

INDICE

2.	SISTEMA DE REGULACION DE VELOCIDAD DE LAS TURBINAS	2
2.1	REGULADOR EXISTENTE.....	2
2.2	ESTÁNDARES DE APLICACIÓN.....	2
2.3	CRITERIOS DE DISEÑO.....	3
2.4	DATOS TÉCNICOS	4
2.4.1	<i>Regulador de velocidad.....</i>	<i>4</i>
2.4.2	<i>Unidad de Potencia Hidráulica.....</i>	<i>4</i>
2.5	REQUERIMIENTOS DEL REGULADOR MODERNIZADO.....	6
2.6	REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO.....	6
2.7	REQUISITOS DE OPERACIÓN.....	8
2.8	MODELO MATEMATICO	10
2.9	PARTES A SER REUTILIZADAS DEL SISTEMA REGULADOR – UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA	12
2.9.1	<i>Tanque de retorno y bombas</i>	<i>12</i>
2.9.2	<i>Tanques de presión aire – aceite.....</i>	<i>13</i>
2.9.3	<i>Servomotores del distribuidor</i>	<i>13</i>
2.9.4	<i>Tuberías y accesorios</i>	<i>13</i>
2.10	COMPONENTES A RENOVAR.....	14
2.10.1	<i>Unidad de procesamiento digital.....</i>	<i>14</i>
2.10.2	<i>Cubículo de control</i>	<i>15</i>
2.10.3	<i>Interruptores de velocidad.....</i>	<i>17</i>
2.10.4	<i>Sensores de velocidad.....</i>	<i>17</i>
2.10.5	<i>Sistema de Respaldo de Medición de Velocidad.....</i>	<i>18</i>
2.10.6	<i>Realimentación</i>	<i>18</i>
2.10.7	<i>Válvulas de control.....</i>	<i>19</i>
2.10.8	<i>Elementos sobre el tanque de retorno.....</i>	<i>20</i>
2.10.9	<i>Elementos sobre los tanques aire - aceite.....</i>	<i>20</i>
2.10.10	<i>Medición de salto neto.....</i>	<i>21</i>
2.11	ENSAYOS EN FABRICA	21
2.11.1	<i>Generalidades.....</i>	<i>21</i>
2.11.2	<i>Montaje en fabrica.....</i>	<i>21</i>
2.11.3	<i>Ensayos en fabrica.....</i>	<i>22</i>
2.11.4	<i>Ensayos de operación de los componentes</i>	<i>22</i>
2.11.5	<i>Ensayos de funcionamiento en fabrica</i>	<i>23</i>
2.11.6	<i>Informes.....</i>	<i>24</i>
2.12	ENSAYOS EN SITIO	25
2.12.1	<i>Montaje.....</i>	<i>25</i>
2.12.2	<i>Ubicación.....</i>	<i>25</i>
2.12.3	<i>Limpieza de tuberías.....</i>	<i>25</i>
2.12.4	<i>Ensayos.....</i>	<i>25</i>
2.12.5	<i>Ensayos de operación en sitio.....</i>	<i>25</i>
2.12.6	<i>Ensayos de funcionamiento en sitio</i>	<i>26</i>
2.13	REPUESTOS EXISTENTES	26
2.13.1	<i>Fotos de repuestos existentes.....</i>	<i>27</i>
2.14	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	30

2. SISTEMA DE REGULACION DE VELOCIDAD DE LAS TURBINAS

2.1 REGULADOR EXISTENTE

El sistema de regulación existente para cada una de las turbinas de la central Baygorria actualmente se encuentra en operación, pero por su condición de obsolescencia, la mayoría de sus componentes serán reemplazados por sistemas nuevos.

El sistema de regulación será modernizado parcialmente, ya que algunas de sus partes serán modernizadas, y otras serán mantenidas y reacondicionadas para continuar en operación. La modernización de los reguladores de velocidad implica mantener las siguientes condiciones o elementos principales:

A. Las presiones de trabajo normal actual (20 bar) y la presión de emergencia (30 bar).

B. Los servomotores del distribuidor.

C. Los tanques aire-aceite y el tanque de retorno con sus bombas de presión normal y de presión de emergencia.

D. Las tuberías de aceite y las válvulas que se indican más adelante en el presente documento.

El resto de los elementos que componen los reguladores de velocidad serán reemplazados por componentes y equipos de última generación. Los nuevos elementos incluirán cubículos de control, sensores de realimentación en campo con sus respectivos soportes, cables de conexión hasta los cubículos, cableado de potencia de bombas, bloques de válvulas, soportes de bloques de válvulas, cableado de control de válvulas.

Debido al reemplazo del rodete de la turbina, el servomotor de este, para comandar los álabes del rodete será nuevo. Se reemplazará el sistema de realimentación del ángulo de las palas y la válvula piloto y distribuidora para el comando del servomotor del rodete.

2.2 ESTÁNDARES DE APLICACIÓN

Las normas y documentos mencionados a continuación deberán ser utilizados como documentos de referencia y aplicados para el diseño, cálculo, especificación, fabricación y pruebas de los reguladores de velocidad para este proyecto. Adicionalmente a los standard y documentos listados, el Contratista deberá considerar los documentos de mantenimiento e inspección desarrollados por el personal de la central que no se encuentran listados en el presente y que proveen información adicional sobre la operación y condiciones del sistema de regulación existente.

A. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

1. "IEEE Std 125", IEEE Recommended Practice for Preparation of Equipment Specifications for Speed-Governing of Hydraulic Turbines Intended to Drive Electric Generators.

2. 1207-2011 - IEEE Guide for the Application of Turbine Governing Systems for Hydroelectric Generating Units.

3. "IEEE Std 1010", IEEE Guide for Control of Hydroelectric Power Plants.

4. "IEEE Std 1147", IEEE Guide for the Rehabilitation of Hydroelectric Power Plants.

B. International Electrotechnical Commission (IEC).

1. "IEC 60308", International code for testing of speed governing systems for hydraulic turbines.

C. American National Standards Institute (ANSI)

1. "ANSI/ASME PTC29", Speed-Governing Systems for Hydraulic Turbine-Generator Units.

2.3 CRITERIOS DE DISEÑO

Los siguientes criterios de diseño deberán ser empelados para el regulador de velocidad de la central:

Seguridad	IEC 61508 – SIL 1
Diseño	IEC 61010, IEC 60326, CISPR 11
Vida útil	mínimo 15 años con partes de repuesto necesarias y disponibles durante los diez primeros años de la vida útil del sistema
Disponibilidad	Individual 99,99%, conjunto de control 99,7%
MTBF mínimo	15 años
Facilidades	Conectores de acuerdo a IEC 60603
Compatibilidad electromagnética	IEC 61000
Prueba de campo electrostático, nivel 3	10 V/m
Capacidad de soporte de alta tensión	IEC 60255-5 e IEC 60255-22-1 respectivamente, niveles de severidad III y II.

Capacidad de soporte esfuerzos mecánicos	IEC 60255-21-1 e IEC 60255-22-2
Seguridad y protección	Protección contra sobrecargas y transitorio tanto en la fuente como en los módulos de I/O analógicos y digitales
Tropicalización	Todos los equipos de control y supervisión, así como las tarjetas electrónicas, módulos, aislamientos eléctricos, cables eléctricos deberán ser tropicalizados.

2.4 DATOS TÉCNICOS

2.4.1 Regulador de velocidad

La siguiente tabla presenta los datos técnicos de la Central Baygorria y el actual Regulador de Velocidad:

Salto	Q [m]	14,7	16,2
Tiempo de Cierre	Tc [s]	3,4	3,3
Sobrevelocidad	N [%]	134	132
Sobre Presión Cámara Espiral	Hce [%]	23	18,5
Presión Máxima Cámara Espiral	Hce [mca]	17,343	16,70

- Rodete: Tiempo de Cierre Mínimo: 30 segundos
Tiempo de Apertura: 8 ~ 10 segundos
- Distribuidor: Tiempo de Cierre: 6 segundos
Tiempo de Apertura: 6 segundos

Los tiempos de cierre del distribuidor fueron verificados, en condiciones de aguas muertas.

