

2.1.1 Consideraciones Generales

El panel KT actual es responsable de las funciones de control y supervisión del banco de transformadores elevadores principales, tales como alimentación de fuerza de las motobombas de aceite y de las válvulas mariposas motorizadas de los intercambiadores de calor, selección de intercambiadores de calor y modo de operación manual o automático, monitoreo del sistema de agua de refrigeración y supervisión de defectos (alarmas y apagado) y supervisión de las taps de los devanados.

En la Actualización Tecnológica, los paneles KT deben ser reemplazados por nuevos paneles con tecnología digital integrada al nuevo Sistema de Supervisión y Control de la central hidroeléctrica.

En los transformadores elevadores monofásicos, de las unidades U01 a U09, los intercambiadores de calor están constituidos por:

- Cuatro (04) motobombas, cada una con potencia de 7,5 kW, 440V, 50Hz y accionada mediante arranque directo y el controlador instalado en el panel KT;
- Cuatro (04) válvulas motorizadas, cada una con una potencia de 0,04kW, 440V, 50Hz y el controlador instalado en el panel KT.

En los transformadores elevadores monofásicos, de las unidades U10 a U18, los intercambiadores de calor están constituidos por:

- Cuatro (04) motobombas, cada una con potencia de 5,4 kW, 440V, 60Hz y accionada mediante arranque directo y el controlador instalado en el panel KT;
- Cuatro (04) válvulas motorizadas, cada una con una potencia de 0,10kW, 440V, 50Hz y el controlador instalado en el panel KT.

En los transformadores elevadores monofásicos, de la unidad U9A, los intercambiadores de calor están constituidos por:

- Cuatro (04) motobombas, cada una con potencia de 4,1 kW, 440V, 50Hz y accionada mediante arranque directo y el controlador instalado en el panel KT;
- Cuatro (04) válvulas motorizadas, cada una con una potencia de 0,10kW, 440V, 50Hz y el controlador instalado en el panel KT.

En los transformadores elevadores monofásicos, de la unidad U18A, los intercambiadores de calor están constituidos por:

- Cuatro (04) motobombas, cada una con potencia de 4,5 kW, 440V, 60Hz y accionada mediante arranque directo y el controlador instalado en el panel KT;

- Cuatro (04) válvulas motorizadas, cada una con una potencia de 0,092kW, 440V, 60Hz y el controlador instalado en el panel KT.

Los paneles KT-01 a KT-18A actuales son del tipo autoportante, instalados en la galería de los transformadores, elevación 108,00, eje A/B, en los bloques de las respectivas unidades generadoras. Los accesos de los cables son por la parte inferior del panel.

En la Actualización Tecnológica las motobombas de aceite y las válvulas motorizadas actuales de los intercambiadores de calor de los transformadores elevadores principales deben ser accionadas vía los nuevos paneles KT.

Los veinte (20) tanques de agua (RWR's) del sistema de refrigeración de los transformadores elevadores, se encuentran instalados en la EI.111, aguas arriba del eje A.

Cada tanque RWR es alimentado mediante una tubería de $\varnothing 8''$ que proviene del colector general de $\varnothing 24''$, ubicado en la galería de la EI. 92,40 de la casa de máquinas.

En la Actualización Tecnológica se deberá duplicar la alimentación de agua de cada tanque RWR, mediante la instalación de veinte (20) tramos de tubería (20 bypass), instalados cada uno entre la tubería de agua de refrigeración de cada UG ($\varnothing 18''$) y la respectiva tubería de $\varnothing 8''$ que alimenta al tanque RWR de dicha UG.

El objetivo de la duplicación de la alimentación de agua de los tanques RWR es el de viabilizar la alimentación de los tanques RWR a través del agua de refrigeración proveniente de la propia UG, de manera que no se interrumpa la continua alimentación de agua durante las operaciones de mantenimiento de los componentes instalados en el colector de agua general de $\varnothing 24''$.

Los bypass deberán ser instalados en la galería de la EL. 92,40. Se estiman serán necesarios aproximadamente quince (15) metros de tubería por UG, incluyendo las respectivas válvulas mariposas para seccionamiento, soportes de tuberías, accesorios, conexiones, pintura externa de tuberías y todos los materiales necesarios para la perfecta instalación de los veinte (20) bypass que son requeridos para la duplicación de la alimentación de agua de los tanques RWR del sistema de enfriamiento de los transformadores elevadores.

El CONTRATISTA deberá realizar el proyecto ejecutivo completo y detallado para la duplicación de alimentación de los tanques RWR, incluyendo el relevamiento de datos, estudios de capacidad del sistema de abastecimiento de agua de refrigeración, y todos los documentos necesarios para el perfecto montaje y funcionamiento del sistema.

2.1.2 Suministro

2.1.2.1 Materiales

Paneles

Sistema 50 Hz:

- a) Diez (10) paneles de control del banco de transformadores elevadores principales - KT-01 a KT-9A, tensión nominal 460V y frecuencia nominal 50Hz.

Sistema 60 Hz:

- b) Diez (10) paneles de control del banco de transformadores elevadores principales - KT-10 a KT-18A, tensión nominal 460V y frecuencia nominal 60Hz.

