

ANDE

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Nº 04.16.10.58

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA
TRIFÁSICO**

66/23 kV – 50 MVA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

INDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | GENERAL..... | 1 |
| 2. | CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA | 1 |
| 3. | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO | 2 |
| 3.1. | Características eléctricas | 2 |
| 3.2. | Características constructivas | 3 |
| 3.2.1. | Parte activa..... | 3 |
| 3.2.2. | Cuba..... | 3 |
| 3.2.3. | Ruedas | 5 |
| 3.2.4. | Aisladores pasantes (Bushings) | 5 |
| 3.2.5. | Transformadores de corriente | 5 |
| 3.2.6. | Conmutador de tensión bajo carga..... | 6 |
| 3.2.7. | Tanque de conservación del aceite..... | 7 |
| 3.2.8. | Sistema de refrigeración | 8 |
| 3.2.9. | Gabinete de control | 9 |
| 3.2.10. | Aceite..... | 10 |
| 3.2.11. | Descargadores de Sobretensión montados en la cuba | 10 |
| 3.2.12. | Protecciones..... | 10 |
| 4. | ACCESORIOS | 11 |
| 4.1. | Termómetro Digital o Monitor de Temperatura..... | 11 |
| 4.2. | Dispositivo de control de temperatura | 11 |
| 4.3. | Sensores Tipo PT100 | 12 |
| 4.4. | Monitor de Bushings | 12 |
| 4.4.1. | Adaptadores para tap de prueba | 13 |
| 4.4.2. | Módulo de Medición | 13 |
| 4.4.3. | Interface | 13 |
| 4.5. | Regulador Electrónico de Tensión..... | 14 |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----|--|----|---------------------------------|----|---|----|--|----|--|----|---------------------------------------|----|--|----|---|----|--|----|---|----|---|----|---------------------|----|------------------------------------|----|-----------------------------------|----|--|----|--|-----------|--|-----------|--|-----------|------------------------------------|-----------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------|----|---|----|------------------------------|----|---------------------------|----|---|----|--|-----------|---|-----------|---|-----------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | <i>ii/iii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">4.6. Supervisor de Paralelismo</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">17</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.7. Monitor del Conmutador de Tensión bajo Carga.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">19</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.8. Monitores de Humedad</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">19</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.9. Dispositivo de Monitoreo de Gas y Humedad.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">21</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.10. Monitoreo de Eventos y Alarmas</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">22</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.11. Sistema de Monitoreo en Tiempo Real.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">23</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 4.11.1. Arquitectura orientativa.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">23</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 4.11.2. Software de Monitoreo y Diagnóstico Histórico de Transformadores</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">24</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.12. Interfaces y protocolos de comunicación</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">26</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.13. Equipos de red e interconexión de equipos.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">27</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.14. Alcance del Suministro del Sistema de Monitoreo de Transformadores.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">27</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.15. Indicadores de nivel de aceite.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">27</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.16. Válvulas.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.17. Placa de Identificación.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.18. Conectores de potencia.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">4.19. Terminales para Puesta a Tierra.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">5. UBICACIÓN DE LOS ACCESORIOS.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">28</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">6. LUGAR DE MONTAJE DEL TRANSFORMADOR</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">7. REPUESTOS COMPLEMENTARIOS Y HERRAMIENTAS</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">8. ACABADO Y PINTURAS</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">9. INSPECCIÓN Y ENSAYOS</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 9.1. Inspección visual.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 9.2. Ensayos de control de calidad de materia prima</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">29</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 9.3. Ensayos de rutina</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">30</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 9.4. Ensayos de tipo.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">31</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;"> 9.5. Cronograma de ensayos y laboratorio de ensayos</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">31</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">10. DIRECCIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA DE MONTAJE.....</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">31</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">11. CURSO DE ENTRENAMIENTO</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">32</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">12. NORMAS USADAS EN LA ESPECIFICACIÓN</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">32</td></tr> </table> | | | | 4.6. Supervisor de Paralelismo | 17 | 4.7. Monitor del Conmutador de Tensión bajo Carga..... | 19 | 4.8. Monitores de Humedad | 19 | 4.9. Dispositivo de Monitoreo de Gas y Humedad..... | 21 | 4.10. Monitoreo de Eventos y Alarmas | 22 | 4.11. Sistema de Monitoreo en Tiempo Real..... | 23 | 4.11.1. Arquitectura orientativa..... | 23 | 4.11.2. Software de Monitoreo y Diagnóstico Histórico de Transformadores | 24 | 4.12. Interfaces y protocolos de comunicación | 26 | 4.13. Equipos de red e interconexión de equipos..... | 27 | 4.14. Alcance del Suministro del Sistema de Monitoreo de Transformadores..... | 27 | 4.15. Indicadores de nivel de aceite..... | 27 | 4.16. Válvulas..... | 28 | 4.17. Placa de Identificación..... | 28 | 4.18. Conectores de potencia..... | 28 | 4.19. Terminales para Puesta a Tierra..... | 28 | 5. UBICACIÓN DE LOS ACCESORIOS..... | 28 | 6. LUGAR DE MONTAJE DEL TRANSFORMADOR | 29 | 7. REPUESTOS COMPLEMENTARIOS Y HERRAMIENTAS | 29 | 8. ACABADO Y PINTURAS | 29 | 9. INSPECCIÓN Y ENSAYOS | 29 | 9.1. Inspección visual..... | 29 | 9.2. Ensayos de control de calidad de materia prima | 29 | 9.3. Ensayos de rutina | 30 | 9.4. Ensayos de tipo..... | 31 | 9.5. Cronograma de ensayos y laboratorio de ensayos | 31 | 10. DIRECCIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA DE MONTAJE..... | 31 | 11. CURSO DE ENTRENAMIENTO | 32 | 12. NORMAS USADAS EN LA ESPECIFICACIÓN | 32 |
| 4.6. Supervisor de Paralelismo | 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.7. Monitor del Conmutador de Tensión bajo Carga..... | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.8. Monitores de Humedad | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.9. Dispositivo de Monitoreo de Gas y Humedad..... | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.10. Monitoreo de Eventos y Alarmas | 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.11. Sistema de Monitoreo en Tiempo Real..... | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.11.1. Arquitectura orientativa..... | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.11.2. Software de Monitoreo y Diagnóstico Histórico de Transformadores | 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.12. Interfaces y protocolos de comunicación | 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.13. Equipos de red e interconexión de equipos..... | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.14. Alcance del Suministro del Sistema de Monitoreo de Transformadores..... | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.15. Indicadores de nivel de aceite..... | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.16. Válvulas..... | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.17. Placa de Identificación..... | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.18. Conectores de potencia..... | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.19. Terminales para Puesta a Tierra..... | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. UBICACIÓN DE LOS ACCESORIOS..... | 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. LUGAR DE MONTAJE DEL TRANSFORMADOR | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. REPUESTOS COMPLEMENTARIOS Y HERRAMIENTAS | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. ACABADO Y PINTURAS | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. INSPECCIÓN Y ENSAYOS | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.1. Inspección visual..... | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.2. Ensayos de control de calidad de materia prima | 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.3. Ensayos de rutina | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.4. Ensayos de tipo..... | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9.5. Cronograma de ensayos y laboratorio de ensayos | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. DIRECCIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA DE MONTAJE..... | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. CURSO DE ENTRENAMIENTO | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. NORMAS USADAS EN LA ESPECIFICACIÓN | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|-----|---|----|--|-----|-----------------------------|----|--|-----|----------------------------|----|--|-----|---------------------------|----|--|-----|--|----|--|-----|--------------------------------|--|--|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;">ANDE</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 15px; margin: 5px auto;"></div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | <i>iii/iii</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; vertical-align: top;">13.</td> <td style="width: 80%; vertical-align: top;">TOLERANCIA RESPECTO DE LOS VALORES GARANTIZADOS</td> <td style="width: 10%; text-align: right; vertical-align: top;">32</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">14.</td> <td style="vertical-align: top;">EMBALAJE Y TRANSPORTE</td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;">33</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">15.</td> <td style="vertical-align: top;">DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;">33</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">16.</td> <td style="vertical-align: top;">LISTA DE ACCESORIOS</td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;">34</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">17.</td> <td style="vertical-align: top;">CROQUIS DEL TRANSFORMADOR Y UBICACIÓN DE ACCESORIOS.....</td> <td style="text-align: right; vertical-align: top;">36</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;">18.</td> <td style="vertical-align: top;">PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> | | | | 13. | TOLERANCIA RESPECTO DE LOS VALORES GARANTIZADOS | 32 | | 14. | EMBALAJE Y TRANSPORTE | 33 | | 15. | DOCUMENTACIÓN TÉCNICA..... | 33 | | 16. | LISTA DE ACCESORIOS | 34 | | 17. | CROQUIS DEL TRANSFORMADOR Y UBICACIÓN DE ACCESORIOS..... | 36 | | 18. | PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | | |
| 13. | TOLERANCIA RESPECTO DE LOS VALORES GARANTIZADOS | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. | EMBALAJE Y TRANSPORTE | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15. | DOCUMENTACIÓN TÉCNICA..... | 33 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16. | LISTA DE ACCESORIOS | 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17. | CROQUIS DEL TRANSFORMADOR Y UBICACIÓN DE ACCESORIOS..... | 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18. | PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|--|------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 1/36 |
|--|--|------|

TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFÁSICO
66/23 kV-30/40/50 MVA

1. GENERAL

- 1.1. La presente especificación establece las condiciones y características técnicas mínimas para el suministro de transformadores de potencia a instalar en las subestaciones del sistema eléctrico de la Administración Nacional de Electricidad (ANDE), República de Paraguay, en la cantidad indicada en los Documentos de Licitación.
- 1.2. Salvo en los detalles señalados específicamente, el suministro deberá cumplir con las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC-60076) en su más reciente edición
- 1.3. Cada transformador deberá diseñarse para trabajar a la intemperie, bajo las siguientes condiciones ambientales:
 - 1.3.1. ClimaSubtropical
 - 1.3.2. Precipitación media anual 1800 mm
 - 1.3.3. Temperatura máxima del aire50°C
 - 1.3.4. Temperatura mínima del aire - 3°C
 - 1.3.5. Temperatura media diaria no superior a33°C
 - 1.3.6. Altura sobre el nivel del mar no superior a500 m
 - 1.3.7. Humedad relativa máxima 100 %
- 1.4. El oferente deberá presentar toda la información técnica (resultado de ensayos, planos, manual de montaje, operación y mantenimiento, etc., impresos (originales reproducibles) y en medios digitales (CD's) en extensión .dwg y .pdf.
- 1.5. El Oferente deberá, presentar una copia del certificado de aprobación en un ensayo de corto circuito realizado conforme serie de Normas IEC 60076 o IEEE/ANSI C57, en un transformador con tensión nominal igual o mayor a la tensión nominal primaria solicitada en el presente documento, el certificado deberá contar con una antigüedad menor o igual a 20 años y haberse realizado en laboratorios debidamente acreditados y certificados por la Norma DIN ISO/IEC 17025 y de reconocido prestigio internacional, KEMA, CESI, CEPEL, LAPEM.

2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL SISTEMA

- 2.1. Sistema: Trifásico
- 2.2. Tensión nominal: 66-23 kV
- 2.3. Tensión máxima de operación:.....72,5-25,8 kV
- 2.4. Frecuencia: 50 Hz
- 2.5. Neutro del sistema:..... conectado efectivamente a tierra
- 2.6. Secuencia de fases: Positiva (R.S.T. y 1-2-3)
- 2.7. Niveles de Cortocircuito del Sistema: Valor de Norma IEC 60076-5
Utilizando práctica americana para 5.000 MVA

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO**3.1. Características eléctricas**

a. Tipo Trifásico de dos arrollamientos sumergidos en aceite con refrigeración por convección natural (ONAN) y dos etapas de refrigeración por aire forzado (ONAF). El sistema de preservación del aceite será del tipo cuba con tanque conservador de aceite con bolsa de Goma sintética.

b. Potencia nominal: Trifásica continua, a tensión y frecuencia nominal, sin sobrepasar las temperaturas indicadas en las recomendaciones IEC-60076; para una elevación media del arrollamiento de 55°C, será:

Primario: 30/40/50 MVA

Secundario: 30/40/50 MVA

c. Frecuencia: 50 Hz

d. Conexión del transformador: según norma IEC Dyn11

e. Tensión y clases de aislamiento:

| Bobinado | Tensión Máxima del Equipo (Um) | Tensión Nominal Soportable a Impulso Atmosférico kV (Pico) | Tensión Nominal Soportable a Frecuencia Industrial kV (Eficaz) | Tipo de Aislación |
|------------|--------------------------------|--|--|-------------------|
| Primario | 72,5 | 350 | 140 | Plena |
| Secundario | 26,4 | 150 | 50 | Graduada |

f. Impedancia: en base a 50 MVA y 85°C, 50 Hz, secuencia positiva y conmutador de tensión en posición normal (66/23 kV).