El Oferente en los datos de la turbina deberá garantizar los valores de sobrepresión y sobrevelocidad ante un rechazo total de carga. Las sobrepresiones no deberán ser superiores a las indicadas en la tabla arriba y las sobrevelocidad podrán llegar a 40%, 38% para los saltos de 14,7 m, 16,2 m respectivamente. Para la simulación de los rechazos de carga el oferente deberá considerar que el GD^2 del generador es 14.000 Tm².

2.4.2 Unidad de Potencia Hidráulica

A. Motores - Bomba Principal

MOTOR	
Tensión	380 Vac
Corriente	60 A

Potencia	30 kW
Revoluciones /min	1.445 rpm
Cos Phi	0,87
BOMBA	
Presión	20 kg/cm ²
Caudal	910 litros/min

B. Motor Bomba Emergencia

MOTOR	
Tensión	380 Vac
Corriente	80 A
Potencia	40 kW
Revoluciones /min	970 rpm
Cos Phi	0,86
BOMBA	
Presión	28 Bar
Caudal	60 litros/min

C. Tabla de Datos Compresores

COMPRESOR # 1 y # 2	
MARCA: Atlas Copco	
MOTOR Siemens	
Voltaje D	220 Vac
Voltaje Y	380 Vac
Corriente D	79 A
Corriente Y	46 A
Potencia	22 kW
Revoluciones /min	350 rpm
Cos Phi	0,84
Frecuencia	50 Hz
COMPRESOR	
Presión	30 kg/cm ²
Caudal	350 l/min

2.5 REQUERIMIENTOS DEL REGULADOR MODERNIZADO

A. El regulador deberá ser del tipo electro-hidráulico, de estado sólido, controlado por dos unidades de procesamiento digital trabajando en forma redundante, tipo “PID” con sensores redundantes de velocidad, potencia y posición. El regulador deberá cumplir con las funciones de regulación de frecuencia, regulación de desviaciones de velocidad y potencia de la turbina, limitación mecánica y eléctrica de la apertura de los álabes del distribuidor, optimización del ángulo de inclinación de los álabes del rodete en relación con la caída y la apertura de los álabes del distribuidor, control y limitación hidromecánica y eléctrica de la sobrevelocidad, y detección del deslizamiento o creep de la Unidad. Asimismo, deberá tener capacidad para autodiagnóstico. Exceptuando la limitación mecánica de la apertura de los álabes del distribuidor, la detección de deslizamiento de la Unidad y el control hidromecánico y eléctrico de la sobrevelocidad, todas las funciones de control deberán llevarse a cabo mediante la unidad de procesamiento digital, la cual deberá generar y transmitir las señales a los correspondientes convertidores de señal para controlar el desplazamiento de las válvulas principales de distribución de aceite a los servomotores de los álabes del distribuidor y de los álabes del rodete.

B. El regulador deberá permitir el arranque o parada de la Unidad, control de la velocidad para la sincronización y control de la potencia de salida en modo remoto, el control de la velocidad para la sincronización, el control de la potencia de salida y la parada de la Unidad mediante un control remoto, y deberá asegurar el correcto funcionamiento y presentación en interfaz de operadores del estado del regulador cuando ocurran alarmas y disparos. El Contratista deberá suministrar un sistema completo, incluyendo todos los accesorios e interfaces requeridos para las conexiones con los sistemas de operación y control de la Central, utilizando contactos libres de potencial (contactos secos) para señales de estado, alarma, comandos y señales analógicas para las variables continuas.

2.6 REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez instalado, el sistema de regulación deberá cumplir con los siguientes requisitos de funcionamiento:

A. Estabilidad. El sistema de regulación deberá ser capaz de controlar establemente la velocidad de la Unidad cuando opere a velocidad nominal sin carga, o cuando opere a velocidad nominal con carga aislada a cualquier potencia de salida, incluyendo la potencia máxima. El sistema de regulación deberá ser capaz de controlar establemente la potencia de salida en el rango completo entre cero y el valor máximo, cuando el generador opere en paralelo con otros generadores en la central, o con otros generadores del sistema interconectado. Si el sistema hidráulico de la turbina y de sus pasajes de agua

es inherentemente estable, el sistema de regulación será considerado estable, cuando:

1. La magnitud de las oscilaciones sostenidas de velocidad causadas por el regulador, no exceda del 0,3% de la velocidad nominal con el estatismo de velocidad permanente ajustado en 2% o mayor y con el generador a velocidad nominal y sin carga, o bien a velocidad nominal y con carga aislada sostenida.

2. La magnitud de las oscilaciones sostenidas de la potencia de salida causadas por el Regulador, no exceda del 0,4% de la potencia nominal de la turbina, con el estatismo de potencia ajustado en 2% o mayor y con el generador operando con demanda de carga sostenida en paralelo con otros generadores, los cuales a su vez deberán ser capaces de trabajar en paralelo. Durante las pruebas, la magnitud de las oscilaciones sostenidas deberá medirse durante 3 minutos.

B. Características Dinámicas. Después de un rechazo de carga máxima, el pico de la velocidad que exceda por más de 3% la velocidad nominal, no deberá aparecer más de 2 veces. El tiempo transcurrido entre el primer movimiento de los servomotores en la dirección de apertura de las paletas y el punto en el cual la fluctuación de la velocidad deja de exceder el + 0,5% de la velocidad nominal, no deberá ser mayor de 40 segundos.

C. Tiempo de establecimiento. El tiempo máximo de establecimiento deberá ser de 60 segundos, definido como aquel tiempo del lazo de regulación necesario para ingresar en la banda de $\pm 10\%$ del valor final deseado ante una perturbación de tipo escalón. La amortiguación deberá ser total a los 20 segundos de ocurrida la perturbación.

D. Tiempo Muerto. En el caso de un cambio brusco de carga superior al 10% de la potencia nominal de salida de la turbina, el tiempo transcurrido desde un cambio de velocidad comprendido entre el 0,01% y el 0,02% de la velocidad nominal de la Unidad hasta el primer movimiento detectable de los servomotores de los álabes del distribuidor, no deberá exceder de 0,2 segundos.

E. Banda Muerta de Velocidad. La magnitud total del cambio de velocidad sostenido, dentro del cual no hay cambio detectable en la posición de los servomotores de las paletas, a la velocidad nominal de la Unidad, no deberá exceder el 0,1% ($\pm 0,025$ Hz) para cualquier apertura de las paletas con la banda muerta artificial de frecuencia y velocidad ajustada en cero. El cambio mínimo de velocidad, en porcentaje de la velocidad nominal, al cual responde el Regulador (sensibilidad), se define como la mitad de la banda muerta medida.

F. Banda Muerta del Control de los Alabes. La magnitud total de la banda muerta de control de los álabes, dentro de la cual no ocurra un desplazamiento detectable de su servomotor, no deberá exceder el 1% del

rango total de la señal de control requerida para mover los álabes desde su inclinación mínima a su posición de máxima inclinación.

G. Señal de Velocidad. La señal generada por los sensores de velocidad deberá variar proporcionalmente con la velocidad del eje de la Unidad para cualquier tasa de aceleración o desaceleración. La señal no deberá ser afectada por ruidos electromagnéticos inducidos o conducidos desde los diferentes sistemas que se conectan al regulador.

H. Estatismo. El estatismo de velocidad o de potencia deberá poder ajustarse con la Unidad en operación, en el rango comprendido entre 0 y 10%, cuando se fije el ajuste de velocidad y/o de potencia. Será cambiable bajo carga. Inicialmente estará ajustado entre 4% y 7%. El estatismo transitorio deberá ser ajustable en el rango entre 10% y 500%.

