

## 1. DOCUMENTOS RELACIONADOS:

Na aplicação deste descritivo é necessário consultar:

- NBR 11809 – Regulador de tensão – Especificações;
- NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superior a 1 kV – Especificação;
- NBR 5356-1 – Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades;
- NBR 5356-2 – Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento;
- NBR 5356-3 – Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar;
- NBR 5356-4 – Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores;
- NBR 5356-5 – Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curtos circuitos;
- NBR 5370 – Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência;
- NBR 5435 – Bucha para transformadores imersos em líquido isolante – tensão nominal 15kV, 24,2kV e 36,2 kV - Especificações;
- NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia;
- NBR 5458 – Eletrotécnica e eletrônica – Transformadores – Terminologia;
- NBR 5590 – Tubos de aço-carbono com ou sem solda longitudinal, pretos ou galvanizados — Especificação;
- NBR 5906 – Parte 2 – Bobinas e chapas laminadas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação;
- NBR 5915 – Chapas e bobinas de aço laminadas a frio de aço-carbono – Requisitos;
- NBR 6234 – Óleo mineral isolante – Determinação de tensão interfacial de óleo e água pelo método do anel – Método de ensaio;
- NBR 6650 – Bobinas e chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – Especificação;
- NBR 6939 – Coordenação do isolamento – Procedimento;
- NBR 8667-1 – Comutadores de derivação – Parte 1: Especificações e ensaios;
- NBR 8667-2 - Comutadores de derivação – Parte 2: Guia de aplicação;
- NBR 10443 – Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio;
- NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência;
- NBR 11388 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas - Especificação;
- NBR 11888 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço-carbono de alta resistência e baixa liga – Requisitos gerais;
- NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos;
- IEC 60296 – *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.*

As normas acima citadas não excluem outras reconhecidas, desde que estas prescrevam qualidade igual ou superior em relação às acima mencionadas e que o proponente cite em sua proposta as normas aplicadas e que estas não sejam conflitantes com a presente especificação.



# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 2 de 38

## OBJETIVO

Estabelecer os requisitos mínimos exigidos para o fornecimento de regulador automático de tensão a ser instalado na rede de distribuição aérea da Companhia Campolarguense de Energia – COCEL.

## REQUISITOS GERAIS

### 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Fixar as condições e definir as principais características elétricas e mecânicas e os demais requisitos básicos, para o fornecimento de regulador automático de tensão, monofásico, do tipo mudança de derivações por degraus, para uso externo, nas classes de tensão.

### 3. DISPOSIÇÕES GERAIS

Esta especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte por razões de ordem técnica para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a COCEL quanto a eventuais alterações.

#### 3.1. Embalagem e acondicionamento

O acondicionamento dos equipamentos deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas, independente do tipo de transporte utilizado.

O sistema de embalagem deve proteger todo o equipamento contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fábrica até a chegada ao local de destino, a ser feito de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.

Os transformadores devem ser embalados individualmente e as embalagens não serão devolvidas ao fornecedor.

Nas embalagens deverão constar, no mínimo:

- Marca ou nome do fabricante;
- Identificação completa do conteúdo com código do material COCEL;
- Número e item da ordem de compra;
- Tipo e quantidade de material de cada volume;
- Massa bruta ou líquida;
- Número da nota fiscal.

#### 3.2. Garantias

O equipamento deve ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar no período de 24 meses a partir da data de aceitação no local de entrega.

O fornecedor será obrigado a reparar tais defeitos ou, se necessário, a substituir o equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão de obra ou de transporte.

O fornecedor terá um prazo de 30 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no almoxarifado da COCEL, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes e até substituição do transformador completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 3 de 38

que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei N° 13.303.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 24 meses, contados a partir da aceitação da nova peça, abrangendo todas as unidades do lote.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou produção tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

### **4. TERMINOLOGIA E DIFINIÇÕES GERAIS**

Para os efeitos desta especificação são adotadas as seguintes definições, complementadas pelas normas NBR 5456, NBR 5458 e NBR 11809.

#### **4.1. Circuito primário**

Circuito do lado de entrada do regulador automático de tensão.

#### **4.2. Circuito regulador**

Circuito do lado de saída do regulador automático de tensão, no qual se deseja controlar a tensão ou o ângulo de fase ou ambos.

#### **4.3. Compensador de queda de tensão na linha**

Dispositivo que atua sobre o relé regulador automático de tensão de forma a produzir na tensão de saída uma variação que compensa a queda de tensão na impedância do circuito entre uma localização pré-fixada no referido relé (as vezes designada como "centro de carga") e o regulador.

#### **4.4. Corrente de excitação**

Corrente que mantém a excitação do núcleo do regulador automático de tensão. Pode ser expressa em ampére "por unidade" ou porcentagem da corrente nominal do enrolamento do regulador no qual esta é medida.

#### **4.5. Derivação**

Ligação feita em qualquer ponto de um enrolamento, de modo a permitir a mudança na relação de tensões.

#### **4.6. Dispositivo de controle (relé regulador de tensão)**

Dispositivo sensor de tensão usado na operação automática de um regulador monofásico de tensão, para controlar a tensão do circuito regulado.

#### **4.7. Enrolamento série**

Enrolamento destinado a limitar a corrente na posição de curto-circuito, assim como, na posição assimétrica, não deve introduzir uma queda de tensão significativa ao circuito.

#### **4.8. Enrolamento terciário**

Enrolamento destinado a prover alimentação ao painel de controle e motor.

#### **4.9. Faixa de regulação nominal de um regulador monofásico**

Valor a ser somado ou subtraído da tensão nominal do regulador automático de tensão.

NOTA:

1. A faixa de regulação nominal pode ser expressa em "por unidade", porcentagem da tensão nominal ou em kV.

#### **4.10. Perdas em carga do regulador monofásico**

Perdas consequentes da passagem, pelo regulador automático de tensão, da potência solicitada pela carga. Incluem as perdas na resistência dos enrolamentos devido a corrente de carga, e as perdas adicionais, devido ao fluxo de dispersão.

#### **4.11. Perdas a vazio**

Perdas devidas à excitação do regulador automático de tensão. Incluem as perdas no núcleo, perdas dielétricas e perdas nos enrolamentos devidas à corrente de excitação e à corrente de circulação em enrolamentos ligados em paralelo. Tais perdas variam com a tensão de excitação.

#### **4.12. Perdas totais**

Soma das perdas em vazio com as perdas em carga.

#### **4.13. Polaridade**

A polaridade de um regulador automático de tensão é inerente ao seu projeto. A polaridade é correta quando o regulador automático de tensão monofásico de distribuição aumenta a tensão na faixa de "ELEVAR" e diminui a tensão na faixa "DIMINUIR".

NOTA:

1. A polaridade relativa dos enrolamentos comum e série do regulador automático de tensão por degraus tipo A é oposta à do tipo B. A polaridade relativa instantânea dos enrolamentos do regulador automático de tensão principal, dos transformadores para instrumentos e do (s) enrolamento (s) auxiliar (es), o que se aplicar, é designada por marcação apropriada no diagrama de ligações na placa de identificação.

#### **4.14. Potencia nominal de regulador nominal**

Produto da corrente nominal, sob carga contínua em ampère, pela faixa de regulação em quilovolts para "ELEVAR" ou "DIMINUIR". Se estas faixas forem diferentes deverá ser adotada a de maior valor na determinação da potência nominal.

#### **4.15. Potência passante do regulador automático de tensão**

Produto da corrente nominal, sob carga contínua em ampère, pela tensão nominal em quilovolts. Se estas faixas forem diferentes deve ser adotada a de maior valor na determinação da potência passante.

#### **4.16. Protetor do enrolamento série**

Dispositivo para proteger o enrolamento série contra surtos de tensão.

#### **4.17. Regulador automático de tensão por degraus**

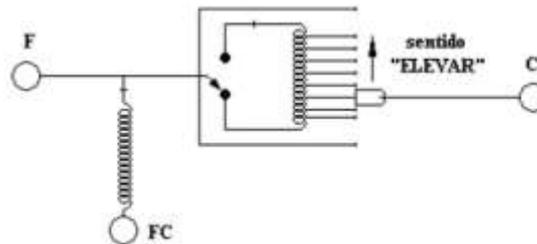
Regulador monofásico de distribuição em que a tensão é controlada em degraus, por meio de derivações, sem interrupção da carga.

#### **4.18. Regulador automático de tensão por degraus tipo A**

Regulador automático de tensão no qual o enrolamento comum está ligado diretamente ao

circuito primário em consequência do que ocorre variação na excitação do núcleo. O enrolamento série está ligado ao enrolamento comum e, por meio das derivações, ao circuito regulado conforme Figura 1:

Figura 1- Diagrama esquemático do regulador de tensão monofásico por degraus - Tipo A



Onde:

F = terminal da fonte

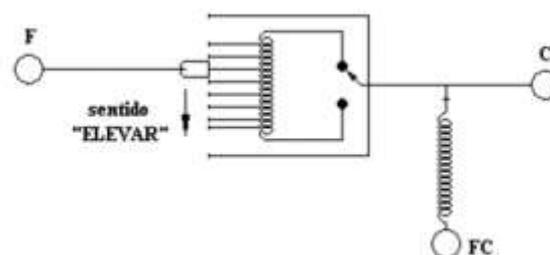
C = terminal da carga

FC = comum

#### 4.19. Regulador automático de tensão por degraus tipo B

Regulador automático de tensão em que o circuito primário está ligado por meio das derivações ao enrolamento série do regulador automático de tensão. O enrolamento série está ligado ao enrolamento comum que, por sua vez, está ligado diretamente ao circuito regulado, conforme Figura 2, do que decorre não haver variação na excitação do núcleo.

Figura 2- Diagrama esquemático do regulador de tensão monofásico por degraus - Tipo B



Onde:

F = terminal da fonte

C = terminal da carga

FC = comum

NOTA:

1. A potência passante é expressa em kVA.

#### 4.20. Tensão de curto-circuito do regulador automático

Tensão que faz circular a corrente nominal, sob frequência nominal, através de um enrolamento do regulador automático de tensão, quando outro enrolamento é curto-circuitado. Os enrolamentos respectivos estão ligados como se para operação em tensão nominal. Quando expressa

em porcentagem a impedância de curto-circuito é numericamente igual à tensão de curto-circuito.