Primario-Secundario: 10 %

g. Nivel de sonido máximo (para 50 MVA): ≤ 76 dB

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 3/36 |
| <p>3.2. Características constructivas</p> <p>3.2.1. Parte activa</p> <p>Bobinados: Deberán ser construidos con cobre electrolítico recocido de alta pureza y conductividad. El conductor será de sección uniforme y de cantos redondeados. El aislamiento deberá ser tal que asegure la vida normal del transformador, considerando las elevaciones normales de temperatura del punto más caliente del devanado, para una elevación media de temperatura del devanado de 55°C. La aislación de las bobinas deberá ser de papel termoestabilizado tipo E (115° - 120°). Deberá incluirse papel de sacrificio en un lugar accesible de la bobina para muestreo de ensayos de grado de polimerización.</p> <p>El arrollamiento deberá ser del tipo disco continuo con un factor α de sobretensión de amortiguamiento que haga que la bobina de 66 kV tenga una tensión aproximadamente lineal a la tensión de impulso. El fabricante deberá informar el valor de Volts/espira para AT/BT utilizado en el diseño del suministro, que será sometido a aprobación de ANDE</p> <p>El porcentaje de humedad por peso seco del papel aislante no deberá ser mayor que 0,5%.</p> <p>Los esfuerzos eléctricos que aparecen en los distintos terminales del cambiador, tanto por sobretensiones de impulso como de maniobra deben quedar dentro de los límites resistidos por el equipo, por lo tanto, no se aceptará en ningún caso, la instalación de resistencias no lineales (Varistores) en ninguna de las bobinas del Transformador.</p> <p><u>Núcleo</u>: Deberá montarse en disposición tipo CORE o SHELL.</p> <p>Deberá ser construido con láminas de acero silicoso de alta permeabilidad, de grano orientado, y recubiertas por ambas caras con un aislante resistente al calor.</p> <p>El núcleo deberá ser diseñado para resistir sus esfuerzos de cortocircuitos y reducir al mínimo el nivel de ruido del transformador. El montaje de las chapas del núcleo deberá ser efectuado de tal forma que minimice las pérdidas en el mismo.</p> <p>El sistema de aterramiento del núcleo deberá ser externo de manera a permitir la verificación de la resistencia de aislamiento del mismo.</p> <p>3.2.2. Cuba</p> <p>Deberá construirse con chapas de acero soldadas por arco eléctrico. Se sugiere como referencia de construcción, las normas ASME – API de recipientes.</p> <p>Las uniones de soldaduras deberán ser estancas, resistentes y de alta calidad a fin de que la cuba no tenga filtraciones durante toda la vida del transformador.</p> <p>La cuba y los radiadores deberán resistir sin deformaciones permanentes un vacío pleno a nivel de mar.</p> <p>La tapa deberá ser apernada a la cuba. Todas las juntas deberán llevar empaquetaduras de goma sintética, inalterables al contacto con el aceite, y elementos limitadores de apriete para evitar su fatiga prematura y el mal sellado de las empaquetaduras. Se</p> | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

Nº 04.16.10.58

deberá prever 4 nipples y aberturas para hot oil spray con tapa roscada. Deberá llevar una válvula de alivio de presión.

La cuba deberá llevar ganchos y estribos para izamiento y desplazamiento mediante grúas y gatos y escotillas o Manholes de al menos 500mm de diámetro, que permitan el fácil acceso a la parte inferior de los bushings. Llevará además escotillas de inspección (Manholes y Handholes ubicados del lado del Conmutador Bajo Carga a fin de posibilitar una inspección rápida de las conexiones hacia la cuba del conmutador en el caso que sea necesario) conforme la Norma ANSI C57 12.1C.

Tanto la cuba como el Conmutador bajo Carga, deberán contar con nipples hembra para instalación de sondas tipo PT100, normalmente con rosca 1/2"NPT.

Deberá contar también con conectores de bronce para 2 conductores de cobre desnudo 4/0AWG cada uno, en al menos 2 (dos) puntos de la cuba, para puesta a tierra de la misma.

Se deberá instalar un nipple con válvula para conexión del dispositivo de monitoreo de gas y humedad en un punto de circulación de aceite cerca del radiador. El diámetro de la derivación y el tipo de acople del extremo será de acuerdo con el tipo de instrumento a ser montado. Se sugiere ubicar este nipple en el tubo o colector inferior de los radiadores.

Se deberán instalar dispositivos para tomar muestras de aceite de la tapa y el fondo del tanque principal y del compartimiento de aceite (donde sea aplicable). Puntos de muestreo serán accesibles a una persona que está a nivel del suelo (aproximadamente 1.4 m por encima del suelo). Se dispondrán las siguientes válvulas: 1) Nivel Superior, 2) Nivel Medio, 3) Nivel Inferior, los mismos deben estar ubicados en una de las cara laterales de la Cuba. 3) Válvula para aceite en tanque de aceite de reserva, 4) Válvula para gas del relé Buchholz.

Se deberá instalar una válvula esférica de 2" (superior) y una válvula esférica de 2" (inferior) en la cara opuesta a la primera para tratamiento del aceite aislante, las cuales estarán ubicadas diagonalmente opuestas entre sí, además de una válvula de 2" en la tapa.

Deberá preverse la instalación de una válvula para ecualizar las presiones entre la cuba y el recipiente del Conmutador bajo Carga.

Se deberá también instalar un nipple con brida de Ø8" Nominal en la parte superior, y uno de 1 1/2" en la parte inferior, para la futura conexión de un sistema de prevención de explosión.

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

3.2.3. Ruedas

El transformador deberá ir montado sobre ruedas orientables en dos direcciones perpendiculares conforme a las siguientes dimensiones (trochas):

- Entre ejes de rieles: 1.500 mm.
- Entre bordes internos de rieles: 1.435 mm.

Los transformadores dispondrán de ejes y de ruedas ensanchadas, bidireccionales. Estas deberán diseñarse de tal forma que para movimiento en ambas direcciones no se desviarán al extremo de interferir en el movimiento del transformador. Las ruedas deben suministrarse con cojinetes adecuados que serán resistentes al moho y a la corrosión. También se facilitará conexiones/niples para engrase o el cojinete deberá ser del tipo lubricado permanentemente. Todas las ruedas deben ser desmontables y deberán ser construidas de hierro fundido o acero según sea necesario. Las ruedas deben girar hasta un ángulo de 90 grados cuando el tanque es alzado fuera de los carriles. Se proveerán medios para bloquear los movimientos giratorios en posiciones paralelas o en ángulo recto al eje longitudinal del tanque.

3.2.4. Aisladores pasantes (Bushings)

Serán del tipo intemperie, de porcelana homogénea, tipo condensadores, completamente sellados, con su propio contenido de aceite y con una Línea de Fuga (Creepage Distance) de 25 mm/kV \emptyset

Las dimensiones y valores nominales deberán satisfacer las exigencias prescriptas en las normas IEC 60137.

Los Aisladores pasantes (Bushings) con tensiones iguales o superiores a 60 kV deberán ser del tipo capacitivos y deberán ser equipados con derivación (tap) de prueba. Para tal efecto será utilizado un Monitor de Bushings. Los aisladores deberán ser de porcelana color marrón.

3.2.5. Transformadores de corriente

En el suministro deberá incluirse transformadores de corriente tipo bushing, de relación múltiple. Deberán contar con dos (2) secundarios independientes de las siguientes características:

| | <u>Núcleo 1</u> | <u>Núcleo 2</u> |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| Prestación | 60 VA | 60 VA |
| Clase | 0,2 % | 5 P |
| Índice de saturación | N < 5 | N > 20 |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| <u>UBICACIÓN EN LOS TERMINALES</u> | <u>RELACIÓN NOMINAL</u> |
|------------------------------------|--|
| H1 – H2 – H3 | 2.000-1.500-1.000-500/1-1 MR Protección y Medición |
| X1 - X2 - X3 | 2.000-1.500-1.000-500/5-5 MR Protección y Medición |
| Neutro Xo | 2.000-1.500-1.000-500/5-5 MR Protección |

La clase de precisión de los transformadores de corriente descritos más arriba deberá ser garantizada en las primeras tres (3) relaciones mayores (2.000-1.500-1.000).

Adicionalmente, se deberá contar con un transformador de corriente para implementación de protección de imagen térmica.

3.2.6. Conmutador de tensión bajo carga

Cada transformador será suministrado con un conmutador de tensión bajo carga en el arrollamiento de 66 kV. El conmutador deberá ser del tipo interruptor de derivación, y podrá estar ubicado en compartimiento separado con su propio contenido de aceite y protección de gas correspondiente, dotado de mando manual local, eléctrico local y eléctrico a distancia. El motor de accionamiento deberá ser alimentado con una tensión de 110 Vcc (Corriente Continua).

El conmutador debe ser libre de mantenimiento hasta las 300.000 operaciones y ningún intervalo de tiempo debe ser aplicable para la realización del mantenimiento. Los requerimientos mecánicos y eléctricos para la interrupción del arco, el compartimiento, el control automático, la instrumentación y la carga de los instrumentos del transformador serán los especificados en la norma IEC 60214 correspondiente. El fabricante deberá contar como mínimo con 15 años de experiencia en la fabricación de Conmutadores en Vacío.

El conmutador debe utilizar ampollas de vacío en lugar de contactos de arqueado de cobre o tungsteno-cobre para garantizar una larga vida útil del cambiador. Cada conmutador de tomas ensamblado será capaz de soportar sin daño los esfuerzos producidos por la corriente de cortocircuito cuando el transformador sea sometido a corrientes de cortocircuito según los requerimientos de la Norma IEC 60214. La ANDE se reserva el derecho de solicitar documentación emitida por al menos cinco (5) usuarios distintos de este equipamiento, donde se pueda constatar el cumplimiento de los requisitos y un tiempo de operación mínimo de cinco (10) años.

Las ampollas de vacío serán autoalineadas y la presión de sus contactos, en posición cerrada, permitirá un buen contacto. Todas las partes conductoras de corriente serán dimensionadas para asegurar que la elevación de temperatura no exceda de 10°C por

| | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|

encima de la temperatura Standard del pasatapa adyacente, bajo condiciones de plena carga.

El conmutador funcionará bajo el control de un regulador de tensión digital que deberá mantener la tensión de 23 kV, mientras la tensión primaria varía de +10% a -15% en torno de 66 kV y para cualquier valor de carga. El regulador debe facilitar la posibilidad de control de la marcha en paralelo, según el principio Maestro-Seguidor y alternativamente según el principio "minimización de la corriente circulante" con el intercambio de datos entre reguladores diferentes.

El campo de variación de la tensión debe ser subdividido en escalones de 1,67% cada uno y para variaciones de $+6 \times 1,67\%$ a $-9 \times 1,67\%$.

La posición del conmutador de tensión debe ser indicada localmente y a distancia, se deberá incluir en el suministro los respectivos indicadores de posición local y remota.

El mando local irá instalado en un gabinete estanco fijado a la cuba del transformador y el mando a distancia en el tablero ubicado en la Sala de Control de la Subestación. El mando local deberá excluir automáticamente al mando a distancia del conmutador. La ubicación del mando local debe ser tal que pueda ser operado por un hombre parado en la misma base del transformador. Para casos de falta de energía auxiliar o trabajos de mantenimiento se deberá prever la operación, por medio de manivela cuya inserción produzca el bloqueo de los circuitos de mando eléctrico manual o automático.

El conmutador de tensión debe equiparse con dispositivos, accesorios y protecciones para evitar operaciones falsas o intempestivas. Deberá incluirse un elemento que impida que el conmutador quede detenido en una posición neutra y que una conmutación una vez iniciada no sea concluida.

El aceite del conmutador bajo carga deberá ser idéntico al del transformador.

El conmutador de tomas será diseñado para soportar las pruebas dieléctricas aplicadas al devanado al cual esté conectado.

Se deberá dotar al equipo de un sensor de temperatura tipo PT100 de tres hilos, para medir la temperatura del aceite del conmutador e indicar remotamente.

El conmutador bajo carga deberá ser del tipo Vacutap (VV) del tipo MR o similar.

3.2.7. Tanque de conservación del aceite

Cada transformador llevará un tanque de conservación del aceite, con bolsa una Membrana de Expansión tipo goma de Nitrilo Butadieno (NBR) u otra resina resistente al aceite aislante que impida el contacto aire-aceite, con un respirador deshidratante tipo silicagel. El recipiente que contiene el silicagel deberá ser un material resistente adecuado para la intemperie, no se aceptará material acrílico. Solo se aceptará el suministro de silicagel del tipo auto-regenerable y con indicadores coloridos de estado. El tanque será desmontable.

