



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energía.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **GARANTIZADAS** DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION

TRANSFORMADORES DE POTENCIA (6.3-13.8-22-22.8-46-69-138 kV)

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES/ CERTIFICADOS/ NORMAS	
1	CARACTERISTICAS GENERALES		
1.1	CLASE	POTENCIA	
1.2	NORMA DE FABRICACIÓN	ANSI C57.12.10	IEC60076
1.3	UNIDADES DE MEDIDA	Indicar	Indicar
1.4	FABRICANTE	INDICAR	
1.5	PROCEDENCIA	INDICAR	
1.6	TIPO O MODELO	A definir por la ED	
1.7	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	ONAN/ONAF	
2	CONDICIONES DE SERVICIO DEL EQUIPO		
2.1	Temperatura ambiente promedio del equipo al exterior	30 °C	
2.2	Temperatura ambiente máxima del equipo al exterior	40 °C	
2.3	Humedad relativa media	85%	
2.4	Máxima velocidad de viento	90 km/h	
2.5	Aceleración para diseño antisísmico (g = aceleración gravitacional)	0.2 g	
2.6	Tensión de alimentación auxiliares de AC	120/240V, 1 Fase-60Hz / 127-220V, 3 Fases-60Hz	
2.7	Tensión de alimentación auxiliares de DC	48 / 125 VDC	
2.8	Altura de diseño	3000 m.s.n.m	
2.9	Grado de protección de los cubículos	IP 65	
2.1	Instalación y montaje	Exterior sobre base de hormigón	
3	CARACTERÍSTICAS DEL CABLEADO DE CONTROL		
3.1	Material del conductor	Cu cableado	
3.2	Calibre del conductor minimo	12 AWG, 2,5 mm2	
3.3	Nivel de aislamiento	600V	
3.4	Temperatura soportada por conductores	125 °C	
3.5	Tipo de terminales para los circuitos secundarios de los TC (CT)	Tipo cortocircuito	
3.6	Bloques terminales	Clamp type	
3.7	Rigidez dieléctrica circuitos de CA y CC:		
3.8	Entre partes energizadas (60Hz)	2 KV (1 min)	
3.9	Entre tierra y partes energizadas (60 Hz)	2 KV (1 min)	
4	CABLEADO Y EQUIPO AUXILIAR		
4.1	Grado de protección	Tropicalizado IP65	
4.2	Capacidad de interrupción mínima de contactos para relés y switches	Indicar	
5	CÓDIGO DE COLORES		
5.1	a) Conductores aislados		
5.1.1	- Circuitos secundarios transformadores de corriente	Indicar	
5.1.2	- Circuitos C.C.	Indicar	
5.1.3	- Circuitos C.A. excepto circuitos de potencia	Indicar	
5.1.4	- Circuito neutro	Indicar	
5.2	b) Salidas de C.A. trifásicas - Monofásicas:		
5.2.1	Fase A/Fase B/Fase C/Neutro/ Tierra	Indicar	
5.3	c) Fuente de C.C: Positivo/Negativo	Indicar	
6	RÓTULOS Y MARCACIONES		
6.1	Idioma para rótulos, señales avisos, etc.	Español	
6.2	Material para los rótulos	Mica - Plástico	
7	INFORMACION QUE DEBE SUMINISTRAR EL OFERENTE		
7.1	Pesos, volúmenes y dimensiones:		
7.1.1	a) Máximo peso para transporte (Tn)	Indicar	
7.1.2	b) Cantidad de aceite aislante (lt)	Indicar	
7.1.3	c) Peso total (Tn)	Indicar	
7.1.4	d) Dibujos y dimensiones del transformador (metros):	ANEXAR	
7.2	Detalle general de construcción interior, bobinas, núcleo y aislamiento.	ANEXAR	
7.3	Tipo y descripción de la construcción de bushings.	ANEXAR	
7.4	Forma y dimensión de los terminales	ANEXAR	
7.5	Métodos transporte, dimensiones embalaje.	ANEXAR	
7.6	Lista de información que el contratista suministrará con el equipo.	ANEXAR	
7.7	Otros ítems. si son necesarios.	ANEXAR	



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energía.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **GARANTIZADAS** DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION

TRANSFORMADORES DE POTENCIA (6.3-13.8-22-22.8-46-69-138 kV)

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES/ CERTIFICADOS/ NORMAS
8	CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR	
8.1	Número de fases	3
8.2	Frecuencia nominal	60 Hz
8.3	Voltaje de alta tensión	138, 69, 46, 23, 22 [kV] a definir por la ED
8.4	Voltaje de media tensión	46, 23, 22, 13.8, 6.3 [kV] a definir por la ED
8.5	Voltaje de terciario	A definir por la ED
8.6	Sistema de preservación del aceite y su operación.	A definir por la ED
8.7	Potencia nominal CONTINUA(ONAN/ONAF)	A definir por la ED
8.8	Rise (incremento de temperatura)	55°C
8.9	Grupo de conexión	A definir por la ED
8.1	Bushing de Neutro de bobinados y terciario (de requerirse)	Exterior
8.11	Corriente de cortocircuito que puede soportar el transformador por 2 segundos	Indicar de acuerdo a la impedancia
8.12	Corriente de excitación TAP nominal y al aplicar voltaje de:	
8.12.1	90% Vn: potencia nominal MVA	ANEXAR
8.12.2	100% Vn : potencia nominal MVA	ANEXAR
8.12.3	110% Vn : potencia nominal MVA	ANEXAR
8.13	Impedancia ONAN/ONAF en porcentaje a su capacidad nominal a 75 °C,	A definir por la ED
8.14	Impedancia primario/secundario de secuencia positiva a 75°C, potencia ONAN	ANEXAR
8.15	Impedancia primario/secundario de secuencia cero a 75°C, potencia ONAN	ANEXAR
8.16	Nivel de ruido (NEMA Standards Publication No. TR 1-993 (R2000)	< 75 dB
9	ELEVACIÓN DE LA TEMPERATURA, SOBRE LA TEMPERATURA AMBIENTE DE 30 °C	
9.1	Del aceite	50°C
9.1.1	Punto más caliente	60°C
9.2	De las bobinas	55°C
9.2.1	Punto más caliente	65°C
10	REGULACIÓN DE VOLTAJE REGIMEN ONAN Y FACTOR DE POTENCIA:	
10.1	0.8 retardado potencia nominal MVA	INDICAR
10.2	0.9 retardado: potencia nominal MVA	INDICAR
10.3	1 : potencia nominal MVA	INDICAR
11	PÉRDIDAS CON EL 100% DEL VOLTAJE DE EXCITACIÓN NOMINAL	
11.1	Pérdidas específicas en la lámina magnética del núcleo para una inducción entre 1,5 T - 1,75 [T] y 60 [Hz] .	< 1.4 W/Kg (De acuerdo a NORMA IEC 60404)
11.2	Pérdidas en el hierro sin carga a tensión nominal a 60 [Hz] e indicar la inducción nominal de trabajo a 30 °C.	INDICAR
11.3	Pérdidas en el cobre de la potencia ONAN de [MVA]; [kV] y referidas a 75 °C	INDICAR
11.4	Pérdidas en el cobre de la potencia ONAF de [MVA]; [kV] y referidas a 75 °C	INDICAR
11.5	Pérdidas totales a su capacidad nominal (g.2 + g.3 + circuitos de ventilación)	INDICAR
11.6	Adjuntar los cálculos respectivos que justifiquen g1, g2, g3 y g4	INDICAR
12	CORRIENTE DE EXCITACIÓN EN PORCENTAJE DE LA CORRIENTE A SU CAPACIDAD NOMINAL	
12.1	Al 100% del voltaje de excitación	INDICAR
12.2	Al 110% del voltaje de excitación	INDICAR
13	ELEVACIÓN DE LA TEMPERATURA EN RÉGIMEN CONTÍNUO	
13.1	De los devanados	55°C
13.2	Punto más caliente del aceite (devanado)	65°C
13.3	Método de medición de temperatura	Imagen térmica
13.4	Aceite	50°C
14	NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO (BIL INTERNO) DE LOS DEVANADOS DEL TRANSFORMADOR	
14.1	Lado de alto voltaje	VER CUADRO 1
14.2	Lado de medio voltaje	VER CUADRO 1
14.3	Lado de bajo voltaje	VER CUADRO 1
15	NIVEL BÁSICO DE AISLAMIENTO (BIL) DE LOS BUSHINGS DEL TRANSFORMADOR	
15.1	Lado de alto voltaje	VER CUADRO 1
15.2	Lado de medio voltaje	VER CUADRO 1
15.3	Lado de bajo voltaje	VER CUADRO 1
16	NIVEL DE AISLAMIENTO DE LOS DEVANADOS A FRECUENCIA INDUSTRIAL	
16.1	Lado de alto voltaje	VER CUADRO 1
16.2	Lado de medio voltaje	VER CUADRO 1
16.3	Lado de bajo voltaje	VER CUADRO 1



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energía.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GARANTIZADAS DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION

TRANSFORMADORES DE POTENCIA (6.3-13.8-22-22.8-46-69-138 kV)

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES/ CERTIFICADOS/ NORMAS	
17	NIVEL DE AISLAMIENTO DE LOS BUSHING A FRECUENCIA INDUSTRIAL		
17.1	Lado de alto voltaje	VER CUADRO 1	
17.2	Lado de medio voltaje	VER CUADRO 1	
17.3	Lado de bajo voltaje	VER CUADRO 1	
18	CARACTERÍSTICAS ADICIONALES DE LOS BUSHING DEL TRANSFORMADOR TIPO CAPACITIVO		
18.1	Material de los bushings HV, resin- impregnated paper	A definir por la ED	
18.2*	Distancia mínima entre fases en HV [kV]	VER CUADRO 1	
18.3*	Distancia de contorno del aislamiento HV [kV]	VER CUADRO 1	
18.4	Material de los bushings LV, resin- impregnated paper	A definir por la ED	
18.5	Distancia mínima entre fases en LV [kV]	VER CUADRO 1	
18.6*	Distancia de contorno del aislamiento LV [kV]	VER CUADRO 1	
18.7	Material de los bushings T resin- impregnated paper	A definir por la ED	
18.8	Distancia mínima entre fases en T [kV]	VER CUADRO 1	
18.9*	Distancia de contorno del aislamiento T [kV]	VER CUADRO 1	
19	CAMBIADOR DE DERIVACIONES EN VACÍO		
19.1	Ubicación del NLTC	Lado de alta tensión [kV]	
19.2	Montaje Externo	Tipo exterior	
19.3	Regulación sobre el voltaje nominal (%)	A definir por la ED	
19.4	Regulación bajo el voltaje nominal (%)	A definir por la ED	
19.5	Tecnología de conmutaciones	En aceite	
20	CAMBIADOR DE DERIVACIONES BAJO CARGA (LTC) (DE REQUERIRSE)		
20.1	Ubicación del LTC	Lado de Alta Tensión	
20.2	Montaje	Tipo exterior o interior	
20.3	Regulación sobre el voltaje nominal (# de pasos y %)	16 de 0.625%	
20.4	Regulación bajo el voltaje nominal (# de pasos y %)	16 de 0.625%	
20.5	Tecnología de conmutaciones	En aceite	
20.6	Número de maniobras libre de mantenimiento (expectativa de vida útil 500.000 operaciones)	INDICAR	
20.7	Adjuntar curva de vida útil de contactos (número de operaciones)	Anexar	
20.8	Corriente nominal	A definir por la ED	
20.9	Nivel de aislamiento BIL completo	Ver cuadro 1	
20.1	Unidad para filtrado de aceite	INDICAR	
21	COMMUTADOR DEL REGULADOR (DE REQUERIRSE)		
21.1	Marca	INDICAR	
21.2	Tipo	INDICAR	
21.3	Contador de operaciones	Anexar	
21.4	Indicador de la posición del LTC	Anexar	
22	RELÉ REGULADOR DE TENSIÓN (DE REQUERIRSE)	SI	
23	MATERIALES Y ACABADOS		
23.1	Cuba de acero de acuerdo Norma ASTM, bajo contenido de carbono y material no magnético	ASTM A283 grado C- ASTM 321	
23.2	De los devanados	Cobre electrolítico (adjuntar protocolo de pruebas)	
23.3	Clase termica de aislamiento	Clase E 120 °C	
23.4	Resistencia mecánica del cobre	INDICAR	
23.5	Núcleo de acero, granos orientados, láminas traslapadas	Indicar y anexar protocolo de pruebas	
23.6	Pérdidas específicas en el núcleo	Menor a 1.4 W/Kg de acuerdo a norma	
23.7	Clase termica del aislamiento del núcleo	CLASE B 130°C	
23.8*	Papel de aislamiento clase E 120 °C, Norma IEC 60554-3 (paper termoestabilizado)	Anexar protocolo de pruebas	
23.9	Contenido de nitrógeno (IEC 60076-7; ASTM D-982) del papel (adjuntar protocolo de prueba)	Anexar	
23.10*	Láminas de madera de soporte de acuerdo a Norma IEC 61061-1, 2 y 3 (T2R ó T4R)	Anexar	
23.11*	Habilidad para soportar cortocircuitos y efectos dinámicos de acuerdo a IEC 60076-5	Anexar	
23.12*	Aceite mineral ó vegetal (NORMA ASTM D6871-03 o D3487) ó IEC 60296 según corresponda)	A definir por la ED	
23.13	Pintura externa	Resistente a la intemperie y corrosión no menor a 140 μm, color a definir	
23.14	Pintura interna	Resistente a la acción del aceite.	
24	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE PROTECCION		
24.1	Cantidad en alta tensión por fase	3	3
24.2	Relación de transformación multirelación H.V. (kV)	A definir por la ED	A definir por la ED



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energía.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **GARANTIZADAS** DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION

TRANSFORMADORES DE POTENCIA (6.3-13.8-22-22.8-46-69-138 kV)

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES/ CERTIFICADOS/ NORMAS	
24.3	Clase de Precisión	C200	5P
24.4	Burden (VA)	B-2.0	20
24.5	Cantidad en media tensión por fase	3	3
24.6	Relación de transformación multirelación M.V. (kV)	A definir por la ED	A definir por la ED
24.7	Clase de Precisión	C200	5P
24.8	Burden (VA)	B-2.0	20
24.9	Cantidad en baja tensión por fase	A definir por la ED	3
24.1	Relación de transformación multirelación L.V.	A definir por la ED	A definir por la ED
24.11	Clase de precisión	A definir por la ED	A definir por la ED
24.12	Burden (VA)	A definir por la ED	A definir por la ED
24.13	TC para temperatura de devanados AT, BT	2 x 2	2 x 2
24.14	TC para regulación en M.V. (de requerirse)	1	1
24.15	TC para el Neutro	1	1
24.16	Relación de transformación para el neutro	A definir por la ED	A definir por la ED
24.17	Clase de Precisión	C200	5P
24.18	Burden (VA)	B-2.0	20
25	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE MEDICIÓN		
25.1	Cantidad en alta tensión por fase	1	1
25.2	Relación de transformación multirelación H.V. (kV)	A definir por la ED	A definir por la ED
25.3	Clase de Precisión	0,3	0,2
25.4	Burden (VA)	B-1,8	20
25.5	Cantidad en media tensión por fase	1	1
25.6	Relación de transformación multirelación M.V. (kV)	A definir por la ED	A definir por la ED
25.7	Clase de precisión	0,3	0,2
25.8	Burden (VA)	B-1,8	20
25.9	Otros:	Indicar	Indicar
26	ACCESORIOS		
26.1	Válvulas para aparatos eléctricos con dispositivo de toma de muestras, de la cuba, de radiadores, de tanque de expansión, del LTC, etc.	Material de bronce Norma ASTM B584-C84400	
26.2	Termómetro tipo disco de aceite	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.3	Termómetro tipo disco de bobinados	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.4	Válvula de alivio de sobrepresión	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.5	Válvula de presión subita	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.6	Indicador de nivel de aceite del transformador	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.7	Indicador de nivel de aceite del transformador para LTC (de requerirse)	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.8	Sensor Digital de presión interna de nitrógeno (de requerirse)	SI Anexar información específica	Si o No, justifique
26.9	Relé Bucholz (de requerirse)	SI Anexar información específica	SI (Indicar tipo)
26.1	Respiradero deshidratador libre de mantenimiento	SI Anexar información específica	SI (TANQUE CONSERVADOR)
26.11	Gabinete de control	SI Anexar información específica	SI
26.12	Sistema de preservación de aceite	A definir	INDICAR
26.13	Sistema de monitoreo electronico de temperatura de aceite, bobinados alta y baja del transformador.	SI Anexar información específica	INDICAR
26.14	Controlador de señales de transformador: temperatura, nivel de aceite, buchoolz, valvulas de sobrepresión, monitoreo de bushings, desidratador libre de mantenimiento, análisis de gases, sensor de presión, etc	SI Anexar información específica	SI
26.14.1	Protocolo de comunicación de Controlador de señales	DNP3 e IEC 61850	DNP3 (con conversión a 61850) o 61850
26.14.2	Controlador de señales de transformador *- entradas analogicas y digitales mínimas	8/8	> 16
26.14.3	Controlador de señales de transformador *- salidas analogicas y digitales mínimas y programables	8/8	> 16
26.14.4	Controlador de señales de transformador - con registrador de eventos (min 10)	SI Anexar información específica	SI
26.15	Unidad de filtrado del OLTC (de requerirse)	A definir	SI
26.16	Juego de herramientas especiales	SI	SI
26.17	Ventiladores I Etapa	SI	SI
26.18	Ventiladores II Etapa (DE REQUERIRSE)	Indicar	SI
26.19	Registrador de impactos digital	SI	SI
26.2	Estructura para pararrayos en Alto y Bajo Voltaje	SI	SI
26.21	Sistema de monitoreo de gas	SI Anexar información específica	



Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energía.gob.ec

SECCIÓN 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS **GARANTIZADAS** DE MATERIALES Y EQUIPOS DEL SISTEMA DE SUBTRANSMISION

TRANSFORMADORES DE POTENCIA (6.3-13.8-22-22.8-46-69-138 kV)

REVISIÓN: 01

FECHA: 2015-12-25

ESPECIFICACIONES GENERALES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES/ CERTIFICADOS/ NORMAS	
26.22	Descargadores de sobrevoltajes	SI Anexar información específica	
26.23	Monitoreo de descargas parciales en cada bushings	SI Anexar información específica	SI (ANEXAR CATALOGO)
27	DATOS ADICIONALES		
27.1	PROTOCOLOS DE PRUEBAS DEL EQUIPO SIMILAR AL OFERTADO	LABORATORIO ACREDITADO ISO 17025 (INDICAR NOMBRE DE LABORATORIO)	
27.2	CATÁLOGO	SIMILAR DEL EQUIPO OFERTADO	
27.3	PLAZO DE ENTREGA	A definir por la ED	
27.4*	CERTIFICADO DE VIDA ÚTIL (incluir datos estadísticos)	≥ 15 AÑOS	
27.5*	GARANTÍA TÉCNICA A PARTIR DE LA PUESTA EN SERVICIO	≥ 3 AÑOS	
27.6	DIMENSIONES Y PESOS (CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CIRCULACIÓN POR LAS CARRETERAS ECUATORIANAS)	INDICAR Y CUMPLIR	
28	SERVICIO TÉCNICO		
28.1	Supervisión de montaje (días por transformador)	SI (1 semana)	
28.2	Supervisor de puesta en servicio del transformador	SI	
29	ACEITE		
29.1	NUEVO (NORMA ASTM D6871-03 ó IEC 60296 según corresponda)	SI A definir	
29.2	CONTENIDO DE PCB ´S	0	
29.3	CONTENIDO DE PBB ´S	0	
29.4	CERTIFICADOS DE CUMPLIMIENTO DE NORMA	ADJUNTAR	
29.5	CONTENIDO DE SULFURO CORROSIVO	0	
30	LOTE DE REPUESTOS DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:		
30.1	a. Un juego completo de empaques del transformador adicionales a los que se requieren para ensamblar los accesorios del transformador,incluyendo aquellos de cubiertas, accesos para servicio ("manholes" y "handholes") y conexiones de tubería.	1 LOTE	
30.2	b.Un termómetro completo de cada tipo (aguja y digital) usado en el transformador o en el regulador.		
30.3	c. Un compensador elástico (membrana), usado en el tanque conservador de aceite del transformador, en caso de que el transformador de potencia solicitado es de tipo con tanque conservador.		
30.4	e. 10 % de minibreakers, mínimo 1 de cada tipo usado en el transformador.		
30.5	d. Un 10% Adicional de la cantidad de aceite requerida.		
30.6	e. Bushing de H.V.		
30.7	f. Bushings de M.V.	1 BUSHING DE MEDIA TENSIÓN	
30.8	g. Bushing de terciario de requerirse	A definir por la ED	
30.9	h. Conectores de los bushings, uno de Alto y uno de Medio voltaje	Un juego completo adicional	
30.1	i. Un relé Buchholz, en caso de requerirse.	1 presión súbita	
30.11	j. Un relé de presión súbita	1 presión súbita	
30.12	k. Un respiradero deshidratador libre de mantenimiento.	1 presión súbita	
30.13	l. Un concentrador de señales	1 presión súbita	

CUADRO N° 1							
				BIL del Equipo		BIL de Los Bushings	
				Para 1000 m.s.n.m		Para 3000 m.s.n.m	
Voltaje Nominal (kV)	Voltaje máximo de diseño (kV)	Distancia mínima de aislamiento fase -fase (mm)	Distancia Mínima de fuga o contorno (mm)	Frecuencia Industrial (kV)	Impulso al rayo(kV)	Frecuencia Industrial (kV)	Impulso al rayo(kV)
13,8	15	165	230	≥ 34	≥ 95	≥ 34	≥ 110
23	24	225	380	≥ 50	≥ 110	≥ 50	≥ 125
34.5	36	330	560	≥ 70	≥ 145	≥ 70	≥ 170
69	72,5	630	1710	≥ 140	≥ 325	≥ 175	≥ 450
138	145	1050	2130	≥ 230	≥ 550	≥ 275	≥ 650

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

CONTENIDO

1. ALCANCE
2. NORMAS
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES
 - 3.1 CONDICIONES AMBIENTALES
 - 3.2 GENERALIDADES
 - 3.2.1 Tratamiento de superficies y pintura
 - 3.2.2 Galvanizado
 - 3.2.3 Soldadura
 - 3.2.4 Prevención de condensación
 - 3.2.5 Cableado
 - 3.2.6 Supervisión de montaje y puesta en servicio
4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES
 - 4.1 GENERALIDADES
 - 4.1.1 Incremento de la temperatura
 - 4.2 PARTES CONSTITUTIVAS DEL TRANSFORMADOR
 - 4.2.1 Núcleo
 - 4.2.2 Devanados
 - 4.2.3 Base
 - 4.2.4 Tanque, tapas y acoplamientos
 - 4.2.5 Bridas
 - 4.2.6 Empaques
 - 4.2.7 Radiadores
 - 4.2.8 Aisladores para tapas (Bushings)
 - 4.2.9 Transformadores de corriente tipo bushing
 - 4.2.10 Aceite para Transformador
 - 4.2.11 Cambiador de tomas
 - 4.2.11.1 Cambiador de tomas bajo carga (de requerirse)
 - 4.2.12 Gabinete de control, cajas de terminales y armarios
 - 4.2.13 Sistema de Preservación de Aceite
 - 4.2.14 Válvulas y grifos
 - 4.2.15 Válvula de descarga de sobre presión y relé de presión súbita:
 - 4.2.16 Relé tipo Buchholz
 - 4.2.17 Indicador de nivel de aceite
 - 4.2.18 Pernos de anclaje, placas de base
 - 4.2.19 Cavidades termométricas
 - 4.2.20 Herrajes para elevación y alzado con gatos hidráulicos
 - 4.2.21 Instrumentos indicadores
 - 4.2.22 Placas de identificación
 - 4.2.23 Misceláneos
 - 4.3 ACCESORIOS Y EQUIPOS AUXILIARES
 - 4.3.1 Sistema de Enfriamiento Automático



- 4.3.2 Sensor Digital de presión interna de nitrógeno
 - 4.3.3 Sistema de monitoreo de gas.
 - 4.3.4 Controlador de señales
 - 4.3.5 Descargadores de sobre voltajes
 - 4.3.6 Monitoreo de bushings
- 4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GARANTIZADAS.
- 5. REPUESTOS
- 6. PRUEBAS
 - 6.1 Pruebas de materiales
 - 6.2 Pruebas de componentes
 - 6.3 Pruebas durante la fabricación
 - 6.4 Reporte de pruebas en fábrica
 - 6.5 Pruebas en el sitio
 - 6.6 Incumplimiento de la garantía técnica y penalizaciones
- 7. INFORMACIÓN A SUMINISTRAR
 - 7.1 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato
- 8. EMBALAJE, PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE Y ENTREGA EN BODEGA
 - 8.1 Registrador de impactos digital



1. ALCANCE

Estas especificaciones establecen los requisitos técnicos, que cubre las características básicas principales de los equipos, el dimensionamiento, diseño, fabricación, inspección, pruebas en fábrica, suministro, protección, empaque, embarque, transporte, seguros, configuración, programación, integración, entrega de software (abierto) y licencias para su aplicación en todos los accesorios, pruebas en sitio y puesta en operación, de los transformadores de potencia, con sus correspondientes pararrayos, transformadores de corriente, gabinete de control, sistema y elementos de supervisión, control y demás equipos requeridos para la integración a las subestaciones.

Cada transformador deberá ser suministrado con todos los componentes, accesorios y servicios mencionados en las especificaciones técnicas garantizadas, considerando elementos que no estén explícitamente citados pero que sean necesarios para el perfecto funcionamiento de estos equipos.

2. NORMAS

El diseño, material, fabricación, ensayos, inspección, embalaje y transporte de los equipos y materiales a suministrar se harán de acuerdo a las normas y regulaciones internacionalmente conocidas y aceptadas.

El fabricante debe diseñar, fabricar, ensamblar y probar el equipo a suministrar, de acuerdo a las más recientes revisiones de especificaciones y normas que a continuación se indican:

VDE	Verbanden Deutscher Elektrotechniker
DIN	Deutsche Industrie Normen.
ISO	International Standards Organization.
IEC	International Electrotechnical Commission
ASTM	American Society for Testing Materials.
AWS	American Welding Society.
ASA	American Standards Association.
ANSI	American National Standards Institute.
NEMA	National Electrical Manufacturers Association.
AIEE	American Institute of Electrical Engineers
IPCEA	Insulated Power Cable Engineers Association.
ASME	American Society of Mechanical Engineers

En todos los casos regirá la versión vigente de cada norma a la fecha de la convocatoria para el concurso o licitación, incluyendo los anexos, adenda o revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.

El transformador y sus accesorios deberán ser diseñados, fabricados y ensayados de acuerdo a la última revisión de las normas y demás normas a las que hace referencia dicha publicación que sean de aplicación y se encuentren vigentes a la fecha de licitación, salvo el caso en donde la ED especifique expresamente algún parámetro especial.

ANSI.-

- ANSI C57.12 General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating transformers
- ANSI C57.13 Standard Requirements for Instrument Transformers
- ANSI C57.19 Standard General Requirements and Test Procedure for Outdoor Power Apparatus Bushings
- ANSI C57.91 Guide for Loading Mineral-Oil-Immersed Transformers



- ANSI C57.100 Test Procedure for Thermal Evaluation of Liquid-Immersed Distribution and Power Transformers
- ANSI C57.131 Requirements for Load Tap Changers (cuando sea aplicable)
- ANSI C37.90 Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus
- ASTM A283 Specification for Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates
- ASTM D584 Specification for Copper Alloy Sand Castings for General Applications

IEC.-

- IEC 60076 Power Transformer
- IEC 60137 Bushing for alternative voltage above 1000 V
- IEC 60214 On load tap changers (cuando sea aplicable)
- IEC 60354 Loading guide for oil immersed power transformer
- IEC 60551 Measurement of transformer and reactor sound level.
- IEC 60554 Specification for cellulosic papers for electrical purposes
- IEC 60296 Fluids for electrotechnical applications
- IEC 61850 Communication networks and systems in substations
- IEC 61061 Impregnated densified laminated wood for electrical purposes
- IEC 60255 Measuring relays and protection equipment

Certificaciones.- El oferente deberá presentar los certificados de acreditación vigente de:

- a. Gestión de Calidad ISO 9001:2008
- b. Gestión Ambiental ISO 14001:2004
- c. Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18001:2007.
- d. Requisitos generales relativos a la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y calibración ISO 17025.

Donde se indique claramente que el alcance de las certificaciones cubre la manufactura y pruebas para transformadores de potencia y la entidad que avale el certificado.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

3.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Todos los equipos a suministrar serán diseñados para operar satisfactoriamente al exterior, a una altitud entre 0 y 3000 metros sobre el nivel del mar, en las siguientes condiciones:

- Temperatura máxima 40 °C
- Temperatura media 35 °C
- Humedad relativa máxima 100 %



- Humedad relativa media 75%
- No debe ser fuente de interferencias electromagnéticas para otros equipos electrónicos adyacentes.
- Todos los componentes de estado sólido equipados en los tableros y armarios deberán estar diseñados para soportar tensiones de impulso y perturbaciones electromagnéticas según IEC 60255 Measuring relays and protection equipment o ANSI C37.90 Relays and Relay Systems Associated with Electric Power Apparatus

3.2 GENERALIDADES

El Contratista estará obligado a suministrar la ingeniería del transformador, supervisar el montaje y el funcionamiento de la totalidad de los equipos y aparatos requeridos en el suministro, en cantidades y características, para lograr la correcta funcionalidad de su cometido individual y del conjunto de la obra.

Todos los equipos, materiales y sus piezas constitutivas deben ser nuevos, sin uso, y de fabricación reciente. Tampoco pueden ser reciclados, ni con prolongado almacenamiento.

El diseño y construcción del transformador debe ser capaz de suministrar la potencia continua garantizada en todas sus etapas de enfriamiento y en todas sus tomas de regulación sin exceder los límites de temperatura establecidos en las normas, tendrán un incremento promedio de temperatura en el cobre de acuerdo a lo solicitado por la ED.

Los transformadores serán de tipo sumergidos en aceite, con devanados de cobre, con potencia nominal continua de salida para la etapa de enfriamiento natural ONAN y una etapa de enfriamiento forzado ONAF.

El transformador deberá diseñarse para la potencia MVA indicada por la EDs, en el caso de haber terciario, tendrá una potencia en MVA de acuerdo a lo definido por la EDs.

Del bobinado primario y secundario, saldrán los terminales a través de pasatapas (bushings) y se ubicarán en la tapa superior del tanque o en el lugar de acuerdo al diseño y aprobación de la EDs. En el caso que se pidiera terciario tendrá terminales de salida por lo que se deberá poner atención en su aislamiento y dimensionamiento.

El diseño de los transformadores se realizará prestando atención a la supresión de armónicas de voltaje (particularmente la tercera y la quinta) de forma de reducir al mínimo la interferencia con los circuitos de comunicaciones. El factor de armónicas no excederá el 0.05 p.u. para factor de armónicas referida en la norma ANSI/IEEE C57.12.80, o en su equivalente IEC.

El máximo nivel de ruido, medido según recomendación y factores de corrección definidos en ANSI C.57.12.00 o IEC 60076-10.

Los transformadores deberán cumplir o superar las características de carga definidos según ANSI C57.91 o IEC 60354, en condiciones de carga normal y emergencia, para condiciones de servicio indicadas.

El diseño y la fabricación serán muy rigurosos a fin de reducir al mínimo posible las vibraciones.

El transformador estará provisto de una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados en caso de tener un relé buchholz y una para el conmutador de tomas bajo carga, instalados al exterior del tanque o al exterior de la tapa del transformador, según sea el diseño. Estos accesorios estarán provistos de sus respectivos dispositivos de maniobra, enclavamiento y seguridad.

El transformador estará dotado de cambiador de derivaciones operable sin carga y desenergizado. El cambiador de derivaciones estará ubicado en el devanado de alto voltaje. Este cambiador debe ser operado con un volante fuera del tanque y sobre la cubierta, debe tener cuatro derivaciones de **2,5%** (2,687% en el caso de ED CNEL Guayas) cada una, 2 arriba y dos abajo del voltaje nominal. En cualquier caso, el transformador deberá ser apto para entregar la potencia requerida para distintas etapas de refrigeración con

el cambiador de derivaciones en cualquier posición. Deberá ser capaz de entregar su potencia nominal, cualquiera que sea la posición del TAP de alto voltaje.

Debe tener la capacidad de soportar plenamente corrientes de cortocircuito, considerando la capacidad de todo el sistema de potencia y las contribuciones de los otros devanados, limitadas por las impedancias del transformador de acuerdo a las normas que se apliquen. Los devanados deberán ser reforzados para soportar fuerzas producidas por efecto de cortocircuitos aplicados directamente en los terminales.

El nivel de descargas parciales no excederá el permitido por las normas.

La corriente máxima de cortocircuito del transformador debe ser diseñada considerando la corriente de corto circuito del sistema en el que se va a instalar y en función de la propia impedancia del transformador.

El transformador será diseñado y construido para resistir sin daño los efectos térmicos y mecánicos ocasionados por cortocircuitos. Será aplicable la norma ANSI/IEEE C57.109 o la IEC-60076-5, en relación con la resistencia del transformador a cortocircuitos.

Deberá disponer de un sistema de monitoreo que permita la medición de parámetros del transformador tales como temperatura del aceite, bobinados, ambiente, detección de variaciones en el contenido de gases disueltos y humedad en el aceite, transmisión de datos, software para visualización y registro de datos que permitan comunicar directamente con otros sistemas de monitoreo y los dispositivos de automatización de la subestación, estos datos deben ser enviados al SCADA mediante protocolo respectivo.

Se requiere que el transformador tenga polaridad sustractiva y desplazamiento angular de voltaje, de acuerdo a las normas especificadas.

Los termómetros, indicadores de nivel de aceite, indicadores de posición de tomas y en general todos los dispositivos de indicación local deberán permitir una lectura u observación fácil e inequívoca desde el nivel del suelo.

Los terminales de cada fase deben ser adecuados para la conexión de cable aéreo y los terminales del neutro deben ser adecuados para la conexión de una platina de cobre que bajara a través del tanque y facilitará las conexiones al sistema de puesta a tierra, con lo cual el Neutro será sólidamente puesto a tierra.

Para el transformador de potencia se deberán dimensionar y proveer los pararrayos, tomando en consideración principalmente los sobre voltajes por maniobras. El oferente deberá calcular la capacidad de absorción de los pararrayos así como la capacidad de los conectores de alta y baja tensión.

Para el transformador de potencia se deberán dimensionar y proveer los transformadores de corriente de protección y medición solicitados por la ED, cuya relación está definida en la tabla de especificaciones técnicas y aprobada en el diseño.

Todos los materiales, componentes y equipos incorporados a los transformadores deben ser nuevos y de la mejor calidad, para asegurar que el equipo completo cumpla con los requisitos de funcionamiento continuo durante todo el período de vida.

