um desses níveis tenha permissão para administrá-los por vez. Dessa forma, deverão existir comandos do tipo LOCAL-REMOTO em cada nível hierárquico, de modo que ao selecionar a chave na posição LOCAL, somente o próprio nível hierárquico poderá executar comandos e não deverá ser possível a seleção ou execução do comando nos níveis hierárquicos superiores.

**5.2.8** Por razão de segurança, caberá ao nível hierárquico inferior transferir a responsabilidade de operação dos equipamentos para o nível hierárquico superior e também retorná-los para o seu controle.

**5.2.9** A comunicação entre o nível 2 e os níveis 3 e 4 será realizado por intermédio do SIGE.

**5.2.10** As subestações com arquitetura de KF tipo 0 ou I (EACEA), bem como as KF tipo II- de destacamentos sem efetivo fixo, não possuirão sala de controle (nível 3), sendo estruturada apenas com UGE.

**5.2.11** As OM que possuírem mais de uma subestação com arquitetura de KF tipo II-, II, II+, III- ou III deverão possuir apenas uma sala de controle (nível 3), a qual deverá manter comunicação com todas as UGE existentes. Nessa situação, a sala de controle terá a função de operação apenas para KF principal do sítio (onde estará instalada) - para as demais subestações, exercerá apenas as funções de supervisão e controle.

**5.2.12** No âmbito das subestações, serão possíveis os seguintes meios de operação:

- a) em condições normais de operação, as funções de supervisão, operação e controle da subestação deverão ser realizadas a partir da Sala de Controle da subestação (quando houver);
- b) na eventual indisponibilidade desses recursos, as funções de supervisão, operação e controle da subestação deverão ser realizadas por meio de recursos disponíveis no painel frontal da Unidade de Gerenciamento de Energia (UGE). Desse modo, a UGE deverá ser dotada de recursos mínimos que permitam a operação dos equipamentos a eles conectados sem que seja necessária a utilização da Sala de Controle da subestação;

- c) no caso extremo de indisponibilidade da UGE, a operação, supervisão e controle da subestação, bem como dos demais equipamentos integrados ao sistema de energia, será efetuada diretamente nos equipamentos/quadros/painéis (PTA, UPS, UR, etc.).

**5.2.13** A função de supervisão da subestação, bem como dos demais equipamentos integrados ao sistema de energia, deverá ainda ser realizada por meio da estação do Centro de Operação Regional – COR, ao qual a subestação está subordinada.

### **5.3 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO 0**

Para sítios com entrada de energia em baixa tensão, a UGE/SIGE fará simplesmente a supervisão das condições de operação da fonte alimentadora e dos equipamentos elétricos existentes (UPS e/ou UR). As KF tipo 0 com entrada em média tensão poderá operar tanto em modo manual, quanto automático, conforme itens 5.3.1 e 5.3.2 a seguir.

#### **5.3.1 MODO MANUAL**

**5.3.1.1** Neste modo, cada sistema deverá ser supervisionado, protegido automaticamente e comandado manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE.

**5.3.1.2** Na condição de operação manual, a UGE/SIGE deverá permitir as seguintes ações:

- a) abrir e fechar disjuntor de média tensão; e
- b) fazer a supervisão e proteção automática na ocorrência de falta ou falha da fonte alimentadora ou mesmo na ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito no barramento de força.

**5.3.1.3** Mesmo no modo MANUAL, na ocorrência de falta ou falha da fonte alimentadora, o disjuntor de média tensão da fonte deverá abrir automaticamente.

#### **5.3.2 MODO AUTOMÁTICO**

**5.3.2.1** Quando em operação automática, o funcionamento do sistema de energia deverá ser comandado por relés de tensão (sub e sobretensão) e frequência (sub e sobrefrequência), os quais deverão supervisionar a fonte de alimentação integrada ao sistema.

**5.3.2.2** Quando a fonte de alimentação (rede) estiver dentro das condições normais, a UGE/SIGE deverá manter o sistema de energia alimentado pela fonte principal, mantendo-se o disjuntor de média fechado.

**5.3.2.3** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver fora das condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a anormalidade da fonte principal durante período de 5 s (ajustável de 0 a 30 s). Caso seja confirmada a anormalidade, a UGE/SIGE deverá comandar a abertura do disjuntor de média tensão.

**5.3.2.4** Quando a fonte de alimentação principal (rede) retornar as condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a normalidade da fonte pelo período de 30 s (ajustável de 0 a 60 segundos). Após confirmação da condição de normalidade, UGE/SIGE deverá comandar o fechamento do disjuntor de média tensão da fonte principal.

**5.3.2.5** A ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito da rede (transformador) deverá ocasionar a abertura dos disjuntores a montante e a jusante.

NOTA: Logo após a abertura/desligamento da linha, o equipamento imediatamente a montante do ponto de falha, deverá ter *status* alterado para posição LOCAL, inibindo ações do controlador e permitindo manutenção corretiva e posterior *reset*.

#### **5.4 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO I**

Quando aplicadas em organizações de caráter exclusivamente administrativo, as KF tipo I não contarão com unidade de gerenciamento de energia (UGE) e sistema de gerenciamento de energia (SIGE). Quando em EACEA, a KF tipo I deve prever operação automatizada do PTA-BT e supervisão remota no Centro de Operação na KM do Regional, podendo operar nos modos manual, automático ou teste, conforme itens 5.4.1, 5.4.2 e 5.4.3 a seguir.

##### **5.4.1 MODO MANUAL**

**5.4.1.1** Neste modo, cada sistema deverá ser supervisionado, protegido automaticamente e comandado manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE.

**5.4.1.2** Na condição de operação manual, a UGE/SIGE deverá permitir as seguintes ações:

- a) abrir e fechar disjuntor de média tensão;
- b) abrir e fechar disjuntores de baixa tensão; e
- c) partir e parar o GMG.

**5.4.1.3** A partida ou a parada intencional do grupo gerador deverá ser feita manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE, ou pelo painel de controle local, junto ao GMG.

**5.4.1.4** O disjuntor de cada fonte (rede ou GMG) deverá ser comandado manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE, todavia, o fechamento somente será possibilitado quando a fonte estiver dentro das condições normais de fornecimento e não existir disjuntor de outra fonte fechado.

**5.4.1.5** Mesmo no modo MANUAL, na ocorrência de falta ou falha da fonte alimentadora, o disjuntor da respectiva fonte deverá abrir automaticamente. No caso de a fonte ser o grupo gerador, além de abrir o disjuntor, será necessário parar o GMG e impedi-lo de partir até que seja feito o *reset* da falha.

**5.4.1.6** Em resumo, o sistema deverá possibilitar as seguintes operações:

- a) partir e parar o grupo gerador independentemente das condições da rede;
- b) trocar a fonte alimentadora, mesmo que a fonte em operação esteja em condições normais, e desde que a fonte substituta também esteja em condições normais de fornecimento; e
- c) fazer a supervisão e proteção automática na ocorrência de falta ou falha das fontes ou mesmo na ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito no barramento de força.