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">ANDE</div> <div style="border: 1px solid black; height: 15px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 8/36 |
| <p>El tanque deberá incluir además una protección con Relé Buchholz del tipo doble flotador y dos contactos de operación. En la conexión al relé Buchholz deberá instalarse válvulas de estrangulación y drenaje. El tanque deberá ser desmontable. Debe incluirse cañería de desagüe con dos (2) válvulas inicio y fin (hasta la altura 1,3m – 1,5m del suelo) de 1” de diámetro nominal (Nominal Pipe Size) para el tanque del Conmutador Bajo Carga, y 2” para el tanque principal.</p> <p>Se deberá instalar también una válvula de 2” de diámetro nominal en la parte superior, con válvula para vacío/carga de aceite.</p> <p>Deberá preverse una válvula para ecualización de presiones entre la parte externa e interna de la bolsa de goma.</p> <p>Deberá ser proveído para cada tanque de conservación del aceite, un sistema para supervisión de integridad de la bolsa de goma o Membrana de expansión. El sistema será compuesto de uno o más sensores que accionarán contactos para alarma en caso de ruptura de la Bolsa de Goma.</p> <p>Para la instalación del cableado del sistema de supervisión de integridad de la Membrana o Bolsa deberá ser utilizado un adaptador tipo caja metálica, grado IP65, Que facilite el montaje, desmontaje y mantenimiento del sistema</p> <p>Deberán ser presentados informes de aprobación en los siguientes ensayos de tipo, realizados por laboratorios reconocidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión de Impulso 5 kV 1,2/50 conforme IEC 60255-5 - Tensión de Irrupción 2,5 kV 1 MHz conforme IEC 60255-6 - Rigidez Dieléctrica 2 kV 1 minuto conforme IEC 60255-6. <p>3.2.8. Sistema de refrigeración</p> <p>Cada transformador será suministrado con un equipo completo de refrigeración forzada que incluirá un juego de radiadores armados en paneles, montados con bridas, con válvulas tipo mariposa de modo a permitir su desmontaje. Se entenderá como paneles al conjunto de colectores superior e inferior, y los tubos o placas de transferencia de calor entre ellos. Cada panel deberá poseer un orificio para drenaje, con tapa a rosca. La cantidad de paneles deberá ser tal que, el retiro de uno de ellos no implicará la reducción de la potencia nominal especificada (ONAF2).</p> <p>El sistema contará también con un juego de ventiladores, divididos en un mínimo de dos etapas, y elementos para el comando manual y automático de ambas etapas de ventilación forzada.</p> <p>El control automático deberá ser actuado por la temperatura del punto más caliente de los bobinados mediante un dispositivo de imagen térmica, con contactos para la partida de la primera etapa de ventiladores, la partida de la segunda etapa, y para activar la alarma e iniciar la desconexión. El fabricante propondrá la temperatura de ajuste para las funciones indicadas.</p> | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 9/36 |
| <p>Los ventiladores deberán ser desmontables, intercambiables y deberán incluir rejillas de seguridad. Deberán contar con motores asíncronos trifásicos 380/220V – 50Hz, a prueba de corrosión, con grado de protección IP65 y el cableado de los mismos deberá cumplir con los siguientes requisitos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Operará en base a dos etapas de refrigeración, cada etapa estará constituida por un grupo de ventiladores. • Incluirá un sistema de interrupción general de la refrigeración forzada, un interruptor selector manual o automática, que permita el accionamiento local directo de los ventiladores (sin pasar por el controlador de temperatura). • Los ventiladores serán accionados por medios de contactores tripolares independientes, con relés térmicos ajustables. Los contactores deberán contar con contactos auxiliares para indicación. El relé térmico, además de su contacto NC para desconexión de la bobina, deberá contar con un contacto NO que deberá ser cableado hasta la bornera. La tensión de la bobina del contactor será de 110Vcc. <p>3.2.9. Gabinete de control</p> <p>El gabinete será del tipo intemperie, metálico, con grado de protección IP54, metálico, estanco a la lluvia y a los insectos, adosado a la cuba a una altura mínima de aproximadamente 0,6 m. del suelo.</p> <p>Deberá estar provisto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Candado y la cerradura deberá incluir una manilla (falleva). • Incluirá un sistema de calefacción automático que mantenga el interior del gabinete a una temperatura superior a la del ambiente en 10°C con el objeto de evitar condensación. • Los cables de control deberán ser de cobre flexibles, multifilares tipo NYY resistentes a la humedad, al aceite y a la llama de acuerdo a normas IPCEA. La sección mínima será 2,5 mm². • El conexionado de los circuitos de los transformadores de corriente y los de control, indicación y protección, deberán llegar a regletas ubicadas independientemente en el interior del gabinete. 15 bornes de estas regletas estarán disponibles para uso de ANDE. • Los bornes de conexión deberán ser para una sección mínima de conductor de 6 mm². • Todos los cables incluyendo los de salida de los motores de los ventiladores irán en cañerías y tendrán conexiones herméticas al agua. • El esquema del conexionado será grabado en forma indeleble en una placa metálica adosada en la parte interior de la puerta del gabinete. • El sistema de cableado deberá ser realizado por el fabricante. | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

3.2.10. Aceite

Será del tipo mineral nafténico, puro y refinado.

Deberá cumplir con los requerimientos de la Normas IEC 60296 en su más reciente edición El fabricante deberá suministrar aceites con inhibidores contra la oxidación, y presentar el ensayo de envejecimiento del mismo.

El aceite deberá ser compatible con los materiales usados en la construcción del transformador.

Cada transformador deberá ser entregado con su dotación normal de aceite en tambores que pasarán a ser propiedad de ANDE.

3.2.11. Descargadores de Sobretensión montados en la cuba

Serán suministrados descargadores del tipo estación de Oxido de Zinc y serán ubicados en línea con el respectivo pasante, y con las siguientes características:

| Terminal | Tensión Nominal (Ur) (kVrms) | Corriente Nominal de Descarga (kA) | Carga de Servicio Dinámica Máxima Admisible (MPDSL) (N,m) | Clase | Capacidad de Absorción de energía (2 impulsos) (kJ/kV _{Ur}) | Distancia de Fuga (mm/kV $\phi\phi$) | Cantidad |
|------------|------------------------------|------------------------------------|---|-------|---|---------------------------------------|----------|
| H1, H2, H3 | 198 | 10 | ≥ 17.500 | 3 | ≥ 7,5 | 25 | 3 |
| X1, X2, X3 | 18 | 10 | ≥ 4.000 | 3 | ≥ 7,5 | 25 | 3 |

Las dimensiones y valores nominales deberán satisfacer las exigencias prescritas en la Norma IEC-60099 en su más reciente edición. Estos descargadores formarán parte del suministro. Se incluirá un juego de sub-bases aislante y un contador de descarga para cada pararrayo de alta tensión.

3.2.12. Protecciones

a. Nivel de aceite

En el tanque conservador se instalará un indicador de nivel con contactos para alarma y desconexión, más otro indicador de nivel para el Conmutador de Tensión Bajo Carga.

b. Protección de gas

En la cañería cuba-estanque se instalará un relé Buchholz con contactos para alarma y desconexión (falla incipiente y falla franca). Una protección similar deberá ser instalada para el compartimiento de aceite de conmutador.

Para el Conmutador Bajo Carga: un relé de flujo de aceite con contactos eléctricos para desconexión del transformador.

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 11/36 |
| <p style="margin-left: 40px;">c. Protección térmica Se dispondrá de protección térmica con contactos indicados en el ítem 3.2.8.</p> <p>4. <u>ACCESORIOS</u></p> <p>Cada transformador llevará adosado al cuerpo del mismo, alimentado por una fuente de 110 Vcc, y cableados entre sí y sus componentes del gabinete por medio de cables de fibra óptica o cables blindados o mallados y debidamente aterrados (conforme tecnología propuesta), los siguientes accesorios:</p> <p>4.1. <u>Termómetro Digital o Monitor de Temperatura</u></p> <p>El mismo estará basado en microcontroladores de tecnología digital para la temperatura del aceite, con rango de 0° a 160°C.</p> <p>Como mínimo deberá poseer funciones de señalización de estados, auto diagnóstico y puertos de comunicación para adquisición de datos on-line, además de contactos para indicación de alarmas de acuerdo a la parametrización de temperatura, indicación de falla interna, y características técnicas abajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dos (02) entradas auto-calibradas para sensores PT100, para temperatura de la parte superior del aceite; • Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12. <p>Los termómetros digitales deberán ser suministrados en las siguientes cantidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 (uno) en el patio (Para indicación local – Montado en el Transformador como accesorio) • 1 (un) dispositivo para indicación remota de la temperatura. (Deberá ser suministrado de forma separada de manera a ser montado en la Sala de Control). <p>4.2. <u>Dispositivo de control de temperatura</u></p> <p>Destinado al control de temperatura del punto más caliente del bobinado mediante un dispositivo de Imagen Térmica que puede estar basado en el modelo matemático de comportamiento térmico del bobinado, con los contactos independientes e indicación local de la temperatura. Deberá ser del tipo digital basado en microcontroladores, ajustable, rango de 0° a 160°C (como mínimo), con indicador para máxima indicación, de reposición manual.</p> <p>Este dispositivo deberá contar con las mismas características del dispositivo solicitado en el ítem 4.1 para la indicación de temperatura del aceite, el mismo podrá ser idéntico al anterior, y características técnicas abajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una (01) entrada de medición de corriente de carga con TC externo, rango universal. • Cálculo de temperatura del punto más caliente del devanado (hot-spot). | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

- Control de enfriamiento forzado preparado para la expansión de hasta tres (03) grupos, con alternancia por tiempo de operación de los grupos.
- Accionamiento automático de la ventilación por porcentaje de carga, con histéresis ajustable.
- Relés de disparo por temperatura de devanado con sistema de seguridad en el accionamiento.
- Salida en lazo de corriente en mA, programable para temperatura del devanado.

OBS.: Podrá ser utilizado un solo dispositivo siempre y cuando cumpla con ambas funciones solicitadas en los ítems 4.1 y 4.2.

4.3. Sensores Tipo PT100

Los sensores de temperaturas del tipo Pt100 deberán ser de tres (3) hilos , clase B conforme a la norma ASTM E1137 y coeficiente $0.385 \Omega/^{\circ}\text{C}$. Debe poseer aislamiento de 2 kV rms por 1 minuto. y cabezal en color amarillo, para reducir el riesgo de accidentes y rupturas.

Observación: Los accesorios indicados en los puntos anteriores deberán estar cableados hasta el gabinete de control por el fabricante, quien deberá indicar además los ajustes correspondientes donde proceda. Todos los indicadores de temperatura serán calibrados en grados centígrados y los

de presión en kg/cm².

Se deberá suministrar un diagrama de cableado de los accesorios, grabado en forma indeleble sobre una placa metálica adosada a la parte interior de la puerta del gabinete de control.

4.4. Monitor de Bushings

Tiene por función medir en forma online la variación de las siguientes magnitudes:

- Capacitancia entre el conductor principal y el tap de prueba (C1).
- Tangente delta de aislación entre el conductor principal y el tap de prueba (C1). Este equipo estará constituido de las siguientes partes:
- Adaptadores para tap de prueba.
- Módulo de Medición y/o. Interface.

La alimentación deberá ser de 110 Vcc $\pm 10\%$, sin convertor externo.

Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12.

Este equipo estará constituido de las siguientes partes.

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

4.4.1. Adaptadores para tap de prueba

Estos adaptadores se conectarán al tap de prueba de los Aisladores Capacitivos, permitiendo que la corriente de fuga de las boquillas sean llevadas hasta el módulo de medición.

Los adaptadores deberán proveer perfecta medición al tap de prueba, no permitiendo la entrada de agua y humedad. Deberán efectuar perfecto contacto eléctrico con el tap de prueba, además de proveer protección redundante contra la apertura del mismo, de manera que no se desenvuelvan sobretensiones en caso de desconexión accidental del cable de interconexión entre el Adaptador y el Módulo de Medición.

Deberá soportar sin daños la aplicación de las pruebas de impulso atmosférico en los bushings conectados a sus taps..

4.4.2. Módulo de Medición

Se acoplarán al tap de prueba de los bushings de tres fases en un mismo nivel de tensión, efectuando la medición de las tres corrientes de fuga y efectuando el pre-procesamiento de las mismas.

El Módulo de Medición será instalado en el interior del panel de control del transformador. Los terminales de conexión para las corrientes de fuga de los bushings deberán, soportar cables de diámetro hasta 4mm².

El módulo deberá prever:

- La posibilidad de conexión con equipo del tipo DPB (Dispositivo Potencial de Bushing).
- Cálculo de las variaciones de capacitancia de la aislación principal (C1) de los aisladores con error máximo de ± 0.5 % de la medición.
- Cálculo de las variaciones de tangente delta de la aislación principal de los aisladores con error máximo de ± 0.05 % en valor absoluto.
- Deberá estar conectado a los adaptadores de tap, los cuales estarán conectados a los taps de los aisladores durante la aplicación de las pruebas de impulso atmosférico en los aisladores, sin presentar daños.
- Un relé de indicación de auto-diagnóstico.

4.4.3. Interface

La Interface será instalada a una altura adecuada para permitir la fácil lectura de sus displays.

El Modulo de Interface poseerá, las siguientes características:

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 14/36 |
|--|--|-------|

- Poseerá un contacto adicional, tipo normalmente cerrado, para indicación de falla interna por medio de su sistema de auto-diagnóstico, del mismo modo deberá poseer un contacto para señalar falla del PT 100, deberá señalar también la falta de tensión de alimentación.
- Tendrá entrada para sensores de temperatura PT100 para medir las temperaturas ambiente, del aceite u otras.