#### **4.21. Tensão nominal de um enrolamento**

Tensão de um enrolamento à qual são referidas as características de operação e desempenho.

#### **4.22. Tensão nominal de um regulador automático de tensão monofásico por degraus**

Tensão para a qual o regulador automático de tensão é projetado e que serve de base para a avaliação de suas características de desempenho.

#### **4.23. Tensão nominal do enrolamento série de um regulador automático de tensão monofásico por degraus**

Tensão entre os terminais do enrolamento série resultante da aplicação da tensão nominal ao regulador monofásico de distribuição, quando o mesmo se encontrar na posição de máxima variação de tensão e fornecendo a potência nominal com fator de potência 0,8 indutivo.

### **5. REQUISITOS GERAIS**

#### **5.1. Condições nominais de serviço**

O regulador automático de tensão fabricado em conformidade com esta especificação deve ser adequado para operação na potência nominal, sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) Altitude não superior a 1.000 m acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
  - Máxima do ar ambiente: 32 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 21 °C;
  - Mínima do ar ambiente: 0 °C.
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m<sup>2</sup>), valor correspondente a uma velocidade do vento de 100 km/h;
- d) Umidade relativa do ar até 100%;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta;
- f) Instalação em poste ou estrutura de metálica, para formação de banco trifásico;
- g) Tensão de alimentação senoidal;
- h) Corrente de carga senoidal, com fator de distorção inferior a 0,05 por unidade.

#### **5.2. Requisitos**

O regulador automático de tensão deve ser fornecido completo, com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento:

- a) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais.
- b) O projeto, matéria prima empregada, fabricação e acabamento devem incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos.



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 7 de 38

O regulador automático de tensão deve ser projetado de modo que as manutenções possam ser efetuadas pela COCEL ou em oficinas por ela qualificadas, sem o emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

### 5.3. Peças de reposição

O fornecedor deve incluir em sua proposta uma completa lista de preços para as peças de reposição que ele achar necessárias ou recomendadas.

As peças de reposição devem ser idênticas àquelas do equipamento original.

Quando for o caso, elas podem ser submetidas à inspeção e ensaios. Devem ser embaladas em volumes separados, claramente marcados como "Peças Sobressalentes".

O número de código do catálogo das peças de reposição e os números de código das peças devem ser fornecidos, de modo a facilitar posterior aquisição.

O fornecedor deve garantir o suprimento por um período de dez anos, a partir da data de entrega, e dentro de um período máximo de dois meses, a partir da emissão da Ordem de Compra, de quaisquer peças do regulador automático de tensão que se fizerem necessárias.

A COCEL se reserva o direito de aceitar todo o lote de peças de reposição ou a parte dele, conforme achar mais conveniente.

Deverão ser fornecidos pelos fabricantes, sem ônus para a COCEL, todos os equipamentos e ferramentas especiais, de montagem e manutenção, que sejam considerados necessários a uma adequada montagem, desmontagem, ajuste e calibração de qualquer parte do equipamento.

Por equipamentos e ferramentas especiais, ficam definidos aqueles especialmente projetados e fabricados para um equipamento específico, devendo ser listadas pelo fabricante.

### 5.4. Linguagens e unidade de medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor, que por conveniência, for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos, etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português (Brasil).

### 5.5. Identificação

Cada regulador automático de tensão deve ser provido de uma placa de identificação de alumínio anodizado, latão niquelado ou aço inoxidável, fixada em local visível através de parafusos, rebites ou similares, contendo, no mínimo, as seguintes informações em português, marcadas de forma legível e indelével:

- a) A expressão "REGULADOR DE TENSÃO MONOFÁSICO";
- b) Nome do fabricante e local de fabricação;
- c) Número de série de fabricação;
- d) Ano de fabricação;
- e) Designação e data da norma brasileira;
- f) Tipo (segundo a classificação do fabricante);

- g) Potência nominal, em kVA;
- h) Corrente nominal, em A, e corrente nominal suplementar com sua faixa de regulação limitada;
- i) Tensão nominal, em kV;
- j) Faixa de regulação nominal em %;
- k) Número de degraus;
- l) Frequência nominal, em Hz;
- m) Nível de isolamento;
- n) Designação do método de resfriamento;
- o) Diagramas como especificado no item 7.4;
- p) Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos, em °C;
- q) Impedâncias de curto-circuito nas posições nominal e extremas, em %;
- r) Tipo de óleo e volume necessário, em litros;
- s) Massa total e da parte ativa, em kg;
- t) Número de série de fabricação.

O fornecedor deve marcar o número de série de fabricação nos seguintes locais do regulador automático de tensão:

- a) Na placa de identificação;
- b) Em uma das alças de suspensão do regulador monofásico de distribuição e/ou na tampa principal;
- c) Em uma das ferragens superiores de fixação do núcleo dos enrolamentos.

### **5.6. Vida útil**

O regulador automático de tensão deve ter vida média mínima de 25 anos a partir da data de fabricação.

Admite-se um percentual de falhas de:

- Não se admitem falhas de fabricação nos primeiros cinco anos;
- 0,5% a cada 5 (cinco) anos subsequentes, totalizando 2,0% no final do período de 25 anos, tendo como parâmetro o lote adquirido.

A aceitação da Ordem de Compra pelo fabricante implica na aceitação incondicional de todos os requisitos desta especificação.

### **5.7. Meio ambiente**

Os fabricantes/fornecedores devem cumprir rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do manuseio e do transporte do regulador automático de tensão, até a entrega no local indicado pela COCEL.

Os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações estaduais e municipais aplicáveis.



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 9 de 38

NOTA:

1. O fabricante/fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre a COCEL, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.

No transporte do regulador automático de tensão, devem ser atendidas as exigências do Ministério dos Transportes e dos órgãos ambientais competentes, especialmente as relativas à sinalização da carga.

A COCEL poderá verificar nos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação da unidade industrial e de transporte dos fornecedores e subfornecedores.

Visando orientar as ações da COCEL quanto à disposição final do regulador automático de tensão retirados do sistema, o fornecedor deve apresentar, quando exigidas pela COCEL, as seguintes informações:

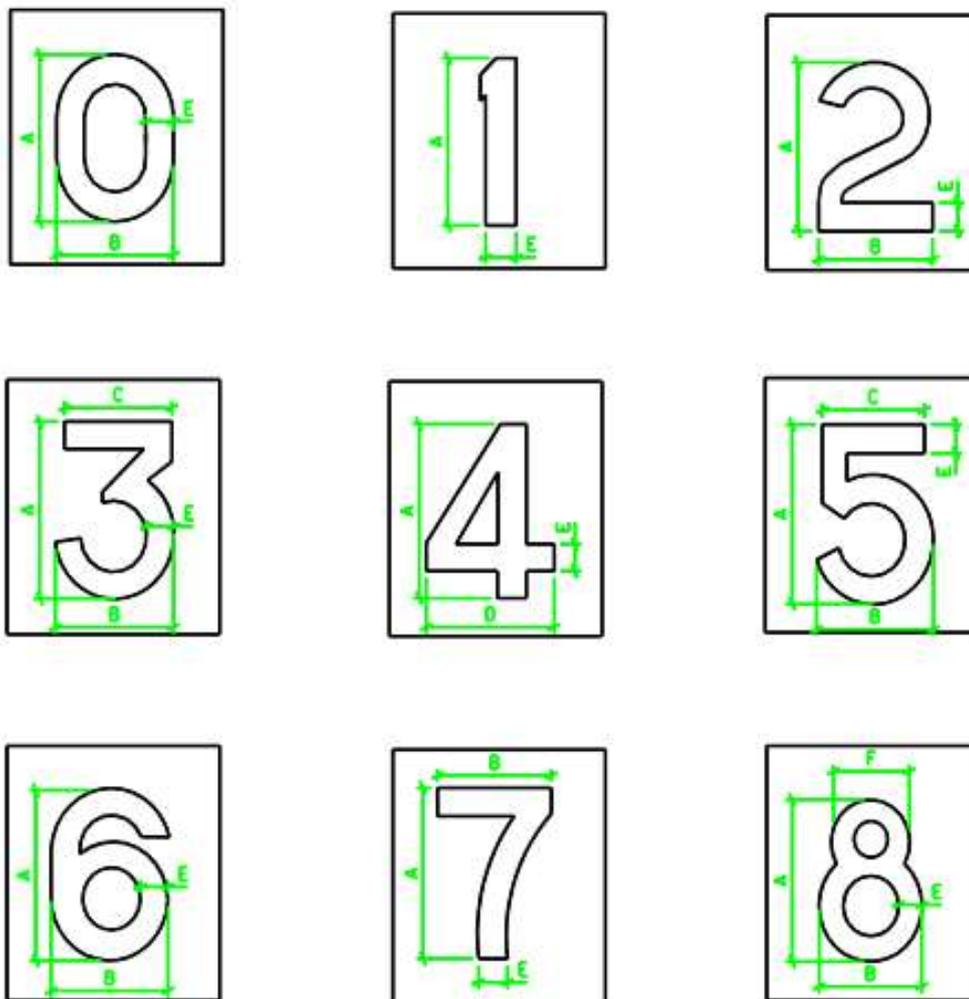
- Materiais usados na fabricação dos componentes do regulador automático de tensão e respectivas composições físico-químicas de cada um deles;
- Efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte);
- Orientações, em conformidade com as legislações ambientais aplicáveis, quanto à forma mais adequada de disposição final dos transformadores, em particular do óleo isolante contido nos equipamentos e dos componentes em contato com o óleo;
- Disponibilidade do proponente e as condições para receber de volta os transformadores de sua fabricação, ou por ele fornecidas, que estejam fora de condições de uso.

### **5.8. Numeração de patrimônio**

Todos os reguladores devem ser identificados com o nome da COCEL, o número de patrimônio (fornecido pela COCEL) e a potência em kVA, pintada na cor vermelha sobre a cor cinza do tanque, posicionada da maneira indicada na Figura 3.

Os números de identificação devem estar de acordo com Figura 3.

Figura 3 – Formato da identificação dos reguladores



a) Tamanho preferencial

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	50	± 2
B	37	
C	30	
D	40	
E	08	± 1
F	28	± 2

b) Tamanho alternativo

DIMENSÕES		TOLERÂNCIAS
A	35	± 2
B	27	
C	25	
D	27	
E	08	± 1
F	25	± 2

## 6. CONDIÇÕES GERAIS

### 6.1. Método de resfriamento

O regulador automático de tensão abrangido por esta especificação é do tipo cujo meio de resfriamento em contato com os enrolamentos é o óleo, com circulação natural, e o resfriamento externo é o ar com circulação natural (ONAN).