I. Ajuste de la Estabilidad. El funcionamiento dinámico del sistema de regulación se deberá lograr mediante bloques de acción proporcional, integral y derivativa. Los valores de ganancia de cada bloque deberán ser ajustables independientemente, dentro de todos sus rangos de ajuste, con el regulador en operación. El rango de ajuste de cada bloque del PID deberá estar de acuerdo con los requerimientos dinámicos del sistema controlado. Para las ganancias proporcional, integral y derivativa se deberán proveer al menos 2 controles independientes de ganancia, uno para ganancia “en línea” y otro para ganancia “fuera de línea”. Se deberán dejar provisiones en los circuitos de control, para la selección externa de los ajustes de ganancia “en línea” o “fuera de línea”. El propósito del ajuste de la ganancia “fuera de línea” es el de tener amortiguación incrementada, para cambios en el valor de ajuste de velocidad durante la sincronización. El propósito del ajuste de ganancia “en línea” es el de reducir la amortiguación del sistema para tener una respuesta rápida a un cambio en el valor del ajuste de la carga.

J. Banda Muerta de Frecuencia y Velocidad. El regulador deberá estar provisto con un grupo de subrutinas capaces de controlar y ajustar la banda muerta de frecuencia y velocidad, con ajuste manual dentro del rango de $\pm 0,5 \text{ Hz} \pm 0,75 \text{ r.p.m.}$

K. Rango de Ajuste del Control de Velocidad. El control de velocidad deberá cubrir el rango desde el 90% de la velocidad nominal, con la Unidad operando sin carga y la regulación de velocidad puesta en cero, hasta el 110% de la velocidad nominal, con la apertura de las paletas o la potencia de salida máxima y el estatismo de velocidad fijo en 10%. El control de velocidad deberá ser ajustable por control remoto de tal manera, que el tiempo mínimo requerido para cambiar la potencia de salida desde la máxima hasta cero, o viceversa, pueda ajustarse a un valor deseado, comprendido entre 45 y 60 segundos.

2.7 REQUISITOS DE OPERACIÓN

A. Limitación de Potencia. El regulador deberá limitar la potencia de salida del generador a su valor de potencia máxima establecido y no deberá

permitir reajustes por encima de este valor. El limitador de la apertura de los álabes del distribuidor deberá funcionar en todo su rango de aperturas.

B. Selección de Control. El regulador deberá permitir los siguientes modos de control:

1. Control automático de la velocidad, posición y potencia de la unidad con las funciones correspondientes de sus modos proporcional, integral y derivativo, para mantener la frecuencia del sistema dentro de los límites especificados en los requisitos de funcionamiento.

2. Control manual, ya sea controlando la apertura de los álabes del distribuidor como con el control de potencia generada.

3. Control en modo de prueba, la cual deberá permitir el control manual independiente del movimiento de los álabes del distribuidor y de los álabes del rodete para las pruebas de índice y capacidad de la turbina, permitiendo el control directo de la posición de los álabes del rodete y los álabes del distribuidor.

C. Arranque Automático. El regulador deberá permitir el arranque automático de la Unidad y la sincronización automática o manual de la misma.

D. Parada de la Unidad. El regulador deberá permitir los siguientes tipos de parada:

1. Parada completa normal, iniciada en modo remoto o local.

2. Parada parcial a la posición de la velocidad nominal sin carga, por la acción de los dispositivos de protección.

3. Parada de emergencia completa con la velocidad máxima de cierre de las paletas en los casos de fallas eléctricas o mecánicas.

E. Vigilancia de la Unidad Durante la Operación. El regulador deberá identificar y señalar las siguientes fallas en el sistema de regulación:

1. Falla del sistema de medición de velocidad.

2. Falla de los sistemas de realimentación.

3. Fallas en el sistema hidráulico de control, incluyendo alarmas de presión, de niveles de aceite, de flujos y de temperaturas, fallas de bombas de aceite y pérdidas elevadas de presión en los filtros.

4. Falla del convertidor analógico - digital y canal de entrada.

5. Falla del convertidor digital - analógico y canal de salida.

6. Error de programa y falla del reloj.
7. Falla de alimentación del sistema de control.
8. Falla de la señal de potencia.
9. Falla de las señales de presión en la entrada de la cámara espiral y en la salida del tubo de aspiración.

F. Vigilancia de la Unidad Parada, Autodiagnóstico y Ajustes. El regulador deberá vigilar permanentemente el estado de todos los sistemas eléctricos, hidráulicos y mecánicos requeridos para el próximo arranque de la Unidad, y cualquier falla deberá ser señalada e identificada en el regulador.

G. Ajuste de la Inclinação de los Alabes. El regulador deberá asegurar el ajuste automático de la posición de los álabes del rodete a la inclinación correspondiente a la mejor eficiencia de la turbina en relación con la apertura de los álabes del distribuidor y con la caída neta. Para lograr este ajuste de inclinación de los álabes el software del regulador deberá contener la tabla de conjugación de posiciones de paletas directrices versus ángulo de álabes de rodete para cada uno de los saltos netos que se hayan ensayado en el modelo del rodete, y el software deberá interpolar el resto de las posiciones. Además deberá el software permitir reajustar estos valores luego de realizar el ensayo índice.

En el caso de una sobrevelocidad mayor que un valor preseleccionado, el regulador deberá abrir los álabes del rodete a su máxima inclinación.

2.8 MODELO MATEMATICO

A. El Contratista deberá proporcionar a UTE un modelo matemático que represente el comportamiento dinámico de la instalación frente a perturbaciones en el sistema eléctrico. Este modelo consistirá en la función de transferencia del sistema regulador, turbina, conducción hidráulica y sistema eléctrico al cual se conecta el turbo grupo y el valor de los parámetros que se utilicen para poder simular distintas condiciones de funcionamiento. Además, deberá proponer y proporcionar un software adecuado para realizar las simulaciones como por ejemplo PSS/E u otro similar que permita evaluar y parametrizar el modelo propuesto.

B. El Contratista deberá poner a disposición todos los planos, diagramas funcionales, memorias descriptivas, memorias de cálculo, protocolos de ensayo, catálogos de fabricantes y toda otra documentación técnica que permita verificar el desempeño de los sistemas de control de velocidad, potencia y frecuencia.

C. La información suministrada debe poseer una consistencia tal que permita reproducir mediante programas de simulación dinámica, los transitorios experimentados por las principales variables de estado del sistema de control, como ser: posiciones de válvulas y potencia mecánica ante ensayos de rechazo de carga (por ejemplo al 100% y 60% de la potencia nominal), y/o ensayos de tomas de carga al variar en forma de escalón o de rampa las consignas de potencia y frecuencia.

En particular para cada turbo-grupo se deberá adicionar al diagrama de bloques del lazo de regulación de velocidad una planilla destacando los siguientes datos:

- Identificación (número de máquina, potencia nominal y efectiva).
- Características del regulador (marca, control PI o PID, hidráulico, electrohidráulico, etc.).
- Banda muerta (rango de ajuste, calibración actual).
- Estatismo permanente (rango de ajuste, valor actual).
- Compensaciones dinámicas (amortiguamientos).
- Estatismo transitorio (rango de ajuste, calibración actual).
- Constante de Tiempo del Estatismo Transitorio.
- Constantes proporcional, integral y derivativa del compensador directo (KP, KI y KD).
- Variador de velocidad/consignador.
- Gradiente de toma de carga (MW/minuto).
- Tiempo de lanzamiento (de acuerdo a ensayo).
- Tiempo de establecimiento (tiempo necesario para ingresar en la banda de +10% del valor final deseado).
- Características de la turbina hidráulica: parámetro T_w ensayado.
- Características del limitador de carga.
- Diagramas funcionales del lazo de regulación de velocidad con sus respectivos parámetros (ganancias y constantes de tiempo con sus rangos de ajuste y valor actual; características de válvulas, límites, banda muerta, etc.).