## 5.4.2 MODO AUTOMÁTICO

**5.4.2.1** Quando em operação automática, o funcionamento do sistema de energia deverá ser comandado por relés de tensão (sub e sobretensão) e frequência (sub e sobrefrequência), os quais deverão supervisionar cada fonte de alimentação integrada ao sistema.

**5.4.2.2** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver dentro das condições normais, a UGE/SIGE deverá manter o sistema de energia alimentado pela fonte principal, mantendo-se o disjuntor de média e os disjuntores de baixa tensão dessa fonte fechados e impedir a partida e o fechamento do disjuntor do grupo gerador.

**5.4.2.3** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver fora das condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a anormalidade da fonte principal durante período de 5 s (ajustável de 0 a 30 s). Caso seja confirmada a anormalidade, a UGE/SIGE deverá iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura do disjuntor de média tensão e de baixa tensão da fonte principal;
- b) comandar a partida do grupo gerador;
- c) confirmar as condições normais do grupo gerador; e
- d) comandar o fechamento do disjuntor do grupo gerador.

NOTA 1: Idealmente, o tempo máximo admissível entre a detecção da falta ou falha da fonte de alimentação principal e a assunção de carga pelo grupo gerador deve ser de **15 s**.

NOTA 2: Se após três comandos de partida o grupo gerador não entrar em condições normais de operação, o comando de partida do GMG deverá ser bloqueado e a falha de partida deverá ser sinalizada. Durante esse processo, a UGE/SIGE deve respeitar as seguintes regras:

- a) as três tentativas de partida do grupo gerador devem ser feitas com tempo de arranque de 5 s (ajustável de 0 a 15 s), e com intervalo entre arranques de 10 s (ajustável de 0 a 15 s); e
- b) durante os ciclos de partida, o sistema de detecção de falhas do GMG deve ser inibido, para evitar operações indevidas no sistema.

**5.4.2.4** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver fora das condições normais e houver falha no grupo gerador que estiver alimentando as cargas, a UGE/SIGE deverá iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura dos disjuntores do GMG em falha; e
- b) comandar a parada do GMG em falha.

**5.4.2.5** Quando a fonte de alimentação principal (rede) retornar as condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a normalidade da fonte pelo período de 30 s (ajustável de 0 a 60 segundos). Após confirmação da condição de normalidade, a UGE/SIGE deverá iniciar procedimento para retorno às condições normais, constando das seguintes operações:

- a) comandar a abertura do disjuntor do GMG em operação;
- b) comandar o fechamento dos disjuntores de média e de baixa tensão da fonte principal;

- c) manter o GMG funcionando em vazio, para resfriamento, durante 180 s (ajustável de 0 a 300 s) – caso ocorra nova falha da fonte principal, a UGE/SIGE deverá reverter os disjuntores, fazendo com que o GMG assuma as cargas imediatamente;
- d) decorrido o tempo de resfriamento, energizar o solenoide de parada do GMG durante 5 s (ajustável de 0 a 30 s) – durante esse tempo o GMG ficará impossibilitado de partir e o sistema de detecção de falhas deverá ser inibido;
- e) após a desenergização do solenoide de parada, o GMG deverá estar pronto para nova partida; e
- f) caso ocorra falha na parada, esta deverá ser sinalizada.

**5.4.2.6** Caso seja constatado abertura/desligamento por sobrecarga ou curto-circuito da linha da fonte de alimentação do sistema, o trecho em falha deverá ser isolado imediatamente, permitindo a operação normal das demais partes do sistema.

NOTA 1: Logo após a abertura/desligamento de qualquer trecho ou linha, o equipamento imediatamente a montante do ponto de falha, deverá ter *status* alterado para posição LOCAL, inibindo ações do controlador e permitindo manutenção corretiva e posterior *reset*.

NOTA 2: A ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito da rede (transformador) deverá ocasionar a abertura dos disjuntores a montante e a jusante. No caso de sobrecarga do GMG, o disjuntor a jusante deverá abrir e o GMG parar com retardo (após tempo de resfriamento). Na ocorrência de curto-circuito no GMG, além da abertura do disjuntor a jusante, o GMG deverá parar imediatamente.

### 5.4.3 MODO TESTE

Na posição teste, a UGE/SIGE deverá comandar a partida do GMG sem a possibilidade de fechamento do respectivo disjuntor, quer manualmente, quer automaticamente.

## 5.5 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO II-, II, II+ E III-

### 5.5.1 MODO MANUAL

**5.5.1.1** Neste modo, cada sistema deverá ser supervisionado, protegido automaticamente e comandado manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE.

**5.5.1.2** Na condição de operação manual, a UGE/SIGE deverá permitir as seguintes ações:

- a) abrir e fechar disjuntor de média tensão;
- b) abrir e fechar disjuntores de baixa tensão; e
- c) partir e parar os GMG.

**5.5.1.3** A partida ou a parada intencional de cada grupo gerador deverá ser feita manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE, ou pelo painel de controle local, junto a cada GMG.

**5.5.1.4** O disjuntor de cada fonte (rede ou GMG) deverá ser comandado manualmente, por meio da IHM da UGE/SIGE, todavia, o fechamento somente será possibilitado quando a fonte estiver dentro das condições normais de fornecimento e não existir disjuntor de outra fonte fechado.

**5.5.1.5** Mesmo no modo MANUAL, na ocorrência de falta ou falha da fonte alimentadora, o disjuntor da respectiva fonte deverá abrir automaticamente. No caso de a fonte ser o grupo gerador, além de abrir o disjuntor, será necessário parar o GMG e impedi-lo de partir até que seja feito o *reset* da falha.

**5.5.1.6** Em resumo, o sistema deverá possibilitar as seguintes operações:

- a) partir e parar cada grupo gerador independentemente das condições da rede;
- b) trocar a fonte alimentadora, mesmo que a fonte em operação esteja em condições normais, e desde que a fonte substituta também esteja em condições normais de fornecimento; e
- c) fazer a supervisão e proteção automática na ocorrência de falta ou falha das fontes ou mesmo na ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito no barramento de força.

## **5.5.2 MODO AUTOMÁTICO**

**5.5.2.1** Quando em operação automática, o funcionamento do sistema de energia deverá ser comandado por relés de tensão (sub e sobretensão) e frequência (sub e sobrefrequência), os quais deverão supervisionar cada fonte de alimentação integrada ao sistema.

**5.5.2.2** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver dentro das condições normais, a UGE/SIGE deverá manter o sistema de energia alimentado pela fonte principal, mantendo-se o disjuntor de média e os disjuntores de baixa tensão dessa fonte fechados e impedir a partida e o fechamento dos disjuntores de grupos geradores.

