



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL

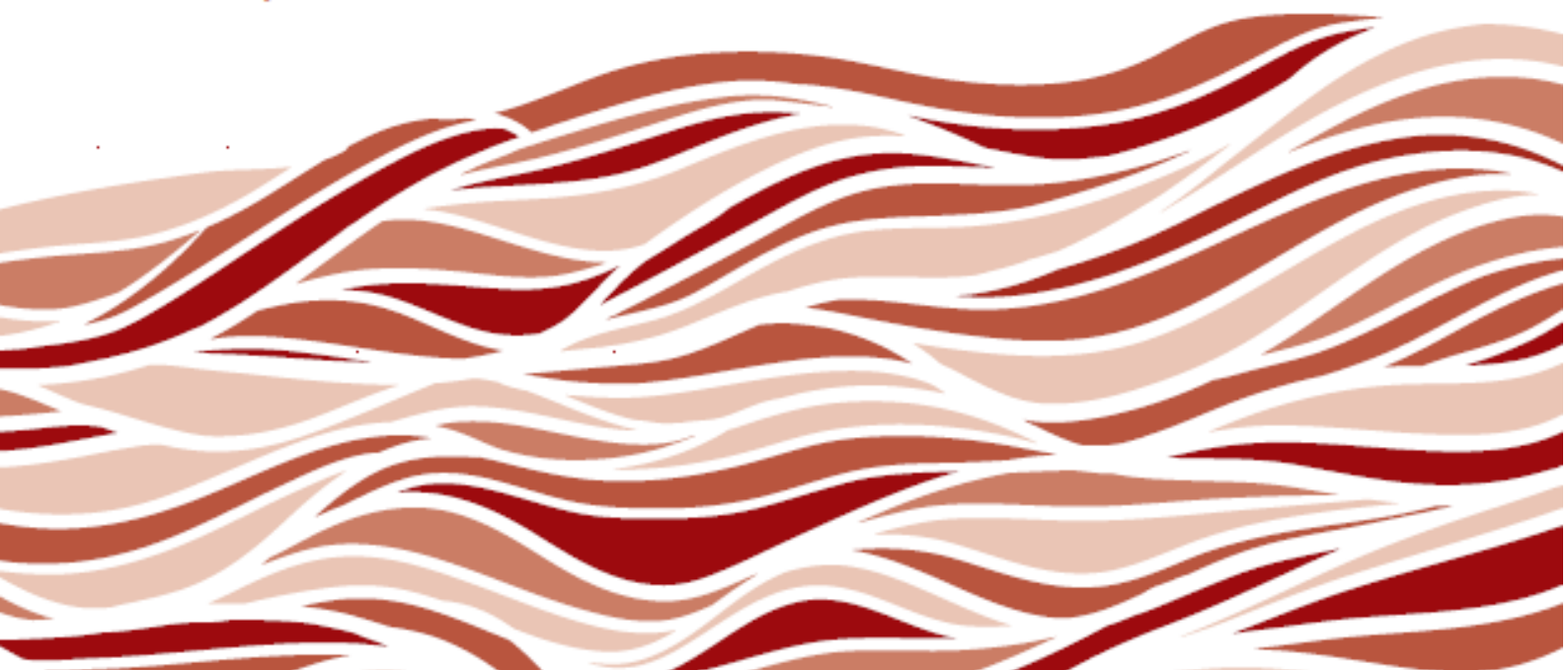


Lineamientos técnicos para el  
desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas

**UNIDADES**

# **Parte 6: Sistema de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa**

PCH/LT 003-6: 2019



## **AVISO LEGAL**

El presente documento se ha elaborado sin edición oficial de las Naciones Unidas. Las denominaciones y la forma en que aparecen presentados los datos en este documento no implican, por parte de la Secretaría de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites, o de su sistema económico o grado de desarrollo. Las denominaciones "desarrollado", "industrializado" y "en vías de desarrollo" se utilizan con fines estadísticos y no expresan necesariamente un juicio sobre la fase alcanzada por una zona o un país determinados en el proceso de desarrollo. La mención de nombres de empresas o productos comerciales no constituye ninguna aprobación por parte de la ONUDI. Aunque se ha puesto gran cuidado en mantener la exactitud de la información aquí contenida, ni la ONUDI ni sus Estados Miembros asumirán responsabilidad alguna por las consecuencias que puedan derivarse del uso del material. El presente documento podrá citarse o reproducirse libremente, pero se ruega que se cite su procedencia.

Lineamientos técnicos para el  
desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas

**UNIDADES**

## **Parte 6: Sistema de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa**

**PCH/LT 003-6: 2019**

## AGRADECIMIENTOS

Los lineamientos técnicos (LT) son el resultado de la colaboración entre la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI) y la Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (INSHP). Unos 80 expertos internacionales y 40 organismos internacionales participaron en la elaboración y revisión inter pares del documento, y aportaron comentarios y sugerencias concretos para que los LT fueran profesionales y aplicables.

La ONUUDI y la INSHP agradecen enormemente las contribuciones aportadas durante la elaboración de estos lineamientos y, en particular, las realizadas por las siguientes organizaciones internacionales:

- El Mercado Común para el África Oriental y Meridional (COMESA)

La Red Mundial de Centros Regionales de Energía Sostenible (GN-SEC), en particular el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la CEDEAO (ECREEE), el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética de África Oriental (EACREEE), el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Pacífico (PCRE EE) y el Centro de Energías Renovables y Eficiencia Energética del Caribe (CCREEE).

El Gobierno chino ha facilitado la finalización de estos lineamientos y ha sido de gran importancia para su conclusión.

La elaboración de estos lineamientos se ha beneficiado en gran medida de las valiosas aportaciones, revisiones y comentarios constructivos, así como de las contribuciones recibidas de Sr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Sr. Adoyi John Ochigbo, Sr. Arun Kumar, Sr. Atul Sarthak, Sr. Bassey Edet Nkposong, Sr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Sra. Chang Fangyuan, Sr. Chen Changjun, Sra. Chen Hongying, Sr. Chen Xiaodong, Sra. Chen Yan, Sra. Chen Yueqing, Sra. Cheng Xialei, Sra. Chileshe Kapaya Matantilo, Sra. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Sr. Deogratias Kamweya, Sr. Dolwin Khan, Sr. Dong Guofeng, Sr. Ejaz Hussain Butt, Sra. Eva Kremere, Sra. Fang Lin, Sr. Fu Liangliang, Sr. Garaio Donald Gafiye, Sr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Sr. Guo Chenguang, Sr. Guo Hongyou, Sr. Harold John Annegam, Sra. Hou Ling, Sr. Hu Jianwei, Sra. Hu Xiaobo, Sr. Hu Yunchu, Sr. Huang Haiyang, Sr. Huang Zhengmin, Sra. Januka Gyawali, Sr. Jiang Songkun, Sr. K. M. Dhahesan Unnithan, Sr. Kipyego Cheluget, Sr. Kolade Esan, Sr. Lamysier Castellanos Rigoberto, Sr. Li Zhiwu, Sra. Li Hui, Sr. Li Xiaoyong, Sra. Li Jingjing, Sra. Li Sa, Sr. Li Zhenggui, Sra. Liang Hong, Sr. Liang Yong, Sr. Lin Xuxin, Sr. Liu Deyou, Sr. Liu Heng, Sr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Sra. Lu Xiaoyan, Sr. Lv Jianping, Sr. Manuel Mattiat, Sr. Martin Lugmayr, Sr. Mohamedain SeifElnasr, Sr. Mundia Simainga, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Olumide TaiwoAlade, Sr. Ou Chuanqi, Sra. Pan Meiting, Sr. Pan Weiping, Sr. Ralf Steffen Kaeser, Sr. Rudolf Hupfl, Sr. Rui Jun, Sr. Rao Dayi, Sr. Sandeep Kher, Sr. Sergio Armando Trelles Jasso, Sr. Sindiso Ngwenga, Sr. Sidney Kilmete, Sra. Sitraka Zarasoa Rakotomahefa, Sr. Shang Zhihong, Sr. Shen Cunke, Sr. Shi Rongqing, Sra. Sanja Komadina, Sr. Tareqemtairah, Sr. Tokihiko Fujimoto, Sr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Sr. Tan Xiangqing, Sr. Tong Leyi, Sr. Wang Xinliang, Sr. Wang Fuyun, Sr. Wang Baoluo, Sr. Wei Jianghui, Sr. Wu Cong, Sra. Xie Lihua, Sr. Xiong Jie, Sra. Xu Jie, Sra. Xu Xiaoyan, Sr. Xu Wei, Sr. Yohane Mukabe, Sr. Yan Wenjiao, Sr. Yang Weijun, Sra. Yan Li, Sr. Yao Shenghong, Sr. Zeng Jingnian, Sr. Zhao Guojun, Sr. Zhang Min, Sr. Zhang Liansheng, Sr. Zhang Zhenzhong, Sr. Zhang Xiaowen, Sra. Zhang Yingnan, Sr. Zheng Liang, Sr. Sr. Zheng Yu, Sr. Zhou Shuhua, Sra. Zhu Mingjuan.

Agradeceríamos cualquier otra recomendación o sugerencia de aplicación para la actualización.

# Índice

|  |     |
|--|-----|
| Prólogo.....   | III |
| Introducción.....  | I   |
| 1 Alcance.....   | 1   |
| 2 Referencias normativas.....  | 1   |
| 3 Términos y definiciones.....   | 2   |
| 4 Condiciones de servicio.....   | 2   |
| 4.1 Condiciones ambientales.....   | 2   |
| 4.1.3 Requisito de temperatura ambiente:.....  | 2   |
| 4.2 Condiciones de suministro de energía.....  | 3   |
| 4.3 Otras condiciones.....   | 3   |
| 5 Requisitos técnicos.....   | 4   |
| 5.1 Requisitos técnicos del sistema de seguimiento.....  | 4   |
| 5.2 Requisitos técnicos para la protección de relés.....   | 15  |
| 5.3 Requisitos técnicos para la fuente de alimentación de corriente directa.....                           | 17  |
| 6 Alcance del suministro y piezas de repuesto.....   | 18  |
| 6.1 Sistema de vigilancia.....   | 18  |
| 6.2 Sistema de protección de relé.....   | 18  |
| 6.3 Sistema de fuente de alimentación de Corriente directa.....  | 18  |
| 6.4 Otros equipos y piezas de repuesto.....  | 18  |
| 7 Documentos técnicos.....   | 19  |
| 8 Inspección en fábrica.....   | 19  |
| 8.1 Reglas de prueba, inspección y aceptación.....   | 19  |
| 8.2 Inspección de la apariencia del equipo, configuración de software/hardware y documentos técnicos... .. | 20  |
| 8.3 Pruebas de funcionamiento y rendimiento.....   | 21  |
| 8.4 Prueba de la capacidad adaptativa de la fuente de alimentación.....                                    | 25  |
| 8.5 Prueba de resistencia de aislamiento.....  | 25  |
| 8.6 Prueba de corriente continua.....  | 25  |
| 8.7 Inspección y aceptación previa a la entrega.....   | 25  |
| 9 Aceptación del emplazamiento.....  | 26  |
| 9.1 Condiciones ambientales para las pruebas y aceptación del sitio.....                                   | 26  |
| 9.2 Reglas de aceptación y prueba del sitio.....   | 26  |
| 9.3 Inspección de la apariencia del equipo, configuración de software/hardware y documentos técnicos... .. | 27  |
| 9.4 Inspecciones de cableado, instalación y desembalaje del sitio.....                                     | 27  |
| 9.5 Pruebas de funcionamiento y rendimiento.....   | 28  |
| 10 Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento.....                                    | 33  |
| 10.1 Placa de identificación.....  | 33  |
| 10.2 Embalaje.....   | 33  |
| 10.3 Transporte.....   | 34  |
| 10.4 Almacenamiento.....   | 34  |
| 11 Instalación y formación.....  | 34  |
| 11.1 Instalación.....  | 34  |
| 11.2 Capacitación.....   | 34  |