### 6.2. Limites de elevação de temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes do regulador automático de tensão, projetados para funcionamento nas condições usuais de serviço, previstas em item 5.1, não devem exceder os limites da Tabela 02.

A temperatura de referência, em função do limite de elevação de temperatura dos

enrolamentos é de 75 °C.

### **6.3. Característica nominal**

A característica nominal é constituída basicamente pelos seguintes valores:

- a) Potência nominal;
- b) Frequência nominal;
- c) Tensão nominal;
- d) Corrente nominal;
- e) Faixa de regulação nominal ("ELEVAR" ou "DIMINUIR");
- f) Nível de isolamento.

#### **6.3.1. Potência nominal**

A potência nominal de regulador automático de tensão corresponde ao regime contínuo, sem que sejam excedidos os limites de elevação de temperatura fixados nesta ET.COCEL.

Os valores preferenciais de potência nominal do regulador automático de tensão devem ser baseados na operação à frequência nominal e faixa de regulação de “10% elevar” a “10% diminuir”, com passos de 0,625% da tensão nominal.

Estes valores preferenciais de potência constam da Tabela 01.

#### **6.3.2. Frequência nominal**

A frequência nominal é 60 Hz.

#### **6.3.3. Tensão nominal**

A tensão nominal, em volts, de um regulador automático de tensão deve ser escolhida entre os valores relacionados na Tabela 01.

##### **6.3.3.1. Limites de tensão de operação**

O regulador automático de tensão, incluindo os seus controles, deve operar dentro dos seguintes limites de tensão, desde que não seja excedido o valor da corrente nominal de carga:

- a) Tensão mínima de entrada igual a 97,75 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário;
- b) Tensão máxima de entrada, na corrente nominal de carga, igual a 1,05 vezes a tensão nominal de entrada do regulador automático de tensão ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;
- c) Tensão máxima de entrada em vazio igual a 1,1 vezes a tensão nominal de entrada do regulador automático de tensão ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;
- d) Tensão mínima de saída igual a 103,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário;
- e) Tensão máxima de saída igual a 1,1 vezes a tensão nominal do regulador monofásico de distribuição ou 137,5 volts vezes a relação nominal do transformador de potencial ou do terciário, prevalecendo o que for menor;
- f) A tensão de saída obtida com uma dada tensão da entrada é limitada também pela faixa

de regulação do regulador automático de tensão.

### **6.3.3.2. Relações nominais do transformador de potencial ou terciário**

Os valores das relações de tensões de alimentação constam na Tabela 03.

Quando uma relação nominal do transformador de potencial ou terciário especificada não for um valor preferencial constante da Tabela 03, poderá ser fornecido um transformador auxiliar na unidade ou no controle de forma a modificar a relação de tensões para um valor preferencial.

### **6.3.3.3. Compensação da queda de tensão interna em um regulador automático de tensão**

A queda de tensão interna do regulador monofásico de distribuição deve ser adequadamente compensada para prover a faixa de tensão especificada, sob carga nominal de fator de potência 0,8 indutivo.

### **6.3.4. Corrente nominal**

A corrente nominal é deduzida a partir da potência, tensão e faixa de regulação nominal.

### **6.3.5. Faixa de regulação nominal**

A faixa de regulação nominal é expressa como segue:

- a) Se houver derivações para "ELEVAR" e "DIMINUIR": + a%, - b% ou  $\pm$  a% (quando a = b);
- b) Se houver somente derivações para "ELEVAR" + a%;
- c) Se houver somente derivações para "DIMINUIR": - b%.

NOTA:

1. As constantes a e b são reais, positivas e iguais à amplitude da faixa de regulação.

### **6.3.6. Nível de isolamento**

O regulador automático de tensão deve suportar tensões de ensaio de frequência industrial e de impulso atmosférico, aplicadas em seus terminais de linha, e somente de frequência industrial no terminal de neutro.

O conjunto destes valores de tensões de ensaio constituem os níveis de isolamento correspondentes às tensões máximas do equipamento, indicadas na Tabela 04. Em tensões de impulso atmosférico cortado, o tempo até o corte deve estar de acordo com a NBR IEC 60060-1.

Os espaçamentos mínimos a serem observados no ar são os indicados na Tabela 05.

## **6.4. Perdas, corrente de excitação e impedância de curto-circuito**

O fornecedor deve indicar em sua proposta às perdas totais e em vazio, corrente de excitação e impedância de curto-circuito, nas condições descritas na NBR 11809.

Os valores das tolerâncias das perdas totais e em vazio e corrente de excitação, nas condições prescritas no item 6.4.1, devem ser as especificadas na Tabela 06.

### **6.4.1. Determinação das perdas, corrente de excitação e impedância de curto-circuito**

As perdas em vazio e a corrente de excitação devem ser determinadas para a tensão e frequência nominais, com base em forma senoidal da tensão.

As perdas em carga e a impedância de curto-circuito devem ser medidas para tensão,



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 13 de 38

corrente e frequência nominal e devem ser corrigidas para uma temperatura de referência igual à soma do limite de elevação de temperatura do enrolamento pelo método de variação da resistência indicada na Tabela 02, mais 20 °C.

Visto que as perdas totais podem ser muito diferentes nas diversas posições do comutador, dependendo do tipo construtivo, elas devem ser consideradas na prática como a soma das perdas em vazio e em carga, onde:

a) O valor das perdas em vazio é a média dos valores das perdas em vazio na posição neutra e na posição adjacente no sentido "elevar", com tensão nominal aplicada ao enrolamento comum ou série para regulador automático de tensão que não incluem um transformador-série. Em caso de regulador automático de tensão por degraus tipo B, na posição adjacente à posição neutra no sentido "elevar", a tensão de excitação aplicada ao terminal da fonte pode provocar sobre-excitação. Deve-se assegurar excitação nominal no enrolamento comum; isto pode ser efetuado excitando-se o regulador automático de tensão pelo terminal de carga;

b) Para o regulador automático de tensão que possui transformador-série, as perdas em vazio devem ser determinadas para a posição neutra, máxima "elevar" e adjacente à máxima "elevar".

O valor das perdas em carga é a média dos valores das perdas em carga nas posições máxima "diminuir" e adjacente à máxima "diminuir", máxima "elevar" e na posição adjacente à máxima "elevar".

Visto que as impedâncias de curto-circuito podem ser diferentes nas diversas posições do comutador dependendo do tipo construtivo, deve ser determinado nas posições máxima "elevar" e máxima "diminuir".

### **6.5. Capacidade de suportar curto-circuito**

#### **6.5.1. Disposições gerais**

Regulador automático de tensão imerso em óleo deve ser projetado e construído para suportar as solicitações térmicas e mecânicas produzidas por correntes de curto-circuito simétricas, com valor eficaz de 25 vezes a corrente nominal, resultantes de curtos-circuitos externos.

Deve-se admitir a corrente de curto-circuito deslocada em relação ao zero, no que se refere à determinação dos esforços mecânicos. O regulador automático de tensão deve suportar o valor de crista da corrente de curto-circuito igual a 2,26 vezes a corrente de curto-circuito eficaz simétrica.

Deve-se admitir que a duração da corrente de curto-circuito eficaz simétrica, no que se refere à determinação das solicitações térmicas, é de 2 segundos, salvo especificação diferente. A capacidade de suportar curtos-circuitos pode ser prejudicada pelos efeitos cumulativos da repetição de solicitações excessivas, mecânicas e térmicas, produzidas por curtos-circuitos e cargas superiores às constantes da placa de identificação. Visto não haver disponíveis meios para a contínua monitoração dos efeitos degradantes de tal regime, para a sua avaliação quantitativa, devem ser executados quando especificado, ensaios de curto-circuito antes da colocação em funcionamento do regulador automático de tensão. Recomenda-se a instalação, quando necessário, de reatores limitadores de corrente a fim de limitar a corrente de curto-circuito ao máximo de 25 vezes a corrente nominal.

#### **6.5.2. Demonstração da capacidade mecânica**

Não se exige o ensaio de cada projeto individual de regulador automático de tensão a fim de demonstrar a construção adequada. Quando especificado, devem ser realizados ensaios de

capacidade de suportar esforços mecânicos de curto-circuito.

### **6.5.3. Suportabilidade térmica para condições de curto-circuito**

A temperatura do material dos condutores dos enrolamentos do regulador automático de tensão, nas condições de curto-circuito especificadas nos itens 6.5.1 e 6.5.2 calculada de acordo com os critérios descritos a seguir, não deve exceder 250 °C para condutor de cobre ou 200 °C para condutor de alumínio.

Admite-se uma temperatura máxima de 250 °C para:

- a) Ligas de alumínio com propriedades de resistência ao recozimento a 250 °C equivalentes às do alumínio a 200 °C;
- b) Aplicação do alumínio a casos em que as características do material totalmente recozido satisfazem os requisitos mecânicos.

Na fixação destes limites de temperatura foram considerados a geração de gás, proveniente do óleo ou da isolamento sólida, o recozimento do condutor e o envelhecimento da isolamento.

A máxima temperatura média  $\theta_1$ , atingida pelo enrolamento após um curto-circuito, deve ser calculada pela fórmula:

$$\theta_1 = \theta_0 + aj^2 * t * 10^{-3}$$

Onde:

$\theta_1$  = máxima temperatura média, em °C;

$\theta_0$  = temperatura inicial, em °C;

$j$  = densidade da corrente de curto-circuito, em A/milímetros<sup>2</sup>;

$t$  = duração, em segundos;

$a$  = função de  $(\theta_2 + \theta_0)/2$  de acordo com a Tabela 08;

$\theta_2$  = valor máximo admissível da máxima temperatura média do enrolamento, como especificado na Tabela 07.

NOTA:

1. A expressão "máxima temperatura média  $\theta_1$ " refere-se à média de temperaturas de todos os pontos do enrolamento, calculada admitindo-se toda a energia térmica, desenvolvida pela corrente de curto-circuito acumulada no enrolamento.