**5.5.2.3** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver fora das condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a anormalidade da fonte principal durante período de 5 s (ajustável de 0 a 30 s). Caso seja confirmada a anormalidade, a UGE/SIGE deverá iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura do disjuntor de média tensão e de baixa tensão da fonte principal;
- b) comandar a partida dos grupos geradores;
- c) confirmar as condições normais do grupo gerador prioritário;
- d) comandar o fechamento do disjuntor do grupo gerador prioritário; e
- e) comandar a parada do grupo gerador reserva.

NOTA 1: Idealmente, o tempo máximo admissível entre a detecção da falta ou falha da fonte de alimentação principal e a assunção de carga pelo grupo gerador deve ser de **15 s**.

NOTA 2: Se após três comandos de partida o grupo gerador prioritário não entrar em condições normais de operação, o comando de partida do GMG deverá ser bloqueado e a falha de partida deverá ser sinalizada. Outro GMG, que esteja em

condições normais de fornecimento, deverá assumir as cargas. Durante esse processo, a UGE/SIGE deve respeitar as seguintes regras:

- a) as três tentativas de partida de cada grupo gerador devem ser feitas com tempo de arranque de 5 s (ajustável de 0 a 15 s), e com intervalo entre arranques de 10 s (ajustável de 0 a 15 s);
- b) durante os ciclos de partida, o sistema de detecção de falhas dos GMG deve ser inibido, para evitar operações indevidas no sistema; e
- c) o funcionamento do GMG não prioritário só pode ser interrompido após a assunção de carga pelo GMG prioritário.

**5.5.2.4** Quando a fonte de alimentação principal (rede) estiver fora das condições normais e houver falha no grupo gerador que estiver alimentando as cargas, considerando que o outro GMG esteja parado, a UGE/SIGE deverá iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura do disjuntor do GMG em falha;
- b) comandar a parada do GMG em falha;
- c) comandar a partida do outro grupo gerador;
- d) confirmar as condições normais do grupo gerador acionado para assumir as cargas; e
- e) comandar o fechamento do disjuntor desse GMG.

**5.5.2.5** Quando a fonte de alimentação principal (rede) retornar as condições normais, a UGE/SIGE deverá confirmar a normalidade da fonte pelo período de 30 s (ajustável de 0 a 60 segundos). Após confirmação da condição de normalidade, a UGE/SIGE deverá iniciar procedimento para retorno às condições normais, constando das seguintes operações:

- a) comandar a abertura do disjuntor do GMG que estava em operação;
- b) comandar o fechamento dos disjuntores de média e de baixa tensão da fonte principal;
- c) manter o GMG funcionando em vazio, para resfriamento, durante 180 s (ajustável de 0 a 300 s) – caso ocorra nova falha da fonte principal, a UGE/SIGE deverá reverter os disjuntores, fazendo com que esse GMG assumas as cargas imediatamente;
- d) decorrido o tempo de resfriamento, energizar o solenoide de parada do GMG durante 5 s (ajustável de 0 a 30 s) – durante esse tempo o GMG ficará impossibilitado de partir e o sistema de detecção de falhas deverá ser inibido;
- e) após a desenergização do solenoide de parada, o GMG deverá estar pronto para nova partida; e
- f) caso ocorra falha na parada, esta deverá ser sinalizada.

**5.5.2.6** Caso seja constatado abertura/desligamento por sobrecarga ou curto-circuito, da linha da fonte de alimentação do sistema, o trecho em falha deverá ser isolado imediatamente, permitindo a operação normal das demais partes do sistema.

NOTA 1: Logo após a abertura/desligamento de qualquer trecho ou linha, o equipamento imediatamente a montante do ponto de falha, deverá ter *status* alterado para posição

LOCAL, inibindo ações do controlador e permitindo manutenção corretiva e posterior *reset*.

NOTA 2: A ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito da rede (transformador) deverá ocasionar a abertura dos disjuntores a montante e a jusante. No caso de sobrecarga do GMG, o disjuntor a jusante deverá abrir e o GMG parar com retardo (após tempo de resfriamento). Na ocorrência de curto-circuito no GMG, além da abertura do disjuntor a jusante, o GMG deverá parar imediatamente.

### 5.5.3 MODO TESTE

Na posição teste, a UGE/SIGE deverá comandar a partida dos GMG sem a possibilidade de fechamento dos respectivos disjuntores, quer manualmente, quer automaticamente.

## 5.6 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE KF TIPO III E IV

### 5.6.1 MODO MANUAL

**5.6.1.1** Neste modo, cada sistema deverá ser supervisionado, protegido automaticamente e comandado manualmente, por meio da IHM de qualquer uma das UGE/SIGE.

**5.6.1.2** Na condição de operação manual, as UGE/SIGE deverão permitir as seguintes ações:

- a) abrir e fechar disjuntores de média tensão;
- b) abrir e fechar disjuntores de baixa tensão; e
- c) partir e parar os GMG.

**5.6.1.3** A partida ou a parada intencional de cada grupo gerador deverá ser feita manualmente, por meio da IHM de qualquer uma das UGE/SIGE, ou pelo painel de controle local, junto a cada GMG.

**5.6.1.4** O disjuntor de cada fonte (rede ou GMG) deverá ser comandado manualmente, por meio da IHM de qualquer uma das UGE/SIGE, todavia, com a rede em condições normais, a partida e a parada manuais dos grupos geradores exigirá, anteriormente à abertura ou fechamento de disjuntores, o sincronismo entre rede e GMG, para efetivar a transferência de carga em rampa.

**5.6.1.5** Mesmo no modo MANUAL, na ocorrência de falta ou falha da fonte alimentadora, o disjuntor da respectiva fonte deverá abrir automaticamente. No caso de a fonte ser o grupo gerador, além de abrir o disjuntor, será necessário parar o GMG e impedi-lo de partir até que seja feito o *reset* da falha.

**5.6.1.6** Em resumo, o sistema deverá possibilitar as seguintes operações:

- a) partir e parar cada grupo gerador independentemente das condições da rede;
- b) trocar a fonte alimentadora, mesmo que a fonte em operação esteja em condições normais, e desde que a fonte substituta também esteja em condições normais de fornecimento; e

- c) fazer a supervisão e proteção automática na ocorrência de falta ou falha das fontes ou mesmo na ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito no barramento de força.

## 5.6.2 MODO AUTOMÁTICO

**5.6.2.1** Quando em operação automática, o funcionamento do sistema de energia deverá ser comandado por relés de tensão (sub e sobretensão) e frequência (sub e sobrefrequência), os quais deverão supervisionar cada fonte de alimentação integrada ao sistema.

**5.6.2.2** Quando as duas linhas de alimentação da fonte de alimentação principal (rede) estiverem dentro das condições normais, as UGE/SIGE deverão manter o sistema de energia alimentado pela fonte principal, mantendo-se os disjuntores de média e de baixa tensão dessa fonte fechados e impedir a partida e fechamento dos disjuntores dos grupos geradores.

