

INDICE

3. GENERADORES Y AUXILIARES PROPIOS	2
3.1 OBJETIVO.....	2
3.2 ALCANCE DEL TRABAJO.....	2
3.3 PROPUESTA BASICA	3
3.4 ALCANCE DE TRABAJO OPCIONAL	9
3.4.1 Nuevo conjunto de laminaciones de llanta del rotor	9
3.4.2 Nuevo conjunto de espárragos y tuercas de la llanta del rotor	10
3.5 PARTES RELACIONADAS	10
3.6 NORMAS DE APLICACIÓN.....	10
3.7 GENERADORES EXISTENTES	11
3.8 PLACA CARACTERISTICA.....	12
3.9 DATOS TECNICOS	12
3.10 REQUERIMIENTOS DE DESEMPEÑO DEL GENERADOR MODERNIZADO	13
3.10.1 Generales.....	13
3.10.2 Modo de operación de la planta	13
3.10.3 Rangos de frecuencia admisibles de operación	14
3.10.4 Control de Potencia Reactiva-Tensión	15
3.10.5 Desempeño durante corto-circuito trifásico	15
3.10.6 Incremento de temperatura.....	16
3.10.7 Características eléctricas	17
3.10.8 Eficiencia	17
3.10.9 Tensiones en los componentes del generador.....	18
3.10.10 Resistencia para las condiciones excepcionales.....	19
3.10.11 Nivel de ruido	19
3.10.12 Variaciones de entrehiero.....	20
3.10.13 Alineación.....	20
3.11 PARTES ESTRUCTURALES Y COMPONENTES AUXILIARES DEL GENERADOR	21
3.11.1 Generalidades.....	21
3.11.2 Partes a ser reutilizadas	21
3.11.3 Cojinete Guía del Generador.....	21
3.11.4 Cruceta superior	21
3.11.5 Carcasa de ventilación	21
3.11.6 Frenos.....	22
3.11.7 Puesta a tierra	22
3.11.8 Caja de terminales del generador.....	23
3.11.9 Placa de identificación	23
3.11.10 Rotor	43
3.11.11 Equipo de puesta a tierra del neutro de los generadores	48
3.11.12 Eje del generador.....	54
3.11.13 Protección contra incendio.....	55
3.12 ENSAYOS EN FÁBRICA	56
3.12.1 Ensayos tipo en fabrica.....	56
3.12.2 Ensayos e inspecciones de producción de fábrica.....	58
3.13 INSPECCIONES EN OBRA Y OTROS ENSAYOS	59
3.13.1 Generalidades.....	60
3.13.2 Inspecciones del apilado del núcleo en obra	60
3.13.3 Ensayo del núcleo estático	60
3.13.4 Ensayos e inspecciones del bobinado estático	61
3.13.5 Inspecciones del rotor.....	63
3.13.6 Ensayos de los polos del rotor	63
3.14 REPUESTOS EXISTENTES	64
3.15 DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	64

3. GENERADORES Y AUXILIARES PROPIOS

3.1 OBJETIVO

La presente Sección establece las provisiones técnicas con respecto a la rehabilitación de los generadores.

El generador existente tiene una clasificación de 36 MVA con factor de potencia 0,95 a 7,0 kV de voltaje de terminal, 78,95 rpm y 50 Hz de frecuencia.

Se realizaron inspecciones y pruebas en el generador de la unidad 1 en diciembre de 2017 y mayo de 2018 para evaluar la condición de los componentes del generador y obtener información adicional sobre las dimensiones, los parámetros eléctricos y los límites térmicos del generador.

Luego del análisis de la información obtenida, se determinó que los generadores existentes son capaces de una clasificación más alta con un nuevo estator devanado y polos de rotor reaislados.

Una vez finalizados los trabajos de rehabilitación y actualización, los generadores deberán poder funcionar continuamente con la clasificación indicada a continuación, y que se denominará "Condiciones nominales de los nuevos generadores":

- Salida nominal: 40,0 MVA "Nueva salida nominal"
- Factor de potencia nominal: 0,95 sobreexcitado (sin cambios)
- Tensión nominal: 7,0 kV (sin cambios)
- Frecuencia nominal: 50 Hz (sin cambios)
- Velocidad nominal: 78,95 rpm (sin cambios)

Los aumentos de temperatura y otras condiciones se enumerarán en el Numeral 3.10. El sistema de excitación existente será reemplazado por un nuevo sistema estático de estado sólido.

Se agregará una nueva protección de tierra de neutro del generador de alta resistencia para limitar las tensiones mecánicas y el daño de falla en el generador, limitar los voltajes transitorios durante las fallas y proporcionar un medio para detectar fallas a tierra dentro del generador. El sistema de protección contra incendios será reutilizado.

El objetivo principal del alcance del trabajo del generador es garantizar la operación confiable a largo plazo del generador mediante la compra de componentes de reemplazo de alta calidad y mano de obra de instalación.

3.2 ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del trabajo en esta sección incluye la restauración de los generadores existentes 1 a 3 en la Central Hidroeléctrica de Baygorria para lograr la actualización tal como se especifica. El ámbito de trabajo será, pero no limitado a, incluir el desmontaje y montaje, la disposición de los componentes que se sustituyen, pruebas y puesta en servicio, eliminación de pintura y el examen no destructivo (NDE) de los componentes a ser reutilizados, la

certificación para la reutilización de dichos componentes, la sustitución de los brazos del rotor y cubo central, nuevas placas extremas inferiores de la corona del rotor, nuevas chavetas de llanta de rotor, reaislación de los bobinados de campo del generador, sustitución del sistema de aislación del cuerpo del polo, nuevas chavetas de polos, nuevo carcasa del estator, nuevo núcleo estatórico y devanado de estator, nuevos deflectores de aire, nueva protección de tierra del neutro, nuevos transformadores de corriente, nuevos enfriadores de aire y sistema de válvulas, sustitución de cilindros de freno y gatos, la sustitución de tuberías de agua de enfriamiento, y la pintura de todos los componentes excepto los de acero inoxidable o galvanizado en caliente.

3.3 PROPUESTA BASICA

El alcance del trabajo para la rehabilitación del generador incluye el suministro de los siguientes componentes principales:

- A. Nueva carcasa del estator, núcleo del estator, bobinado del estator.
- B. Nuevos brazos de estrella del rotor y cubo central.
- C. Nuevos deflectores de aire superior e inferior.
- D. Nuevo porta escobillas incluyendo barra colectora, elementos de sujeción y escobillas.
- E. Nuevos intercambiadores de calor.
- F. Nueva tubería de agua de refrigeración de acero al carbono para intercambiadores de calor del generador.
- G. Nuevos frenos / gatos.
- H. Nueva placa extrema inferior de la llanta del rotor.
- I. Nuevos elementos de calentamiento durante la parada del generador.
- J. Nuevo sistema de instrumentación y monitoreo, por ejemplo, RTD de núcleo y devanado del estator, sensores de espacio de aire, RTD de aire frío y aire caliente, etc.
- K. Nuevo detector de humo y detector de temperatura para el sistema de protección contra incendios.
- L. Nuevo sistema de conexión a tierra del eje.

La lista anterior considera solo los principales componentes, los detalles de cada componente se dan en la sección correspondiente.

Además de los componentes enumerados anteriormente, también debe instalarse un nuevo sistema de protección y relé de puesta a tierra, un nuevo sistema de protección contra sobretensiones, un sistema de inyección de aceite a alta presión, etc. Todos estos equipos asociados están cubiertos en posteriores secciones.

El siguiente es un resumen de las principales tareas. Los detalles se proporcionan en subsecciones posteriores:

M. Tareas antes del desmontaje de la unidad

1. UTE ha determinado a través de ensayos en laboratorio independiente que el devanado del estator se encuentra libre de asbestos. No obstante, es obligación del Contratista el de recolectar muestras del devanado del estator, del devanado del rotor, y validar tales ensayos. Se confirma que las pastillas de freno del generador están libres de asbestos.

2. Deberá recopilar todas las dimensiones necesarias para el diseño detallado. Los componentes del generador se deberán inspeccionar para proporcionar recomendaciones de reparación en aquellos componentes que puedan ser recuperados. Esta tarea debe programarse poco después de la adjudicación del contrato.

3. Realizar ensayos de certificación de parámetros para los trabajos de rehabilitación de generadores antes del desmontaje de la unidad.

N. Tareas durante el desmontaje de la unidad

1. El Contratista deberá preparar y presentar a UTE para su aprobación un plan para el desmantelamiento de la Unidad que incluya planes de logística y tendido para partes principales tales como rotor, estator y cubierta superior, ejes, guía, incluyendo los componentes de mayor peso y tamaño de la turbina.

2. Después de completar satisfactoriamente los ensayos de certificación, el Contratista deberá desmontar los componentes removibles del generador y el sistema de excitación de acuerdo con las instrucciones y procedimientos en los manuales de operación y mantenimiento existentes para este equipo.

3. Durante el período de parada mientras se desmantela la Unidad, UTE puede realizar otras operaciones y / o actividades de mantenimiento en componentes seleccionados de la estación, por lo tanto, la coordinación del uso de la grúa es obligatoria. UTE tendrá los primeros derechos sobre la grúa en caso de emergencia

O. Tareas en el rotor del generador

1. Efectuar la medición del rotor, incluida la circularidad, la concentricidad y la verticalidad para establecer la condición operativa del rotor existente. Desmontar los polos del rotor y adecuarlos para su envío.
2. Los polos del rotor se enviarán a fabrica para los trabajos de renovación.
3. Inspeccionar y probar los polos del rotor y las bobinas de los polos, y proporcionar un informe de inspección.
4. Reaislar y restaurar los núcleos de polos del rotor y las bobinas de los polos.
5. Reemplazar los conectores del segmento amortiguador por conectores de tipo flexible hechos de cobre laminado.
6. Reaislar los polos de repuesto.
7. Reaislar la barra de campo y reemplazar todo el bloque.
8. Remover las chavetas entre la llanta y los brazos de la estrella del rotor y desapilar la llanta del rotor.
9. Remover los brazos de la araña del rotor para llevarlos a su lugar de disposición final.
10. Remover el cubo central del eje del generador hasta el lugar de disposición final.
11. Recuperar el anillo de freno, efectuando un mecanizado para su posterior reúso y reinstalación.
12. Inspeccionar y probar por ensayos NDT, la laminación de la llanta del rotor (10% de muestra), pernos de la llanta y ventiladores.
13. Apilar e instalar la llanta del rotor (incluido el ajuste por contracción) en la nueva estrella con nuevas chavetas entre los brazos de la estrella y la llanta.
14. Reinstalar los polos reacondicionados en la llanta del rotor con las nuevas chavetas de polo.
15. Realizar las pruebas eléctricas de los polos del rotor.
16. Realizar la medición del rotor, incluida la redondez, la concentricidad y la verticalidad.

P. Tareas en el estator del generador

1. Retirar y descartar el devanado del estator existente. Si el devanado contuviera asbestos el Contratista deberá realizar la eliminación del asbestos de acuerdo con las regulaciones aplicables y las normativas ambientales de UTE y locales.

2. Remover y descartar el núcleo del estator existente.

3. Remover y descartar la carcasa del estator existente.

4. Considerando el aumento de las pérdidas térmicas debido al incremento de potencia nominal del generador se realizará un estudio para determinar si se requerirá un estator completamente libre radialmente para lograr los criterios de redondez especificados y mantener la integridad del núcleo. De ser necesario se suministrarán modificaciones de las placas base de la carcasa del estator.

5. Inspeccionar las placas base de la carcasa del estator del generador. Limpiar y lubricar las mismas. Suministrar nuevas espigas radiales e instalarlas. Si es necesario para mantener una forma estable del estator, se deberá modificar la alineación y / o la elevación de las placas base y proporcionar el sistema de engrase de las mismas.

6. Suministrar y ensamblar la nueva carcasa del estator.

7. Realizar la medición del estator, incluida la redondez, la concentricidad y la verticalidad de acuerdo con CEATI y sus requisitos.

8. Suministrar y apilar un nuevo núcleo de estator.

9. Realizar una inspección y una prueba de bucle en el nuevo núcleo y proporcionar un informe de prueba.

10. Limpieza y preparación del núcleo del estator para la instalación del nuevo bobinado.

11. Instalar y probar el nuevo bobinado del estator. El Contratista suministrará un nuevo bobinado del estator y todos los suministros, materiales y herramientas necesarios para la instalación del bobinado de acuerdo con estas especificaciones. El suministro incluirá, entre otros, bobinas / barras, anillos de soporte, anillos de anillo de circuito, todos los materiales de empaque de ranura, cuñas de ranura, resortes de ondulación, RTD de bobinado de estator, sensores de entrehierro y condensadores de descarga parcial.

12. Realizar las pruebas de EL CID del núcleo del estator después de la instalación del bobinado y proporcione un informe de prueba que incluya todos los rastros en todas las ranuras.

13. Reemplazar los deflectores de aire de acero existentes con un nuevo deflector de aire hecho de material compuesto de menor peso.

14. Si los extremos de conexión de fase y neutros se vuelven a utilizar, se los debe remover, limpiar, inspeccionar y platear. De lo contrario, se proporcionarán nuevos extremos de conexión principales y neutros.

15. Modificar los cables principales existentes y el receptáculo de cables de neutro para eliminar la interferencia con la extracción del enfriador adyacente.

16. Modificar el sistema de ventilación del generador quitando todas las guías de aire del generador auxiliar.

17. Reacondicionar el ventilador superior e inferior.

Q. Tareas en el eje del generador y el soporte del cojinete guía inferior

1. Inspección, ensayos no destructivos, informe de evaluación de condición y reacondicionamiento del eje del generador.

2. Desmontaje, inspección, ensayos no destructivos, informe de evaluación de condición, reacondicionamiento y montaje del soporte del cojinete y del soporte del cojinete

R. Tareas en equipos auxiliares de generadores

1. Reacondicionar los anillos del colector y suministrar nuevas escobillas y portaescobillas (tipo de presión constante).

2. Retirar y descartar el generador auxiliar y el generador de péndulo.

3. Retirar y descartar los anillos del colector del generador auxiliar y el soporte de escobillas.

4. Limpieza e inspección del eje superior.

5. Reemplazar los cilindros de freno y proporcionar nuevas pastillas de freno. Descartar las pastillas de freno existentes. Las pastillas de freno fueron cambiadas por material libre de asbestos hace varios años, por lo que UTE descarta la existencia de asbestos en las pastillas de freno en uso en la unidad.

6. Todos los componentes reutilizados (soporte superior y cualquier otro componente principal) deben ser sometidos a ensayos no destructivos para descartar la existencia de fisuras, deficiencias en la soldadura u otros defectos en los componentes. Si la prueba de ensayos no destructivos encontrase la existencia de defectos, se determinará si los componentes se pueden reutilizar o si se deben reemplazar. Todos los componentes reutilizados se evaluarán mediante un cálculo mecánico-estructural y se emitirá un certificado de reutilización.

7. Todas las superficies pintadas deben limpiarse y renovarse.

S. Tareas durante el remontaje de la unidad

1. Reensamblaje del nuevo estator.

2. Reensamblaje y montaje de la nueva tubería de agua de refrigeración dentro de la carcasa del generador. Reensamble de enfriadores en la carcasa del estator y conexión a la tubería de alimentación.

3. Trasladar la estrella del cojinete guía superior desde el área de almacenamiento temporaria al área de ensamblaje.

4. Remontaje de cilindros de freno y tuberías del sistema de frenos.

5. Trasladar el eje del generador desde la base de transporte y colocarlo en el área de ensamblaje.

6. Izar la estrella del cojinete guía superior y colocarlo en las placas soporte.

7. Izar el rotor de los pedestales ubicados en la zona de montaje, colocarlo en la parte superior del eje del generador y alinearlo. Instalación del acoplamiento rotor-eje.

8. Remontaje de la estrella superior en el área de montaje. Izar la estrella superior y colocarla en la parte superior del marco del estator. Conexión y alineación de los brazos del soporte superior al bastidor del estator.

9. Instalación de los deflectores superior e inferior del bobinado del estator.

10. Instalación de cables de excitación.

11. Instalación de los polos del rotor, con nueva aislación del bobinado. Se estima que el bobinado existente tiene asbestos, por lo que el Contratista deberá realizar la eliminación del asbestos de acuerdo con las regulaciones aplicables y la normativa ambiental vigente proporcionada por UTE.

12. Instalación de todo el cableado y las tuberías que se eliminaron en esta tarea.

13. Instalación de todas las cubiertas superiores de la carcasa del generador.

14. Instalación de nuevos sensores de protección contra incendios.

15. Instalación del sistema de conexión a tierra del generador y el sistema de protección contra sobretensiones.

16. Instalación de anillos colectores rehabilitados en el eje corto e instalación de nuevos portaescobillas.

17. Reensamblaje de la carcasa del anillo de deslizamiento y del eje corto.

18. Instalación del sistema de puesta a tierra del eje.

19. Reensamblaje del cabezal de aceite, tubería de aceite y otros equipos.

20. Realizar las pruebas eléctricas finales del estator y el rotor.

T. Tareas después del rearmado de la unidad

1. Ejecutar el arranque de la unidad.

2. Realizar ensayos para verificar parámetros del generador.

3. Balanceo del rotor del generador.

4. Realización de las pruebas de puesta en marcha para el generador, incluida la prueba de eficiencia y la de calentamiento del generador.

3.4 ALCANCE DE TRABAJO OPCIONAL

3.4.1 Nuevo conjunto de laminaciones de llanta del rotor

Se debe proporcionar un nuevo conjunto completo de laminaciones de la llanta del rotor idénticas a las laminaciones existentes. La nueva laminación debe ser intercambiable con las laminaciones existentes con el mismo espesor y material similar.

La laminación de la llanta del rotor debe ser delgada, de acero laminado en frío de alta resistencia con tratamiento de pasivación. Las laminaciones deben ser perforadas o cortadas con láser con alta precisión, alta capacidad y controlados por computadora. Cada laminación se colocará en una plantilla estándar para verificar su dimensión y posición de todos los orificios y chaveteros. Cada laminación debe ser plana, sin rebabas, libre de aceite, libre de óxido y de acuerdo con la tolerancia y precisión requeridas indicadas en los dibujos. Cada laminación se pesará y la diferencia de masa entre cualquier laminación no será más de 0,2 kg. Las láminas se deben apilar sujetar juntas, sellar en bolsas de plástico con desecante y se deben colocar en cajas.

3.4.2 Nuevo conjunto de espárragos y tuercas de la llanta del rotor

Se debe proporcionar un nuevo conjunto completo de espárragos y tuercas de la llanta del rotor con dimensiones idénticas a los espárragos y tuercas existentes. Los nuevos espárragos serán de acero de alta resistencia and deberán tener como mínimo la misma resistencia mecánica que los espárragos existentes.

3.5 PARTES RELACIONADAS

El Trabajo especificado en esta Parte se coordinará y realizará de acuerdo con las normas, códigos y requisitos establecidos en otros documentos de los Contratos, que incluyen, entre otros, todas las Partes de esta especificación y todos los Apéndices aplicables.

3.6 NORMAS DE APLICACIÓN

Además de las normas establecidas en otros documentos de contrato, el Contratista deberá cumplir con las secciones pertinentes de las últimas revisiones de las siguientes normas aplicables relacionadas con el rebobinado del generador.