**PCH/LT 003-6:2019**

12 Periodo de garantía de calidad..... 35  
Apéndice A (Normativo) Inspección, pruebas de aceptación..... 36

## Prólogo

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) es un organismo especializado del sistema de las Naciones Unidas para promover un Desarrollo Industrial Sostenible e Inclusivo (ISID) a escala mundial. La relevancia del ISID como enfoque integrado de los tres pilares del desarrollo sostenible está reconocida por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y los correspondientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que enmarcarán los esfuerzos de las Naciones Unidas y de los países hacia el desarrollo sostenible durante los próximos quince años. El mandato de la ONUDI para el ISID abarca la necesidad de apoyar la creación de sistemas energéticos sostenibles, ya que la energía es esencial para el desarrollo económico y social y para mejorar la calidad de vida. La preocupación y el debate internacionales sobre la energía han ido en aumento en las dos últimas décadas, en las que los problemas de la reducción de la pobreza, los riesgos medioambientales y el cambio climático han pasado a ocupar un lugar central.

La INSHP (Red Internacional de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas) es una organización internacional de coordinación y promoción del desarrollo mundial de las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), que se basa en la participación voluntaria de los puntos focales regionales, subregionales y nacionales, las instituciones pertinentes, los servicios públicos y las empresas, y tiene como principal objetivo el beneficio social. El objetivo de la INSHP es promover el desarrollo mundial de las PCH mediante la cooperación técnica y económica triangular entre países en desarrollo, países desarrollados y organizaciones internacionales, con el fin de suministrar a las zonas rurales de los países en desarrollo una solución energética respetuosa con el medio ambiente, asequible y adecuada, que permita aumentar las oportunidades de empleo, mejorar los entornos ecológicos, mitigar la pobreza, mejorar los niveles de vida y culturales locales y el desarrollo económico.

La ONUDI y la INSHP han estado cooperando en el Informe sobre el Desarrollo Mundial de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas desde el año 2010. Según los informes, el desarrollo de PCH en todo el mundo no ha sido suficiente para satisfacer la demanda. Uno de los obstáculos al desarrollo en la mayoría de los países es la falta de tecnologías. La ONUDI, en cooperación con el INSHP, mediante la cooperación mundial de expertos y basándose en experiencias exitosas de desarrollo, decidió desarrollar los LT de PCH para satisfacer la demanda de los Estados miembros.

Estos LT se redactaron de acuerdo con las normas editoriales de las Directivas ISO/IEC, Parte 2 (véase [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de estos LT puedan estar sujetos a derechos de patente. La ONUDI y la INSHP no serán responsables de la identificación de tales derechos de patente.

## Introducción

Las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) son objeto de un reconocimiento cada vez mayor como una importante solución de energía renovable para el reto que supone la electrificación de las zonas rurales remotas. Sin embargo, mientras que la mayoría de los países de Europa, América del Norte y del Sur y China cuentan con un alto grado de capacidad instalada, el potencial de las PCH en muchos países en desarrollo sigue sin explotarse y se ve obstaculizado por una serie de factores, como la falta de buenas prácticas o normas acordadas a nivel mundial para el desarrollo de las PCH.

Estos Lineamientos Técnicos (LT) para el Desarrollo de Pequeñas Centrales Hidroeléctricas abordarán las limitaciones actuales de la normativa aplicada a los lineamientos técnicos para PCH aplicando los conocimientos especializados y las mejores prácticas existentes en todo el mundo. Se pretende que los países utilicen estos lineamientos acordados para apoyar su política, tecnología y ecosistemas actuales. Los países que tienen capacidades institucionales y técnicas limitadas podrán mejorar su base de conocimientos en el desarrollo de PCH, atrayendo así más inversiones en proyectos de PCH, fomentando políticas favorables y ayudando posteriormente al desarrollo económico a nivel nacional. Estos LT serán valiosos para todos los países, pero sobre todo permitirán compartir experiencias y buenas prácticas entre países con escasos conocimientos técnicos.

Los LT pueden utilizarse como principios y base para la planificación, el diseño, la construcción y la gestión de PCH de hasta 30 MW.

- Los términos y definiciones de los LT especifican los términos y definiciones técnicos profesionales utilizados habitualmente para las PCH.
- Los lineamientos de diseño proporcionan directrices sobre requisitos básicos, metodología y procedimiento en cuanto a selección del sitio, hidrología, geología, diseño del proyecto, configuraciones, cálculos energéticos, hidráulica, selección de equipos electromecánicos, construcción, estimación de costos del proyecto, valoración económica, financiación, y evaluaciones sociales y medioambientales, con el objetivo, en última instancia, de obtener las mejores soluciones de diseño.
- Los lineamientos de unidades especifican los requisitos técnicos de las turbinas de PCH, los sistemas del gobernador de turbinas hidráulicas, los sistemas de excitación y las válvulas principales, así como los sistemas de supervisión, control, protección y las fuentes de alimentación de corriente directa.
- Los lineamientos de construcción pueden utilizarse como documentos técnicos de orientación para la construcción de proyectos de PCH.
- Los lineamientos de gestión proporcionan orientaciones técnicas para la gestión, el funcionamiento, el mantenimiento, la renovación técnica y la aceptación de proyectos de PCH.





# Lineamientos técnicos para el desarrollo de pequeñas centrales/unidades hidroeléctricas

## Parte 6: Sistema de supervisión, control, protección y fuente de alimentación de corriente directa

### 1 Alcance

Esta parte de los lineamientos de unidades especifica los requisitos técnicos y los requisitos básicos para el alcance del suministro, las piezas de repuesto, los documentos técnicos, las pruebas, la inspección y la aceptación, el embalaje, el transporte, el almacenamiento, la instalación, la formación, el funcionamiento y el mantenimiento para el sistema de supervisión, control y protección de pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH) y el sistema de la fuente de alimentación de corriente directa.

### 2 Referencias normativas

En el texto, se hace referencia a los siguientes documentos, de forma tal que una parte o la totalidad del contenido de dichos documentos constituye los requisitos de este documento. Para las referencias fechadas, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento de referencia (incluidas las modificaciones).

IEC 60255-5, *Relés eléctricos. Parte 5: Coordinación de aislamiento para medir los relés y el equipo de protección: requisitos y pruebas*

IEC 60255-22-1, *Relés de medición y equipos de protección. Parte 22-1: Pruebas de perturbaciones eléctricas: pruebas de inmunidad a explosiones de 1 MHz*

IEC 60255-22-2, *Relés de medición y equipos de protección. Parte 22-2: Pruebas de perturbaciones eléctricas: pruebas de descarga electrostática*

IEC 60255-22-3, *Relés de medición y equipos de protección. Parte 22-3: Pruebas de perturbaciones eléctricas: inmunidad al campo electromagnético radiado*

IEC 60255-22-4, *Relés de medición y equipos de protección. Parte 22-4: Pruebas de perturbaciones eléctricas: prueba de inmunidad a transitorios rápidos/ráfagas eléctricas*

IEC 60255-22-5, *Relés de medición y equipos de protección. Parte 22-5: Pruebas de perturbaciones eléctricas: prueba de inmunidad a sobretensiones*

EC 61131-3, *Controladores programables. Parte 3: Lenguajes de programación*

PCH/LT 001: *Lineamientos técnicos para el desarrollo de pequeñas centrales hidroeléctricas - Términos y definiciones.*

### 3 Términos y definiciones

A los efectos de este documento, se aplican los términos y definiciones dados en las referencias normativas.

### 4 Condiciones de servicio

#### 4.1 Condiciones ambientales

**4.1.1** El equipo deberá instalarse en interiores o en lugares protegidos de la intemperie y deberá utilizarse en un ambiente con aire limpio y sin riesgos de explosión. El aire ambiente estará libre de gases y polvo conductor para evitar la corrosión del metal y daños al aislamiento.

**4.1.2** La altitud no excederá los 2500 m. Cuando se utiliza en lugares con una altitud superior a 2 500 m, es necesario considerar la reducción de las propiedades dieléctricas y la disminución del efecto de enfriamiento del aire, y el usuario deberá negociar con el proveedor.

#### 4.1.3 Requisito de temperatura ambiente:

- a) Sala de ordenadores y sala de control central para control a nivel de estación: 18 °C a 30 °C;
- b) Unidad de control local (LCU): - 5 °C a 40 °C;
- c) El valor medio diario de la temperatura ambiente no supera los 35 °C.

**NOTA** Si la temperatura ambiente interior excede el rango antes mencionado, el usuario deberá declararlo o negociar con el proveedor.

#### 4.1.4 Requisito de humedad relativa del aire:

- a) Sala de ordenadores y sala de control central para control a nivel de estación: 45 % a 65 %;
- b) UCL: 20 % a 90 % (sin condensación).

**4.1.5** Se considerarán medidas de prevención de polvo para los equipos del sistema según los diferentes lugares de instalación; en particular, se tomarán medidas de protección temporal al inicio de la construcción y cuando la LCU entre en funcionamiento por etapas. El valor de referencia para los parámetros de polvo del lugar de servicio del equipo es: la cantidad de polvo con un tamaño de partícula superior a 0,5 m debe ser inferior a 18 000 partículas/L.

**4.1.6** Requisitos de resistencia a vibraciones y golpes del equipo del sistema:

- a) Sala de ordenadores y sala de control central para control a nivel de estación: La frecuencia de vibración estará dentro del rango de 5 Hz a 200 Hz y la aceleración no será superior a 5 m/s<sup>2</sup>;
- b) UCL: La frecuencia de vibración estará dentro del rango de 5 Hz a 500 Hz y la aceleración no será superior a 10 m/s<sup>2</sup>;
- c) Para regiones propensas a terremotos, la estructura del equipo se diseñará con las consideraciones especiales correspondientes.

**4.2** Condiciones de suministro de energía

Dentro del siguiente rango de voltaje y frecuencia de suministro de energía, el suministro de energía para vigilancia, protección y el sistema la fuente de alimentación de corriente directa deben funcionar correctamente y no deben sufrir daños dentro del siguiente rango de voltaje de suministro de energía:

- a) Fuente de alimentación de CA:

Variación del voltaje de entrada:

110 x (85 % a 110 %) V

220 x (85 % a 110 %) V

380 x (85 % a 110 %) V

- b) Desviación permitida de frecuencia: ±10 %

- c) Fuente de alimentación de corriente directa

220 x (85 % a 115 %) V

110 x (85 % a 115 %) V

**4.3** Otras condiciones

Otras condiciones especiales de servicio serán determinadas por y entre el proveedor y el usuario mediante negociación.