O valor da máxima temperatura  $\theta_1$  do enrolamento, depois de percorrido por uma corrente de curto-circuito simétrica de valor e duração indicados no item 6.4.1, não deve exceder o valor  $\theta_2$  da Tabela 07, para qualquer posição da derivação.  $\theta_1$  é calculado com base na temperatura inicial do enrolamento  $\theta_0$ , obtida da soma da temperatura ambiente máxima admissível e da variação da resistência na potência nominal (ou, se esta elevação de temperatura não for disponível, considera-se o limite de elevação de temperatura aplicável).

## **7. CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS**

### **7.1. Características do óleo isolante**

O líquido isolante a ser utilizado deve ser óleo mineral isolante, cujas características e aplicação são as indicadas na Tabela 14.

### **7.2. Buchas e terminais de média tensão**

As buchas isolantes devem ser de acordo com a NBR 5034 e a NBR 5435 e devem ser

localizadas conforme indicado na Figura 05.

Os níveis de isolamento e distâncias de escoamento mínimas para buchas de transformadores devem atender às Tabela 04 e 05.

O invólucro isolante deve ser de porcelana vitrificada, na cor marrom ou cinza.

Os terminais deverão ser do tipo presilha 400A, fabricados em ligas de cobre ou bronze e estanhados, com camada mínima de 8  $\mu\text{m}$  (terminais diferentes devem ser aprovados pela COCEL, apresentados de acordo com a ET.COCEL.100 vigente).

São aceitos terminais:

- a) Terminais forjados: deve ser utilizada a liga de cobre conforme C37700, de acordo com a ASTM B124/B124M;
- b) Terminais usinados: deve ser utilizada a liga de cobre conforme C36000, de acordo com a ASTM B16/B16M;
- c) Terminais fundidos: deve ser utilizada a liga de cobre conforme C95500, de acordo com a ASTM B505/B505.

NOTA:

1. Não pode haver soldas ou emendas nos terminais.

### **7.3. Identificação dos terminais**

Os terminais de regulador automático de tensão ligado à carga devem ser designados pela letra C e os terminais ligados à fonte devem ser designados pela letra F. O terminal comum deve ser designado por FC.

Quando visto de cima, o terminal F deve ficar do lado esquerdo, seguido em sentido horário, pelo terminal C e pelo terminal comum FC, na sequência indicada na Figura 05.

### **7.4. Diagrama de ligações**

O fabricante deve fornecer, para cada regulador automático de tensão, diagramas completos mostrando os terminais e as ligações internas com suas designações, inclusive indicações de polaridade, bem como as tensões e correntes correspondentes às várias ligações. Estes diagramas devem ser inscritos na placa de identificação e constituir parte dela.

### **7.5. Tanque e tampa e radiadores**

O regulador automático de tensão deve ser projetado e construído para operar hermeticamente selado, suportando as variações de pressão interna, bem como seu próprio peso, quando levantado. O tanque pode possuir forma cilíndrica, devendo ser previstas canaletas no tanque ou na tampa para alojamento das gaxetas.

As paredes laterais e a base do tanque, bem como a tampa, devem ser construídas com chapas de aço com espessura mínima de 2,65 mm.

Todas as aberturas da tampa, inclusive as destinadas à montagem das buchas, devem ter as suas bordas salientes de modo a impedir acumulação de água nos pontos de vedação.

A tampa deve possuir uma abertura para permitir inspeção interna do regulador.

Deve ser assegurada a continuidade elétrica entre a tampa e o tanque.

Os dispositivos de resfriamento devem apresentar as seguintes espessuras mínimas:

- Radiadores e aletas: 1,2 mm;

- Tubos: 1,6 mm.

Não é permitida a instalação de conservador de líquido isolante no regulador automático de tensão.

#### **7.6. Junta de vedação**

Deve ser do tipo elastômero resistente ao contato com óleo mineral isolante, possuir temperatura compatível com a classe do material isolante do regulador monofásico de distribuição e ser resistente à ação de raios solares.

Deve atender aos requisitos da referência 4BK608E34Z1Z2, conforme a ASTM D2000. O significado dos sufixos Z1 e Z2 é o seguinte:

- Z1 = cor preta;
- Z2 = após permanência por 24 horas em estufa a 100°C, o material não deve apresentar afloramento.

Para as juntas de vedação das buchas, admite-se uma dureza de  $(65 \pm 5)$  Shore A, conforme a NBR 5435.

#### **7.7. Núcleo**

Deve ser projetado e construído de modo a permitir o seu reaproveitamento em caso de manutenções, sem necessidade de emprego de máquinas ou ferramentas especiais.

O núcleo e suas ferragens de fixação devem ser conectados ao tanque do regulador para fins de aterramento.

#### **7.8. Enrolamento**

Os enrolamentos do regulador automático de tensão devem ser construídos com condutores de cobre ou alumínio e ser capazes de suportar, sem danos, os efeitos térmicos e mecânicos de correntes de curto-circuito externas, de acordo com os requisitos no item 6.5.

#### **7.9. Ferragens**

Todas as ferragens, exceto as de aço inoxidável, devem ser zincadas por imersão a quente, conforme a NBR 6323 ou ASTM A153.

#### **7.10. Sistema de comutação**

O comutador deve ser construído de maneira a evitar a interrupção do fornecimento de energia durante as operações de comutação, bem como o curto-circuito entre espiras do enrolamento série.

O mecanismo de comutação deve ser acionado por um motor que comande a posição dos contatos móveis sobre os contatos estacionários. Todo o conjunto deve estar totalmente imerso no líquido isolante.

O mecanismo do comutador deve possuir dispositivo que bloqueie sua operação nas posições extremas, evitando que ultrapasse a última posição útil da faixa de regulação.

#### **7.11. Acabamento do tanque e radiadores**

##### **7.11.1. Pintura interna**

No acabamento interno do regulador automático de tensão, devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser removidas por processo adequado logo após a fabricação do tanque;
- b) Deve ser aplicada base antiferruginosa, branca, padrão Munsell N 9,5, que não afete nem seja afetada pelo líquido isolante, com espessura seca mínima de 80 µm, e grau de aderência, conforme NBR 11003, método A, grau X1.

#### **7.11.2. Pintura externa**

No acabamento externo do regulador automático de tensão, devem ser observados os seguintes requisitos:

- a) As impurezas devem ser removidas por processo químico ou jateamento abrasivo ao metal quase branco, padrão visual Sa 2.½ da SIS-05-5900, logo após a fabricação do tanque;
- b) A pintura externa de regulador automático de tensão e dos acessórios metálicos, deve ser obtida por meio de ciclo de pintura em epóxi ou poliuretano na cor cinza.

NOTA:

1. Camada de base: Primer-epóxi com zinco (80 µm) + óxido de ferro micáceo de epóxi-poliamida (80 µm);
2. Camada de cobertura: poliuretano alifático (80 µm);
3. Alternativamente, a pintura pode ser feita por uma camada com a mesma espessura total, componentes com monocamadas galvanizadas também são aceitas.
4. Todas as medidas devem ser com a pintura seca.

#### **7.12. Componentes e acessórios**

Os componentes e acessórios do regulador automático de tensão que devem obrigatoriamente ser fornecidos são os seguintes, salvo exigência em contrário:

- a) Componentes para o controle e operação automática:
  - Sistema e cabine de controle;
  - TCs e TPs ou equivalentes para alimentação do sistema de controle;
  - Acionamento motorizado;
  - Alimentação interna para acionamento motorizado;
  - Meios para desligamento da alimentação de controle e do acionamento motorizado;
  - Indicador externo de posição do regulador monofásico de distribuição.
- b) Acessórios:
  - Placa de identificação;
  - Indicador de nível de óleo;
  - Meios para drenagem e retirada de amostra de óleo;
  - Meios para filtragem de óleo;

- Meios para suspensão;
- Conectores terminais das buchas;
- Meios de aterramento do tanque;
- Meios de aterramento do núcleo;
- Para-raios de *by-pass*;
- Meios para alívio de pressão;
- Suporte para fixação ao poste (quando existir);
- Meios para fixação em base (quando existir);
- Provisão para fixação de para-raios;
- Abertura para inspeção;
- Detector de fluxo inverso de potência;
- Meios para teste do dispositivo de controle.

### **7.13. Descrição dos componentes**

#### **7.13.1. Sistema e caixa de controle**

Caixa metálica, com grau de proteção mínima IP53, conforme NBR IEC 60529, que contém os dispositivos de controle e proteção do regulador automático de tensão, fixada no próprio tanque, por meio de parafusos, em localização que permita o acesso em segurança.

A conexão da cabine de controle ao sistema de alimentação interna do regulador monofásico de tensão deve ser feita por conectores que permitam, preferencialmente de forma automática, curto-circuitar o secundário do transformador de corrente, quando da retirada da cabine.

O sistema de controle de um regulador automático de tensão de distribuição é geralmente composto de um aparelho sensor destinado a fornecer sinais proporcionais à tensão do sistema e à corrente de carga e um dispositivo de controle para interpretar a entrada proveniente do aparelho sensor, comparar esta entrada às condições desejadas pelo operador e comandar automaticamente o regulador automático de tensão para funcionar de forma a manter a saída predeterminada.

A classe de exatidão é baseada no desempenho combinado do aparelho sensor e do dispositivo de controle. Admite-se que o dispositivo de controle foi adequadamente calibrado.

Quando o regulador monofásico de distribuição for fornecido com um sistema de controle completo, este conjunto satisfará uma das classes de exatidão da Tabela 09, desconsiderando-se parcelas de inexactidão relativa, atribuídas ao aparelho sensor ou ao dispositivo de controle.

##### **7.13.1.1. Aparelho sensor – fonte de tensão**

O transformador de potencial ou equivalente deve ter características adequadas à operação correta do regulador automático de tensão, devendo também ser provido, quando especificado, de derivações para permitir o emprego do regulador monofásico de tensão em locais com tensões diferentes.

Todas as características da fonte de tensão devem ser declaradas numa base nominal coerente com a operação do dispositivo de controle, preferencialmente 120 V. As classes de exatidão para transformadores de potencial ou fonte de tensão equivalente devem estar de acordo



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 19 de 38

com a Tabela 10, sob carga e fator de potência impostos pelo dispositivo de controle associado.

### 7.13.1.2. Aparelho sensor – fonte de corrente

O transformador de corrente deve ter características adequadas à operação correta do regulador automático de tensão, não devendo se constituir em fator limitante da sobrecarga admissível para o mesmo. O transformador de corrente pode ser provido de derivações para permitir o emprego em dispositivos de controle diferentes. Todas as características da fonte de corrente devem ser declaradas numa base nominal coerente com a operação do dispositivo de controle, à 0,2 A.

