

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	1/30

1. INTRODUCCIÓN

Las presentes Especificaciones son de aplicación para el diseño, la fabricación y los ensayos de los reactores monofásicos para compensación en derivación 500 kV, incluyendo todos los equipos auxiliares necesarios para su correcto funcionamiento.

El equipamiento será instalado en las correspondientes estaciones transformadoras (EE.TT.) de la Interconexión en 500 kV entre la E.T. Rincón Santa María y E.T. Resistencia.

2. NORMAS DE APLICACIÓN

Todos los reactores, incluyendo sus accesorios (transformadores de intensidad, aisladores pasantes y descargadores de sobretensión) se diseñarán, fabricarán y ensayarán según las siguientes normas y recomendaciones, en su última versión.

2.1. Normas IRAM

2079 Reactores

Normas para transformadores de transmisión y distribución de energía eléctrica, en lo que resulten aplicables:

2018 Calentamiento

2099 Condiciones generales

2105 Niveles de aislación y ensayos dieléctricos

2106 Ensayos en vacío y en cortocircuito

2446 Distancias de aislación en aire

Para transformadores de corriente incorporados a los bushings:

2275-I Requisitos generales aplicables a todos los tipos

2275-II Requisitos adicionales para transformadores de corriente para medición

2275-III Requisitos adicionales para transformadores de corriente para protección

Para temas varios:

2026 Aceite aislante

2128 Métodos de ensayo para la determinación de la resistividad

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	2/30

2180	Materiales eléctricos aislantes
2193	Planchuelas desnudas de cobre recocido de sección rectangular o cuadrada para bobinado
2211	Partes I, II y III Coordinación de la aislación
2340	Medición de la tangente delta del aceite aislante
2341	Determinación de la rigidez dieléctrica de aceites aislantes
IAP A 65-41	Ensayo de viscosidad
IAP A 65-55	Ensayo del punto de inflamación
IAP A 65-35	Ensayo del índice de neutralización

2.2. Recomendaciones IEC

60076 -6 Reactores

Para transformadores de potencia, en lo que resulten aplicables:

60076-1	General
60076-2	Calentamiento
60076-3	Niveles de aislación y ensayos dieléctricos
60076-3-1	Distancias de aislación en aire
60076-5	Capacidad de soportar cortocircuitos
60076- 10	Medición de niveles de ruido
60722	Guía para los ensayos con impulso atmosférico y de maniobra

Para temas varios:

60099-4	Descargadores de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
60071	Partes 1, 2 y 3. Coordinación de la aislación
60085	Clasificación de materiales para la aislación de máquinas y equipos eléctricos en relación a su estabilidad térmica en servicio
60099	Descargadores de sobretensión

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	3/30

60137	Aisladores pasantes para tensiones superiores a 1000 V
60156	Method for the determination of the electric strenght of insulating oils
60182	Basic dimensions of winding wires
60044-1	Transformadores de corriente
60233	Tests on hollow insulators for use in electrical equipment
60250	Recommended methods for the determination of the permitivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frenquencies including metric wavelenghts
60270	Partial discharge measurements
60296	Specification for new insulating oils for transformers and switchgear
60567	Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases
60599	Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil filled electrical equipment in service

2.3. Normas ASTM y ANSI

D-202	Part 29 - Sampling and testing untreated paper used for electrical insulation
A-343	Part 44 - Test for alternating-current magnetic properties of materials at power frequencies using the wattmeter-ammeter-voltmeter method and 25 cm Epstein frame
A-344	Part 44 - Test for electrical and mechanical properties at magnetic materials
D-709	Part 29 - Specification for laminated thermosetting materials
D-971	Part 17 - Test for interfacial tension of oil against water bay the ring method
D-1473	Determinación del contenido de inhibidor de oxidación
D-1533	Part 29 - Test for water in insulating liquids
ANSI/IEEE C 62.11 - Metal oxide surge arresters for A.C. power circuits	

Si los equipos ofrecidos están diseñados o fabricados según otras normas, la oferta deberá indicar claramente las diferencias entre esas normas y las establecidas en este pliego y adjuntar copia de las mismas.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	4/30

3. **ALCANCE DEL SUMINISTRO**

Serán suministrados los reactores para compensación en derivación, con todo el material necesario para su correcto funcionamiento y para el cumplimiento integral de las finalidades previstas según el Proyecto, las presentes Especificaciones Técnicas Particulares, las Especificaciones Técnicas Generales para Equipamiento de Playas, las Planillas de Datos Técnicos Garantizados y para aspectos que no se hayan definido, se complementará con las Especificaciones Técnicas N° 13 y 20 de Transener S.A. (Última versión).

Suministrará según detalle indicado en los Esquemas: Unifilares, Plantas y Cortes, los equipos siguientes:

- ✓ Reactores monofásicos, para compensación en derivación, de 500: 1,73 kV / 26,66 MVar, para conexión en banco trifásico (80 MVar) en estrella.

Los reactores monofásicos serán para instalación intemperie, con arrollamientos sumergidos en aceite aislante, refrigerados por circulación natural de aceite y de aire (ONAN).

Se deberán proveer además, los reactores monofásicos de reserva indicados en los planos de Planta de cada Estación Transformadora. Estos serán de conexión rápido, reemplazando el reactor averiado sin desplazamiento.

Además, formarán parte del suministro:

- Embalaje y accesorios para transporte, incluyendo pintura para detalles de terminación
- Aceite para el primer llenado, con un excedente del 5% para reposición
- Todas las herramientas y los dispositivos especiales exigidos para el transporte, montaje y desmontaje del equipo, con excepción del registrador de impactos que será provisto por el Contratista sólo para el transporte.
- Ensayos de recepción en fábrica y en obra, con el aporte provisorio de equipos y aparatos para efectuar los mismos.
- Repuestos
- Descargadores de sobretensión con su correspondiente contador de descarga con miliamperímetro.
- Transporte y posicionamiento definitivo en sus bases, incluyendo los seguros correspondientes.
- Supervisión por parte del fabricante de los reactores, del montaje, ensayos y puesta en servicio.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	5/30

- Todos los Documentos de Proyecto, Manuales de montaje y mantenimiento, Protocolos de Ensayos y demás Documentación Técnica, de acuerdo con lo indicado en las presentes Especificaciones.

Los límites del suministro del presente capítulo serán:

- Bornes 500 kV, neutros: terminales para conexión.
- Instalaciones Auxiliares y de Control: El Contratista suministrará todas las interconexiones entre elementos de los reactores y sus gabinetes de control y entre éstos y el armario de conjunción; apto para el intercambio de reactores. Tales interconexiones serán realizadas con conductores blindados con pantalla de cobre corrugada.

4. CONDICIONES AMBIENTALES Y SÍSMICAS

El diseño y/o elección de los elementos provistos por el Contratista deberá efectuarse tomando las condiciones climáticas y sísmicas más desfavorables que se indican en las Especificaciones Técnicas Generales para Equipamiento de Playas de las EE.TT.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Las características técnicas de los reactores se indican en las correspondientes Planillas de Datos Técnicos Garantizados (PDTG).