- NFPA 70 National Electric Code (NEC), 2014 Edition
- IEC 60034 Rotating Electrical Machines - Applicable parts
- IEC 60651 Sound Level Meters
- MG 1-2014 Motors and Generators
- MG 2-2001 Safety Standard for Construction and Guide for Selection, Application, and Use of Electric Motors and Generators
- MW 1000-2015 Magnet wire
- IEEE C50.12-2005 Salient-Pole 50 and 60 Hz Synchronous Generators and Motor/ Generators for Hydraulic Turbine Applications rated 5 MVA and Above
- IEEE C50.10-1977 General Requirements for Synchronous Machines
- IEEE 43-2013 Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery
- IEEE 56-1997 Guide for Insulation Maintenance of large AC Rotating Machinery
- IEEE 62.2-2004 Guide for Diagnostics Field Testing of Electric Power Apparatus - Electrical Machinery
- IEEE 95-2002 Recommended Practice for Insulation Testing of AC Electric Machinery with High Direct Voltage
- IEEE 115-2009 Guide for Test Procedures for Synchronous Machines

- IEEE 286-2000 Recommended Practice for Measurement Power Factor Tip-up in Electric Machinery Stator Coil Insulation
- IEEE 393-1991 Standard for Test Procedures for Magnetic Cores
- IEEE 492-1999 Guide for Operation and Maintenance of Hydro-Generators
- IEEE 522-2004 Guide for Testing Turn Insulation on Form-Wound Stator Coils for Alternating-Current Electric Machines
- IEEE 1043-1996 Recommended Practice for Voltage-Endurance Testing of Form-Wound Bars and Coils
- IEEE 1147-2005 Guide for the Rehabilitation of Hydroelectric Power Plants
- IEEE 1310-2012 Recommended Practice for Thermal Cycle Testing of Form-Wound Stator Bars and Coils for Large Rotating Machines
- IEEE 1434-2014 Guide for the Measurement of Partial Discharges in AC Electric Machinery
- IEEE 1553-2002 Standard for Voltage Endurance Testing of Form-Wound Coils and Bars for Hydrogenerators.
- IEEE 1665-2009 Guide for the Rewind of Synchronous Generators, 50Hz and 60 Hz, Rated 1 MVA and Above
- CEATI Report No T052700-0329 Hydroelectric Turbine-Generator Units Guide for Erection Tolerances and Shaft System Alignment
Part 1: Definitions Part III: Vertical Shaft Units with Propeller or Kaplan Turbines

3.7 GENERADORES EXISTENTES

Los siguientes párrafos brindan información requerida para el Trabajo que se incluye en este Contrato.

Los generadores existentes, fabricados por Siemens Schuckert, son de la instalación original a principios de la década de 1960. Los estatores se repararon después de unos años de operación debido a la falla de diseño del núcleo del estator que hizo contacto con el rotor que obligó al reemplazo del mismo. Las unidades están en funcionamiento desde la reparación del estator y no se han realizado otras reparaciones en los componentes del generador.

En los últimos años se han encontrado fisuras en los brazos de la estrella del rotor de todos los generadores. El personal de planta está monitoreando las fisuras y realizando inspecciones con ensayos no destructivos.

En la siguiente tabla se indican el número de horas de funcionamiento para cada unidad desde el año 1962 hasta el año 2018 así como también el número de arranques y paradas para el mismo período. Los valores de arranques y paradas han sido extrapolados para las horas de operación de las unidades a

partir de la información provista por el sistema SCADA de la central desde el año 1995 hasta el año 2017.

Unidad #	Fecha de puesta en marcha	Horas de operación	Cantidad de paradas y arranques
Unidad 1	1960	354.633	7.000
Unidad 2	1960	357.477	7.250
Unidad 3	1960	355.488	7.350

3.8 PLACA CARACTERISTICA

La placa característica del generador existente es:

Fabricante	SIEMENS-SCHUCKERT
Tipo	SPFL 780/40-76
Potencia del Generador	36.000 kVA
Tensión Nominal del Estator	7.000 V
Corriente Nominal del Estator	2.970 A
Factor de Potencia	0,95 (sobreeexcitado)
Conexión Devanado Estator	Y
Número de fases	3
Velocidad	78,95 rpm
Velocidad Máxima de Embalamiento	260 rpm
Frecuencia	50 Hz
Clase de Aislación del Rotor	B
Corriente de Excitación	629 A (DC)
Tensión de Excitación	378 V (DC)
Dirección de rotación	Antihorario
Números de series	Unidad 1: D 1100 020 Unidad 2: D 1100 021 Unidad 3: D 1100 022

3.9 DATOS TECNICOS

La siguiente Información se ha extraído de los planos disponibles:

Parámetro	Valor / Unidad
-----------	----------------

Numero de polos	76
Diámetro Interior del Estator (valor diseño)	9.250 mm
Número de secciones del estator	4
Número de ranuras del estator	528
Número de circuitos paralelo por fase	2
Tipo de Bobinado de Estator	Roebel Bar
Tiro de Bobina	1 – 7 - 14
Conexión del bobinado del estator	Y
Protección de falla a tierra del punto neutro	Flotante con descargador de sobretensión
Entrehierro (valor de diseño)	13 mm
Peso del estator completo	86.700 kg
Peso del Rotor con Eje	233.900 kg

Si bien se han hecho todos los esfuerzos para asegurar que la información anterior sea precisa, el Contratista es responsable de confirmar las dimensiones relevantes para el diseño, suministro e instalación de los nuevos componentes.

3.10 REQUERIMIENTOS DE DESEMPEÑO DEL GENERADOR MODERNIZADO

3.10.1 Generales

Los nuevos componentes del generador deben diseñarse y fabricarse para operar bajo las condiciones especificadas en esta Sección sin detrimento o pérdida de alineación. Si los componentes se reutilizan, el componente reutilizado se debe certificar de manera adecuada para la nueva clasificación del generador. El generador debe diseñarse para soportar todas las tensiones eléctricas, mecánicas y estructurales resultantes de la operación en condiciones nominales de operación, incluidas las tensiones causadas por condiciones transitorias de sobrevelocidad y condiciones de falla tales como velocidad de embalamiento, cortocircuitos, sincronización desfasada y cortocircuito de la mitad de los polos.

3.10.2 Modo de operación de la planta

El número de horas de funcionamiento y los ciclos de arranque / parada para cada unidad donde se describe en el Numeral 3.7 - GENERADORES EXISTENTES.

Para el diseño de nuevos componentes y certificación de componentes existentes se considerarán las condiciones de operación y variaciones de carga indicados en el Volumen III Parte B Especificaciones Técnicas Particulares, 3.B.01 Turbina y Auxiliares Propios.

La vida operativa útil esperada de los generadores antes del próximo trabajo de rehabilitación será de 50 años.

El generador deberá cumplir con la reglamentación vigente:

[1]- Reglamento de Trasmisión de Energía Eléctrica (Decreto 278/002)
<http://www.presidencia.gub.uy/decretos/2002072503.htm>

[2]- Reglamento del Sistema de Medición Comercial SMEC
<http://www.adme.com.uy/normativa/resoluciones.php> Documento: Resolución – Reglamento del Sistema de Medición Comercial (SMEC)

3.10.3 Rangos de frecuencia admisibles de operación

La frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional (SIN) es 50 Hz. Los equipamientos del SIN deben estar diseñados para una frecuencia nominal del sistema eléctrico de 50 Hz, controlada dentro de los límites de $\pm 0,2$ Hz en condiciones normales y tolerar transitorios de frecuencia de por lo menos $\pm 3/-2,5$ Hz durante 3 (tres) segundos.”

Sin perjuicio de lo anterior para evitar la salida de generadores, por déficit de generación, antes que actúe completamente el esquema de desconexión de cargas por sub-frecuencia (de Uruguay y coordinado con el sistema argentino), o en condiciones de sobre-frecuencia aceptables, se exige:

- Operación del generador sin límite de tiempo entre 49 y 51 Hz
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo sin la actuación de relés instantáneos de desconexión entre 47.0 Hz y 53 Hz
-
- Requisitos mínimos de permanencia para la operación entre 47.0 Hz y 53.0 Hz, de acuerdo con la Figura 1

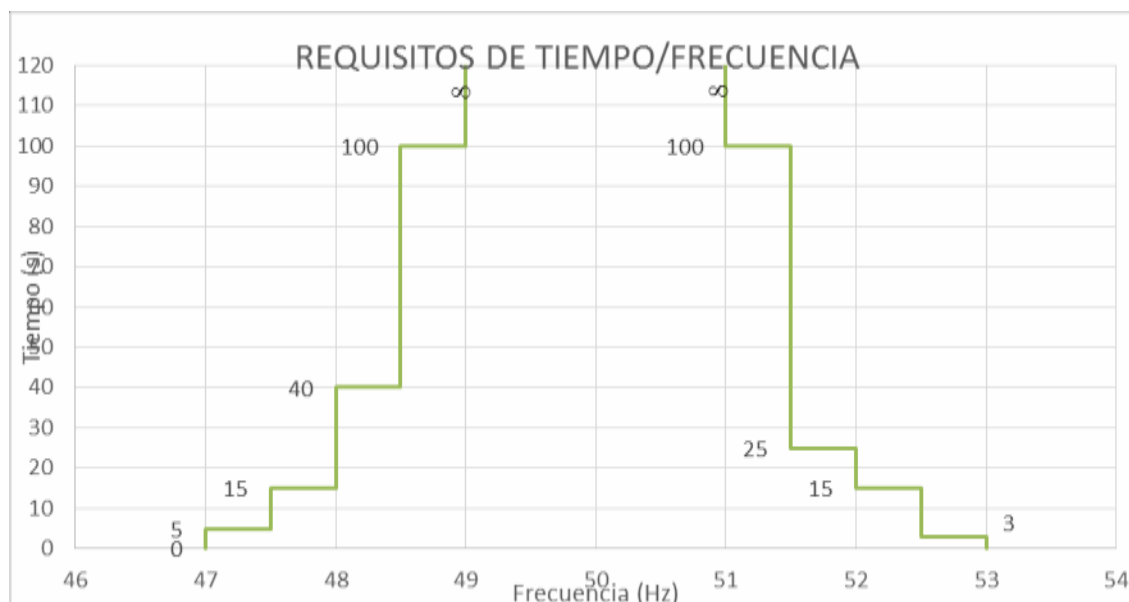


Figura 1- Requisito de Tiempo/Frecuencia

3.10.4 Control de Potencia Reactiva-Tensión

El sistema de excitación debe estar preparado para admitir un control conjunto de potencia reactiva-tensión cuya función sea regular la tensión en barras de Alta Tensión de la Central, en un valor preestablecido, a fin de suministrar un robusto soporte de tensión que apoye a la transmisión y efectuar un reparto uniforme de la potencia reactiva entre los generadores.

Además, deberá permitir energizar líneas de transmisión de 150 kV del entorno de 100 Km de longitud (línea BAY-TRI), con tensión reducida (con subida en rampa desde cero kV para limitar sobretensiones en barras remotas).

3.10.5 Desempeño durante corto-circuito trifásico

La central generadora se deberá mantener conectada a la red de UTE sin sufrir desconexión por causa de los huecos de tensión en el NODO DE CONEXIÓN, producidos por cortocircuitos trifásicos, de dos fases a tierra o una fase a tierra, con perfiles de magnitud y duración por encima de la siguiente curva,

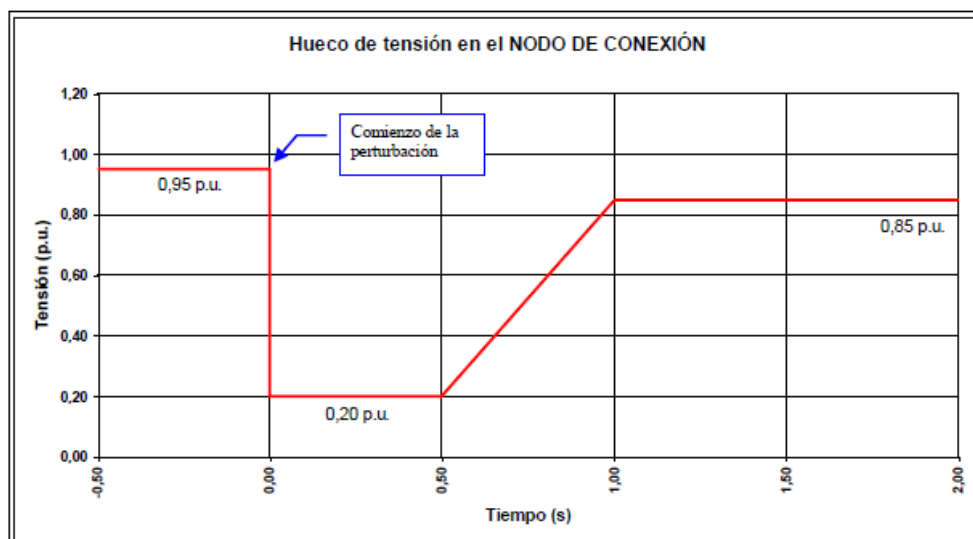


Figura 2: Perfil de magnitud y duración de hueco de tensión

Donde las tensiones indicadas son las tensiones entre fase y tierra, en las fases con falta.

La mínima tensión de operación luego de despejada la falla será la establecida en el Reglamento de Trasmisión. Por claridad, se ilustra el límite vigente, de 0.85 p.u. (para cualquier tensión nominal), que rige hasta 60 segundos.

En el caso de cortocircuitos entre dos fases, aislados de tierra, cambia el valor límite inferior de tensión, pasando a ser 0.6 p.u. en lugar de 0.2 p.u., Figura 2.

3.10.6 Incremento de temperatura

La temperatura máxima nominal aumenta cuando se opera continuamente en condiciones nominales de generador nuevo, con la temperatura del aire de enfriamiento de entrada no mayor de 40°C, no debe exceder los límites según la Tabla 6 de IEEE C50.12 y los límites que se detallan a continuación.

Bobinado Estático (incluye conexiones y lazos entre circuitos)	80°C
Bobinado del rotor	80°C
Anillos Colectores	85°C
Núcleo y partes mecánicas en contacto o adyacente a la aislación	75°C

El generador debe poder operar continuamente a cualquier voltaje desde el 95% al 105% de voltaje nominal, nueva potencia nominal, factor de potencia nominal (retraso) y frecuencia nominal sin exceder las temperaturas límite especificadas arriba, y con la temperatura del aire de enfriamiento del intercambiador de calor a no más de 40°C. Las clasificaciones se establecerán

de manera tal que el peor caso de todas las condiciones de operación especificadas se tomen simultáneamente.

Todos los materiales aislantes en el estator y el rotor deben ser de Clase F, pero funcionan en límites de temperatura de Clase B y los puntos calientes calculados no deben exceder los 130°C, con aumentos de temperatura máximos según IEEE C50.12, Tabla 6.

El rendimiento de la temperatura del generador se determinará de acuerdo con los procedimientos especificados en IEEE Standard 115, Guía IEEE; Procedimientos de prueba para máquinas síncronas:

A. La temperatura medida de los devanados y el núcleo del estator se determinará por medio de detectores de temperatura del tipo de resistencia incrustados (RTD).

B. La temperatura de los devanados del rotor se determinará por el método de resistencia.

C. La temperatura de los anillos del colector, las fijaciones del núcleo y otras partes mecánicas en contacto con el aislamiento o adyacentes a él se determinarán mediante medición térmica directa.

D. La temperatura del aire de refrigeración se determinará mediante RTD.

3.10.7 Características eléctricas

3.10.7.1 Relación de corto circuito

A. La relación de cortocircuito (SCR) debe ser 1.0 o mayor en las condiciones nominales del nuevo generador.

3.10.7.2 Calidad de la Forma de Onda

A. El factor de influencia telefónica (TIF) equilibrado y residual de la tensión del terminal cuando se prueba en un circuito abierto a velocidad nominal y voltaje nominal no debe exceder los requisitos de NEMA MG 1 e IEEE C50.12, Sección 5.8.2.

B. El factor de desviación de la forma de onda, medido en porcentaje de voltaje de terminal de circuito abierto, a voltaje y frecuencia nominales, no debe ser mayor a 10%, de acuerdo con IEEE C50.12, Sección 5.8.1.

3.10.8 Eficiencia

La eficiencia garantizada del generador, en las condiciones nominales del nuevo generador y la temperatura de referencia de 75°C será de al menos 97,4%.

El Contratista determinará las pérdidas reales del generador reacondicionado mediante pruebas calorimétricas de acuerdo con los procedimientos especificados en la Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.02 Trabajos en Obra.

Las pérdidas de los generadores no deben ser más que el valor garantizado provisto en el Formulario de Propuesta para condiciones nominales de los nuevos generadores y las temperaturas de referencia. Las siguientes pérdidas se incluirán en el cálculo de la eficiencia del generador:

- A. Pérdidas por inercia (pérdidas por ventilación)
- B. Pérdidas de cojinete (la parte asignada al generador)
- C. Pérdidas de hierro sin carga
- D. Pérdidas adicionales
- E. Pérdidas de cobre por devanado del estator (a 75°C)
- F. Pérdidas de cobre en el devanado del rotor (a 75°C)

G. Pérdidas del sistema de excitación (incluidas las pérdidas de transformador de excitación, rectificador, etc.)

Las pérdidas de cojinetes asignadas al generador (PG) se calcularán de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$P_G = \left[\frac{G_G}{G_G + G_T + G_H} \right] \times P_m + P_Q$$

Donde:

PG: Pérdida de cojinete de empuje asignada al generador

GG: Peso de la parte de rotación del generador

GT: Peso de la parte de rotación de la turbina

GH: Empuje hidráulico (determinado a partir de los datos de prueba del modelo o medidos en el campo en una unidad operativa)

Pm: Pérdida de fricción del cojinete de empuje

PQ: Fracción de pérdidas del cojinete de empuje que no sean pérdidas por fricción

3.10.9 Tensiones en los componentes del generador

Los componentes giratorios del generador y los soportes de los cojinetes deben cumplir con los niveles de tensión para los equipos mecánicos enumerados en el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales. El bastidor del estator y las placas de apoyo deben cumplir los niveles de tensión para los componentes estructurales, también enumerados en el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

3.10.10 Resistencia para las condiciones excepcionales

Todos los nuevos componentes del generador se diseñarán teniendo en cuenta los requisitos de esta sección. Los componentes reutilizados deben verificarse para verificar el cumplimiento y la capacidad en las Condiciones nominales de los nuevos generadores.

El generador debe ser capaz de resistir, sin daños o deformaciones dañinas, un cortocircuito de 3 fases o cualquier otro cortocircuito en sus terminales durante 30 segundos cuando opera a la nueva potencia factor de potencia nominal y con 105% del voltaje nominal del estator y nivel de excitación fijo, de acuerdo con IEEE C50.12.

El generador debe ser capaz de resistir 150% de la corriente nominal del estator durante 2 minutos sin deformación perjudicial, daño mecánico o de otro tipo, cerca del voltaje nominal. Esta condición se considera excepcional y de corta duración, por lo tanto, es aceptable un aumento temporal de la temperatura.

El generador debe ser capaz de soportar, sin daños, los efectos de un desequilibrio de corriente continuo correspondiente a una secuencia de fase negativa actual del 10% de la corriente nominal del estator, siempre que la salida nominal no se exceda y la corriente máxima no exceda 105% de la corriente nominal en cualquier fase con factor de potencia nominal y voltaje nominal. El aumento de temperatura especificado no debe excederse durante esta operación desequilibrada.

En condiciones de falla, el generador debe ser capaz de resistir, sin daño, la corriente de secuencia negativa (I_2) por unidad, expresada en términos de la corriente nominal del estator y la duración de la falla en segundos (t), hasta los valores que dan una producto integrado $(I_2)^2t$ menor o igual a 40.

El generador deberá soportar, sin salir de servicio, la circulación de la corriente de secuencia inversa correspondiente a una falla asimétrica cercana, durante el tiempo que transcurre desde el origen de la falla hasta la operación de la última protección de respaldo. En el caso de la apertura monofásica de una línea, durante el tiempo muerto que estuviese ajustado el sistema automático de recierre en las protecciones de líneas, las protecciones del generador no deberán desconectar la unidad.