As classes de exatidão para transformadores de corrente devem estar de acordo com a Tabela 11, sob carga e fator de potência impostos pelo dispositivo de controle associado, quando os elementos resistivos e reativos do compensador se acharem ajustados na posição média da plena faixa de tensão.

### 7.13.1.3. Dispositivo de controle

A exatidão com a qual o dispositivo de controle de um regulador automático de tensão é apto a manter a tensão desejada, depende de certo número de fatores variáveis, os principais sendo, a variação na temperatura ambiente, frequência e carga do regulador automático de tensão. Esta exatidão é afetada em grau variado pelos efeitos, sobre as partes individuais do controle, dessas variações. Na determinação da exatidão do dispositivo do controle, o erro percentual é baseado nas seguintes condições em referência:

- a) Temperatura ambiente de 25 °C;
- b) Frequência nominal;
- c) Regulador na posição "neutro" fornecendo tensão de saída nominal;
- d) Corrente de carga zero, com a exceção de que os erros de compensação de queda de tensão na linha são baseados em corrente nominal;
- e) Tensão e corrente senoidais.

NOTA:

O usuário deve estar ciente de que a distorção harmônica da tensão ou corrente de entrada pode resultar em diferenças nas magnitudes percebidas daqueles parâmetros que dependem da técnica sensória adotada, notadamente a percepção de grandezas médias ou eficazes.

Tais diferenças são inerentes ao projeto do produto e não constituem erro.

Cada erro individual é declarado em função do seu efeito sobre a resposta do dispositivo de controle. Erros que causam a manutenção pelo dispositivo de controle, de um nível de tensão de saída superior ao valor de referência são erros positivos.

Erros que causam a manutenção, pelo dispositivo de controle, de um nível de tensão de saída inferior ao valor de referência são erros negativos. O efeito de cada fator principal de variação é considerado em separado, mantidos constantes os demais fatores. O erro global na determinação da classe de exatidão é obtido somando-se os erros individuais escolhidos, determinados cada qual independentemente. Para esta finalidade, os erros se referem à diferença entre esta soma e a tensão ajustada, admitindo-se igual a zero a largura da faixa da tensão. O erro percentual global permitido no dispositivo de controle é a soma algébrica entre o erro percentual global permitido pela classe de exatidão especificada do sistema de controle e o erro percentual global do aparelho sensor, quando utilizado em conjunto com o dispositivo de controle.

a) Erros para determinação da exatidão do dispositivo de controle:

Os erros a serem incluídos na determinação da exatidão do dispositivo de controle são o erro positivo máximo e o erro negativo máximo. A exatidão do dispositivo de controle deve ser constituída pelo maior valor da soma dos erros positivos e a soma dos erros negativos, dos seguintes erros:

- Erro do dispositivo de controle devido às variações da temperatura ambiente no qual é operado, em uma faixa entre -10 °C e 65 °C;
- Erro do dispositivo de controle devido às variações de frequência de  $\pm 0,25\%$  de sua frequência nominal;
- Erro do dispositivo de controle devido à compensação de resistência; com o compensador da reatância ajustado no zero e com 100% da corrente de carga em fase o valor do erro da compensação resistiva é definido como a diferença entre o aumento real da tensão de saída e o aumento esperado de 12 V, quando o controle da compensação da resistência é movido do zero a + 12 V. Com o compensador de reatância ajustado no zero e com 100% da corrente de carga atrasada de 90°, o erro de fase da compensação da resistência é definido como a diferença entre o aumento real da tensão de saída e o aumento esperado de 0,6 V quando o controle de compensação da resistência é movido de zero a + 12 V;
- Erro do dispositivo de controle devido à compensação da reatância; com o compensador da resistência ajustado no zero, e com 100% da corrente de carga em fase, o erro de fase da compensação de resistência é definido como a diferença entre o aumento real da tensão de saída e o aumento esperado de 0,6 V quando o controle de compensação de reatância é movido de zero a + 12 V. Com o compensador de resistência ajustado no zero e com 100% da corrente de carga atrasada de 90°, o valor do erro da compensação de reatância é definido como a diferença entre o aumento real da tensão de saída e o aumento esperado de 12 V quando o controle de compensação da reatância é movido de zero a + 12 V;
- Erros devidos a desvio de marcação dos pontos de ajuste no painel do dispositivo de controle;
- Desvios de marcação dos pontos de ajuste de nível de tensão, largura de faixa de tensão, compensação de queda de tensão na linha e ajustes de temporização, não são considerados como parte dos erros do dispositivo de controle.

NOTA:

1. Desvio de marcação do nível de tensão: A diferença entre o nível de tensão real e o nível de tensão marcado, para qualquer ajuste sobre a faixa preferencial de 120 V  $\pm 10\%$ , não deve exceder o erro permitido pela classe de exatidão especificada para o dispositivo de controle.

2. Desvio de marcação da largura da faixa de tensão: A diferença entre as tensões limites da largura de faixa real e os correspondentes valores marcados não deve exceder  $\pm 10\%$  dos valores marcados.

3. Desvio de marcação do compensador de queda de tensão de linha A diferença entre a queda de tensão a ser compensada e os valores marcados de qualquer ajuste dos elementos resistivo e reativo do compensador, obtidos separadamente, expressa em porcentagem de 120 volts, não deve exceder o erro percentual permitido de controle, com corrente nominal no compensador.

4. Desvio de marcação de temporização: A diferença entre a temporização real e o valor marcado de qualquer ajuste não deve exceder  $\pm 20\%$  deste, quando esta temporização for iniciada sem qualquer tempo acumulado no circuito de temporização.

b) Característica do dispositivo de controle:

O dispositivo de controle deve possuir basicamente as seguintes faixas de ajustes:

- Nível de tensão ajustável externamente pelo menos de 105 a 130 V em degraus de 0,1 V ou continuamente;
- Temporização linear e integrada (quando aplicável) ajustável no mínimo entre 15 a 90 segundos. A temporização é aplicável somente à primeira comutação;
- Compensador de queda de tensão na linha incluindo reatância e resistência ajustáveis independentemente no mínimo entre  $\pm 20$  V. A tensão se refere à compensação de queda de tensão na linha na base da tensão nominal do controle e carga nominal do regulador monofásico de distribuição. Não é necessário prover compensação de resistência e reatância negativas simultaneamente.

#### c) Partes integrantes

As seguintes partes integrantes devem ser fornecidas com o dispositivo de controle:

Terminais de teste para verificação da tensão regulada - a variação da tensão entre estes terminais não deve exceder  $\pm 1\%$  quando se conectar a eles carga de 25 VA com fator de potência 0,70, a menos que especificado diferentemente. Esta variação não está incluída na especificação da exatidão do dispositivo de controle:

- Contador de operações do comutador de derivações em carga;
- Chave de controle manual - automático;
- Chave (s) manual (is) para comando Elevar - Diminuir;
- Indicador de posição neutra independente do indicador de posições do comutador;
- Proteção do dispositivo de controle e do acionamento motorizado do comutador;
- Chave manual para alimentação interna ou externa;
- Sinalização correspondente à situação da tensão real (fora ou dentro da largura de faixa);
- Terminais para alimentação externa do dispositivo de controle;
- Meios para retornar à indicação das posições máxima e mínima para a posição neutra.

#### **7.13.2. Acionamento motorizado do comutador**

Composto de um motor elétrico e respectivas engrenagens ou sistema de correntes alojados internamente ao tanque, acionados pelo dispositivo de controle, que movimentam o comutador de derivações em carga.

Meios para alimentação do controle e/ou acionamento motorizado por fonte externa

Constituído de recurso para impedir a energização do transformador de potencial interno, quando da alimentação do controle por fonte externa.

NOTA:

1. Deve ser provido dispositivo acessível para efetuar a desconexão do secundário do transformador de potencial interno, acionamento motorizado e transformador de corrente (permitindo inclusive curto-circuitar seus terminais), a fim de possibilitar a realização de testes individuais nestes componentes.

### **7.13.3. Indicador de posição do comutador**

Dispositivo eletromecânico ou eletrônico para indicação, externa, da posição do comutador. O indicador de posição deve ser provido de meios para reter a indicação da máxima e mínima posição alcançadas durante um período de operação.

### **7.13.4. Controle de limitações de faixa de regulação**

Dispositivo que permite a utilização das correntes suplementares definidas no item 6.3.5. Deve ser provido de meios para reter a indicação de máxima e mínima posição alcançada durante um período de operação.

## **8. DESCRIÇÃO DOS ACESSÓRIOS**

### **8.1. Indicador de nível de óleo**

Dispositivo do tipo visor, com marcação dos níveis de óleo a 25 °C e mínimo.

### **8.2. Meios de suspensão do regulador montado**

São dispositivos (alças, olhais, ganchos, etc.) adequados para levantamento do regulador automático de tensão completamente montado, inclusive com óleo; devem também dispor de meios para levantamento da sua parte ativa e dos radiadores. Toda tampa cuja massa for superior a 15 kg deve dispor de meio para seu levantamento.

### **8.3. Meios de aterramento do tanque**

Conector de material não ferroso ou inoxidável, instalado externamente ao tanque, o mais próximo possível da base do regulador automático de tensão, que permita fácil ligação à terra, adequado para cabos de 10 a 70 mm<sup>2</sup> com condutividade elétrica mínima de 25% IACS a 20 °C.

### **8.4. Conectores terminais das buchas**

Devem ser conectores do tipo presilha, adequados para condutores de cobre ou alumínio, de seções de 35 a 185 mm<sup>2</sup>, confeccionados em liga de cobre com condutividade elétrica mínima de 25% IACS a 20 °C e protegidos contra a corrosão eletrolítica ou liga de bronze estanhado.

Os conectores terminais das buchas de fonte e carga devem ser providos de meios para conexão do para-raios "by-pass".

### **8.5. Meios de aterramento do núcleo**

O núcleo deve ser aterrado em um único ponto, o qual é levado através de um condutor a um ponto acessível, de modo que com mínimo levantamento da tampa, seja possível desconectá-lo para verificações, sem necessidade de drenagem do óleo.

### **8.6. Detector de fluxo inverso de potência**

Dispositivo automático que detecta a inversão do fluxo de potência e realiza a mudança da alimentação do sensor de tensão do lado da carga para o lado da fonte do regulador automático de tensão.