6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

6.1 Núcleo magnético

Los núcleos podrán ser de acero con entre hierros (gapped-core) o totalmente de aire (coreless), o acorazados.

En la oferta se deberán indicar las características y forma constructiva a adoptar por el fabricante.

6.2 Arrollamientos

Para los reactores tipo gapped-core serán convencionales, es decir del tipo columna.

Para los reactores tipo acorazado las bobinas serán de tipo plano, con disposición vertical de las mismas, debiendo los planos de dos consecutivas ser divergentes a fin de mantener las distancias eléctricas necesarias.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	6/30

En todos los casos se tendrán en cuenta los niveles de aislación fijados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados para los arrollamientos, lado neutro, debido a que se intercalará entre neutro del reactor y tierra otro reactor supresor de arco.

Los conductores de los arrollamientos serán de cobre electrolítico con los requerimientos que fija la norma IRAM 2193.

En los reactores con secundario deben ser accesibles ambos extremos del arrollamiento, con aisladores pasatapa y terminales.

Los arrollamientos y derivaciones deberán ser capaces de resistir los impactos que puedan ocurrir durante el transporte y el manipuleo y durante el servicio debido a maniobras de cierre o apertura de los circuitos eléctricos.

También deberán resistir los fenómenos de carácter transitorio y cortocircuitos externos y reducir el deterioro resultante debido a cortocircuitos internos.

Se deberán proveer dispositivos internos adecuados para protegerlos frente a sobretensiones de maniobra y externas.

6.3 Cuba y Tapa. Válvulas

6.3.1 Materiales y diseño general

Deberán tomarse precauciones para disminuir en la tapa y en la cuba los efectos de pérdidas resultantes de corrientes parásitas. Se usará, si fuera necesario, acero no magnético o bien acero laminado similar al del núcleo para recubrir las paredes interiores de cuba y tapa.

Debe evitarse en lo posible que la cuba contenga interiormente cavidades en las cuales pueda acumularse gas. Donde ello sea inevitable, se montarán cañerías para evacuar el gas a la cañería principal que una la cuba con el tanque de expansión o a la parte superior de aquélla, si el sistema de conservación fuera del tipo de gas inerte.

Se preverán bridas sobre la cuba para montaje de válvulas adosadas a ellas, que servirán para aislar todas las cañerías de aceite que salgan de aquélla.

La base de la cuba estará diseñada en forma tal que asegure la indeformabilidad del cuerpo del transformador en las condiciones más severas de explotación (viento máximo, vibraciones, peso propio) o debidas a cargas dinámicas durante el transporte.

Los reactores no contarán con ruedas y serán montados sobre bases planas de hormigón armado (H°A°).

Se deberá indicar la fijación de la cuba sobre la fundación, que deberá estar anclada a su base.

La cuba será proyectada de manera que sea posible alzar el reactor mediante criques hidráulicos (gatos) y trasladarlo completo, con aceite, sin producir deterioros en la misma y sin causar pérdidas posteriores de aceite.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	7/30

La cuba contará con un dispositivo con guías, para facilitar los trabajos de desencubado.

Tendrá entradas de hombre de 400 x 400 mm. Como mínimo para permitir el fácil acceso a los extremos inferiores de todos los aisladores pasantes y a la parte superior de los arrollamientos.

Las tapas de las aberturas para pasaje de hombre serán provistas con ganchos de izaje adecuados cuando su masa exceda los 25 kg.

El conjunto cuba y tapa deberá considerarse, a los efectos de la estanqueidad, como un recipiente a presión y poseer una resistencia mecánica tal que posibilite su utilización como autoclave, a fin de poder realizar el tratamiento de los arrollamientos si ello fuese necesario. Por lo tanto, deberá soportar una sobrepresión de 0,7 daN/cm² y “vacío absoluto” con los radiadores en su lugar y sus válvulas abiertas. Las deflexiones de la chapa no serán permanentes ni provocarán pérdidas en las conexiones entre cuba y radiadores.

La tapa de la cuba deberá estar provista de dos (2) dispositivos de alivio de sobrepresión. Tendrá una orientación tal como para evitar verter aceite sobre el área del gabinete de control e instrumentos de medición.

La tapa será fijada a la cuba en la parte superior, mediante bulonería adecuada.

6.3.2 Válvulas de la cuba

Todas las válvulas de aceite de la cuba estarán diseñadas específicamente para que no existan pérdidas al operar con aceite aislante caliente. Cada reactor se proveerá con las válvulas necesarias para cumplir con las siguientes funciones:

- Drenaje completo de aceite de la cuba
- Toma de muestras de aceite en el fondo y en la parte superior de la cuba
- Drenaje y conexión inferior para equipo de tratamiento de aceite
- Conexión superior para equipo de tratamiento de aceite.
- Conexión a radiadores

6.3.3 Otras válvulas

Serán previstas como mínimo las siguientes válvulas:

- Carga de aceite desde el tanque de expansión
- Válvula para el analizador de gases
- Una válvula automática de retención de aceite (ver Válvula limitadora de flujo) que será instalada entre el tanque de expansión principal y la cuba del transformador.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	8/30

Dicha válvula se cerrará automáticamente y bloqueará el paso del aceite cuando se produzca una pérdida importante de éste por avería en la cuba. Esta válvula permitirá el tratamiento o llenado de aceite de la máquina.

- Drenaje del tanque de expansión, accionada desde el nivel de la base.
- Aislación del relé Buchholz sin que sea necesario vaciar el conservador (2 válvulas adyacentes al mismo).

Los modelos y características de todas las válvulas deberán ser presentados para aprobación.

6.4 Sistema de conservación del aceite

El sistema de conservación de aceite será del tipo de presión atmosférica positiva que incluirá un conservador de aceite, conexión de aceite a la cuba con válvula de bloqueo, indicador del nivel de aceite, dispositivo para entrada de aire, tapa para el llenado, válvula de drenaje, secador de aire, recolector de gases y todo tipo de equipo requerido para una operación satisfactoria.

El tanque de expansión estará diseñado para evitar el contacto directo entre el aceite y el aire, mediante un diafragma o bolsa de aire en el interior del mismo u otro dispositivo, tal como el pulmón de nitrógeno (tipo Josse).

El diafragma o bolsa de aire será de goma de nitrilo u otro material similar. Se diseñará de forma que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales cuando el aceite esté en sus niveles máximo y mínimo.

El aire en la parte superior del diafragma o en el interior de la bolsa de aire, deberá estar en contacto con la atmosfera a través de un deshidratador de silicagel, con indicador o testigo de humedad.

La cañería de aceite entre el tanque de expansión y el reactor deberá estar conectada en el punto más alto de la cuba.