El estator del generador deberá resistir de forma segura y continua el tiro magnético desequilibrado en función de la excentricidad del estator del rotor correspondiente a una variación de 35% del espacio de aire.

El Contratista deberá suministrar los cálculos respectivos para corroborar el diseño.

3.10.11 Nivel de ruido

El nivel de ruido del generador, a velocidades de cero a nominal, y potencias de velocidad sin carga a las condiciones nominales del nuevo generador, según lo medido según ISO 3746 en ubicaciones a 0,910m (3 pies) tomados verticalmente sobre la placa de cubierta superior, o 0,910m (3 pies) medidos horizontalmente desde las pared de envoltura vertical de la caja de aire del generador no deberá exceder los 85 dBA o el nivel de ruido existente medido

durante la pruebas de certificación de parámetros, cualquiera que sea mayor. El ruido total medido en el pozo de la turbina (debajo del generador) no debe exceder el nivel de ruido existente establecido para la prueba de firma.

3.10.12 Variaciones de entrehierro

La desviación estática máxima en el entrehierro en cualquier plano horizontal formado por el círculo interno del estator y el círculo exterior del rotor no debe exceder los valores de la Parte III de CEATI, Tabla 8A, Línea 1 ($\pm 8\%$ del valor de espacio de aire nominal), después del ensamblaje completo del estator y el rotor y durante el período de garantía. Las mediciones de entrehierro estático incluirán la posición estacionaria del rotor con medidas en cada polo, el barrido de cada polo con respecto a un punto fijo en el estator para determinar la forma del rotor y el barrido de un polo a través de dieciséis puntos equidistantes en el estator para determinar la forma del estator.

La tabla siguiente de tolerancia dinámica, expresa los valores utilizados en la medición dinámica de los valores de entrehierro. En la operación inicial después del ensamblaje, se deben cumplir las tolerancias de montaje. Cuando el motor-generador está funcionando, la expansión de calor respectiva del estator y el rotor debe permanecer concéntrica y uniforme para evitar la deformación perjudicial de la carcasa del estator y la estrella del rotor. Durante el Período de Garantía, la Unidad operará dentro de los valores de rango aceptables que se muestran en la tabla siguiente:

Ítem	Al momento de montaje	Rango Aceptable	Rango Crítico
Máxima variación de Entrehierro	<13%	13% - 30%	>30%
Circularidad del Estator	<7%	7% - 20%	>20%
Concentricidad del Estator	<5%	5% - 10%	>10%
Circularidad del Rotor	<6%	6% - 10%	>10%
Concentricidad del Rotor	<1.2%	1.2% - 4%	>4%
Entrehierro mínimo	>25%	85% - 50%	<50%

3.10.13 Alineación

El ensamble completo y la alineación mecánica final del estator y el rotor deben cumplir con los requisitos del presente usando el método de la Guía CEATI, las Unidades Generadores de Turbina Hidroeléctrica Guía para las Tolerancias de Erección y Alineación del Sistema de Eje - Partes I y II.

3.11 PARTES ESTRUCTURALES Y COMPONENTES AUXILIARES DEL GENERADOR

3.11.1 Generalidades

La estructura del generador existente debe ser reemplazada como se especifica aquí.

Los componentes estructurales que se reutilizarán, incluidos los soportes, la carcasa de aire y otras partes estructurales, deberán limpiarse y volver a pintarse de acuerdo con el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

El color final de para todos los componentes estructurales ubicados en el interior del generador debe ser aprobado por UTE. Los colores exteriores coincidirán con el color existente.

3.11.2 Partes a ser reutilizadas

Las partes que se reutilizarán se tratarán de acuerdo con lo estipulado en el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales. A menos que se especifique lo contrario, se prevé que los componentes serán reutilizados, en la medida en que los componentes no entren en conflicto con el nuevo diseño del Contratista. Todas las partes a ser reutilizadas que están actualmente pintadas deben ser limpiadas; todo óxido, incrustaciones, pintura suelta y material nocivo eliminado, y repintado de acuerdo con el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

3.11.3 Cojinete Guía del Generador

EL casquillo del cojinete de guía del generador se debe inspeccionar, limpiar, rebabbitar, volver a armar y ajustar de manera similar a los requisitos para el cojinete guía de turbina. Se seguirán los procedimientos de reacondicionamiento según el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.01 Generalidades.

Los diseños que muestren cualquier modificación propuesta al casquillo del cojinete de la guía del generador deberán presentarse a UTE para su aprobación.

3.11.4 Cruceta superior

El soporte superior se debe limpiar, granallar, inspeccionar, pintar y reutilizar. Los componentes que se reutilizarán deberán estar certificados para el uso del diseño.

3.11.5 Carcasa de ventilación

La carcasa de aire de ventilación del generador debe limpiarse, inspeccionarse, pintarse y reutilizarse. Los componentes que se reutilizarán deberán estar certificados para el uso del diseño.

3.11.6 Frenos

El sistema de frenos existente se debe remover y descartar. El Contratista deberá equipar un nuevo sistema de freno/gato de doble pistón. El nuevo sistema de frenos/gato incluirá:

1. Pistones dobles por cilindro (un pistón para aire comprimido y un pistón para aceite).
2. Nuevas pastillas de freno, resortes de retroceso nuevos y nuevos interruptores de límite para cada cilindro de freno.
3. Nueva tubería de freno de acero inoxidable para aire comprimido y aceite.

Los frenos deben ser adecuados para funcionar con el servicio de la estación de aire comprimido. Todos los componentes del sistema de frenos, tuberías, válvulas e instrumentación deben diseñarse para resistir la presión total del sistema.

El Contratista proporcionará todas las tuberías, válvulas y controles nuevos desde el tanque de aire de la estación, a la válvula de control y alrededor del soporte del cojinete a los cilindros de freno individuales.

Las nuevas pastillas de freno proporcionadas deberán ser fácilmente reemplazables. Las pastillas de freno no deben contener asbestos. Los materiales utilizados deben ser tales que no se produzca arrastre de material o rayado de la pista de freno durante el frenado.

Los cilindros de freno deben estar provistos de resortes de retroceso nuevos para un retorno positivo a la posición liberada cuando se elimina la presión de aire. Los sellos de los pistones de frenos serán copas de pistón de polímero moldeadas por Thorcup con disco metálico integrado moldeado en el centro, fabricado por Thompson-Gordon o con similares con la aprobación de UTE.

Se deben proporcionar nuevos interruptores de límite para determinar la posición de las pastillas de freno.

3.11.7 Puesta a tierra

Los bloques de puesta a tierra en los componentes de la Unidad generadora de reemplazo se proporcionarán en dos ubicaciones diametralmente opuestas en:

1. El estator del generador
2. El soporte superior
3. El soporte del cojinete inferior

Los bloques de conexión a tierra deben ser de dos orificios, perforadas y roscadas de acuerdo con los estándares NEMA, y están diseñadas para instalar conectores de tipo compresión de dos orificios para un cable de conexión a tierra de cobre desnudo de 240 mm².

La superficie de contacto de cada bloque de conexión a tierra deberá estar revestida de cobre o provista con una superficie conductora no corrosible.

Todas las partes metálicas del generador deben estar unidas a la red de conexión a tierra principal mediante una conexión de cobre de 240 mm² como mínimo en las seis ubicaciones indicadas anteriormente.

El sistema de puesta a tierra del generador debe ser revisado y aprobado por UTE.

3.11.8 Caja de terminales del generador

Todo el cableado dentro de la carcasa de aire del generador debe encaminarse en un conducto de metal rígido con un conducto flexible utilizado donde facilitará la extracción de los dispositivos para las pruebas y el mantenimiento. La longitud máxima del conducto flexible se limitará a 600 mm y estará sujeta a la aprobación de UTE.

Los conductos deben estar dispuestos, en la medida de lo posible, para evitar el desarme cuando se desmonta el generador. Es aceptable reutilizar los sistemas de conductos existentes en la medida en que puedan reutilizarse.

Se debe proporcionar una nueva caja de terminales del generador para la terminación del cableado del generador. El Contratista desconectará y volverá a conectar todo el cableado desde los dispositivos hasta el gabinete de terminación y los controles de la unidad. El cableado existente que se reemplaza se debe quitar completamente a menos que se indique lo contrario.

Toda instalación de caja, conducto y cableado debe estar de acuerdo con los requisitos especificados en el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

Se deben proporcionar límites según sea necesario dentro de la caja de terminales existente para separar las terminaciones de instrumentación, control y alimentación.

Se deben proveer luces LED dentro de la caja de terminales. Se debe instalar un interruptor de resorte, ya que las luces se deben encender automáticamente cuando la puerta de la caja de conexiones está abierta.

3.11.9 Placa de identificación

El generador debe estar provisto con una placa de identificación permanente. UTE montará la placa de identificación en la ubicación que elija. La placa de identificación debe ser adecuada para el montaje en la pared adyacente al generador a nivel de la plataforma. La placa con el nombre debe ser proporcionada en bronce, con un tamaño aproximado de 300 x 350 mm y debe contener la siguiente información de acuerdo con ANSI C50.12, en idioma español:

1. Nombre y ubicación del fabricante;
2. Número de serie del fabricante;

3. Número de modelo del fabricante;
4. Fecha de restauración;
5. Capacidad nominal;
6. Velocidad nominal;
7. Velocidad de disparo máxima;
8. Factor de potencia nominal;
9. Tensión y corriente nominal del estator;
10. Corriente y voltaje de excitación nominales;
11. Aumento de la temperatura nominal de los bobinados del estator;
12. Aumento de temperatura nominal de los devanados del rotor;
13. Dirección de rotación;
14. Frecuencia;
15. Clase de aislamiento de devanado del estator;
16. Clase de aislamiento de devanado de campo.

3.11.9.1 ESTATOR

La intención de esta sección de especificaciones es adquirir nuevos estatores, completos con carcasa, núcleo, devanado y todos los accesorios para el montaje en las posiciones existentes de la placa soporte o placa base.

3.11.9.1.1 Carcasa del estator

El Contratista deberá proporcionar nueva carcasa del estator. Se permite que las dimensiones generales varíen con respecto al equipo existente, dentro de las limitaciones del acceso a la casa de máquinas, las capacidades de la grúa de casa de máquinas y las limitaciones físicas del generador / pozo de turbina y las fundaciones.

La carcasa del estator debe estar hecho de chapa de acero laminado y dividido en un número mínimo de secciones consistentes con el transporte, el acceso a la casa de máquinas y las limitaciones de la capacidad de la grúa. Las secciones se diseñarán para el montaje en la central atornillando las secciones con bridas junto con una cantidad adecuada de pernos de tamaño generoso para formar un marco continuo sólido. La carcasa del estator existente consta

de 4 secciones, pero el Contratista puede seleccionar el número de secciones que son óptimas para su diseño.

La carcasa del estator debe diseñarse de manera que mantenga el núcleo en una forma cilíndrica isótropa; disminuirá el estrés térmico bajo todas las condiciones de operación del generador; y, deberá proporcionar la rigidez y resistencia adecuadas contra las fuerzas causadas por sincronizaciones fuera de fase y eventos de cortocircuito, incluida una falla a tierra del rotor de la mitad del campo.

El sistema de barras del bastidor del estator debe ser de un diseño de doble cola de milano. La ubicación, la verticalidad y el giro de las barras se ajustarán a las tolerancias establecidas en CEATI.

3.11.9.1.2 Placas base del estator

El Contratista podrá adaptar las placas base existentes para su reutilización o suministrar nuevas placas base para mantener las tolerancias de espacio de aire especificadas y las dimensiones del estator. El método de nivelación / centrado puede incluir la remoción del hormigón de inyección y reinstalación para adaptarse a la posición final de la carcasa.

3.11.9.1.2.1 Sistema de placas solera existente.

El bastidor del estator existente se apoya en las placas empotradas en el hormigón y se ha construido como parte de la estructura de la casa de máquinas. Las placas existentes son de diseño fijo.

El Contratista deberá inspeccionar las placas de solera y el hormigón de inyección que rodea las placas. Si el hormigón está en condiciones aceptables y puede certificarse por 40 años adicionales de operación, entonces la placa de la suela se puede restaurar sin reinyección de hormigón. La renovación de la placa única incluye:

- a. Limpieza y lubricación de la superficie de contacto con la carcasa del estator.

- b. Verificación que los orificios de los pernos estén radialmente hacia la línea central de la unidad.

- c. Suministrar nuevos pernos para cada placa base.

Si el hormigón de inyección que rodea la placa de solera no es aceptable para continuar con la operación, entonces las placas se deben remover alrededor de los huecos de la primera etapa de concreto. Se proporcionarán nuevas placas empotradas para adaptarse al diseño de la nueva carcasa del estator. El diseño de la placa puede variar entre los diseños de máquinas existentes para adaptarse a la variación entre las diferentes bases y el diseño de la carcasa del estator.

Después de instalar el nuevo generador y de que el estator esté correctamente centrado para obtener el mejor centro del rotor del generador, las nuevas placas de fundación se deben cementar en su lugar.

3.11.9.1.2.2 Sistema placa base modificado.

El diseño del bastidor del estator y su fijación a las placas del estator deben incluir disposiciones que permitan la expansión radial libre del bastidor del estator en respuesta a las variaciones térmicas mientras se mantiene la concentricidad del estator (posición del mejor centro del estator con respecto al rotor y la línea central del eje) y circularidad.

Con respecto al mantenimiento de la circularidad, se debe tener especial cuidado para asegurar que el marco se expanda igualmente en las bridas de la carcasa y entre los sectores intermedios.

El diseño de la placa base evitará el movimiento de torsión del bastidor y daños en el movimiento radial, debido a fuerzas magnéticas durante condiciones anormales de desequilibrio, como un cortocircuito de la mitad de los bobinados de campo o grandes variaciones en el entrehierro.

Además, el nuevo diseño del sistema de placas base incluirá disposiciones para la realineación periódica, incluido el recentrado, del estator para adaptarse a la expansión/contracción normal del hormigón. La capacidad de ajuste del sistema de la placa de base debe permitir el redondeo y el centrado del estator para una diferencia de movimiento entre cualquier eje de 90 grados de hasta 12 mm sin quitar las partes integradas.

Las placas base y las provisiones efectuadas para permitir la expansión radial permitirán controlar estrechamente el movimiento del bastidor para mantener un entrehierro uniforme del generador y una forma redonda del estator (circularidad) y buena concentricidad del estator (posición del mejor centro del estator con respecto al rotor y la línea central del eje). Las placas base se diseñarán para movimientos estáticos y dinámicos y cambios de entrehierro de acuerdo con el Numeral 3.10.12 Variaciones de entrehierro.

El Contratista presentará los cálculos para demostrar que el diseño de la placa de soporte es suficiente para mantener la circularidad y concentricidad del estator dentro de los requisitos especificados.

3.11.9.1.3 Nuevo núcleo estatórico

3.11.9.1.3.1 General

El Contratista deberá diseñar, suministrar e instalar un nuevo núcleo de estator, que incorpore la mejor práctica moderna en diseño, materiales y mano de obra. El Contratista diseñará, fabricará e instalará el núcleo del estator de manera que asegure que el estator sea circular y concéntrico con el rotor según las tolerancias de CEATI y las tolerancias más estrictas de estos documentos contractuales para evitar variaciones excesivas de espacio de aire y tiros magnéticos desequilibrados de acuerdo a las recomendaciones IEEE 492.

3.11.10 Se deben incorporar medios en el diseño para evitar el colapso o el pandeo de las laminaciones del estator debido a la expansión térmica o fuerzas magnéticas. Ver el Numeral 3.10.3 Rangos de frecuencia admisibles de operación

La frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional (SIN) es 50 Hz. Los equipamientos del SIN deben estar diseñados para una frecuencia nominal del sistema eléctrico de 50 Hz, controlada dentro de los límites de $\pm 0,2$ Hz en condiciones normales y tolerar transitorios de frecuencia de por lo menos $\pm 2,5$ Hz durante 3 (tres) segundos.”

Sin perjuicio de lo anterior para evitar la salida de generadores, por déficit de generación, antes que actúe completamente el esquema de desconexión de cargas por sub-frecuencia (de Uruguay y coordinado con el sistema argentino), o en condiciones de sobre-frecuencia aceptables, se exige:

- Operación del generador sin límite de tiempo entre 49 y 51 Hz
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo sin la actuación de relés instantáneos de desconexión entre 47.0 Hz y 53 Hz
-
- Requisitos mínimos de permanencia para la operación entre 47.0 Hz y 53.0 Hz, de acuerdo con la Figura 1

Figura 1- Requisito de Tiempo/Frecuencia

3.11.11 Control de Potencia Reactiva-Tensión

El sistema de excitación debe estar preparado para admitir un control conjunto de potencia reactiva-tensión cuya función sea regular la tensión en barras de Alta Tensión de la Central, en un valor preestablecido, a fin de suministrar un robusto soporte de tensión que apoye a la transmisión y efectuar un reparto uniforme de la potencia reactiva entre los generadores.

Además, deberá permitir energizar líneas de transmisión de 150 kV del entorno de 100 Km de longitud (línea BAY-TRI), con tensión reducida (con subida en rampa desde cero kV para limitar sobretensiones en barras remotas).

3.11.12 Desempeño durante corto-circuito trifásico

La central generadora se deberá mantener conectada a la red de UTE sin sufrir desconexión por causa de los huecos de tensión en el NODO DE CONEXIÓN, producidos por cortocircuitos trifásicos, de dos fases a tierra o una fase a tierra, con perfiles de magnitud y duración por encima de la siguiente curva,

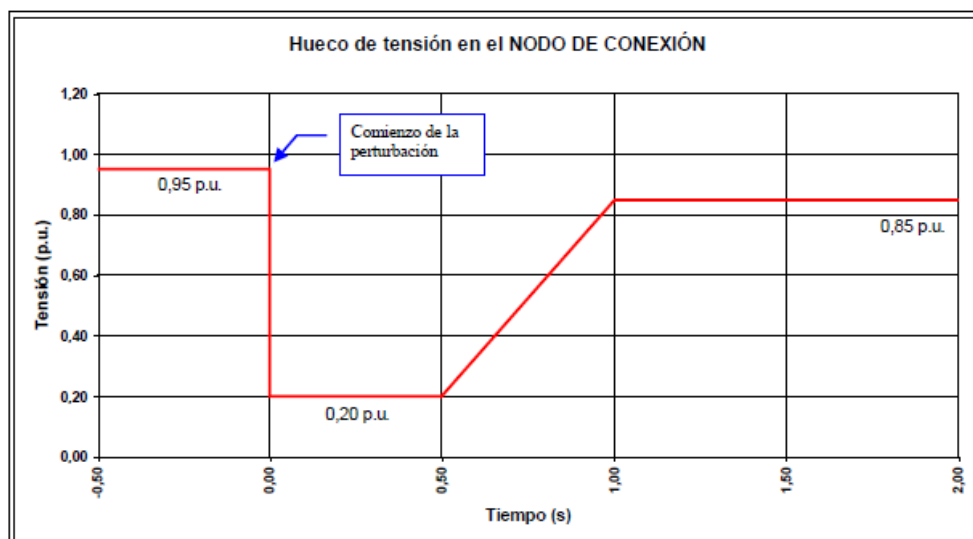


Figura 2: Perfil de magnitud y duración de hueco de tensión

Donde las tensiones indicadas son las tensiones entre fase y tierra, en las fases con falta.

La mínima tensión de operación luego de despejada la falla será la establecida en el Reglamento de Trasmisión. Por claridad, se ilustra el límite vigente, de 0.85 p.u. (para cualquier tensión nominal), que rige hasta 60 segundos.