La Distribuidora se reserva el derecho de realizar inspecciones programadas e imprevistas durante el proceso de fabricación para verificar la calidad y características de los materiales empleados, los métodos de fabricación y solicitar los certificados de calidad de los aceros magnéticos, los conductores, papeles, aceites, etc.

3.2.1 Tratamiento de superficies y pintura

La cuba, conservador, soportes y todos los tubos y accesorios ferrosos serán pintados y el Contratista deberá someter para aprobación los esquemas, calidad de pintura y métodos de aplicación.

Antes de pintar o de llenar con aceite, todas las piezas de la máquina deberán ser granalladas o arenadas para lograr una superficie totalmente limpia y donde se observe directamente el metal libre de toda clase de

adherencias.

El interior de los tanques o de otras cámaras que se llenarán de aceite, será pintado con un barniz o esmalte resistente al aceite, y de color claro, preferentemente blanco.

Las superficies de exteriores recibirán, en fábrica, un mínimo de 4 (cuatro) capas de pintura, con acabado brillante según el siguiente detalle:

- Base: Una capa de pintura de zinc inorgánico que contenga 85% de zinc una vez seca (espesor de la capa seca aproximadamente 80 micrones).
- Capa intermedia: Una capa de base de pintura vinílica universal, modificada con una proporción en volumen de 25% de sólidos (espesor de la capa seca aproximadamente 50 micrones).
- Terminación: Dos capas de esmalte líquido siliconado, con una proporción en volumen de 40% de sólidos (espesor de la capa seca aproximadamente 40 micrones).

Cuando la pintura se aplique en superficies que están en contacto con aceite, el material que se utilice y el proceso que se seleccione deben ser de la mejor calidad y cuidadosamente aplicados para evitar corrosión y disminución de la vida útil.

El color de la pintura para los equipos, instrumentos y demás aparatos será definido por la EDs.

Toda la tornillería será galvanizada por inmersión. El espesor de las capas cincadas en pieza que se encuentran a la intemperie no será inferior a 80 micrones en promedio, con valores puntuales no inferiores a 70 micrones

3.2.2 Galvanizado

Todas las piezas que requieran ser galvanizadas, serán galvanizadas de acuerdo con la norma ASTM 123 y llevarán una capa de zinc de extra galvanizado con el peso promedio de 825 g/m² para los ángulos estructurales, los pernos serán galvanizados de acuerdo con la norma ASTM 325 y las tuercas de acuerdo con la norma ASTM 563-DH, para que soporten alta contaminación salina.

Cualquier pieza en la que el galvanizado se desprenda o se dañe después de dos inmersiones será rechazada. Todos los agujeros deberán estar libres de cualquier escoria, luego del galvanizado.

La capa de zinc deberá estar limpia, lisa, ser de espesor uniforme, exenta de defectos y firmemente adherida a la superficie metálica. El espesor mínimo de la capa de zinc deberá corresponder por lo menos a 500 g/m².

La preparación para la galvanización y la galvanización misma, no deberán producir ninguna distorsión sobre la pieza ni efectos adversos a las propiedades mecánicas del material.

Todos los agujeros en las piezas galvanizadas deberán estar exentos de nódulos y/o concentraciones de zinc. No se aceptarán daños ni deformaciones en el material durante el proceso de galvanizado.

3.2.3 Soldadura

Cuando se requiera durante el proceso de fabricación soldaduras para obtener alta resistencia mecánica, los soldadores u operadores serán calificados de acuerdo con los requerimientos de las normas pertinentes para estos trabajos.

3.2.4 Prevención de condensación

Los gabinetes de control de los transformadores de potencia, deberán estar equipados con resistencias calefactoras de adecuada capacidad para prevenir la condensación que pudiera presentarse durante la operación

de los mismos, con control por medio de higrómetros y termostatos.

3.2.5 Cableado (alambrado)

Todo el cableado secundario de los equipos, gabinetes de control, relés, instrumentos, etc., deberá realizarse con conductor cableado, aislamiento de PVC 600 voltios, resistente a la llama. A menos que se indique lo contrario, todos los conductores deberán ser de un tamaño no menor de 2.5 mm² de sección de cobre cableado.

Las conexiones con todos los equipos de protección se realizarán a través de conectores rápidos tipo industrial.

Todos los cables deberán ser estéticamente instalados en grupos y asegurados por abrazaderas hechas de material aislante; el cableado entre una posición fija y una posición móvil se realizará en tubería conduit flexible de larga duración y con cable multiconductor de acuerdo a normas internacionales.

Los diagramas de control y protección preferiblemente deben ser dibujados, vistos desde la parte posterior, en todo caso en cada diagrama se indicará la vista empleada. Los diagramas mostrarán la disposición de las regletas terminales en posición de operación.

Las regletas terminales se suministrarán con los respectivos terminales para conexión de los cables de control. Todas las conexiones se efectuarán por la parte delantera de las regletas terminales.

Las regletas terminales deberán contener terminales dispuestos en pares para conductores de entrada y salida. No se podrán conectar a un mismo terminal más de dos conductores.

Se suministrarán divisiones aisladas entre los conectores adyacentes. La altura de estas divisiones y las separaciones entre los terminales deberá ser tal que proporcione una adecuada protección y permita un fácil acceso a los terminales.

Se suministrarán los rótulos y nomenclaturas necesarias en las regletas terminales y conductores.

En todos los circuitos secundarios de los transformadores de corriente se incorporarán facilidades como borneras corto-circuitables para pruebas en los sistemas de medición y protección asociados.

Todos los terminales para pruebas deberán ser fácilmente accesibles sin tener que quitar ninguna parte del equipo, gabinete, o ser sacado del servicio.

3.2.6 Supervisión de montaje y puesta en servicio

El contratista será requerido para el suministro de los servicios de Técnicos para las labores de supervisión en el montaje y puesta en servicio del transformador de potencia.

Los Técnicos deben ser de suficiente competencia y experiencia como para ser responsables de los trabajos a ellos encomendados. Deberán presentar certificados de trabajos de supervisión de montaje de al menos 2 transformadores de igual o mayor potencia a los suministrados en este proceso. Los Técnicos deberán permanecer en el sitio de montaje hasta que los equipos sean puestos en operación en forma satisfactoria.

El costo propuesto en la oferta para el suministro de los servicios técnicos deberá ser la cantidad resultante del número de días requeridos laborando en jornadas diarias de 10 horas.

4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4.1 GENERALIDADES

Los transformadores de fuerza deberán cumplir lo establecido en estas especificaciones y en las Normas ANSI C57 o IEC 60076.

El transformador debe ser diseñado y fabricado para soportar una sobrecarga del 20% de acuerdo con las Normas ANSI C57 o IEC 60076. El transformador incluyendo los bushings y todos los accesorios serán capaces de soportar sobrecarga de acuerdo a ANSI C57 o IEC 60076. La corriente de excitación será tan baja como lo permita un diseño económico. El centro de gravedad del transformador debe ser tan bajo y cercano a la vertical, como sea posible.

Los transformadores serán del tipo sumergido en aceite, apropiado para la instalación a la intemperie y los bushings del lado de alta y medio voltaje deben tener facilidades para una conexión directa con el equipo de corte y protección.

Los bushings del terciario y de los neutros de los devanados de alta y medio voltaje, deberán ubicarse en un sitio accesible, con facilidades de conexión al sistema de puesta a tierra (barra de cobre desnudo de 50 x 5 mm o cable de cobre de 4/0 AWG).

Se deberá usar papel termo estabilizado clase E 120 °C para cumplir la cargabilidad del transformador de acuerdo a la norma C57.91

4.1.1 Incremento de la temperatura

El transformador debe operar a la potencia nominal continua sin que el incremento de temperatura promedio en los devanados supere los 55 °C, ni 65 °C de incremento de temperatura en el punto más caliente del conductor. El incremento de temperatura en el nivel superior del aceite no excederá los 50 °C. Para cargas mayores a la carga nominal, se debe referir a la guía de cargabilidad ANSI/IEEE C57.91 o IEC 60354. Se deberá utilizar papel termo estabilizado clase E.

4.2 PARTES CONSTITUTIVAS DEL TRANSFORMADOR

4.2.1 Núcleo

El núcleo estará construido de láminas delgadas de acero eléctrico al silicio de grano orientado de la mejor calidad, de alto grado de magnetización, libre de fatiga por envejecimiento, con pérdidas de histéresis reducidas y con una gran permeabilidad. Las láminas deberán estar exentas de rebabas o salientes afilados. Todas las hojas tendrán un recubrimiento inorgánico aislante resistente a la acción del aceite caliente y a la presión del núcleo. El diseño del núcleo y el método de engrapado será tal que eviten una vibración y ruido excesivo. Las estructuras interiores para sujetar el núcleo serán de acero estructural. El núcleo deberá estar eléctricamente conectado al tanque del transformador.

El armazón que soporte al núcleo será una estructura reforzada que reúna la resistencia mecánica adecuada y no presente deformaciones permanentes en ninguna de sus partes y estarán construidas de forma que las corrientes parásitas se reduzcan a un mínimo.

Las ramas del núcleo estarán sujetas firmemente en su posición por medio de pernos pasantes aislados con un aislamiento de la clase "B", o por medio de cinta de fibra de vidrio. El aislamiento de los pernos pasantes del núcleo deberá resistir una voltaje de ensayo mínima de 2000 V, 60 Hz, durante un minuto.

El montaje de las láminas y de los medios de ajuste o soporte deberá ser tal que no se presenten vibraciones perjudiciales ni ruidos indeseables y que se reduzcan al mínimo los obstáculos contra el flujo de aceite.

El núcleo será adecuadamente apretado y arriostrado para que pueda resistir, sin deformaciones, los esfuerzos de cortocircuito y los manejos durante el transporte, evitando deformaciones en las láminas del núcleo y daños en el aislamiento de los arrollamientos o en las láminas. Las tuercas y pernos de la estructura de montaje y ajuste no deberán sufrir aflojamientos por vibraciones ni por incidentes de transporte o servicio.

El circuito magnético estará puesto a tierra de una forma muy segura y de tal manera que se pueda soltar la conexión a tierra cuando haya que probar el aislamiento del núcleo o cuando sea necesario retirar el núcleo del tanque.

La conexión deberá encontrarse en un lugar accesible. La fijación del núcleo al tanque del transformador no será considerada como conexión a tierra aceptable.

Se incluirán ganchos de izada u otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos, sin que dicha operación imponga esfuerzos admisibles a los pernos pasantes del núcleo o a su aislamiento.

El núcleo estará diseñado para absorber una corriente de magnetización lo más baja posible, en compatibilidad con una concepción económica.

4.2.2 Devanados

Todos los cables o conductores que se usen para los arrollamientos y equipo relacionado con los mismos, serán de cobre electrolítico de alta calidad y conductividad.

El aislamiento deberá ser dimensionado no solamente para el voltaje normal entre espiras, sino que se debe considerar el voltaje de línea y las condiciones de servicio, incluyendo voltajes de impulso causados por descargas atmosféricas en las líneas de transmisión así como sobretensiones de maniobra. El aislamiento de las últimas vueltas adyacentes a los terminales del transformador deberá ser reforzado entre espiras o se suministrará una protección adecuada para proteger a los bobinados de impulsos y transitorios. El aislamiento de todos los arrollamientos deberá tratarse convenientemente para garantizar que no se produzcan contracciones apreciables después del montaje.

Los bobinados primarios y secundarios serán localizados de tal forma que permanezcan con sus centros magnéticos coincidentes bajo todas las condiciones de operación. Los bobinados serán colocados y sujetos tan firmemente en una posición que pueda ser capaz de soportar esfuerzos mecánicos debido a cortocircuitos. Se tomarán precauciones para eliminar el movimiento de cualquier bobina causado por cortocircuito, vibración y otros disturbios.

Todos los bobinados, después de haber sido fabricados, y todas las cintas y material higroscópico utilizado en la construcción del transformador deberá ser secado a vacío e impregnado con aceite caliente.

El diseño general y la construcción del transformador así como de sus elementos de sujeción será tal que el movimiento mecánico de las bobinas no sea posible como resultado de un cortocircuito junto al transformador. El transformador deberá ser capaz de soportar cortocircuitos de hasta dos (2) segundos junto al transformador sin daño alguno, de acuerdo a las Normas ANSI C 57.12.00 o IEC 60076.

Los devanados deberán estar diseñados y contruidos para soportar sobre voltajes, de acuerdo a los niveles de aislamiento requeridos y para resistir los ensayos dieléctricos especificados en la publicación IEC 60076-1 "Power Transformers", y las Normas ANSI C57 "Transformers, Regulators and Reactors" y NEMA N° TR1 "Transformers, Regulators and Reactors.

El diseño, construcción y tratamiento de los bobinados tomará en consideración factores como la resistencia eléctrica y mecánica del aislamiento, distribución uniforme del flujo electrostático, pérdidas dieléctricas mínimas a la libre circulación del aceite, eliminación de lugares sobrecalentados, distribución de la voltaje entre espiras adyacentes y por toda la bobina, y control de la distribución del flujo eléctrico en régimen de impulso (para ondas completas y cortadas) para alcanzar una elevada resistencia dieléctrica a impulsos. El Contratista deberá explicar las disposiciones previstas para esta elevación de la resistencia del arrollamiento.

Las espiras serán bobinadas y los arrollamientos arriostrados de manera que una vez terminados, resulten rígidos y capaces de resistir los esfuerzos de cortocircuito por lo menos durante dos segundos, sin presentar deformaciones perjudiciales o fracturas en los aislamientos por cualquiera de los modos de fallas radiales, axiales o combinados.

La disposición de las tomas será tal que se mantenga una simetría magnética óptima para cualquier toma.

El núcleo ya armado y los bobinados serán secados al vacío para asegurar una extracción adecuada de la humedad. Inmediatamente después del secado todo el conjunto será impregnado y sumergido en aceite.

Las conexiones permanentes portadoras de corrientes (excepto las conexiones roscadas) serán soldadas por soldadura de plata, apropiadas para conexiones fuertes de cobre.

Los terminales de las bobinas de los devanados deberán estar ubicados cerca de la parte superior del tanque para facilitar el acceso y la conexión a los bujes.

Para los aisladores pasa tapas, conmutadores y los listones terminales, se podrán usar conexiones con pernos o pinzas, con la condición de que se utilicen los dispositivos adecuados de retención y ajuste para evitar que las conexiones se suelten o aflojen.

Los empalmes eléctricos de los arrollamientos deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas desencadenadas por cortocircuitos.

La aislación de los neutros será la misma que la de los terminales de línea. Las conexiones a los aisladores y conmutadores serán del tipo atornillado y provistos de dispositivos de bloqueos contra vibraciones.

El diseño general y la construcción del transformador así como de sus elementos de sujeción será tal que el movimiento mecánico de las bobinas no sea posible como resultado de un cortocircuito junto al transformador. El transformador deberá ser capaz de soportar cortocircuitos de hasta dos (2) segundos sin daño alguno, de acuerdo a las Normas ANSI. C 57.12.00 o IEC 60076.

4.2.3 Base

La base del transformador será fabricada con vigas de perfil de acero soldadas al fondo del tanque, y será adecuada para montar ruedas de pestaña desmontables durante el transporte, para mover el transformador en cualquier dirección sobre rieles de acero, formando caminos a 90° entre sí. El Contratista comunicará a La Distribuidora el tipo de rieles y el ancho de vía que sean requeridos.

La base tendrá cuatro (4) puntos de aplicación para gatos lo suficientemente fuertes para permitir elevar el transformador completamente ensamblado y lleno de aceite. Los mecanismos para mover el transformador horizontalmente en cualquier dirección pueden estar en la base.

La base del tanque será diseñada y construida de forma tal que el centro de gravedad del transformador, con o sin aceite (como normalmente se transporta), no caiga fuera de los miembros de soporte del tanque cuando el transformador se incline 15° respecto al plano horizontal. La base será tipo plataforma plana provista de apoyos adecuados para la colocación de gatos hidráulicos que permitan mover horizontalmente el transformador, completo y lleno de aceite.

Se suministrará un juego de ruedas y patines para el transformador, las cuales se emplearán solamente para su movilización durante el montaje, ya que después de su instalación el transformador descansará sobre su bastidor de base y placas de base colocados en el concreto.

La distancia entre las ruedas debe ser adecuada al tamaño y masa que permita mantener su centro de gravedad. Estas ruedas se apoyaran en rieles estándar para ferrocarril.

Se proveerán agujeros y pernos de anclaje, u otro medio de sujeción a la fundación. Los dispositivos de soporte, estarán diseñados para resistir las fuerzas sísmicas de 0,2g.

4.2.4 Tanque, tapas y acoplamientos

El núcleo y los bobinados estarán encerrados y sujetos en un tanque hecho de chapas gruesas de acero. El tanque será soldado y reforzado, con perfiles “L” o “C” apropiadamente soldados al tanque. El tanque, radiadores, tanque de expansión deberá ser capaz de soportar el vacío al 100%. Además el tanque debe ser diseñado para permitir una movilización conveniente. Los ganchos y orificios que se diseñen con este propósito, deben estar adecuadamente localizados para que el transformador pueda ser levantado por una grúa y otros métodos y mantengan una distancia de seguridad apropiada entre los bushings y los cables utilizados para la movilización, sin necesidad de usar separadores.

La cubierta del tanque debe ser diseñada para que los bushings puedan ser removidos con facilidad y las conexiones de los terminales de los bobinados también se efectúen fácilmente. Uno o más “manholes” para facilidad de acceso deben ser previstos en la cubierta superior del tanque.

La tapa superior de la cuba principal debe estar sujeta con pernos, no se aceptará el transformador con la tapa soldada.