6.5 Aisladores pasatapas

Sus características para los reactores se indican en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

6.6 Sistema de Enfriamiento

6.6.1 Generalidades

Los reactores serán refrigerados por circulación natural de aceite y aire. Serán pues del tipo ONAN, según IRAM 2099 e IEC 60076-2.

El sistema de enfriamiento estará compuesto por radiadores, en número tal que se garantice la operación a potencia nominal de los reactores, aún con uno de ellos fuera de

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	9/30

servicio.

6.6.2 Radiadores

Los radiadores serán montados a la cuba a través de válvulas estancas al aceite caliente, en forma tal que cualquiera de ellos pueda ser removido para revisión o reparación sin que se manifiesten inconvenientes en el servicio.

Cada válvula dispondrá de una señalización visible desde el nivel de piso, cuando la misma se encuentre en posición cerrada.

Todos los radiadores serán intercambiables, contarán con dispositivos para llenado y drenaje de aceite en sus partes superior e inferior y deberán resistir las mismas pruebas de vacío y sobrepresión que la cuba.

Los radiadores contarán con cáncamos para izaje.

Los radiadores deberán ser limpiados en fábrica por medio de chorros de vapor a presión, debiendo eliminarse cuidadosamente todo rastro de virutas metálicas o escorias de soldaduras. Posteriormente se los llenará de aceite, el que será circulado y secado hasta eliminar todo vestigio de humedad.

Los radiadores serán luego vaciados, cubriendo sus entradas herméticamente para su posterior transporte. No deberán existir cavidades en las que pueda acumularse humedad.

6.6.3 Tapas para bridas

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.

6.6.4 Válvula limitadora de flujo

Entre el conservador y la cuba se instalará una válvula limitadora de flujo. Esta tendrá por finalidad evitar, en caso de roturas de cuba o radiadores, que el aceite del conservador sea descargado en su totalidad.

El funcionamiento de esta válvula será automático, no dependiente de energía eléctrica y podrá ser abierta con facilidad desde el exterior.

6.7 Tratamiento de superficies y pintura

La cuba, radiadores, conservador, soportes y todos los caños 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.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	10/30

El interior de los tanques de la máquina 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.

Los radiadores serán pintados solo exteriormente.

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 cinc inorgánico que contenga 85% de cinc 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 alquídaco siliconado, con una proporción en volumen de 40% de sólidos (espesor de la capa seca aproximadamente 40 micrones).

El recubrimiento exterior será color verde: 01-1-40 según la Tabla II de la norma IRAM DEFD 10-54, o su equivalente RAL 6021.

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.

7. ACCESORIOS ESPECIALES

7.1 Transformadores de corriente

Deberán diseñarse y fabricarse de acuerdo con la Recomendación IEC 60044-1.

Los aisladores pasantes estarán equipados eventualmente con transformadores de corriente según lo requerido en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados respectivas.

Los transformadores de corriente deberán soportar los esfuerzos térmicos y mecánicos de cortocircuito para los que serán proyectados los reactores.

Todos los transformadores serán sometidos a ensayos de fabricación de rutina. Para todos los núcleos de medición deberán suministrarse datos de calibración medidos en fábrica incluyendo error de magnitud y desplazamiento del ángulo de fase, para el rango de medición comprendido entre 25% y 100% de la carga nominal.

7.2 Descargadores de sobretensión y accesorios

El Fabricante suministrará sueltos descargadores del lado 500 kV.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	11/30

Para los mismos valores nominales todos estos aparatos serán del mismo tipo y fabricante.

Serán descargadores de tipo óxido de zinc (ZnO) que cumplirán con esta especificación y las respectivas Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

La confirmación de las características de los descargadores, no obstante, será responsabilidad del Fabricante, quien deberá indicarla en la oferta.

Los niveles de protección de los descargadores ofrecidos estarán coordinados con los niveles de aislación de los reactores, guardándose los márgenes de protección utilizados internacionalmente, según la norma IRAM 2211 y la IEC 60071 partes 1, 2 y 3.

Los descargadores serán aptos para sistemas rígidos a tierra.

Los descargadores cumplimentarán la IEC 60099-4, para el tipo óxido metálico. También se aceptarán las normas ANSI/IEEE C 62.11 o NEMA de aplicación.

Los cierres serán herméticos y se proveerá un dispositivo de alivio de presión.

Cada descargador podrá estar formado por una o varias unidades, debiendo en ese caso cada una ser completa en sí misma.

Serán mecánicamente autosustentados y se proveerán con base aislante. Contarán con un terminal de tierra.

Cada descargador para 500 kV será suministrado con un contador de descargas que se entregará en un alojamiento separado.

7.3 Registrador de impactos

Durante el transporte cada reactor deberá ser equipado con un registrador de impactos de tres ejes ortogonales; apto 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 reactor.

Dicho registrador no es parte de la provisión, pero sus características deberán ser presentadas para su aprobación.

Luego del arribo de los reactores 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 en la PDTG, El Comitente se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios. El costo de los mismos y el eventual traslado del reactor serán a cargo del Contratista.

7.4 Línea de vida

El fabricante proveerá los accesorios correspondientes para montar la línea de vida sobre la tapa de la cuba de la máquina.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	12/30

Se deberá montar las bases soporte que permitirán colocar los mástiles que sostendrán dicha línea de vida.

Se deberá prever en la máquina, en el lugar establecido por el fabricante, los dispositivos necesarios para sujetar la línea de vida con sus accesorios de montaje.

8. ACCESORIOS NORMALES

Los accesorios de todas las máquinas serán del mismo tipo y fabricante a fin de que resulten intercambiables sus repuestos.

Los contactos de los accesorios serán independientes, aptos para operar con las tensiones auxiliares indicadas en las P.D.T.G. y serán conectadas a bornes ubicados en el gabinete de control.

8.1. Relé Buchholz

Cada reactor será provisto con un relé Buchholz del tipo antisísmico, que operará tanto por incremento brusco de presión como por una acumulación de gases.

Tendrá indicación a bandera y contará con contactos para alarma por baja acumulación de gases. Para alta acumulación tendrá otros dos, independientes, para disparo y alarma.

El relé tendrá dos contactores de actuación sucesiva, accionados mediante pulsador protegido, para poder realizar el cierre de los contactos de alarma y de disparo para prueba de circuitos. Además contará con válvula de purga, para tomar muestras de gases y para prueba de actuación mediante inyección de aire a presión, y válvulas aisladoras para extraerlo sin necesidad de disminuir el nivel de aceite.

8.2. Indicador de nivel de aceite

Se instalará un indicador de nivel de aceite del tipo magnético. Será de fácil lectura desde el nivel del piso.

Estará equipado con contactos independientes para alarma y para disparo por bajo nivel o por sobrenivel de aceite.

8.3. Detectores, relés e instrumentos para control de temperatura.

Todos los dispositivos indicadores tendrán dimensiones y ubicaciones sobre el reactor tales que puedan ser leídos y/o ajustados fácilmente por un observador de pie a nivel del suelo.