Tendrá indicación en display de las siguientes mediciones:

- Capacitancia (C1).
- Tangente Delta ($\text{tg } \delta$) y tendencias de evolución de capacitancia y tangente delta para cada bushing.
- Tensiones trifásica fase-tierra y fase-fase, calculadas con base en las corrientes de fuga medidas y capacitancia calculadas de los bushings del transformador
- Tendrá ajuste de valores iniciales de capacitancia y tangente delta independientes para los bushings de las fases R, S y T y reserva, para aplicación en banco de transformadores monofásicos con fase de reserva.
- Tendrá ajuste de valores de alarmas de capacitancia y tangente delta independiente para los bushings de las fases R, S y T y reserva, para aplicación en bancos de transformadores monofásicos con fase de reserva.
- Tendrá ajuste automático de alarmas de capacitancia y tangente delta para todos los bushings, para facilidad de la puesta en servicio.
- Tendrá Alarmas por corrientes de fuga de los bushings, altas o muy altas, con temporización ajustable.
- Verificación de consistencia de las alarmas de corriente de fuga alta y muy alta.
- Ajuste automático de los valores de alarmas para corrientes de fuga altas y muy altas con base en las mediciones de las corrientes durante el periodo de aprendizaje de los cálculos de capacitancia y tangente delta y en el margen de seguridad.
- Contará con memoria de mediciones será del tipo no volátil, de forma que pueda ser rescatada mismo después de la fallas de la alimentación auxiliar.
- El Modulo de Interface deberá poseer dimensiones compactas.
- Temperatura de operación de 70° C.
- En caso de que el módulo de medición esté separado del módulo de interface, estos deberán interconectarse a partir de protocolos de comunicación estándares conforme ítem 4.12

4.5. Regulador Electrónico de Tensión

El conmutador de tensión bajo carga deberá ser suministrado con un regulador electrónico de tensión el cual será utilizado para el control automático de los cambiadores bajo carga, el regulador electrónico de tensión deberá ser del tipo AVR, Tapcon, u otro similar en su última versión, con las siguientes características o funciones mínimas:

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

- Soportar la temperatura máxima de operación de clase industrial de 70°C.
- Poseer Display Local
- Ajuste de tensión de referencia de 85 a 125V.
- Ajuste del rango de insensibilidad de 0 a 10% de la tensión de referencia.
- Selección del modo de temporización lineal o inversa.
- Ajuste de la temporización de operación de 0 a 180 segundos.
- Selección de la manera de compensación de caída en la línea entre los métodos
- Resistencia-Reactancia e Impedancia.
- Protecciones para el cambiador bajo carga incorporadas: Sobrecorriente, Subtensión y sobretensión.
- Alimentación auxiliar de 110 Vcc $\pm 10\%$, sin el uso de convertor externo.
- Display alfanumérico con textos indicativos para facilitar la parametrización, consulta de parámetros y consulta de mediciones eléctricas.
- Indicación en display de las siguientes mediciones, por lo menos:
 - Tensión del transformador.
 - Tensión en la carga (considerando la caída de tensión en la línea).
 - Desvío porcentual de la tensión medida en relación a la referencia.
 - Corriente de carga.
 - Carga porcentual del transformador.
 - Potencia activa.
 - Potencia reactiva.
 - Potencia aparente.
 - Tensión en el secundario del TP.
 - Corriente en el secundario del TC.
 - Frecuencia y Factor de potencia.
- Dos niveles de tratamiento de parámetros ajustados:
 - Nivel de Consulta, bloqueo para alteraciones accidentales en los parámetros.
 - Nivel de Edición, con posibilidad de alteración de parámetros.
- Deberá haber un sistema de seguridad que impida el acceso accidental al Nivel de Edición.
- Dimensiones reducidas, a fin de posibilitar su instalación en paneles existentes en la sala de control de la subestación.
- Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12.
- Asistente de mantenimiento del conmutador, con cálculos e indicaciones de:

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">ANDE</div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 16/36 |
|--|--|-------|

- Número total de operaciones del conmutador desde el inicio de la operación;
- Número de operaciones del conmutador desde el último mantenimiento;
- Número de días restantes para el mantenimiento del conmutador por número de operaciones;
- Número de días restantes para el mantenimiento por sumatoria de la corriente conmutada.
- Programación del número de días faltantes para avisos de mantenimiento por número de operaciones o por sumatoria de la corriente conmutada.
- Función de regulación automática de tensión (relé 90), con seis (06) conjuntos de parámetros de regulación programables individualmente.
- Programación de banda horaria y día de la semana para selección automática de los seis (06) conjuntos de parámetros de regulación.
- Deberán ser presentados informes de aprobación en los siguientes ensayos de tipo, realizados por laboratorio reconocidos:
 - Tensión del Impulso 5kV 1,2/50ms conforme IEC 60255-5.
 - Tensión de Irrupción 2,5kV 1MHz conforme IEC 60255-6.
 - Rigidez Dieléctrica 2kV 1 minuto conforme IEC 60255-6.
 - Compatibilidad Electromagnética conforme IEC 61000-4-3.

El regulador de tensión deberá suministrarse en forma independiente pero deberán estar preparados bornes terminales en la regleta interior del gabinete de control para el cableado de los bornes secundarios del transformador de tensión, con su respectiva llave termomagnética.

Los transformadores de corriente deberán estar incorporados en el transformador de potencia.

Los de tensión que alimentan al regulador automático de tensión, podrán ser externos, los mismos forman parte del suministro y con las siguientes características:

$$\text{Relación: } \frac{23.000}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}} - 110 \text{ V}$$

Precisión $\leq 1,00$ y Prestación $\geq 15 \text{ VA}$

La posición del conmutador de tensión debe ser indicada, localmente a través de un equipo pudiendo este ser el equipo de Supervisión de Paralelismo Síncrono o el propio regulador de tensión.

La tensión auxiliar deberá ser de 110 Vcc de manera que permita su telecomando subir o bajar la posición del tap en caso de fuera de servicio total de la Subestación.

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 17/36 |
|--|--|-------|

4.6. **Supervisor de Paralelismo**

El control de paralelismo de transformadores de potencia debe ser efectuado por el método Maestro-Seguidor, por medio de equipo microprocesado (Supervisor de Paralelismo). El Supervisor de Paralelismo debe ser proveído para la instalación en la sala de control de la Subestación de forma independiente e instalado en el panel del transformador, conforme definido específicamente para cada proyecto.

El Supervisor de Paralelismo debe poseer las siguientes características y funciones.

- Indicación de la posición de TAP de su respectivo cambiador bajo carga, por medio de display digital del tipo LED o similar;
- Sistema modular, o sea, un equipo Supervisor de Paralelismo por cada cambiador.
- Sistema expansible, por lo menos hasta para hasta 4 transformadores o 4 bancos de transformadores en paralelo. La expansión debe ser efectuada apenas con conexión de la puerta de comunicación serial de los nuevos supervisores a la red de comunicación, por medio de un par trenzado, o por medios ópticos, si la tecnología ofertada así lo requiere.
- La medición de TAP's será efectuada por medio de tres cables conectados a la corona potenciométrica del cambiador bajo carga. Deberá haber chequeo de consistencia de esta medición, de forma que sea posible detectar e indicar cualquier defecto en la corona potenciométrica o cualquier mal contacto en los cableados. Deberá haber también compensación automática de la resistencia de los cableados de la corona potenciométrica al Supervisor de Paralelismo (en caso de ser suministrado este dispositivo).
- Retransmisión de la posición del cambiador bajo carga por medio de salida de corriente, seleccionable proporcional a la posición del cambiador.
- Control del cambiador bajo carga por medio del panel frontal del Supervisor de Paralelismo (si fuere suministrado), que incluirá las selecciones Maestro-Seguidor-Individual y Manual- Automático, Así como el comando manual Subir/Bajar.
- El Supervisor de Paralelismo debe poseer indicación de las condiciones de programación del Maestro-Seguidor-Individual y Manual Automático;
- Cada unidad del Supervisor de Paralelismo debe poseer dimensiones reducidas, de manera de posibilitar su instalación en paneles existentes en la sala de control de la Subestación.
- Entradas, para la conexión de contactos secos para las programaciones remotas del Maestro-Seguidor-Individual y Manual-Automático y para los comandos remotos Subir/Bajar tap, relés de alarmas por Supervisor de Paralelismo para indicar las diversas condiciones de error que pueden estar presentes, con indicación simultánea de la condición del error en el display. Debe ser prevista la los siguientes errores en los Supervisores de Paralelismo:
 - Error de sincronismo.

| | | | | |
|-----------|----------|---------|--------|----------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 18/36 |
| <ul style="list-style-type: none"> - Error de comunicación. - Error de programación. - Error de lectura del tap. <ul style="list-style-type: none"> • Alimentación de 110 Vcc \pm 10 %, sin converso externo; Los Supervisores de Paralelismo deberán ser totalmente configurables, permitiendo la selección de tipo de aplicación utilizada (transformadores trifásicos o bancos trifásicos formados por transformadores monofásicos), el tipo de indicación de tap, la cantidad de posiciones, la resistencia por paso de la corona potenciométrica etc. • En caso de bancos de transformadores monofásicos, deberá ser posible la operación Automática de los conmutadores de manera conjunta, en sincronismo, o la operación Manual de modo conjunto, en sincronismo, o todavía, para efectos de mantenimiento o pruebas, la operación Manual de cada fase separadamente, siendo condición necesaria para este última manera de operación que el banco este de manera Individual. • Los bornes de conexión de los cables deberán permitir fácil mantenimiento. • En caso de transformadores o bancos de transformadores previstos para operación con transformadores o bancos existentes, deberán estar incluidos en la provisión los Supervisores de Paralelismo para los equipos existentes (uno por cambiador), así como las coronas potenciométricas para la instalación en los cambiadores bajo carga, en caso de que los mismo no tengan. • Cuando los transformadores estuviesen seleccionados para operar en paralelo, los comandos de cambio de tap deberán ser emitidos por los Supervisores de Paralelismo simultáneamente para todos los cambiadores bajo carga. • Podrá estar disponible una puerta serial para todo el sistema de paralelismo. Deberán ser presentados relatorios de aprobación en los siguientes ensayos de tipo, realizados por laboratorios reconocidos: <ul style="list-style-type: none"> - Tensión del impulso 5kV 1,2/50ms conforme IEC 60255-5. - Tensión de Irrupción 2,5kV 1Mhz conforme IEC 60255-6. - Rigidez Dieléctrica 2kV 1 minuto conforme IEC 60255-6. - Compatibilidad Electromagnética 26 a 1,89 GHz y 10V/m conforme IEC 61000-4-3. - Descarga Electrostática 8kV aire y 6kV conforme IEC 61000-4-2. - Secuencia de Irrupciones Rápidas 2kV en las entradas/salidas conforme IEC61000-4-4 - Ciclo Térmico conforme IEC 60068-2-14 - Vibración conforme IEC 60255-21-1 | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 19/36 |
|--|--|-------|

4.7. Monitor del Conmutador de Tensión bajo Carga

El conmutador de tensión debe equiparse con un dispositivo para monitoreo del torque del mecanismo del conmutador. Deberá poseer las siguientes funciones y características:

- Efectuar el monitoreo y diagnóstico del comportamiento del torque de operación del conmutador bajo carga, con el objeto de detectar problemas mecánicos en el mismo.
- Entradas para medición de tensión y para la medición de la corriente del motor del OLTC, con modo de medición programable trifásico o monofásico.
- Mediciones de corriente a través de TCs tipo ventana de núcleo partido, facilitando la instalación y mantenimiento.
- Oscilografía de corrientes, tensiones y potencia consumida por el motor durante las operaciones.
- Capacidad de registro de oscilografías de operaciones subsecuentes del conmutador sin pérdida de ninguna conmutación, aunque el intervalo entre ellas sea próximo de cero.
- Memoria de masa para almacenamiento de las oscilografías de las últimas operaciones del OLTC.
- Monitoreo de la energía consumida por el motor durante la operación, con emisión de alarmas por energía consumida alta o baja.
- Cálculo del comportamiento del torque del motor del conmutador, durante la operación, comparándola con el comportamiento típico del conmutador, con emisión de alarmas por comportamiento por encima o debajo del típico.
- Función de aprendizaje automático del comportamiento típico del torque del conmutador, eliminando la programación manual del comportamiento típico
- Verificación de la corriente de arranque del motor, con emisión de alarmas por corriente alta.
- Comportamiento del tiempo típico para operación del conmutador, con emisión de alarmas por tiempo alto o bajo.
- Registro de las tensiones mínimas y máximas en el motor durante la conmutación, con emisión de alarmas por tensiones altas o bajas.
- Relés de alarmas programables.
- Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12.