D. En el caso de que el sistema de control de la central sea provisto con un sistema de control conjunto automático de generación y/o regulación secundaria de frecuencia se debe proveer su diagrama funcional con los parámetros correspondientes, indicando el rango de ajuste de aquellos elementos calibrables.

2.9 PARTES A SER REUTILIZADAS DEL SISTEMA REGULADOR – UNIDAD DE POTENCIA HIDRAULICA

Los componentes listados a continuación serán reutilizados, no obstante, previo a ello deberán ser sometidos a un riguroso proceso de inspección y ensayos debiendo el Contratista emitir una certificación para reúso de tales componentes tal como se explicita en las condiciones generales de este documento técnico de licitación.

2.9.1 Tanque de retorno y bombas

A. Estos componentes serán recuperados y deberán ser reacondicionados para extender su operación confiable.

B. El Contratista deberá presentar un procedimiento detallado de recuperación y reacondicionamiento del tanque que deberá ser aprobado por UTE. El procedimiento deberá indicar el plan para desmontar totalmente el tanque junto con sus componentes externos e internos. Deberán retirarse partes desmontables del tanque e identificarlas convenientemente para su posterior reinstalación. Se removerá por granallado la pintura existente en todos los componentes y se inspeccionarán todas las uniones soldadas por métodos no destructivos, ya sea partículas magnéticas o tintas penetrantes.

C. Se realizarán reparaciones de soldadura donde surjan indicaciones a través de los ensayos no destructivos. Se inspeccionarán y repararán roscas de uniones y bridas. Deberán también incluirse en la recuperación el reemplazo de todos los elementos de unión roscados y la reubicación del enfriador de aceite sobre la pared lateral derecha del tanque. Deberá preverse la instalación de filtros de aire sobre la tapa del tanque y la instrumentación solicitada para el mismo en el listado de instrumentos de este documento técnico, incluyendo detector de agua en aceite y un tubo visor de nivel de aceite.

D. Los motores y accesorios del grupo motor-bomba, deberán ser inspeccionados durante el desarme del tanque de retorno. Sus componentes como sellos, cojinetes y tornillos/engranajes serán inspeccionados para determinar la necesidad de reemplazo o reparación. El Contratista deberá presentar por escrito el procedimiento de reacondicionado a nuevo de los mismos en cuyo caso emitirá un certificado de reúso. En su oferta, el oferente deberá indicar un costo estimado por la recuperación de las bombas y un costo por el reemplazo completo del grupo motor-bomba por otro nuevo de similares características para los sistemas de presión normal y de emergencia.

E. El Contratista deberá reemplazar el sistema de enfriamiento de aceite actual ubicado sobre el tanque de retorno y proveer un sistema de enfriamiento nuevo, de tipo casco y tubo. La ubicación del nuevo sistema de enfriamiento de aceite será en el de tanque de retorno sobre su pared lateral con circulación de agua de enfriamiento en el tubo y el aceite en el casco, permitiendo así la limpieza del tubo por inserción de vaqueta cuando sea necesario.

F. Se reemplazarán todas las válvulas anti-retornos de las bombas y aquellas vinculadas al drenaje y vaciado del tanque.

2.9.2 Tanques de presión aire – aceite

A. Se mantendrá la configuración actual de los tanques de presión principal y reserva. Al igual que con el tanque de retorno, el Contratista deberá presentar un procedimiento detallado de los trabajos a realizar en los tanques para su reparación, reacondicionamiento y certificación de reúso. Dicho procedimiento se someterá a la aprobación de UTE previo al inicio de los trabajos. El procedimiento deberá incluir, sin estar limitado a tareas tales como desmontaje del tanque y traslado al taller en sitio dedicado a inspección y pintura para su inspección y recuperación.

B. Se procederá a la limpieza de las superficies interiores y la remoción de pintura previo a la inspección por métodos no destructivos de las zonas soldadas. Previo al repintado, el tanque será sometido a un ensayo de presión con un valor de 1,5 veces la presión de trabajo. El Contratista deberá prever los dispositivos de ensayos respectivos e informar a UTE la fecha del ensayo respectivo.

C. Se deberán reparar soportes, acoples y adaptaciones requeridas para incorporar los elementos nuevos a los tanques de aire -aceite tales como la válvula flotante, válvulas de despresurización e instrumentos, entre otros. Estas modificaciones deberán estar indicadas dentro de las tareas de ingeniería previas a la parada de la unidad. Los tanques serán repintados con el esquema designado para superficies en aceite en la especificación respectiva.

2.9.3 Servomotores del distribuidor

Los servomotores actuales serán mantenidos y reacondicionados para su reúso. La descripción de los trabajos sobre los mismos se brinda en el capítulo correspondiente a la turbina.

2.9.4 Tuberías y accesorios

A. El Contratista será responsable de desmontar y recuperar las tuberías del circuito de aceite del regulador. Previo a ser desmontada, deberá realizar revisión de su estado, identificación de partes y elaboración de un procedimiento de reacondicionamiento que deberá ser aprobado por UTE. Las tareas previstas en el procedimiento deberán incluir limpieza interna por proceso de decapado y luego un granallado para remoción de la pintura externa.

B. Se efectuarán, luego de remover la pintura, ensayos de las soldaduras, tanto visuales como por tintas penetrantes. Previo a su remontaje los sectores de tuberías que hayan sido inspeccionados y repintados serán protegidos en sus extremos para el ingreso de suciedad y partículas. Se observarán los requerimientos específicos para limpieza de tuberías indicados en este documento.

C. Las válvulas hidráulicas de cierre al distribuidor y al cabezal Kaplan (Válvulas 218-A y B plano 3T189360 - Valv 218) serán mantenidas (Ver esquema 1T168870 Esquema de Regulación). Las mismas se encuentran en la zona de tuberías de los tanques de aceite a presión. Se recomienda su desarme y mantenimiento de todas sus partes, incluyendo tareas de limpieza, verificación de holguras, y rectificación camisas, etc.

2.10 COMPONENTES A RENOVAR

Se describe a continuación todos aquellos componentes del regulador de velocidad que serán reemplazados por componentes nuevos o proveer componentes de última generación.

2.10.1 Unidad de procesamiento digital

A. Las funciones del regulador deberán ser controladas por una unidad de procesamiento digital programable PLC o DCS con circuitos de estado sólido. La Unidad de procesamiento deberá cumplir con los requisitos del control y protección especificados en esta Sección y deberá mantener su precisión de operación para todo el rango de condiciones ambientales especificadas en la sección de condiciones en el sitio.

B. La unidad de procesamiento deberá estar provista con 2 fuentes de energía eléctrica, interna e independiente, con transferencia automática entre fuentes sin interrupción. El Contratista deberá suministrar, previa aprobación de UTE, el modelo más reciente de regulador digital que posea, incluyendo las mejoras en equipo y programación que sean introducidas hasta 6 meses antes de la entrega del primer regulador en el Sitio. La Unidad de Procesamiento y todos los módulos de entrada/salida, alimentación y relés deberán ser montados en bastidores. Los módulos deberán ser del tipo enchufable y deberán poder removerse independientemente y en estado energizado. El regulador digital deberá estar provisto de facilidades para autodiagnóstico. Los módulos deberán tener luces de indicación para facilitar la ubicación de fallas. Deberán proveerse en la unidad de procesamiento digital no menos de 2 puertos para comunicación digital de datos, con los acoplamientos y accesorios necesarios para llevar estos datos a una distancia no inferior a 100 metros. El sistema deberá diseñarse para permitir revisiones de las secuencias operacionales y de los parámetros del regulador. Deberá ser posible la revisión de los programas (software) a través de equipos de interfaz apropiados. Se deberán suministrar computadores personales portátiles, y todos los equipos de interfaz requeridos para los tres reguladores, con todas las provisiones requeridas para efectuar labores de configuración, ajustes y parametrización al sistema de regulación, así como para ejecutar tareas de mantenimiento para detectar y corregir fallas en el sistema de regulación. En el apartado siguiente se detallan características necesarias.