Las escalas serán visibles e inalterables al sol, así como los colores de referencia.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	13/30

8.3.1. Dispositivos de imagen térmica

Cada reactor tendrá instalado un dispositivo de imagen térmica y sólo deberán prever tres (3) contactos independientes, uno para alarma y dos para disparo.

Cada dispositivo estará constituido por un elemento detector de temperatura, el cual estará conectado a un instrumento indicador. Cada elemento detector estará rodeado por una resistencia de calentamiento que a su vez estará alimentada por un transformador de corriente.

El transformador de corriente (TI) se ubicará en el aislador pasante del reactor y será independiente de los TI, solicitados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados.

El resistor de calibración y su cubierta serán fácilmente accesibles para las pruebas de recalibración. El Fabricante suministrará instrucciones precisas sobre el método de prueba e información de diseño sobre la determinación de los puntos más calientes.

Se proveerán los medios adecuados para cortocircuitar los transformadores de corriente y aplicar una corriente de prueba a los resistores con el reactor en servicio.

Los instrumentos indicadores abarcarán el rango de 0 a 150 °C.

El instrumento contará con dos agujas, una que indique la temperatura en cada instante y otra (testigo), arrastrada por la anterior, que indique la temperatura máxima que se ha alcanzado.

Se calibrarán los instrumentos en fábrica para indicar la temperatura del punto más caliente de los arrollamientos. Esta calibración se verificará durante el ensayo de calentamiento (temperaturas del aceite y del cobre).

8.3.2. Detector de temperatura a resistencia

El transformador estará provisto de dos (2) detectores de temperatura tipo PT 100, de tres terminales ubicados en las siguientes posiciones:

- Uno (1) en vaina de la tapa de cuba, lado AT.
- Uno (1) en vaina de la tapa de cuba, lado Neutro.

Con cada detector de temperatura se debe proveer:

- Resistencia de calibración.
- Fuente de alimentación.
- Instrumento indicador o registrador (a instalar a distancia)

8.3.3 Termómetro a cuadrante

El reactor contará con un (1) dispositivo para medición de la temperatura del aceite del tipo a cuadrante. Tendrá escala de 0 a 150 °C y un indicador de máxima con reposición externa.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	14/30

Tendrá tres (3) contactos independientes, uno para alarma y dos para disparo.

8.4. Monitor “on line” de gases disueltos y contenido de agua en el aceite

Tiene como finalidad la detección del desarrollo de posibles fallas incipientes en los reactores mediante el control de la variación de los parámetros que se indican a continuación y con las siguientes posibilidades:

- Hidrógeno disuelto en el aceite y contenido de agua en el aceite
- Gases combustibles (Hidrógeno H₂, Monóxido de carbono CO, Acetileno C₂H₂ y Etileno C₂H₄) disueltos en el aceite y contenido de agua en el aceite.

Conformación:

El diseño deberá ser perfectamente estanco, grado de protección mayor a IP55.

Poseerá sensores de H₂ y de humedad, ó sensores de gases combustibles y de humedad.

Las mediciones deberán ser independientes (por separado) para cada parámetro a relevar.

Dispondrá de salidas analógicas aisladas del tipo 4-20 mA.

Poseerá dos niveles de alarmas programables para cada parámetro a relevar, las que señalarán a través de contactos libres de potencial, así como también alarma local y a distancia por mal funcionamiento.

También deberá contar con un software, el cual formará parte del suministro, que permita la transmisión on line, de datos a distancia para ser almacenados en una PC. El programa correrá bajo entorno Windows y como mínimo deberá realizar las siguientes tareas:

- Almacenaje de registros con la fecha de medición del mismo. Deberá tener capacidad de almacenar registros correspondientes a un año.
- Visualización gráfica de las curvas de evolución de los parámetros de registro en función del tiempo.
- Visualización histórica de registro.
- Seteo a distancia de los niveles de alarma.
- Visualización gráfica con señal acústica cuando el registro alcanza a nivel de alarma.
- Alarma por aumento en la pendiente de crecimiento de cada parámetro.
- Alarma por mal funcionamiento del equipo.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	15/30

Opcionalmente se considerará conveniente que el equipo tenga un puerto de comunicación que permita transmitir las señales de alarma vía protocolos de transmisión de datos DNP3, serial ó sobre TPC/IP, ó IEC 60870-5-103.

El equipo prescindiendo de su comunicación poseerá una memoria tal que permita almacenar datos por al menos 2500 registros.

Medición:

1) El monitor debe detectar continuamente y medir independientemente:

- ✓ El H₂ disuelto en un rango de 0 a 50.000 ppm.
- ✓ El contenido de agua con un rango de 0 a 100 ppm.

2) El monitor debe detectar continuamente y medir independientemente:

- ✓ Gases combustibles disueltos en un rango de 0 a 2000 ppm.
- ✓ El contenido de agua con un rango de 0 a 100 ppm.

La cuba deberá disponer de una conexión dedicada específicamente para este instrumento, la que contará con una válvula tipo esclusa que permitirá el retiro del equipo ante una eventual falla y/o posibilite realizar vacío sobre la cuba sin afectar el equipo en caso de no soportar esta exigencia.

Deberá garantizar las prestaciones mínimas requeridas en las planillas de datos garantizados de la especificación técnica.

8.5. Dispositivo de alivio de sobrepresión

Se proveerá, para cada reactor, dos (2) dispositivos de alivio de presión que actuará cuando se produzca por cualquier tipo de perturbación un aumento de presión de 70 kPa (0,7 daN/cm²) por sobre la atmosférica. Deberá montarse sobre la tapa y tener medios adecuados para impedir la captación de gas.

Será de actuación rápida y una vez desaparecida la sobrepresión, tendrá reposición automática. Contará con indicador local de actuación y contactos independientes para alarma y disparo.

Será montado en forma de evitar riesgos para el personal y diseñado para impedir la entrada de agua cuando se abra.

8.6. Previsiones y dispositivos para soporte y manipulación

Cada reactor contará con placas apoya-gatos que permitan la elevación utilizando estos criques hidráulicos.

Los apoyos dejarán, desde el nivel superior de la fundación, un espacio suficiente para la colocación de los gatos, con algún eventual suplemento de madera o chapa. La distancia

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	16/30

mínima al suelo no será inferior a 350 mm.

Los puntos de apoyo de los gatos deben ser claramente marcados en un plano de planta, así como el valor de las cargas máximas actuantes sobre ellos. Esta información será entregada en la primera presentación de los planos.

8.7. Caños, cables y bandejas

Los cables siguientes serán suministrados y montados por el Fabricante:

- Cables entre sensores, Transformadores de corriente, etc. y Gabinete de Control
- Cables entre Gabinete de control y Armario de conjunción.

Estos cables serán provistos con vaina de cobre corrugada, cuya resistencia medida en corriente continua a una temperatura de 20° C, deberá ser inferior a 3,3 ohm/km, apto para su puesta a tierra en ambos extremos.