Los tanques y radiadores deberán ser diseñados para efectuar vacío completo durante el proceso de montaje. Los compartimentos auxiliares tales como tanque de expansión, deberán ser igualmente diseñados para vacío completo y estar provistos de válvulas de aislamiento (insulating valves). El tanque, radiadores y tanque de expansión de los transformadores deberán ser capaz de soportar sin deformarse presiones que van desde vacío a sobrepresión.

El tanque así como todas las conexiones, juntas, etcétera, fijadas al tanque estarán construidas para resistir sin fugas ni deformación permanente, una presión interna de acuerdo al diseño y capacidad del transformador, aplicada al transformador lleno de aceite. Además, los tanques, enfriadores, etcétera, del transformador estarán contruidos para permitir el tratamiento bajo un vacío del 100 % durante 48 horas.

La cuba del transformador (de requerirse) soportará el tanque conservador, los radiadores, todas las cabinas de control, mecanismos, accesorios y el compartimiento del cambiador de tomas, si fuera diseñado y solicitado por la Distribuidora.

El tanque y las tapas serán fabricados de plancha de acero laminado. Todos los refuerzos serán soldados al tanque y diseñados para evitar acumulaciones de agua.

La tapa será completamente removible y vendrán provistas con escotillas (manholes) de inspección para permitir el acceso a las conexiones más bajas y a todas las bases de montaje de los pasa tapas, de tal manera que los pasa tapas y cualquier transformador de corriente, puedan ser fácilmente instalados y removidos con la tapa en su sitio. El diseño de las tapas debe evitar bolsas de gas dentro del tanque.

El tanque será de diseño, forma, proporciones, peso y construcción tales que aseguren la mejor circulación del aceite y eviten la transmisión o aumento de ruidos o vibraciones que podrían ser perjudiciales o simplemente indeseables.

El tanque tendrá aberturas para ubicar válvulas de drenaje, válvulas para tomas de muestras de aceite, para los radiadores, para el conservador, para conexiones de alambrado del cambiador de tomas, para el aceite de refrigeración y para cualquier mecanismo interno o accesorio que tenga tubos capilares o alambrados.

Se debe proporcionar los medios necesarios para conectar a tierra en dos puntos el tanque del transformador, estos deben incluir los tornillos y rodela necesarios, las cuales pueden ser de acero inoxidable o bronce. El conector para aterrizar el tanque del transformador debe ser capaz de alojar cables con una sección transversal de hasta 126,64 mm². (4/0 AWG).

El tanque del transformador estará provisto de las siguientes válvulas, bridas, etcétera, (conviene advertir que esta lista es solamente indicativa y no representa limitación alguna):

- Válvula de descarga de sobre presión de alta calidad ajustada para una presión de diseño interna.(para el transformador con tanque conservador)
- Válvula de presión súbita.
- Válvula para las conexiones de equipo de tratamiento de aceite, situadas una en la parte superior y otra en la parte inferior de la cuba.
- Grifos de prueba de aceite de $\frac{3}{4}$ "tipo gas" situados uno aproximadamente a un 90% de la altura de la cuba y otro en la parte inferior de la misma.
- Válvulas de cierre (separación) de aceite para las conexiones de los radiadores.
- Válvulas para sistema de monitoreo de gas.

Los neutros y terciarios del transformador deberán conectarse a tierra, por lo que en este caso, se suministrarán e instalarán aisladores porta-barras de porcelana o polímero y pletinas de cobre de 50 x 5 mm o cable de Cu 4/0 AWG (mínimo) adosados al tanque para las conexiones a tierra de los neutros de los devanados en estrella que lo requieran, del mismo modo se dotarán y suministrarán de conectores y herrajes adecuados para realizar las conexiones respectivas.

Para la puesta a tierra de los pararrayos montados en los transformadores, debe suministrarse un conductor de cobre cableado de calibre 65 mm² a 125 mm² (2/0 AWG a 250 kcmil), aislado para 3 kV, que irá desde cada contador de descargas al sistema de puesta a tierra. La cuba tendrá elementos de fijación para sujetar este conductor, que irá desde el pararrayos hasta cada contador de descargas.

Para los pararrayos que deberán ser montados en el transformador en los lados de alta y baja tensión, se deberá suministrar bases perforadas para montar aisladores normalizados por NEMA que servirán de soporte de pararrayos.

Los detalles de las ruedas, así como la disposición de las tuberías, válvulas, etc., de los tanques quedarán sujetos a la aprobación de La Distribuidora. En el diseño de estas partes se debe tener en cuenta la disposición prevista para el transformador.

4.2.5 Bridas

Todas las bridas utilizadas para la unión de tuberías deberán tener un tope que limite la presión sobre la guarnición correspondiente.

Por cada tipo de brida del circuito de enfriamiento se suministrarán dos juegos de tapas ciegas con juntas de goma sintética, pernos, tuercas, arandelas, etc., a fin de poder obturar las cañerías en las bridas cuando se desmontan los elementos conectados.

4.2.6 Empaques

Todos los empaques para boquillas, registros de hombre, registros de mano, radiadores, válvulas y demás accesorios deben ser de material elastomérico, de una sola pieza compatibles con el líquido aislante.

Deben estar indicados claramente en una lista de partes que debe ser incluida en el instructivo e identificados con número de partes, indicando la posición y el material de que están fabricados.

Los empaques deben ser instalados en ranuras maquinadas para satisfacer las condiciones de operación y ambientales durante la vida esperada del transformador, establecidas en esta norma. Empaques de dimensiones grandes, tales como los utilizados en las cámaras de los cambiadores de derivaciones, que no sea posible fabricarlos de una sola pieza y que sean requeridas uniones, esta(s) debe ser vulcanizada.

4.2.7 Radiadores

Los radiadores deberán poseer suficiente resistencia mecánica para soportar las presiones tanto positivas como negativas que pueda soportar el tanque principal del transformador.

Cada radiador debe ser montado en forma independiente y estar interconectado al tanque por medio de válvulas tipo mariposa que permitan retirar cualquiera de los radiadores o reemplazarlos, con el transformador en servicio.

Los radiadores deben poseer válvulas de cierre superior y una inferior que permita el la purga y extracción del aceite para el llenado. Estas válvulas deberán tener doble tapón.

Los radiadores serán removibles y estarán conectados al tanque mediante vigas apernadas, con empaques resistentes al aceite.

Cada radiador podrá ser removido del tanque sin pérdida de aceite. El retiro de un elemento de radiador permitirá el servicio continuo con el 100% de la capacidad máxima del transformador en su segunda etapa de enfriamiento.

Un perno de ojo para levantar el radiador será provisto en cada elemento. Todos los radiadores soportarán la presión atmosférica exterior cuando se efectúa el vacío en su interior y la misma presión interna (tal como la causada por un arco) que la del tanque.

Los radiadores soportarán todos los ventiladores requeridos para el enfriamiento especificado.

Los radiadores montados en el transformador darán adecuado enfriamiento cuando el transformador esté operando continuamente a su carga nominal con enfriamiento natural (OA) y con los ventiladores sin funcionar.

Los radiadores serán diseñados de tal manera que no tengan huecos o superficies que puedan acumular agua y dispuestos de tal manera que todas las superficies sean fácilmente accesibles para limpieza y repintado, sin remover los radiadores del tanque.

Las bombas de aceite (de requerirse) deben ser del tipo centrífugo y acoplado directamente a los motores. Para indicar el funcionamiento normal de la bomba y la dirección del flujo del aceite se suministrará, junto con cada uno de los grupos motobomba, un dispositivo indicador de flujo y un manómetro de aceite, cada uno de ellos provistos con contacto de alarma.

4.2.8 Aisladores pasa tapas (Bushings)

Los terminales y el punto neutro de los arrollamientos deben sacarse de la cuba a través de aisladores pasa tapas. Las EDs determinarán si el material de los aisladores pasa tapas serán relleno de aceite de tipo completamente sellado o tipo sólido, las características y pruebas cumplirán lo señalado en las normas IEC-60137, o en las normas C57.19.00, C57.19.01 y C57.19.101 de ANSI/IEEE.

Los aisladores pasa tapas deben ser diseñados para operar normalmente bajo las condiciones de servicio requeridas, se deberán corregir (de requerirse) las distancias de fuga por tipo de contaminación (muy severa) y la altura de instalación de 3000 msnm de acuerdo a la ED contratante (Norma C57.1200, tabla 1).

Se deberá mantener una adecuada coordinación del aislamiento con los devanados del transformador y las distancias entre bushings de acuerdo a cada nivel de voltaje.

Todos los aisladores pasa tapas deben ser resistentes al aceite y deben cerrar a prueba de fugas. El cierre será suficientemente hermético y fuerte para que soporte variaciones de presión debidas a cambios de temperatura que se produzcan durante el funcionamiento normal, o por variaciones de la temperatura ambiente, sin filtraciones o goteos y sin condensación de humedad.

Los pasa tapas deberán estar diseñados para evitar excesivos gradientes del campo eléctrico por debajo de su soporte, a fin de que ningún efecto corona ni arco eléctrico se produzca dentro del tanque.

La porcelana empleada en los pasa tapas debe ser fabricada por el procedimiento húmedo y debe ser homogénea, libre de exfoliaciones, cavidades o resquebrajaduras, vitrificada e impermeable a la humedad. La capa superficial vitrificada debe estar libre de imperfecciones tales como ampollas o zonas quemadas.

Las elevaciones de temperatura de los pasa tapas a corriente nominal no excederán de las señaladas en las normas IEC-60137 o C57.19.00, C57.19.01 y C57.19.101 de ANSI/IEEE. Los pasa tapas primarios, secundarios, terciarios y de neutro tendrán capacidad de resistir las corrientes máximas de cortocircuito que puedan circular por ellos durante dos segundos, sin deterioro de sus componentes.

Todas las piezas montadas de los pasa tapas, excepto las empaquetaduras que puedan quedar expuestas a la acción de la atmósfera, deberán componerse totalmente de materiales no higroscópicos.

El bushing del neutro del autotransformador estará en la tapa, tendrá un terminal para conductor cuyo tipo y sección serán los adecuados para la operación requerida.

Los terminales de los aisladores pasa tapas deben ser de cobre con recubrimiento de plata con perforaciones según normas NEMA.

Los conectores de todos los transformadores deben estar de acuerdo con la capacidad de estos y la capacidad de corriente de los terminales.

Se deberá suministrar los conectores para todos los bushings de acuerdo de acuerdo a lo especificado por la Distribuidora.

Todos los pasa tapas deben tener suficiente longitud para la instalación adecuada de los transformadores de corriente tipo bushing; además, deberán preverse transformadores de corriente para la medición de la temperatura en los devanados (imagen térmica) y el requerido para el relé de regulación del LTC bajo carga (de requerirse), los cuales pueden ser transformadores auxiliares.

Para la instalación de los pasa tapas en el tanque del transformador, el chicote de cada fase deberá venir amarrado interiormente en la tapa ciega del mismo bushing para que el conductor pase por el interior del bushing.

4.2.9 Transformadores de corriente tipo bushing

El Contratista suministrará transformadores de corriente tipo anular concéntricos, las cantidades, relaciones de transformación y clases de precisión que se indica la tabla de datos técnicos garantizados son referenciales, por lo que deberán presentar un estudio de cargabilidad.

Las marcas de polaridad se indicarán claramente en los transformadores de corriente y en los diagramas de alambrado y conexiones.

Los transformadores de corriente deberán tener la capacidad térmica y mecánica para soportar durante corto tiempo (1 s), las corrientes de cortocircuito máximas que puedan circular por ellos.

Los transformadores de corriente se deben suministrar del tipo seco o encapsulado y conforme a IEEE C57.13 o equivalente (para TP y TC) y también a los numerales 5.6 y 5.7 de IEEE C37.20.2 o equivalente IEC 60044.

Los transformadores de corriente deberán tener tres bobinados de protección en el lado primario y en el lado secundario, cuya relación primaria está indicada en el formulario, de datos técnicos garantizados.

Las salidas de los transformadores de corriente debe realizarse a través, de una de las paredes del tanque del transformador de distribución de forma tal que no se vea alterada la hermeticidad completa del transformador, sus salidas deberán conectarse a bornas corto circuitables debidamente codificadas.

Los terminales secundarios estarán alambrados a una bornera de terminales accesible, que deben ser independientes y separadas de las borneras para alambrado de control.

Los transformadores de corriente, unipolares, inductivos, se instalarán para la alimentación de las protecciones. Las características de los mismos serán tales que permitan el funcionamiento de las protecciones ofrecidas sin inconvenientes.

La placa de datos irá colocada en la parte inferior del transformador y deberá satisfacer los requerimientos establecidos por ANSI/IEEE C57.13 o IEC60044-1 para transformadores de corriente, de acuerdo a lo establecido por la ED.

Los transformadores para instrumentos deben ser del tipo seco, con secundario de 5 A, y contruidos para soportar los esfuerzos térmicos y magnéticos resultantes de las corrientes máximas de cortocircuito. Los TC deben seleccionarse para que cumplan las condiciones de precisión indicadas en las especificaciones técnicas garantizadas.

Deben ser encapsulados y en lo que respecta a las descargas parciales, estas no deben exceder los valores indicados en IEC 60270 o ANSI C57.113.

Los transformadores de corriente para protección deben tener una capacidad (burden) y precisión adecuada para la carga conectada a su secundario de acuerdo a las especificaciones técnicas garantizadas, y su relación de transformación debe ser tal que en caso de cortocircuito operen satisfactoriamente sin llegar al punto de saturación. Lo anterior debe demostrarse por el fabricante por medio de sus curvas de saturación.

Los transformadores deberán suministrarse con borneras corto circuitables y los elementos necesarios para evitar que el transformador de corriente quede en la posición de abierto.

4.2.10 Aceite para Transformador

El contratista deberá suministrar el aceite aislante requerido para el transformador y todos sus elementos, más un diez por ciento (10%) que será mantenido de reserva. El aceite debe ser mineral puro de baja viscosidad y claro, preparado y refinado especialmente para uso en transformadores. Este debe ser libre de impurezas, ácidos, alcalinos, componentes de azufre y no debe formar depósitos a temperaturas normales. El aceite en sus propiedades y características debe cubrir como mínimo los requerimientos de las Normas ASTM D3487 en sus partes aplicables. El aceite será del tipo II, aceite con contenido de inhibidor, sin contaminación de PCBs y no deberá generar azufre corrosivo.

El Contratista presentará a La Distribuidora las características físicas, químicas y eléctricas del aceite que se propone suministrar.

Antes de realizar las pruebas en fábrica, el/la Contratista debe presentar certificados de laboratorios acreditados que señalen que el aceite cumple con las normas establecidas y están libres de PCBs y/o PBBs.

Sera embarcado separadamente en tambores de acero de 55 galones o ISO tanques herméticamente cerrados. Los tambores de aceite deberán sellarse en la refinería y entregarse a La Distribuidora con sus sellos intactos.

En las placas de identificación del transformador el contratista hará constar las principales características del aceite aislante.

4.2.11 Cambiador de tomas sin tensión

El transformador se suministrará con un cambiador de taps manual sin carga, el cual deberá cumplir los siguientes requerimientos:

- Localización: En el bobinado de alta tensión del transformador.

- Capacidad: la nominal del transformador en todas las posiciones.
- Operación: manual desde el exterior.
- Accesorios: indicador de posiciones y facilidad del bloqueo mecánico en cada posición.
- Número de pasos: Cuatro pasos definidos por la ED (2 por debajo y dos por sobre la tensión nominal).

Debe suministrarse un conmutador de derivaciones para operar sin voltaje. Cada posición del conmutador y el correspondiente voltaje deben ser fácilmente identificables con lo indicado en la placa de características. Todas las posiciones del conmutador deben ser operables.

Este cambiador deberá estar instalado en el devanado de Alto voltaje del transformador.

Debe estar provisto de un mecanismo externo para operación manual, para operar a nivel de piso, la cual debe ser simultánea en las tres fases.

El modo de accionamiento del conmutador será cuando el transformador se encuentre sin voltaje.

Debe ser instalado en tal forma que su inspección y mantenimiento se pueda realizar a través de una escotilla de dimensiones adecuadas, sin que sea necesario intervenir en el núcleo o las bobinas del transformador.

Debe estar provisto de un indicador de posición visible y bloqueo mecánico en cada posición que permita la inspección visual y operación en forma segura para el personal.

Debe poseer un sistema de enclavamiento y seguridad que evite la operación del conmutador por parte de personal ajeno. Deberá proveerse un enclavamiento que impida la operación del conmutador cuando el transformador se encuentre energizado.

El fabricante debe incluir al lado del dispositivo de maniobras un letrero con la advertencia de que su operación debe ser sin voltaje ("maniébrese sin voltaje").

4.2.11.1 Cambiador de tomas bajo carga (de requerirse)

a) Cambiador trifásico de derivaciones de tomas bajo carga (LTC) de montaje externo o interno.

Los transformadores deberán suministrarse con un cambiador de derivaciones bajo carga trifásico (Load Tap-Changer Equipment), adecuado para su instalación externa al tanque de los transformadores de acuerdo a la Norma IEC 60214 y su instalación será del tipo exterior a la cuba principal.

El cambiador de derivaciones bajo carga del transformador, deberá instalarse en el devanado de alto voltaje (H windings) y deberá tener un rango de variación de $+15\%$, en un total de 17 posiciones en pasos de $1,875\%$ por paso, $+8$ posiciones para incremento y reducción de voltaje y corriente nominal del lado de AT. Adicionalmente se deberá instalar un relé Buchholz en la cuba del cambiador automático de carga (LTC).

El cambiador de derivaciones bajo carga debe poseer la capacidad suficiente para utilizar la potencia nominal del transformador, para una sobrecarga del 20% , durante lapsos superiores a dos horas en cada una de las posiciones del cambiador, sean estas de mínimo o máximo voltaje dentro del rango de regulación.