C. El regulador digital deberá cumplir con todos los requerimientos de regulación de las Normas IEEE 125 e IEC pertinentes.

2.10.2 Cubículo de control

A. El nuevo cubículo provisto deberá contar con funciones de un regulador digital con acción de control PID. El nuevo regulador digital controlará la velocidad de rotación de la unidad y la potencia generada. El regulador estará en todo de acuerdo con las Normas IEEE 125, IEEE 1207 e IEC 60308.

B. Las siguientes funciones deberán poder implementarse y controlarse desde los mandos incorporados en los controladores del regulador digital:

- Control de velocidad
- Control de Potencia / Frecuencia.
- Control de Posición / Frecuencia.
- Control de unidad de bombeo y tanques presurizados
- Interruptores eléctricos de velocidad
- Señales de velocidad y potencia
- Funciones de arranque / parada
- Detección de rotación indebida

- Limitador de apertura de las paletas
- Conjugación de la posición de las palas con la posición del distribuidor.
- Comprobación de fallas y alarmas.

C. Las características particulares de cada una de estas funciones deberán ser definidas en la etapa de proyecto.

D. La arquitectura del regulador estará basada en PLC o DCS en configuración redundante "Hot-Stand By". Todos los componentes utilizados en los controladores deberán ser elementos estándar y de reconocida trayectoria en el mercado proporcionando mucha flexibilidad y alta disponibilidad para la obtención de los repuestos. Además, la arquitectura deberá primar la simplicidad en su propuesta para facilitar el mantenimiento y la solución de los problemas del equipo. Los componentes incluidos en el suministro deberán contar con certificaciones de pruebas de tipo bajo estrictas normas internacionales.

E. Para implementar todas las funciones del regulador, la solución propuesta deberá establecer un esquema con dos CPU's, dos fuentes de alimentación, tarjetas de entrada y salidas digitales y analógicas de acuerdo con la arquitectura estándar del proveedor del hardware seleccionado.

F. En la puerta del panel del regulador deberá incluirse un terminal gráfico tipo táctil de 15 pulgadas como interfaz hombre - máquina. Esta terminal se comunicará a través de una interfaz con las CPU's del regulador y su función será la de mostrar todas las variables del sistema. Además de la terminal en la puerta del regulador se incluirán botones, luces pilotos tipo led indicadores, interruptores de mando e interruptores para variación de la consigna.

G. La alimentación de tensión continua para todos los elementos del panel se realizará a través de fuentes conectadas en configuración redundante.

H. Dentro del cubículo electrónico serán incluidos entre otros, relés pilotos, relés de potencia, fusibles, aisladores galvánicos, Transductores de potencia, etc.

I. El regulador de velocidad deberá contar con funciones de software de lazo cerrado para el control de potencia activa, realizando un control Proporcional/Integral de la salida de MW del generador para cada Unidad Generadora posibilitando ejecutar control de referencia de punto (MW) originado por entrada manual de operador en panel local o remotamente desde la estación de operación.

J. El algoritmo de control de referencia respetará los límites operativos máximos y mínimos de generación de la unidad. Los límites operativos serán establecidos en base a las curvas de eficiencia de la turbina.

K. Para comunicación con el sistema de control de la central, las CPU's tendrán puertos de comunicación ethernet permitiendo el intercambio de todas las señales requeridas. Las señales críticas para paradas de emergencia serán cableadas.

L. Para todos los reguladores deberá estar incluido en el suministro 2 notebooks de última generación con el software, aplicaciones y sus respectivas licencias para usar con en tareas de control, registro y configuración de los controladores y la IHM. El modelo, marca y características técnicas de las notebooks a proveer deberán ser presentadas a UTE para su aprobación antes de la provisión.

2.10.3 Interruptores de velocidad

A. Interruptores Eléctricos de Velocidad. Deberán suministrarse 8 conjuntos de interruptores eléctricos de velocidad, independientemente ajustables. Cada conjunto deberá estar provisto con 4 circuitos independientes, de contactos simples, monopolares y sin conexión a tierra. Todos los contactos deberán permitir el ajuste para permanecer normalmente abiertos o normalmente cerrados. La imprecisión de operación no deberá exceder del 1%. UTE suministrará al Contratista un programa de los ajustes y funciones para los cuales se usarán los interruptores de velocidad.

B. Conjunto del Interruptor Mecánico de sobrevelocidad. La unidad actual disponer de un dispositivo hidromecánico para activar el paro completo de la Unidad, cuando la sobrevelocidad alcance un valor preseleccionado. El dispositivo consiste en un sensor de velocidad fijado sobre el eje principal de la Unidad y una válvula de dos posiciones, cargada por resorte. La válvula se encuentra conectada hidráulicamente a la válvula piloto de cierre con presión de emergencia del regulador, para asegurar el cierre de los álabes del distribuidor a través del sistema de presión de emergencia. El funcionamiento del dispositivo se basa totalmente en la acción hidromecánica, sin ninguna intervención de dispositivos eléctricos o electrónicos. El dispositivo hidromecánico de sobrevelocidad actúa sobre la válvula de control de cierre de emergencia. Es obligación del Contratista recuperar el dispositivo existente, calibrando su velocidad de disparo e incorporar nuevos interruptores de límite con un número adecuado de circuitos de contactos independientes, ajustables, y sin conexión a tierra, para indicar su condición de disparo y para permitir el comienzo de la secuencia de arranque de la Unidad, una vez que el sensor de sobrevelocidad y la válvula de dos vías hayan sido colocados manualmente a sus posiciones normales. La acción del dispositivo deberá causar una alarma local y deberá proporcionar 2 contactos para uso del sistema de control de arranque y parada de la unidad.

2.10.4 Sensores de velocidad

Los circuitos del regulador para la medición de velocidad deberán recibir una señal de pulsos proporcional a la velocidad de rotación de la Unidad. Los pulsos correspondientes a la velocidad de rotación deberán ser detectados por sensores electrónicos de proximidad, sin ningún contacto con las partes

rotantes, instalados frente a una rueda dentada o anillo provisto con ranuras equidistantes, con acabado superficial de precisión. El anillo deberá ser de material resistente a la corrosión, fabricado en dos secciones y fijado firmemente sobre el eje principal de la Unidad. Con la Unidad girando a la velocidad nominal sincrónica, el dispositivo deberá generar y transmitir al regulador los pulsos con la frecuencia establecida por el diseño del Contratista, la cual no deberá ser inferior de 100 Hz. Las señales deberán ser generadas en forma de una onda rectangular. Se deberán proveer para este sistema no menos de 3 sensores de velocidad independientes, uno como respaldo del otro, instalados frente al mismo anillo ranurado, los cuales deberán ser utilizados para los interruptores eléctricos de velocidad, para el tacómetro y para el sistema de detección de deslizamiento y del paro completo de la Unidad.

2.10.5 Sistema de Respaldo de Medición de Velocidad

Además del sistema con sensores de medición de velocidad, deberá diseñarse, aprobarse y entregarse un sistema de respaldo de medición de velocidad. El mismo deberá operar en forma independiente al sistema de medición normal del regulador, y mantener una medición de velocidad alternativa que permitirá efectuar la secuencia de parada de máquina ante una falla del regulador de velocidad.

El sistema de respaldo de medición de velocidad deberá implementarse con un controlador independiente y sensores y rueda dentada independiente. Deberá contar con relés interruptores de velocidad que serán debidamente programados para enviar durante la secuencia de parada de unidad (con interruptor de máquina abierto y unidad no excitada) la señal de activación de frenos cuando existiera una falla del regulador.