En aquellos recorridos aéreos sobre el reactor los cables citados deberán conducirse para su protección mecánica dentro de caños y/o bandejas, tratando de evitarse los engrampados directos, los que requerirán aprobación expresa.

Estos caños y bandejas deberán ser pintados en la misma forma que la cuba.

8.8. Dispositivos de puesta a tierra

La cuba será puesta a tierra en dos puntos, cercanos al suelo y dispuestos en los extremos opuestos de una diagonal. Se preverán para ello placas de cobre estañadas de dimensiones adecuadas como para recibir terminales de cables de cobre, abulonados a la placa en cuatro puntos. Todas las partes estructurales metálicas y accesorios serán conectados a tierra.

En especial los armarios, cables, centros de estrella de TI, etc. deben ser puestos a masa, para lo cual deberán contar con los accesorios necesarios.

8.9. Placas de identificación e información técnica

Cada unidad contará, como mínimo, con las placas siguientes, las que responderán constructivamente a lo indicado en la norma IEC.

- Una placa con las características especificadas en la norma IEC 60076-1, subcláusulas 5.1. y 5.2.
- Una placa de diagramas con las conexiones internas. Vista en planta del reactor que dé la ubicación física correcta de los terminales y su identificación. Altura necesaria para el decubaje, etc.
- Una placa que muestre ubicación y función de todas las válvulas, grifos y tapones. En el caso de las válvulas por ejemplo, se debe indicar la posición (abierta o cerrada) para

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	17/30

el reactor en funcionamiento normal.

- Curva de niveles de aceite en función de la temperatura.

9. GABINETE DE CONTROL Y ARMARIO DE CONJUNCIÓN

9.1. Gabinete de control

Estará destinado a recibir toda información de señales de corriente, alarma, contactos auxiliares y disparo de cada reactor y a contener los accesorios de la imagen térmica (cuando corresponda), calefactor, relés auxiliares, etc.

El gabinete se podrá ubicar sobre la cuba, o bien podrá ser autoportante, montado sobre soportes separados de la cuba, según sea el diseño del Fabricante.

Deberán responder constructivamente a lo indicado en las “Especificaciones Técnicas Generales para Tableros de Uso Eléctrico”.

Tendrán un circuito de alimentación de corriente alterna para calefacción e iluminación interior. Para dicho circuito se instalará un interruptor termomagnético con un contacto auxiliar (NA) cableado a bornera. La iluminación interior será accionada con un interruptor que actuará cuando se abra la puerta del gabinete.

Las tensiones de control en corriente continua serán independientes para comando y para señalización. Se proveerá un relé de falta de tensión de corriente continua con, al menos, un contacto inversor cableado a bornera.

La bornera de medición se ejecutará de manera tal de reunir a las corrientes secundarias provenientes de los núcleos de cada fase y neutro/s y las adaptará para transmisión de las corrientes al sistema trifásico de cuatro hilos (R/S/T/N). Es decir se realizarán los centros de estrella de los transformadores de corriente.

Dicha bornera además deberá estar preparada para efectuar cortocircuitos de cada arrollamiento en los bornes de acometida y realizar inyección de corriente para pruebas, mediante puentes individuales por núcleo, de tal manera de no afectar a las conexiones internas y externas, las que quedarán fijas permanentes.

Si el gabinete fuera de montaje sobre la cuba, los conjuntos bornes-terminal, en función de las vibraciones de la máquina, deberá ser del tipo tornillo-ojal. Los bornes, tornillos, arandelas y puentes deberán ser de material no magnético.

9.2. Armario de conjunción

9.2.1 Generalidades

El Fabricante proveerá un armario de conjunción para cada conjunto de reactores que formen un banco trifásico, un reactor de reserva y un reactor de neutro según corresponda.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	18/30

En este armario se centralizará el conexionado proveniente de todos los reactores.

Cada reactor de 500 kV contará con una ficha enchufable, de forma tal que pueda reemplazarse un reactor averiado por el de reserva de la forma siguiente.

Se retira la ficha del reactor averiado y en su lugar se enchufa la ficha del reactor de reserva. Para tal fin se dispondrán borneras agrupadas por sectores perfectamente identificados para las funciones siguientes:

- *Medición y protección:*

Reunirá las corrientes secundarias provenientes de los transformadores de intensidad de cada reactor monofásico y las adaptará para transmisión de las corrientes al sistema trifásico de cuatro hilos (R/S/T/N). Deberá estar prevista para efectuar cortocircuito de cada arrollamiento secundario en los bornes de acometida y realizar inyección de corriente para pruebas, mediante puentes individuales por núcleo y por fase, de tal manera de no afectar a las conexiones internas y externas, las que quedarán fijas permanentemente.

El diseño de dicho sistema de puentes podrá efectuarse con barras y tornillos de espesores y materiales adecuados para garantizar conexiones seguras.

- *Disparos:*

Reunirá todos los disparos provenientes de los reactores del banco.

- *Alarmas:*

Las señales de alarmas provenientes de los reactores del banco serán conectadas de manera que, mediante puentes, permitan realizar el agrupamiento que El Comitente disponga.

- *Auxiliar:*

Aquí se dispondrán los bornes para los servicios de iluminación y calefacción del armario de conjunción.

Puede emplearse además para distribución de corriente alternada y corriente continua a cada reactor del banco.

El conexionado se realizará en todos los casos con un solo conductor por borne.

Se proveerán, montados, cincuenta bornes de reserva

9.2.2. Forma constructiva

El armario de conjunción responderá constructivamente a lo indicado en las "Especificaciones Técnicas Generales para Tableros de Uso Eléctrico".

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	19/30

Además de lo allí establecido se indica que el piso será abulonado y desmontable para permitir la realización en obra de los orificios para prensacables y/o acometida con caños. Se deberá instalar iluminación interior mediante una o más luminarias tipo tortuga con lámpara incandescente accionada mediante un interruptor que actuará cuando se abra la puerta del armario.

Tendrá un circuito de alimentación de 3x380 Vca. Para calefacción e iluminación interior. Para dicho circuito será instalado un interruptor termomagnético con un contacto auxiliar (NA) cableado a bornera.

Desde este armario de conjunción serán alimentados los gabinetes de control.

9.2.3. Cableado de interconexión

Serán provistos los cables multifilares, prensacables y accesorios para interconexión entre gabinete de control de reactores y el armario de conjunción.

Dichos cables serán blindados con pantalla de cobre corrugado de acuerdo con lo indicado en el apartado “Caños, cables y bandejas”.

9.2.4. Montaje

El montaje del armario de conjunción y la ejecución del cableado de interconexión será supervisado por el Fabricante.

10. ACEITE AISLANTE

El aceite a emplear para la carga del reactor y conservador incluido, será aceite mineral especial para uso de transformadores.

Estará libre de humedad, ácidos, álcalis y compuestos sulfurosos perjudiciales, no debiendo formar depósitos a las temperaturas normales de funcionamiento del reactor, y tampoco contendrá inhibidores de oxidación.