## **5 Requisitos técnicos**

### **5.1 Requisitos técnicos del sistema de seguimiento.**

#### **5.1.1 Requisitos de hardware**

**5.1.1.1** El control a nivel de estación y el control a nivel local se establecerán de acuerdo con la jerarquía de control y el equipo de la central hidroeléctrica y utilizarán la estructura del sistema abierto, jerárquico y distribuido. El principio de configuración del sistema de seguimiento será:

- a) El control a nivel de estación puede tener un sistema de control dedicado o un sistema de control dedicado con redundancia, según sea necesario.
- b) El control a nivel local está compuesto por varios conjuntos de LCU según el equipo controlado (como el turbogenerador hidráulico, subestación transformadora, auxiliares de estación común y compuertas hidromecánicas).
- c) El control a nivel de estación y el control a nivel local utilizarán la estructura Ethernet en estrella o Ethernet en bucle.

**5.1.1.2** Los equipos del sistema de monitorización podrán clasificarse según los siguientes principios:

- a) El equipo del sistema de vigilancia por computadora puede clasificarse en dos categorías según su diseño: equipo de control a nivel de estación y equipo de control a nivel local.
- b) Los equipos del sistema de vigilancia por computadora se pueden clasificar en tres categorías según el módulo de propósito general: equipo auxiliar e informático, equipos de comunicación de red y equipos de suministro de energía.

**5.1.1.3** Configuración y requisitos técnicos de la computadora (o procesador) de control a nivel de estación:

- a) La longitud de palabra del procesador no será inferior a 64 bits y la frecuencia principal no será inferior a 1 GHz.
- b) La memoria de la computadora deberá tener capacidad suficiente y reservar más del 40 % de asignación en la distribución.
- c) El almacenamiento del sistema informático deberá tener suficiente capacidad de almacenamiento para respaldar la gestión del almacenamiento de los documentos del sistema, los documentos de solicitud y los datos históricos y en tiempo real (incluida la información acumulada diaria, mensual y anual) para implementar el sistema de control.

**5.1.1.4 Configuración y requisitos técnicos de la LCU:**

- a) La LCU podrá funcionar por separado después de haber sido separada del sistema informático de control a nivel de estación, mientras tanto podrá estar equipada con una pantalla táctil para realizar la vigilancia local:
- b) La LCU puede estar equipada con un dispositivo de medición de temperatura, un dispositivo de control y medición de velocidad de rotación, un dispositivo de sincronización y los instrumentos necesarios de acuerdo con los requisitos de diseño.
- c) La LCU se puede configurar con la unidad de gestión de comunicación inteligente. La unidad de gestión de comunicación inteligente deberá tener suficientes interfaces de comunicación para comunicarse con el equipo inteligente como el sistema de excitación y el sistema de gobernador; mientras tanto, estará equipado con la interfaz de comunicación de red para comunicarse con la computadora a nivel de estación.
- d) La LCU del turbogenerador hidráulico deberá configurarse con el botón de parada de emergencia.
- e) El controlador lógico configurado para la LCU deberá cumplir los siguientes requisitos básicos de rendimiento:
  - 1) Velocidad de escaneo:  $\leq 1,8$  ms/k;
  - 2) Capacidad de almacenamiento:  $\geq 512$  kB;
  - 3) Contar al menos con la interfaz de comunicación del modo bus RS-485.
  - 4) La capacidad del punto de E/S será superior a la capacidad realmente disponible y se reservará un margen no inferior al 10 %.

**5.1.1.5 Principio de configuración del dispositivo de sincronización:**

- a) El punto de sincronización se configurará con el dispositivo de cuasi sincronización automática y el dispositivo de cuasi sincronización manual.
- b) El dispositivo de cuasi sincronización automática debería emplear el producto basado en microcomputadora.

**5.1.1.6 Configuración y requisitos técnicos de la fuente de alimentación:**

- a) El control a nivel de estación del sistema de vigilancia por computadora deberá estar equipado con un sistema de alimentación ininterrumpida (UBS) o un sistema de alimentación inversor. En caso de una pérdida de energía CA externa, la capacidad del UPS debe ser suficiente para que el equipo del sistema de vigilancia por computadora funcione continuamente durante no menos de 2 horas; la capacidad del inversor no debe ser inferior a la potencia máxima de todo el equipo del sistema de vigilancia por computadora. El control a nivel local deberá estar equipado con la fuente de alimentación estabilizada y la fuente de alimentación conmutada con entrada AC/DC simultáneamente, pudiendo equiparse también con la fuente de alimentación inversora, cuando sea necesario.

- b) La fuente de alimentación ininterrumpida o la fuente de alimentación del inversor, la fuente de voltaje estabilizado y la fuente de alimentación conmutada utilizados por los equipos del sistema de vigilancia por computadora deberán funcionar normalmente y no sufrirán daños en las condiciones de suministro de energía estipuladas en esta norma.
- c) El equipo del sistema de vigilancia por computadora no deberá dañarse cuando el voltaje de entrada caiga al límite inferior o se inviertan las polaridades positiva y negativa.

**5.1.1.7** Principio de configuración para la protección contra rayos:

- a) La interfaz de comunicación estará equipada con un dispositivo de protección contra sobretensiones.
- b) La señal de entrada analógica alimentada a la sala de control central deberá estar equipada con un dispositivo de protección contra sobretensiones.
- c) El terminal de entrada de CA de la fuente de alimentación de corriente directa deberá estar equipado con un protector de voltaje.
- d) El terminal de entrada de la fuente de alimentación y el terminal de entrada de voltaje del dispositivo de protección del relé deben estar equipados con el circuito de protección contra sobretensiones.

**5.1.1.8** Requisitos técnicos para el sistema de puesta a tierra:

- a) El sistema de seguimiento informático se conectará a tierra con la red de tierra común de la central hidroeléctrica; la resistencia de puesta a tierra no deberá ser superior a 4  $\Omega$  y esta rejilla de puesta a tierra no deberá conectarse a la rejilla de puesta a tierra de protección contra rayos de la central hidroeléctrica.
- b) Para evitar la conexión a tierra de la corriente circulante o la interferencia del ruido del suelo y para la seguridad del equipo, el gabinete, la fuente de alimentación de CA, el circuito lógico, el circuito de señal y la capa protectora del cable del equipo del sistema de vigilancia por computadora deben conectarse a tierra de acuerdo con los siguientes principios:
  - 1) El recinto del equipo o las partes metálicas expuestas que no transportan corriente deberán estar conectados a tierra.
  - 2) La fuente de alimentación de CA aislada se conectará a tierra cuando el voltaje supere los 150 V.
  - 3) Todos los circuitos de CC no aislados de la computadora (incluida la fuente de alimentación de corriente directa, el circuito lógico y el circuito de señal) deben tener solo un punto de conexión a tierra.

- 4) Cuando el circuito común de todos los circuitos de CC no aislados de la computadora esté conectado a tierra en dos o más puntos, la diferencia de potencial de tierra entre dos puntos cualesquiera no deberá ser mayor que el ruido permitido del equipo en cualquier momento.
  - 5) Cuando todos los dispositivos de interfaz externos en cualquier gabinete (o un conjunto de dispositivos) están aislados, el gabinete del gabinete, la fuente de alimentación de CA, la fuente de alimentación de corriente directa de la computadora y la capa de blindaje del cable deben compartir un punto de conexión a tierra en ese gabinete. El circuito lógico de la computadora se conectará al punto de tierra común del gabinete en un solo punto del gabinete.
  - 6) No deberán existir dos rejillas de puesta a tierra separadas en un equipo o en el equipo adyacente.
  - 7) La puesta a tierra de la capa de blindaje de señal y cable se diseñará considerando el punto de puesta a tierra del correspondiente sensor o del resto de equipos conectados, evitando la puesta a tierra en dos puntos y seleccionando la puesta a tierra en un solo punto en el terminal del equipo receptor del sistema de vigilancia por computadora, según corresponda.
- c) Los cables de tierra en el gabinete del equipo que forma parte del sistema de vigilancia por computadora deben ser cortos. La placa de tierra común del gabinete deberá emplear una barra de cobre con una sección transversal superior a 50 mm<sup>2</sup>.
  - d) El gabinete o el recinto deberán estar conectados a tierra a través de los contactos metálicos soportables.
  - e) Cuando el instrumento de prueba se utilice para el sistema de vigilancia por computadora, se deben proporcionar la conexión de suministro de energía y la conexión a tierra para el instrumento de prueba.

### **5.1.2 Requisitos de software**

**5.1.2.1** El sistema operativo proporcionado será el sistema operativo multitarea y multiusuario.

**5.1.2.2** La base de datos consiste en la base de datos centralizada o distribuida la cual deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) La definición de la estructura de la base de datos incluirá todos los elementos de datos necesarios para el seguimiento y la gestión de la central hidroeléctrica.
- b) La base de datos proporcionará interfaces de aplicación convenientes que puedan ser utilizadas directamente por otras bases de datos comerciales.
- c) La base de datos admitirá un acceso rápido y un procesamiento en tiempo real.
- d) La base de datos deberá poder garantizar la integridad y uniformidad de los datos.
- e) La base de datos deberá poder configurar o modificar los datos en línea.



- f) La entrada analógica tendrá atributos como zona muerta de medición, zona muerta de lectura cero, zona muerta de alarma, valor fuera de límite y transformación unitaria de ingeniería.
- g) La base de datos en tiempo real tendrá atributos relevantes como permiso de alarma, código de calidad de datos o bloqueo de control.
- h) La base de datos histórica proporcionará almacenamiento de datos históricos conveniente y confiable y funciones de consulta y respaldo.

**5.1.2.3** Requisitos técnicos para el software de aplicación:

- a) El sistema de seguimiento informático proporcionará el software de aplicación para realizar todas las funciones de supervisión.
- b) Proporcionar el software de aplicación de simulación de formación (opcional).
- c) Proporcionar la vigilancia de condición en línea y el software de aplicación de operación y mantenimiento remoto (opcional).
- d) El software de aplicación será de software estructural modular, y el módulo de software funcional o módulo de tareas será integral e independiente.
- e) El entorno de la aplicación deberá diseñarse de modo que el usuario pueda complementar, modificar o trasplantar de forma segura el software de la aplicación.
- f) Las aplicaciones deberán cumplir con los estándares para el sistema abierto internacional, adoptar la especificación de interfaz que cumpla con los estándares IEC 61131-3 y proporcionar una capacidad de expansión del sistema favorable.

**5.1.3 Requerimientos funcionales**

**5.1.3.1** Requisitos técnicos para la función de recopilación de datos:

- a) Recopilación de datos del control a nivel de estación:
  - 1) Recopilar todo tipo de datos sobre los controles a nivel local en tiempo real.
  - 2) Recibir información de mando y datos sobre los distintos niveles de despacho.
  - 3) Recibir información de datos de sistemas distintos al sistema de vigilancia por computadora de la central hidroeléctrica.

- b) La recopilación de datos del control a nivel local deberá poder:
  - 1) Recoger todo tipo de entradas analógicas (AI (incluida la señal RTD), entradas digitales de estado (DI) y entradas digitales de acumulación en tiempo real y emitir simultáneamente la salida analógica (AO) y la salida digital (DO).
  - 2) Recopile datos de los dispositivos inteligentes en tiempo real.
  - 3) Reciba información de comando y datos del control a nivel de estación.