2.10.6 Realimentación

A. Transductores. Las señales de realimentación de la posición de los álabes del distribuidor y de los álabes del rodete deberán ser electrónicas y derivadas mediante transductores electrónicos de posición. La realimentación de la posición deberá ser realizada a través de transductores magneto-estrictivos como los fabricados por BALLUF o TEMPOSONIC. El uso de realimentación electrónica de alta confiabilidad y linealidad deberá ser imperativo en la solución propuesta por el oferente para permitir prescindir de métodos mecánicos.

Los transductores deberán estar provistos con ajustes de cero y del rango de salida para calibración. El Contratista deberá suministrar todas las bases de montaje, conexiones, palancas, cables blindados y cualquier otro dispositivo requerido para formar un sistema completo de realimentación.

B. Interruptores de Límite. Para controles y supervisión, se deberán proveer un número suficiente de interruptores de posición de los álabes del distribuidor, eléctricamente independientes, sin conexión a tierra, monopolares, de acción simple, ajustables para cerrar o abrir en cualquier punto dentro del rango de movimientos de los álabes del distribuidor para controles y alarmas misceláneos.

2.10.7 Válvulas de control

Para una mejor comprensión de los cambios y modificaciones a implementar según este capítulo se recomienda disponer del esquema funcional “1T168870 - Esquema de Regulación” anexo a la documentación técnica.

A. Sobre los servomotores se removerá la válvula distribuidora actual - Válvula 202- y el conjunto de válvulas de bloqueo Válvula 211 Conmutadora para el cierre de emergencia, Válvula 212 Conmutadora para el cierre rápido, Válvula 215 Conmutadora y Válvula 216 Conmutadora. Además, se reemplazarán junto con la válvula distribuidora 202 las válvulas de pilotaje 204-A y 204-B y la válvula 205 Dispositivo de giro para el vástago de la válvula 202. También se eliminará el Servo 207 de cierre rápido que será reemplazado por un servo pistón que forzará al cierre la nueva válvula distribuidora y las barras de comando 35 y 35-B y el plano inclinado de realimentación 35-A, que serán reemplazados por realimentaciones de posición. También serán reemplazada la tubería de pilotaje. Serán reemplazadas las válvulas de paso que se encuentren en la tubería de pilotaje de las válvulas antes mencionadas para su reemplazo.

B. En caso que el Contratista proponga mantener las válvulas distribuidoras de los servomotores de las paletas directrices y del rodete y considere que no sea necesario reemplazarlas, deberá justificar la conveniencia de ésta propuesta tanto desde el punto de vista técnico como económico, realizando una presentación comparativa de los costos que justifiquen mantener las válvulas actuales luego de realizar todos los procesos de mantenimiento necesarios para garantizar la eficiencia de éstas válvulas en operación y el cumplimiento de todos los datos garantizados de operación del regulador. El Oferente deberá proponer la reutilización o reemplazo de las válvulas piloto actuales, indicando cuáles propone reemplazar, el tipo de realimentación que se propone para cada una de ellas y el costo asociado de recuperación y/ o reemplazo de las mismas. Se reemplazarán también las válvulas 209 y 210 conmutadoras del lado abrir y cerrar para el cierre con presión de emergencia.

C. Se harán las adaptaciones de tuberías que sean necesarias para adaptar al sistema la nueva válvula distribuidora y válvulas de pilotaje y control.

D. Para el diseño del nuevo bloque de válvulas de control deberá tenerse en cuenta la filosofía de operación descrita en el documento “Posiciones del Distribuidor.docx” elaborado por personal de la central Baygorria, en el que se describen todas las posiciones y funcionamiento de las válvulas conmutadoras actuales, en conjunto con los planos denominados “POSICION DISPARO EMERGENCIA ELECTRICO 45%”, “POSICION DISPARO EMERGENCIA HIDRAULICO 45%”, “POSICION MARCHA” y “POSICION PARADA C.R. Y DISPARO 40%”. (1T168870 - Esquema de Regulación). Estos documentos se encuentran anexados a las especificaciones técnicas para referencia de los oferentes.

E. Los bloques de montaje de válvulas y elementos de fijación deberán estar incluidos y dimensionados en el suministro. Para cerrar el lazo de control de la válvula distribuidora se deberá suministrar un transductor del tipo LVDT para monitoreo de la posición de válvula distribuidora. El nuevo bloque de pilotaje incluirá un filtro doble para garantizar la limpieza del aceite de pilotaje.

2.10.8 Elementos sobre el tanque de retorno

A. Los elementos a ser reemplazados para el circuito de presión normal son los siguientes: Válvulas descargadoras 310, válvulas de retención 308, válvulas de alivio de sobrepresión 311 y enfriador de aceite 313. Para el caso del circuito de presión de emergencia deberá reemplazarse la válvula de retención 309 y la válvula de alivio de sobrepresión 312.

B. El Contratista deberá incluir en el suministro, para cada grupo motor-bomba una nueva válvula descargadora actuada por solenoide que permitirá el arranque y parada del grupo sin carga. Estas válvulas deberán contar con una válvula de alivio para evitar sobre presión en el sistema. La válvula solenoide de esta descargadora será comandada por el Regulador a partir de señales de presión de los tanques Aire / Aceite.

C. Deberán sustituirse los instrumentos de medición de nivel y temperatura del tanque sumidero para permitir la automatización y el monitoreo desde el Regulador Digital. Se incluirá un detector de nivel con salida analógica 4-20 mA y contactos para indicar nivel muy bajo, nivel bajo y nivel alto. También será incluido un termómetro RTD para medición de temperatura y monitoreo de condiciones de alarma.

D. El Contratista deberá observar los medios necesarios para eliminar la bomba de retorno de aceite operada por un motor de corriente continua que recoge aceite de las bandejas colectoras ubicadas debajo de los servomotores del distribuidor y lo conduce al tanque de retorno. Para ello implementará modificaciones de las bieletas sobre el anillo de regulación y a la válvula piloto de los servos a fin de eliminar el goteo de aceite y remover las bandejas colectoras. Las tuberías correspondientes a este sistema serán eliminadas.

2.10.9 Elementos sobre los tanques aire - aceite

A. Finalizados los trabajos de acondicionamiento de los tanques de aire – aceite, y una vez que hayan sido pintados, ensamblados y probados para poder ser nuevamente utilizados en la central, los siguientes elementos deberán ser provistos por el Contratista en los tanques de aceite a presión:

B. Adaptación del tanque para incorporar un nuevo detector de nivel con salida analógica 4-20mA y con contactos marca Barksdale o equivalente para operación del nuevo sistema de carga de aire. El detector deberá ser con indicación visual y cuatro switches de nivel para valores extremos.

C. Un transmisor de presión 4-20mA para utilizar la lógica de operación de las bombas a ser programada en los PLC's.

D. Cuatro presostatos para indicar valores extremos; manómetro para lectura local.

E. Válvula de despresurización, con silenciador; adaptación de conexiones y nuevo sistema de complementación automática de aire. Este sistema deberá consistir en un conjunto con filtro de aire y válvula solenoide comandada desde el regulador de acuerdo con los niveles del mando por el regulador y los niveles de aceite en el tanque.

F. Los elementos que el Contratista deberá suministrar deben incluir las válvulas de aislamiento y de paso para mantenimiento como así también válvulas de retención; suministro de una nueva válvula de alivio.

2.10.10 Medición de salto neto

La medición de salto neto deberá realizarse con sensores hidrostáticos ubicados aguas arriba y aguas debajo de la central. Para la medición de presión aguas arriba se instalarán 2 sensores por turbina y se ubicarán en la pared de la pila de los vanos de toma, aguas debajo de la reja de entrada a la unidad. La señal proveniente de estos sensores será recogida y promediada en un instrumento medidor que transferirá la señal al regulador de la turbina. El sensor de medición de nivel aguas abajo será único para todas las unidades y se instalará en el pozo de medición de nivel de restitución que se utiliza actualmente para medir nivel aguas abajo.