4.8. Monitores de Humedad

Cada transformador de potencia debe ser proveído con un Monitor de Humedad en Aceite, en el compartimiento de aceite del conmutador bajo carga. Los Monitores de Humedad deberán poseer las siguientes funciones de medición on-line:

- Porcentaje de saturación del agua (humedad relativa) en el aceite aislante (0...100%);

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 20/36 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de saturación de agua convertido a una temperatura de referencia seleccionada por el usuario. • Tenor de agua en el aceite en partes por millón (ppm), calculado a partir de las mediciones de porcentaje de saturación de agua y temperatura del aceite; • Tendencia de evolución (aumento o reducción) del tenor de agua en el aceite en ppm por día (ppm/24h); • Temperatura del aceite aislante en el punto de medición de humedad relativa (0...120°C). <p>Para los cálculos de las mediciones arriba indicadas, el Monitor de Humedad debe poseer las constantes de solubilidad de agua en aceite programables por el usuario. Contará con medición de temperatura ambiente.</p> <p>El Módulo de Interface debe tener:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Display de fácil lectura • Contactos de salida, programables para indicación de alarmas relacionados a niveles altos o muy altos de las variables o parámetros medidos, falla interna por medio de su sistema de auto diagnóstico, y/o falta de tensión de alimentación. • Ajustes locales y remotos de todas las alarmas y parámetros de operación. • Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12. • Deberá poseer un reloj de tiempo real y memoria de datos no volátil para las mediciones efectuadas por el equipo y los eventos ocurridos (alarmas), juntamente con el horario de la medición o evento. • El Módulo de Interface debe poseer dimensiones compactas y puede ser alimentado con 110 Vcc \pm 10%, sin convertidores externos. El sistema será apto para climas tropicales. <p>Deberán ser presentados informes de aprobación en los siguientes ensayos de tipo, realizados por laboratorios reconocidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inmunidad a Sobretensiones 1kV/2kV conforme IEC 61000-4-5: • Inmunidad a Transitorios Eléctricos 2,5 kV 1,1 MHz conforme IEC 60255-22-1 • Tensión de Impulso 5kV 1,2/50 conforme IEC 255-5 • Tensión de Irrupción 2,5kV 1MHz conforme IEC 255-6 • Rigidez Dieléctrica 2kV 1 minuto conforme IEC 255-6. • Inmunidad a Campos Electromagnéticos Irradiados 1000MHz 10V/m conforme IEC 61000-4-3 • Inmunidad a Perturbaciones Electromagnéticas Conducidas 0,15-80MHz 10 V/m conforme • IEC 61000-4-6 | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 21/36 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Descargas Electrostáticas 8kV –aire / 6kV – contacto conforme IEC 60255-22-2 • Inmunidad a Transitorios Eléctricos Rápidos 4 kV conforme IEC61000-4-4. Ensayo • Climático conforme IEC 60068-2-14 • Respuesta y Resistencia a la vibración 3 ejes conforme IEC 255-21-1 <p>4.9. <u>Dispositivo de Monitoreo de Gas y Humedad</u></p> <p>Deberá poseer las siguientes funciones y características:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medición de Gases: Acetileno (C2H2), Hidrógeno (H), Etileno (C2H4), Etano (C2H6), Metano (CH4) Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Carbono (CO2), Nitrógeno (N2), Oxígeno (O2). • Porcentaje de saturación del agua (humedad relativa) en el aceite aislante (Relativo 0 %...100% y absoluto 0 ppm ... 100 ppm; • Tendencia de evolución del tenor de agua en el aceite en ppm por día (ppm/24 hs); • Muestreo continuo del aceite con intervalos de análisis de gases seleccionable por el usuario; • Capacidad de almacenamientos de los parámetros medidos en memoria física; • Alarmas para cada gas individual; • Contactos de salida de relés para alarmas de los parámetros medidos; • Contactos de salida de relés para señalización por falla de alimentación o falla interna <p>El dispositivo deberá cumplir mínimamente con los siguientes requisitos mínimos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparado para ambiente de Subestación con temperatura de Operación máxima +55°C; • Entrada disponible para Tensión de Alimentación 110 Vcc ± 10 % sin convertor externo; • Deberá contar con interfaces de comunicación y soportar protocolos estándares conforme especificado en el ítem 4.12. • Deberá ser proveído con un software para PC el cual permita descargar, mostrar gráficos, trazar tendencias y análisis de resultados y una descarga automática de datos en intervalos configurables. • La conexión del dispositivo con la cuba deberá ser realizada a través de una o más válvulas esféricas el cual servirá para aislar el dispositivo de la cuba en caso necesario, sin posibilidad de pérdida de aceite, además deberá tener contactos de relé para alarmas programable por el usuario sea localmente o remotamente. • El funcionamiento del dispositivo de monitoreo de gas y humedad no dependerá de insumos o repuestos que deban ser cambiados periódicamente, su funcionamiento | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 22/36 |
|--|--|-------|

debe ser autónomo permanentemente por este motivo no se aceptarán dispositivos que utilicen gases de arrastre o calibración.

- Índice de Protección: IP 55.

4.10. **Monitoreo de Eventos y Alarmas**

Deberá ser equipado con un sistema de supervisión e indicación de eventos, tales como alarmas, desconexiones y señalizaciones en general, a ser reportados al Controlador de Bahía de la posición del transformador, al sistema SCADA, y eventualmente al Concentrador de Datos.

Estos eventos podrán ser reportados ya sea a través de comunicación directa, por protocolo, de cualquiera de los sensores del sistema con el Procesador de Monitoreo Central (ver Figura 1), o a través de contactos secos de los equipos de protección y supervisión del transformador, como por ejemplo relé buchholz, válvula de alivio de presión, relé de sobrepresión del conmutador bajo carga, indicadores de nivel de aceite, sensores de temperatura de aceite y bobinado, etc.

Para los casos en que los sensores individuales no cuenten con medios de comunicación directa por protocolo, el sistema deberá incorporar un módulo de adquisición de datos digitales, el cual se hallará integrado en un rack dentro de la caseta de control;

- **Módulo de adquisición de datos:** con entrada para contactos secos. Los módulos de adquisición de datos serán instalados en el interior del panel de control del transformador, fijados en rieles padrón DIN de 35 mm.
- Recibirá los contactos secos provenientes de los dispositivos de protección, supervisión y control del transformador (que no posean comunicación directa vía protocolo), y digitalizará tales informaciones disponibilizándolas a partir de interfaces y protocolos de comunicación conforme al ítem 4.12, dependiendo de la tecnología del fabricante También efectuará la memorización de actuación de estos contactos (latcheado), de manera que incluso una actuación momentánea de los mismos sea detectada y transmitida para el módulo de procesamiento de monitoreo.

Deberá ser posible la integración y reporte de todas las señalizaciones de alarma, eventos e indicaciones relacionadas a la medición de parámetros del transformador, regulación de tensión, paralelismo, etc., conforme a la tecnología y arquitectura propuesta.

Se deberá suministrar un sistema con un mínimo de 8 entradas libres de contactos secos para uso futuro de la ANDE.

- **Transmisión de las Alarmas y Señalizaciones:** Las señales colectadas y digitalizadas por el módulo de adquisición de datos así como las generadas y transmitidas directamente por protocolo por los sensores individuales que posean dicha capacidad, deberán ser reportadas por algún protocolo conveniente al Procesador de Monitoreo, el cual actuará de Gateway de comunicaciones

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

posibilitando que tales eventos y alarmas puedan ser transmitidos, preferentemente vía IEC 61850, al IED del Control de Bahía de la posición del transformador, al sistema SCADA y eventualmente al Panel Concentrador de Datos (EE.TT. 32.00.03).

Todas las partes integrantes del sistema de monitoreo de eventos y alarmas deberán operar a partir de una alimentados en una tensión de 110 Vcc ± 10%, sin conversor externo.

4.11. Sistema de Monitoreo en Tiempo Real

4.11.1. Arquitectura orientativa

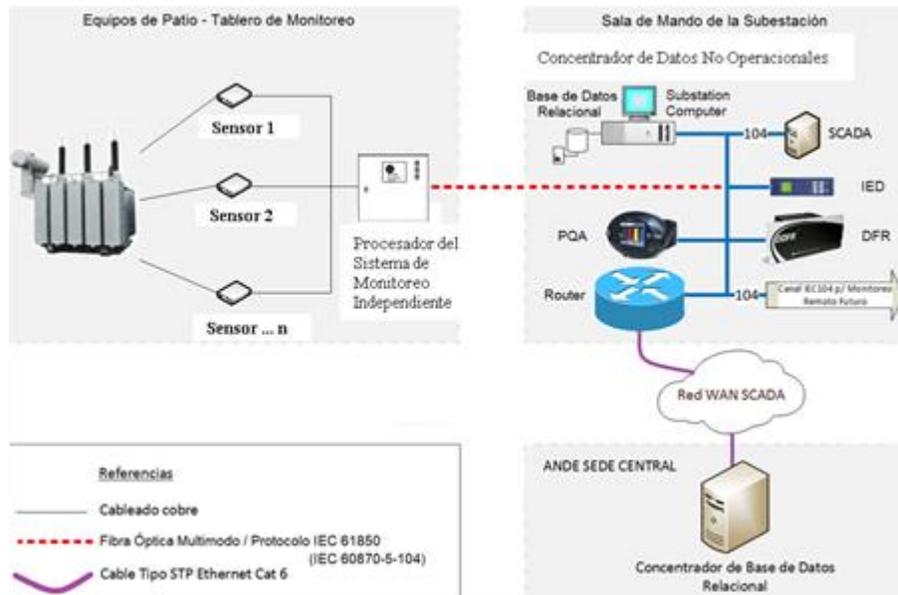


Figura 1: Arquitectura referencial del sistema solicitado

- Cada transformador debe tener su Procesador del Sistema del Monitoreo independiente, no serán aceptadas las arquitecturas con Maestro/Esclavo.
- El Procesador de Sistema de Monitoreo se encargará de obtener y almacenar datos en línea e históricos, realizar procesamiento y diagnóstico, ser la interfaz de comunicación con aplicaciones de niveles superiores, generar páginas web basadas en HTML5 a través de un servidor web interno
- El Procesador del Sistema del Monitoreo independiente deberá incluir modelos avanzados implementados en el sistema usando algoritmos basados en estándares/normas y basados en el conocimiento del fabricante en el campo de transformadores.
- Deberá poder sincronizarse al reloj de tiempo real de la Subestación (IRIG-B y/o SNTP), a fin de realizar la datación de alarmas / eventos.

| | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|

| | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 24/36 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de datos (buffer) no volátil para permitir el reenvío de información en caso de pérdida de comunicaciones. • El Procesador del Sistema del Monitoreo deberá incluir una memoria adicional para tener una copia de respaldo de los datos históricos. • El Procesador del Sistema del Monitoreo permitirá la correlación de datos entre diferentes componentes del transformador como parte activa, pasatapas, CBC, sistema de refrigeración y auxiliares para fortalecer la detección de fallas en una etapa temprana y el diagnóstico • Deberá tener herramientas de auto-diagnóstico (whatchdog), supervisión del proceso de cálculo, supervisión de la base de datos históricos, supervisión de la capacidad de almacenamiento y disponibilidad de la memoria flash, detección de fallo de cableado para señales tipo 4-20 mA, RTD y de voltaje • Deberá ofrecer criterios de redundancia (Con topología en anillo entre los transformadores, caso exista más de un transformador en la misma subestación) a fin de no representar un punto de falla crítico. • Todo los sensores que hacen al sistema de monitoreo del transformador deben ser integrables al Procesador del Sistema del Monitoreo independiente a ser suministrado. • Alimentación de 110 Vcc \pm 10 %, sin convertor externo • Protocolos de Conversión soportados (mínimos): <ul style="list-style-type: none"> - Protocolos Maestro/Servidor: Modbus-RTU, Modbus/TCP, DNP3, DNP3/TCP, IEC 61850, IEC 60870-5-101/104. • Opciones de Hardware de Conectividad a ser soportados (mínimos): <ul style="list-style-type: none"> - 2 x conector óptico Ethernet multimodo - 1 x conector óptico serial multimodo + 1 x conector óptico Ethernet multimodo - 1 x conector Ethernet RJ45 - 1 x conector para mantenimiento local (USB, RS232, RS 485), este cable deberá ser proveído por el fabricante. <p>Licencias de configuración y administración del equipo incluidas.</p> <p>4.11.2. Software de Monitoreo y Diagnóstico Histórico de Transformadores</p> <p>El software (aplicativo) de Monitoreo y Diagnóstico deberá estar embebido en el Procesador del Sistema de Monitoreo del Transformador y tendrá las siguientes funcionalidades mínimas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El sistema de monitoreo deberá permitir la integración de varios tipos de sensores DGA desde analizadores simples a multigas (de acuerdo a lo indicado en el punto 4.9) • Deberá poder obtener el valor de la corriente de carga a partir de un CT interno del transformador • Deberá incluir un sensor de temperatura ambiente integrado • Deberá ser capaz monitorear los siguientes valores: <ul style="list-style-type: none"> • Potencia aparente • Factor de carga | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

- Corriente de carga
- Sobrecorrientes
- Temperatura superior del aceite
- Temperatura Hot spot conforme al modelo térmico
- Temperatura Hot spot conforme a IEC 60076-7 (o IEC 60354)
- Contenido de gas en aceite
- Gradiente de gas en aceite
- Contenido de agua en aceite [ppm]
- Actividad de agua [%]
- Humedad en el papel
- Temperatura de burbujeo
- Margen de seguridad de burbujeo
- Tensión de ruptura del aceite aislante
- Tasa de envejecimiento conforme a IEC 60076-7 (or IEC 60354)
- Tasa de envejecimiento media en los últimos 30 días
- Consumo de vida útil en el último año
- Consumo total de vida útil
- Capacidad de sobrecarga
- Tiempo de sobrecarga de emergencia
- Pérdidas actuales del transformador
- Estado de dispositivos de protección como relé Buchholz, indicador de nivel de aceite, dispositivo de alivio de presión, etc.