El cambiador de derivaciones para operación manual, deberá poseer una palanca de operación localizada en una de las paredes del tanque principal a una altura de 1.10 metros para su operación desde la base del transformador. La palanca de operación deberá poseer aditamentos para bloqueo instalando candados u otro tipo de seguridades y deberá dar una indicación visible de la posición en que se encuentra el intercambiador de derivaciones, sin necesidad de desbloquear la palanca. Para cada posición de los devanados (tap), de las fases del lado de alto voltaje, se le asignará el número correspondiente.

El cambiador de derivaciones bajo carga deberá conformarse con los siguientes accesorios y partes:



b) Selector de derivaciones.

El selector de derivaciones (Arcing Tap Switch) deberá ser localizado en uno o varios compartimentos montados sobre el transformador por lo que se deberá de prever facilidades para el escape de los gases formados por los arcos eléctricos.

La cubierta del selector de derivaciones deberá ser sujeta con pernos y debe permitir el acceso al compartimiento del selector de derivaciones, sin interferir con el tanque principal o con el requerimiento de reducción del nivel de aceite en el tanque principal.

Una válvula de drenaje de aceite deberá localizarse en la parte inferior de cada compartimiento con aceite para permitir sacar todo el aceite. Esta válvula de drenaje deberá tener integrada una válvula para muestras de aceite.

Cada compartimiento de aceite, en su parte superior, debe poseer una válvula para llenado de aceite con bridas para su acople a mangueras de la prensa filtro.

Un indicador de nivel de aceite, del tipo magnético de dial, debe ser instalado en cada compartimiento con aceite.

El Indicador del nivel de aceite deberá entregar una señal de alarma si el nivel está bajo el límite a un controlador donde se concentren todos los parámetros equipo de monitoreo del transformador para enviar información, vía protocolo IEC 61850 al SCADA local de la subestación.

c) Mecanismo motor.

El mecanismo motor (motor – drive mechanism) deberá poseer los siguientes componentes:

Motor: El motor deberá ser adecuado para su operación con una alimentación de corriente alterna trifásica de 210/121 voltios. El mecanismo deberá poseer switches limitadores de carrera de tipo eléctrico.

Se debe suministrar una palanca o manivela para operación manual del selector de derivaciones, el mecanismo deberá encontrarse eléctricamente interbloqueado con el motor para impedir su operación mientras la palanca o manivela esté siendo utilizada. Si esta palanca es desmontable, se deberá proveer de un lugar para su almacenamiento junto a estos mecanismos.

d) Indicador de posición.

El intercambiador de taps bajo carga deberá estar equipado de un indicador de posiciones con manecillas para marcar tanto el máximo como el mínimo tap alcanzado en su operación, además de poseer facilidades para la restauración a su posición original N de las dos manecillas.

La posición del indicador será visible mientras se opera a mano al intercambiador de taps.

El indicador de posición deberá ser fácilmente visible desde la parte exterior del transformador sin necesidad de abrir ningún compartimiento.

Adicionalmente se deberá suministrar un indicador de posición remota que estará instalado en los tableros de control de la subestación.

Del Indicador de posición deberá enviarse una señal hacia el relé de regulación de tensión, el cual grabará esta información y posteriormente este transmitirá esta información a un equipo de monitoreo del transformador para enviar información, vía protocolo IEC 61850 al SCADA local de la subestación.



e) Contador de Operaciones.

El contador de operaciones deberá señalar el número acumulado de operaciones realizadas.

f) Switch para selección Manual – Off – Auto – Remoto.

Switch de Elevación – Reducción con una posición intermedia OFF.

Disyuntores termomagnéticos para protección del motor y de los circuitos de tensión a los dispositivos de control automático.

Terminales para prueba tanto de tensión como de corriente.

g) Unidad de filtrado.

Con el objeto de extender la vida útil del equipo y que exista una limpieza en el aislante dieléctrico es necesario una unidad de filtrado que se adapte al LTC.

h) Relé regulador de tensión (Voltage Sensitive Device)

Para control automático de la operación del intercambiador de taps bajo carga. Este dispositivo deberá ser ajustable entre 90 y 130 voltios. El relé deberá venir protegido contra sobretensiones transitorias que pueden dañar al relé o a su programación interna.

Relé de regulación deberá entregar la información a un controlador donde se concentren todos los parámetros o señales al monitor del transformador y de este se deberá enviar la información vía protocolo IEC 61850 al SCADA local.

Módulo para compensación de la caída de tensión en la línea (line-drop-compensator), con elementos de resistencia y reactancia ajustables que permitan la compensación de la caída de tensión producida por la corriente de carga.

Se deberá proveer al módulo con los aditamentos necesarios para invertir la reactancia con el fin de la operación en paralelo del equipo de regulación de tensión instalado en otro transformador similar, por el método de reactancia inversa (reverse reactance method).

El equipo adicional requerido para la operación en paralelo del equipo de regulación de tensión de otro transformador similar por el método de circulación de corriente (circulating – current method).

Relé de retardo de tiempo para permitir un rango de ajuste entre 0 a 120 segundos en la operación del intercambiador de derivaciones bajo carga en ambas direcciones, tanto de elevación como de reducción de voltaje.

Un voltímetro para indicación del voltaje en el lado secundario del transformador, que será alimentado desde un transformador de tensión.

Una entrada para la señal del transformador de corriente adecuada para su utilización en los circuitos de corriente del relé de compensación de la caída de tensión en la línea (line drop compensator relay).

Los conductores y bloques terminales que se requieran.

Los cubículos necesarios para alojar todos los instrumentos y dispositivos de control, protección o elementos básicos del intercambiador de derivaciones bajo carga.

El cubículo de control debe poseer calefactores, con control por termómetro, para impedir la condensación de la humedad sobre los instrumentos e iluminación interior.

Se debe disponer de un dispositivo para calibrar y regular la tensión, para valores de un ancho de banda de 5%.

Nota: Todos los instrumentos de control, protección del transformador y de la operación del intercambiador de derivaciones bajo carga, incluyendo los de indicación de la posición, deben llevar sus parámetros y señales a un monitor donde se concentren la información que permitan controlar el transformador y de este se deberá operar vía protocolo IEC 61850 para luego enviar los datos al SCADA.

i) Pruebas

Mediciones de resistencias del aislamiento de los devanados del transformador y chequeo de continuidad de las conexiones de los devanados incluyendo los relacionados a los intercambiadores de derivaciones en todas las posiciones.

Revisión del sistema de enfriamiento (FA), ventiladores y cambiadores automáticos bajo carga, usando los controles manual y automático.

4.2.12 Gabinete de control, cajas de terminales y armarios:

El equipo de control de arranque manual y automático de los ventiladores, instrumentos de control y protección especificados, deberán estar alojados en un gabinete “Metal Clad” adherido al transformador, provisto con puertas oscilantes, que contengan aditamentos de cierre para ubicar candados o seguridades que impidan abrirlos a personas no autorizadas.

Todo el cableado, ductos, cajas de terminales, conexiones, etc., deben ser del tipo a prueba de humedad, fuego, roedores y otras alimañas; tropicalizados y con calefacción para impedir la condensación de la humedad en los diferentes instrumentos o elementos. Además las conexiones con los equipos deberán realizarse a través de conectores rápidos tipo industrial.

Además de los instrumentos, dispositivos y elementos requeridos, el gabinete deberá disponer de luces de iluminación para corriente alterna. Igualmente el gabinete contendrá los bloques de terminales adecuados para los distintos aparatos y equipos del transformador.

Los dispositivos, instrumentos o elementos a ser instalados en el tablero o tableros requeridos consistirán pero no estarán limitados a:

- 1 Circuit Breakers de caja moldeada, mini breaker, para protección de cada circuito.
- 2 Switch de selección para operación .Manual – Automático – Remoto – Off., Luces piloto del control de los ventiladores, en las diferentes etapas de enfriamiento.
- 3 Termómetros de temperatura de aceite y devanados tipo digital que realizará la protección principal.
- 4 Dispositivos de fuerza del sistema de ventilación forzada.
- 5 Bloques terminales.
- 6 Concentrador de señales.
- 7 Termostatos e higrómetros para el control de la resistencia calefactora

Varios dispositivos pueden estar ubicados dentro de un mismo equipo.

Se suministrarán cajas de terminales convenientemente instaladas en lugares adyacentes al tanque. Las cajas tendrán compartimentos separados para circuitos de potencia y circuitos de control con regletas de bornes.

Los secundarios de los transformadores de corriente se conectarán a bloques de terminales del tipo corto circuitables. Todos los interruptores, contactores y demás dispositivos de control del transformador se instalarán en un armario metálico con grado de protección IP55, que dispondrá de cerradura en la puerta.

El cableado que conecta las diferentes piezas o accesorios de los circuitos eléctricos con las cajas terminales se instalará con un recubrimiento de tubo de acero galvanizado rígido (o tubo flexible, si fuere aprobado) u otros medios análogos de protección. Los conductores se dispondrán de forma que causen los menores inconvenientes posibles durante el desmontaje.

Todas las cajas de terminales, armarios, etc., estarán montados sobre el tanque con una fijación flexible (amortiguadores) y serán localizados a una altura conveniente del suelo.

El comando y las protecciones del transformador con sus accesorios estarán debidamente coordinados con los demás dispositivos de mando, señalización, etc., de la instalación.

Para el diseño de la parte de control, el contratista presentará los planos respectivos y la lista de cableado, identificación, etc., para que estén sean revisadas y aprobadas por La distribuidora.

Todo el cableado secundario de los equipos, gabinetes de control, relés, instrumentos, etc., deberá realizarse con conductor cableado, aislamiento de PVC 600 voltios, resistente a la llama. A menos que se indique lo contrario, todos los alambres deberán ser de un tamaño no menor de 2.5 mm² de sección de cobre cableado.

Todos los cables deberán ser estéticamente instalados en grupos y asegurados por abrazaderas hechas de material aislante; el cableado entre una posición fija y una posición móvil se realizará en tubería conduit flexible de larga duración y con cable multi-conductor de acuerdo a normas internacionales aplicables.

Los diagramas de control y protección preferiblemente deben ser dibujados, vistos desde la parte posterior, en todo caso en cada diagrama se indicará la vista empleada. Los diagramas mostrarán la disposición de las regletas terminales en posición de operación.

Las regletas terminales se suministrarán con los respectivos terminales para conexión de los cables de control. Todas las conexiones se efectuarán por la parte delantera de las regletas terminales.

Las regletas terminales deberán contener terminales dispuestos en pares para conductores de entrada y salida. No se podrán conectar a un mismo terminal más de dos conductores.

Se suministrarán divisiones aisladas entre los conectores adyacentes. La altura de estas divisiones y las separaciones entre los terminales deberá ser tal que proporcione una adecuada protección y permita un fácil acceso a los terminales.

Se suministrarán los rótulos y nomenclaturas necesarias en las regletas terminales y conductores.

En todos los circuitos secundarios de los transformadores de corriente se incorporarán facilidades como borneras corto circuitables para pruebas en los sistemas de medición y protección asociados.

Todos los terminales para pruebas deberán ser fácilmente accesibles sin tener que quitar ninguna parte del equipo, gabinete, o ser sacado del servicio.

Accesorios

Todos los componentes de equipos electrónicos deberán ser tropicalizados, así como tener tratamiento para ser protegidos contra humedad y contra hongos.

Cuando falle algún elemento, los restantes en buen estado deberán soportar la condición anormal transitoria que siga a esta falla.

Los circuitos lógicos que estén compuestos por algún elemento de estado sólido, ante la falla de uno de estos, no deberán efectuar una mala operación o afectar a algún equipo controlado. Serán diseñados en forma tal que resulten insensibles a ruidos provenientes de diversas fuentes electromagnéticas perturbadoras según IEC 60255-4 o ANSI 37.90.

4.2.13 Sistema de Preservación de Aceite tipo Tanque Conservador (de requerirse)

Se usará un sistema de presión constante, el Contratista suministrará un tanque reservorio auxiliar (conservador) con celda de aire y con un sello flexible (compensador elástico) entre el aceite y el aire, que permita el escape del aire hacia la atmósfera, conforme el aceite se expanda en el tanque principal. La celda de aire tendrá un respiradero deshidratador libre de mantenimiento.

El tanque de expansión es al mismo tiempo conservador de aceite para proteger este contra la absorción de humedad. Para ello deberá proveerse con un sistema de conservación de aceite equipado con un diafragma de material apropiado, para evitar el contacto del aceite con la humedad, el oxígeno y otras contaminaciones que ingresan a través del dispositivo deshidratador. La membrana de expansión deberá construirse de un tejido de nylon con caucho de nitrilo a ambos lados o un material similar resistente al aceite.

El tanque reservorio actuará como un conservador durante fallas de la celda de aire. El conservador será capaz de resistir, sin agrietarse, las máximas presiones o vacíos desarrollados en el tanque; será montado a una altura adecuada por encima del tanque principal para permitir una caída continua de aceite al tanque principal y tendrá un sumidero y una válvula de drenaje.

Se suministrará al menos una válvula de drenaje y para expulsión de gas o aire mientras se llene el transformador con aceite, además de todas las válvulas, reguladores de presión, válvulas de alivio, medidores de nivel de aceite con señal al concentrador de datos, medidores de presión y medidores de vacío que sean necesarios para el sistema de conservación del aceite.

El relé Buchholz con alarma y contacto de disparo, se instalará en la tubería de conexión entre el tanque y el conservador, con válvulas para aislarlo sin pérdida de aceite.

El indicador de nivel de aceite de tipo magnético con contactos de alarma para niveles máximos y mínimos de aceite se instalará en el tanque conservador de la cuba principal y de requerirse en la cuba del LTC.

En el transformador deberá instalarse un tanque conservador en la parte superior de la cuba, con una inclinación de 25 milímetros entre extremos y con una capacidad mínima del 10% del volumen total de aceite del transformador incluyendo el del sistema de refrigeración y equipado con:

La respiración del transformador que se hará por medio de un recipiente en serie con un deshidratador libre de mantenimiento, localizado en tal forma que permita la supervisión desde el piso, el recipiente de deshidratador tendrá una válvula para la conexión a su tubería, una válvula de 5.08 mm (2 pulg.) con toma en la parte superior del tanque; un sumidero y una válvula de drenaje de 5.08 mm (2 pulg.) en el extremo más bajo del tanque. El tubo de conexión al tanque principal deberá sobresalir al menos 25 milímetros dentro del tanque conservador y contener una válvula de sello con una manija que indique claramente la posición de la válvula.

Deberá estar montado a una altura de 1,5 metros sobre el nivel de la base del transformador.

La tapa inferior del respiradero esté provista de un depósito de aceite, que retenga las partículas sólidas suspendidas en el aire.

Al tanque conservador provisto de compensador elástico debe realizarse la prueba hidrostática, aplicando una presión establecida por la norma y diseño durante (2) horas.

Cuando para efectos de transporte se utilice sistema de gas inerte, deberán incluirse con el transformador, dispositivos para la admisión automática de gas al transformador a una presión apropiada, orificio de alivio de presión, válvula de prueba de gas y medidor de presión de gas.

Uno de los lados del conservador deberá estar fijado por medio de pernos, a fin de que pueda ser removido para examinar y limpiar el interior del mismo y deberá estar provisto de indicadores de nivel de aceite de tipo magnético con contactos para alarmas no ajustables, fijados para cerrar a un nivel de operación de seguridad mínimo del líquido. Los niveles, señalarán el nivel normal a 25°C y los niveles máximos y mínimos y las señales serán enviados al concentrador de señales.

Accesorios para sistema de conservación de aceite si es del tipo Conservador:

- Un sumidero y una válvula de drenaje en el tanque conservador.
- Válvulas de desfogue.
- Conexiones entre el tanque y el conservador, con válvulas tipo "shut-off" o mariposa.
- El relé tipo Buchholz estará en esta tubería de conexión.
- Un respirador deshidratador libre de mantenimiento

4.2.13.1 Sistema de Preservación de Aceite tipo sellado con colchón de nitrógeno (de requerirse)

De requerirse un transformador con Sistema de preservación del aceite tipo Tanque Sellado, este estará equipado con sistema automático para mantener la presión de nitrógeno en el tanque principal a través de un cilindro que le inyecta nitrógeno, ubicado en un compartimiento adicional al tanque principal. Un sistema de tanque sellado es en el cual el gas más el volumen del líquido permanece constante. Esto deberá ser diseñado para que la presión interna del gas no exceda 10 lb/in² positivos o 8lb/in² negativos.

El sistema incluirá medidor de presión de vacío y una válvula de alivio de presión.

Las dimensiones de diámetro del visor con marcas de la escala utilizada en el medidor de presión deberá cumplir lo indicado en la norma ANSI C57.12.10

La Válvula de alivio de presión intercala antes del medidor de presión de vacío, estará ajustada para operar en un valor máximo de presión dado por el diseño del equipo e indicado en la norma ANSI C57.12.10

Se deberá proveer las facilidades para el montaje y desmontaje de los sistemas de monitoreo de gas, de requerirse.

4.2.14 Válvulas y grifos

Los transformadores deberán venir equipados con válvulas para las siguientes funciones:

- Drenaje de la cuba, de los tanques conservadores, de los radiadores, etc.
- Obtención de muestras de aceite de la parte más baja del tanque, del 90% de la altura de la cuba, del tanque conservador y del relé Buchholz.
- Purga de aire de los tanques de los conservadores, del relé Buchholtz, radiadores, etcétera
- Remoción de los radiadores, tanto en la parte alta como en la parte baja del tanque del transformador. Para aislar totalmente cada radiador.