2.11 ENSAYOS EN FÁBRICA

2.11.1 Generalidades

UTE presenciara los montajes y ensayos finales de acuerdo al plan de inspección y ensayos a remitir por el Contratista al comienzo del proyecto. El Contratista deberá notificar a UTE las fechas respectivas de los ensayos en fábrica con al menos cuatro semanas de anticipación para poder planificar su presencia durante los ensayos. Los resultados de los ensayos deberán presentarse a UTE para aprobación antes de proceder con el despacho de los componentes ensayados.

Es obligación del Contratista de suministrar todos los equipos e instrumentos debidamente calibrados, previo al inicio de los ensayos.

2.11.2 Montaje en fábrica

A. El Contratista deberá montar en fábrica el equipamiento del regulador para su inspección, operación y ensayos. Dado que no se dispondrán de todos los elementos del sistema, es obligación del Contratista de simular las condiciones de trabajo en sitio disponiendo los siguientes componentes:

1. Cubículo de control del regulador.
2. Tanque de depósito, con sus bombas y válvulas, que podrá ser simulado con un sistema de presión nitrógeno aceite o aire aceite, sobre el que se instalará toda la instrumentación que se propone utilizar en la modernización.
3. Servomotores de ensayo conectados a los tanques de presión, sobre los que se instalarán los sensores de posición que se utilizarán en la modernización, y además se controlarán durante el ensayo con las válvulas distribuidoras y los bloques de válvulas de control que se haya propuesto utilizar en la modernización.

B. Todos los instrumentos a utilizar en la modernización serán alimentados y conectados al nuevo sistema de control del regulador de velocidad en fábrica, permitiendo así probar todas las funcionalidades del sistema con sus dispositivos de realimentación reales conectados al mismo.

2.11.3 Ensayos en fábrica

Los ensayos en fábrica deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la edición aplicable de las normas IEC e IEEE y de esta especificación, y deberán incluir los ensayos combinados de los componentes electrónicos y oleo-hidráulicos, interconectados y con la menor simulación de software posible de componentes procurando tener conectados y en funcionamiento la totalidad de las válvulas y dispositivos de realimentación que se vayan a utilizar en la modernización.

2.11.4 Ensayos de operación de los componentes

Los ensayos de operación para verificar el cumplimiento de estas especificaciones se deberán ejecutar en todos los equipos y componentes siguientes, sin que esta lista sea limitativa.

- A. Unidades de bombeo.
- B. Interruptores de presión.
- C. Válvulas de alivio.
- D. Válvulas de descarga.
- E. Válvulas de flotante.
- F. Dispositivos de ajuste de generación.
- G. Interruptores de velocidad.
- H. Circuitos de detección de resbalamiento.

I. Interruptores de posición de las paletas directrices.

J. Dispositivos de transferencia del control del regulador remoto-automático-manual.

K. Dispositivo de bloqueo de paletas, y dispositivo hidráulico de detención.

L. Solenoides de arranque y detención.

M. Controles de estatismo.

N. Limitador electrónico de apertura.

O. Otros relativos al diseño particular del regulador, tales como: arranque de la unidad, bloqueo electrónico, verificación de los dispositivos limitadores electrónicos, etc.

Todos los dispositivos que requieran ajuste se deberán verificar en todo su rango para luego efectuar el ajuste final, de modo de reducir al mínimo estas tareas durante el montaje en el sitio.

Los ensayos dieléctricos de los aparatos se deberán realizar de acuerdo con los requisitos aplicables de las normas (NEMA), (ANSI) e (IEEE) e incluir el ensayo de Surge Withstand Capability (SWC), de acuerdo con la última revisión de la norma ANSI C37.90. Los ensayos de continuidad se deberán ejecutar recorriendo punto a punto cada circuito. Los ensayos dieléctricos se deberán efectuar entre todos los circuitos sin puesta a tierra y tierra, entre conductores de polaridad opuesta y en los interruptores auxiliares y de control. Los circuitos electrónicos deberán ser ensayados de acuerdo con la Norma N° 972 de (IEEE).

Todos los componentes del regulador se deberán ensayar hidrostáticamente a una presión del 150% de la presión de diseño máxima normal durante un período no menor de 1 hora.

Cualquier fuga, deformación o defecto que se produjere o detectare durante o después de los ensayos en fábrica se deberá corregir a satisfacción de UTE. Después que se hayan efectuado las correcciones UTE podrá requerir la repetición de los ensayos. Las correcciones y la repetición de cualquier ensayo se deberán ejecutar sin costo adicional alguno.

Después de la ejecución de los ensayos se deberán limpiar totalmente todos los componentes y cañerías, para eliminar cualquier líquido que pueda causar corrosión.

2.11.5 Ensayos de funcionamiento en fábrica

A los efectos de determinar, sobre la base de los ensayos en fábrica y en el sitio, si el regulador satisface los requisitos de comportamiento especificados, la magnitud de las oscilaciones de velocidad o de potencia se define como la suma de las amplitudes de tales oscilaciones por encima y por debajo de los valores promedio de velocidad o de potencia entregada.

De acuerdo con el tipo de sensores de señales suministrado como equipo estándar por el proveedor podrá resultar necesario el uso de un generador de señales con cambios de frecuencia del 0,01% de la frecuencia nominal.

Los ensayos de funcionamiento deberán incluir, aunque no se limitarán, a los siguientes:

- A. Linealidad.
- B. Estabilidad.
- C. Banda muerta.
- D. Tiempo muerto.
- E. Acción (PID),
- F. Regulación permanente de velocidad.
- G. Operación manual.
- H. Influencia de la temperatura.

2.11.6 Informes

A. 60 días antes de iniciar los ensayos en fábrica el Contratista deberá presentar un informe que incluya como mínimo:

1. Una breve descripción del propósito de los mismos y de los procedimientos a utilizar.
2. Copias marcadas de los planos eléctricos mostrando conexiones, puntos de medición, etc.
3. Detalles acerca de los instrumentos a utilizar.
4. Tablas y/o curvas representativas.

B. El Contratista deberá remitir 6 copias certificadas de los datos de los ensayos de funcionalidad. Debe definir en la documentación licitatoria como conformar y entregar esta documentación.

C. Los resultados de los ensayos se deberán registrar e incluir en los Manuales de Operación y Mantenimiento para utilizarlos como futura referencia y verificaciones de funcionamiento.

2.12 ENSAYOS EN SITIO

2.12.1 Montaje

El Contratista deberá instalar todos los equipos renovados y certificados para reuso, incluyendo las cañerías y los conductores eléctricos que interconecten los distintos componentes del regulador y de la turbina.

La instalación de cañerías y la realización del cableado deberán estar de acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Técnicas Generales.

2.12.2 Ubicación

Los componentes se deberán posicionar como se indica en los planos siendo responsabilidad del Contratista la de ejecutar las fijaciones, incluyendo la puesta a tierra de los equipos que se proveerán para tal fin.

2.12.3 Limpieza de tuberías

Son aplicables los requerimientos de limpieza de tuberías descritos en las especificaciones técnicas generales y deberán observarse los mismos tanto para las tuberías de aire como de aceite.

2.12.4 Ensayos

El Contratista deberá efectuar en obra los ensayos de puesta en marcha, así como también los de aceptación de cada regulador, los que se deberán celebrar conjuntamente con los de la turbina y generador.

El Contratista deberá preparar procedimientos detallados de las inspecciones y ensayos que a su juicio deben aplicarse en obra para asegurar el correcto funcionamiento del regulador, incluyendo las inspecciones y pruebas durante la puesta en marcha.