MONITOREO DE BUSHINGS (de acuerdo a lo indicado en el punto 4.4)

- El sistema de monitoreo podrá monitorear pasatapas de tipo capacitivo
- El modelo de monitoreo de pasatapas estará totalmente integrado en el Procesador del Sistema del Monitoreo independiente,
- Deberá ser capaz monitorear los siguientes valores:
- Tensiones operacionales medidas directamente en el test tap de los pasatapas
- Sobretensiones transitorias directamente en el test tap de los pasatapas (hasta 1.2/50 micro segundos impulso de tipo rayo)
- Cambio de capacitancia
- Corrientes de desplazamiento capacitivas

MONITOREO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

- El sistema de monitoreo podrá monitorear de forma individual en estado de ventiladores y bombas de forma individual mediante entradas digitales
- Deberá ser capaz monitorear los siguientes valores:
- Estado de operación de ventiladores y bombas de forma individual
- Tiempo de operación de ventiladores y bombas de forma individual
- Temperatura del medio refrigerante
- Eficiencia de refrigeración (resistencia térmica Rth)

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">ANDE</div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 26/36 |
|--|--|-------|

MONITOREO DEL COMUTADOR BAJO CARGA (CBC)

- El modelo de monitoreo del cambiador de tomas bajo carga estará totalmente integrado al Procesador del Sistema del Monitoreo independiente.
- La evaluación de la condición mecánica del CBC se basará en la medida del consumo de potencia activa del motor accionador del CBC
- Deberá ser capaz monitorear los siguientes valores:
- Posición actual y anterior del CBC
- Tiempo de la última operación del CBC
- Número de operaciones del CBC
- Número de operaciones del pre-selector/selector
- Suma de corriente conmutada
- Torque del CBC
- Número de operaciones hasta servicio
- Suma de corriente conmutada hasta servicio
- Tiempo de corriente de avalancha
- Tiempo de conmutación del CBC
- Estado de dispositivos de protección y control

El sistema requerido busca aumentar la disponibilidad operativa de los equipos de alta tensión por medio del monitoreo de los datos históricos (con acceso online), sirviendo de auxilio al diagnóstico ante la ocurrencia de fallas. Así mismo permitirá la integración de datos fuera de línea (análisis químicos y físicos realizados en laboratorio) para permitir correlacionar los datos en línea con los datos fuera de línea y de esta manera tener acierto en el diagnóstico y acciones correctivas, preventivas o predictivas a ser desarrolladas. Así, el servidor instalado en la sala de control de la subestación deberá también tener acceso a las funcionalidades de monitoreo y diagnóstico, incluyendo la emisión de alarmas, provisión y almacenamiento de datos históricos del monitoreo presentados en una interfaz web server amigable al operador. El formato de acceso a los datos almacenados (históricos), no operacionales y de alarmas, será consensuado con ANDE.

4.12. Interfaces y protocolos de comunicación

Las interfaces de comunicación deberán soportar protocolos de comunicación estándares utilizadas en el sector eléctrico ya sean estas seriales o basadas en TCP/IP, a citar IEC61850, DNP3, MODBUS IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104. (No serán aceptados protocolos propietarios). La cantidad de interfaces dependerá de la tecnología propuesta y como mínimo deben ser suficientes para comunicarse con el Procesador del Sistema de Monitoreo del Transformador, a los dispositivos de indicación remota conforme lo requerido en la presente especificación, así como para la parametrización de los equipos en forma local y remota.

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | |
|--|--|-------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | 27/36 |
|--|--|-------|

4.13. **Equipos de red e interconexión de equipos**

También comprenderá la provisión de todas las equipos de red, interfaces, convertidores, cables, pathcord u otros dispositivos o accesorios necesarios para la interconexión de los sensores, monitores, concentrador, PC Servidor de monitoreo, equipos de patio, interfaces de transformador, etc. De proveerse equipos de red, estos deben ser robustos, de tipo industrial, con alimentación DC de 110V para uso en instalaciones eléctricas

Se deberá suministrar una interconexión física entre el gabinete del transformador donde estará instalado el Procesador del Sistema de Monitoreo del Transformador y el panel correspondiente al Concentrador de Datos No Operacionales ubicado en la Casa de Control, consistente en aproximadamente cien metros (100 m) de cable de Fibra Óptica multimodo, con las correspondientes protecciones mecánicas y anti-roedor, para su instalación en ductos o canaletas, con un mínimo de 12 pelos de FO con sus respectivos dispositivos de interconexión óptica. (Observación: esta interconexión deberá efectuarse indefectiblemente vía fibra óptica, no se aceptará otro medio físico).

4.14. **Alcance del Suministro del Sistema de Monitoreo de Transformadores**

El fabricante del transformador será el responsable final del montaje, cableado, comisionamiento y puesta en servicio del Sistema de Monitoreo de Transformadores. El suministro comprenderá todo el hardware y software necesario, a citar: software aplicativo del Sistema de Monitoreo (licencia runtime y desarrollo a nombre de ANDE), con las correspondientes licencias de Sistemas Operativos y la aplicación de datos (por ejemplo la inclusión de un nuevo transformador en la subestación u otros equipos de maniobra). Con relación al hardware a ser suministrado, la provisión deberá incluir el montaje y la puesta en marcha de todos los equipos descritos precedentemente (sensores, monitores, convertidores de protocolos, fibras, etc.) abarcando además todos los equipos detallados dentro de la Especificación del panel del Concentrador de Datos No Operacionales (EETT Nº 32.00.03 en su edición más reciente), a ser instalado dentro de la sala de mando, y que se resume a seguir: computador de subestación rackeable, rack metálico, impresora de chorro de tinta. El fabricante deberá igualmente proporcionar el debido entrenamiento al personal técnico de Mantenimiento (y Operación) con relación a todo hardware y software implementado, para lo cual, previamente, deberá hacer entrega de toda la documentación impresa y formato digital concerniente a tales sistemas.

4.15. **Indicadores de nivel de aceite**

- a. Indicador ubicado en el tanque conservador del aceite con contactor para alarma y desconexión.
- b. Indicador de nivel de aceite con contactos para alarma y desconexión del conmutador bajo carga.

| | | | | |
|-----------|----------|---------|--------|----------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

4.16. Válvulas

- a. Válvula de alivio de presión, calibrada a 0,7 kg/cm², con contactos de desconexión
- b. Válvula esfera de drenaje de 2" con brida
- c. Válvula para muestro del aceite
- d. Válvulas esfera de 2" para hacer vacío en la cuba
- e. Válvulas esfera de entrada y salida de 2" con brida para conexión a manguera de 2" para tratamiento del aceite
- f. Válvula para el dispositivo de monitoreo de gas y humedad
- g. Manilla para la operación manual de cambiador de derivaciones.
- h. Válvulas para el sistema de protección contra explosión e incendio:

4.17. Placa de Identificación

Placa de acero inoxidable de identificación con leyendas en español que contenga los datos de indicaciones especificadas en la norma IEC-60076. Deberá además indicarse en la placa, lo siguiente: LPI ANDE N°, O.C: N° [indicar el número de la Orden de Compra

4.18. Conectores de potencia

Los mismos están incluidos en el suministro y son los siguientes:

| Descripción | Conductor | Salida |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Alta tensión | 600 a 1000 MCM-AI | horizontal/ vertical |
| Neutro A.T | 4/0 AWG a 500 MCM –Cu | horizontal/vertical |
| Pararrayos A.T | 600 a 1000 MCM- AI | horizontal/vertical |
| Baja tensión | 900 a 1300 MCM - AI | horizontal/vertical |
| Neutro B.T | 4/0 AWG a 500 MCM-Cu | horizontal/vertical |
| Pararrayos B.T | 900 a 1300 MCM – AI | horizontal/vertical |
| Pararrayos (tierra) | 4/0 AWG a 500 MCM-Cu | horizontal/vertical |

Los conectores serán de diseño apropiado y el fabricante deberá enviar los diseños para ser aprobados por la ANDE, así como los ensayos técnicos correspondientes a los conectores de potencia.

4.19. Terminales para Puesta a Tierra

Terminales para conexión a tierra de la cuba para cable 4/0 AWG a 500 MCM

5. UBICACIÓN DE LOS ACCESORIOS

En croquis adjunto se indica la posición que preferentemente deberán tener los accesorios.

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 29/36 |
| <p>6. <u>LUGAR DE MONTAJE DEL TRANSFORMADOR</u> El transformador será instalado en un patio exterior y contará con una fosa remota separadora de aceite.</p> <p>7. <u>REPUESTOS COMPLEMENTARIOS Y HERRAMIENTAS</u> El suministro incluirá, los repuestos y herramientas.</p> <p>8. <u>ACABADO Y PINTURAS</u> Todas las superficies tanto externas como internas deberán ser limpiadas en lo posible con chorro de arena de manera que se presenten libres de oxidación y otras impurezas, y no deben presentar ningún tipo de rebabas o rugosidad. Serán pintadas luego de la limpieza las superficies exteriores con una capa de imprimante (wash-primer) o aceite humectante, luego dos (2) capas de pintura anticorrosiva y dos (2) capas de pintura de poliuretano, de 3 y 4 milésimas respectivamente, dando un total de 7 milésimas, en el color correspondiente al RAL 7047. Todas las superficies internas se limpiarán hasta brillo metálico y se pintarán con dos capas de pintura anticorrosiva a base de resina epóxica de color blanco. El mismo tratamiento se aplicará a los elementos metálicos internos de sujeción antes de su fijación a la cuba. Las partes o piezas de hierro en que sea técnicamente recomendable aplicar pintura y que están sujetas a corrosión deberán ser sometidas a galvanización en caliente de acuerdo a las normas ASTM o ABNT.</p> <p>9. <u>INSPECCIÓN Y ENSAYOS</u></p> <p>9.1. <u>Inspección visual</u> La inspección visual será hecha en todos los equipos objeto de esta especificación y sus embalajes.</p> <p>9.2. <u>Ensayos de control de calidad de materia prima</u> Deberán ser realizados ensayos según las prescripciones de las normas ASTM, en los siguientes materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cobre - Chapas de acero al silicio - Materiales aislantes | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 30/36 |
| <p>9.3. <u>Ensayos de rutina</u></p> <p>Los IEDs y sensores deben ser diseñados, construidos y probados específicamente para uso en condiciones adversas de patios de subestaciones, de forma de soportar sin daños la realización de los ensayos dieléctricos en el transformador y/o bushings (tensión aplicada, tensión de impulso, etc.) con los IEDs completamente instalados y conectados a los transformadores. El proveedor deberá Presentar documentación que compruebe que los IEDs hayan sido probados en esas condiciones, en ensayos de transformadores con nivel de tensión no menor a 220 kV. Antes de iniciar los ensayos de rutina el transformador deberá estar completamente montado con todos sus accesorios esto es, aisladores, radiadores, gabinetes (cableado con todos los IEDS), sensores, tuberías, válvulas, tanque de reserva.</p> <p>Los siguientes ensayos de rutina serán realizados a cada transformador de acuerdo a las normas mencionadas en esta especificación en presencia de inspectores de la ANDE.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medida de resistencia óhmica de los devanados • Ensayos de relación de tensiones • Medida de resistencia de aislación • Ensayos de polaridad • Ensayos de desplazamiento angular • Ensayo de secuencia de fases • Medidas de pérdidas (en vacío, en carga y totales) • Ensayo de corriente de excitación • Ensayo de tensión en corto circuito • Ensayos de rigidez dieléctrica • Ensayo de impulso • Ensayos de descargas parciales • Ensayos de tensión inducida y aplicada • Ensayos de magnetización del núcleo. • Ensayos de relación y exactitud de los transformadores para instrumentos • Ensayos de funcionamiento del conmutador • Medición de capacitancia en aisladores y factor de potencia de los devanadores, aisladores. • Resistencia de la aislación de los devanados, aisladores y núcleos. • Prueba de estanqueidad de cada transformador completo. Se aplicará una sobrepresión 6.25 libras/pulg² (0,5 kg/cm²) medida en la parte superior por un periodo de 24 hs. • Prueba de vacío haciendo la correspondiente verificación de deformaciones • Ensayos de control operación y calibración de los accesorios. • Ensayo de transferencia de datos. • Ensayo de funcionalidad de todos los IEDs y sensores de monitoreo. • Ensayos de Saturación de los Transformadores de Corriente. | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

- Análisis de Respuesta en Frecuencia (FRA – Frequency Response Analysis).

9.4. **Ensayos de tipo**

Los siguientes ensayos de tipo deberán ser realizados en una sola unidad de acuerdo a las normas mencionadas en esta especificación y en el punto 9 en presencia de Inspectores de la ANDE.

- Ensayo de Calentamiento (Heat Run), más medición grado de polimerización después de determinar constante de tiempo y ensayo del factor HOT SPOT, incluyendo reporte de imagen térmica (Termovisión).
- Medición de la impedancia de secuencia cero.
- Medición del nivel de ruido de acuerdo a lo indicado en las normas.
- Medición del nivel radio interferencia de acuerdo a lo indicado en las normas.
- Medición de la adherencia y camada de la pintura.