#### 5.1.3.2 Requisitos técnicos para la función de procesamiento de datos:

- a) Procesamiento de datos analógicos:

Consistirá en el procesamiento de transformación de unidades de ingeniería, procesamiento de medición de valor cero, procesamiento de zona muerta de medición, procesamiento de límites de medición superior e inferior, procesamiento de racionalidad de medición, procesamiento de zona muerta de los límites de medición superior e inferior, fuera de límite y fuera de límite graduado. procesamiento de alarmas.

- b) Proceso de datos de estado:

Consistirá en el procesamiento de cambio de estado, el procesamiento de prevención de vibraciones de contactos y el procesamiento de alarmas.

- c) Procesamiento de datos de los registros de secuencia de eventos:

Consistirá en el procesamiento de cambio de estado, procesamiento de prevención de conversaciones de contactos, procesamiento de marca de tiempo y procesamiento de alarmas. La resolución requerida será  $\leq 2$  ms.

- d) Procesamiento de análisis de tendencias de parámetros principales:

Registre las tendencias de variación de algunos de los parámetros principales, como la salida del turbogenerador hidráulico, la temperatura del cojinete, la temperatura del aceite de la ranura de aceite, la temperatura del aceite del transformador principal y el nivel del agua de la central hidroeléctrica según diferentes intervalos de tiempo (tiempo de muestreo) para formar curvas de visualización de tendencias.

- e) Procesamiento de revisión de disparo:

Registre los distintos disparos y conserve los registros cuando se produzca el disparo. Los registros de revisión de disparo constan de los períodos previo y posterior al disparo. La duración y el intervalo de muestreo de los dos períodos serán ajustables. El tiempo de registro de accidentes no debe ser inferior a un año.

- f) Procesamiento de datos históricos:

Realice el análisis estadístico y el procesamiento de cálculos de los datos en tiempo real para formar registros de datos históricos y proporcionar medios de consulta y recuperación de datos históricos. Los datos históricos se definirán en las siguientes clasificaciones: categoría de tendencia, categoría de valor acumulado, categoría de valor promedio y categoría de valor máximo/mínimo.

**5.1.3.3** Requisitos técnicos para la función de procesamiento de alarmas:

- a) Cuando ocurre algún mal funcionamiento, la alarma debería sonar. Debería ser una alarma audible y debería aparecer la pantalla en la ventana de anuncios. El sonido de la alarma o la alarma audible distinguirán el mal funcionamiento y la falla. El sonido puede emitirse de forma manual o automática con un retraso de tiempo
- b) La información de visualización de alarma mostrará el mensaje de alarma en la imagen actual (incluido el momento en que ocurrió la alarma, el nombre del mal funcionamiento y la naturaleza). El color de la pantalla variará junto con la categoría de la información de alarma. Si el objeto de alarma se muestra en la imagen actual, el icono (o parámetro) de este objeto parpadeará y su color variará. La señal intermitente sólo se emitirá después de haber sido confirmada por los operadores.
- c) Se debe proporcionar una imagen de configuración conveniente para la información de alarma de falla y mal funcionamiento de modo que la información de alarma de falla y mal funcionamiento pueda enviarse de manera audible al personal relevante a través del teléfono móvil (opcional).
- d) Se deben proporcionar medios de configuración convenientes para la información de alarma de falla y mal funcionamiento de modo que la información de alarma de falla y mal funcionamiento pueda enviarse al teléfono móvil designado a través de la plataforma de mensajes cortos del teléfono móvil (opcional).

**5.1.3.4** Requisitos técnicos para la función de control y regulación

- a) Configuración del modo de control del equipo en funcionamiento:
  - 1) Configuración del modo de control/regulación del terminal de despacho remoto/control a nivel de estación (si los modos de control y regulación se configuran por separado se determinará de acuerdo con los requisitos de despacho específicos).
  - 2) Configuración del modelo de control del control a nivel de estación/control a nivel local.
  - 3) Configuración del modo de control automático/manual del equipo en funcionamiento.
  - 4) La autoridad de control del equipo común/equipo auxiliar de la central hidroeléctrica se desplegará de acuerdo con el patrón de gestión de la central hidroeléctrica.
- b) Operación manual del equipo único controlado:

Los operadores pueden operar con el equipo de interfaz hombre-máquina del control a nivel de estación o del control a nivel local, completar el control y la regulación del equipo individual y considerar el bloqueo seguro.

- c) Control de secuencia y regulación de la LCU del turbogenerador hidráulico:
  - 1) Control de secuencia de arranque/apagado normal y control de secuencia de apagado de emergencia del turbogenerador hidráulico.
  - 2) Velocidad de rotación y regulación de potencia activa del turbogenerador hidráulico.
  - 3) Regulación de voltaje y potencia reactiva del turbogenerador hidráulico.
  
- d) Control de secuencia de la LCU de la subestación transformadora:

La LCU de la subestación transformadora deberá poder realizar el control de secuencia inversa (bloqueo) del seccionador y el control de secuencia de apertura/cierre del disyuntor.
  
- e) Modo de regulación del control automático de generación o del control conjunto de potencia activa (opcional):
  - 1) Regular la potencia según la curva de carga diaria proporcionada por el centro de despacho de carga.
  - 2) Ajustar la potencia automáticamente según el valor de potencia activa establecido por el operador de turno en la central hidroeléctrica.
  - 3) Ajustar la potencia automáticamente según el valor establecido del AGC de la red eléctrica.
  - 4) Ajuste la potencia de acuerdo con el modo de control de secuencia del sistema;
  - 5) Ajuste la potencia según el modo de control del nivel de agua.
  
- f) Modo de regulación del control automático de voltaje o control conjunto de potencia reactiva del turbogenerador hidráulico (opcional):
  - 1) Ajustar de acuerdo con la curva de ajuste diario del voltaje del bus de alto voltaje de la central hidroeléctrica proporcionada por el despachador del sistema.
  - 2) Ajustar de acuerdo con el valor de voltaje del bus de alto voltaje o la potencia reactiva total proporcionada por el operador.
  - 3) Ajuste de acuerdo con el valor límite de voltaje del bus de alto voltaje de la central hidroeléctrica.

**5.1.3.5** Requisitos técnicos para la interfaz y el funcionamiento hombre-máquina:

- a) El sistema de vigilancia por computadora deberá realizar las funciones de interfaz hombre-máquina, incluida la visualización de imágenes, impresión de tablas, configuración de parámetros y control de operación y gestión de mantenimiento utilizando el siguiente equipo de interfaz:
  - 1) Puesto de operador del control a nivel de estación, puesto de ingeniero e impresora.
  - 2) Pantalla operativa local.
  - 3) Estación de trabajo portátil o estación de operador móvil.
- b) Interfaz hombre-máquina y requisitos operativos del control a nivel de estación:
  - 1) La interfaz hombre-máquina del control a nivel de estación sirve como medio principal para que los operadores de la estación hidroeléctrica vigilen y controlen el funcionamiento de la central hidroeléctrica, las interacciones entre los operadores y el sistema de vigilancia por computadora se realizan mediante la pantalla, el teclado, el mouse y la impresora de la estación del operador.
  - 2) De acuerdo con el principio de diseño jerárquico y de separación de autoridades, el operador solo realizará la vigilancia del funcionamiento, la regulación de control y la configuración de parámetros para el equipo de la central hidroeléctrica, pero no modificará ni probará los diversos software de aplicación.
  - 3) Los métodos operativos de la interfaz hombre-máquina serán fáciles de usar, sencillos, flexibles y fiables, las indicaciones de diálogo serán claras y precisas y seguirán siendo coherentes en las aplicaciones de diálogo de todo el sistema.
  - 4) El equipo controlado deberá seleccionarse y controlarse únicamente en la misma estación del operador.
  - 5) Los pasos operativos en el proceso de operación deben simplificarse y tener funciones de verificación de confiabilidad y bloqueo.
  - 6) El modo de llamada de imágenes será flexible, confiable y de respuesta rápida, la imagen se llamará en el modo automático o en el modo de invocación; el modo automático se utiliza para averías, fallos y supervisión de procesos, y el modo de convocatoria lo utiliza aleatoriamente el operador.
  - 7) Cualquier operación hombre-máquina (incluida la modificación de parámetros y la modificación de configuración) se registrará en el registro de operaciones.
- c) Interfaz hombre-máquina y requisitos operativos del control a nivel local:

- 1) Los operadores podrán realizar la vigilancia y el control del equipo correspondiente a través del equipo de interfaz hombre-máquina de la pantalla operativa local o la estación de operador móvil o la estación de trabajo portátil.
- 2) La pantalla operativa tendrá la función de conmutar a los modos de control a nivel remoto y local; en el modo de control a nivel local, el comando remoto se bloqueará pero la recopilación y recopilación de datos no se verá influenciada.
- 3) En el modo de control a nivel local, las operaciones relevantes serán seguras, confiables y simples, y deberán proporcionar la autoridad operativa para las operaciones de control relevantes en la pantalla táctil (opcional).
- 4) En el modo de control remoto, los operadores solo monitorearán con el equipo de interfaz hombre-máquina local pero no llevarán a cabo operaciones de control distintas de las operaciones de emergencia.
- 5) La operación de apagado de emergencia (incluido el proceso de control manual y de secuencia) del turbogenerador hidráulico y la operación de cierre de la válvula principal/compuerta de cierre rápido no se verán influenciadas por el modo de control a nivel remoto/local.

#### 5.1.3.6 Requisitos técnicos para la comunicación del sistema

- a) Las comunicaciones entre el sistema de vigilancia por computadora y el sistema de automatización de despacho en varios niveles de despacho:

Para realizar las funciones de telemedición, señalización remota, regulación remota y control remoto del sistema de automatización de despacho (incluido el despacho en cascada) sobre la central hidroeléctrica, el sistema de vigilancia puede recibir la información de comando de los diversos niveles de despacho de vez en cuando y transmitir las condiciones de trabajo en tiempo real, los parámetros operativos y la información relevante de la central hidroeléctrica.

- b) El sistema de vigilancia por computadora puede realizar:
  - 1) Comunicación con el sistema de medición de energía eléctrica
  - 2) Comunicación con el sistema de control de puerta
  - 3) Comunicación con el sistema de gestión de excitación, gobernador, protección de relés y registro de fallas
  - 4) Comunicación con el sistema de alarma contra incendios
  - 5) Comunicación con el sistema de vigilancia por televisión

- 6) Comunicación con el sistema automático de medición y notificación hidrológica
  - 7) Comunicación con el sistema de vigilancia de estado y diagnóstico de fallas
  - 8) Comunicación con la fuente de alimentación de corriente directa.
- c) Comunicación entre el control a nivel de estación y el control a nivel local
- 1) Recopilación de datos
  - 2) Transfiera el comando de control/regulación y otra información necesaria (como la cabeza hidráulica de la unidad).
  - 3) Diagnóstico de comunicación
- d) Comunicación entre la LCU y dispositivos inteligentes:

La LCU deberá poder comunicarse con los dispositivos de control (como el gobernador, el sistema de excitación, los dispositivos inteligentes de la subestación transformadora, el dispositivo inteligente del sistema de servicio de la estación, el sistema de control de drenaje, el sistema de control del compresor de aire y los sistemas de calefacción, ventilación), y sistemas de aire acondicionado).