En el caso de cortocircuitos entre dos fases, aislados de tierra, cambia el valor límite inferior de tensión, pasando a ser 0.6 p.u. en lugar de 0.2 p.u., Figura 2.

Incremento de temperatura, para conocer los límites de aumento de temperatura del núcleo.

3.11.12.1.1 Criterios de diseño

El núcleo se apilará en el sitio de trabajo y no se permitirán las particiones en el mismo. El número de ranuras no puede ser cambiado. El tamaño de las ranuras puede cambiarse de las ranuras existentes. El nuevo diseño del núcleo también incluirá paquetes de hierro escalonados en los extremos del núcleo del estator como parte del diseño del núcleo. Sin embargo, la relación de la profundidad de la parte posterior del hierro con respecto a la profundidad de la ranura preferiblemente no será inferior a uno si es aceptable mantener la relación existente.

Para evitar el pandeo y la tensión del núcleo del estator, se debe considerar la expansión térmica en el nuevo diseño. La expansión térmica radial libre debe acomodarse en el diseño del núcleo para asegurar que se mantenga la circularidad y la concetricidad del núcleo del estator durante todas las operaciones normales y de sobrecarga.

El núcleo puede apilarse en capas individuales de capas intermedias y / o en capas de bloques múltiples con capas traslapadas de un tercio o un cuarto, consistentes con el diseño de pandeo y las pérdidas de núcleo garantizadas.

La diferencia de temperatura entre la parte superior e inferior del núcleo (dirección axial) debe ser inferior a 10°C. Las mediciones se toman en la parte posterior del núcleo utilizando RTDs embebidas en el núcleo.

La diferencia de temperatura entre el núcleo del estator y la carcasa debe mantenerse dentro de los 20°C. La temperatura central se medirá en la parte posterior del núcleo mediante RTD de núcleo integrado y en el interior de la carcasa del estator mediante RTD o termopares.

Las variaciones de temperatura alrededor de la circunferencia del núcleo del estator se mantendrán dentro de los 10°C para evitar una expansión y contracción desigual del núcleo y el ensamblaje de la carcasa.

3.11.12.1.1.2 Laminaciones

El nuevo núcleo del estator se construirá con laminaciones de alta calidad, alta permeabilidad, baja pérdida específica, sin envejecimiento, con acabado en frío, finas, de acero al silicio, nominalmente de pérdida de núcleo tipo 36F145 por tabla 1 de ASTM A677. El material de laminación se someterá a pruebas de estabilidad térmica mediante una prueba de 100 horas a 150°C. Las pruebas de Epstein del material a temperatura ambiente antes y después de la prueba mostrarán una varianza inferior al 0,5%.

Se deberán presentar documentos y planos para todas las variaciones de laminación utilizadas, incluidas, entre otras, laminación principal, laminaciones de ductos de aire, cuñas, planchas de hierro y laminaciones parciales. Se suministrarán despachos con laminaciones partidas si se proporciona un núcleo apilado previamente y de múltiples secciones.

Los laminados pueden ser troquelados o cortados con láser. Cada laminación se desbarbará y terminará después del punzonado, luego se reaislará de ambos lados. Las laminaciones se deben embalar de forma segura para los medios de transporte elegidos y protegidos de la contaminación y la corrosión. El aislamiento debe ser de espesor uniforme y libre de defectos.

El revestimiento aislante debe ser basado en AISI sin formaldehído C-6, C-5 o C-3 o igual para minimizar las pérdidas por corrientes parásitas.

Se permite el uso limitado de suplementos durante el apilamiento del núcleo del estator. Los suplementos deben distribuirse equitativamente en los paquetes centrales a lo largo de la altura vertical del núcleo en la mayor medida posible. No se usarán más de 4 filas de calzas en ningún paquete dado sin la aprobación de UTE. Se debe proveer una cantidad adecuada de suplementos producidos, desbarbados y recubiertas para el apilamiento de la unidad.

3.11.12.1.1.3 Ensayos de la laminación

El plan de control de calidad deberá incluir pruebas continuas y periódicas del proceso de laminación. El intervalo mínimo de inspección recomendado es cada 1.000 laminaciones. Deberán proveerse las certificaciones de materiales para cada lote de laminaciones. El plan de ensayos sometido a aprobación

incluirá el factor de apilamiento, el dieléctrico interlaminar, Franklin, prueba de flexión de adhesión de barniz, prueba de curado de barniz y medidas de curado de barniz.

3.11.12.1.1.4 Matrices de laminación

Los troqueles se diseñarán de modo que tengan vida para perforar al menos un núcleo adicional completo, después de usarse para la unidad actual y los repuestos. Se convertirán en propiedad de la UTE. Una vez completada la perforación de laminación por parte del Contratista, las matrices de punzonado deberán limpiarse, afilarse, embalsarse satisfactoriamente para su transporte y almacenamiento a largo plazo, y entregarse a UTE.

3.11.12.1.1.5 Conductos de aire

Se deben proporcionar laminaciones de conductos de aire entre paquetes de laminaciones con fines de enfriamiento, dispuestos para suministrar la transferencia de calor adecuada desde los devanados del estator y el núcleo al sistema de enfriamiento. Los conductos de aire en el núcleo del estator deben estar dispuestos para garantizar que el flujo de aire sea suave y silencioso; enfriará el núcleo de manera uniforme, eficiente y completa; y minimizará las pérdidas por fricción de aire. Los conductos de aire estarán dispuestos de manera que la velocidad del aire de enfriamiento a través de los conductos sea uniforme, dentro del 20%, con relación a otros conductos a la misma elevación en el núcleo. Ningún conducto de aire debe tener flujo de aire inverso. Los separadores de conductos de aire deben estar contruidos de acero inoxidable no magnético u otro material aprobado y deben tener secciones transversales o de "Perfil-I". Se prohíbe el uso de chapas cortadas o tipos de espaciadores similares y el uso de aluminio para espaciadores de ventilación, o para soportar cualquier carga de compresión en el estator.

Los espaciadores y las láminas del conducto de aire deben estar libres de rebabas y ser lo suficientemente rígidos para evitar la distorsión del núcleo en los conductos de aire y deben estar soldadas por puntos al punzonado de la base. Los procedimientos y el diseño de la soldadura deben calificarse según la el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

Los espaciadores del conducto de aire deben colocarse para proporcionar un soporte completo del peso la parte superior del núcleo y sin una flexión visible de las laminaciones. Los conductos de aire y las láminas se cubrirán con un revestimiento aislante adecuado después de la soldadura.

3.11.12.1.1.6 Montaje del núcleo

Cada laminación o grupo de laminaciones se examinarán luego de su arribo a la central para identificar daños de envío. Cualquier laminación con rebabas de altura deberá ser descartada. Solo se aceptarán superficies lisas y limpias dentro de las ranuras de la bobina. No se permite la presentación de puntos altos en las láminas después de la instalación. Las laminaciones deben estar adecuadamente enchavetadas o vinculadas al bastidor del estator y sujetas de forma segura sujetando las placas en cada extremo del núcleo. El núcleo del

estator se comprimirá, a medida que se apila, un mínimo de 2 veces antes de la presión final.

Después del prensado en frío y la prueba del lazo del núcleo, los pernos del núcleo del estator deben volver a apretarse a los valores recomendados. No deberá existir zumbido perceptible de laminaciones durante la operación.

El conjunto del núcleo final debe estar de acuerdo con los requisitos del Numeral 3.11.12.1.1.11 Pruebas del núcleo del estator y las siguientes tolerancias:

d. La elevación de las laminaciones apiladas terminadas debe estar dentro de $\pm 0,5$ mm de todas las otras placas en la misma fila.

e. La rectitud de la cara del núcleo medida con un borde recto y calibradores no debe exceder 0,75 mm entre puntos altos sobre un lapso mínimo de 300 mm.

f. La circularidad y verticalidad del núcleo deben cumplir con el requisito de CEATI.

3.11.12.1.1.7 Apriete del núcleo

El núcleo del estator completado debe apretarse, los pernos se apretarán a la tensión prevista en el diseño y se establecerán los sistemas de bloqueo de pernos. Los pernos no deben tener marcas antes del uso. Se deben proveer nuevos pernos de sujeción del núcleo del estator.

Los pernos de sujeción del núcleo deben estar hechos de acero de alto límite elástico para proporcionar una reserva de elasticidad, que mantenga la presión requerida en las laminaciones del núcleo.

Las bridas de sujeción pueden tener dedos enteros o dedos separados, y los dedos deben mantenerse en su lugar por acción de sujeción y por soldadura, clavijas, pasadores, ranuras o combinaciones de los mismos.

Los dedos de las bridas de sujeción deberán ser de metal no magnético sólido (no laminado) que tenga una permeabilidad de no más de tres bajo cualquier condición de carga indicada.

Los dedos deben tener suficiente longitud y rigidez para evitar la holgura de las laminaciones en los extremos exteriores de las ranuras, y en la parte superior e inferior del estator. La temperatura de los dedos de las bridas de sujeción no debe exceder el límite de aumento de temperatura permitido para el núcleo y las partes mecánicas en contacto con el aislamiento o adyacentes.

Los dedos y placas de sujeción existentes pueden reutilizarse, siempre que funcionen con el nuevo diseño del núcleo del estator y el Contratista los certifique para su reutilización.

El sistema de sujeción deberá ser tal que se mantenga la presión de sujeción correcta y la altura del núcleo durante el apilamiento y las laminaciones del núcleo no perderse durante la vida útil de la unidad.

La presión de sujeción intermedia se aplicará a intervalos establecidos durante el proceso de apilamiento para producir un apilamiento de núcleo homogéneo y recto.

En cada presión, la elevación de las placas superiores debe estar dentro de $\pm 1,0$ mm de todas las demás placas en la misma fila. La tensión del núcleo se comprobará y se determinará que sea hermética cuando todos los pernos de núcleo se ajusten al par de diseño, y cuando una hoja de cuchillo de 0,25 mm de grosor no pueda insertarse más de 6 mm en el centro del diente. No habrá ondas discernibles en la inspección visual de las laminaciones apiladas.

Los pares de apriete de los pernos se registrarán y se compararán con los valores de diseño para confirmar que no se han excedido las resistencias del material.

Se pueden proporcionar sistemas alternativos de sujeción del núcleo sujetos a revisión y aprobación por parte del UTE.

Se deben tomar medidas para adaptar el núcleo a la expansión térmica, para evitar que el núcleo sufra pandeo y para evitar que la carcasa del estator reciba fuerzas excesivas.

3.11.12.1.1.8 Resistencia a tierra de la ranura del estator

El Contratista deberá medir y registrar la resistencia de la ranura del estator a tierra para cada ranura antes de instalar las barras. El método de medición y los criterios de aprobado / rechazado deben ser aprobados por UTE.

3.11.12.1.1.9 Controles dimensionales.

Se debe realizar una verificación dimensional de la verticalidad, nivelación, circularidad, elevación de la línea central del núcleo y la altura del orificio en puntos aproximadamente a la mitad de la altura del núcleo del estator y 100 mm de cada extremo. Las mediciones deben compararse con las tolerancias establecidas e informarse a UTE.

La medición debe ser recolectada en el número de puntos especificado por CEATI. La tolerancia de las mediciones no deberá ser inferior a la exigida por CEATI y deberá definirse para cumplir con la tolerancia de espacio de aire especificada. Si no se alcanzan las tolerancias, se tomarán medidas correctivas para poner a la unidad en tolerancia.

3.11.12.1.1.10 Detectores de temperatura del núcleo del estator

Se debe proporcionar un mínimo de 12 RTD distribuidos equitativamente en la circunferencia del núcleo del estator para la medición de la parte trasera de la temperatura del núcleo del estator.

Se deben instalar cuatro RTD en el lado superior del núcleo. Se deben instalar cuatro RTD en la línea central axial del núcleo y se deben instalar cuatro RTD en el extremo inferior del núcleo del estator.

Los RTDs serán de 100 ohmios a 0°C platino, elemento dual, y tendrán un estilo de 3 hilos, con una lectura dentro de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ de temperatura real entre 20°C y 135°C.

Los nuevos planos deberán mostrar la ubicación de todos los elementos RTD y los detalles de las salidas- Se debe suministrar e instalar una nueva caja de terminales del generador. Los empalmes en el cable no están permitidos. El cable debe estar aislado con Teflón, tener una armadura externa o una cubierta de trenza de acero inoxidable, y debe estar diseñado para soportar un entorno de al menos 120°C.

La nueva caja de terminales deberá incluir luces LED para iluminar el interior de la caja cuando las puertas estén abiertas.

3.11.12.1.1.11 Pruebas del núcleo del estator

El Contratista hará los arreglos necesarios para llevar a cabo las pruebas del núcleo del estator para validar la integridad del aislamiento de la laminación del núcleo y controlar cualquier daño resultante de la nueva instalación de devanado.

H. Prueba de flujo reducido o de nivel bajo (EL CID)

Se debe realizar una prueba después de la finalización de la instalación de bobinado y la prueba final de alta tensión. Por lo tanto, la prueba debe ser una prueba de flujo de bajo nivel (EL CID) llevada a cabo con un flujo nominal de aproximadamente 4%. Cualquier área, que no se encuentre cerca de las divisiones del núcleo con una desviación de +/- 100 mA de la media, deberá ser informado a UTE para obtener asesoramiento. En las proximidades de las divisiones conocidas, tales pruebas de flujo de bajo nivel pueden dar resultados que indican valores de corriente mucho más altos que los indicados anteriormente.

El Contratista debe demostrar la capacidad de la prueba de flujo reducido para indicar con precisión cualquier superficie y los cortos profundos que puedan existir en estas áreas y diferenciarlos de la lectura normal.

Después de la prueba, el Contratista deberá proporcionar un informe detallado con los resultados de la prueba y la evaluación. El informe incluirá rastros de todos los espacios para uso futuro.

El Contratista deberá proporcionar un informe de cálculo de la prueba EL CID para demostrar que se utilizó la densidad de flujo adecuado para la parte posterior del núcleo.

I. Prueba de flujo completo (prueba de lazo)

El Contratista deberá realizar una prueba de alta energía del núcleo del estator, comúnmente conocida como prueba de flujo nominal o prueba de lazo, como se describe en IEEE 432 e IEEE 56 después de completar el montaje de núcleo y antes de la instalación del nuevo bobinado del estator.

El Contratista deberá proporcionar detalles sobre los requisitos de potencia y proporcionar todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo dicha prueba, incluidas cámaras termográficas, cables, interruptores automáticos de potencia, multímetros, medidor de potencia, etc.

Esto incluirá la provisión de la fuente de energía necesaria (por ejemplo, un grupo electrógeno diésel) si no se dispusiera de una fuente accesible en la

planta. Esta prueba se realizará con una densidad de flujo inducida de la parte posterior del núcleo del 80% al 100% de la densidad de flujo nominal. La superficie de las ranuras y dientes del estator se controlará en busca de puntos calientes con equipo de prueba de infrarrojos durante al menos 30 minutos. Los datos de prueba se registrarán y los criterios de aceptación serán los siguientes:

a. Ningún punto caliente superior a 5°C por encima de la temperatura de la superficie en toda la circunferencia del núcleo.

b. La temperatura central promedio, excluidos los puntos calientes, no deberá superar la temperatura ambiente en más de 20°C.

El Contratista deberá proporcionar un informe de cálculo de la prueba de toroide para demostrar que se utilizó la densidad de flujo adecuada para la parte posterior del núcleo.

UTE puede proporcionar una fuente de alimentación de 150kVA (trifásica) para la prueba del núcleo del estator desde el Servicio de la estación de 400V.

Como la prueba requiere una fuente monofásica, la carga de desequilibrio del sistema se debe verificar y aprobar después de proporcionar los cálculos para la fuente de alimentación requerida. En caso de que la fuente de alimentación del servicio de la central no sea suficiente, el Contratista deberá proporcionar la fuente de alimentación requerida.

3.11.12.1.2 Bobinado Estatórico

3.11.12.1.2.1 General

Todo el material necesario para completar el bobinado y la terminación del estator debe ser suministrado por el Contratista. El Contratista deberá proporcionar todos los adaptadores necesarios para reutilizar los conductores principales, neutros, conectores, terminales y materiales para formar el neutro del generador y conectar los devanados del generador al nuevo equipo neutral y a las salidas de las barras principales.

Un diseño probado deberá ser ofrecido para el mismo. En el caso que se ofrezca un diseño o materiales que no han sido probados en servicio durante al menos diez años, las propuestas deben indicar qué partes del bobinado se ven afectadas y el grado de experiencia con estas partes. Las referencias de los sitios que utilizan el diseño propuesto deben presentarse junto con la oferta.

El Contratista deberá fabricar una cantidad suficiente de barras para la unidad, barras de reserva y barras necesarias para las pruebas, incluidas aquellas que se utilicen para un segundo ensayo. Se suministrará un total de 3 extensiones de repuesto superior y una extensión de barras inferiores. De igual manera se suministrará una cantidad comparable de cuñas, empaques y consumibles sin vida útil de almacenaje limitada para instalar las barras o bobinas de repuesto suministradas.

Los devanados del estator deben estar conectados en estrella, adecuados para operación a tierra y sin conexión a tierra.

El devanado minimizará las pérdidas y el calentamiento debido a las corrientes circulantes. Los conductores de la bobina / barra del estator deben ser de cobre recocido, con conductividad de acuerdo con las normas aprobadas, libres de astillas, fallas, puntos ásperos o esquinas agudas. En el caso de una bobina, los conductores de la barra deben estar completamente transpuestos (barra Roebel) con una transposición de 360° en el centro del 100% de la porción de ranura de las barras.

Los devanados del estator deberán estar conformados para garantizar la uniformidad de las dimensiones. Los devanados tipo barra deben ser intercambiables entre aquellos de la parte superior o los de la parte inferior en cualquier posición en el núcleo del estator.

3.11.12.1.2.2 Aislación del Bobinado

Los devanados del estator deben ser completamente simétricos e igualmente distribuidos a lo largo del perímetro del estator en el ángulo de fase y la secuencia de fase del voltaje.

3.11.13 Los devanados del estator, las conexiones y los cables se sistema de aislamiento Clase 155 (clase F) que no supere los temperatura Clase 130 (Clase B), como se define en ANSI C50.12. El máximo de temperatura de los devanados, incluidos los cables neutro, no debe exceder el valor especificado en el Numeral 3.10.3 Rangos de frecuencia admisibles de operación

La frecuencia nominal del Sistema Interconectado Nacional (SIN) es 50 Hz. Los equipamientos del SIN deben estar diseñados para una frecuencia nominal del sistema eléctrico de 50 Hz, controlada dentro de los límites de $\pm 0,2$ Hz en condiciones normales y tolerar transitorios de frecuencia de por lo menos $\pm 3/-2,5$ Hz durante 3 (tres) segundos.”

Sin perjuicio de lo anterior para evitar la salida de generadores, por déficit de generación, antes que actúe completamente el esquema de desconexión de cargas por sub-frecuencia (de Uruguay y coordinado con el sistema argentino), o en condiciones de sobre-frecuencia aceptables, se exige:

- Operación del generador sin límite de tiempo entre 49 y 51 Hz
- Rango de frecuencia admisible de operación del grupo sin la actuación de relés instantáneos de desconexión entre 47.0 Hz y 53 Hz
-
- Requisitos mínimos de permanencia para la operación entre 47.0 Hz y 53.0 Hz, de acuerdo con la Figura 1

Figura 1- Requisito de Tiempo/Frecuencia

3.11.14 Control de Potencia Reactiva-Tensión

El sistema de excitación debe estar preparado para admitir un control conjunto de potencia reactiva-tensión cuya función sea regular la tensión en barras de Alta Tensión de la Central, en un valor preestablecido, a fin de suministrar un robusto soporte de tensión que apoye a la transmisión y efectuar un reparto uniforme de la potencia reactiva entre los generadores.