Cumplirá en todo con la Norma IRAM 2026/IEC 60296. Con la oferta se presentarán los protocolos de ensayo del aceite que se proveerá.

En la oferta se indicará la forma en que será efectuada la provisión (tanque cisterna o tambores).

El tratamiento y carga del aceite en la máquina y será supervisada, por el Fabricante de los reactores.

11. REPUESTOS

Para cada E.T. donde hayan sido instalados, los reactores de línea ó de barras deberán ser provistos con repuestos en forma obligatoria.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	20/30

Todos los equipos mencionados en: **Alcance del Suministro**, deberán contar con los tipos de repuestos que se indican a continuación:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Repuestos para reactores monofásicos de línea 500 kV	----	----
Aislador pasante lado línea (completo)	c/u	1
Aislador pasante lado Neutro (completo)	c/u	1
Relé Buchholz	c/u	1
Dispositivo de imagen térmica	c/u	1
Termómetro a cuadrante	c/u	1
Nivel de aceite	c/u	1
Juego completo de juntas de todos los tipos incluidas en el reactor y sus accesorios	Jgo.	1
Descargador de sobretensión lado línea (con accesorios)	c/u	1
Radiador con accesorios	c/u	1
Secador de aire	c/u	1
Cargas de silicagel p. Secador de aire con testigo indicador de humedad igual al provisto con el reactor	c/u	1

12. INSPECCIONES Y ENSAYOS

Las presentes Especificaciones se complementan con lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales para Montaje Electromecánico y Provisión de Material Complementario.

El Comitente supervisará los ensayos que más abajo se detallan y luego labrará el Acta de Aceptación y de Autorización de Despacho. Sin este requisito no serán recepcionados los equipos en obra.

Los ensayos de rutina se deberán realizar sobre el total de los equipos y repuestos suministrados.

12.1 Generalidades

La inspección de los representantes de El Comitente se realizará sobre reactores totalmente terminados y con todos sus accesorios.

En la oferta se explicarán las características del sistema de calidad, detallando los controles que se realizarán durante el proyecto y la construcción de los reactores, los correspondientes a los insumos de material, los exigidos a los proveedores de componentes y accesorios y los necesarios durante el montaje.

La oferta incluirá una descripción del equipamiento con que se realizarán los ensayos ofrecidos.

El Proveedor presentará un Manual de Calidad para aprobación, en el que se detallará la implementación de lo indicado en la oferta.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	21/30

Como mínimo los ensayos exigidos son los siguientes:

12.2. Ensayos de verificación de la calidad de la materia prima

Se prevén ensayos en los siguientes materiales:

- Cobre
- Chapa de acero al silicio
- Materiales aislantes:
 - papel y cartón
 - aceite aislante

Los ensayos a ser efectuados en todos los materiales son los siguientes:

12.2.1. Para el cobre

Conductividad o resistividad, según IRAM 2128.

12.2.2. Para chapa de acero al silicio

- a. Pérdidas magnéticas - Ensayo Epstein, según ASTM A343
- b. Factor de aplacamiento, según ASTM A-344-68

12.2.3. Para materiales aislantes

- a. Para papel y cartón

Densidad, gramaje, conductividad, rigidez dieléctrica, resistencia a la tracción, compresión de rotura y tenor de cenizas. Todos estos ensayos se realizarán según ASTM D-202-72 parte 29.

- b. Para aislantes laminados termofijados

Todos los ensayos contenidos en la tabla del número XXXIX, ASTM D-709-67 parte 29.

- c. Para aceite aislante

- Viscosidad: según IRAM IAP A 65-44
- Punto de inflamación: Según IRAM IAP A 65-55
- Tensión entre caras: según ASTM D-971-50 parte 17
- Índice de neutralización: según IEC 60296, IRAM-IAP A 66-35 y/o ASTM D 974
- Rigidez dieléctrica: según IRAM 2341 e IEC 60156
- Factor de pérdidas (tg delta): según IRAM 2340 e IEC 60247
- Presencia de agua: según ASTM D-1533 - 61 parte 29
- Gases disueltos: según IEC 60567 (Este ensayo se realizará luego del

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	22/30

- ensayo de calentamiento)
- Contenido de inhibidor de oxidación ASTM D-1473
- Estabilidad a la oxidación IEC 61125

12.3. Ensayos de tipo

Serán realizados sobre la primera unidad fabricada de cada tipo, completa. Los ensayos serán:

12.3.1. Ensayo de calentamiento

Será realizado según la Especificación Técnica N°20 de TRANSENER (versión Agosto 2005).

12.3.2. Medición de armónicas de la corriente

Se realizará según indica la IEC 60076-1.

12.3.4. Ensayo de linealidad

Se realizará en principio sobre los reactores tipo “gapped core” a 50 Hz, hasta el valor de la sobretensión porcentual fijada en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados y suponiendo que los reactores sin núcleo (coreless) sean lineales hasta dicho valor de la tensión de frecuencia industrial.

Se relevarán las ondas de tensión y corriente y se medirán los contenidos de armónicas, calculándose la corriente eficaz a partir de la onda, debiendo verificarse una distorsión menor que la requerida en la Planilla de Datos Técnicos Garantizados.

Se aplicará la fórmula:

$$\left[\left(\frac{I_{pico}}{1,414 I_{eficaz}} \right) - 1 \right] \times 100 < k \%$$

Siendo k % el valor porcentual de distorsión garantizado.

12.3.5. Medición de niveles de ruido

Se realizará según IEC 60076-10.

12.3.6. Análisis de gases disueltos

Se realizará según IEC 60599.

12.3.7. Medición de tensión de radiointerferencia

Se realizará de acuerdo con NEMA 107.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	23/30

12.3.8 Verificación sismorresistente

Serán aceptadas verificaciones efectuadas sobre máquinas similares.

12.4. Ensayos de rutina

12.4.1. Ensayos dieléctricos

12.4.1.1. Arrollamientos de 500 kV

Se realizarán según la norma IRAM 2105 y la IEC 60076-3, siendo los valores de ensayo los indicados en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados. Previamente deberá haberse realizado la medición de conductividad o resistividad, según IRAM 2128.

Los ensayos serán:

- Impulso con onda completa 1,2/50 μ s en los bornes de línea y de neutro.
- Impulso de maniobra en los terminales de línea.
- Ensayo con tensión aplicada, con el valor correspondiente al nivel de aislación del neutro.
- Ensayo con tensión inducida.
- Medición de descargas parciales, durante el ensayo con tensión inducida, realizado también según la IEC 60270.

12.4.1.2. Todos los arrollamientos contra tierra

- Medición de la resistencia de aislación con megóhmetro de 2500 V, como mínimo.
- Medición del factor de potencia de la aislación (tg delta). Ninguno de los valores corregidos a 20 °C deberá ser mayor que 5×10^{-3} . Se empleará la norma ANSI C.57.12.90.