**5.1.3.7** Requisitos técnicos para la función de autodiagnóstico y autorrecuperación del sistema:

- a) Cuando el sistema de vigilancia por computadora esté funcionando en línea, el hardware y el software del sistema de vigilancia por computadora estarán sujetos a autodiagnóstico; cuando se diagnostique alguna falla, enviará automáticamente la señal; en lo que respecta al equipo redundante, pasará automáticamente al equipo de repuesto.
- b) Función de autorrecuperación, incluido el temporizador de vigilancia (watchdog) y las funciones de inicio automático del software y hardware.
- c) Función de protección de apagado

**5.1.3.8** Otros requisitos funcionales (opcional):

- a) Comunicación con el sistema de medición e informes hidrológicos en el embalse para realizar el vínculo entre la información de medición e informes hidrológicos y el control automático del generador;
- b) Comunicación con el sistema de vigilancia de la presa para realizar el vínculo entre la información de vigilancia de la presa y el control automático del generador.

- c) Comunicación con el sistema de vigilancia de condición del equipo para realizar el vínculo entre la información de vigilancia de condición del equipo y el control automático del generador.
- d) Realización del modo de funcionamiento "desatendido" mediante la operación y mantenimiento remoto del sistema.
- e) Inteligentización y mejora del nivel de inteligencia de la central eléctrica basada en la plena utilización de nuevas tecnologías como el big data, la computación en la nube y el Internet de las cosas.

## **5.2 Requisitos técnicos para la protección de relés**

### **5.2.1** Requisitos de rendimiento de protección de relé:

- a) El dispositivo de protección de relé deberá satisfacer los requisitos de selectividad, acción rápida y sensibilidad y confiabilidad.
- b) Se deberá proporcionar un sistema basado en microcomputadora para el dispositivo de protección del relé; la configuración del microprocesador no será inferior a la de una microcomputadora de 16 bits.
- c) El dispositivo de protección del relé deberá estar equipado con la interfaz de comunicación RS-485 o el puerto Ethernet para comunicarse con el sistema informático de vigilancia.
- d) El ajuste y verificación de la sensibilidad de la protección del relé configurado deberá cumplir con los requisitos de los documentos de diseño..
- e) El modo de sincronización y la precisión del dispositivo de protección del relé y del sistema de vigilancia por computadora deben cumplir con los requisitos de los documentos de diseño.

### **5.2.2** Requisitos de configuración de protección de relé:

- a) Los equipos eléctricos de la central hidroeléctrica deberán estar configurados con protección primaria y protección de respaldo (respaldo local o respaldo remoto), o adicionalmente podrán equiparse con protección auxiliar cuando sea necesario. El esquema de configuración específico deberá cumplir con los requisitos de los documentos de diseño.
- b) Si la red eléctrica requiere que la central hidroeléctrica tenga funciones de control de voltaje y frecuencia, el dispositivo de control de emergencia de voltaje y frecuencia o el sistema de control remoto también deberán estar equipados con dichas funciones.

### **5.2.3** Requisitos de parámetros técnicos del dispositivo de protección de relé:

- a) Parámetros clasificados



## PCH/LT 003-6:2019

Entrada de CA nominal:

Voltaje: 100 V o 110 V (voltaje de línea) o  $100 V/\sqrt{3}$  o  $110 V/\sqrt{3}$  (voltaje de fase)

Actual: 5 A o 1 A

Frecuencia: 50Hz o 60Hz

Tensión de alimentación: CC 110 V o 220 V; CA 110 V o 220 V

### b) Consumo de energía

Circuito de corriente alterna: Cuando la corriente nominal sea de 5 A, cada fase no será superior a 1 VA; cuando la corriente nominal sea 1 A, cada fase no será superior a 0,5 VA.

Circuito de voltaje de CA: Cada fase no deberá tener más de 1 VA a la tensión nominal.

Circuito de la fuente de alimentación de corriente directa: El consumo de energía de cada protector no debe ser superior a 10 W (estado estático) o 15 W (estado de trabajo).

### c) Características de sobrecarga

Conexión prolongada del circuito de corriente: el doble de la corriente nominal

Conexión breve del circuito actual: 20 veces la corriente nominal. Se permiten 10 s.

Trabajo a largo plazo del circuito de voltaje: 1,5 veces el voltaje nominal

Capacidad de contacto: Encendido prolongado CC 220 V/5 A

### d) Precisión de la acción protectora

Precisión del valor constante de la acción:  $\pm 2,5\%$

Precisión del valor constante del tiempo:  $\pm 1\%$  o  $\pm 40$  ms

Desviación de frecuencia:  $\pm 0,05$  Hz

Valor constante de frecuencia de deslizamiento:  $\pm 5\%$

### e) Precisión de la medición

Tensión/corriente (valor efectivo): 0,5 %

Frecuencia:  $\pm 0,05$  Hz

Fuerza: 1 %

Factor de potencia: 1 %

**5.2.4** El rendimiento soportado de tensión de aislamiento del dispositivo deberá cumplir con los requisitos de IEC 60255-5.

**5.2.5** Requisitos de rendimiento antiinterferencias del dispositivo de protección de relé:

a) Prueba antiinterferencias por impulso.

El dispositivo deberá pasar la prueba de interferencia de impulso de 1 MHz de nivel de gravedad 3 como se especifica en IEC 60255-22-1, y el rendimiento después de la prueba deberá cumplir con los requisitos estándar.

b) Prueba antiinterferencias de descarga electrostática

El dispositivo deberá pasar la prueba de descarga electrostática de nivel de severidad 4 como se especifica en IEC 60255-22-2, y el rendimiento después de la prueba deberá cumplir con los requisitos estándar.

c) Prueba antiinterferencias de campo electromagnético radiado.

El dispositivo deberá pasar la prueba antiinterferencias de campo electromagnético radiado de nivel de severidad 4 como se especifica en IEC 60255-22-3, y el rendimiento deberá cumplir con los requisitos estándar después de la prueba.

d) Prueba antiinterferencias transitoria rápida

El dispositivo deberá superar la prueba de antiinterferencias transitoria rápida de nivel de severidad 4 según lo especificado en la norma IEC 60255-22-4, y el rendimiento después de la prueba deberá cumplir con los requisitos estándar.

e) Prueba antiinterferencias contra sobretensiones.

El dispositivo deberá pasar la prueba antiinterferencias contra sobretensiones de nivel de gravedad 3 como se especifica en IEC 60255-22-5, y el rendimiento después de la prueba deberá cumplir con los requisitos estándar.

### **5.3 Requisitos técnicos para la fuente de alimentación de corriente directa.**

**5.3.1** Requisitos de configuración básicos para la fuente de alimentación de corriente directa:

a) La fuente de alimentación de corriente directa empleará el dispositivo de vigilancia por microcomputadora y el módulo cargador de alta frecuencia, y el módulo cargador se configurará en el modo N + 1.

- b) La fuente de alimentación de corriente directa deberá estar equipada con el dispositivo de control del aislamiento y el dispositivo de detección de la batería. El dispositivo de vigilancia de aislamiento deberá poder detectar el voltaje positivo y negativo del bus de CC y la resistencia de aislamiento a tierra.

### **5.3.2** Requisitos para la función de vigilancia por microcomputadora de la fuente de alimentación de corriente directa

- a) Medición: Tensión del bus del sistema CC, tensión y corriente de salida del cargador y tensión y corriente de descarga de la batería de almacenamiento.
- b) Señal: voltaje del bus del sistema de CC demasiado alto y demasiado bajo, conexión a tierra del sistema de CC, cambio y falla del modo de funcionamiento del cargador.
- c) Control: Encendido, apagado y cambio de modo de funcionamiento del cargador.
- d) Interfaz: La interfaz de comunicación puede emplear RS-485 o Ethernet.

## **6 Alcance del suministro y piezas de repuesto**

### **6.1 Sistema de vigilancia**

El hardware del sistema de vigilancia incluirá el equipo de control por computadora, el equipo de control a nivel local, el equipo de comunicación, la fuente de alimentación del inversor y el UPS; El software incluirá el sistema operativo, la base de datos y las aplicaciones.

### **6.2 Sistema de protección de relé**

El sistema de protección de relés estará compuesto por los equipos de protección de relés de la línea de salida, el transformador y el hidrogenerador de la central hidroeléctrica y los equipos de control de estabilidad de la red eléctrica.

### **6.3 Sistema de fuente de alimentación de Corriente directa**

La fuente de alimentación de corriente directa estará compuesta por el módulo de vigilancia de la fuente de alimentación de corriente directa, el módulo de carga y la batería.

### **6.4 Otros equipos y piezas de repuesto**

Los siguientes equipos y piezas de repuesto podrán especificarse a suministrar en el contrato de pedido firmado entre el proveedor y el usuario, pudiendo no suministrarse si no así se estipula:

- a) Instrumentos automáticos
- b) Equipos de medición de energía eléctrica
- c) Equipos de control auxiliares

- d) Envío de equipos de comunicación
- e) Sistema de vigilancia por televisión
- f) Piezas de repuesto

## **7 Documentos técnicos**

El proveedor deberá presentar la documentación técnica necesaria al usuario, y esta deberá incluir, principalmente:

- a) Diagrama de bloques del sistema, lista de equipos y diagrama de conexión de equipos
- b) Diagrama de disposición y diagrama de cableado de los equipos en el gabinete
- c) Datos técnicos del hardware
- d) Lista del software y las aplicaciones del sistema
- e) Instrucciones de uso y mantenimiento del software
- f) Documentos para el equipo subcontratado
- g) Planos de instalación de equipos
- h) Certificado de inspección de entrega de equipos

## **8 Inspección en fábrica**

### **8.1 Reglas de prueba, inspección y aceptación**

#### **8.1.1 Pruebas e inspecciones de fábrica**

Consulte el Apéndice A para conocer los elementos de inspección de fábrica. Las pruebas e inspecciones en fábrica cumplirán los siguientes requisitos:

- a) Los dispositivos combinados con el equipo estarán sujetos a control de calidad de acuerdo con las disposiciones pertinentes.
- b) El equipo se inspeccionará y probará durante el proceso de producción y se mantendrán registros completos y detallados.

- c) El equipo deberá pasar la inspección por parte del departamento de inspección de calidad del proveedor antes de la entrega. Durante la inspección, si algún elemento no cumple con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, se eliminarán los defectos. Una vez que el producto pasa la inspección, el departamento de inspección de calidad emitirá el certificado de cumplimiento.

### **8.1.2 Inspección y aceptación previa a la entrega**

La inspección y aceptación previa a la entrega deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a) Si las especificaciones técnicas del equipo inspeccionado requieren que el producto sea inspeccionado antes de la entrega, el proveedor deberá informar al usuario con anticipación antes de la fecha especificada en las especificaciones técnicas después de completar las pruebas e inspecciones de fábrica.
- b) La inspección y aceptación previa a la entrega se realizarán conjuntamente entre el proveedor y el usuario.
- c) En el proceso de inspección y aceptación previa a la entrega, el proveedor será principalmente responsable de lo siguiente:
  - 1) Informar al usuario sobre la configuración del sistema, pruebas de fábrica y resultados de inspección.
  - 2) Preparar el esquema de inspección y aceptación previa a la entrega.
  - 3) Proporcionar una lista de los instrumentos y equipos de prueba para la aceptación.
  - 4) Realizar las pruebas especificadas en el esquema de inspección de aceptación.
- d) En el proceso de inspección y aceptación previa a la entrega, el usuario será principalmente responsable de lo siguiente:
  - 1) Discutir, revisar y modificar el esquema de inspección y aceptación previa a la entrega, y finalizar el esquema de aceptación e inspección previa a la entrega.
  - 2) Supervisar y revisar las pruebas de aceptación previas a la entrega.
- e) Al final de la inspección y aceptación principalmente previa a la entrega, el resumen de aceptación previa a la entrega será firmado por y entre el proveedor y el usuario, y se evaluarán los resultados de la aceptación previa a la entrega. Si el equipo aún presenta defectos, la sugerencia de tratamiento y el plazo de finalización se propondrán en el resumen de aceptación y los defectos serán tratados por el proveedor.