Además, deberá permitir energizar líneas de transmisión de 150 kV del entorno de 100 Km de longitud (línea BAY-TRI), con tensión reducida (con subida en rampa desde cero kV para limitar sobretensiones en barras remotas).

3.11.15 Desempeño durante corto-circuito trifásico

La central generadora se deberá mantener conectada a la red de UTE sin sufrir desconexión por causa de los huecos de tensión en el NODO DE CONEXIÓN, producidos por cortocircuitos trifásicos, de dos fases a tierra o una fase a tierra, con perfiles de magnitud y duración por encima de la siguiente curva,

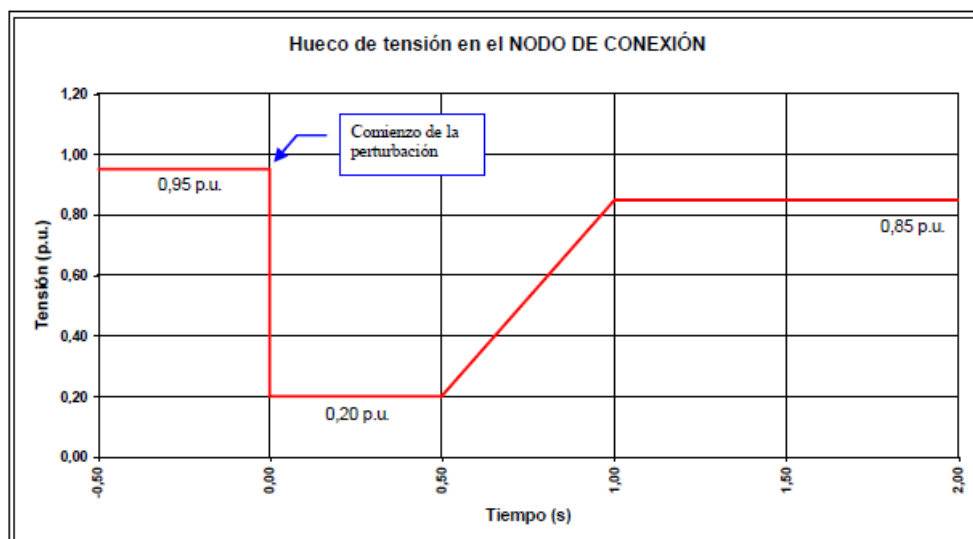


Figura 2: Perfil de magnitud y duración de hueco de tensión

Donde las tensiones indicadas son las tensiones entre fase y tierra, en las fases con falta.

La mínima tensión de operación luego de despejada la falla será la establecida en el Reglamento de Trasmisión. Por claridad, se ilustra el límite vigente, de 0.85 p.u. (para cualquier tensión nominal), que rige hasta 60 segundos.

En el caso de cortocircuitos entre dos fases, aislados de tierra, cambia el valor límite inferior de tensión, pasando a ser 0.6 p.u. en lugar de 0.2 p.u., Figura 2.

Incremento de temperatura.

El aislamiento debe ser de un tipo que no admita la combustión una vez que se elimine la fuente de energía.

3.11.15.1.1.1 Aislación de Cables

El cable preaislado debe cumplir con NEMA MW 1000 y el aislamiento de los cables de los conductores debe estar compuesto por una doble capa de fibra de vidrio fundida y / o un revestimiento de esmalte aplicado uniformemente, que evite la rotura entre cables durante todas las condiciones de operación. El aislamiento de los cables debe exhibir elasticidad durante el proceso de formación de la bobina, incluida la ejecución de transposiciones.

3.11.15.1.1.2 Aislación Principal

El aislamiento del devanado del estator se impregnará mediante el uso del método de vacío con resina epóxica o termoestable sin disolvente, o equivalente aprobado, de modo que el aislamiento se convierta en una masa

densa y homogénea, libre de bolsas de aire y huecos. El espesor del aislamiento debe diseñarse para garantizar que las tensiones de tensión no superen los 60 V/mil de aislamiento prefiriéndose los niveles de tensión reducida.

No se aceptan cintas que contengan poliéster (Mylar™), poliamida (Kapton™) u otras películas. La aplicación de aislamiento envuelto en lámina no es aceptable. La aplicación automática de cinta de máquina de extremo a extremo, con tensión de cinta controlada, es preferible a la aplicación manual y al empalme de cinta en las uniones.

La ranura o porción de celda terminada de cada barra debe estar dentro de +0,12/-0,25 mm de ancho y dentro de 0,127/0,381 mm de alto de las dimensiones de diseño. Las esquinas del borde de la barra se deben presionar a un radio de no menos de 1,59 mm. En la ranura, el lado pequeño (borde) de la bobina / barra debe tener una superficie plana adecuada para la distribución adecuada de la presión de la cuña. El ancho de la superficie plana en el borde de la bobina / barra no debe ser menor del 50% del ancho nominal del lado pequeño con un mínimo de 10 mm.

c. Barras con aislamiento B (rica en resina)

d. Las barras se deben aislar con las capas necesarias de cinta de mica rica en resina epoxi de ½ vuelta con soporte de tela de vidrio o esterilla de poliéster. La porción recta de la bobina / barra debe estar completamente curada antes de que se bobinen en el núcleo.

e. El empaque de la ranura, con la excepción de las cuñas de ranura, deberá tener una resistividad dentro de 1.000 ~ 10.000 ohmios / cuadrado. Nomex™ pintado de negro carbón no es aceptable.

f. El sistema de empaque lateral de la ranura debe incorporar preferiblemente materiales de conformación conductivos probados en lugar de un sistema rígido de empaquetado lateral. Este sistema, y cualquier alternativa ofrecida, se describirá claramente.

g. No se permitirá el reproceso de devanados del estator defectuosos dentro de la porción de ranura.

h. Aislación de Barra con Sistema de Impregnación de vacío (VPI).

i. Las barras deben aislarse con capas necesarias de cinta de mica de ½ vuelta con materiales compatibles con el epoxi VPI o resina de poliéster para garantizar una penetración y unión adecuadas.

j. Cada barra se someterá al proceso VPI luego de lo cual la porción recta se presionará en caliente al tamaño o alternatively la barra se curará en un molde de acero.

k. El proceso de curado, incluidos los valores de tiempo, temperatura y vacío y presión, debe cumplir con las recomendaciones del Contratista de la resina. El proceso se controlará utilizando los controles de proceso del Contratista.

3.11.15.1.1.3 Sistema de Nivelación

Todas las barras tendrán el siguiente sistema aplicado:

l. Supresión de corona aplicada. Esto consistirá en cintas de semiconductores de carbono o grafito aplicadas a las secciones de ranura que se extenderán al menos 25 mm (1,0 pulgada) más allá del extremo de los dedos de soporte del núcleo.

m. La cinta de carburo de silicio se debe utilizar en los devanados finales. Esto superpondrá la cinta de la sección de ranura semiconductor con un mínimo de 11 mm y se extenderá hasta aproximadamente 50 mm más allá de la primera curva de cada bobina / barra.

El uso del sistema de pintura / barniz no está permitido para ninguna de las aplicaciones anteriores. Los sistemas de nivelación que se extienden hasta los extremos exteriores de las bobinas / barras no son aceptables.

Las barras individuales no deben crear una corona detectable a 1,5 veces la tensión nominal de la línea de CA.

Las partes extremas de los devanados del estator sin compuesto semiconductor deben estar lo suficientemente separadas de las partes extremas adyacentes y las barras colectoras del anillo de interconexión para evitar la corona, con un espacio mínimo de 5 mm entre las bobinas / barras superior e inferior, en el espacio de mayor densidad de cinta de nivelación. El espacio mínimo en los cruces de fin de giro debe ser de 6,5 mm para garantizar que no se produzcan descargas en las partes de los extremos del devanado. La cinta protectora externa de la barra debe ser resistente al calor y no deteriorarse a alta temperatura.

Las barras del estator deben estar provistas de una cinta protectora externa de fibra de vidrio en los extremos. La cinta protectora externa de la barra debe ser resistente al calor y no deteriorarse a alta temperatura. Los devanados del estator se tratarán para protegerlos de la exposición a humedad, aceite y otros contaminantes.

3.11.15.1.1.4 Identificación de las Barras

Cada barra recibirá una identificación única (ID) por parte del Contratista y se mantendrá un registro permanente de todas las medidas, prueba, aceptación y rechazo de notación para cada barra. Si se rechaza una barra por algún motivo, no se reutilizará el número de identificación de la barra. Este mismo registro debe incluir un espacio para las ranuras en que se instala la barra. El estado de una barra rechazada pasará a formar parte del registro permanente. UTE no aceptará ninguna barra retrabajada, dañada o reparada. Una barra rechazada durante el proceso de fabricación tendrá que volver como "materia prima" al comienzo del proceso y respaldar todas las pruebas nuevamente para

su aprobación. Las barras que tengan retrabajo o hayan sido reparadas no son aceptables.

La instalación final deberá registrar los números de barra instalados por los números de ranura del núcleo posiciones superior e inferior.

3.11.15.1.1.5 Separador inferior / central, tiras de relleno y empaque

Los revestimientos de las ranuras deberán estar fabricados de un material semiconductor aprobado y de un diseño tal que mantenga el recubrimiento semiconductor sobre la bobina / barra en contacto estrecho con el núcleo de hierro en toda la ranura y para garantizar la continuidad del blindaje de corona del bobina / barras.

Se pueden permitir revestimientos alternativos y sistemas de embalaje con la revisión y aprobación de la UTE.

El separador central inferior con RTDs y sin RTDs, las tiras de relleno y el empaque lateral deben estar hechos de material semiconductor como Nohl Industries C-109™ o equivalente que tiene límites de conductividad de 1.000 a 10.000 ohmios/cuadrado. El fondo, el separador central y las tiras de relleno deben ser lo suficientemente largos para cubrir la longitud de la ranura en una sola pieza (las juntas no serán aceptables).

Se prefiere un sistema de empaquetado lateral conductivo conformable. Cualquier material conformable de este tipo debe tener un registro comprobado de servicio comprobado. Este sistema, y cualquier alternativa ofrecida, se describirá claramente en la propuesta del fabricante.

Se requiere un empaquetamiento lateral semiconductor en cualquier barra con un espacio libre superior a 0,025mm entre la bobina / barra y la pared de la ranura. Solo el sistema de empaque elástico ondulado lateral se considerará una alternativa a los materiales conformes.

El material de relleno lateral debe ser elastomérico o tener un comportamiento elástico ondulado con un 70% de seguimiento después de la contracción del material y la relajación térmica. El relleno lateral protegerá las barras contra daños debido a estampados irregulares del núcleo. El método preferido de empaquetado lateral es un sistema elastomérico que forma un 100% de llenado del espacio disponible. Los rellenos laterales deben tener el material semiconductor impregnado en todas partes y no deben estar recubiertos en la parte superior de un respaldo aislado.

3.11.15.1.1.6 Cuñas

El sistema de acuñamiento debe mantener un ajuste apretado en el devanado y bloquearlo físicamente en su lugar para evitar el movimiento de la bobina / barra o la erosión mecánica del aislamiento o del sistema de supresión de la corona.

El devanado debe estar restringido en la dirección radial mediante un sistema de cuña de tipo restaurativo que asegure una fuerza radial positiva hacia afuera en la barra.

Este sistema debe incluir relleno elástico ondulado hecho de material aislante laminado que tiene tanto resistencia como elasticidad. Será posible aplanar por completo un elemento elástico a 90°C sin delaminación. El elemento ondulado se colocará entre el relleno superior y la cuña de ranura, y la compresión se producirá en el momento de la instalación de la cuña. Se deben tomar medidas para comprimir el resorte mediante el uso de una contracuña, accionada entre el elemento elástico ondulado y la cuña de la ranura. La compresión del elemento ondulado no debe exceder el 80% de la altura del elemento. La carga radial en la barra de aire (bobina) no debe exceder 8 bar.

El sistema de cuña ofrecido proporcionará un mínimo de 3 ubicaciones por ranura para medir la compresión del elemento elástico. Estas ubicaciones deben estar cerca de la parte superior e inferior del núcleo, así como del centro aproximado de la longitud del núcleo.

Las cuñas deben ser de laminado de fibra de vidrio con aglutinantes de resina de melamina o epoxi. Los materiales de poliéster con fibra de vidrio como GPO-1 no son aceptables. Los grados NEMA G-10 y G-11 son ejemplos del material de cuña deseado.

El elemento elástico ondulado debe ser un laminado de vidrio tejido enlazado con resina epoxi con una resina patentada. El estándar de la industria parece ser el suministrado por KREMPEL™. Sin embargo, se puede ofrecer un sustituto que ha demostrado un rendimiento exitoso en la industria en los últimos 20 años cuando se usa en generadores Turbo o generadores Hydro.

La longitud total de las ranuras debe estar enclavada y las cuñas deben tener muescas en los conductos de ventilación del núcleo. La configuración del espacio del conducto de aire del cuerpo de la cuña debe ajustarse a la forma original de la cuña y debe acomodar la rotación de la unidad en cualquier dirección (en sentido horario o antihorario). Las cuñas finales en los extremos de las ranuras se deben bloquear en su lugar para evitar la migración axial de las cuñas y el elemento elástico ondulado.

Las cuñas de ranura magnéticas no son aceptables.

Las cuñas de ranura deben ser del tipo cola de milano con muescas de ventilación de aire achaflanadas, que se alinean con los conductos de aire del estator. Estas muescas deben estar diseñadas para la eficiencia del flujo de aire, sin afectar negativamente la restricción de la barra. El material de la cuña debe consistir en un laminado mate de vidrio aislante, grado G-11 o equivalente, que esté completamente curado, adecuado para el medio ambiente y el propósito. Las cuñas deben introducirse en la ranura con especial cuidado para evitar daños en el núcleo o el devanado. El apriete final de la cuña se realizará mediante una contracuña, accionada entre la cuña de la ranura y el resorte de rizo. Las cuñas de ranura deben garantizar una presión uniforme sobre la bobina / barra y tener un diseño donde la hermeticidad a la cuña se pueda verificar midiendo la flexión de la superficie de la cuña, después de ensamblar la máquina sin necesidad de desmontarla.

El sistema de acuanamiento no debe permitir la migración de los materiales de cuña desde la parte superior o inferior de la ranura. El sistema de acuanamiento debe incluir dispositivos de bloqueo, que impiden la migración axial de las cuñas y el elemento elástico ondulado. Los adhesivos no se deben usar para

asegurar cuñas. Además de un dispositivo de bloqueo positivo, se debe emplear una atadura de ocho milímetros de fibra de vidrio en la parte superior e inferior del núcleo, y debe envolver los extremos de las tiras de relleno así como las posiciones extremas de cuña. El cable de fibra de vidrio debe estar totalmente saturado en resina sin solvente antes de unir el material de la ranura con la atadura.

Como alternativa, se puede usar un tubo impermeable flexible en lugar del cable de fibra de vidrio. La tubería se entrelazará de manera similar a como se ataría la cuerda, luego se inyectaría con resina epoxi sin solvente. La resina deberá llenar completamente la tubería para producir una estructura sólida densa después de la polimerización completa. El tubo debe entretorse de tal manera que la falla de uno o más amarres no ponga en peligro la integridad del sistema de bloqueo del material de la ranura o invada las holguras del entrehierro.

Se pueden proporcionar métodos de restricción alternativos sujetos a revisión y aprobación por parte de la UTE.

Las cuñas, los elementos elásticos ondulados, los rellenos de ranura semiconductores y los materiales de empaque laterales que quedarán de la instalación pasarán a ser propiedad de UTE.

3.11.15.1.1.7 Anillos de circuito/Soporte de anillo de circuito/Puentes de polo

Los anillos de circuito existentes se pueden reutilizar o reemplazar. Es aceptable que los nuevos anillos de circuito se ensamblen en los soportes existentes, si es posible. De lo contrario, se sugiere retirar los soportes antiguos y remplazarlos con soportes nuevos.

Los nuevos anillos de circuito deben cumplir los siguientes requisitos:

n. Los anillos de circuito deben ser conductores de cobre recocido, tipo electrolítico con cero oxígeno. Todas las uniones deben ser soldadas con una aleación de soldadura de cobre o plata adecuada conforme a AWS A 5.8. Se desea al menos un punto de partición en cada anillo.

o. Los anillos y las conexiones del circuito deben estar completamente aislados para 7 kV con aislamiento Clase F o mejor.

p. Los anillos de circuito deben extenderse desde un soporte hasta el siguiente formando un sistema estructural continuo.

q. Los anillos de circuito deben diseñarse para cambiar los extremos de línea y neutro en el futuro.

3.11.15.1.1.8 Anillos de soporte, bloqueo y arriostramiento

Las partes del devanado del extremo del arrollamiento deben estar bien arriostradas entre sí y a los anillos de soporte del devanado. Los anillos de soporte del devanado deben estar compuestos de acero no magnético completamente aislado, diseñado para soportar el peso del devanado independientemente de la fricción en el ajuste de la ranura a la barra o a la

bobina o al sistema de acuíñamiento. Se pueden proporcionar materiales de anillo de soporte alternativos sujetos a la revisión y aprobación de UTE.

El bloqueo entre los devanados finales consistirá en un espaciador aislante envuelto en fibra de vidrio, que se ha saturado en resina epoxi. El bloqueo debe colocarse en ubicaciones uniformes entre las bobinas de los extremos adyacentes y luego se debe atar firmemente en una configuración de eslabón de cadena con un cordón de fibra de vidrio, que se ha saturado completamente en resina sin solvente antes de la grabación.

El arriostramiento entre los devanados y los anillos de soporte se realizará sujetando una cinta de fibra de vidrio o un tubo flexible de tal manera que no se produzcan rozaduras. La cinta de fibra de vidrio o el tubo flexible deben cumplir con los requisitos del Numeral 3.11.15.1.1.6 Cuñas. La cinta o el tubo deben estar entrelazados de tal forma que la falla de uno o más refuerzos no ponga en peligro la integridad del sistema de arriostramiento ni invada la holgura del entrehierro.

Las partes extremas de las barras y las conexiones deben estar rígidamente apoyadas y arriostradas para evitar la vibración y la distorsión bajo las tensiones causadas por las condiciones de cortocircuito más severas a las cuales el generador puede estar expuesto. La soldadura fuerte de las conexiones del extremo de la barra y los anillos del circuito se realizará por el método de inducción eléctrica. Todo el sistema de soporte de los extremos de la barra debe tener la resistencia adecuada, estar bien ventilado, estar hecho de materiales no magnéticos y debe estar diseñado para permitir la inspección del devanado y núcleo del estator y la medición de la vibración de la barra.

El devanado del estator debe estar diseñado para permitir la extracción y el reemplazo de las barras sin daños mecánicos en las barras adyacentes, el núcleo u otras partes del estator.

Después de soldado, acabado y plateado de devanados tipo bobina / barra, se colocará una tapa aislante de fibra de vidrio o una alternativa aprobada por UTE sobre cada conexión y se rellenará con epoxi, si las temperaturas de los giros finales serán inferiores a 80°C, o compuesto GE RTV 627 para temperaturas más altas. Cuando se utiliza el RTV (Compuesto de Silicona de vulcanización a temperatura ambiente), se requiere el cebado de todas las superficies que no sean RTV, y la desaireación del compuesto al colocarlo en el vacío antes de que se realice la aplicación. Las tapas deberán solapar el aislamiento de la bobina/barra por al menos 31 mm.

Las conexiones blandas de soldadura no serán aceptables. Todas las uniones soldadas con soldadura fuerte se deben soldar con una aleación de soldadura de cobre o plata adecuada conforme a AWS A5.8. Todas las conexiones atornilladas de la barra colectora deberán tener superficies plateadas. Ver los métodos de soldadura fuerte especificados en el Volumen III - Parte A Especificaciones Técnicas Generales.