**5.6.2.3** Quando uma das linhas da fonte principal (rede) estiver fora das condições normais, as UGE/SIGE deverão manter o sistema de energia alimentado pela fonte principal (linha em condições normais), mantendo-se os disjuntores de média e de baixa tensão da linha em condições normais fechados, abrir os respectivos disjuntores da linha anormal, e impedir a partida e fechamento dos disjuntores de grupos geradores.

**5.6.2.4** Quando as duas linhas da fonte de alimentação principal (rede) estiverem fora das condições normais, as UGE/SIGE deverão confirmar a anormalidade da fonte principal durante período de 5 s (ajustável de 0 a 30 s). Caso seja confirmada a anormalidade, as UGE/SIGE deverão iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura dos disjuntores de média tensão e de baixa tensão da fonte principal;
- b) comandar a partida dos grupos geradores;
- c) confirmar as condições normais dos grupos geradores prioritários;
- d) comandar o fechamento dos disjuntores dos grupos geradores prioritários; e
- e) comandar a parada dos demais grupos geradores.

NOTA 1: Idealmente, o tempo máximo admissível entre a detecção da falta ou falha da fonte de alimentação principal e a assunção de carga pelo(s) grupo(s) gerador(es) deve ser de **15 s**.

NOTA 2: Se após três comandos de partida o(s) grupo(s) gerador(es) prioritário(s) não entrar(em) em condições normais de operação, o comando de partida do(s) GMG deverá ser bloqueado e a falha de partida deverá ser sinalizada. Outro(s) GMG, que esteja(m) em condições normais de fornecimento, deverá(ão) assumir as cargas. Durante esse processo, as UGE/SIGE devem respeitar as seguintes regras:

- a) as três tentativas de partida de cada grupo gerador devem ser feitas com tempo de arranque de 5 s (ajustável de 0 a 15 s), e com intervalo entre arranques de 10 s (ajustável de 0 a 15 s);
- b) durante os ciclos de partida, o sistema de detecção de falhas dos GMG deve ser inibido, para evitar operações indevidas no sistema; e

- c) o funcionamento de GMG não prioritário só pode ser interrompido após a assunção de carga pelo (s) GMG prioritário(s), ou até que outro(s) GMG não prioritário assumam as cargas.

**5.6.2.5** Quando as duas linhas da fonte de alimentação principal (rede) estiverem fora das condições normais e houver falha no(s) grupo(s) gerador(es) que estiver(em) alimentando as cargas, considerando que os demais GMG estejam parados, as UGE/SIGE deverão iniciar as seguintes operações:

- a) comandar a abertura dos disjuntores do GMG em falha;
- b) comandar a parada do GMG em falha;
- c) comandar a partida do(s) outro(s) grupo(s) gerador(es);
- d) confirmar as condições normais do(s) grupo(s) gerador(es) escolhido(s) para assumir as cargas; e
- e) comandar o fechamento do(s) disjuntor(es) desse(s) GMG.

**5.6.2.6** Quando a fonte de alimentação principal (rede) retornar as condições normais, as UGE/SIGE deverão confirmar a normalidade da fonte pelo período de 30 s (ajustável de 0 a 60 segundos). Após confirmação da condição de normalidade, as UGE/SIGE deverão iniciar procedimento para retorno às condições normais, constando das seguintes operações:

- a) comandar o sincronismo automático, garantindo o controle de tensão e de frequência do(s) grupo(s) gerador(es), e da sequência de fases;
- b) comandar a abertura do(s) disjuntor(es) do(s) GMG que estava(m) em operação;
- c) manter o(s) GMG funcionando em vazio, para resfriamento, durante 180 s (ajustável de 0 a 300 s) – caso ocorra nova falha da fonte principal, as UGE/SIGE deverão reverter os disjuntores, fazendo com que esse(s) GMG assumam(m) as cargas imediatamente;
- d) decorrido o tempo de resfriamento, energizar o solenoide de parada do(s) GMG durante 5 s (ajustável de 0 a 30 s) – durante esse tempo o(s) GMG ficará(ão) impossibilitado(s) de partir e o sistema de detecção de falhas deverá ser inibido;
- e) após a desenergização do solenoide de parada, o GMG deverá estar pronto para nova partida; e
- f) caso ocorra falha na parada, esta deverá ser sinalizada.

**5.6.2.7** Caso seja constatado abertura/desligamento por sobrecarga ou curto-circuito, de uma linha da fonte de alimentação do sistema, o trecho em falha deverá ser isolado imediatamente, permitindo a operação normal das demais partes do sistema.

NOTA 1: Logo após a abertura/desligamento de qualquer trecho ou linha, o equipamento imediatamente a montante do ponto de falha, deverá ter *status* alterado para posição LOCAL, inibindo ações do controlador e permitindo manutenção corretiva e posterior *reset*.

NOTA 2: A ocorrência de sobrecarga ou curto-circuito da rede (transformadores) deverá ocasionar a abertura dos disjuntores a montante e a jusante. No caso de sobrecarga

do GMG, o disjuntor a jusante deverá abrir e o GMG parar com retardo (após tempo de resfriamento). Na ocorrência de curto-circuito no GMG, além da abertura do disjuntor a jusante, o GMG deverá parar imediatamente.

### 5.6.3 MODO TESTE

Na posição teste, as UGE/SIGE deverão comandar a partida dos GMG sem a possibilidade de fechamento dos respectivos disjuntores, quer manualmente, quer automaticamente.

## 5.7 FUNÇÕES BÁSICAS DO SIGE

**5.7.1** O sistema de supervisão e controle a ser implantado nas KF do SISCEAB deve dispor das seguintes funcionalidades:

- a) **comando remoto** – a manobra dos equipamentos poderá ser conduzida pelo operador, a partir da sala de controle ou UGE, através da interface gráfica onde deverá estar disponível o diagrama unifilar da KF (imagens do sistema CFTV devem ser disponibilizadas para execução segura das operações de comando remoto da subestação local);
- b) **monitoração** – devem ser apresentados ao operador, sob forma gráfica ou através de desenhos esquemáticos, os valores provenientes das medições realizadas, além das indicações de estado dos disjuntores, chaves seccionadoras e demais equipamentos de interesse;
- a) **alarmes** – deve ser emitida notificação para o operador sobre a ocorrência de alterações espontâneas da configuração da malha elétrica, ou irregularidade funcional de algum equipamento, ou ainda, a ocorrência de violações de limites operativos de medições (deve-se também emitir alarmes sonoros nas KF com arquitetura II+, III-, III e IV);
- b) **registro sequencial de eventos** – o sistema deverá manter histórico da atuação de relés de proteção, abertura e fechamento de disjuntores e chaves seccionadoras e outras indicações de estado de interesse;
- c) **proteção** – o sistema deverá manter comunicação com as funcionalidades dos relés de proteção digitais, obedecendo aos requisitos de seletividade e coordenação;
- d) **armazenamento de dados históricos** – todas as medições, indicações de estado, alarmes e ações executadas pelo operador devem ser armazenadas, a fim de permitir análise ou auditoria posterior;
- e) **gráficos de tendências** – disponibilização da evolução das grandezas analógicas no tempo em que durar a monitoração;
- f) **intertravamento** – bloqueio ou liberação de ações de comando em chaves, disjuntores ou seccionadoras em função da topologia da KF;
- g) **religamento** – esta função deve ser composta de sequência ordenada do registro da atuação de relés de proteção, abertura e fechamento de chaves seccionadoras e disjuntores motorizados;