### **8.2 Inspección de la apariencia del equipo, configuración de software/hardware y documentos técnicos.**

### **8.2.1 Inspección de la apariencia del equipo**

**8.2.1.1** La superficie del equipo debe estar libre de picaduras, rayones, grietas, deformaciones y contaminación evidentes. El revestimiento y el enchapado de la superficie deberán ser uniformes y estar libres de burbujas, fracturas, descamaciones y desgaste. Las piezas de repuesto deberán estar bien sujetas y libres de daños mecánicos.

**8.2.1.2** La instalación y conexión interna de los componentes internos deberá ser correcta, firme y estanca. Las operaciones de los teclados, interruptores, botones y otros componentes de control serán flexibles y confiables. La disposición y el cableado interno de los terminales de cableado deberán ser razonables, ordenados y estar marcados de forma legible.

### **8.2.2 Inspección de la configuración de software/hardware**

**8.2.2.1** Inspeccione la configuración de hardware del equipo. La cantidad, el modelo y las prestaciones deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, y el hardware deberá estar razonablemente dispuesto.

**8.2.2.2** Inspeccionar la configuración hardware del equipo, los documentos y sus soportes, los cuales deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del elemento inspeccionado.

### **8.2.3 Inspección de los documentos técnicos del equipo**

Los documentos técnicos relacionados con los equipos (incluidos los equipos de soporte subcontratados) deberán ser completos, detallados, uniformes y válidos.

## **8.3 Pruebas de funcionamiento y rendimiento**

### **8.3.1 Prueba de función de recopilación y procesamiento de datos**

**8.3.1.1** Requisitos de prueba de la función de procesamiento y recopilación de datos analógicos:

a) Prueba de función de recopilación de datos analógicos

Los datos analógicos incluyen la corriente CA, el voltaje CA, la corriente CC, el voltaje CC, la señal de temperatura y la señal de nivel de agua, relevantes para la LCU, el dispositivo de protección del relé y el sistema de fuente de alimentación de corriente directa en la central hidroeléctrica.

El correspondiente generador de señales analógicas se conectará a través del terminal de entrada analógica, para cambiar la salida del generador de señales analógicas y calcular el error de la recopilación de datos analógicos, deberá cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

- b) Prueba de función de procesamiento de datos analógicos.

Se comprobará la exactitud de la visualización analógica y de los registros fuera de límite. Su valor de inicio de alarma fuera de límite y el contenido de la pantalla de la interfaz hombre-máquina deberán ser consistentes con las disposiciones de las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **8.3.1.2** Requisitos de prueba de la función de recopilación y procesamiento de datos digitales:

- a) Prueba de recopilación de datos digitales

Los datos digitales incluyen las señales de posición y las señales de estado relevantes para la LCU, el relé, el dispositivo de protección y la fuente de alimentación de corriente directa en la central hidroeléctrica.

El generador de señal digital correspondiente se conectará a través del terminal de entrada digital y se someterá a pruebas de cambio de señal de entrada de acuerdo con el requisito específico del punto de medición. La visualización y los registros pertinentes se inspeccionarán a través de la interfaz hombre-máquina del sistema de seguimiento y serán coherentes con la entrada real y las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

- b) Prueba de función de procesamiento de datos digitales

Se comprobará la exactitud de la visualización de desplazamiento de datos digitales y el registro de secuencia de eventos. La visualización de turnos, la secuencia de registro de eventos y el contenido de desplazamiento de la interfaz hombre-máquina deberán ser consistentes con las disposiciones de las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **8.3.1.3** Requisitos de prueba de la función de procesamiento y recopilación de datos calculados

- a) Son datos calculados las condiciones de trabajo actuales del turbogenerador de turbina de agua, el transformador y el circuito de conexión, los tiempos de acción, el tiempo de funcionamiento y el tiempo de revisión del equipo principal/auxiliar, la potencia y la energía eléctrica.
- b) Las condiciones de entrada se simularán según el modelo digital del punto de medición especificado en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, para inspeccionar la exactitud de la recopilación y el procesamiento de datos, que deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

### **8.3.2 Prueba del canal de salida**

**8.3.2.1** Las salidas digitales incluyen la salida digital de la LCU, la salida de disparo y alarma del dispositivo de protección del relé y la salida de alarma de la fuente de alimentación de corriente directa. La prueba del canal de salida digital requiere lo siguiente:

- a) El terminal de salida del canal de salida digital se conectará a un multímetro para monitorear el estado de la salida.
- b) La salida digital se establecerá en "0" o "1" en la interfaz hombre-máquina o en el terminal de depuración del sistema de seguimiento.
- c) El multímetro externo se conectará al terminal de salida para inspeccionar la corrección de las acciones del canal de salida.

**8.3.2.2** La salida analógica incluirá las señales de corriente, voltaje, potencia, temperatura y nivel de agua que se transmiten de 4 a 20 mA o de 0 a 5 V. La prueba del canal de salida analógica requiere que:

- a) El instrumento de prueba con una precisión de al menos un nivel superior a los requisitos de las especificaciones técnicas del producto inspeccionado se conectará al terminal de salida del canal de salida analógico.
- b) El valor establecido de la salida analógica se cambiará en la interfaz hombre-máquina o en el terminal de depuración del sistema de vigilancia.
- c) La precisión de la salida analógica calculada según el valor medido con el instrumento externo deberá cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

**8.3.2.3** Otras funciones de procesamiento de datos, incluida la función de revisión de accidentes y otras funciones especificadas en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, se probarán de manera que:

- a) Se simularán sus condiciones iniciales para inspeccionar la corrección del procesamiento de acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.
- b) La visualización y los registros pertinentes se inspeccionarán a través de la interfaz hombre-máquina del sistema de seguimiento, que será coherente con la entrada real y las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

### **8.3.3 Función de protección del relé y prueba de rendimiento**

La protección de relés de la central hidroeléctrica incluirá las protecciones de relés para el circuito de conexión, transformador principal y turbogenerador hidráulico, así como el control de emergencia de la frecuencia de voltaje. La prueba de desempeño de protección de relé requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) Todas las señales relevantes a la protección del relé se ingresarán a través del terminal de salida de los gabinetes.



- b) La corriente y el voltaje de protección serán proporcionados por los instrumentos de prueba de protección del relé, y se probará la corrección de la función y el rendimiento de la protección del relé.
- c) La visualización y los registros pertinentes se inspeccionarán a través de la interfaz hombre-máquina del sistema de seguimiento y serán coherentes con la entrada real y las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **8.3.4 Prueba de funcionamiento y rendimiento del sistema DC**

Las siguientes funciones y prestaciones deberán cumplir con los requisitos de las especificaciones técnicas del producto inspeccionado:

- a) Precisión de la regulación de voltaje y regulación de corriente
- b) Capacidad de la batería de almacenamiento
- c) Requisito de prueba de carga y descarga
- d) Función de regulación de voltaje del bus CC
- e) Propiedad aislante del bus DC y del alimentador de salida.

#### **8.3.5 Inspección de la función de la interfaz hombre-máquina**

La siguiente función de interfaz hombre-máquina deberá cumplir los requisitos de las especificaciones técnicas del producto:

- a) Corrección de la visualización y copia de la imagen
- b) Corrección de la visualización dinámica de la imagen al cambiar los datos y el estado imputados desde la interfaz del proceso de producción.
- c) Corrección, unicidad y confiabilidad del comando de control
- d) Corrección y confiabilidad de los parámetros y configuración o modificación del estado
- e) Corrección de la alarma, aviso, audio, voz, inicio de sesión y autoridad
- f) Corrección de los distintos formularios e impresiones de informes
- g) Corrección de la consulta de datos históricos

- h) El sistema no debe cometer errores ni fallar cuando se opere la tecla indefinida.
- i) Inspeccionar las demás funciones de la interfaz hombre-máquina especificadas en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **8.4 Prueba de la capacidad adaptativa de la fuente de alimentación.**

Cuando cualquier parámetro de voltaje, frecuencia y forma de onda de la fuente de alimentación externa en condiciones atmosféricas normales de prueba se encuentra en el valor extremo estipulado en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado (mientras los demás se encuentran en los valores nominales), el sistema inspeccionado deberá funcionar de manera confiable, y su funcionamiento y desempeño deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **8.5 Prueba de resistencia de aislamiento**

De acuerdo con la tensión nominal de aislamiento del circuito probado, se probará la resistencia de aislamiento entre las partes vivas del dispositivo que no está conectado a tierra directamente y las partes metálicas no vivas, así como la carcasa, y entre los circuitos que están desconectados eléctricamente se probarán con el *Trameg-ger*. La prueba requiere que se cumplan las siguientes condiciones:

- a) La resistencia de aislamiento de los circuitos a tierra, así como entre el circuito de CA y el circuito de CC, no será inferior a 100 MΩ.
- b) La conexión de los circuitos a tierra, así como la entre el circuito de CA y el circuito de CC, deberá poder soportar la prueba con tensión de verificación CA de 50 Hz/60 Hz, 2 kV (valor efectivo) durante un minuto, y deberá estar libre por descargas disruptivas o roturas del aislamiento.
- c) La conexión de la interfaz de comunicación a tierra deberá poder soportar la prueba con un voltaje de verificación de 50 Hz/60 Hz, 500 V (valor efectivo) de CA durante un minuto y no deberá sufrir descargas disruptivas ni roturas del aislamiento.

#### **8.6 Prueba de corriente continua**

De acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, el producto deberá ser sometido a pruebas de corriente continua durante no menos de 72 horas después de haber sido probado para los demás elementos de inspección y aceptación. En el proceso de inspección, la prueba o inspección opcional se llevará a cabo en un intervalo fijo (por ejemplo, cada 12 horas). La prueba se suspenderá de manera oportuna si se encuentra algún problema de calidad del producto y se reanudará una vez que se resuelva el problema.

#### **8.7 Inspección y aceptación previa a la entrega**

Cuando las especificaciones técnicas del producto inspeccionado requieran inspección previa a la entrega y aceptación antes de la entrega, el usuario y el proveedor deberán realizar pruebas de acuerdo con el esquema de inspección y aceptación elaborado conjuntamente por ambas partes. Las pruebas especificadas en el esquema de inspección y aceptación incluyen el contenido total o parcial de las pruebas e inspecciones previas a la entrega.