3.11.15.1.1.9 Detectores de temperatura de devanado

r. Se debe proporcionar un mínimo de 12 RTDs distribuidos equitativamente, incluyendo la parte superior, media e inferior de las ranuras, y ubicados en el devanado del estator del generador de acuerdo con ANSI C50.12 entre las barras superior e inferior. Los RTDs deben ser de 100 ohmios a 0°C platino, de doble elemento, y tener un arreglo de 3 hilos, con una lectura dentro de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ de temperatura real entre 20°C y 135°C .

s. Los nuevos diseños mostrarán la ubicación de todos los elementos RTD los detalles de los extremos de conexión. Los RTD se deben conectar a la nueva caja de terminales del generador. Los antiguos bloques de terminales RTD dentro de la cubierta de ventilación de aire deben ser eliminados. Los empalmes en el cable no están permitidos. El cable debe estar aislado con Teflón, tener una armadura externa o una cubierta de trenza de acero inoxidable, y debe estar diseñado para resistir un ambiente de al menos 120°C .

3.11.15.1.1.10 *Instalación de Bobinados*

t. Los arrollamientos deben insertarse cuidadosamente en las ranuras del núcleo para evitar daños en el sistema de supresión de la corona. Se aplicará una presión uniformemente distribuida para eliminar la posibilidad de doblarse o agrietarse. Los arrollamientos se colocarán simétricamente con respecto al núcleo y, en ningún caso, una barra o bobina entrará en contacto con otra barra o bobina, o tendrá una holgura mínima inferior a la requerida para otra barra o bobina. El Contratista deberá verificar constantemente las holguras adecuadas durante la instalación. Los devanados dañados serán reemplazados por el Contratista y a expensas de este.

u. La ubicación de cada barra se basará en el valor $\tan \delta$ (delta) probado en fábrica. Las barras con los menores valores de $\tan \delta$ (delta) se colocarán en ambos extremos de los circuitos de fase, luego progresarán en secuencia de modo que las barras con valores de $\tan \delta$ (delta) mayor se coloquen en el punto medio del devanado (las salidas principales son reversibles). La inserción aleatoria de las barras se puede hacer con la aprobación previa de la UTE.

v. Se identificarán los números de barras instalados en cada ranura como el elemento final en las hojas de registro de la bobina.

w. Después de que se hayan instalado los rellenos laterales, el Contratista verificará el devanado de la estanqueidad de la pared de la ranura con un calibrador de espesores. El 90% de la ranura debe tener un espacio libre de menos de 0,05 mm. Las separaciones de más de 0,05 mm sobre una longitud de dos pulgadas o más tendrán que reemplazar la carga lateral con un relleno lateral más grueso.

x. Con el sistema de empaquetado lateral conforme preferido, se anticiparía que la bobina tendrá un ajuste de interferencia de "ajuste perfecto - tierra positiva" en las ranuras y las holguras serían insignificantes. Sin embargo, se debe realizar la inspección del empaque lateral y el requisito de ajuste de la ranura es el mismo que el anterior.

y. La soldadura por inducción debe usarse para todas las conexiones eléctricas. Durante la soldadura, el aislamiento adyacente debe protegerse contra el sobrecalentamiento mediante el uso de disipadores de calor refrigerados por agua apropiados. El aislamiento quemado o la pérdida de adherencia entre el aislamiento y los conductores provocará el rechazo del devanado. Los materiales dañados de la bobina serán reemplazados a expensas del Contratista. Todas las conexiones deben estar aisladas para 7 kV.

z. Para las pruebas eléctricas durante la instalación y las pruebas de aceptación final, ver Volumen III - Parte A, Especificaciones Técnicas Generales.

aa. Después de completar el aislamiento del devanado, la prueba de oscurecimiento y cualquier otra prueba preliminar de devanado, la superficie interna del estator incluyendo las áreas de giro del extremo, las placas de los dedos y el interior del bastidor del estator recibirán una capa de pintura epoxídica de dos componentes. Se debe limpiar todo el estator antes de pintar con paños limpios y líquidos de limpieza. Los fluidos y pinturas utilizados deben ser seguros para su uso con el bobinado, la aislación, evitando la degradación de los materiales. Los conductos de aire deben limpiarse con un cepillo de botella. Solo se deben usar cepillos con cerdas no conductoras.

bb. La pintura debe aplicarse con un equipo de pulverización de calidad profesional. Habrá una cobertura uniforme sin interrupciones, chorreaduras o "cáscara de naranja". Las áreas a pintar se deben limpiar y preparar a fondo antes de pintar. El color debe ser la opción del Contratista, Glyptal # CD387 u otra pintura aprobada.

cc. Después de pintar, el número de ranura se escribirá en las partes superiores de los dientes de cada 10 ranuras, en ambos extremos del núcleo del estator.

3.11.15.1.1.11 Salidas principales

El Contratista proporcionará todos los materiales necesarios para una instalación completa, la conexión de los devanados de la armadura del extremo de la línea al bus de fase segregado existente y los devanados de armadura de extremo neutro a una barra neutra a través de nuevos transformadores de corriente.

El área de superficie de todas las terminaciones de cobre que se unirán mediante atornillado se plateará. Se deben proporcionar todos los accesorios para tornillos, incluidos pernos, tuercas, arandelas y arandelas de seguridad aprobadas.

Los cables principales y neutros del estator dentro de la carcasa del generador deben ser barras colectoras de cobre aisladas.

Deben proporcionarse enlaces de cobre removibles en cada fase de los cables principal y neutral para aislar las fases individuales de las conexiones externas para fines de prueba. Los enlaces, cuando se eliminan, proporcionarán una separación de no menos de 7 pulgadas entre las secciones adyacentes. Los enlaces se ubicarán dentro de las barreras provistas dentro de la carcasa alrededor de los cables principal y neutro para la protección del personal mientras la Unidad esté en funcionamiento. Los cables principales del generador deben conectarse mediante conexiones extraíbles y flexibles al cable existente que conduce al interruptor automático del generador.

Las barreras, enlaces y barras existentes se rehabilitarán o reemplazarán a opción del Contratista.

El Contratista verificará la disposición adecuada del conductor de fase para evitar recorridos complicados de la barra a las fases de balanceo.

También se proporcionará un juego de barras de cortocircuito de salida principal para fines de prueba y seguirá siendo propiedad de la UTE. Las barras de cortocircuito deberán transportar con seguridad el 110% de la corriente nominal del inducido.

El cerramiento de salida principal actualmente interfiere con la eliminación de un intercambiador de calor adyacente. El Contratista modificará el cerramiento de salida principal para eliminar la interferencia.

3.11.15.1.1.12 Equipo de Conexión a Tierra del Neutro

El punto neutro del devanado del estator de los generadores existentes está constituido por una barra de cobre que conecta las tres barras de neutro. Dicho punto no está conectado en forma rígida a tierra sino a través de un descargador de sobretensiones.

El Contratista deberá suministrar un equipo de conexión a tierra del neutro constituido por un transformador y un resistor de carga, según se especifica en el Numeral 3.11.17. Su dimensionado deberá basarse, entre otros, en la capacitancia de los nuevos devanados estatóricos, del transformador y de las barras aisladas que lo vincularán con los bornes del generador.

Las dimensiones y las características de la instalación deberán coordinarse con el proveedor de las celdas especificadas en el Volumen III Parte B Especificaciones Técnicas Particulares, 3.B.08 Sistemas Auxiliares Eléctricos.

3.11.15.1.1.13 Supresor y capacitor de sobretensión

El devanado existente no tiene condensadores de sobretensión y supresor para proteger el devanado del voltaje de sobretensión.

Se debe instalar un nuevo conjunto de condensador de sobretensión y supresor en cada bus de cables principal.

3.11.16 Rotor

3.11.16.1 Estrella del rotor

Las estrellas del rotor de los tres generadores tienen fisuras y deben ser reemplazadas. El núcleo central también será reemplazado permitiendo al Contratista optimizar el diseño y la fabricación del nuevo cubo central y los brazos de araña.

Los brazos de la araña del rotor se fabricarán utilizando placas de acero con reducido contenido de carbono soldadas. La estrella del rotor existente consiste en un cubo central con 12 brazos atornillados al cubo central. Los brazos de la araña deben fabricarse en varias piezas que cumplan con las limitaciones de elevación de la grúa de la casa de máquinas y el tamaño de la abertura del techo. El cubo central debe ser de una sola pieza con una rigidez adecuada que cumpla con las limitaciones de elevación y la limitación de tamaño de la central eléctrica. El cubo central se debe liberar de tensiones post soldadura antes del mecanizado para garantizar la estabilidad dimensional durante el montaje y la operación.

La araña del rotor soportará el torque bajo las condiciones normales de operación, carga de gravedad de polos y llanta, fuerza centrífuga, fuerza de ajuste causada por contracción térmica de la llanta, carga hidráulica y la fuerza a velocidad de embalamiento y deberá tener rigidez tangencial y vertical adecuada para evitar deformaciones indebidas y para asegurar el centrado de la llanta y los polos. La estrella del rotor proporcionará una rigidez radial adicional de la llanta de hasta el 140% de la velocidad nominal y la restricción de concentricidad a la llanta para garantizar que la forma de la llanta se controle en todos los modos de operación. La flexibilidad vertical máxima de la araña del rotor no excederá 1 mm.

La estrella debe tener aberturas suficientes para cumplir con los requisitos de ventilación del generador y tener un buen rendimiento del flujo de aire. La estrella del rotor debe estar diseñada para proporcionar una parte de la presión de bombeo de aire requerido para la ventilación. Además, las entradas de aire de la estrella del rotor deben estar diseñadas para equilibrar el flujo de aire entre la parte superior e inferior del generador y para controlar la cantidad total de aire que bombea el rotor.

El premontaje de los brazos de la estrella y el cubo central se realizará en la fábrica, y las bridas de conexión con pernos y pasadores se proporcionarán para facilitar el montaje en el sitio. La preparación de los bordes debe hacerse en la ubicación que se necesita soldar sin mecanizado ni tratamiento térmico en el sitio.

Todas las soldaduras de penetración total en la araña del rotor de más de 12 mm de espesor se someterán a pruebas ultrasónicas y, además, se someterán a pruebas de partículas magnéticas o líquidos penetrantes.

3.11.16.2 Llanta del rotor

Los polos del rotor se deben quitar y el Contratista debe realizar una inspección visual y dimensional de la llanta del rotor. La concentricidad, circularidad y verticalidad del aro del rotor se verificarán, registrarán y suministrarán a UTE.

Las llantas del aro del rotor se deben remover e inspeccionar. Los pernos de la llanta se deben quitar y la llanta del rotor se debe desapilar. Los brazos y cubo de la estrella del rotor serán descartados

Después del montaje de la nueva estrella del rotor y el cubo central, la llanta del rotor se apilará y se ajustará a la estrella del rotor.

Las laminaciones de la llanta se ensamblarán en un anillo uniforme. El borde del rotor ensamblado debe estar asegurado para formar una estructura sólida por medio de pernos de sujeción. Los orificios en las láminas de la llanta del rotor y los pernos de sujeción se deben ajustar entre sí con suficiente precisión para que no se produzca una expansión centrífuga indebida e irreversible de la llanta.

Los pernos de sujeción se deben colocar en los orificios de laminación con holguras relativamente pequeñas. Las laminaciones se superponen para producir un anillo de la resistencia requerida. Después del apriete de la llanta, las tuercas de los pernos de la llanta deben ser soldadas para evitar que se aflojen en la operación. Luego se procederá al ajuste del rotor y la llanta.

El Contratista deberá proveer las chapas para el apilado de una nueva llanta completa idéntica a la existente para la primera unidad. Estas chapas se utilizarán en forma entera o en sectores según sea la necesidad de su reemplazo durante el re-apilado y armado del rotor. Si luego del desarme e inspección de la llanta de la primera unidad se determinara la necesidad de reemplazar la llanta completa en todas las unidades, se proveerán dos llantas adicionales.

3.11.16.3 El Contratista deberá informar y justificar a UTE las razones del reemplazo previo a decidir la fabricación de las llantas adicionales. Polos del rotor

Los cuerpos polares y bobinas existentes podrán ser rehabilitados. El Contratista deberá inspeccionar los polos y efectuar un estudio que justifique su re-utilización o necesidad de reemplazo. Si luego de los ensayos de firma que se efectúen sobre la unidad se determina que el reúso de los polos para el generador repotenciado produciría un incremento de temperatura inaceptable sobre los mismos, el Contratista evaluará el reemplazo completo de los polos. El análisis efectuado a partir de los ensayos e inspecciones será presentado a UTE quien aprobará el reemplazo o la re-utilización a partir de dicha documentación.

En caso de reemplazo de los polos, los requisitos a cumplir tanto por el núcleo como por las bobinas se indican más abajo.

3.11.16.4 Requerimientos de Diseño para los cuerpos de los polos

Si se proveen nuevos cuerpos de polos de rotor, deberán diseñarse para cumplir con los siguientes requisitos:

1. Los cuerpos de polos deben estar formados por laminaciones de acero delgado de alto grado, con acabado en frío (con tratamiento oxidante) apilados a presión y unidos mediante placas terminales y pernos, y fijados al borde del rotor por medio de cola de milano. o una cabeza en T, según lo requiera el diseño de la llanta, y asegurada en su lugar mediante chavetas cónicas.

2. Las chavetas deben estar bloqueadas en su lugar a ambos lados del borde del rotor para evitar que las mismas se salgan en caso de que se aflojen.

3. Los polos deben ser reemplazables sin desmontar el soporte superior y sin levantar el rotor.

3.11.16.5 Requerimientos de Diseño de la Bobina de los Polos

La bobina del polo debe consistir en tiras de cobre enrolladas en el borde y aisladas con aislamiento Clase "F" como se define en ANSI C50.12.

El aislamiento de las curvas debe cementarse de manera segura a las curvas adyacentes.

Se aplicará un tratamiento térmico a presión para asegurar un ensamblaje compacto de la bobina polar.

Se deben colocar placas de soporte o yugos (collares) aislados en la parte superior e inferior de cada rollo de polo, y deben estar adecuadamente apoyados en todos los puntos. El encapsulado de la bobina del polo al cuerpo del polo no es aceptable, no obstante encapsulado de la bobina en sí es aceptable.

Se deben proporcionar medios suficientes para compensar la contracción en el aislamiento a fin de mantener una presión adecuada sobre la bobina del polo. Se debe tener especial cuidado para evitar que el extremo de la bobina se deforme o resbale debido a la fuerza centrífuga en los enlaces interpolares, y para evitar que la bobina polar se deslice sobre el cuerpo del polo.

Las bobinas de los polos y su aislamiento deben ser capaces de resistir la vibración, el desplazamiento térmico y las tensiones a la máxima velocidad de desconexión, y también deben ser capaces de resistir el cortocircuito y la corriente desequilibrada sin daños mecánicos o eléctricos.

3.11.16.6 Requerimientos de suministro del polo del rotor rehabilitado

El Contratista someterá a la aprobación de UTE un procedimiento para reacondicionar los polos del rotor. El Contratista deberá remover los polos, volver a aislarlos y restaurarlos fuera del sitio, volver a instalarlos y conectarlos de acuerdo con las siguientes especificaciones. El Contratista será responsable de todo el transporte de los polos del rotor entre la central y la ubicación de reacondicionamiento fuera del sitio. El Contratista será responsable de cualquier daño a los polos del rotor que ocurra en cualquier momento durante la interrupción de la unidad, ya sea dentro o fuera del sitio.

Antes de retirar los polos, se deben numerar y marcar los mismos. Se volverán a instalar en su ubicación original después de ser restaurados, a menos que se apruebe lo contrario.

El Contratista deberá quitar las chavetas cónicas que aseguran los polos al rotor y quitar las piezas polares. Las colas de milano y las caras polares se inspeccionarán visualmente verificando un borde recto en la cara y las colas de milano. Cualquier daño observado deberá ser informado por escrito a UTE antes de enviar el polo fuera de la central.

Se reinstalarán los polos del rotor reacondicionados. Las nuevas cuñas de cola de milano se deben suministrar y recubrir con un compuesto para evitar arrastre de material antes de la instalación.

Las barras amortiguadoras faltantes, sueltas o rotas se deben reemplazar o reparar según sea necesario. Los devanados del rotor deben limpiarse, inspeccionarse y re-aislarse.

El Contratista es responsable de todos los aspectos de la concentricidad del entrehierro entre el rotor y el estator. La circularidad, la concentricidad y la verticalidad del rotor deberán cumplir con los requisitos de CEATI, Parte 2 - Tabla 8A - Rotor.

1. La renovación del bobinado del rotor incluirá lo siguiente:

a. El aislamiento de las curvas existente se debe quitar y reemplazar con seguridad, utilizando métodos y materiales aprobados. El aislamiento a tierra existente se debe quitar y reemplazar con seguridad, utilizando métodos y materiales aprobados.

b. Los polos del rotor se reaislarán mediante renovación o cambio de las bobinas con una clasificación Clase F. Se deben usar aislantes de clase F y epoxi Nomex o materiales alternativos aprobados por UTE para la aislación a tierra y el aislamiento de las curvas. Epoxy no debe usarse para unir la bobina del polo al cuerpo del mismo.

c. Se prohibirá envolver las curvas superior e inferior con cinta. Se deben proporcionar nuevos collares superiores e inferiores para evitar la continuidad eléctrica.

d. Los cables de la bobina existentes se pueden reutilizar o reemplazar a opción del Contratista.

e. Se deben realizar pruebas finales para verificar los cortocircuitos entre vueltas de bobina y la integridad de la aislación a tierra de acuerdo con IEEE C50.12. Se debe proporcionar un informe de prueba para cada polo de rotor reacondicionado que incluya todos los resultados de prueba inicial y final.

2. La remodelación del cuerpo del polo incluirá lo siguiente:

a. Inspección de los cuerpos de los polos por la rectitud del polo, las chavetas en cola de milano y el daño de la laminación.

b. Las pruebas no destructivas (END) se llevarán a cabo en las placas de extremo para determinar su integridad para la reutilización.

c. Inspección y reparación de las barras de amortiguamiento faltantes, rotas o sueltas hasta la cantidad especificada anteriormente como parte del precio base.

d. UTE se reserva el derecho de inspeccionar el proceso de reacondicionamiento del polo del rotor en cualquier punto que UTE considere necesario. Esta inspección no tendrá costo adicional para UTE.

3.11.16.7 Segmentos del anillo de freno

Los segmentos del anillo de freno deben inspeccionarse y certificarse para su reutilización. Si la superficie de los mismos estuviera dañada y fuera inaceptable su reutilización en esa condición, los segmentos se restaurarán mediante un mecanizado plano hasta un acabado superficial de 0,8 micrones o superior y se reinstalarán.

La instalación de los segmentos del anillo de freno debe ser tal que los bordes de los segmentos adyacentes no sobresalgan más de 0,01 mm y no descendan más de 0,5 mm en la dirección de rotación.

La desviación total en planitud sobre toda la pista del freno debe ser menor a 1,9 mm, con un máximo de 0,6 mm para cualquier segmento de anillo de freno individual.

3.11.16.8 Generador auxiliar existente y generador de péndulo

El alternador auxiliar existente y el alternador de péndulo se deben remover y descartar, así como todos los demás equipos auxiliares asociados a ellos. Se deben remover todos los deflectores de aire asociados con el enfriamiento del alternador auxiliar y, si es necesario, se deben proporcionar nuevos deflectores de aire. El anillo de colector y el porta escobillas del generador auxiliar también se deberán ser removidos y desechados.