- Conexión y separación del relé Buchholz
- Conexión de las diversas tuberías de aceite al tanque
- Para aislar el tanque conservador del tanque principal.
- Para purga y drenaje de aceite de cada uno de los radiadores con doble tapón.
- Para conexión del equipo de secado del transformador y de tratamiento del aceite mediante el sistema hot spray.
- Para las conexiones del Sistema de monitoreo de gas.

Todas las válvulas deberán ser de construcción apropiada para trabajar con aceite caliente y cada una de las válvulas deberá estar equipada con su brida ciega.

4.2.15 Válvula de descarga de sobre presión y relé de presión súbita

- El transformador estará equipado con una (1) válvula de descarga de sobre presión o un dispositivo equivalente que actuará como equilibrador de sobre presiones. Esta válvula dejará escapar cualquier sobre-presión interna mayor que sea causada por perturbaciones internas, y volverá a cerrar después de haber actuado. Para el efecto la válvula tendrá contactos de disparo para indicar la actuación del dispositivo y tendrá indicación visible. Este dispositivo deberá enviar una señal al controlador de señales para el envío de información al SCADA y a bornera para los disparos por protección.

El tubo de descarga que forma parte de la válvula estará montado de forma que el aceite que se expulse vaya hacia el suelo sin regarse por el transformador.

- Un (1) relé detector de presiones súbitas de gas deberá estar adosado al tanque principal y se conectará a un dispositivo electrónico ubicado en el gabinete del transformador, con contactos eléctricos normalmente abiertos que se cerrarán para alarma y disparo. El relé funcionará por aumento súbito de presión dentro del tanque principal o del compartimiento del cambiador de tomas y no operará para una elevación gradual de presión, dentro del rango normal de presión del transformador., el cual contará con una regleta de conexiones con disponibilidad de señales para conectar cable 14 AWG de alarma y disparo, incluida la alimentación DC al relé. Dispositivo de presión súbita, equipado con una señal visible de su operación y con un microswitch para dar señal eléctrica de alarma, adecuado para operar con 125 VDC o 48 VDC (de acuerdo a lo solicitado por ED), además de una válvula de purga de gas y otra de ventilación atmosférica. Este dispositivo deberá enviar una señal al controlador de señales para el envío de información al SCADA.

4.2.16 Relé tipo Buchholz

Un relé tipo Buchholz con contactos de alarma y disparo adecuados para una operación continua de 125 VDC o 48 VDC (de acuerdo a lo solicitado por ED), deberá poseer válvulas de purga y extracción de muestras de aceite, ser resistente a la presión y vacío, botón de prueba, con grado de protección IP54. El tiempo de respuesta < 0.1 segundos. Deberá enviar las señales al controlador para el envío de información al SCADA y a bornera para los disparos por protección.

4.2.17 Indicador de nivel de aceite

El transformador estará equipado con un (1) indicador de nivel de aceite del tipo magnético de dial, con escala conveniente que pueda observarse desde el suelo. El indicador estará montado en la pared lateral del conservador de aceite, y estará equipado con dos (2) juegos de contactos de alarma para el control del nivel de

aceite: alto y bajo. Deberá enviar la señal al controlador de señales para el envío de información al SCADA y a bornera para los disparos por protección.

4.2.18 Pernos de anclaje, placas de base:

Se suministrarán en la cantidad que sea necesaria, los pernos de anclaje, las placas de base y los medios de sujeción convenientes para fijar firmemente el transformador en su ubicación definitiva.

La base será fabricada de vigas de perfil de acero soldadas al fondo del tanque y será adecuada para montar ruedas con pestaña, desmontables durante el transporte, para mover el transformador en cualquier dirección, sobre rieles de acero, formando caminos a 90 grados entre sí.

Se deberá entregar un juego de patines con suficiente capacidad para posicionar los transformadores en su sitio de operación.

4.2.19 Cavidades termométricas:

En los sitios en que sea necesario se proveerán cavidades termométricas provistas de tapones roscados.

4.2.20 Herrajes para elevación y alzado con gatos hidráulicos:

En el tanque del transformador estarán situados convenientemente los estribos de asiento que sean necesarios para levantarlos con gatos hidráulicos. Cada uno de los estribos de asiento estará calculado para soportar, al menos, la mitad del peso total del transformador completamente lleno de aceite.

4.2.21 Instrumentos indicadores:

Todos los instrumentos indicadores permitirán una lectura clara, tendrán números, agujas negras en fondo blanco y estarán calibrados en unidades métricas. Serán de marcas garantizadas y estarán provistos de conexiones para calibración; para conexiones de aire, manómetros, etc. La precisión garantizada será de al menos $\pm 1\%$.

4.2.22 Placas de identificación:

Placas de identificación indicando capacidades, voltajes nominales, diagramas de conexión de los devanados incluyendo tomas de voltaje, características del aceite aislante, diagrama de conexión para el circuito de control del cambiador de taps, instrucciones especiales para operación, mantenimiento y prueba; datos importantes, nombre del fabricante y en general los datos que señalan las normas.

Una placa de diagrama deberá ser suministrada y estará localizada aproximadamente a 1.6 metros sobre la base del transformador. La información suministrada deberá estar de acuerdo con las Normas ANSI C57.12.00, placas C o IEC 60076, escritas en idioma español.

Los demás instrumentos deben tener igualmente su respectiva placa de denominación con la información indicada en las Normas ANSI aplicables.

Las máximas presiones positivas o negativas que puede soportar el tanque, deberán ser indicadas en la placa de denominación.

Para los transformadores tipo sellado se deberá incluir la curva de variación de nivel de aceite con respecto a la temperatura y presión interior con respecto a la temperatura.

4.2.23 Misceláneos:

En general el transformador estará provisto de todos los accesorios, elementos de control, dispositivos de protección, etcétera, que permitan su operación segura y confiable y faciliten su mantenimiento, supervisión, ajuste y pruebas. El sistema de supervisión y control del transformador deberá integrarse al sistema de control supervisión y medición de la subestación, mediante un controlador de señales con protocolo de comunicación IEC 61850.

Además deberá conectarse a la red para la gestión remota a través de puertos RJ45 o fibra óptica con Ethernet multiusuario.

4.3 ACCESORIOS Y EQUIPOS AUXILIARES

El tiempo de vida útil de los accesorios será igual al tiempo de vida del equipo principal.

Los indicadores, termómetros y relés se construirán y localizarán de tal manera que los elementos sensores de temperatura puedan ser removidos con el transformador energizado. El montaje de los manómetros, medidores, relés, etc., garantizará su protección contra vibraciones.

Los contactos de los accesorios estarán aislados de tierra y serán positivos y de acción por resorte. Los contactos de alarma y control serán adecuados para operar alimentados por fuentes de corriente continua de 125 VDC o 48 VDC de acuerdo a lo solicitado por la ED.

El Contratista suministrará el transformador con sus accesorios normales y además con los que se detalla a continuación, si éstos no estuvieren incluidos en su suministro normal. Los costos de todos los accesorios estarán incluidos en los precios de suministro del transformador.

Las conexiones con todos los equipos de protección se realizarán a través de conectores rápidos tipo industrial.

4.3.1 Sistema de Enfriamiento Automático

La protección principal del transformador se realizará con los termómetros de temperatura de tipo digital para aceite y devanado. En caso de falla de uno de los termómetros de temperatura de tipo digital del transformador, se realizará la conmutación de forma automática a través de un relé biestable habilitando la protección de respaldo (termómetros tipo disco), control de ventiladores, alarmas y disparos, con el funcionamiento de los micro interruptores de los termómetros tipo disco (tipo aguja) de acuerdo al esquema funcional de protección.

La calibración, ajuste, configuración y comunicación de los termómetros de tipo disco y de tipo digital, será de responsabilidad del contratista.

El enfriamiento, dependiendo de la carga aplicada a la unidad será de la ONAN/ONAF.

Se podrá operar con sobrecargas, en los lapsos y condiciones indicadas en la ANSI C57.91 o su equivalente en IEC, sin que la temperatura en el punto más caliente del arrollamiento supere los 110 °C. Con el diseño del transformador se deben presentar los detalles de las sobrecargas que serán posibles.

El Contratista deberá prever suficiente espacio para un acceso fácil a todos los componentes del sistema con fines de limpieza y mantenimiento

Los sistemas de enfriamiento forzado serán dimensionados para suministrar suficiente reserva si una de las unidades no opera, permitiendo que el equipo opere a plena carga, sin exceder las máximas elevaciones de temperatura especificadas.

El transformador dispondrá de un control automático independiente de un sistema de alarma, incluyendo todos los accesorios y mecanismos requeridos, aunque no sean mencionados en estas especificaciones.

Los ventiladores deberán ser del tipo de operación silenciosa y de bajas revoluciones, con todos sus elementos diseñados para trabajo pesado y larga vida útil, para evitar un nivel de ruido mayor que ocasione molestias a las viviendas cercanas a las subestaciones. El nivel máximo de ruido emitido por los ventiladores será de acuerdo a la norma ANSI C57.12. ó su equivalente IEC.

Los motores ventiladores deberán ser de alimentación solicitada por la ED, 60 Hz, además deberán poseer protección contra sobrecargas.

La operación de estos elementos deberá ser manual y automática por acción de los termómetros, tanto de medición de temperatura de aceite como de devanados, y el transformador deberá ser provisto de todos los elementos de control necesarios en las diferentes condiciones o estados de enfriamiento del transformador.

Todos los elementos deben ser del tipo para trabajo pesado y de larga vida útil.

Cada grupo del equipo de enfriamiento será conectado independientemente y cada conexión dispondrá de conectores que permitan su retiro con el transformador funcionando.

El sistema de enfriamiento incluirá por lo menos los siguientes componentes:

- Un grupo de ventiladores completos, con motores, arrancadores protección contra sobrecargas y cortocircuitos para el grupo y para cada motor de ventilador y un switch de desconexión para cada grupo.
- Conmutador selector para control local (automático-apagado-manual).
- Protección de bajo voltaje con retardo de tiempo.
- Relés de control de la temperatura de los devanados con mecanismos auxiliares para control automático del sistema de enfriamiento.
- Mecanismos de alarma y supervisión, de acuerdo con normas de fabricación.
- Todas las válvulas y tuberías, conexiones y accesorios para una operación satisfactoria de la instalación
- Termómetros para la indicación de la temperatura del aceite, que deberá ser del tipo disco (aguja) de -20 °C a 140°C, vidrio anti empañante hasta 80% HR, con IP 55. La medición se realizará a través de sensores de temperatura Pt100 independientes, con IP55 para cada tipo de termómetro de acuerdo al esquema funcional de protección. La ubicación del equipo deberá estar aproximadamente a una altura del orden de un metro cincuenta centímetros medidos desde la base del transformador. Deberá poseer contactos para el arranque de los ventiladores, para la señal de alarma de sobre temperatura del aceite y para señal de alarma y disparo de sobre temperatura del aceite. Adicionalmente los termómetros deberán almacenar y mostrar la temperatura máxima a la que ha llegado el aceite. Los diferentes contactos deben ser adecuados para operar en circuitos de 125 VDC o 48 VDC de acuerdo a lo solicitado por la ED y a 220/127 VAC. Los termómetros deberán poseer un transductor para enviar las señales de temperatura y de operación a un sistema SCADA y mediante un controlador de señales al Centro de Control de la Distribuidora. Las comunicaciones deberán ajustarse al protocolo de comunicaciones DNP3.0 e IEC 61850, que se dispone en la Distribuidora.
- Termómetros para indicación de la temperatura de los devanados de alta y baja voltaje, de iguales características al termómetro de indicación de temperatura del aceite, tanto en forma como en ubicación, pero adicionalmente deberá incluir los accesorios necesarios para la representación de la temperatura de los devanados, tales como transformador de corriente tipo bushing, ubicado en una fase de uno de los devanados. Deberá poseer contactos para el arranque de los ventiladores, para la señal de alarma de sobre temperatura de devanados, y para señal de alarma y disparo de sobre



temperatura de los devanados. Adicionalmente los termómetros deberán almacenar y mostrar la temperatura máxima a la que ha llegado el devanado. Los diferentes contactos deben ser adecuados para operar en circuitos de 125 VDC o 48 VDC de acuerdo a lo solicitado por la ED VDC. Y a 220/127 VAC. Los termómetros deberán poseer un transductor para enviar las señales de temperatura y de operación a un sistema SCADA y mediante un controlador de señales al Centro de Control de la Distribuidora. Las comunicaciones deberán ajustarse al protocolo de comunicaciones DNP3.0 e IEC 61850, que se dispone en la Distribuidora.

- Monitor electrónico (termómetro digital) para la medición de la temperatura de aceite y bobinados, que controle las señales tanto analógicas como digitales de: presión del tanque del transformador, de la válvula de sobrepresión, presión súbita, nivel de aceite, relé Buchholz, con contactos para el control de los ventiladores, alarmas y disparos.

El monitor electrónico de temperatura del aceite y bobinado de los transformadores de poder (MET) debe funcionar como un equipo electrónico inteligente (IED) y ser de tipo modular.

El MET tendrá entradas para monitorear RTD para la medición de la temperatura de aceite del transformador y la temperatura de bobinados mediante sensores PT100 y entradas de CTs de corriente. Asimismo, el MET deberá ser capaz de tener entradas que puedan utilizarse para medir las señales arriba mencionadas.

El MET debe ser capaz de poder calcular la temperatura de bobinado de hasta tres modos de enfriamiento. La ecuación de los modos de enfriamiento debe ser acorde con las normas de IEEE y permitir modificar la elevación de temperatura sobre la temperatura del aceite, el valor del TC secundario y la variable del exponente para cada modo de enfriamiento.

El MET debe ser capaz de utilizar estos valores para operar relés para el control local de los dispositivos seleccionados por la contratante (por ejemplo, sistemas de enfriamiento, alarmas y disparo). Cada relé tendrá un punto de consigna e histéresis para cada una de estas entradas o valores calculados y el funcionamiento del relé deberá iniciarse en una función lógica "OR" desde cualquiera de esas entradas.

El MET deberá permitir que los relés funcionen en el momento y la frecuencia seleccionada para asegurar un funcionamiento fiable de los dispositivos del sistema. El MET deberá tener que un sensor adicional funcione con la temperatura ambiente.

El MET deberá calcular la vida consumida, vida restante y las horas de funcionamiento del transformador mediante el cálculo de la temperatura de bobinado.

El MET deberá calcular el porcentaje remanente de vida útil del transformador de acuerdo a norma ANSI C57.91, almacenar la información histórica de: corrientes, temperaturas, % vida remanente, estado de equipos de protección del transformador, y más señales controladas. También tendrá capacidad de actuación de ventiladores por programación.

El MET deberá tener un creador de perfil de temperatura que almacene el tiempo total de la temperatura de bobinado en distintos rangos.

El MET tendrá la capacidad de almacenar los valores máximos de todas las entradas y valores calculados y mostrarlos cuando se solicite o en forma continua, o en el modo de desplazamiento.

El MET podrá ser programado local o remotamente a través de un programa en ambiente Windows a través del puerto Ethernet multi usuario. Este software permitirá simular la elevación de temperatura para las pruebas funcionales, además deberá presentar la información de manera gráfica. También se podrá programar localmente a través de botones de programación ubicados en el panel frontal.

El MET tendrá también la capacidad de transmitir en tiempo real las variables medidas a través de un puerto de comunicaciones Ethernet multi usuario, RJ45, fibra óptica, RS-232 utilizando los protocolos





DNP 3.0, IEC 61850 y Modbus (seleccionable en campo).

El MET tendrá también la capacidad de almacenar la información de cada uno de los parámetros por un periodo de tres meses con un muestreo de cada 15 minutos, además de permitir la gestión remota a través de un software amigable y un puerto RJ45 Ethernet multi usuario.

El MET tendrá un encapsulado que cumpla con las normas y deberá estar instalado en el interior del gabinete de control del transformador.

El MET tendrá en el panel frontal una botonera que permita al usuario controlar los ventiladores de manera manual o automática.

El MET tendrá funciones de autodiagnóstico y en caso de algún problema se activará una alarma y se mostrará un mensaje de falla en su pantalla. Tendrá un sistema de falla segura.

La alimentación eléctrica del MET deberá estar protegida con breaker.

Características Técnicas:

El objetivo es la optimización del sistema de enfriamiento con relés programables y alarmas locales y remotas.

Especificaciones Ambientales

Temperatura de Operación: -25°C to 70°C

Humedad Relativa: 90% no-condensado.

Compatibilidad: EN61000

Especificaciones de Desempeño

Retención de Memoria: 1 año sin energía.

Capacidad de memoria: 32 Mb.

Especificaciones del contacto: 48 o 125 VDC

Puertos de Comunicación digital: Ethernet multiusuario, 2 RJ45, Fibra óptica, RS-232, adicional RS-485 o USB.

Protocolo: DNP 3.0, IEC 61850,

Entradas mínimas

8 analógica y 8 digitales

Salidas mínimas

8 analógica y 8 digitales



4.3.2 Sensor Digital de presión interna de nitrógeno para tanque sellado (de requerirse)

El Transmisor de presión (vacuo-manómetro) deberá venir con contactos para alarmas y cableado al monitor electrónico.

Los sensores deben ser del tipo membrana totalmente soldado en acero inoxidable.

La señal del sensor de presión interna del transformador se visualizará a través de un monitor electrónico o concentrador de señales, siendo además el medio por el que esta señal será transmitida al sistema SCADA.

Se deberá tener una lectura directa del equipo mediante un indicador local de presión

Los sensores de presión se instalarán de manera que se permita tenerlos habilitados simultáneamente, tanto el sensor como el indicador local de presión y la entrada para carga de nitrógeno, de igual manera se instalará un manifold con sus respectivas válvulas para regulación automática de la presión de nitrógeno.

Características Técnicas:

Pantalla LCD con luz trasera.