## **9 Aceptación del emplazamiento**

### **9.1 Condiciones ambientales para las pruebas y aceptación del sitio.**

Salvo que existan disposiciones especiales de condiciones ambientales para las pruebas ambientales o en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, las demás pruebas mencionadas en este documento se realizarán bajo las siguientes condiciones:

- a) Temperatura ambiente: 15 °C a 35 °C
- b) Humedad relativa: 45 % a 75 %
- c) Presión atmosférica: 86 kPa a 106 kPa.

Cuando el ensayo no pueda realizarse en condiciones atmosféricas estándar, se deberán cumplimentar las condiciones reales en el informe del ensayo.

### **9.2 Reglas de aceptación y prueba del sitio**

**9.2.1** Las pruebas y la aceptación en el sitio serán realizadas conjuntamente por el usuario (incluido el supervisor, lo mismo a continuación) y el proveedor para la instalación y puesta en servicio después de que el producto sea entregado en el sitio. Consulte el Apéndice A para conocer los elementos de prueba y aceptación del sitio.

**9.2.2** Las responsabilidades del proveedor y del usuario se aclararán en el proceso de prueba y aceptación en el sitio:

- a) Responsabilidades del proveedor
  - 1) Preparación del esquema de prueba y aceptación del sitio
  - 2) Inspección relevante y pruebas de puesta en servicio del producto en sitio
  - 3) Presentación del informe de prueba de puesta en marcha del sitio
- b) Responsabilidades del usuario
  - 1) Discutir y modificar el esquema de pruebas y aceptación del sitio, complementar los contenidos relevantes para el equipo y la seguridad en el sitio, así como revisar y aprobar el esquema de pruebas y aceptación del sitio.

- 2) Coordinar la prueba de puesta en servicio del sitio y completar las medidas de seguridad para los peligros potenciales que amenazan el equipo principal y auxiliar y la seguridad personal en el sitio.
- 3) Organización y supervisión de los trabajos de puesta en obra.

**9.2.3** Cuando durante la prueba de puesta en servicio en sitio se detecten defectos que hagan que el equipo no cumpla con las especificaciones técnicas del equipo inspeccionado, los requisitos para el tratamiento y el plazo se propondrán en el resumen intermedio de aceptación en sitio, y los defectos serán tratados por el proveedor.

**9.2.4** Si las pruebas y la aceptación en el sitio se llevan a cabo en etapas, el resumen de aceptación del sitio intermedio deberá ser firmado por y entre el proveedor y el usuario después de que el equipo pase la inspección de prueba y aceptación en cada etapa; Al final de todas las pruebas en el sitio y las inspecciones de aceptación, el documento final de aceptación en el sitio deberá ser firmado por y entre el proveedor y el usuario.

### **9.3 Inspección de la apariencia del equipo, configuración de software/hardware y documentos técnicos.**

#### **9.3.1 Inspección de la apariencia**

Igual que el apartado correspondiente de la inspección de la apariencia del equipo en 8.2.1.

#### **9.3.2 Inspección de la configuración de software/hardware del equipo**

Igual que el apartado correspondiente de la inspección de la configuración software/hardware del equipo en 8.2.2.

#### **9.3.3 Inspección de los documentos técnicos del equipo**

Igual que el apartado correspondiente de la inspección de los documentos técnicos del equipo en 8.2.3. Mientras tanto, es necesario presentar el certificado de inspección de entrega del equipo.

### **9.4 Inspecciones de cableado, instalación y desembalaje del sitio.**

#### **9.4.1 Inspección de desembalaje del sitio**

Una vez que el equipo (incluidos los documentos técnicos) dentro del alcance del suministro llegue a su destino, el usuario será responsable de inspeccionar si el contenedor de mercancías está dañado y de inspeccionar la cantidad de mercancías llegadas. Al desembalar el contenedor para su inspección antes de la instalación, el usuario deberá avisar con antelación al proveedor, y éste deberá acudir al lugar o encomendar al usuario que cuente y acepte el embalaje, apariencia y cantidad de la mercancía después de recibir dicha notificación.

#### **9.4.2 Inspección del cableado interno del sistema**

Se inspeccionará la corrección del cableado entre los dispositivos del sistema de vigilancia, que deberá ser consistente con los planos de diseño y construcción.

#### **9.4.3 Instalación en sitio e inspección de cableado externo**

Se debe inspeccionar la corrección de la instalación del sistema de vigilancia en el sitio, así como la conexión del sistema de vigilancia al proceso de trabajo en el sitio, el sistema de suministro de energía y el sistema de puesta a tierra, que deben ser consistentes con los planos de diseño y construcción.

### **9.5 Pruebas de funcionamiento y rendimiento**

#### **9.5.1 Recopilación de datos y prueba de la función de procesamiento.**

Igual que la sección sobre la prueba de la función de recopilación y procesamiento de datos en 8.3.1.

#### **9.5.2 Prueba del canal de salida**

Igual que la sección de prueba del canal de salida en 8.3.2.

#### **9.5.3 Prueba de protección de relé y requisitos de descanso de protección de relé:**

- a) La corriente y el voltaje para la prueba serán proporcionados por el instrumento de prueba de protección del relé. Todas las señales de voltaje y corriente relevantes para la protección del relé se ingresarán a través del terminal de salida de los gabinetes.
- b) El disyuntor correspondiente se controlará directamente con la salida de acción protectora.
- c) La visualización y los registros pertinentes se inspeccionarán a través de la interfaz hombre-máquina del sistema de seguimiento y serán coherentes con la entrada real y las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

#### **9.5.4 Prueba de sincronización y requisitos de la prueba de sincronización:**

- a) La corriente y el voltaje para la prueba se proporcionarán con el instrumento de prueba de protección del relé. Todas las señales de voltaje relevantes para la operación de sincronización se ingresarán a través del terminal de salida de los gabinetes.

- b) El disyuntor correspondiente se controlará directamente con la salida de sincronización.
- c) La visualización y los registros relevantes se inspeccionarán a través de la interfaz hombre-máquina del sistema de vigilancia y serán consistentes con la entrada real y las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

### **9.5.5 Prueba de función de regulación de potencia**

#### **9.5.5.1** Requisitos de prueba de regulación de potencia activa:

- a) Inspeccionar los valores límite y los parámetros de protección relevantes para la regulación de la potencia activa, los cuales deberán estar libres de errores.
- b) Salir del proceso de regulación automática de la potencia activa y de la potencia reactiva.
- c) Ejecutar el proceso de "generación de electricidad" del turbogenerador hidráulico para arrancar el turbogenerador hidráulico y conectarlo a la red eléctrica.
- d) Iniciar el proceso de regulación de potencia activa.
- e) Bajo la premisa de evitar la región de vibración, cambiar el valor dado de la potencia activa en un 10 % o sus múltiplos enteros hasta que ocurra el máximo valor de variación posible en el proceso de operación, cambiar el parámetro de regulación de potencia activa y hacer que la calidad de la regulación de potencia activa cumpla los requisitos de operación del sitio.
- f) Monitorear y regular manualmente la potencia reactiva del turbogenerador hidráulico en el proceso de prueba para cumplir con los requisitos de operación.

#### **9.5.5.2** Requisitos de prueba de regulación de potencia reactiva:

- a) Inspeccionar los valores límite y los parámetros de protección relevantes para la regulación de la potencia reactiva, los cuales deberán estar libres de errores.
- b) Salir del proceso de regulación automática de la potencia activa y de la potencia reactiva.
- c) Ejecutar el proceso de "generación de electricidad" del turbogenerador hidráulico para arrancar el turbogenerador hidráulico y conectarlo a la red eléctrica.
- d) Iniciar proceso de regulación de potencia activa.
- e) Bajo la premisa de que las condiciones de operación del turbogenerador hidráulico así lo permitan, cambiar el valor dado de la potencia reactiva en un 10 % o sus múltiplos enteros hasta que ocurra el máximo valor de variación posible en el proceso de operación, cambiar el parámetro de regulación de potencia reactiva y hacer que la calidad de la regulación de potencia reactiva cumpla con los requisitos de operación del sitio.

- f) Supervisar y regular manualmente la potencia activa del turbogenerador hidráulico en el proceso de prueba para cumplir con los requisitos operativos.

#### **9.5.6 Control automático de generación (prueba de función AGO (opcional))**

##### **9.5.6.1** Requisitos para la prueba de las funciones del AGC en modo "Estación":

- a) Configure el modo de trabajo del AGC en "Estación" y "Lazo abierto" para probar la corrección de la operación de distribución de carga y las direcciones de arranque/apagado del AGC en diferentes modos de control.
- b) Configure el modo de trabajo del AGC en "Estación" y "Lazo cerrado" para probar la efectividad de la distribución de carga, regulación de energía y operación de arranque/apagado del AGC en diferentes modos de control.

##### **9.5.6.2** Requisitos para probar las funciones del AGC en modo "Dispatch" (Despacho):

- a) Configure el modo de trabajo del AGC en modo "Dispatch" (Despacho) y "Open-loop" (Bucle abierto) para probar la corrección de las diversas funciones del AGC remoto (como la modificación de la curva de voltaje y el valor establecido de la potencia activa total de toda la estación desde el lado de despacho).
- b) Configure el modo de trabajo del AGC en "Dispatch" (Despacho) y "Open-loop" (Bucle abierto) para probar la corrección de la ejecución de las diversas funciones del AGC remoto.

#### **9.5.7 Prueba de función de control automático de voltaje (AVC) (opcional)**

##### **9.5.7.1** Requisitos para probar las funciones AVC en modo "Station" (Estación):

- a) Configure el modo de trabajo del AVC en "Estación" y "Lazo abierto" para probar la corrección de la operación de distribución de carga del AVC en diferentes modos de control.
- b) Configure el modo de trabajo del AVC en "Station" (Estación) y "Closed-loop" (Lazo cerrado) para probar la distribución de carga y los efectos de ejecución de la regulación de potencia del AVC en diferentes modos de control.

##### **9.5.7.2** Requisitos para probar las funciones AVC en modo "Dispatch" (Despacho):

- a) Configure el modo de trabajo del AVC en "Dispatch" (Despacho) y "Open-loop" (Bucle abierto) para probar la corrección de las diversas funciones del AVC remoto (como la modificación de la curva de voltaje y la configuración de la potencia reactiva total o de toda la estación);
- b) Configure el modo de trabajo del AVC en "Dispatch" (Despacho) y "Closed-loop" (Bucle cerrado) para probar la corrección de la ejecución de las diversas funciones del AVC remoto.

### 9.5.8 Inspección y prueba del índice de rendimiento en tiempo real

**9.5.8.1** La inspección del índice de desempeño en tiempo real incluirá la inspección del ciclo de recopilación de datos, así como el valor de configuración de los parámetros del AGC y el AVC relevantes para el ciclo de ejecución; los resultados deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

**9.5.8.2** Requisitos para probar el índice de rendimiento en tiempo real:

- a) Prueba del momento en que la señal de entrada analógica cambia repentinamente a la visualización de datos en la imagen.
- b) Prueba del tiempo cuando la entrada digital se cambia al bloque de imagen en la imagen o se cambia la visualización de datos, o se envía la información de alarma o el sonido.
- c) Prueba del tiempo desde el envío del comando hasta la ejecución de la salida de control por parte de la LCU.
- d) Prueba del tiempo de respuesta de la interfaz hombre-máquina:
  - 1) Tiempo de respuesta para llamar a una nueva imagen.
  - 2) Tiempo de actualización de datos en tiempo real en la imagen mostrada.
  - 3) Tiempo desde la generación del evento de datos analógicos hasta la visualización de la información de alarma en la imagen y la emisión del sonido.
  - 4) Tiempo desde la generación del registro de secuencia de eventos hasta la visualización de la información de alarma en la imagen y la emisión del sonido.
  - 5) Tiempo desde la generación del evento de datos calculado hasta la visualización de la información de alarma en la imagen y la emisión del sonido.
- e) Prueba del tiempo de conmutación de la máquina dual: Al salir manualmente de la máquina principal, la máquina de repuesto se pondrá en funcionamiento automáticamente y se medirá el tiempo de conmutación; en el proceso de conmutación, no se producirá ningún error o caída del sistema.
- f) Otros índices de desempeño en tiempo real se probarán de acuerdo con las especificaciones técnicas del producto inspeccionado; Los índices de desempeño en tiempo real deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.