12.4.2. Ensayo de estanqueidad

Será realizado después de todos los ensayos dieléctricos, consistiendo en la aplicación de una presión de 70 Kpa (0,7 daN/cm²) sobre la superficie del líquido aislante. La presión será leída en un manómetro colocado en la conexión a la unidad. Esa presión deberá ser mantenida constante durante 24 horas, no debiendo notarse ninguna fuga.

El ensayo de estanqueidad deberá ser iniciado con el transformador en caliente.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	24/30

12.4.3. Resistencia óhmica de los arrollamientos

A ser realizado según la norma IRAM 2018 y la IEC 60076-1

12.4.4. Determinación de las pérdidas y de la corriente

Se realizará de acuerdo con el apartado 17.3 de IRAM 2079 e IEC 60076-6, debiendo contarse con la aprobación previa de El Comitente en caso de eventuales métodos alternativos planteados por el Fabricante.

12.4.5. Ensayo de rigidez dieléctrica y de resistencia de aislación con tensión aplicada en los accesorios y auxiliares

En todos los circuitos eléctricos y accesorios se deberá realizar un ensayo de tensión aplicada contra masa, durante un (1) minuto, con tensión de 2 kV a 50 Hz.

Previamente al mismo se habrá determinado la resistencia de aislación (con megóhmetro de 2.500 V).

12.4.6. Verificación del funcionamiento y ensayos de accesorios

Una vez montados en el reactor se verificará el correcto funcionamiento de todos los accesorios.

En particular, para el armario de control local se prevé: inspección visual, dimensional, cableado de todos los accesorios, polaridad de los transformadores de corriente, y disposición de aparatos, funcional y resistencia de aislación.

Sobre los componentes electromecánicos se preverán además los siguientes ensayos:

- Ensayo de impulso según IEC 60255-3, clase III.
- Ensayos de vida, criterio de El Comitente, relacionado con el origen del material y con la existencia o no de protocolos aceptables.

Sobre los componentes electrónicos se harán:

- Ensayo de impulso, según IEC 60255-3, clase III.
- Ensayo de perturbaciones electromagnéticas según ANSI C37.90a, IEC 60255-3.

12.4.7. Rigidez dieléctrica del circuito magnético

Se medirá la resistencia de aislación con un megóhmetro de 2500V entre el núcleo magnético y masa. Se aplicará una tensión entre el circuito magnético y masa de 2 kV, 50 Hz durante 1 minuto. Previamente será desconectada la puesta a tierra del núcleo.

12.4.8. Ensayo de vacío interno

El ensayo será realizado con la aplicación de vacío en el interior de la cuba, con presión

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	25/30

absoluta de 130 Pa (1 mm de Hg) durante 2 horas.

La cuba deberá soportar el ensayo sin presentar deformaciones permanentes. Se medirán las deformaciones transitorias.

12.4.9. Medición de vibraciones

Se realizarán las mediciones de vibraciones a tensión y frecuencia nominales y también a tensión máxima de servicio.

Serán medidos no menos de cuarenta (40) puntos periféricos del reactor, y en lugares bien definidos para controles posteriores.

El apoyo del reactor sobre la base, será idéntico al que se realizará en la Estación Transformadora para su normal funcionamiento.

12.4.10. Inspección visual y control dimensional de la pintura y de otros revestimientos superficiales

Se realizará según lo indicado en las Especificaciones Técnicas Generales para los Tableros de Uso Eléctrico.

12.4.11. Cromatografía del aceite aislante

Previamente al inicio de los ensayos y una vez finalizados los mismos, se tomarán muestras del aceite de los reactores sobre las que se realizarán una cromatografía en fase gaseosa según las IEC 60576 e IEC 60599.

Los valores obtenidos serán utilizados para evaluar el estado del reactor y servirán de base de comparación para los ensayos similares a realizarse durante la vida de la máquina.

12.5. Ensayos de componentes

12.5.1. Ensayos de aisladores pasantes

12.5.1.1. Ensayos de tipo

Se realizarán según indica la IEC 60137.

12.5.1.2. Ensayos de rutina

Se realizarán todos los ensayos establecidos en la Publicación IEC 60137 sobre todos los aisladores pasantes, incluyendo los de reserva.

Los ensayos serán los siguientes:

- Factor de disipación (tg delta) y capacitancia a temperatura ambiente
- Tensión resistida a frecuencia industrial

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	26/30

- Intensidad de descargas parciales
- Aislación de las tomas
- Estanqueidad, cuando sean en aceite aislante

12.5.2. Ensayos de descargadores de sobretensiones

12.5.2.1. Normas técnicas

Los ensayos serán realizados atendiendo las prescripciones que constan en los siguientes documentos:

- IEC 60099-4 Descargadores de ZnO en sistemas de corriente alterna
- ANSI/IEEE C 62.11

12.5.2.2. Ensayos de tipo

- Ensayo con tensión de impulso atmosférico de la envoltura, bajo lluvia.
- Ensayo con tensión de impulso de maniobra de la envoltura, bajo lluvia.
- Ensayo de tensión resistida a frecuencia industrial de la envoltura, bajo lluvia.
- Ensayo de tensión residual con impulsos de corriente escarpada, con frente de onda de 1 μ s.
- Ensayo de tensión residual con impulsos atmosféricos.
- Ensayo de tensión residual con impulsos de maniobra.
- Ensayo con impulsos de corriente de larga duración.
- Ensayo del ciclo de funcionamiento.
- Ensayo del dispositivo de alivio de presión.
- Ensayo de desconectores.
- Ensayo de tensión resistida a frecuencia industrial (ejecutado en el descargador completo), con obtención de la curva tensión-tiempo.
- Ensayo de tensión residual con impulso atmosférico (ejecutado en el descargador completo).

12.5.2.3. Ensayos de rutina

- Medición de la corriente de fuga
- Ensayo de tensión residual con impulso atmosférico
- Descargas parciales
- Medición de la tensión de radiointerferencia
- Ensayo de estanqueidad
- Ensayo de funcionamiento de los contadores y medidores de descargas

Se realizarán sobre todos los descargadores, incluyendo los de reserva.

Cuando se trate de descargadores importados, podrán aceptarse los protocolos de los ensayos realizados en la fábrica, debiendo presentárselos con las aprobaciones del laboratorio.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	27/30

12.5.3. Ensayos de transformadores de corriente

Se realizarán, según la norma IEC 60044-1, los siguientes ensayos:

12.5.3.1. Ensayos de tipo

- Corriente de corta duración
- Sobre calentamiento
- Impulso
- Curvas de magnetización

12.5.3.2. Ensayos de rutina

- Inspección visual
- Verificación de la marcación de terminales
- Verificación de frecuencia industrial de los arrollamientos secundarios
- Sobretensiones entre espiras
- Medición de resistencia de los arrollamientos
- Determinación de errores de relación, de fase y compuesto

12.5.4 Ensayos del Aceite Aislante

Para la recepción del aceite se deberán realizar como mínimo los ensayos siguientes:

- . Estabilidad a la oxidación: según IEC 61125. Método C.
- . Número de neutralización: según ASTM D 974.
- . Tangente delta: según IEC 60247.
- . Tensión interfásica: según ASTM D 971.
- . Contenido de inhibidor: según ASTM D 4768 ó 2668.
- . Rigidez dieléctrica: según IRAM 2341.