### **8.7. Suporte de fixação ao poste**

Os suportes devem ser soldados ao tanque e ter formato e dimensões, conforme Figura 04 e espessura tal que suportem perfeitamente o peso do regulador automático de tensão e permitam a



## ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 23 de 38

instalação adequada deste ao poste, para os modelos de 69 kVA e 138 kVA, para o modelo de 414 kVA deve possuir dispositivo para fixação em plataforma elevada através de postes.

### 8.8. Para-raios de *by-pass*

O regulador automático de tensão deve possuir para-raios "*by-pass*", instalados entre as buchas de fonte e carga, para proteção do enrolamento série contra surtos de tensão.

Os para-raios devem ter resistores não-lineares de óxido metálico (ZnO), invólucro em material polimérico e apresentar tensão contínua de operação adequada à diferença de potencial entre as buchas de fonte e carga.

### 8.9. Válvula de drenagem

A válvula de drenagem deve ser localizada na parte inferior do tanque, no eixo de simetria do painel de controle. O diâmetro nominal da válvula deve ser 3/4 polegadas.

### 8.10. Dispositivo de alívio de pressão

O regulador automático de tensão deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- a) Pressão de alívio de 69 kPa (0,70 kgf/cm<sup>2</sup>)  $\pm$  20 %;
- b) Pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm<sup>2</sup>);
- c) Taxa de vazão de  $9,91 \times 105$  cm<sup>3</sup>/minuto (35 pés cúbicos por minuto), a 103,5 kPa (1,06 kgf/cm<sup>2</sup>) e a 21 °C;
- d) Taxa de admissão de ar, na faixa de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm<sup>2</sup>) a 55,2 kPa (0,56 kgf/cm<sup>2</sup>), igual à zero;
- e) Temperatura de operação de -29 °C a +105 °C.

Além disso, o dispositivo deve possuir também as seguintes características:

- a) Orifício de admissão de 1/4 polegada (6,4 milímetros) - 18 NPT;
- b) Corpo hexagonal de latão de 16 milímetros, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- c) Disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos. Este deve ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- d) Anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 milímetros, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- e) Anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do regulador monofásico de distribuição;
- f) Partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

O dispositivo de alívio deve estar posicionado na tampa do regulador automático de tensão com adaptador, observada a condição de carga máxima de emergência do regulador de 200 % e não pode, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.

O dispositivo deve ser posicionado também de forma a atender às seguintes condições:

- a) Não interferir no manuseio dos suportes de fixação em poste;

- b) Não ficar exposto a danos quando dos processos de içamento, carga e descarga do regulador;
- c) Não interferir no manuseio dos suportes para fixação de para-raios, quando houver.

### **8.11. Outros requisitos**

Dispositivo destinado a limitar a tensão de saída em valores pré-fixados para evitar sobretensões aos primeiros consumidores, quando de qualquer operação anormal de controle ou de fluxo de corrente imprevisto.

#### **8.11.1. Controle de limite de tensão**

Dispositivo destinado a limitar a tensão de saída em valores pré-fixados para evitar sobretensões aos primeiros consumidores, quando de qualquer operação anormal de controle ou de fluxo de corrente imprevisto.

#### **8.11.2. Controle de redução de tensão**

Dispositivo destinado a reduzir a tensão de saída, por meio de operação local ou remota, nos casos de aumento excessivo de demanda, compensando cargas de pico extraordinárias.

#### **8.11.3. Indicador de temperatura do óleo**

Dispositivo destinado a indicar a temperatura do topo do óleo.

#### **8.11.4. Previsão para manutenção**

O controle deve possibilitar através de porta serial adicional comunicação remota ou por intermédio de notebook conectado na saída padrão RS232 e/ou USB do relé.

O projeto do controle deverá consistir de construção modular para prover uma maior flexibilidade, de maneira que possam ser facilmente instaladas no futuro placas de comando e sinalização remota, via comunicação por fibra ótica, RS232, RS485 e/ou rádio, devendo a COCEL optar pelo sistema que melhor lhe convier.

O protocolo de comunicação será definido pela COCEL.

Todo o software, bem como o treinamento necessário para sua aplicação, deverá ser fornecido juntamente com o regulador automático de tensão, sem ônus para a COCEL. Este software deve ter um código de segurança programável para limitar o acesso às funções de ajuste do controle somente a pessoas autorizadas.

O display do controle, a comunicação remota e a conexão com o notebook deverão permitir, no mínimo, a obtenção dos seguintes dados:

- a) Tensão na carga e na fonte (primária e secundária);
- b) Corrente da carga (primária e secundária);
- c) Fator de potência;
- d) TAPs: atual; máximo e mínimo;
- e) Demanda máxima de tensão e corrente.

Deve possibilitar ainda que sejam feitas alterações nos ajustes do controle, tais como insensibilidade, percentual de regulação, temporização, compensador de queda de tensão na linha, limitador de tensão e tensão de referência, além de leitura de memória de massa através do notebook ou comunicação remota. Essa memória deve acumular os dados de, no mínimo, 30 dias com

medições de 15 em 15 minutos.

É conveniente verificar a quantidade e o tipo de portas de comunicação e detalhar a parte de automação.

## **9. ENSAIOS E INSPEÇÃO**

### **9.1. Generalidades**

a) O regulador automático de tensão deverá ser submetido à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores da COCEL.

b) A COCEL se reserva o direito de inspecionar e testar o regulador automático de tensão e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o equipamento em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

c) Antes de ser fornecido o regulador automático de tensão, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado de acordo com a ET.COCEL.100, através da realização dos ensaios de tipo previstos no item 9.2.

d) Se já existir um protótipo idêntico aprovado, os ensaios para aprovação podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da COCEL.

Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve submeter a COCEL um relatório completo dos ensaios indicados no item 9.2, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas, conforme item 9.3. A eventual dispensa destes ensaios pela COCEL somente terá validade por escrito.

e) O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação deve haver aprovação prévia da COCEL).

f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da COCEL o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional equivalente. O não cumprimento desta exigência poderá acarretar desqualificação do laboratório.

h) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:

- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta especificação;
- Não invalidam qualquer reclamação posterior da COCEL a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de

qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

i) Após a inspeção do regulador automático de tensão o fabricante deverá encaminhar à COCEL, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados, em uma via, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela COCEL. Este relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.

j) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a COCEL.

k) Nenhuma modificação no regulador deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da COCEL. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da COCEL, sem qualquer custo adicional.

l) A COCEL poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se o regulador está mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.

m) Para efeito de inspeção o regulador deverá ser dividido em lotes, por potência, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela COCEL.

n) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

o) A COCEL se reserva o direito de repetir os ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso as despesas serão de responsabilidade da COCEL se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrá por conta do fabricante.

p) Os custos da visita do inspetor da COCEL (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante nos seguintes casos:

- Se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
- Se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 9.1.e até 9.1.g.;
- Se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- Se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

## **9.2. Ensaios**

Todos os ensaios relacionados estão constam na Tabela 15.

### **9.2.1. Ensaios de tipo**

Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- b) Fator de potência de isolamento;
- c) Elevação de temperatura;

- d) Curto-circuito;
- e) Nível de ruído;
- f) Resistência de contato no comutador de derivações;
- g) Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação do regulador;
- h) Exatidão do dispositivo de controle;
- i) Tensão de radiointerferência.

### **9.2.2. Ensaios de recebimento**

Os ensaios de recebimento/rotina são os seguintes:

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação dimensional;
- c) Resistência elétrica dos enrolamentos;
- d) Relação de tensões;
- e) Resistência do isolamento;
- f) Polaridade;
- g) Perdas em vazio;
- h) Corrente de excitação;
- i) Impedância de curto-circuito e perdas em carga;
- j) Tensão suportável nominal à frequência industrial;
- k) Tensão induzida;
- l) Estanqueidade e resistência à pressão.

NOTA:

1. O ensaio de estanqueidade e resistência à pressão pode ser executado durante a fabricação.

- m) Verificação do funcionamento dos acessórios e componentes;
- n) Verificação do esquema de pintura;
- o) Ensaios do óleo isolante:
  - Rigidez dielétrica;
  - Teor de água;
  - Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação;
  - Tensão interfacial;
  - Índice de neutralização;
  - Densidade a 20/40 °C;
  - Ponto de fulgor;
  - Ponto de anilina.

p) Ensaio de espessura da camada;

q) Determinação da aderência;

### **9.2.3. Ensaio especiais**

Os ensaios especiais são os seguintes:

a) Estanqueidade e resistência à pressão;

b) Curto-circuito;

c) Nível de ruído;

d) Ensaio aplicáveis ao comutador de derivações em carga;

e) Tensão de radiointerferência;

f) Ensaio para verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação do regulador;

g) Estanqueidade da caixa de controle;

h) Análise cromatográfica dos gases dissolvidos no óleo isolante.

### **9.3. Relatório de ensaios**

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

a) Nome do ensaio;

b) Nome COCEL;

c) Nome ou marca do fabricante;

d) Número e item da Ordem de Compra (se existente) da COCEL;

e) Identificação, modelo e quantidade dos equipamentos submetidos a ensaio;

f) Descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;

g) Valores obtidos no ensaio;

h) Resumo das características (garantidas x medidas);

i) Atestado com informação clara dos resultados do ensaio;

j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;

k) Data e local dos ensaios.

O regulador automático de tensão somente será liberado pelo inspetor após receber três vias do relatório dos ensaios e três vias do manual de instruções, desenhos e eventuais programas para parametrização do relé, gravados em CD-ROM ou PENDRIVE.

### **10. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO**

A aceitação dos reguladores pela COCEL, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar os equipamentos em plena concordância com a Ordem de Compra e com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a COCEL venha a fazer baseada na existência de regulador

inadequado ou defeituoso.