Función de Mínimo y Máximo permite guardar picos de trabajos

Especificaciones de Desempeño:

Condiciones de referencia $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ (73°F)

Tiempo de respuesta 30msec

Rango -15 to 15psi

Especificaciones Eléctricas:

Señal de Salida 4-20mA (2 Hilos)

Suministro de Voltaje 48 o 125 VDC

Especificaciones Mecánicas:

Norma de Protección: IP65 / NEMA 4X

Con Soporte de Montaje

4.3.3 Sistema de monitoreo de gas.

El sistemas de monitoreo para análisis del gases Hidrogeno (H_2) y Monóxido de carbono (CO) deberá registrar los contenidos de H_2 , CO así como verificar la humedad en el aceite del transformador en ppm, estos registros se almacenarán por largos periodos y se enviarán a un controlador de señales y de este, vía protocolo IEC 61850, a un sistema SCADA.

Este sistema de monitoreo deberá mostrar los valores medidos en línea mediante una pantalla y guardar un registro para un análisis posterior, además de permitir un agestión remota atreves de un software amigable y un puerto Ethernet multiusuario RJ45.

Además deberá ser fácilmente desmontable de los transformadores sin que esto afecte o implique sacar de operación a los transformadores.

Debe incluirse todos los elementos y software necesarios para su programación y funcionamiento.

Analizador microprocesado, continuo, en línea, de humedad y gases disueltos en el aceite mineral de transformadores eléctricos de potencia.

Componentes:

Sensor de Humedad, de Gases Disueltos y modulo electrónico.

Parámetros que debe medir:

Por lo menos Hidrógeno (H₂), Monóxido de Carbono (CO)) y Humedad Relativa en el Aceite (%RH).

Aplicación:

Monitoreo de Transformadores Eléctricos de Potencia: medición de la humedad en el aceite para evaluar estado del aceite y detección de gases claves disueltos en el aceite para determinar fallas incipientes.

Capacidad de Análisis

Método de Muestreo:

A través de flujo de aceite por tomas.

Rango de Medición según Norma CIGRE:

Humedad: mayor a 100 ppm

H₂: mayor a 10.000 ppm

CO: mayor a 20.000 ppm

Accesorio para Muestreo:

Diseñado para tomar muestras externas con jeringas de vidrio

Especificaciones de la Electrónica

Circuitaría:

Controlada por microprocesador, guardias y reloj interno.

Programa:

Sistema operativo en tiempo real, interfase manejada por menús.

Funciones:

Niveles de los gases, lecturas de tendencia horaria y diaria.

Alarmas de niveles y tendencias de los gases.

Promedios horarios y diarios de lecturas de niveles de humedad.

Alarmas de niveles de humedad y humedad promedio.

Alarma de falla.

Disponibilidad de datos históricos (de corto y largo plazo, eventos y mantenimiento)

Prueba periódica de los sensores.

Calibración, configuración y auto comprobación.

Capacidad de trabajar en redes.

Puertos de Comunicación:

Puerto RS-232 para comunicación local con computadores portátil.

Puerto RS-485 para comunicación remota.

Puerto Ethernet multiusuario RJ45

Teclado:

Contactos de Alarma:

Contactos secos:

Altos niveles y tendencias de aumento de gases.

Alto nivel y promedio de humedad

Contactos de alarma de fallas

Cada alarma con contacto NO y NC

Carcaza:

NEMA 4X (IP 56 mínimo)

Módulos Electrónicos:

CPU y electrónica

Control de Temperatura:

Placa calentadora:

Rango de Temperaturas de Operación:

-40 a 90° C del aceite en la válvula de muestreo

Presión del Aceite:

0-40 psi, sensor resistente al vacío

Alimentación Eléctrica:

Universal 48 o 125 VDC (de acuerdo a lo especificado por la ED)

Compatibilidad EMC/RFI/ESD:

Debe cumplir las normas IEEE o IEC

4.3.4 Controlador de señales

- El transformador debe disponer de un controlador de señales en donde se concentren todos los parámetros y señales tanto analógicas como digitales, que se puedan controlar en el transformador no limitándose a: alarmas, disparos, mediciones, presión del tanque del transformador, de la válvula de sobrepresión, presión súbita, nivel de aceite, relé Buchholz, monitoreo de bushings, deshidratador libre de mantenimiento, sistema de monitoreo de gases, estado de minibreakers, estado de alimentación de circuitos de control y más señales del transformador que se puedan controlar, desde el controlador se deberá enviar vía protocolo DNP3.0 e IEC 61850, los datos a un sistema SCADA de la Distribuidora.

El controlador de señales tendrá los puertos Ethernet multiusuario necesarios para su comunicación con los equipos de monitoreo y protección y comunicación con el SCADA. Además deberá tener como mínimo puertos Ethernet RJ45, otro con fibra óptica y un puerto RS-232 que permitan llevar estas señales a un sistema SCADA, bajo un protocolo DNP3 e IEC 61850. Uno de los puertos Ethernet se utilizará para la gestión remota.

Será de responsabilidad del fabricante el desarrollo de la ingeniería para la implementación del esquema de protección del transformador de potencia, tomado como base los puntos anteriores. Además de la calibración, ajuste, configuración del controlador de señales y su integración al SCADA. Todos los ajustes y software para programación y monitoreo deberán ser entregados a la Distribuidora.

Tensión de alimentación 48 o 125VDC (de acuerdo a lo establecido por la ED), el controlador de señales debe utilizar un sincronizador de tiempo con el SCADA.

Además deberá permitir realizar una gestión remota para visualizar y analizar la información almacenada.

4.3.5 Descargadores de sobre voltajes (pararrayos)

Se deberán suministrar pararrayos que serán del tipo de óxido de zinc, Clase 3 de descarga de línea, de construcción robusta, con un diseño que facilite su manejo, instalación y limpieza; estarán libres de

cavidades. Deberán mantener sus características garantizadas bajo condiciones de descargas impulsivas repetitivas, además, garantizar una protección óptima y características durables.

Se ubicarán a la entrada y a la salida del transformador de potencia, de acuerdo al nivel de voltaje, para lo cual deberá el oferente presentar el estudio de coordinación de aislamiento. Para el dimensionamiento del pararrayo se deberá tomar en consideración principalmente los sobre voltajes por maniobras. El oferente deberá definir la capacidad de absorción de los pararrayos a utilizarse en el transformador de potencia de acuerdo a la norma indicada por la Distribuidora. En las características técnicas de los pararrayos, el voltaje nominal y el voltaje de operación máximo continuo, deberán ser indicados por la Distribuidora, además vendrán con sus herrajes de montaje para ser sujetos al tanque principal, en una ubicación adecuada respecto al bushing asociado

Para el dimensionamiento del pararrayo se deberá tomar en consideración principalmente los sobre voltajes por maniobras. El oferente deberá definir la capacidad de absorción de los pararrayos a utilizarse en el transformador de potencia.

Los pararrayos de óxido de zinc, serán de polímero reticulado antitracking y para distribución con tensiones y corrientes de descarga indicada por la Distribuidora.

Los pararrayos estarán herméticamente sellados para prevenir la entrada de humedad. El material sellante no deberá deteriorarse bajo condiciones normales de servicio. Todos los sellos serán herméticos y suficientemente fuertes para que soporten las presiones internas y cambios de temperatura debidas a la operación normal, sin que se presenten fugas ni absorción de la humedad del aire.

Para las conexiones eléctricas (o conectores) del pararrayo solo se aceptarán elementos de bronce, cobre o acero inoxidable.

Se requiere que cada pararrayos este provisto de un dispositivo que lo desconecte de la línea, mediante el rompimiento claramente visible de este dispositivo, con el fin de evitar fallas continuadas a tierra y para facilitar la identificación de pararrayos que han fallado.

Los pararrayos deben estar provistos de un dispositivo de alivio de presión para prevenir la ruptura del cuerpo del mismo en caso de presentarse altas presiones de gas ocasionadas por fallas.

La forma, el perfil y las dimensiones de la envolvente deben ajustarse a los parámetros recomendados por la norma IEC 60815-3 o ANSI C62.11

Los dispositivos de fijación serán las partes metálicas que transmiten las cargas mecánicas deben ser de aluminio o acero galvanizado en caliente.

Cada pararrayos debe ser provisto con un contador de descargas ubicado a una altura de fácil visibilidad, provisto con todos los accesorios para montaje sobre la cuba del transformador.

4.3.6 Monitoreo de bushings (de requerirse)

El contratista utilizará adaptadores conectados a los taps capacitivos de los bushings, para medir continuamente sus corrientes de fuga. El procesamiento de las mediciones de estas corrientes permitirá que se obtengan las variaciones ocurridas en la capacitancia y en la tangente delta, lo que asociado al registro de los valores iniciales de estas variables, posibilitará el cálculo en línea de sus valores actuales. Deberá enviar la señal al controlador de señales para el envío de información al SCADA y a bornera para los disparos por protección.

Características:



- Sistema modular configurable para monitoreo de 3, 6 ó 9 bushings.
- Protección contra apertura del TAP con indicador de alarma hecho por autodiagnóstico.
- Indicador de capacitancia, tangente delta y sus tendencias con previsión de tiempos para llegar a los valores de alarma.
- Memoria no volátil para almacenamiento de las mediciones y alarmas.
- Sistema autónomo, dispositivo robusto que exceda las normas EMC (compatibilidad electromagnética).
- Tensión de alimentación 48 ó 125 VDC.
- Entradas para dos sensores de temperatura opcionales.
- Puerto de comunicación RS-232 y RS-485

Debe incluir los módulos de medición, de interfase, adaptadores de tap con tensión y de prueba.

4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GARANTIZADAS

Serán las indicadas en las Especificaciones Generales.

5. REPUESTOS

En la propuesta deberá incluirse una lista completa de todas las piezas de repuesto que el fabricante considera necesarias para el mantenimiento normal de todo el equipamiento por un periodo de 3 años, el valor total por este concepto estará incluido dentro del suministro.

Cada tipo de transformador vendrá con el siguiente stock mínimo de repuestos:

- Un bushing de alto voltaje.
- Un bushing de medio voltaje.
- Un bushing para el terciario si es diferente al de medio voltaje.
- Un juego completo de empaques adicionales a los que se requiere para ensamblar los accesorios del transformador.
- Un compensador elástico (membrana), usado en el tanque conservador de aceite del transformador, en caso de que el transformador de potencia solicitado es de tipo con tanque conservador
- Conectores de los bushings, uno de alto y uno de medio voltaje.
- Respiradero deshidratador libre de mantenimiento
- 10% extra de la carga total de aceite.
- Un termómetro de cada tipo (1 tipo aguja de aceite, 1 de devanado; y 1 de tipo digital).
- Un concentrador de señales.
- Un relé Buchholz, en caso de requerirse.
- Un relé de presión súbita
- 10% de mini breakers mínimo uno (1) de cada tipo utilizado.



6. PRUEBAS

Antes del embarque, los equipos deberán ser probados e inspeccionados con la presencia de dos delegados de la ED CONTRATANTE, para realizar las pruebas de rutina en fábrica de los transformadores de potencia. La ED CONTRATANTE designará a los dos delegados del área solicitante para las pruebas. El oferente deberá incluir en la oferta, los costos de viaje y estadía de dos delegados de la Contratante, para realizar las pruebas de rutina en fábrica de los transformadores de potencia.

El contratista será responsable de ejecutar en fábrica todas y cada una de las pruebas recomendadas en las normas para este tipo de equipos, para lo cual deberá enviar a la Contratante, con 45 días de anticipación a la ejecución de estas pruebas, el procedimiento de las mismas, adjuntando los formatos de los protocolos de prueba que se emplearán, características de los equipos de prueba y copia de las normas correspondientes a emplearse; además de un archivo digital fotográfico en donde se indique los detalles constructivos y elementos que conforman los equipos ofertados. La Contratante en un plazo de 5 días dará su aceptación o recomendaciones a las mismas las cuales deberán ser acatadas.

La fecha de las pruebas e inspección deberá ser comunicada a la Contratante., por escrito, por lo menos con 45 días de anticipación y confirmados 8 días antes de su ejecución.

Luego de realizado las pruebas en fábrica y en un plazo no mayor a 10 días, el contratista remitirá un informe técnico, adjuntando el resultado de las pruebas ejecutadas, en los protocolos correspondientes un original y cuatro copias debidamente firmados por los responsables de la ejecución y supervisión. Además deberá entregar un archivo digital fotográfico que demuestre la ejecución de las pruebas sobre los equipos suministrados.

El contratista deberá acatar las instrucciones dadas por los delegados de la Contratante, y realizar las correcciones que sean necesarias.

Los materiales, partes fabricadas, accesorios, mecanismos, etcétera, para el transformador serán sometidos a las inspecciones y pruebas de rutina del Contratista y sus proveedores, además las pruebas abajo mencionadas. El costo para efectuar las pruebas deberá incluirse en el precio del transformador.

Los ensayos de rutina deberán ser efectuados en el laboratorio del fabricante que deberá tener certificación ISO 17025.

Las pruebas y recepción serán presenciadas por representantes de La Distribuidora en especial del área solicitante; así mismo se realizarán en las instalaciones del proveedor, quien debe proporcionar el material, equipos y personal necesarios para tal fin. Si los resultados de las pruebas o los equipos de prueba no son confiables, éstas igualmente podrán ser realizadas o repetidas, a costo del proveedor, en laboratorios reconocidos por La Distribuidora.

El fabricante deberá proporcionar todas las facilidades para tener acceso a los procesos de fabricación, durante las horas de trabajo. El fabricante deberá dar aviso, de la fecha de inicio de las pruebas finales, enviando el cronograma de los mismos a La Distribuidora ó a su representante para que presencien las pruebas a efectuar.

Una vez efectuadas todas las pruebas de recepción, el fabricante deberá entregar un informe completo y certificado de las mismas. Este informe será sometido a la aprobación final por parte de La Distribuidora. El despacho del suministro desde la fábrica sólo podrá ser autorizado mediante un certificado de inspección extendido por La Distribuidora o sus representantes. El despacho del equipo no liberará al fabricante de la responsabilidad de suministrarlo conforme a todos los requisitos del proyecto, ni tampoco invalidará cualquier reclamo que el comprador pueda presentar por materiales defectuosos o insatisfactorios durante el período de garantía.

6.1 Pruebas de materiales

El fabricante del transformador es responsable de efectuar las pruebas necesarias a todos los materiales y enviar los resultados de estas pruebas a la ED.

A menos que se especifique lo contrario, todos los materiales para elementos que formen parte del trabajo objeto de estas especificaciones, serán probados de acuerdo con los métodos aprobados.

6.2 Pruebas de componentes

El fabricante será responsable de realizar los ensayos dieléctricos y de funcionamiento para todos los dispositivos de mando, medición, equipo de protección y otros aparatos auxiliares.

El voltaje de ensayo no deberá ser menor de 2 kV, 60 Hz, mantenida durante un minuto. La resistencia de aislamiento será al menos igual al voltaje nominal del equipo añadido en una unidad, estará expresada en mega ohmios (MΩ) y será medida con un equipo adecuado para medición de aislamiento.

Ensayos de rutina de los motores del sistema de enfriamiento. Medición de la potencia absorbida por un motor de cada tipo y determinación de la potencia absorbida por el sistema de enfriamiento.

Los indicadores de nivel, temperatura, presión, etcétera, y los conmutadores y relés serán ensamblados en fábrica. Los puntos de operación y ajuste de los dispositivos y relés serán registrados y enviados a La Distribuidora para su aprobación.

Deberá probarse el sistema de enfriamiento conforme lo establecido en la norma correspondiente, así como el sistema, tanto en forma normal como en el modo automático simulado.

El fabricante del transformador es responsable de llevar acabo la evaluación y seguimiento del sistema de calidad de sus proveedores, así mismo es responsable de la calidad y de las consecuencias derivadas de los defectos que pudieran presentarse en cualquiera de los componentes suministrados por terceros.

El reporte de las pruebas de rutina de cada parte debe anexarse al reporte de pruebas del transformador, debe tener claramente referenciado el número de parte del fabricante del transformador y el número de serie designado por el sub-proveedor.

6.3 Pruebas durante la fabricación

Cada uno de los transformadores será sometido a una serie de ensayos de rutina o (ensayos individuales) de acuerdo a la norma ANSI o IEC:

Cada transformador debe ser sujeto a las pruebas de rutina del fabricante, como mínimo las siguientes:

- 1 Relación de transformación en todos los taps.
- 2 Polaridad, grupo vectorial y secuencia de fases.
- 3 Medida de la resistencia óhmica de los bobinados en todos los TAP.
- 4 Pérdidas en vacío y corriente de excitación al 90%, 100% y 110% de voltaje nominal.
- 5 Pérdidas en carga, y voltaje de cortocircuito.
- 6 Medida de impedancia de secuencia cero.
- 7 Incremento de temperatura (calentamiento).
- 8 Prueba de impulso tipo rayo.

- 9 Prueba de voltaje inducida.
- 10 Prueba de voltaje aplicada.
- 11 Prueba de rigidez dieléctrica a frecuencia industrial.
- 12 Análisis físico químico y cromatográfico del aceite.
- 13 Comprobación de la potencia consumida por los aparatos auxiliares.
- 14 Pruebas de aislamiento de los circuitos de control.
- 15 Pruebas resistencia de aislamiento de los devanados.
- 16 Pruebas resistencia de aislamiento entre el núcleo y tierra.
- 17 Factor de potencia de los aislamientos de los devanados y bushings.
- 18 Corriente de excitación.
- 19 Medición de nivel de ruido.
- 20 Respuesta en frecuencia.
- 21 Prueba de descargas parciales.
- 22 Prueba de efecto corona en todos los terminales.
- 23 Verificación del correcto cableado de los elementos de fuerza, control, protección y señalización, con arreglo a los esquemas eléctricos aprobados.