El Contratista deberá realizar todos los ensayos del sistema de regulación de la turbina y suministrar toda la documentación necesaria para que la Central sea habilitada para regulación primaria de frecuencia conforme con las disposiciones de UTE y (DCU) Despacho de Cargas.

2.12.5 Ensayos de operación en sitio

Los ensayos de operación, que deberán ser ejecutados por el Contratista de acuerdo con las normas IEC N° 308 y IEEE-ASME PTC N° 29, deberán ser como mínimo los siguientes:

A. Prueba hidrostática de todos los circuitos hidráulicos del sistema, a una presión del 150% de la presión máxima normal durante un período mínimo de 4 horas.

B. Todos los ensayos estipulados en 2.11.5 “Ensayos de funcionamiento en fábrica”, puntos A), B), C), D), F) y G), y de garantía de regulación con rechazos totales o parciales de carga.

2.12.6 Ensayos de funcionamiento en sitio

Se verificará la apertura y cierre del distribuidor y se ajustarán los tiempos de cierre de acuerdo a los datos resultantes de la simulación de transitorios de la turbina.

Una vez verificado el equipamiento, incluido el control escalonado, durante un período no menor de 2 horas se deberá efectuar el ensayo funcional del sistema constatándose:

- Correcto funcionamiento de los sensores.
- Caudales erogados.
- Presión de operación.
- Consistencia de los límites de calibración, verificando el rango de variabilidad.
- Operatividad de la red.
- Reemplazo entre equipos en funcionamiento.

2.13 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.

Cantidad	Elemento	N° de Plano
Repuestos del Regulador de Velocidad (foto N°:40)		
4	Camisa válvula piloto	4T 79613
4	Vástago válvula piloto	5T 79614
2	Camisa inferior del Relé de Péndulo	4T 83392
2	Camisa superior del Relé de Péndulo	5T 83393
2	Vástago Relé de Péndulo	5T 83394
4	Relé de Péndulo	4T 83365
3	Disco fricción amortiguación (vertical)	5T 88363
4	Disco fricción amortiguación (horizontal)	6T 88365
2	Cama de amortiguación	Plano General 3T 70483 referencia 4T 78696
1	Horquilla del mecanismo anti endurecimiento de la válvula piloto.	-----

Cantidad	Elemento	N° de Plano
Repuestos del Sistema de Regulación (foto N°:41, 42, 43, 44, 45, 46 y 47)		
1	Bomba IMO para presión normal 20Kg/cm ² , completa para montar.	Plano General 2T 70512
1	Bomba IMO para presión emergencia 30Kg/cm ² , completa para montar.	Plano General 2T 70512
4	Cuerpos de bombeo para presión normal 20Kg/cm ² .	Plano General 2T 70512
3	Cuerpos de bombeo para presión emergencia 30Kg/cm ² .	Plano General 2T 70512
5	Válvulas de piloto de las bombas IMO para presión normal 20Kg/cm ²	4T 81580
3	Válvulas de comando de las bombas IMO para presión normal 20Kg/cm ²	4T 81580
2	Resorte para válvula hidráulica	3T 189360
6	Aros para válvula hidráulica	3T 189360
1	Válvula de retención de pie de válvula comando de las bombas IMO para presión normal 20Kg/cm ²	-----
2	Válvulas de retención bomba de emergencia para presión 30Kg/cm ² .	-----
1	Cañería de succión Bomba IMO presión de emergencia.	-----

2.13.1 Fotos de repuestos existentes



Fotografía 1 - Conjunto repuestos del Regulador de Velocidad



Fotografía 2 - Bomba IMO para presión normal 20Kg/cm², completa para montar.



Fotografía 3 - Bomba IMO para presión emergencia 30Kg/cm², completa para montar



Fotografía 4 - válvulas de piloto y comando de las bombas IMO para presión normal 20Kg/cm²



Fotografía 5 - Resortes y aros para válvula hidráulica



Fotografía 6 - Válvula de retención de pie de válvula comando de las bombas IMO para presión normal 20Kg/cm²



Fotografía 7 - Válvulas de retención bomba de emergencia para presión 30Kg/cm².



Fotografía 8 - Cañería de succión Bomba IMO presión de emergencia.

2.14 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
-----------	--------

DOCUMENTO	NOMBRE
1T102489	Regulador Kaplan
1T70550	Cañerías de aceite de regulador
1T110683a	Corte longitudinal del rodete – Plano de conjunto
1T168870 2	Regulador
1T168870	Caratula Esquema Regulación
1T168870	Posición disparo emergencia eléctrico 40 y 45% 8-2011
1T168870	Posición disparo emergencia hidráulico 45% 8-2011
1T168870	Posición marcha 8-2011
1T168870	Posición parada C
1T289259	Servomotores del distribuidor – Plano general de cañerías
2T70551	Servomotor del distribuidor
2T70552	Servomotor del distribuidor
2T72391	Bastidor – Cilindro del servomotor
2T72392	Cilindro del servomotor
2T76718	Depósito de aceite
2T94638	Barra de comando completa regulador – Servomotor distribuidor
2T99279	Tanque de aceite
2T102368	Regulador – Valvular relé Cabezal Kaplan
2T102433	Válvula reguladora rodete – Posición de equilibrio
2T102447	Camisa – Servomotor cabezal Kaplan
2T102462	Dispositivo para cambio de camas
2T102467	Carcasa – Cabezal Kaplan
2T102481	Cabezal Kaplan
2T102486	Control longitud valvular – Servomotor del rodete, válvula principal – Cabezal Kaplan
2T14364	Anillo regulador
2T14392	Regla – Indicador abertura del distribuidor y limitador de ascenso del anillo
2T70512	Instalación de aceite a presión
2T70543	STVRVERK, FRANCIS SAMMANSTALLNING
2T72391	Bastidor – Cilindro del servomotor
2T72392	Cilindro del servomotor
2T200300	Sistema central de engrase automático
2T200301	Sistema de engrase automático

DOCUMENTO	NOMBRE
2T200308	Dispositivo centrífugo de sobrevelocidad del grupo generador
2T110699	Rodete
3T101931	Conjunto elevación manual tanque del combinador
3T102366	Carcaza Válvula Relais
3T102371	Brazo de comando cabezal Kaplan
3T102376	LOPHJULSREGULATOR AXEL O. SPINDEL TILL KURVBANA
3T102384	Tubo de alimentación de aceite a servomotor del cabezal
3T102487	Caños de válvula
3T102390	Extractor vapores – Cabezal Kaplan
3T102434	Camisa Válvula reguladora - Rodete
3T102437	Válvula reguladora
3T102445	LAUFRADREGLER, SCHNITT. ZUSAMMENSTELLUNG WASSERTURBINE
3T102455	DETALJER TILL PROVKURVA LOPHJULSSERVOMOTOR VATTENTURBIM
3T102460	Pieza superior del vástago – servomotor del cabezal Kaplan
3T102464	Posición de camas (cabezal Kaplan)
3T102488	Herramientas de montaje desmontaje para el forro de la válvula reguladora del rodete
3T153021	Herramientas para recambio de elementos fusibles de las paletas del distribuidor
3T189360	VALV 218
3T72400	Cerrojo del distribuidor
3T75197	Pistón servomotor
3T79653	VALV 212
3T79677	VALV 202
3T79682	VALV 211
3T94633	Pistón del servomotor
4T 168839	Esquema regulador pupitre
4T59986	Válvula disparo sobrevelocidad 50%
4T72396	Válvula cierre lento distribuidor
TS14A07026f1	Planta tuberías
TS14A07265c	Planta tuberías
TS14A07266e1	Planta tuberías

DOCUMENTO	NOMBRE
E-5594 h-48	Abertura del distribuidor encoder
-	IT HABILITACION SIST HIDRAULICO
-	Posiciones del distribuidor