- h) **controle de tensão e frequência** – deve ser implementada lógica de controle visando manter o nível de tensão e de frequência dentro de limites preestabelecidos;
- i) **controle de fator de potência e reativos** – deve ser implementado monitoramento dos bancos de capacitores automáticos, visando à manutenção do fluxo de reativos nos barramentos dentro de limites aceitáveis pela concessionária local; e
- j) **oscilografia** – o sistema deve manter comunicação com os relés digitais visando à aquisição de dados elétricos durante evento perturbador que normalmente resulta em sobretensões, sobrecorrentes, sub e sobrefrequência, possibilitando a representação gráfica desses eventos (a escala utilizada para representação gráfica deverá ser adequada aos valores registrados para as grandezas medidas).

**5.7.2** Além das funcionalidades acima descritas, o sistema de supervisão e controle deverá, no mínimo, coletar e monitorar os seguintes parâmetros dos sistemas elétricos implantados:

- a) nível do(s) tanque(s) de combustível;
- b) nível de tensão dos bancos de baterias;
- c) integração com sistema de controle de intrusão (quando aplicável), possibilitando a emissão de alarmes de acionamento dos sensores posicionados em galerias, caixas de passagem, sala de grupos geradores, sala de UPS e portas de acesso à KF/KM);
- d) níveis de tensão, corrente e potência dos principais quadros e painéis, UPS e UR;
- e) níveis de distorção harmônica do QDFE da sala técnica de OM com arquitetura de KF tipo III ou IV;
- f) condições dos grupos geradores quando em funcionamento (pressão de óleo, temperatura do bloco do motor, tensão gerada, etc.); e
- g) integração com sistema de CFTV, possibilitando a monitoração de imagens de instalações das cargas críticas remotas, do(s) tanque(s) de combustível(is), da sala de UPS, do(s) grupo(s) gerador(es), painéis PMT e PBT e portas de acesso à KF/KM.



## 6 SISTEMAS COMPLEMENTARES

### 6.1 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

**6.1.1** Os locais de trabalho devem ter iluminação adequada em quantidade e qualidade, natural ou artificial, permitindo que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga visual ou desconforto.

**6.1.2** O projeto de iluminação deve seguir as recomendações aplicáveis da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013.

**6.1.3** Devem-se ter cuidados especiais para evitar ofuscamento causado pela iluminação no interior das subestações.

**6.1.4** A iluminação de sala de grupos geradores (ou outras máquinas girantes) não poderá ser baseada em lâmpadas que provoquem efeito estroboscópico ou cintilação. Recomenda-se a utilização de lâmpadas em alta frequência (aproximadamente 30 kHz) ou a distribuição da iluminação em mais de uma fase.

**6.1.5** Deverão ser considerados os seguintes requisitos de iluminação para os ambientes e atividades afetas a organizações subordinada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo.

**Quadro 3 – Planejamento dos ambientes e atividades com especificação da iluminância e da qualidade de cor**

AMBIENTES OU ATIVIDADES	$\overline{E_m}$ (Lux)	R <sub>a</sub> MÍNIMO	Observações
<b>Ensino</b>			
bibliotecas - área de estantes	200	80	
Salas de aula - área de alunos	300	80	
Sala de aula - quadro negro bibliotecas - área de leitura laboratórios de informática sala de controle da subestação	500	80	
<b>Área Técnica</b>			
Laboratórios de calibração	500	80	
Laboratórios de eletrônica Oficina de pintura	750	80	
Oficina de usinagem	300	60	
Salas de desenho	750	80	
Laboratórios de eletrônica - iluminação extra de bancada	1.500	80	
Salas de bancos de baterias	100	60	à prova de explosão
Salas de máquinas grandes ou isoladas e equipamentos elétricos, tais como GRUGER, USCA, UPS ou sistemas de climatização; Salas de quadros de distribuição de energia; e Salas de equipamentos eletrônicos tais como centrais telefônicas, rádio enlaces, terminais de linhas ópticas, multiplex, etc., quando não requerem ações frequentes	200	80	
Salas técnicas, considerando-se que incluam equipamentos eletrônicos e de monitoração, e	300	80	

AMBIENTES OU ATIVIDADES	$\overline{E_m}$ (Lux)	R <sub>a</sub> MÍNIMO	Observações
painéis de distribuição elétrica e de telecomunicações, que requerem ações ou monitoração frequentes			
<b>Área Operacional</b>			
TWR	500	80	Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável e evitar o ofuscamento provocado por luz natural
APP e ACC	500	80	Recomenda-se que a iluminação seja dimerizável
Salas AIS, estação rádio, mapas e meteorologia	500	80	
<b>Área Gerencial - Escritórios</b>			
Auditórios - plateia	300	80	
Escritórios salas de reunião e auditórios - tribuna	500	80	

Onde:

$\overline{E_m}$  = Iluminância média mínima exigida;

R<sub>a</sub> = Índice de qualidade da cor. Também conhecido como índice de reprodução de cor (IRC, no Brasil, e CRI, internacionalmente). Trata-se de propriedade característica da lâmpada empregada e indica o modo como as cores são compreendidas quando iluminadas pela lâmpada.

**6.1.6** Os ambientes de cargas críticas das áreas técnicas e operacionais deverão possuir sistema de iluminação de emergência dimensionado de forma a garantir a manutenção das condições de trabalho.

**6.1.7** As KF/KM deverão dispor de iluminação de emergência, incluindo as salas de baterias e dos grupos geradores.

**6.1.8** A iluminação de emergência das KF/KM e dos ambientes com cargas críticas adjacentes à subestação (sala técnica, APP, TWR, etc.) deverá ser em corrente alternada, a partir de UPS com esse fim específico, e por meio de circuitos em 220 V<sub>CA</sub>.

**6.1.9** A iluminação de emergência das cargas críticas remotas (auxílios à navegação, KT-Radar, KT-VHF, etc.) será estruturada com o uso de monoblocos autônomos, de refletores com lâmpadas LED, temperatura de cor superior a 3.300 K, uso de bateria selada interna de 12 V e autonomia de 2 h.