3.11.16.9 Anillos deslizantes, barras colectoras, soporta porta-escobillas y escobillas

El Contratista deberá proporcionar nuevos porta-escobillas y escobillas. Si los soportes de las escobillas no pueden reutilizarse, el Contratista deberá proporcionar otros nuevos para ajustarlos con los nuevos porta-escobillas. Los anillos de deslizamiento deben ser removidos, limpiados, inspeccionados y restaurados para cumplir con los otros requisitos enumerados a continuación. El acabado de la superficie para los anillos del colector debe ser 0,8 micrones Ra o mejor.

El descentramiento del anillo del colector debe ser de 0,7mm o menor. Se deberá ajustar al montaje de ser necesario.

El porta-escobillas debe ser de presión constante, con presión de escobilla fija que actúa sobre el anillo, durante toda la vida útil de la escobilla, sin necesidad de ajuste.

Las escobillas deben estar dispuestas para permitir la inspección mientras el generador está funcionando sin quitar la cubierta. El grado de la escobilla debe ser adecuado para aplicaciones de hidro-generadores de baja velocidad.

La tasa de desgaste del cepillo debe ser inferior a 2mm (o 0,080 de pulgadas) por 1.000 horas de operación. La tasa de desgaste del anillo colector debe ser inferior a 1 mm (o 0,040 de pulgadas) por cada 7.500 horas de funcionamiento y la vida útil del anillo colector no debe ser inferior a 20 años.

La ventilación del conjunto colector se revisará para:

1. Asegurar que el aumento de temperatura del colector se mantenga dentro de los límites de diseño;
2. Minimiza la circulación de polvo de carbón a través del resto de la Unidad y / o casa de máquinas.

3.11.17 Equipo de puesta a tierra del neutro de los generadores

3.11.17.1 Alcance

3.11.17.1.1 General

El Contratista deberá suministrar la mano de obra, los materiales y los equipos necesarios para el diseño, fabricación, ensayos en fábrica, despacho al sitio, montaje, ensayos en el sitio y puesta en servicio de los equipos de puesta a tierra del neutro de las tres (3) unidades generadoras.

Los equipos podrán ser suministrados para su montaje en celdas de neutro a proveer según lo especificado en el Volumen III Parte B Especificaciones Técnicas Particulares, 3.B.08 Sistemas Auxiliares Eléctricos o bien podrán estar contenidos en celdas cuyas características técnicas deberán cumplir con lo estipulado en dicha Sección 8. En ambos casos el Contratista será responsable de la coordinación entre los fabricantes de los equipos de neutro y de las celdas.

3.11.17.1.2 Celda de Neutro

Los equipos deberán diseñarse para limitar la corriente de falla a tierra de manera de minimizar la posibilidad de daños en el núcleo estático del generador como consecuencia de una falla monofásica a tierra en sus arrollamientos y simultáneamente limitar la sobretensión en las fases sanas.

La celda deberá ser autoportante, de uso interior y envolvente metálica, según se especifica en la Sección 8 – Sistemas Auxiliares Eléctricos. Deberá ser suministrada completa, con un seccionador unipolar manual operable desde el exterior, un transformador de distribución de aislación seca de dos arrollamientos, un resistor secundario y un (1) transformador de corriente de neutro.

Según se muestra en el plano N° 1465-STN-BAY-ELE-202, deberá alojar también tres (3) transformadores de corriente en cada una de las fases de conexión a los terminales de neutro del generador.

Deberá incluir los elementos necesarios para la conformación del centro de estrella y para la conexión del transformador a él, a la red de tierra y al resistor, así como todas las borneras necesarias.

Los bornes de neutro del generador serán conectados a la celda mediante las barras de aislación sólida especificadas en la Sección 8 – Sistemas Auxiliares Eléctricos.

El Contratista deberá incluir todo otro elemento que considere necesario para el correcto funcionamiento del equipo de neutro.

3.11.17.2 Requisitos Generales

3.11.17.2.1 General

Los materiales y métodos básicos deberán cumplir con lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales. Deberá suministrarse un diseño completo conforme con las normas aceptadas normalmente y apto para la operación en una central hidroeléctrica. No se admitirán desvíos respecto de la presente especificación ni de los códigos y normas de referencia.

Los párrafos que siguen, si bien están escritos en singular para una unidad, son de aplicación para las tres unidades a suministrar.

3.11.17.2.2 Bornes del Equipo de Puesta a Tierra del Neutro

La celda del equipo de puesta a tierra del neutro deberá incluir las provisiones necesarias para la conexión de las barras con aislación sólida provenientes de los bornes del generador.

3.11.17.3 Documentación Técnica a Suministrar

La documentación técnica deberá ser suministrada de acuerdo con los requisitos del Volumen II Parte A Condiciones Contractuales.

Deberán suministrarse los siguientes documentos para revisión y aprobación de UTE:

1. Memoria de cálculo del equipo de puesta a tierra del neutro
2. Esquemas funcional y de cableado
3. Planos de la celda
4. Especificación y planos del transformador

5. Especificación y planos del resistor
6. Especificación y planos de los transformadores de corriente
7. Especificación y planos del seccionador unipolar.

3.11.17.4 Criterios de Diseño

Para los criterios de diseño generales ver el Volumen III Parte A Especificaciones Técnicas Generales, 3.A.01 Generalidades. El equipo de puesta a tierra del neutro del generador deberá diseñarse para limitar la corriente de falla a tierra y simultáneamente limitar las sobretensiones en el generador en caso de fallas a tierra no francas. El resistor secundario y el transformador deberán dimensionarse de manera que la corriente de falla a tierra prácticamente iguale a la corriente capacitiva del generador y de su sistema de barras. La capacitancia del nuevo arrollamiento del generador, así como la de las barras de aislación sólida, capacitores de protección contra sobretensiones y transformadores de medida deberán surgir de los equipos a suministrar por el Contratista. Si algún dato no estuviera disponible, podrán usarse valores típicos, teniendo en cuenta su baja incidencia en los resultados.

La potencia del transformador deberá definirse para un tiempo corto pero no inferior a diez (10) minutos a partir de vacío.

La temperatura del punto más caliente del resistor deberá cumplir con los requisitos de la norma IEEE 32 considerando una sobreelevación durante no menos de diez (10) minutos. El resistor deberá especificarse para tensión constante a corriente nominal. Por lo tanto, a corriente nominal la tensión sobre el resistor deberá permanecer constante y no variar con la temperatura de aquél.

Todos los aisladores soporte, barreras aislantes, espaciadores y terminales deberán ser de materiales aislantes de clase F.

La sobreelevación de temperatura a plena carga no deberá exceder los límites establecidos por las normas IEEE.

3.11.17.5 Valores Nominales

3.11.17.5.1 Celda de Neutro

Las celdas del equipo de puesta a tierra del neutro deberá tener los siguientes valores nominales:

Tipo	Envolvente metálica
Tensión máxima de operación	7 kV
Tensión nominal	15 kV
Frecuencia nominal	50 Hz
Nivel de aislación a impulso 1/50 μ s (valor de cresta)	95 kV

3.11.17.5.2 Equipo de Puesta a Tierra del Neutro

El diseño del equipo de puesta a tierra del neutro deberá ser coordinado con el proveedor de los generadores. El equipo deberá estar totalmente cableado, con los cables secundarios del transformador y de los transformadores de corriente vinculados a borneras para su conexión a los relés que formarán parte de los sistemas de control y protecciones. Las borneras deberán montarse en un compartimiento independiente del correspondiente al transformador y resistor y separado por una barrera de acero.

El seccionador deberá permitir aislar el transformador de puesta a tierra de las barras de neutro del generador. Deberá ser unipolar con accionamiento manual. Deberá instalarse sobre aisladores dimensionados para soportar como mínimo la tensión primaria del transformador. Deberá contar con contactos auxiliares cableados a bornera para señalización de posición en el DCS de la central.

Los valores nominales, ensayos y características de los transformadores deberán cumplir con los requisitos aplicables de las normas ANSI C57.12.50 y NEMA TR 1. El resistor deberá dimensionarse para limitar la corriente homopolar (I_0) en el neutro del generador a aproximadamente el mismo valor que la corriente capacitiva del sistema. Los valores nominales deberán determinarse sobre la base de una operación del transformador y del resistor durante diez minutos. El transformador deberá ser del tipo convencional, monofásico, de aislación seca, encapsulado en resina epoxi, con los siguientes valores nominales:

Tensión primaria	7 kV
Tensión secundaria	220 V
Potencia	A calcular por el Contratista sobre la base de los criterios especificados.

El resistor de puesta a tierra deberá ser del tipo interior, tipo rejilla. Su corriente nominal y su resistencia deberán ser calculadas por el Contratista sobre la base de los criterios especificados.

La sobreelevación de temperatura del punto más caliente deberá limitarse a los valores estipulados en la Tabla 6 de la norma IEEE 32 para tiempos promedio no superiores a diez (10) minutos.

3.11.17.5.3 Señales digitales y mediciones

Deberán proveerse, como mínimo, las siguientes señales digitales y mediciones para su envío al DCS:

3.11.17.5.4 Señales Digitales

1. Seccionador cerrado
2. Seccionador abierto

3.11.17.5.5 Mediciones

1. Tensión sobre el resistor
2. Corriente de neutro

3.11.17.6 Detalle de Equipos

La celda de puesta a tierra del neutro de cada generador deberá incluir, como mínimo, los equipos detallados a continuación:

1. Un (1) transformador de distribución monofásico, tipo aislación seca, 7/0,220 kV u otra tensión disponible comercialmente, aunque no inferior a 7 kV en el primario. La potencia deberá ser determinada por el Contratista.
2. Un (1) resistor de puesta a tierra, tipo grilla interior. Su tamaño deberá ser determinado por el Contratista.
3. Un (1) seccionador unipolar accionable desde el exterior de la celda, con posibilidad de bloqueo mediante candado.
4. Tres (3) transformadores de corriente en cada fase de conexión de los terminales de neutro del generador.
5. Un (1) transformador de corriente 50/1 A sobre el arrollamiento primario del transformador.

3.11.17.7 Ensayos en Fábrica

3.11.17.7.1 General

Cada componente deberá ser sometido a ensayos de rutina en fábrica. A continuación se especifican los ensayos a ejecutar para asegurar la operación exitosa de los conjuntos a suministrar.

3.11.17.7.2 Ensayos de Componentes

Deberán ejecutarse los siguientes ensayos de rutina en fábrica:

1. Ensayos normales de producción de las celdas según normas ANSI/IEEE.
2. Ensayos eléctricos del transformador de puesta a tierra según la Sección 9 de la norma IEEE 32, incluyendo:
 - a. Ensayos dieléctricos
 - b. Ensayos de tensión aplicada
 - c. Ensayos de tensión inducida
3. El resistor deberá ser ensayado según la Sección 10 de la norma IEEE 32, incluyendo:

a. Medición del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura

b. Medición de resistencia

c. Ensayos dieléctricos

d. Ensayos de tensión aplicada

4. Un transformador de corriente de cada tipo y relación deberá ser sometido a medición de relación de transformación, verificación de polaridad y medición de prestación, saturación y corriente de excitación.

3.11.17.7.3 Ensayos sobre la Celda de Puesta a Tierra Totalmente Armada

Una vez que todos los equipos estén montados en las celdas correspondientes, deberán efectuarse los siguientes ensayos en cada una de ellas según norma IEEE 32, Sección 14:

1. Mediciones de resistencia

2. Ensayos dieléctricos

3. Medición de impedancia y pérdidas

4. Ensayos de sobreelevación de temperatura

3.11.17.8 Montaje y Ensayos en el Sitio

El Contratista será responsable de todos los trabajos en el sitio, incluyendo recepción, descarga, almacenamiento, mantenimiento durante el almacenamiento, recuperación del almacenamiento, armado y montaje de todos los equipos aquí especificados. Asimismo el Contratista será responsable de conducir los ensayos en el sitio, de la puesta en servicio de los equipos y de la capacitación del personal de operación y mantenimiento de UTE.

Salvo indicación en contrario, todos los equipos deberán ser ensayados de acuerdo con la norma IEEE 1248, *Guía para la Puesta en Servicio de Sistemas Eléctricos en Centrales Hidroeléctricas*.

Los trabajos en el sitio deberán incluir como mínimo:

1. Inspección de los equipos para asegurar que el manipuleo durante el transporte haya sido adecuado y que no se haya incurrido en daño alguno.

2. Desembalado e inspección de todos los componentes, para verificar la ausencia de daños durante el transporte.

3. Fijación de la celda al piso de hormigón.

4. Conexión de la celda a la red de tierra de la central.
5. Conexión de las barras con aislación seca provenientes de los terminales de neutro del generador y del centro de estrella a la red de tierra de la central.
6. Inspección y ensayos del seccionador según norma IEEE 1248, incluyendo:
 - a. Inspección visual
 - b. Verificación funcional
 - c. Medición de resistencia de aislación
 - d. Medición de resistencia de contactos
 - e. Ensayo de alta tensión
7. Inspección y ensayos del transformador de neutro según norma IEEE 1248, incluyendo:
 - a. Inspección visual
 - b. Medición de resistencia de aislación
 - c. Verificación de la conexión a tierra
8. Inspección y ensayos del resistor según norma IEEE 1248, incluyendo:
 - a. Inspección visual
 - b. Medición de resistencia de aislación
 - c. Medición de Resistencia
 - d. Ensayo de sobreelevación de temperatura.

3.11.18 Eje del generador

El eje del generador se debe limpiar, inspeccionar visualmente y luego inspeccionar con END con partículas magnéticas o tintas penetrantes

El eje del generador y sus conexiones con el núcleo central de la estrella del rotor, el cojinete y las bridas se limpiarán con solvente y se inspeccionarán al 100% mediante inspección visual, partículas magnéticas y métodos ultrasónicos.

Las superficies de los ejes, los radios y las caras de las bridas se deben restaurar puliendo con una remoción de material mínima para permitir la inspección completa de END. Todas las áreas de filete deben ser pulidas. Los resultados de las inspecciones se enviarán a UTE.

La rehabilitación del eje del generador incluye la verificación de las caras de acoplamiento y el descentramiento del cojinete de acuerdo con ANSI / IEEE 810. El descentramiento del eje debe cumplir con ANSI/IEEE 810. Los resultados de las pruebas de descentramiento se presentarán a UTE con recomendaciones.

El Contratista deberá evaluar y realizar un análisis exhaustivo de la condición del eje utilizando métodos de elementos finitos, mecánica de fractura y análisis de fatiga para determinar su integridad y la vida restante estimada. Las tensiones y las concentraciones de tensiones que exceden los límites permitidos especificados deberán explorarse y examinarse con detalle. Si es necesario y factible, los radios se ampliarán mediante mecanizado y pulido. Se debe presentar un informe exhaustivo de la evaluación y el análisis a UTE para su aprobación. El Contratista deberá efectuar un análisis de velocidad crítica del eje considerando la nueva masa del rotor, la rigidez de los cojinetes, el nuevo empuje hidráulico radial y axial, la nueva masa del rodete de turbina y las masas removidas del generador auxiliar y el generador de péndulo.

Dicho estudio deberá ser remitido a UTE para aprobación. El Contratista deberá garantizar que la velocidad crítica del eje se encuentre por lo menos 1,25 por encima de la frecuencia natural de la línea eje. Dicho análisis deberá contemplar las cargas en fase y en contrafase para contemplar la condición más desfavorable.

3.11.19 Protección contra incendio

El sistema de protección contra incendios del generador deberá ser reemplazado con un sistema moderno de con alta presión y con un sistema de extinción por inundación total basado de CO₂, diseñado de acuerdo con la norma NFPA 12. El sistema con alta presión permite proteger las tres unidades desde un solo un banco. El nuevo sistema de protección de incendio deberá tener sistema de descarga rápida y lenta, independiente y cada uno de ellos con tuberías y toberas dedicadas y distribuidas a lo largo del perímetro del generador.

El sistema de descarga rápida deberá tener dos baterías de cilindros de CO₂, una batería principal y una batería de reserva. La batería de descarga rápida reserva tiene la misma capacidad del sistema principal.

El sistema de descarga lenta (para sostenimiento de la concentración) deberá tener dos baterías de cilindros de CO₂, una batería principal y una batería de reserva. La batería de descarga lenta de reserva tiene la misma capacidad del sistema principal.

El sistema de CO₂ debe tener una concentración de diseño de 50% por volumen.

Con la descarga rápida, una concentración del 30% por volumen en los primeros 2 minutos de operación, y el 50% por volumen en 7 minutos de acuerdo con la norma NFPA 12.

Con la descarga lenta se debe mantener una concentración del 30% por volumen hasta que la unidad se haya detenido por completo, pero no menos que 20 minutos de acuerdo con la norma NFPA 12.

El recinto del generador no está totalmente sellado y tiene puertas de alivio de presión por lo tanto se debe esperar perdidas de CO₂ durante la operación del sistema contraincendios. La capacidad de las baterías debe compensar este hecho.

Para la seguridad del personal el CO₂ debe ser odorizado y antes de la aplicación de CO₂ debe operar alarmas durante por lo menos 60 segundos, debiendo ser alarmas sonoras y visuales (estroboscopios) que entren a operar dentro y fuera del recinto del generador y en áreas cercanas al generador.

El sistema de detección utilizara sensores de temperatura y detectores de humo dentro del recinto del generador. Se deben instalar un total 8 pares de detectores de humo y sensores de temperatura, 4 pares en la parte superior del generador y 4 pares en la parte inferior.

La activación de la descarga de CO₂ debe ser confirmada con el relé diferencial del generador.

3.12 ENSAYOS EN FÁBRICA

Estas pruebas específicas del generador serán realizadas por el Contratista. En esta sección de los documentos del contrato, los términos "barra" y "bobina" se utilizan indistintamente y ambos términos se refieren a barras Roebel o bobinas de múltiples vueltas.

3.12.1 Ensayos tipo en fabrica

Las pruebas de diseño de devanado del estator especificadas se realizarán en una cantidad adecuada de las primeras barras o bobinas prototipo producidas.

3.12.1.1 Ensayo de Resistencia de Voltaje

Una muestra representativa de las bobinas o barras fabricadas se someterá a prueba de resistencia de voltaje de acuerdo con la última revisión de IEEE 1043 e IEEE 1553 para simular las tensiones dominantes experimentadas durante la vida esperada de los bobinados.

UTE seleccionará seis barras o bobinas, 4 de preproducción, barras prototipo y 2 barras de producción. Las barras o bobinas de preproducción deben pasar la prueba antes de que se fabriquen las barras o bobinas de producción.

Para las barras o bobinas prototipo de preproducción, el Contratista deberá, a su cargo, realizar la prueba o contratar un laboratorio de pruebas independiente para realizar pruebas de resistencia de voltaje en las barras seleccionadas. Estas pruebas consistirán en someter las barras seleccionadas a un potencial de 50 o 60Hz, 25kV, mientras se mantiene una temperatura de barra en estado estable de 120°C. El voltaje se debe aplicar entre los conductores trenzados y

una envoltura o cubierta conductiva que rodea la porción de ranura del sistema de supresión de corona. Las bobinas o barras seleccionadas deberán resistir esta prueba durante un período mínimo de 400 horas sin daños ni fallas. Las barras se diseccionarán y evaluarán después de la prueba.