Por outro lado, a rejeição de regulador em virtude de falhas constatadas pela inspeção, durante os ensaios ou em virtude de discordância com a Ordem de Compra ou com esta especificação, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade de entregar o pedido na data prometida. Se no entender da COCEL, a rejeição tornar impraticável a entrega na data previamente acertada, ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a COCEL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os equipamentos em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

## 11. TABELAS

*Tabela 1- Potências nominais para reguladores de tensão monofásicos por degrau - Delta Aberto*

Código COCEL	Tensão nominal do sistema (kV)	Tensão nominal do regulador (kV)	Classe de tensão (kV)	Potência nominal (kVA)	Corrente de linha (A)	Conexão
23006	13,8	13,8	15	69	50	Delta Fechado
23007				138	100	
23005				414	300	

*Tabela 2- Limites de elevação de temperatura*

Enrolamentos		Óleo	Partes metálicas	
Método da variação da resistência (°C)	Ponto mais quente dos enrolamentos (°C)		Em contato com a isolamento sólida ou adjacentes à mesma	Não em contato com a isolamento sólida e não adjacente à mesma
55	65	50 *2	Não devem atingir temperaturas superiores a máxima especificada para o ponto mais quente da isolamento adjacente ou em contato com esta	A temperatura não deve atingir em nenhum caso, valores que venham danificar estas partes, ou partes ou materiais adjacentes

Nota:

1 – Os materiais isolantes devem ser adequados para o limite de elevação de temperatura em que o regulador é enquadrado;

2 – Medida próxima à superfície do óleo.

*Tabela 3- Exemplos de limites de tensões de operação*

Tensão nominal do sistema (kV)	Tensão nominal do regulador (kV)	Relação nominal do TP ou terciário	Tensão de entrada			Tensão de entrada	
			Mínima (kV)	Máxima para corrente nominal de carga (kV)	Máxima em vazio (kV)	Mínima (kV)	Máxima para corrente nominal de carga ou em vazio (kV)
13,8	13,8	115	11,73	14,49	15,18	12,42	15,18
34,5	19,91	166	16,23	20,92	21,91	17,18	21,91

Nota:

1 – Quando não for obtida a relação constante desta coluna, poderá ser necessário um transformador auxiliar adicional.

*Tabela 4 – Nível de isolamento*

Tensão máxima do equipamento (kV)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		Tensão suportável nominal de frequência industrial durante 1 minuto (kV)
	Pleno (kV)	Cortado (kV)	
15	110	121	34

*Tabela 5 – Espaçamento externo mínimo no ar*

Tensão máximo do equipamento (kV)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV)	Espaçamento mínimo em ar	
		Fase-terra (mm)	Fase-fase (mm)
15	110	150	170

*Tabela 6 – Tolerâncias dos valores garantidos*

Tolerâncias			
Corrente de excitação máxima (%)	Perdas em vazio máximas (%)	Perdas totais máximas (%)	Impedância de curto-circuito (%)
10	20	6	± 7,5

Tabela 7 – Valores máximos admissíveis  $\Theta_2$  da máxima temperatura média do enrolamento após curto-circuito

Tipo de regulador	Limite de elevação de temperatura dos enrolamentos método da variação da resistência (°C)	Valor de $\Theta_2$	
		Cobre (°C)	Alumínio (°C)
Imerso em óleo	55	250	200
	65		

Tabela 8 – Valores do fator “A”

$(\Theta_2 + \Theta_0)/2$ (°C)	Função de $(\Theta_2 + \Theta_0)/2$	
	Enrolamento de cobre	Enrolamento de alumínio
140	7,41	16,5
160	7,8	17,4
180	8,2	18,3
200	8,59	19,1
220	8,99	-
240	9,38	-
260	9,78	-

Tabela 9 – Classe de exatidão do sistema de controle

Classe de exatidão do sistema de controle	Erro Global (%)
1	$\pm 1$
2	$\pm 2$
3	$\pm 3$

Tabela 10 – Classe de exatidão do transformador de potencial

Classe de exatidão dos TPs	Erro Global (%)
0,3	$\pm 0,3$
0,6	$\pm 0,6$
1,2	$\pm 1,2$

Nota:

1 – Salvo indicação diferente, pode-se admitir que o dispositivo de controle constitua carga igual ou inferior a 25 VA;

2 – Quando se tratar de transformador de potencial deve ser utilizado a NBR 6855, onde aplicável.

*Tabela 11 – Classe de exatidão do transformador de corrente*

Classe de exatidão dos TCs	Erro Global (%)
1	± 1
2	± 2
4	± 4

Nota:

1 – Salvo indicação diferente, pode-se admitir que o dispositivo de controle constitua carga igual ou inferior a 5 VA.

*Tabela 12 – Indicação dos níveis de isolamento na placa de identificação*

Nível de isolamento tensão suportável (kV)	F	C	FC	T
Frequência industrial (Eficaz)				
Impulso atmosférico pleno (valor de crista)				

Onde:

F = fonte;

C = carga;

FC = comum;

T = terciário (quando aplicável).

*Tabela 13 – Fator de correção K*

Temperatura de ensaio (°C)	Fator de correção (K)	Temperatura de ensaio (°C)	Fator de correção (K)
10	0,80	45	1,75
15	0,80	50	1,95
20	1,00	55	2,18
25	1,12	60	2,42
30	1,25	65	2,70
35	1,40	70	3,00
40	1,55		

*Tabela 14 – Especificação do óleo isolante tipo A (Naftalêno) após contato com o equipamento*

Características	Unidade	Valores garantidos		Métodos	
		Mínimo	Máximo		
Aparência	-	O óleo deve ser claro, límpido, isento de materiais em suspensão ou sedimentados		Visual	
Densidade a 20/4°C	-	0,861	0,9	NBR 7148	
Viscosidade cinemática a: (2)	20°C	mm <sup>2</sup> /s	-	25,0	align="center">NBR 10441
	40°C	-	-	11,0	
	100°C	-	-	3,0	
Ponto de fulgor	°C	140	-	NBR 11341	
Ponto de fluidez	°C	-	-39	NBR 11349	
Índice de neutralização	mgKOH/g	-	0,03	NBR 14248	
Tensão interfacial a 25°C	mN/m	40	-	NBR 6234	
Cor ASTM	-	-	1	ASTM D1500	
Teor de água	mg/kg	-	25	NBR 10710	
Cloretos	-	Ausentes		NBR 5779	
Sulfatos	-	Ausentes		NBR 5779	
Enxofre corrosivo	-	Ausentes		NBR 10505	
Rigidez dielétrica (eletrodo de disco)	kV	≥ 30	-	NBR 6869	
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota)	kV	≥ 45	-	NBR IEC 60156	
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°C	%	-	0,9	ASTM D924	
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 250°C	%	< 0,05	-	NBR 12133	
Estabilidade à oxidação: índice de neutralidade	mgKOH/g	-	< 0,03	NBR 14248	
Teor de bifenilas policloradas	mg/kg	Não detectável		NBR 13882	

Nota:

- 1 – Antes de se iniciar a inspeção, o fornecedor deve apresentar ao inspetor, certificado comprovando todas as características do óleo, contidas nesta tabela;
- 2 – O ensaio de viscosidade será realizado em duas temperaturas dentre as três citadas;
- 3 – Esta ET-COCEL requer que o óleo isolante atenda ao limite de fator de perdas dielétricas a 100°C ou a fator de dissipação a 90°C.
- 4 – Os recipientes destinados ao fornecimento do óleo mineral isolante devem ser limpos e isentos de materiais estranhos.

*Tabela 15 – Relação de ensaios*

<b>Item da ET-COCEL</b>	<b>Descrição dos ensaios</b>	<b>Tipos dos ensaios</b>
9.2.2. a)	Inspeção visual	RE
9.2.2. b)	Verificação dimensional	RE
9.2.2. c)	Resistência elétrica de enrolamentos	RE
9.2.2. d)	Relação de tensões	RE
9.2.2. e)	Resistência do isolamento	RE
9.2.2. f)	Polaridade	RE
9.2.2. g)	Perdas a vazio	RE
9.2.2. h)	Corrente de excitação	RE
9.2.2. i)	Impedância de curto-circuito e perdas em carga	RE
9.2.2. j)	Tensão suportável nominal à frequência industrial	RE
9.2.2. k)	Tensão induzida	RE
9.2.1. a)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	T
9.2.1. b)	Fator de potência de isolamento	T
9.2.2. l)	Estanqueidade e resistência à pressão	RE / E
9.2.2. m)	Verificação do funcionamento dos acessórios e componentes	RE
9.2.1. c)	Elevação de temperatura	T
9.2.1. d)	Curto-circuito	T / E
9.2.1. e)	Nível de ruído	T / E
9.2.1. f)	Resistência de contato no comutador de derivações	T
9.2.2. n)	Verificação do esquema de pintura	RE
9.2.1. g)	Verificação da resistência mecânica dos suportes de fixação	T / E
9.2.1. h)	Exatidão do dispositivo de controle	T
9.2.1. i)	Tensão de radiointerferência	T / E
9.2.2. o)	Ensaio de óleo isolante	RE
9.2.2. p)	Ensaio da espessura da camada	RE
9.2.2. q)	Determinação da aderência	RE
9.2.3. g)	Estanqueidade da caixa de controle	RE

Legenda:

T = Ensaio de tipo;

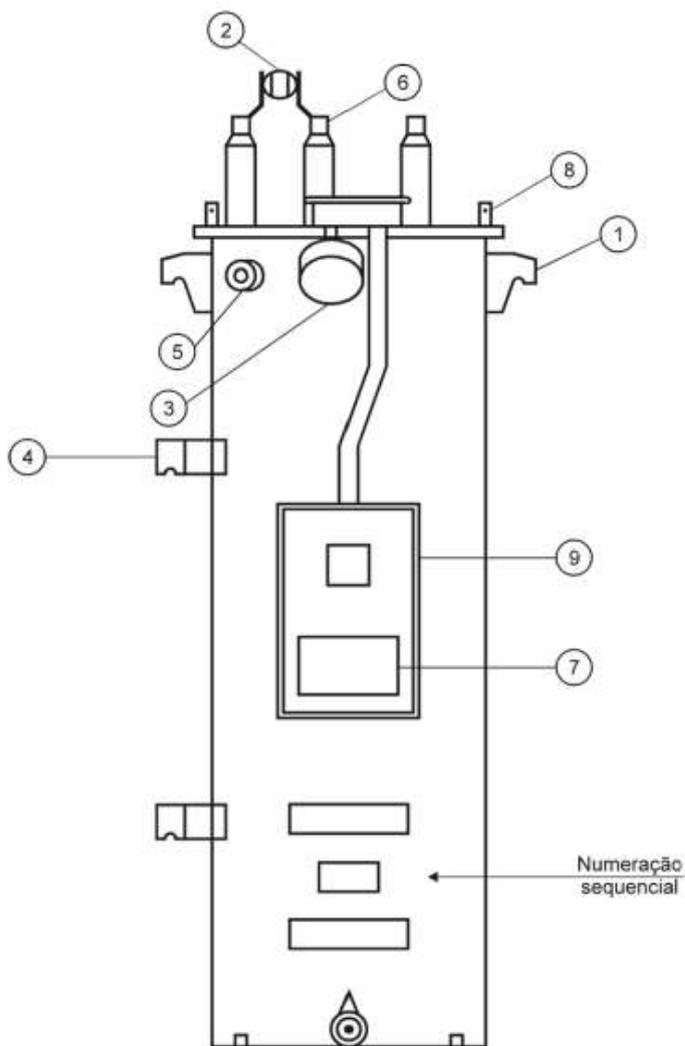
RE = Ensaio de recebimento;

RO = Ensaio de retina;

E = Ensaio especial.