6.4 Reporte de Pruebas en Fábrica

Se enviarán dos (2) copias de cada reporte de pruebas que mostrará, pero no estará limitado a la siguiente información:

- Fecha y lugar de la prueba.
- Número del contrato de La Distribuidora.
- Nombre del Contratista y número de orden.
- Número de serie (para el transformador)
- Diagrama de conexiones y cableado de los circuitos usados en las pruebas
- Breve descripción del método de prueba.
- Normas aplicadas en la prueba.
- Copias fotográficas de los oscilogramas de todas las ondas aplicadas, durante las pruebas
- Características de los instrumentos usados.
- Resultados de las pruebas y comparación con los valores garantizados.

6.5 Pruebas en el Sitio

Previo a la puesta en operación del transformador suministrado se realizarán pruebas en el sitio de instalación, las mismas que serán supervisadas por el Delegado técnico de Montaje del Contratista.

Las siguientes son las pruebas e inspecciones que se realizarán, además de cualquier otra prueba normalmente recomendada por el fabricante:

- Pruebas dieléctricas en muestras del aceite usado en los transformadores, físico químicas que indiquen la no presencia de PCB (como askareles) y cromatográficas, sulfuro corrosivo.
- Chequeos de fugas del transformador, empaques, tuberías, ajustes y conexiones.
- Chequeo de conexiones y medición de la resistencia del aislamiento a tierra, con un probador de aislamiento, en todos los alambrados y cables instalados, sean estos de control, alarma e indicación, sea local o remoto. Donde sea posible se simulará la operación de estos circuitos.
- Revisión de las conexiones de puesta a tierra.
- Revisión del funcionamiento y calibración de relés, mecanismos e indicadores; calibración y ajuste de cualquier elemento que no haya sido ajustado en la fábrica.
- Revisión del sistema de enfriamiento, ventiladores usando los controles manual y automático.
- Pruebas de operación del relé Buchholz.
- Pruebas de operación de los termómetros y de su precisión en base a incrementos de temperatura simulados.
- Pruebas de aislamiento de todos los devanados.
- Prueba de factor de potencia de los devanados.
- Prueba de relación de transformación en todas las posiciones de taps.
- Prueba de resistencia óhmica de devanados en todos los taps.
- Prueba de corriente de excitación.
- Prueba de respuesta en frecuencia.
- Prueba de comunicaciones del controlador de señales al SCADA y gestión remota.
- Prueba del analizador de gases y demás dispositivos electrónicos

6.6 Incumplimiento de la garantía técnica y Penalizaciones

El contratista garantiza los datos del transformador tal como se indica en las tablas de datos técnicos garantizados suministrados con su oferta. En caso de que como resultado de las diferentes pruebas efectuadas, se determine el incumplimiento de las mismas se atenderá a lo establecido a continuación:

- a) Calentamiento en cualquier parte del equipo que exceda los límites garantizados.
- b) Pérdidas que sobrepasen los límites garantizados
- c) Relaciones de transformación y/o voltaje de cortocircuito que difieran de los valores garantizados
- d) Si el transformador sobrepasa los límites garantizados para el aumento de temperatura o los límites garantizados de pérdidas; y
- e) Si el Contratista no consigue dentro de un plazo fijado por La Distribuidora, poner al equipo en las condiciones exigidas por las especificaciones técnicas, incluyendo las tolerancias contempladas en las normas.

En caso de producirse el incumplimiento de los valores garantizados dentro de las tolerancias de las normas de fabricación utilizadas y si el contratista no lograra poner el equipo en condiciones de cumplir con las garantías dentro de un plazo prudencial a ser acordado entre las partes, se procederá de acuerdo a lo siguiente:

- a) Respecto de las Pérdidas.- Si las pérdidas del transformador con voltaje y frecuencia nominales y al 100% de la potencia nominal en la toma principal exceden los límites garantizados, el Contratista pagará las siguientes penalizaciones:
- La penalidad de una indemnización equivalente a 1.5 veces el valor presente de las pérdidas adicionales siguiendo la metodología expuesta en el cálculo de pérdidas (VPL, Costo de las pérdidas a valor presente).
 - Para pérdidas en vacío en \$/kW, de acuerdo al valor establecido por la Distribuidora.
 - Para pérdidas con carga en \$/kW, de acuerdo al valor establecido por la Distribuidora.
- Si las pérdidas totales del transformador sobrepasan los límites garantizados de las tolerancias aplicables, el transformador será rechazado por La Distribuidora.
- b) Respecto de las Relaciones de transformación y/o voltaje de cortocircuito.- De no corresponder los valores medidos con los garantizados por el Contratista, y tomando en cuenta las tolerancias de las normas IEC 60076-1 o ANSI/IEEE C57.12.00, el transformador será rechazado por La Distribuidora

Las penalizaciones que se acaban de describir serán aplicadas individualmente, según sea el caso y se considerarán acumulativas.

7 INFORMACIÓN A SUMINISTRAR

Se incluirá en su propuesta la siguiente información y documentación:

- a) Literatura descriptiva, dibujos, gráficos, reportes, datos tabulados, que contenga:
- Esquemas que muestren la configuración o forma del equipo, las principales dimensiones, pesos del transformador; la localización general de sus componentes. Posición inferior y superior del gancho de la grúa para poder extraer completamente el núcleo y los devanados del tanque
 - Boletines descriptivos y catálogos de los equipos del transformador, incluyendo los sistema de conservación de aceite, sistema de enfriamiento, conmutador de tomas, aisladores pasatapas, gabinetes de control, instrumentos, contactores, relés, switches de control y alarmas, controladores de temperatura, mecanismos, cabinas de control, cajas terminales, alambrados e interconexiones localizados externamente en el tanque, y demás accesorios..
 - Configuración o forma del equipo principal después de instalado.
 - Bosquejos del equipo principal, disposición de los terminales, etc
 - Características eléctricas del transformador así como cualquier otra información que demuestre que fueron construidos de conformidad con los requerimientos de estas especificaciones.
 - Requerimientos de potencia eléctrica y voltaje para los motores de los ventiladores y calentadores eléctricos, etcétera.
 - Diagramas eléctricos elementales y diagramas de conexiones para el transformador; cambiador de tomas y circuitos de control, indicación y alarma, mostrando terminales y todas las



conexiones con las fuentes de corriente alterna y corriente continua y con otros equipos de control y protección.

- Vistas en corte que muestren detalles de diseño del transformador y sus elementos constitutivos
- Detalles de cualquier elemento especial suministrado en el transformador
- Instrucciones resumidas de instalación, operación y mantenimiento del transformador y sus sistemas asociados
- Referencias de suministros similares a los que se ofrecen en la propuesta durante los últimos cinco años.
- Descripción general de la cantidad de herramientas, accesorios y partes de repuestos necesarios para el montaje, operación y mantenimiento para el equipo.
- Anclajes que muestren la relación entre las obras civiles y los trabajos de montaje de los equipos suministrados.
- Registro de pruebas realizados a transformadores de características similares al de la propuesta.
- El oferente presentará datos adecuados sobre la capacidad del transformador para resistir cortocircuitos, en base de los cálculos y pruebas de cortocircuito realizados sobre un transformador de características similares al de la propuesta.
- Localización, tamaño y detalle de los conectores de línea de alta y baja tensión; de puesta a tierra y de las conexiones para las cañerías de aceite.
- Curvas mostrando las características del transformador de corriente, así como la clase de precisión y las capacidades respectivas.
- Tipo de ruedas y de rieles con dimensionamiento.
- Placa de datos con indicación de todas las características solicitadas en estas especificaciones.
- Manuales en español, conteniendo indicaciones completas para la instalación, operación, y mantenimiento del transformador, incluyendo diagramas de despiece detallados para todos los componentes, con indicación precisa de número de catálogo que sirvan como referencia para la adquisición futura de las partes
- Reporte de pruebas.
- Catálogos de los fabricantes.
- Especificaciones generales de los equipos.
- Plano de la placa de datos.
- Detalles de los terminales y conectores de fase.
- Detalles de los terminales de puesta a tierra.
- Manuales en español con indicaciones completas para la instalación, la operación y el mantenimiento.
- Lista de partes componentes, con números de catálogos e instrucciones precisas para su requisición posterior.
- Reportes de pruebas.
- Protocolo de Ensayos Tipos.



- Plano en vista y corte de los equipos y elementos.
 - Información técnica y detalle de los Aparatos incluidos en la oferta, indicando marca, tipo, características técnicas y folletos.
 - Plano de la placa de datos y del diagrama de conexiones.
 - Planos del esquema eléctrico conexiones ,completo
 - Planilla de bornes.
 - Plano físico, conteniendo detalle de despiece y armado y datos para el anclaje.
- b) Lista de repuestos, incluyendo su cotización, según se indica en los documentos del concurso
- c) Lista de pruebas de rutina
- d) Datos informativos y especificaciones técnicas garantizadas de acuerdo a los datos técnicos solicitados.
- e) El tamaño y formato de los planos e información entregados por el oferente deberán estar de acuerdo con los formatos normalizados según la norma DIN.

7.1 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato

Dentro de los 30 días siguientes a la suscripción del contrato, el Contratista enviará a La Distribuidora, para su aprobación, la lista de diseños, datos técnicos e instrucciones que se propone enviar para aprobación o información.

El contratista entregará a las EDs dos copias en papel y una en medio magnético todos los planos y catálogos de taller, para determinar si los materiales, mano de obra, método de fabricación, ensamblaje, pruebas, instalación y operación son los aceptados. El contratista debe remitir previamente para aprobación de la EDs, una lista de planos, datos técnicos e instrucciones que propone enviar posteriormente para aprobación o información y que a su criterio satisfacen los requerimientos de la EDs, antes de inicio de la construcción de los equipos.

Los planos de cableado, control e integración de equipos deberán tener la identificación de cada cable, cada borne, codificación de cada elemento y se presentará un plano por cada diagrama de circuitos independiente. Con el respectivo direccionamiento de destino y origen. Estos planos deberán ser realizados en la versión más reciente del software Elcad.

La aprobación de los planos de taller no releva al contratista de sus obligaciones de conformidad con los documentos del contrato tales como calidad, cantidad, características de comportamiento, dimensiones, programas y coordinación satisfactoria de sus operaciones. El contratista deberá presentar los planos y catálogos de taller, con la oportunidad necesaria para evitar demoras en la entrega del suministro.

a.1) Revisión de planos de taller

Antes de iniciar la fabricación de los respectivos elementos, el Contratista enviará a La Distribuidora, para aprobación, los diseños, los cálculos y los datos técnicos que demuestren completamente que los equipos a suministrarse cumplen plenamente los requerimientos de estas especificaciones.

La EDs, revisará los planos de taller dentro de los 15 días siguientes a su recibo. Si la EDs, encuentra que el plano es satisfactorio, así lo indicará en las dos copias de dicho plano. Una de estas copias será devuelta al contratista; la copia restante quedará en poder de la EDs. Si el plano o una cualquiera de sus partes fueren inadecuados, según criterio de la EDs, así se indicará en las dos copias recibidas anotando los cambios solicitados. Una de estas copias será devuelta al contratista indicando las correcciones requeridas y la copia restante quedará en poder de la EDs. Si el plano no es aprobado, la copia devuelta irá acompañada de una comunicación indicando las razones correspondientes.

El contratista hará las correcciones solicitadas dentro de los 15 días siguientes a su recibo y enviará un nuevo juego de planos para una nueva revisión por parte de la EDs.

El contratista podrá elaborar los planos de detalles adicionales sobre la base a las anotaciones hechas en los planos revisados.

Los planos de taller que el contratista entregue a la EDs, para su revisión serán marcados “Aprobado”, o “Aprobado con observaciones” o “Regresa para corrección”. Todos los planos de taller deberán llevar el sello de “Aprobado”, antes de que pueda procederse con la ejecución del trabajo indicado en tales planos.

La EDs, podrá, sin embargo, autorizar que se continúe los trabajos basándose en planos marcados “Aprobado con observaciones” siempre y cuando el contratista se comprometa a cumplir con todos los cambios y/o observaciones, y de no hacerlo, el equipo estará sujeto a rechazo por parte de la EDs.

a.2) Planos Finales

Antes de embarcar el equipo, el contratista suministrará dos juegos completos en copias reproducibles de tamaño original de todos los planos finales, de ensamblaje y de los detalles de construcción requeridos por las especificaciones técnicas para el montaje, mantenimiento, reparación y para identificación adecuada para la compra de repuestos. Adicionalmente se entregará una copia de estos planos en formato digital de Autocad, los planos de cableado, control integración de dispositivos deberá entregarse en EICad, y la documentación en formato digital Acrobat Reader (pdf). Los planos deberán indicar todos los cambios y modificaciones hechos hasta el momento en que los bienes quedaron terminados y listos para embarque. Todos los planos y catálogos deberán contener información legible y detallada sobre los varios componentes para facilitar su identificación en el sitio de prueba, ensamblaje e instalación.

8. EMBALAJE, PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE Y ENTREGA EN BODEGA

Cada equipo deberá ser empacado, asegurado y protegido adecuadamente para el embarque y transporte desde la fábrica hasta las Bodegas de la EDs.

Cada equipo deberá ser protegido y preparado adecuadamente para que no se dañe, considerando todas las condiciones tales como: golpes externos, calor y humedad durante el transporte y almacenaje.

Cada bulto contendrá la lista de embarque en una funda impermeable. Todos los componentes de los equipos deben ser claramente marcados para una fácil identificación según la lista de embarque.

Cada bulto debe estar claramente marcado en la parte exterior con los datos del peso total y las indicaciones sobre la correcta posición de los puntos de apoyo para su movilización y desembarque. Además deberá llevar una identificación que los relacione con los documentos de embarque apropiados.

Los gabinetes de control de los transformadores de potencia que contienen partes tales como: bobinas, instrumentos y relés que requieren máxima protección contra la humedad deben ser cubiertos con láminas plásticas de 0.9 mm de espesor como mínimo antes de ser embalados. Además contendrán agentes secadores dentro de la cubierta en cantidades suficientes.

El contratista será responsable por cualquier daño causado, debido a una inadecuada preparación del embalaje.

Todos los materiales y equipos deberán despacharse perfectamente embalados con el objeto de que no sufran deterioro durante el manipuleo y transporte. Deberán ser embarcados en forma adecuada cuidadosamente

agrupados en bultos, recipientes, cajones o cajas. El listado de embarque será detallado e incluirá los números de catálogos de los fabricantes.

Los aisladores y accesorios deberán ser embarcados en cajas de madera apropiadas para el transporte. La calidad de las cajas y de la madera empleada en ellas deberá ser tal que resistan todo el manipuleo hasta el acopio final en el emplazamiento de la obra, sin deterioros que comprometan la integridad de los bienes.

Los daños que se produzcan en los materiales y equipos debidos a deficiencias en el embalaje, serán de responsabilidad directa del contratista.

El contratista garantizará que cada uno de los bultos embarcados contenga las siguientes marcas indelebles:

- a) Nombre del Destinatario: "EDs."
- b) Dirección, ciudad y país del destinatario:
- c) Puerto de entrada al Ecuador: a indicarse.
- d) Número de bulto: a indicarse.
- e) Peso neto/bruto y medidas de volumen: a indicarse.
- f) Copia de la lista de embarque detallada: dentro de cada bulto.

En uno de los bultos se colocará también una lista de embarque general con la identificación de cada bulto del embarque. El número del bulto que contiene la lista general deberá ser indicado también en cada una de las listas de empaque correspondiente a los otros bultos.

El transformador será embarcado sin aceite. La cuba del transformador estará cerrada herméticamente para el embarque y llena de un gas inerte (nitrógeno) a ligera presión positiva. Se dispondrá de los medios adecuados para mantener e indicar la presión del gas dentro de la cuba durante el transporte.

Se extremarán las precauciones para asegurar que el transformador llegue al sitio en condiciones satisfactorias, a fin de que después de llenarlo de aceite puedan comenzar inmediatamente a funcionar sin contratiempos. Se adoptarán medidas y precauciones similares para el tanque que contenga arrollamientos o bobinas de repuesto.

Los radiadores y otros accesorios serán desmontados para el transporte y los orificios que queden abiertos se obturarán con placas y chapas de cierre y con tapones adecuados para este objeto. Se deberá decapar las superficies internas de tubos para aceite.

El embalaje que contenga el transformador y sus partes será dimensionado para permitir el transporte dentro del Ecuador, por sus carreteras, puentes y túneles. En caso de que el transformador se envíe con los bushings y radiadores sin ensamblar, el aceite aislante en la cuba debe cubrir los bobinados y embarcarse el transformador con nitrógeno a presión o se enviará sin aceite la cuba del transformador pero con nitrógeno a presión según convenga en función de las características del transformador. En cualquier caso el fabricante deberá informar sobre la forma en que enviará los transformadores para evitar daños en el transporte. El aceite necesario para completar el total requerido deberá enviarse en tambores o isotanques en forma separada.

8.1 Registrador de Impactos Digital

Durante el transporte cada cuba deberá ser equipada con un registrador de impactos digital de tres ejes ortogonales; aptos para funcionar a la intemperie con 100 % de humedad.

El Fabricante deberá informar en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados, las aceleraciones máximas permisibles para el transporte.



Luego del arribo de las cubas a la obra, serán comparados los datos del registrador con los valores máximos garantizados.

En el caso de verificarse la falta ó falla de alguno de los registradores o superación de los límites establecidos, la ED Contratante se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios. El costo de los mismos y el eventual traslado del equipo serán a cargo de la CONTRATISTA.

El contratista deberá verificar el cumplimiento de las ordenanzas para movilización de los equipos.