## **6.2 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA)**

Nas instalações prediais das KT, KF e KM, o sistema de proteção contra descargas atmosféricas deve ser projetado em conformidade com a NBR 5419:1 a 4, complementadas pelas determinações da ICA 66-30.

## **6.3 SISTEMA DE ATERRAMENTO E PROTEÇÃO DE SURTOS**

**6.3.1** O sistema de aterramento deve ser projetado levando em conta as características do solo (resistividade) na situação mais crítica (tempo seco), prevendo pontos estratégicos para medição (poço de medição), a fim de que se possa fazer através de medições o acompanhamento da degradação da malha.

**6.3.2** Os projetos de sistemas de proteção contra surto em baixa tensão devem estar de acordo com a NBR IEC 61643-1.

**6.3.3** Todos os equipamentos devem estar ligados em barra de terra no quadro ou em barra de terra eletrônica.

**6.3.4** Todas as malhas adjacentes devem estar interligadas.

**6.3.5** Os protetores de surto utilizarão tecnologia de varistores de óxido metálico, construção modular, individualizada por fase, discriminatória por transitórios. Protetores montados em paralelo, com múltiplos módulos de desvio de correntes de surto por fase, acoplados ao quadro elétrico.

#### **6.4 SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO**

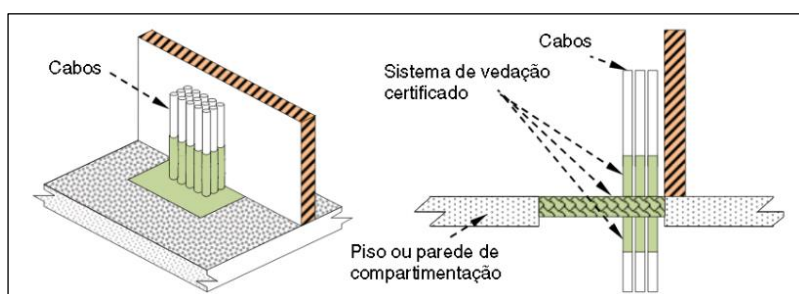
**6.4.1** Para as casas de força com arquitetura tipo II-, II, II+, III-, III e IV, deve-se instalar sistema de detecção e alarme de incêndio em todas as salas de equipamentos elétricos, leitos de cabos e celas de transformadores. No interior dos painéis de alta e média tensão, devem ser instalados sensores de temperatura nos compartimentos com barramentos e garras extraíveis.

**6.4.2** Nas KF de arquitetura tipo IV, deve-se instalar sistema automático de combate a incêndio, na forma de disparo automático de gás ou aerossol, comandado por sensor de fumaça, devendo-se utilizar, neste caso, agente extintor limpo que atenda requisitos da NFPA 2001.

**6.4.3** A proteção contra incêndios em casas de força com arquitetura tipo 0, I, II-, II, II+, III- e III será feito por extintores de incêndio portáteis de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e pó.

**6.4.4** Recomenda-se a realização de análise de risco da instalação (PMT, PBT, UPS, chaves estáticas e subestações remotas); e, se necessário, instalar ampolas de combate a princípio de incêndio, acionadas termicamente. Nesse caso, tais ampolas deverão ser instaladas independentes do Sistema de Detecção e Alarme de Incêndio (SDAI) e o disparo será automático, em função da temperatura no interior do gabinete.

**6.4.5** Em conformidade com a NBR 13231, as aberturas em pisos, paredes e tetos para passagem de cabos devem ser seladas com barreiras de proteção incombustível e providas de “proteção passiva”, destinada a impedir a propagação de incêndio.



Fonte: ABNT NBR 13231:2015

**Figura 9 – Exemplo de vedação de abertura para passagem de cabos entre ambientes compartimentados**

**6.4.6** O pé-direito das galerias, salas e túneis deve ter no mínimo 2 m, considerado entre o piso e o teto. O arranjo físico deve permitir o acesso de um homem equipado com aparelho de respiração autônoma, a desocupação imediata e a extinção de incêndio com extintores portáteis.

**6.4.7** Deve-se prever ventilação natural (ou, quando necessário, ventilação forçada) nas galerias, salas e túneis.

**6.4.8** Os quadros de supervisão e comando de sistema automático de detecção e alarme de incêndio da subestação (quando existirem) deverão estar localizados em área de supervisão contínua ou na própria sala de controle da subestação.

**6.4.9** As salas de baterias chumbo-ácidas ventiladas devem possuir sistema de exaustão mecânica instalados no ponto mais alto do ambiente, para prevenir o acúmulo de hidrogênio.

**6.4.10** Deve ser prevista ventilação natural na sala de grupos geradores, podendo ser completada por ventilação forçada.

**6.4.11** O(s) tanque(s) de óleo combustível, para alimentação do GMG, deve(m) ser instalado(s) em local externo da subestação, sinalizado e provido de drenagem, suspiro, aterramento e meios de coleta de resíduos ou vazamento.

NOTA: Pode-se considerar o uso de tanque de combustível incorporado à estrutura do grupo gerador, desde que a autonomia atenda às necessidades da OM.

**6.4.12** Pelo menos um extintor de incêndio portátil, com capacidade extintora mínima de 40-B, deve estar localizado a menos de 9 m dos tanques de armazenamento.

**6.4.13** Os cubículos devem atender aos requisitos de segurança contra explosão e incêndio.

**6.4.14** Os transformadores devem ser instalados, de preferência, externamente às edificações, sobre sistemas de contenção, de modo a mitigar os riscos de incêndio às edificações ou equipamentos adjacentes.

**6.4.15** Os transformadores instalados em ambientes internos à subestação deverão ser posicionados em salas dedicadas somente para transformadores, atendendo às restrições de espaçamento previstas na NBR 13231:2015.

## **6.5 SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO**

**6.5.1** As KF/KM deverão ser dotadas de sistema de climatização com equipamentos redundantes (configuração N+1), dimensionados para garantir as condições de temperatura e umidade relativa estabelecidas pelos fabricantes do sistema elétrico, e para as condições de conforto dos operadores e mantenedores.

**6.5.2** O sistema de climatização deverá ser dotado de sensores de temperatura que permitam automaticamente entrar em operação a máquina reserva em caso de falha da principal ou vice-versa.

**6.5.3** O sistema de climatização deve ser projetado de forma a ser desligado automaticamente pela presença de fumaça em evento de incêndio, para prevenir a propagação de fumaça pela edificação.