Las barras deberán tener una evaluación previa y posterior a la prueba que incluya:

Variación de factor de potencia	IEEE 286
Factor de disipación	IEEE 286
Ciclo térmico	IEEE1310
Resistencia de aislación	IEEE 43
Descarga parcial	ASTM D1868
Ensayo de prueba eléctrica	IEEE 4
Sonda Corona	IEEE 1434

En caso de falla antes de la finalización de 400 horas, en las barras de prototipos, el Contratista deberá rediseñar y volver a presentar nuevas barras de prototipos para la prueba. Si las muestras adicionales fallan, UTE tendrá la autoridad de ejercer la opción de permitirle al Contratista una oportunidad razonable para corregir cualquier deficiencia causada por la falla y realizar pruebas adicionales en un mínimo de cuatro barras modificadas. Todas las barras fallidas se diseccionarán y se determinará la causa de la falla. La repetida falla para completar satisfactoriamente las pruebas puede resultar en la cancelación de este Contrato a discreción de UTE. Todos los horarios y fechas contractuales permanecerán vigentes a pesar de la falla de esta prueba.

Al finalizar cada prueba, el Contratista presentará al UTE un informe con el procedimiento de prueba escrito y todos los datos, fotografías, análisis y resultados.

El Contratista será responsable de todos los arreglos y costos asociados con la fabricación de las barras de prueba, la realización de las pruebas y cualquier nueva prueba posterior.

Alternativamente, el Contratista puede proporcionar informes de prueba de resistencia de voltaje realizados en unidades similares para su revisión. Si los informes son aceptados por el UTE, no se aplicarán las pruebas de resistencia de voltaje. Se debe proporcionar un mínimo de 4 informes que demuestren que el sistema de aislamiento superó con éxito las pruebas de resistencia de voltaje según IEEE 1043 e IEEE 1553. Las unidades similares estarán dentro del 25% de las clasificaciones, clasificadas de 7,0 kV o arriba, de la misma construcción (bobinas o barras), la misma tensión de tensión de la aislación a tierra y construida usando los mismos procesos y materiales que se usarán en bobinas o barras.

3.12.2 Ensayos e inspecciones de producción de fábrica

A. General. Las pruebas en fábrica se realizarán en presencia de la UTE como se indica en el plan de ensayos. Se deberá mantener a UTE informado de los cronogramas de producción y de las pruebas para que la inspección de los montajes y las pruebas se realicen adecuadamente. En el momento del envío del equipo y el material probados en fábrica, se debe proporcionar una copia de la documentación de la prueba a UTE.

B. Barras o bobinas de estator. El Contratista deberá realizar como mínimo las pruebas enumeradas a continuación en cada barra o bobina del estator, incluidas las piezas de repuesto, después de la fabricación e inmediatamente antes del envío. El fracaso de cualquier prueba será motivo de rechazo de la barra. Si falla más del 1% de las bobinas, se detendrá la producción, se notificará a UTE y se establecerá y corregirá la causa del fallo. Los procedimientos para estas pruebas se presentarán para la aprobación de UTE.

1. Prueba dieléctrica de CA: cada barra debe resistir con seguridad una tensión de prueba de 15kV durante un período de 1 minuto.

2. Prueba de variación de factor de potencia del aislamiento (Tip-up). A cada barra se le realizará una prueba de factor de potencia del aislamiento de acuerdo con la norma IEEE 286. Esta prueba consistirá en someter cada bobina a voltajes de 50/60 Hz de 20 a 200% el voltaje nominal y midiendo el factor de potencia como una función del voltaje en cada intervalo del 40% de la tensión nominal, es decir, 20, 60, 100, 140, 180, 200%. El factor de potencia al 20% de la tensión nominal no debe exceder el 1,6%. Para el intervalo de 20 hasta 60% de voltaje nominal, el factor de potencia no aumentará en más de 0,3% y para cada intervalo de 60% voltaje nominal de hasta 200%, no aumentará en más de 0,6% por intervalo. La caída del factor de potencia entre 20 y 200% de la tensión nominal no debe exceder el 1%. Las barras se probarán en la condición finalizada con todo el tratamiento de supresión de corona aplicado a la cinta de armadura. Las bobinas que excedan estos valores serán rechazadas. La capacitancia también se registrará para cada punto de medición.

3. Prueba dieléctrica entre vueltas (bobinas de múltiples vueltas solamente): El aislamiento de vuelta a vuelta de cada bobina de estator debe probarse mediante una prueba dieléctrica de alta frecuencia (prueba de sobre tensión), según IEEE 522. El valor y la tasa de aumento de la tensión de prueba de la bobina del estator serán los determinados por IEEE 522, Sección 6, o según lo acordado entre el Contratista y UTE.

4. Continuidad del hilo y aislamiento del hilo: La continuidad de cada hilo debe establecerse mediante una prueba adecuada antes de verificar su aislamiento. La integridad del aislamiento entre todos los hilos dentro de un conductor se debe probar aplicando un mínimo de 120 V rms entre cada hilo y todos los otros hilos del conductor.

5. Las pruebas de resistividad superficial se llevarán a cabo en ambos lados de las cuatro porciones escalonadas de cada bobina. Deben corregirse las bobinas con valores de resistividad superficial de la pintura o cinta de gradiente fuera del rango aceptable aprobado.

6. Una prueba de corona o prueba de descarga parcial debe realizarse en la fábrica al menos en un 10% de las barras o bobinas. El Contratista deberá recomendar cuál de estas pruebas es preferible. La recomendación presentada describirá la razón por la cual el Contratista recomienda una prueba sobre la otra, los procedimientos de prueba y los criterios de aprobación / reprobación. UTE revisará esta recomendación y determinará qué prueba se realizará. Las bobinas que fallen los criterios aprobados serán rechazadas. Para cada bobina que no pasa esta prueba, se probarán cuatro bobinas adicionales. Si más del 1% de las bobinas falla, se debe seguir el procedimiento descrito en el numeral 3.12.2B.

C. Bobina Polar

Se realizarán las siguientes pruebas en cada bobina de polo con nueva aislación individual, con el bobinado montado en el cuerpo del polo:

1. Pruebas de resistencia de aislamiento: Las pruebas de resistencia de aislamiento se realizarán según IEEE 43. La resistencia de aislamiento se registrará y la temperatura se corregirá a 40°C.

2. Prueba dieléctrica (alto voltaje): Las bobinas polares deben probarse utilizando un voltaje de CA 10 veces el valor de voltaje de excitación nominal, pero no menos de 1.500 V durante un minuto. Referencia ANSI/IEEE C50.12.

3. Prueba de sobretensión: se debe realizar una prueba de comparación de sobretensión en cada polo. La prueba de sobrevoltaje se realizará a la temperatura de operación y bajo presión para simular la velocidad máxima de sobrevelocidad en el rotor.

4. Prueba de medición de resistencia: utilizando un puente de baja resistencia, mida la resistencia de cada bobina de polo realislada.

D. Otros Ensayos. Los enfriadores de aire se someterán a una presión de prueba hidrostática de 1,5 veces la presión nominal durante un período de no menos de una hora sin mostrar fugas.

3.13 INSPECCIONES EN OBRA Y OTROS ENSAYOS

Estas inspecciones y pruebas del generador especificadas deben ser realizadas por el Contratista

3.13.1 Generalidades

Las pruebas de campo se realizarán en presencia de UTE. Se deberá mantener a UTE informado de los cronogramas de producción y pruebas para que la inspección durante los montajes y las pruebas se realicen adecuadamente. En el momento del envío del Equipo y el Material probados en la fábrica, se debe proporcionar una copia de la documentación de la prueba a UTE.

3.13.2 Inspecciones del apilado del núcleo en obra

A. Posición radial de las barras estatóricas en la parte superior, central e inferior: proporcionar un formulario para la recopilación de datos.

B. Medición de cuerdas entre las barras estatóricas en la parte superior media e inferior: proporcionar un formulario para la recopilación de datos.

C. Soldaduras entre las barras estatóricas y la carcasa. (si las barras son reemplazadas o movidas).

D. Mediciones del radio interno del núcleo, verticalidad del núcleo. Recopilar información en 16 ubicaciones radiales equiespaciadas. Verifique los valores de radio dentro de la tolerancia cada 1/5 de paquete estatórico. Repetir la verificación de los valores después de cada compresión del núcleo.

E. Compresiones de apilamiento de núcleos, altura final del núcleo.

F. Tensado del núcleo (inicial).

G. Tensado del núcleo, final (después del ensayo de bucle y / o luego de un periodo de operación).

H. Inspecciones de las placas base

I. Excavación de Hormigón (si se requiere)

J. Nivelación y alineamiento

K. Inyección de hormigón (lechada)

3.13.3 Ensayo del núcleo estatórico

A. Se realizará la prueba del lazo del núcleo del estator como se especifica en el Numeral 3.11.12.1.1.11 - Pruebas del núcleo del estator, para núcleos apilados en obra.

B. Se realizarán las pruebas de EL CID del núcleo del estator como se especifica en el Numeral 3.11.12.1.1.11 - Pruebas del núcleo del estator.

3.13.4 Ensayos e inspecciones del bobinado estatórico

Las siguientes pruebas se realizarán en el devanado del estator durante el curso de la instalación de los devanados en el núcleo del estator:

A. Ajuste de la ranura de la barra o de la bobina. El ajuste de la ranura de la barra o la bobina debe probarse con una prueba de calibre de 2 mm, pasa/no pasa a intervalos de 250 mm a lo largo de toda su longitud (no se requiere para sistemas de envoltura de silicona o bolsas).

B. Superficie de la barra o bobina a la resistencia de contacto de la pared ranurada. La adecuación de la conexión a tierra de la superficie de la bobina a las paredes de la ranura se debe verificar en todas las barras o bobinas después de que sus porciones de ranura se hayan apretado correctamente a lo ancho. Las medidas de resistencia de contacto deben tomarse usando un ohmímetro con un cable conectado al núcleo y el otro conectado a un electrodo aprobado colocado en la barra o en la superficie expuesta de la bobina de tal manera que no entre en contacto con el núcleo. Las mediciones se realizarán en tres ubicaciones: en cada extremo del núcleo y en el centro axialmente. Se debe establecer el rango aceptable de resistencia de contacto. No se aceptarán valores superiores a 5.000 ohmios. La corrección se realizará mejorando el contacto. Los valores finales se registrarán y enviarán.

C. Prueba de sobretensión de alta frecuencia (solo bobina de múltiples vueltas). Cada bobina se probará por sobretensión de alta frecuencia con un pico de al menos 25.000 voltios aplicado a través de los cables de la bobina de acuerdo con IEEE 522 antes de que se conecte. Esta prueba se realizará después de que las bobinas se hayan vinculado a los anillos de sobretensión y se hayan acuñado. En el caso de que una bobina falle durante esta prueba, deberá ser eliminada y reemplazada por una nueva bobina y a cargo del Contratista.

D. Prueba Hilo a Hilo. Si se utiliza una transposición externa en cada conexión, se debe realizar una prueba de hilo a hilo en cada circuito completo antes de que ese circuito se conecte a los anillos o terminales paralelos. Esta prueba será presenciada por UTE. Se usará una bombilla de 120Vac 60W para verificar si hay cortocircuitos. No se aceptarán cadenas en corto (o baja resistencia). Si es necesario realizar pruebas adicionales, el mínimo entre la resistencia del cordón que se aceptará será de 1 megaohm, cuando se verifica con un megger de 1.000V.

E. Estabilidad de la cuña. La rigidez de la cuña debe ser confirmada por un método aprobado por UTE y verificado por una prueba de golpe.

F. Prueba de Black Out. La prueba de alto potencial de CA se realizará con las luces apagadas para permitir la observación visual de la actividad de la corona en los devanados del extremo del estator. El voltaje de prueba aplicado a la fase de prueba debe ser 10% más alto que la diferencia máxima de voltaje que se produce entre bobinas o barras en la misma ranura

por cálculo, pero no menos de 4 kVac. Se realizará una prueba de apagón completa en cada fase con las otras dos fases conectadas a tierra. Opcionalmente, UTE puede realizar una prueba de tres fases utilizando el equipo provisto por UTE hasta en un 110% de voltaje nominal. No se permitirá ninguna corona visible en la tensión de prueba monofásica o trifásica calculada.

G. Prueba de efecto Corona. El Contratista deberá realizar una sonda de corona a 4,5 kV, probando una fase a la vez con las otras dos fases conectadas a tierra. Si los resultados de la prueba Corona son más del 15% por encima del valor promedio se consideran inaceptables.

H. Prueba de resistencia de la bobina. Después de completar cada paralelo del devanado y antes de la conexión al anillo del circuito, el Contratista deberá medir la resistencia del devanado. También después de la terminación de cada devanado de armadura y antes de la finalización de las conexiones de cables principales, el Contratista deberá medir la resistencia de devanado de armadura de cada fase. Las mediciones deben estar de acuerdo con la última revisión de IEEE 115, Procedimientos de prueba para máquinas síncronas. Si la variación de resistencia entre los paralelos y las fases más altas y más bajas excede el 1% o se desvía del valor calculado en más del 1%, el Contratista investigará el motivo y presentará una explicación por escrito a UTE.

I. Pruebas de alto voltaje. Se deben realizar pruebas preliminares de alto potencial de las barras o bobinas durante el proceso de bobinado para garantizar razonablemente que las barras o bobinas no fallarán las pruebas de alto potencial de bobinado de la prueba de aceptación final. Antes de aplicar cualquier tensión superior a la normal, se efectuará una prueba de resistencia de aislamiento y Índice de Polarización (PI) con valor mínimo de 2. Las pruebas y los voltajes de prueba que se incluirán en el procedimiento de instalación generalmente incluirán:

1. Pruebas de alto voltaje: antes de acuñado de bobinas o del conexonado.

2. Como las bobinas están instaladas, posicionadas y empaquetadas lateralmente, al final de cada turno, las barras instaladas deben probarse con al menos 26,0 kV de CC o bien con CA de alta frecuencia.

3. Para las barras Roebel, después de la instalación completa de todas las barras del estator, incluidas las ranuras de relleno y el empaque lateral (o equivalente), todas las barras inferiores deberán conectarse y someterse a una prueba de alto voltaje de CC de 26,0kV o al voltaje de ensayo equivalente en corriente alterna de baja frecuencia.

4. Después de que todas las barras o bobinas del estator estén acuñadas, pero antes de la interconexión, las barras o bobinas deberán someterse nuevamente a una prueba de alto voltaje de CA de 25,5kV o de baja frecuencia.

5. Una vez finalizado el bobinado, las barras o bobinas deben someterse a un voltaje de prueba de 15kV rms durante un minuto para barras o bobinas clasificadas de 7 kV.

3.13.5 Inspecciones del rotor

A. Verticalidad y circularidad de la llanta del rotor sin polos. Redondez y verticalidad para ser correspondiente con el establecimiento de la tolerancia del entrehierro de diseño.

B. Remoción e inspección de las chavetas del rotor - Llanta – brazos de la estrella

C. Tensado de los pernos de la llanta.

D. Colocación de los segmentos del anillo de freno.

E. Ajuste de los polos y las chavetas del rotor. Establecimiento de la circularidad del rotor en la parte superior, central e inferior de los polos.

F. Pintura final del rotor.

3.13.6 Ensayos de los polos del rotor

A. Prueba de sobretensión: se debe realizar una prueba de comparación de sobretensión en cada polo antes y después de la instalación en el rotor. Esta prueba debe comparar polo por polo con los valores de prueba de fábrica antes de montar el polo en el rotor.

B. Prueba de resistencia de conexión del polo del rotor (medición de alta corriente en la conexión).

C. Pruebas de resistencia de aislamiento: Las pruebas de resistencia de aislamiento se deben realizar según IEEE 43. La resistencia de aislamiento debe registrarse y la temperatura corregida a 40°C.

D. Prueba dieléctrica (High Pot) : los polos del rotor deben probarse utilizando un voltaje de CA a 10 veces el valor de voltaje de excitación nominal, pero no menos de 1.500 V durante un minuto. Referencia ANSI / IEEE C50.12.

E. Prueba de caída de tensión de polos: la caída de voltaje en cada bobina de polos se debe medir con un suministro constante de CA aplicado al circuito en serie del bobinado del rotor completo. Los resultados deben estar dentro de las tolerancias estándar o se deben hacer correcciones.

F. Medición de la resistencia del devanado del rotor: Medida que se tomará en los anillos del colector utilizando un puente de baja resistencia.

3.14 REPUESTOS EXISTENTES

El Contratista deberá inspeccionar y verificar el estado de los repuestos existentes y certificar su reúso de acuerdo a los criterios definidos en esta especificación. Donde sea aplicable deberá intervenir sobre el repuesto existente para adaptarlo al nuevo diseño propuesto. Se listan en esta sección los repuestos existentes que pueden ser reutilizados.

Elemento	Cantidad	N° de Plano
Cojinete Guía Superior	1	2T22432
Polos del Rotor	2	1D2110 58684

Para el caso particular del casquillo del cojinete guía superior, luego de re-babbitado el Contratista deberá mecanizar el mismo con un diámetro 0,3 mm mm más pequeño que el diámetro del eje del generador de manera de poder hacer los ajustes correspondientes cuando se requiera el uso del mismo.

3.15 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los siguientes planos y documentos de referencia están disponibles y se proporcionarán como datos adjuntos. Será responsabilidad del Contratista verificar los datos de los Documentos de Referencia y hacer todas las mediciones de campo y verificaciones dimensionales necesarias para sus cálculos de diseño.

DOCUMENTO	NOMBRE
TS14 06970	Turbina-Generador Conjunto
TS14 A07176	Planta Longitudinal -Sección
TS14 A06493	Grúa Externa
TS14 A4645	Grúa Externa
TS14 A07133	Grúa Interna
0D2101 62735	Welle
0D2129 58696	Gehaeuse FZ Blatt 1
0D2128 67918	Gehaeuse FZ Blatt 2
0D2143 58701	Staenderwicklung
0D2151 58702	Unterwicklungschutz
0D2152 58728	Oberwicklungschutz
0D2198 67997	Esquema acotado Hoja 1

0D2198 67998	Esquema acotado Hoja 2
1D2143 58700	Staenderwicklung BZ
0D2109 58680	Polrad FZ
0D2117 58688	Leistungsfuehrung
0D2118 58689	Ventilador lado accionamiento
0D2118 58690	Ventilador lado excitación
0D2176 70056	Oberarmstern FZ
0D2189 62718	Thermom Einbau
2D2110 58683	Polendplatte FZ
1D2110 58684	Nucleo del polo
1D2116 58687	Schleifring 900 dia
1D2164 58718	Buerstentraeger
1D2189 58725	Err u. Pendel Gen Leitung
2D2112 58686	Dampferwicklung
1D2194 62734	Poleasubauvorrichtung
2D2194 70762	Abziehvorrichtung
2D2194 70938	Extracción Rueda Polar
1D1214 35870	Stator Bar
0D2129 58696	Stator Frame
1D2111 56685	Devanado del polo
1D2990 188077	Fastening of Stator
1D2103 58678	Laeufer kranzblech
1D2104 58679	Laeuferdruckplatten
1D2131 113875	Laminado del estator
0D2152 70133	Obere Abdeckung
0D2198 58726	Stillstandsheizung
0D2152 58707	Luftfuerungsmantel BI 1
0D2152 58708	Luftfuerungsmantel BI 2
0D2176 70001	Ob. Armstern Mittell. BZ
0D2109 58677	Polradarme BZ
3D2398 117087	Montaje del estator
1TS12S-A 11713 VIII	Empalme del alternador

1TS12S-A 11713Ile	Construcción de las celdas de los generadores
U1368b	Sitio de montaje – Losa y apoyos a 46.50
S/N	Características de los generadores principales
S/N	Generadores Magnitudes generales
S/N	Descripción de la construcción
S/N	U2 - Heat Run
S/N	U2 - Medición de Caudal de Aire
S/N	U2 - Medición de la resistencia del bobinado de campo
S/N	UTE - Asbestos - 12.09.18 - BULK #2
S/N	UTE -Asbestos- 15.08.18
S/N	UTE - Resultados - Asbestos- 15.08.18
S/N	UTE - Resultados - BULK 12.09.2018