## 12. FIGURAS

Figura 3 - Vista geral e acessórios



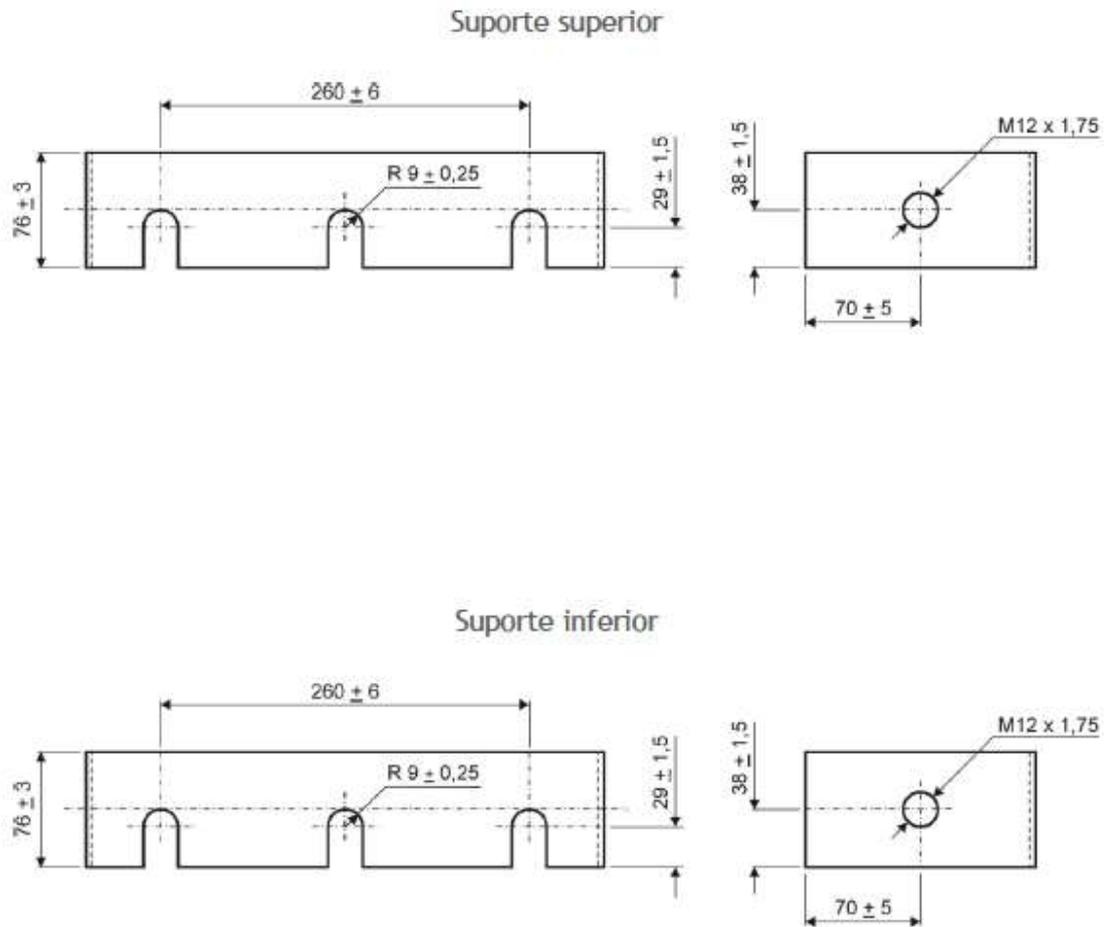
### Legenda:

- 1 - Alças para suspensão;
- 2 - Para-raios "by-pass";
- 3 - Indicador de posição;
- 4 - Suporte para fixação em poste;
- 5 - Indicador do nível do óleo;
- 6 - Bucha com previsão para montagem de para-raios "by-pass";
- 7 - Placa de identificação;
- 8 - Olhal para içamento da parte ativa;
- 9 - Caixa de controle.

### NOTA:

1. O indicador de posição "3" poderá, sob aprovação da COCEL, ficar dentro da caixa de controle.

*Figura 4 – Suporte para fixação dos reguladores no poste (quando aplicável)*



*Figura 5 - Identificação dos terminais*

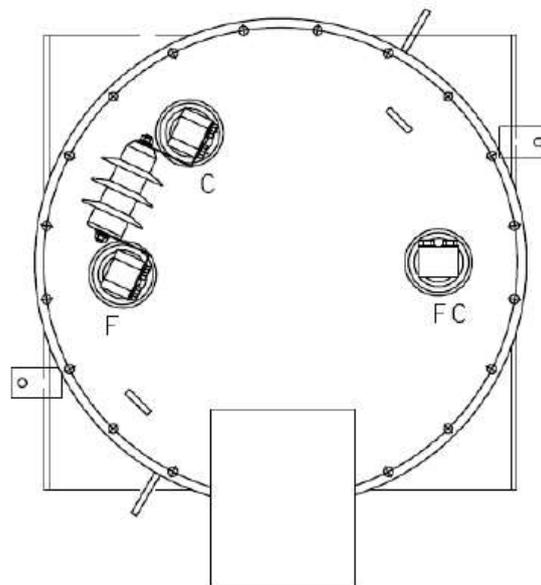
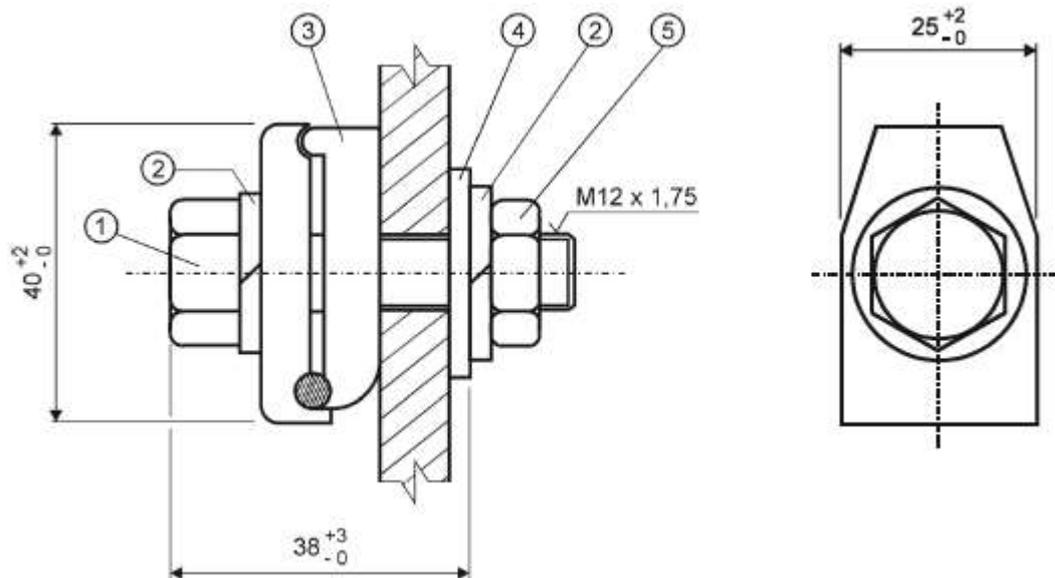


Figura 6 – Terminal de aterramento



- 1 - Parafuso de cabeça sextavada: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre;
- 2 - Arruelas de pressão: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou bronze fosforoso;
- 3 - Conector: liga de cobre com teor de cobre superior a 85%, teor de zinco inferior a 6 %, condutividade elétrica mínima de 25% IACS a 20 °C e estanhagem com espessura mínima da camada de estanho de 8,0 µm;
- 4 - Arruela lisa: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre;
- 5 - Porca sextavada: aço carbono zincado por imersão a quente, aço inoxidável ou liga de cobre.

NOTA:

1. As características mecânicas devem estar de acordo com a NBR 5370.
2. O conector deve permitir a colocação e a retirada do condutor de maior seção sem a necessidade de desmontá-lo.



# ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COCEL – REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO

Número: ET.COCEL.197-00

Data Emissão: 11/05/2021

Data Revisão: 11/05/2021

Folha: 38 de 38

## DESCRIPTIVO ADM COCEL

REGULADOR AUTOMÁTICO DE TENSÃO XXX kV,  $\pm 10\%$ , EM 32 DEGRAUS, NBI XXX kV, XXX A CONTÍNUOS, XXX kVA, MONOFÁSICO, IMERSO EM ÓLEO ISOLANTE, COM REFRIGERAÇÃO POR CIRCULAÇÃO NATURAL DE ÓLEO, INSTALAÇÃO EXTERNA, PARA OPERAR EM SISTEMA TRIFÁSICO XXX kV, 60HZ, COM NEUTRO ISOLADO, COMPLETO COM TODOS OS ACESSÓRIOS, COM RELÊ ELETRÔNICO E INDICADOR DE POSIÇÃO INCORPORADO. FABRICAÇÃO E ENSAIOS DEVERÃO SER DE ACORDO COM A NBR 11809/1991. CÓDIGO COCEL XXXXX.

## ANEXO 01 - RESPONSABILIDADES DE ELABORAÇÃO, VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO.

Elaboração	Verificação	Aprovação
Henrique Gesser	Bárbara Lunardon	Eduardo Krzyzanovski
Cargo: Técnico em Eletrotécnica	Cargo: Assessora de Comunicação e Marketing	Cargo: Gerente da Divisão de Distribuição

## ANEXO 02 - ÍNDICE DE REVISÕES

Revisão	Data	Descrição
00	11/05/2021	Emissão inicial