**6.5.4** Para as KF com arquitetura tipo III-, III e IV, o sistema de climatização deverá atender aos seguintes requisitos gerais:

- a) sistema de ar condicionado central, dutado, com aplicação de *fancoils* (quando se tratar de OM que já possua central de água gelada instalada), *splits* de alta capacidade (splitão) ou *self-contained*, composto por equipamentos principal e 2 (dois) reservas com a mesma capacidade do principal (configuração N+2), alimentados por quadro de distribuição, composto por 2 (duas) entradas de alimentação;
- b) o projeto do sistema de distribuição de ar deve levar em consideração o direcionamento de entrada e saída do fluxo de ar nas UPS;
- c) gabinetes das unidades de tratamento de ar devem utilizar painéis do tipo sanduíche, para facilitar a higienização das máquinas;
- d) o uso de condensadores resfriados a água deve ser evitado para OM que não seja Órgão Regional (CINDACTA e SRPV-SP);
- e) considerar como nível de filtragem mínima a combinação de filtros modulados laváveis G1 (conforme NBR 16101:2012) + filtros descartáveis de fibra sintética classe M5 (classificação dos filtros, conforme ABNT NBR 16101:2012);
- f) garantir as exigências legais para renovação do ar ambiente;
- g) instalar sistema de controle e supervisão para os sistemas de climatização, o qual deverá garantir, além das funções de controle, o rodízio semanal dos equipamentos; e
- h) instalar sistema de exaustão, para, em situações de emergência, purgar gases provenientes de queimas ou de produtos voláteis (este sistema deverá ter comando manual e protegido, para evitar interferência no SDAI).

**6.5.5** O sistema de climatização das subestações com arquitetura tipo II-, II e II+ poderá ser estruturado com *mini splits* ou equipamentos *wall-mounted*, contudo, sendo a carga térmica calculada superior a 5 TR, deverão ser incorporados os meios para atender às exigências legais de renovação do ar, bem como de filtragem do ar externo.

**6.5.6** O sistema de climatização das subestações com arquitetura tipo 0 e I poderá ser estruturado com *mini splits* ou condicionadores de ar tipo janela.

**6.5.7** Os componentes do sistema de controle e supervisão dos equipamentos de climatização (quadros de comando, CLP e sensores aplicados), quando existentes, devem ser alimentados por circuito de UPS.

## **6.6** CONTROLE DE ACESSO E DE INTRUSÃO

**6.6.1** Independentemente do tipo de arquitetura da KF, as portas de acesso devem ser mantidas fechadas, com acesso restrito a profissionais habilitados em sistemas elétricos, ou pessoas autorizadas, mediante acompanhamento de técnico habilitado.

**6.6.2** Para as subestações com arquitetura tipo III ou IV, será necessário o uso de cartão magnético funcional, com possibilidade de armazenamento de hora, período e identificação pessoal, para os seguintes acessos da KF/KM:

- a) porta de entrada da KF/KM (liberação);
- b) sala de UPS;
- c) sala de comando da central de água gelada (quando aplicável); e
- d) sala de controle.

**6.6.3** Nas KF com arquitetura tipo II, II+, III-, III e IV, deverá existir controle de intrusão para monitorar o acesso aos seguintes ambientes técnicos: sala de GMG, sala de UPS, caixa de passagem de redes de dutos de circuitos de carga crítica e janela de acesso ao perímetro externo (quando existir).

NOTA: Esta regra também é válida para KF tipo 0 e I, quando aplicadas em EACEA.

**6.6.4** O sistema de controle de acesso, quando existente, não deve impedir a saída livre da KF através das portas com fecho de abertura rápida, utilizadas como rotas de fuga.

## **6.7 CIRCUITO FECHADO DE TV (CFTV)**

**6.7.1** As KF/KM devem ser monitoradas através de visualização de ambiente por sistema de Circuito Fechado de Televisão (CFTV).

**6.7.2** O sistema deve ser constituído de câmeras com capacidade de geração de imagens em cores, instaladas sobre suportes e dotadas de aproximação de imagem (*zoom*), com controle remoto.

**6.7.3** As câmeras de visualização de painéis e equipamentos devem ser fixas, com posição ajustável, enquanto, para visualização do perímetro da subestação, pelo menos uma câmera deverá ser dotada de movimento horizontal/vertical, rotação de 360 graus e aproximação de imagem.

**6.7.4** As imagens geradas devem ser disponibilizadas em rede e integradas com o SIGE para tomada de decisão quanto a controle e operação à distância.

**6.7.5** Deve haver possibilidade de captação de imagens com baixo índice de iluminação e compensação automática de luz de fundo.

**6.7.6** Devem ser dispostas tantas câmeras quantas forem necessárias para a visualização de pelo menos os seguintes meios da KF/KM: galeria (quando aplicável), sala de GMG, sala de UPS, PMT, PBT, tanque de combustível, perímetro externo.

**6.7.7** Para as KF com arquitetura tipo III-, III e IV as imagens do sistema CFTV devem ser gravadas com taxa não inferior a 20 *frames/s*.

## **7 DISPOSIÇÕES FINAIS**

**7.1** Subestações modernizadas anteriormente à publicação desta Instrução devem adequar-se aos requisitos deste documento somente no próximo ciclo de modernização/ substituição.

**7.2** Modernizações parciais de sistemas elétricos deverão atender aos requisitos estabelecidos nesta Norma para o subsistema a ser modernizado.

**7.3** Casos não previstos devem ser levados à apreciação do Chefe do Subdepartamento Técnico do DECEA.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA - ANEEL. PRODIST – Módulo 3. *Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – Acesso ao sistema de distribuição*. Brasília, DF, 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA - ANEEL. PRODIST – Módulo 8. *Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – Qualidade da energia elétrica*. Brasília, DF, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14039. *Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV*. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15389. *Bateria chumbo-ácida estacionária regulada por válvula – Instalação e montagem*. Rio de Janeiro, RJ, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15461. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – Construção e instalação de tanques aéreos de aço-carbono*. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO/CIE 61643-1. *Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão – Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão*. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5410. *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12693. *Sistemas de proteção por extintores de incêndio*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO/CIE 8995-1. *Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 10898. *Sistema de iluminação de emergência*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-1. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 1: Disposições gerais*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 8258-1. *Grupos geradores de corrente alternada, acionados por motores alternativos de combustão interna – Parte 1: Aplicação, características e desempenho*. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 16274. *Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho*. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13231. *Proteção contra incêndio em subestações elétricas*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5419-1. *Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 1: Princípios gerais*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5419-2. *Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 2: Gerenciamento de riscos*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 5419-3. *Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - NBR 5419-4. *Proteção contra descargas atmosféricas – Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-2. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 2: Armazenamento em tanques em vasos e em recipientes portáteis com capacidade superior a 3000 L*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-3. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 3: Sistemas de tubulações*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-4. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 4: Armazenamento em recipientes e em tanques portáteis*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-5. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 5: Operações*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-6. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 6: Requisitos para instalações e equipamentos elétricos*. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 17505-7. *Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 7: Proteção contra incêndio para parques de armazenamento com tanques estacionários*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15808. *Extintores de incêndio portáteis*. Rio de Janeiro, RJ, 2017.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Classificação dos Destacamentos no âmbito do DECEA: Portaria 64/DGCEA. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade no SISCEAB: ICA 66-29*. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Centro de Gerenciamento da Navegação Aérea. *Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo*. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Licenças e Certificados de Habilitação Técnica para Pessoal Técnico do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro*: ICA 66-23. Rio de Janeiro, RJ, 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. *Restrições aos objetos projetados no espaço aéreo*: Portaria 957/GC3. Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 10 - NR 10. *Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Norma Regulamentadora nº 17 - NR 17. *Ergonomia*. Brasília, DF, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. INMETRO. *Sistema Internacional de Unidades - SI*. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL – OACI. *Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation: Aeronautical Telecommunications - Volume I: Radio Navigation Aids*. Canadá, 2006.