Los resultados obtenidos serán comparados con los valores aceptables por la IEC 60296.

Dichos ensayos deberán efectuarse en un laboratorio independiente el cual será puesto a consideración del Comitente. Además, se acordará la toma de muestras del aceite.

13. EMBALAJE Y ACONDICIONAMIENTO PARA EL TRANSPORTE

El fabricante deberá acondicionar para el transporte el reactor sin aceite y con su cuba llena de aire sintético super seco, con presión superior a la atmosférica.

El reactor deberá ser transportado con un equipo que permita mantener y verificar la presión interna e impedir sobrepresiones perjudiciales a la cuba. Todas las tuberías y manómetros serán diseñados en forma tal que se dificulte su robo, rotura e impida ser accionado por personas no autorizadas.

Dicha sobrepresión interna deberá mantenerse durante todo el tiempo que transcurre desde el despacho del transformador hasta que sea llenado con el correspondiente aceite

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	28/30

en Obra.

Los aisladores pasantes, tanques de expansión, partes del sistema de enfriamiento, tableros y demás partes desmontables deberán ser embalados separadamente para ser montados en el lugar del emplazamiento. En particular los bushings serán protegidos con envolturas de papel, cartón y madera, todo convenientemente zunchado.

El aceite necesario para el llenado de la cuba y demás partes del transformador será provisto en tambores de acero de 200 litros debidamente sellados o en camión cisterna.

Durante el transporte el reactor deberá ser equipado con un registrador de impactos de tres ejes ortogonales. El Proveedor deberá informar y garantizar las aceleraciones máximas permisibles para el transformador en las Planillas de Datos Técnicos Garantizados. Dicho registrador no es parte de la provisión.

En caso de verificarse la falta de alguno de los registradores o la superación de los límites establecidos para los mismos. El Comitente se reserva el derecho de repetir los ensayos que estime necesarios, siendo los costos de los mismos y del eventual traslado del reactor a cargo del proveedor.

El Proveedor deberá informar por anticipado el máximo período de tiempo que puede permanecer la máquina sin aceite en atmósfera de aire sintético super seco.

14. MONTAJE, ENSAYOS EN OBRA Y PUESTA EN SERVICIO

14.1. Generalidades

Las verificaciones y ensayos de los reactores y sus componentes en la obra se realizarán según las mismas normas utilizadas en los respectivos ensayos efectuados en la fábrica, excepto donde se establezca otra cosa.

14.2. Montaje y verificaciones durante el mismo

El fabricante de los equipos provistos supervisará el montaje de los mismos, debiendo solicitar que se detengan los trabajos o se modifique la realización de aquéllos que, a su criterio, no se estén efectuando adecuadamente y que puedan afectar el funcionamiento de los equipos en las condiciones que garantiza.

Las verificaciones a realizar por el fabricante de los equipos durante el proceso de montaje estarán detalladas en el Manual de Calidad que el Contratista deberá presentar, e incluirán como mínimo las siguientes:

- Sobrepresión remanente del sistema de aire sintético super seco
- Tenor de humedad del resto del aceite contenido en la cuba
- Rigidez y continuidad de las conexiones internas
- Rigidez dieléctrica y tenor de humedad del aceite aislante a ser colocado en el reactor
- Grado de vacío en la cuba antes de la colocación del aceite aislante tratado.

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	29/30

14.3. Ensayos en la obra

El Proveedor de los reactores deberá realizar como mínimo los siguientes ensayos, suministrando al efecto los elementos e instrumentos durante el lapso en que sean necesarios:

- Ensayo dieléctrico del aceite después de su tratamiento y de todos los accesorios previamente a su montaje en los reactores.
- Ensayo de estanqueidad
Deberá ser realizado con el aceite caliente a 60 °C para detectar eventuales pérdidas de aceite.
- Ensayo de resistencia de aislación de arrollamiento y núcleo
Deberá ser medida entre cada arrollamiento y la cuba con el resto de los arrollamientos conectados a la cuba. Se medirá también entre el núcleo y la cuba.
- Medición del factor de disipación (tg delta) del arrollamiento.
- Medición de la resistencia del arrollamiento.
- Ensayo dieléctrico de los circuitos de control y accesorios totalmente montados.
- Control de funcionamiento de todos los dispositivos indicadores y de medición y/o protección. Las verificaciones se realizarán mediante simulación del efecto primario en todos los elementos en que sea posible.
- Medición de la resistencia de aislación y de la resistencia óhmica y polaridad de los transformadores de corriente.
- Medición del factor de disipación (tg delta) y de la resistencia de aislación de los aisladores pasantes.
- Control descargadores y contadores de descargas.

14.4. Puesta en servicio y marcha industrial

El Proveedor supervisará la puesta en servicio del reactor, en particular las verificaciones finales previas a su energización.

15. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

El Contratista deberá presentar la documentación técnica para aprobación de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales para Montaje Electromecánico y Provisión de Material Complementario.

Dicha documentación será la siguiente:

- Lista completa de la documentación técnica a presentar
- Programa general de fabricación, ensayos y entrega en obra
- Plano a escala de planta y las cuatro vistas laterales con todos los detalles. Por ejemplo: apoyo sobre rieles, fijación del reactor a la fundación, zonas de apoyo para gateo, gabinete de control, puestas a tierra, centros de gravedad, pesos, detalle de decubaje, accesorios, distancias eléctricas entre bornes y tierra, etc.
- Plano de los descargadores y contadores de descarga

COMITE DE ADMINISTRACION DEL FONDO FIDUCIARIO PARA EL TRANSPORTE ELECTRICO FEDERAL	Proyecto: INTERCONEXION E.T. RINCÓN SANTAMARÍA – E.T. RESISTENCIA - LÍNEA II		
	Obra: EE.TT. de la Interconexión	Rev.	D
	Título: Especificaciones Técnicas Particulares Reactores para compensación en derivación 500 kV	Fecha	Ago / 13
		Hoja	30/30

- Planos de chapas de características
- Gabinete de Control y armario de conjunción, dimensional, funcional, cableado y planillas de borneras
- Memoria descriptiva y esquemas de conexionado de los accesorios, por ejemplo: relé Buchholz, nivel de aceite, válvula de sobrepresión, termómetros, imagen técnica, aisladores, secador de aire, membrana del tanque de expansión
- Criques hidráulicos (gatos) y central hidráulica
- Plano indicativo del embalaje que será utilizado para el transporte y gálibo de transporte.
- Lista de empaque (Packing-list)
- Lista de tareas a ser efectuadas por el supervisor de montaje en obra
- Manual de montaje, operación y mantenimiento. Este deberá contener las Planillas de Datos Técnicos Garantizados debidamente aprobadas.