9.5. **Cronograma de ensayos y laboratorio de ensayos**

Para la realización de los ensayos en fabrica con presencia de los inspectores de ANDE deberán ser enviados previamente el cronograma de todos los ensayos a ser realizados con la identificación de los instrumentos de medición debidamente calibrados. Los laboratorios para la realización de los ensayos deben ser adecuados y debidamente equipados y certificados con normas internacionales.

El fabricante presentará en la etapa del WORKSTATEMENT un cronograma detallado de los ensayos con fechas establecidas (con la lista detallada de ensayos de rutina y de tipo ordenados secuencialmente), este documento formará parte de la documentación para aprobación. En general, de manera indicativa y no limitativa, los ensayos deberán cumplir con las siguientes normas:

- IEC 60060 "High-Voltage Test Techniques".
- IEC 60071 "Insulation Co-ordination".
- IEC 60076 "Power Transformers".
- IEC 60137 "Insulating Bushings for Alternating Voltages above 1.000 V".
- IEC 60156 "Insulating liquids - Determination of the breakdown voltage at power frequency - Test method",
- IEC 60168 "Tests on Indoor and Outdoor Post Insulators of ceramic material or glass for Systems with Nominal Voltage Greater than 1.000 V.
- IEC 60296 "Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and".

10. **DIRECCIÓN TÉCNICA ESPECIALIZADA DE MONTAJE**

El Proveedor deberá suministrar, para cada transformador, los servicios de una Dirección Técnica Especializada de Montaje, que estará compuesta por técnicos calificados y experimentados, en las siguientes cantidades mínimas:

| | | | | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|-----------------------|
| Preparado | Aprobado | Fecha | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
| K.A. | R.M.G. | 06/2020 | | |

| | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 32/36 |
| <ul style="list-style-type: none"> - Un técnico especializado en el montaje electromecánico del transformador: el cual será el responsable de supervisar y dirigir la instalación, las pruebas eléctricas y la puesta en servicio del transformador. La ejecución del montaje y de las pruebas quedará bajo responsabilidad de ANDE. - Un técnico especializado en el montaje de los componentes y sistema de monitoreo en tiempo real. La instalación, prueba y puesta en servicio del sistema de monitoreo, como un todo, será responsabilidad del Proveedor. - El proveedor a través de su representante de ser necesario deberá disponer de un traductor en campo, que facilite la comunicación y la labor del técnico especialista. <p>11. <u>CURSO DE ENTRENAMIENTO</u></p> <p>Una vez adjudicada y previo al suministro de los equipos en cuestión, en un plazo de cómo mínimo treinta (30) días antes de la entrega de los equipos en los depósitos de la ANDE, deberá realizarse en las instalaciones de ANDE, el entrenamiento correspondiente para la Operación y Mantenimiento del equipo adquirido. El Curso de Entrenamiento incluirá el manejo de todos los sensores, Procesador del Sistema de Monitoreo Independiente, destinados al futuro monitoreo en tiempo real del transformador, el conmutador bajo carga y equipos asociados, así como toda la parte relacionada con la Protección, Medición y Control del transformador.</p> <p>La Empresa adjudicada deberá solicitar a la ANDE y esta proveerá de la logística adecuada (salas de aula, proyectores, PC's, etc.), para que el curso impartido sea aprovechado al máximo por el personal de esta Institución.</p> <p>El curso será dictado para un mínimo de 20 personas del área técnica de la ANDE, el mismo deberá contar con una duración mínima de cuarenta (40) horas aula distribuidas en ocho (8) horas diarias.</p> <p>El curso está destinado al personal de las áreas de proyectos, supervisión, operación, mantenimiento y comunicación de la empresa.</p> <p>12. <u>NORMAS USADAS EN LA ESPECIFICACIÓN</u></p> <p>ANSI, IEC, DIN, ISO, NEMA, IEC 61869-1/2.</p> <p>13. <u>TOLERANCIA RESPECTO DE LOS VALORES GARANTIZADOS</u></p> <p>ANDE aceptará respecto de los valores garantizados las tolerancias indicadas en la norma IEC-60076</p> | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

| | | | |
|--|--|-----------------------------|-------------------------------------|
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: 100px; margin: 0 auto;"> ANDE </div> | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA Nº 04.16.10.58 | | 33/36 |
| <p>14. <u>EMBALAJE Y TRANSPORTE</u></p> <p>Cada transformador será transportado con los aisladores y accesorios desmontados y embalados separadamente del cuerpo principal del transformador. Deberá contar con Indicador de Impacto (Shock detector). El Indicador de impacto será ajustado para valores iguales o superiores a 3 G, en los tres ejes ortogonales del transformador, y caso posea registrador de temperatura deberá ser ajustado para valores iguales o superiores a 40° C.</p> <p>El embalaje de los aisladores deberá tener base metálica.</p> <p>El aceite deberá ser transportado separadamente en tambores similares de metal y la cuba será entregada con nitrógeno a presión. La presión del gas deberá mantenerse durante el proceso de transporte y deberá ser positiva, igual o mayor a 0,2 kgf/cm².</p> <p>El embalaje debe ser el adecuado para transporte marítimo y terrestre; debe ser tal que evite daños al equipo causado por golpes, corrosión, absorción de humedad, incluso manipulación poco cuidadosa. Cada bulto deberá tener una lista con el detalle del contenido (packing list) y deberá incluir facilidades para levantarlo mediante estrobo (slings).</p> <p>Cada bulto deberá tener claramente impresas las siguientes inscripciones: LICITACIÓN ANDE N°(número de la Licitación), LOTE N°(número del Lote). Los repuestos serán embalados en bultos independientes, que además de las inscripciones mencionadas en el párrafo anterior, deberán llevar la inscripción REPUESTOS.</p> <p>La madera a utilizarse para el embalado de los equipos y repuestos deben tener un tratamiento según requerimientos internacionales para el control de plagas, de manera a evitar el deterioro prematuro del embalaje. No se acepta el compuesto "Pentaclorofenol" y "Creosota", cumpliendo con las normas fitosanitarias internacionales de transporte y embalaje.</p> <p>El transporte, desestiba, carga y descarga hasta el destino final, es responsabilidad del proveedor.</p> <p>15. <u>DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</u></p> <p>El proveedor deberá suministrar toda la documentación que demuestre el cumplimiento integral a los requisitos de esta especificación técnica y definición de detalles del suministro, incluyendo, entre otros, la siguiente documentación técnica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseños dimensionales de vistas en planta y elevación con las dimensiones precisas. - Diseños de los radiadores y circuito hidráulico con las dimensiones y características. - Diseños de accesorios y terminales. - Diseños del Conmutador bajo carga. - Datos de Placa del Transformador. - Diseños del gabinete de control. - Esquemas funcionales del Gabinete de Control del transformador. - Esquemas funcionales del Conmutador bajo carga. | | | |
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C Fecha: 06/2024 |

- Planillas de cableado del gabinete de control y conmutador.
- Datos dimensionales de ingeniería del núcleo.
- Datos dimensionales de ingeniería de los radiadores.
- Lista de accesorios y materiales empleados.
- Fichas técnicas de los accesorios empleados, comprendiendo las características técnicas y comerciales de los mismos.
- Ensayos de Rutina y Tipo detallados según metodología de evaluación y resultados de los tests.
- Certificados de Prueba de la materia prima y otros accesorios empleados en la construcción del transformador.
- Curvas de magnetización del núcleo según los parámetros técnicos correspondientes.
- Lista de repuestos con las características técnicas y comerciales necesarias.
- Manual de operación y mantenimiento del transformador.
- Plano topográfico de cableado.
- Índice de todo lo listado más arriba.
- Cronograma detallado de ensayos con fechas establecidas.

16. LISTA DE ACCESORIOS

- 1- Pasante primario
- 2- Pasante secundario
- 3- Pasante Neutro BT
- 4- Descargador de Tensión
- 5- Contador de descargas
- 6- Tubo expulsor
- 7- Relé Buchholz
- 8- Respirador deshidratante a base de silicagel
- 9- Entrada superior para el llenado de aceite y filtrado
- 10- Gabinete de control
- 11- Estanque conservador de aceite
- 12- Radiadores
- 13- Gabinete de cambiador bajo carga
- 14- Indicador del nivel de aceite
- 15- Indicador de temperatura del aceite
- 16- Indicador de temperatura de bobinados
- 17- Detector de temperatura, indicación remota
- 18- Dispositivo para muestreo del aceite
- 19- Válvula de drenaje y filtrado inferior
- 20- Placa de conexión a tierra
- 21- Ganchos para izar la tapa
- 22- Placa de características

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

ANDE

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

35/36

Nº 04.16.10.58

- 23- Apoyos de gato
- 24- Asas para izar el transformador
- 25- Asas para tirar el transformador
- 26- Válvula de cierre (shut off)
- 27- Ruedas

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

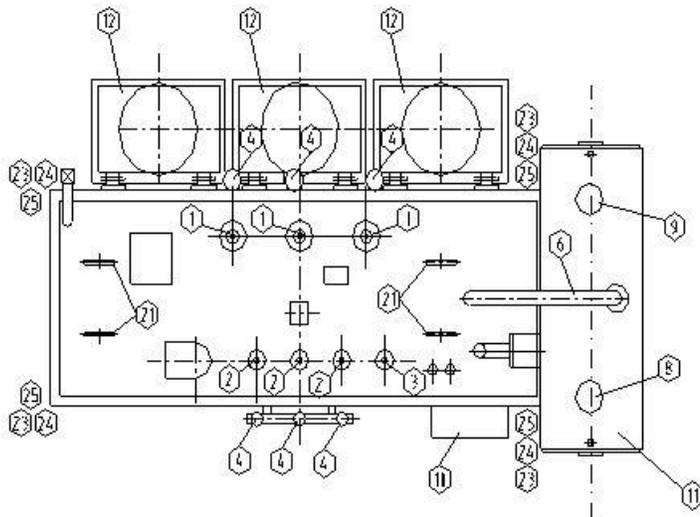
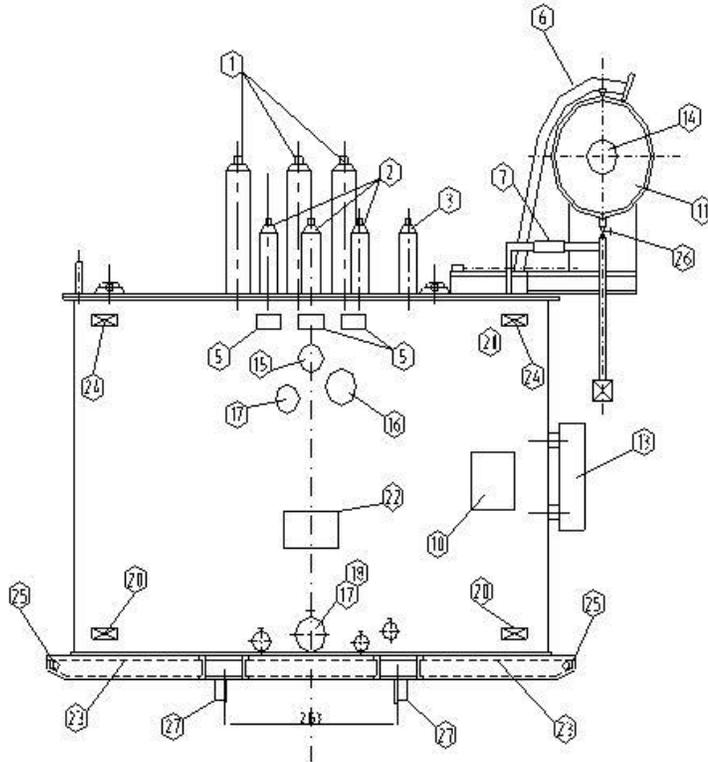
Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