ORGANIZAÇÃO DA AVIAÇÃO CIVIL INTERNACIONAL – OACI. *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes - Volume I: Aerodrome Design and Operations*. Canadá, 2013.

UPTIME INSTITUTE. *Tier Standard: Operational Sustainability*. Estados Unidos, 2010. 15p.

UPTIME INSTITUTE. *Tier Standard: Topology*. Estados Unidos, 2012. 12p.

## Anexo A – Arquiteturas de KF de OM subordinadas ao DECEA (resumo)

KF TIPO III	KF TIPO III-	KF TIPO II+	KF TIPO II	KF TIPO II-
CINDACTA I CINDACTA II CINDACTA III CINDACTA IV  SRPV-SP DTCEA-GL DTCEA-SP DTCEA-BR DTCEA-GW (futuro)	DTCEA-CF DTCEA-SV DTCEA-CT DTCEA-PA	CGNA DTCEA-FL DTCEA-RF DTCEA-FZ DTCEA-EG DTCEA-BE DTCEA-PCO	1° GCC/CIMAER DTCEATM-RJ DTCEA-AN DTCEA-YS DTCEA-CY DTCEA-FI DTCEA-CG DTCEA-MO DTCEA-NT	DTS DTCEA-SRO DTCEA-GI DTCEA-SM DTCEA-CO DTCEA-CR DTCEA-MDI DTCEA-PS DTCEA-AR DTCEA-FN DTCEA-PL DTCEA-SL DTCEA-PV DTCEA-RB DTCEA-BV DTCEA-MN DTCEA-CZ DTCEA-MT DTCEA-AF DTCEA-GW (atual) DTCEA-SC DTCEA-SJ
				ICEA GEIV 1º/1º GCC 2º/1º GCC 4º/1º GCC P AME-RJ DTCEA-BQ DTCEA-BW DTCEA-CC DTCEA-GA DTCEA-LS DTCEA-STA DTCEA-TNB DTCEA-TRM DTCEA-BI DTCEA-CGU DTCEA-CTD DTCEA-JGI DTCEA-STI
				DTCEA-UG DTCEA-LP DTCEA-AA DTCEA-FA DTCEA-GM DTCEA-IZ DTCEA-MQ DTCEA-SI DTCEA-SN DTCEA-TF DTCEA-TT DTCEA-UA DTCEA-VH DTCEA-EI DTCEA-EK DTCEA-EP DTCEA-FX DTCEA-MY DTCEA-OI DTCEA-TS DTCEA-ST
KF TIPO I EACEA (Rede instável)	EACEA (Rede estável)	KF TIPO 0 EACEA (Rede estável)		
DECEA				

### Anexo B – Configurações das arquiteturas de KF (resumo)

KF - TIPOS E CONFIGURAÇÕES															
TIPO DE KF	TRAFO	GMG	TANQUE	PTA	PBT	RET KF	BAT. RET KF	UPS KF	BAT. UPS KF	CHAVE EST.	RET. Carga Remota	BAT. RET Carga Remota	UPS Carga Remota	BAT. UPS Carga Remota	CIRCUITO Carga Remota
0	1	0	0	0	1	N+1	VRLA SINGELA 2 h	N+1 Barramento	VRLA SINGELA 2 h	0	0	0	0	0	0
I	1	1	1	1- PTA-BT		N+1	VRLA SINGELA 1 h	N+1 Barramento	VRLA SINGELA 1h	0	0	0	0	0	0
II-	1	2	1	1	1	N+1	VRLA SINGELA 1 h	N+1 Barramento	VRLA SINGELA 15 min	0	N+1	VRLA SINGELA 1 h	N+1	VRLA SINGELA 15 min	RADIAL
II	1	2	2	1	1	N+1	VRLA SINGELA 1 h	N+1 Barramento	VRLA SINGELA 15 min	0	N+1	VRLA SINGELA 1 h	N+1	VRLA SINGELA 15 min	RADIAL
II+	1	2	2	1	1	N+1	VRLA SINGELA 1 h	2[N+1] 2 Barramentos	VRLA DUPLICADA 15 min	1	N+1	VRLA DUPLICADA 1 h	N+1	VRLA DUPLICADA 15 min	RADIAL
III-	1	2	2	1	1	N+1	VRLA SINGELA 1 h	2[N+1] 2 Barramentos	VRLA DUPLICADA 15 min	1	N+1	VRLA DUPLICADA 1 h	N+1	VRLA DUPLICADA 15 min	ANEL
III	2 mesma subestação	2	2	2 Idênticos	2 Idênticos	2[N+1]	VRLA SINGELA 1 h	2[N+1] 2 Barramentos	VRLA DUPLICADA 15 min	1	N+1	VRLA DUPLICADA 1 h	N+1	VRLA DUPLICADA 15 min	ANEL
IV	2 subestações distintas	2[N+1]	2	2 Idênticos	2 Idênticos	2[N+1]	VRLA SINGELA 1 h	2[N+1] 2 Barramentos	VRLA DUPLICADA 15 min	3	N+1	VRLA DUPLICADA 1 h	N+1	VRLA DUPLICADA 15 min	ANEL

## ÍNDICE

**aço inoxidável**, 46  
**ampliações**, 46  
**arquiteturas de KF**, 15, 45, 46, 49  
**cargas remotas**, 29, 37, 42  
**CFTV**, 10, 17, 19, 23, 26, 30, 33, 38, 60, 61, 68  
**controladores microprocessados**, 45, 47  
**cor de acabamento**, 42  
**deionizador**, 29, 33, 37  
**destilador**, 29, 33, 37  
**efeito estroboscópico**, 63  
**eletrocentro**, 15  
**espaço livre**, 46  
**filtro prensa**, 35  
**fotovoltaico**, 16, 17, 21  
**iluminação de emergência**, 13, 41, 64, 70  
**insolação**, 16, 18  
**limites**, 46  
    de distorção harmônica de tensão, 46  
    de frequência, 46  
    de tensão, 46  
**níveis hierárquicos**, 49, 50  
**pré-aquecimento**, 46  
**proteção passiva**, 65  
**rodízio**, 45, 67  
**sequência de fase**, 41  
**sistema de exaustão**, 29, 33, 37, 66, 67  
**TIER**, 10, 15  
**ventilação natural**, 66  
**zona de proteção de aeródromos**, 46