### **9.5.9 Prueba de función de comunicación externa**

**9.5.9.1** De acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, la función de comunicación entre el sistema inspeccionado y los distintos despachos, así como los demás sistemas y equipos externos (como el régimen hídrico, el sistema de gestión de información de la central hidroeléctrica, el sistema automático dispositivos e instrumentos inteligentes) se probarán simulando la comunicación con el PC fuera de juego o utilizando directamente el equipo real de acuerdo con el protocolo de comunicación, que deberá cumplir con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

**9.5.9.2** Para el canal con configuración de redundancia, el canal de repuesto se pondrá a funcionar automáticamente si el canal de trabajo se sale manualmente y no se producirá ningún error de falla del sistema en el proceso de conmutación.

### **9.5.10 Prueba de función de edición de aplicaciones**

Las funciones de edición de la aplicación (como la modificación, adición y eliminación de imágenes, definición de puntos de medición, tablas y procesos de control) del producto inspeccionado se probarán de acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado, las cuales deberán cumplir con lo dispuesto en las especificaciones técnicas del producto inspeccionado.

### **9.5.11 Prueba de función de autodiagnóstico y autorrecuperación del sistema**

Se deben probar los siguientes elementos:

- a) Encienda o reinicie el sistema e inspeccione si el sistema se pudo iniciar normalmente.
- b) Simule la falla del sistema de aplicación e inspeccione si el sistema se recupera automáticamente.
- c) Simular las fallas de los distintos módulos funcionales, equipos periféricos e interfaces de comunicación, e inspeccionar si las alarmas y registros correspondientes son correctos.
- d) Para equipos con configuración de redundancia de reserva activa (como la máquina principal, la red y la LCU), simule la falla del equipo de trabajo, inspeccione si el equipo de reserva podría activarse como equipo de trabajo, si los datos son consistentes después de la conmutación y si las tareas se ejecutan continuamente; el sistema no fallará.

### **9.5.12 Prueba de índice de rendimiento de tasa de carga de CPU**

En cuanto al sistema con una disposición clara para la tasa de carga de la CPU, los índices como la tasa de carga de la CPU, la ocupación de la memoria y la tasa de uso del disco magnético se mostrarán y registrarán a través del comando o la interfaz del sistema operativo en la computadora, y sus valores máximos deberán resolverse mediante estadísticas.

## **10 Placa de características, embalaje, transporte y almacenamiento**

### **10.1 Placa de identificación**

Los materiales y método de impresión de las placas de identificación garantizarán que los textos no se borren durante todo el período de servicio, y se marcará la siguiente información:

Nombre del proveedor, nombre del equipo, modelo del equipo, número de producto y fecha de entrega.

### **10.2 Embalaje**

**10.2.1** El contenedor de embalaje se fabricará según el plano de embalaje. La siguiente información deberá marcarse en el exterior del contenedor:

- a) Destinatario y dirección
- b) Proveedor y dirección
- c) Modelo, nombre y número del equipo
- d) Peso neto del equipo, peso bruto, centro de la línea de gravedad del contenedor, posición de las eslingas y dimensiones totales del contenedor.
- e) Textos y marcas, como "Manejar con cuidado", "Mantener alejado de la humedad" y "No poner al revés".

**10.2.2** Se deben tomar medidas a prueba de lluvia, humedad, moho, polvo, vibraciones y niebla salina para el embalaje del equipo de acuerdo con los diferentes requisitos del equipo y los modos de transporte.

**10.2.3** Antes del embalaje se deberán realizar los siguientes preparativos:

- a) Inspeccione si la apariencia del equipo está dañada y si hay polvo en la superficie.
- b) retire los componentes y medidores frágiles y sensibles a las vibraciones y embálelos por separado;
- c) Prepare las piezas de repuesto, el certificado de cumplimiento y los documentos técnicos pertinentes junto con el equipo, envuélvalos adecuadamente y fíjelos en la posición adecuada.

**10.2.4** El nombre y la cantidad que figuran en la lista de embalaje deberán ser coherentes con los objetos materiales y los dibujos del contenedor.

**10.2.5** El embalaje del equipo para exportación deberá cumplir con las disposiciones de los países pertinentes en materia de inspección y cuarentena.

### **10.3 Transporte**

El proveedor deberá designar las herramientas de transporte aplicables y los requisitos de transporte para el equipo. El transporte y la manipulación se realizarán de acuerdo con las marcas en el contenedor de embalaje. El número de bultos, el número de cajas, las marcas, el plazo de entrega y el número de tren serán comunicados por el proveedor al destinatario en el momento de la entrega.

### **10.4 Almacenamiento**

El equipo embalado se almacenará en un almacén con una temperatura ambiente de -25 °C a + 55 °C y una humedad relativa no superior al 85 %; el almacén estará libre de ácidos, álcalis, sal, gases corrosivos o explosivos y campos electromagnéticos fuertes, y estará protegido del polvo, la lluvia y la nieve. El proveedor se asegurará de que el equipo no se oxide o que la precisión no se reduzca debido a un embalaje inadecuado en las condiciones de almacenamiento anteriores dentro de los 12 meses siguientes a la fecha de entrega.

## **11 Instalación y formación**

### **11.1 Instalación**

#### **11.1.1 Guía de instalación**

El proveedor será responsable de la instalación, prueba y puesta en servicio del equipo en el sitio a satisfacción del usuario y el proveedor asignará técnicos para trabajar en el sitio.

#### **11.1.2 Especificaciones de instalación**

La instalación se realizará según este documento, así como según las normas y especificaciones pertinentes.

#### **11.1.3 Registros de pruebas de instalación**

Después de la instalación, el usuario y los técnicos del proveedor deberán probar exhaustivamente el equipo y formular registros de prueba completos.

### **11.2 Capacitación**

**11.2.1** El proveedor organizará formación sobre aspectos del funcionamiento del equipo, mantenimiento diario y tratamiento de averías para el usuario.

**11.2.2** Se formulará un plan de formación razonable y se prepararán adecuadamente los documentos de formación para la formación del usuario.

**11.2.3** La formación de los usuarios se realizará por etapas y preferentemente en tres etapas:

- a) Formación previa a la entrega: Antes de la entrega del equipo, el usuario deberá asignar personal para participar en la inspección de entrega del equipo en las instalaciones del proveedor y recibir capacitación sistemática sobre aspectos teóricos y prácticos.
- b) Capacitación en el sitio: Después de que el equipo llegue al sitio de instalación, el usuario deberá asignar personal para participar en la instalación, prueba y puesta en servicio del equipo en el sitio y recibir capacitación operativa.
- c) Capacitación operativa: Luego de que el equipo sea puesto en operación, según sea requerido, el usuario deberá asignar personal para recibir capacitación operativa práctica en la central eléctrica o en el simulador digital en tiempo real en las instalaciones del proveedor o en algún instituto que tenga dicha instalación.

## **12 Periodo de garantía de calidad**

Bajo la premisa de que el producto se almacene, instale y utilice correctamente, el período de garantía de calidad del producto será de un año después de la fecha en que se complete la operación de ensayo de 72 horas, o dos años después de la fecha de entrega del último lote de mercancías, lo que ocurra primero. Si el equipo se daña o no puede funcionar correctamente debido a la calidad de fabricación durante el periodo de garantía de calidad, el proveedor deberá repararlo o reemplazarlo sin cargo.

**Apéndice A**  
**(Normativo)**  
**Inspección, pruebas de aceptación**

**Tabla A.1. Inspección, pruebas de aceptación y elementos de prueba**

| N.º | Artículos de inspección  | Inspección en fábrica | Aceptación del emplazamiento |
|-----|--|-----------------------|------------------------------|
| 1   | Inspección de la apariencia del producto, configuración de software/hardware y documentos técnicos | ✓                     | ✓                            |
| 2   | Prueba de la recopilación de datos analógicos y de la función de procesamiento                     | ✓                     | ✓                            |
| 3   | Prueba de la recopilación de datos digitales y de la función de procesamiento                      | ✓                     | ✓                            |
| 4   | Prueba de la recopilación de datos calculados y la función de procesamiento                        | ✓                     | ✓                            |
| 5   | Prueba del canal de salida digital   | ✓                     | ✓                            |
| 6   | Prueba del canal de salida analógica   | ✓                     | ✓                            |
| 7   | Prueba de la otra función de procesamiento de datos  | ✓                     | ✓                            |
| 8   | Prueba de la función y rendimiento de la protección del relé                                       | ✓                     | ✓                            |
| 9   | Prueba de estabilización de tensión y corriente del sistema de corriente continua                  | ✓                     | ✓                            |
| 10  | Inspección de la capacidad de la batería de almacenamiento   | ✓                     | ✓                            |
| 11  | Prueba de carga-descarga   | ✓                     | ✓                            |
| 12  | Prueba de la función de regulación de tensión del bus CC   | ✓                     | ✓                            |
| 13  | Prueba de la propiedad aislante del bus de CC y del alimentador de salida                          | ✓                     | ✓                            |
| 14  | Prueba de la función de la interfaz hombre-máquina   | ✓                     | ✓                            |
| 15  | Prueba de la capacidad adaptativa de la fuente de alimentación.                                    | ✓                     | ✓                            |
| 16  | Prueba de resistencia de aislamiento   | ✓                     | ✓                            |
| 17  | Prueba de corriente continua   | ✓                     | ✓                            |
| 18  | Inspecciones de desembalaje, instalación y cableado en el sitio                                    |                       | ✓                            |
| 19. | Prueba de función de sincronización  | ✓                     | ✓                            |
| 20  | Prueba de función de regulación de potencia  | ✓                     | ✓                            |
| 21  | Control automático de generación (prueba de función AGO)   | ✓                     | ✓                            |
| 22  | Prueba de función de control automático de voltaje (AVC)   | ✓                     | ✓                            |
| 23  | Inspección y pruebas del índice de rendimiento en tiempo real                                      | ✓                     | ✓                            |
| 24  | Prueba de función de comunicación  | ✓                     | ✓                            |
| 25  | Prueba de la función de edición de la aplicación   | ✓                     | ✓                            |
| 26  | Prueba de las funciones de autodiagnóstico y autorrecuperación del sistema                         | ✓                     | ✓                            |
| 27  | Tasa de carga de CPU, prueba de índice de rendimiento de ocupación de memoria                      | ✓                     | ✓                            |
| 28  | Otras pruebas funcionales  | ✓                     | ✓                            |