17. CROQUIS DEL TRANSFORMADOR Y UBICACIÓN DE ACCESORIOS



Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

18. PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

| | | | | |
|---------|--|--------------|-----------|------------------|
| 1. | Nombre y dirección del fabricante: | | | |
| 2. | Transformador, modelo, tipo: | | | |
| 3. | Dibujo de dimensiones generales y de ubicación de accesorios N°: | | | |
| 4. | Características Técnicas | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
| 4.1. | Número de fases: | 3 | | |
| 4.2. | Frecuencia: | 50 | | Hz |
| 4.3. | Potencia Nominal | | | |
| 4.3.1. | ONAN/ONAF1/ONAF2 Primario: | 30/40/50 | | MVA |
| 4.3.2. | ONAN/ONAF1/ONAF2 Secundario: | 30/40/50 | | MVA |
| 4.4. | Disposición del Núcleo: | Core o Shell | | |
| 4.5. | Primario | | | |
| 4.5.1. | Tensión Nominal del Primario: | 66 | | kV |
| 4.5.2. | Tensión Máxima del Equipo: | 72,5 | | kV |
| 4.5.3. | Tensión Nominal Soportable a impulso atmosférico: | 350 | | kVpico |
| 4.5.4. | Tensión Nominal Soportable a frecuencia industrial: | 140 | | kVefic |
| 4.5.5. | Tipo de aislación: | Plena | | |
| 4.5.6. | Conexión: | Delta | | |
| 4.6. | Secundario | | | |
| 4.6.1. | Tensión Nominal del Secundario: | 23 | | kV |
| 4.6.2. | Tensión Máxima del Equipo: | 26.4 | | kV |
| 4.6.3. | Tensión Nominal Soportable a impulso atmosférico: | 150 | | kVpico |
| 4.6.4. | Tensión Nominal Soportable a frecuencia industrial: | 50 | | kVefic |
| 4.6.5. | Tipo de aislación: | Graduada | | |
| 4.6.6. | Conexión: | Estrella | | |
| 4.7. | Grupo de Conexión – Norma IEC: | Dyn11 | | |
| 4.8. | Sobre elevación de temperatura sobre la temperatura ambiente de 50°C | | | |
| 4.8.1. | En el aceite: | | | °C |
| 4.8.2. | En el arrollamiento (Temp. media): | | | °C |
| 4.8.3. | Del punto más caliente (Hot Spot): | | | °C |
| 4.9. | Nivel de ruido (50 MVA): | ≤ 76 | | db |
| 4.10. | Tensión de radio interferencia (RIV): | 500 | | mV |
| 4.11. | Pérdidas máximas | | | |
| 4.11.1. | Pérdidas en el cobre: | ≤ 250 | | kW |
| 4.11.2. | Pérdidas en el hierro: | ≤ 25 | | kW |
| 4.11.3. | Pérdidas circuito de refrigeración: | | | kW |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
|--|--|-----------|-------------------|
| 4.12. Niveles de sobrecarga permisibles sin pérdida de vida útil con factor de carga 50%: | | | % de la Pot. Nom. |
| 4.12.1. Media hora: | | | % |
| 4.12.2. Una hora: | | | % |
| 4.12.3. Dos horas: | | | % |
| 4.13. Impedancia porcentual en la derivación nominal a 85°C, base 50 MVA, 50 Hz secuencia positiva | | | |
| 4.13.1. Primario – Secundario: | 10 | | % |
| 4.13.2. Primario – Terciario: | | | % |
| 4.13.3. Secundario – Terciario: | | | % |
| 4.14. Conmutador de tensión bajo carga | | | |
| 4.14.1. Fabricante: | MR o similar | | |
| 4.14.2. Modelo: | Vacutap (VV) | | |
| 4.14.3. Cantidad de posiciones: | 15 (+6 y -9) | | |
| 4.14.4. Variación de tensión: | +10 -15 | | % |
| 4.14.5. Tipo de Sensor de temperatura del aceite del conmutador: | PT100 | | |
| 4.15. Regulador de tensión | | | |
| 4.15.1. Fabricante: | | | |
| 4.15.2. Modelo: | | | |
| 4.15.3. Ajuste de tensión de referencia: | 50 a 140 | | V |
| 4.15.4. Ajuste del rango de insensibilidad: | 0,5 a 10 | | % |
| 4.15.5. Ajuste de la temporización de operación: | 0 a 180 | | Seg. |
| 4.15.6. Métodos seleccionables de la manera de compensación de caída en la línea: | Resistencia - Reactancia o Impedancia | | |
| 4.15.7. Protecciones incorporadas: | Sobrecorriente subtensión y sobretensión | | |
| 4.15.8. Alimentación: | 110 Vcc ±10 % sin convertor externo | | |
| 4.15.9. Magnitudes Medidas: | VTR, Vcarga, Desvío % de tensión, I carga, Carga % de TR, P, Q, S, Vsec TP, Isec TC, f, FP | | |
| 4.15.10. Niveles de tratamiento de parámetros ajustados: | Consulta y edición | | |
| 4.15.11. Puertos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| 4.15.12. Protocolo de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| 4.15.13. Dimensiones: | | | cm x cm |
| 4.15.14. Asistente de mantenimiento del conmutador, | | | |
| 4.15.15. Conjuntos de parámetros de regulación programables individualmente: | | | |
| 4.16. Supervisor de Paralelismo | | | |
| 4.16.1. Fabricante: | | | |
| 4.16.2. Modelo: | | | |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
|--|-----------------------------------|-----------|------------------|
| 4.16.3. Dimensiones: | | | cm x cm |
| 4.16.4. Alimentación: | 110 Vcc \pm 10 % sin conv. ext. | | |
| 4.16.5. Puerto de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| 4.16.6. Protocolo de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| 4.17. Monitor de torque del Conmutador bajo carga | | | |
| 4.17.1. Fabricante: | | | |
| 4.17.2. Modelo: | | | |
| 4.18. Transformadores de Corriente tipo Bushing | | | |
| 4.18.1. Pasantes Primario (H1, H2, H3) | | | |
| a- Prestación (Núcleo 1/Núcleo 2): | 60/60 | | VA |
| b- Precisión (Núcleo 1/Núcleo 2): | 0,2/5P | | |
| c- Índice de Saturación (Núcleo 1/Núcleo 2): | N<5/N>20 | | |
| d- Relación: | 2000-1500-1000-500/1-1 MR | | A |
| 4.18.2. Pasantes Secundario (X1, X2, X3) | | | |
| a- Prestación (Núcleo 1/Núcleo 2): | 60/60 | | VA |
| b- Precisión (Núcleo 1/Núcleo 2): | 0,2/5P | | |
| c- Índice de Saturación (Núcleo 1/Núcleo 2): | N<5/N>20 | | |
| d- Relación: | 2000-1500-1000-500/5-5 MR | | A |
| 4.18.3. Pasantes Neutro (X0) | | | |
| a- Prestación (Núcleo 1/Núcleo 2): | 60/60 | | VA |
| b- Precisión (Núcleo 1/Núcleo 2): | 5P/5P | | |
| c- Índice de Saturación (Núcleo 1/Núcleo 2): | N>20/N>20 | | |
| d- Relación: | 2000-1500-1000-500/5-5 MR | | A |
| 4.18.4. Transformador de Corriente para Imagen Térmica | | | |
| a- Tipo | | | |
| 4.19. Dimensiones y pesos | | | |
| 4.19.1. Alto: | | | mm |
| 4.19.2. Ancho: | | | mm |
| 4.19.3. Largo: | | | mm |
| 4.19.4. Peso de la unidad completa: | | | kg |
| 4.19.5. Peso del aceite: | | | kg |
| 4.19.6. Peso de la parte activa: | | | kg |
| 4.19.7. Peso de transporte del bulto más pesado: | | | kg |
| 4.19.8. Distancia entre ejes de rieles: | 1500 | | mm |
| 4.19.9. Distancia entre bordes internos de rieles: | 1435 | | mm |
| 4.20. Datos para desmontar el transformador | | | |
| 4.20.1. Peso de la parte más pesada a levantar: | | | kg |
| 4.20.2. Altura del gancho para desmontar el transformador: | | | mm |
| 4.21. Accesorios principales | | | |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
|--|-------------------------------------|-----------|------------------|
| 4.21.1. Aisladores pasantes del Primario (H1, H2, H3) | | | |
| a- Fabricante: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Nivel Básico de Aislación: | | | |
| d- Tipo: | Porcelana homog. tipo capacitiva | | |
| e- Distancia de Fuga (<i>Creepage Distance</i>): | 25 | | mm/kVφφ |
| 4.21.2. Monitor de Bushings | | | |
| 4.21.2.1. Adaptadores para tap de prueba | | | |
| a- Fabricante: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| 4.21.2.2. Módulo de Medición | | | |
| a- Fabricante: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Puertos de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| d- Protocolo de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Alimentación: | 110 Vcc ±10 % sin convertor externo | | |
| 4.21.2.3. Módulo de Interface | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Puertos de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| d- Protocolo de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Alimentación: | 110 Vcc ±10 % sin convertor externo | | |
| f- Dimensiones: | | | |
| 4.21.3. Aisladores pasantes del Secundario (X1, X2, X3) | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Nivel Básico de Aislación: | | | |
| d- Tipo: | Porcelana homog. tipo capacitiva | | |
| e- Distancia de Fuga (<i>Creepage Distance</i>): | 25 | | mm/kVφφ |
| 4.21.4. Relé Buchholz | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| 4.21.5. Protección Digital de Imagen Térmica del punto más caliente del bobinado – Control de Temperatura | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Rango mínimo de temperaturas: | 0 a 160 | | °C |
| d- Protocolos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Puertos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| f- Grupos de control de enfriamiento forzado | Hasta 4 | | |
| g- Ventilación automática por porcentaje de carga: | | | |

| | | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|
| Preparado K.A. | Aprobado R.M.G. | Fecha 06/2020 | Rev.:C | Fecha: 06/2024 |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|

| | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
|---|--|-----------|---------------------|
| h- Disparo con seguridad en el accionamiento | | | |
| i- Alimentación | 110 Vcc \pm 10 % sin conversor externo | | |
| 4.21.6. Termómetro Digital o Monitor de temperatura del aceite | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| c- Rango mínimo de temperaturas: | 0 a 160 | | °C |
| d- Protocolos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Puertos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| f- Entradas auto-calibradas para sensores PT100: | 2 | | |
| g- Alimentación: | 110 Vcc \pm 10 % sin conv. ext. | | |
| h- Alarmas: | | | |
| 4.21.7. Aceite | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Tipo: | Mineral Naft. | | |
| c- Cumple con IEC 60296 – Libre de PCB: | Libre de PCB | | |
| d- Ensayo de envejecimiento: | | | |
| 4.21.8. Indicador de nivel de aceite | | | |
| 4.21.8.1. Para el Transformador | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| 4.21.8.2. Para el Conmutador | | | |
| a- Marca: | | | |
| b- Modelo: | | | |
| 4.21.9. Descargadores AT | | | |
| a- Marca y Modelo: | | | |
| b- Tensión Nominal (Ur): | 60 | | kV |
| c- Corriente Nominal de Descarga: | 10 | | kA |
| d- Capacidad de absorción de energía: | $\geq 7,5$ | | kJ/kV _{Ur} |
| e- Clase: | 3 | | |
| f- Carga de servicio dinámica máxima admisible (MPDSL): | ≥ 7.000 | | N.m |
| g- Distancia de Fuga (Creepage Distance): | 25 | | mm/kV $\phi\phi$ |
| h- Accesorios incluidos: | Sub base aisl. y cont. de desc. por Desc.. | | |
| 4.21.10. Descargadores BT | | | |
| a- Marca y Modelo: | | | |
| b- Tensión Nominal (Ur): | 18 | | kV |
| c- Corriente Nominal de Descarga | 10 | | kA |
| d- Capacidad de absorción de energía: | $\geq 7,5$ | | kJ/kV _{Ur} |
| e- Clase: | 3 | | |
| f- Carga de servicio dinámica máxima admisible: | ≥ 4.000 | | N.m |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

| | Solicitadas | Ofertadas | Unidad de medida |
|--|--|-----------|------------------|
| g- Distancia de Fuga (<i>Creepage Distance</i>) | 25 | | mm/kVφφ |
| h- Accesorios incluidos: | Sub base aisl. y cont. de desc. por Desc.. | | |
| 4.21.11. Contador de operaciones | | | |
| a- Marca/Modelo: | | | |
| 4.21.12. Monitoreo de Eventos | | | |
| a- Marca/Modelo: | | | |
| b- Entradas: | | | |
| c- Salidas: | | | |
| d- Puertos de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Protocolo de comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| f- Alimentación: | 110 Vcc ±10 % sin conv. ext. | | |
| 4.21.13. Transformador de Potencial para el regulador de Tensión | | | |
| a- Marca y Modelo: | | | |
| b- Relación Nominal: | 23.000/√3-110/√3-110 | | |
| c. Precisión / Prestación: | ≤ 1/ ≥15 VA | | |
| 4.21.14. Monitor de Gas y Humedad | | | |
| a- Marca y Modelo: | | | |
| b- Gases Monitoreados: | (C2H2), (H), (C2H4), (C2H6), (CH4) (CO), (CO2), (N2), (O2) | | |
| c- Protocolo de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| d- Puerto de Comunicación: | s/E.T.4.12 | | |
| e- Alimentación: | 110 Vcc ±10 % sin conv. ext. | | |
| f- Temperatura de Operación Externa: | +55 | | °C |
| 4.21.15. Sistema de Monitoreo | | | |
| a- Marca/Tipo: | | | |
| b- Tipo de Arquitectura: | Flexible y Escalable | | |
| c- Concentrador de Datos – Funcionalidades: | S/E.T. 4.11.1 | | |
| d- Sistema de Monitoreo y Diagnóstico – Funcionalidades: | S/E.T. 4.11.2 | | |
| e- Formato de archivo de datos de intercambio: | | | |
| f- Workstation - Marca/Modelo: | | | |
| 4.21.16. Interfases y Protocolos del Sistema de Monitoreo – Especificar: | | | |
| a- | _____ | | |
| b- | _____ | | |
| c- | _____ | | |

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C

Fecha: 06/2024

5. Número del Certificado de aprobación correspondiente al prototipo del equipo ofertado o de características similares conforme establecido en las normas, otorgado por Laboratorio acreditado y de reconocido prestigio internacional:

6. Normas aplicadas y año de publicación:

7. Lista de folletos, planos y catálogos necesarios para describir con claridad el equipo ofertado (deben acompañarse):

8. Diferencias con la especificación:

9. Observaciones:

Preparado

K.A.

Aprobado

R.M.G.

Fecha

06/2020

Rev.:C**Fecha: 06/2024**