Para ambos sistemas de 50 e 60Hz

- c) Suministro de todos los cables de alimentación, control e instrumentación, apantallados o no, incluyendo: suministro de todos los accesorios necesarios, identificación, puesta a tierra del apantallamiento, terminaciones, soportes, fijaciones y todo lo que sea necesario para la interconexión externa, conforme proyecto ejecutivo.
- d) Electroductos, ménsulas y demás accesorios para la instalación de los cables nuevos.
- e) Instrumentos;

Los siguientes instrumentos están incluidos en el alcance básico necesario para cumplir con la Actualización Tecnológica del sistema de enfriamiento de los transformadores elevadores principales de las unidades generadoras U01 a U18A e interconectadas en el KT. Se debe suministrar un conjunto, como mínimo, por unidad generadora además de los demás a ser relevados y suministrados por el CONTRATISTA durante el proyecto ejecutivo:

- Sensor de nivel ultrasónico para instalación en la parte superior del tanque RWR con indicador/transmisor remoto instalado en la base del RWR;
- Mirilla de nivel tipo magnético;
- Tres (03) interruptores de flujo para montaje en tubería vertical con flujo ascendente;
- Doce (12) medidores de caudal digitales, para circuito de agua de los intercambiadores de calor;
- Doce (12) medidores digitales de caudal digitales, para circuito de aceite de los intercambiadores de calor;
- Dos (02) transductores tri-axiales con características similares al modelo 4529-B del fabricante B&K, para cada motobomba de circulación de aceite de los transformadores elevadores principales (sistema de supervisión de vibración).
- Suministro de material de montaje necesario como cables, vías de cables, terminales, soportes, etc.

La especificación de suministro es específica para el sistema de control del banco de los transformadores, pudiendo el CONTRATISTA complementarla sin modificar el alcance básico, a fin de garantizar el perfecto desempeño de los instrumentos. Todas las modificaciones propuestas deben someterse a la aprobación de la ITAIPU. También se debe realizar el envío de información e integración con el panel de monitoreo de transformadores (SMT), a ser definido en el proyecto ejecutivo.

Los Requisitos Generales para los instrumentos se definen en la Especificación Técnica de Equipos y Sistema - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 19.4.

- f) Duplicación de la alimentación de agua de los tanques RWR; Veinte (20) conjuntos de quince (15) metros cada uno, de tuberías de 6" (como mínimo, a ser confirmado en el proyecto ejecutivo), de acero negro sin costura, incluyendo válvulas, conexiones, accesorios, soportes, elementos de fijación, pintura y todos los materiales necesarios para la perfecta instalación de los

veinte (20) bypass necesarios para la duplicación de alimentación de agua de los tanques RWR del sistema de refrigeración de los transformadores elevadores.

2.1.2.2 Servicios

Referentes al proyecto ejecutivo

- a) Elaboración de un proyecto ejecutivo completo, incluyendo la revisión "Conforme Construido" y la digitalización y revisión de la documentación existente afectada por la Actualización Tecnológica, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E), Inciso 4 - Criterios de Proyecto, Inciso 7 - Presentación de Documentos e Inciso 9 - Proyecto Ejecutivo y de Fabricación;
- b) Servicios de planificación, organización, gestión y coordinación ejecutiva del suministro e implantación de equipos y sistemas del alcance de esta reforma y modernización conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 6 - Gestión del Suministro y de Calidad;
- c) Elaboración del proyecto de instalación de los transductores tri-axiales, de montaje de los transductores en los transformadores elevadores principales, de montaje de todos los instrumentos que forman parte del alcance de este suministro conforme el ítem 2.1.2.1 inciso e), y las respectivas interconexiones con los paneles KT.
- d) Elaboración del proyecto ejecutivo completo y detallado, de la duplicación de la alimentación de agua del sistema de refrigeración RWR de los transformadores elevadores

Referentes a la fabricación

- a) Elaboración de un proyecto de fabricación completo de los equipos, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 7 - Presentación de Documentos, e Inciso 9 - Proyecto Ejecutivo y de Fabricación;

- b) Elaboración de un Plan de Inspección y Pruebas (PIT) aplicable a los ensayos a realizarse durante la fabricación, conforme Especificación Técnica General - 6047-20-T0018-E, Inciso 11 - Ensayos en Fábrica;
- c) Ensayos, pruebas, parametrización, configuración, calibración y control de calidad de fabricación, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 11 - Ensayos en Fábrica
- d) Logística incluyendo embalaje, seguros y transporte hasta ITAIPU, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 6 - Gestión del Suministro y de Calidad.

Referentes a la obra

- a) Logística incluyendo movimiento dentro de la Central Hidroeléctrica de ITAIPU desde el Depósito hasta el lugar de utilización, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 6 - Gestión del Suministro y de Calidad;
- b) Servicios de supervisión de la retirada de servicio de los actuales paneles comunes de control del banco de los transformadores e instrumentos, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 12 - Retirada de Servicio;
- c) Servicios de desmontaje completo y remoción de los actuales paneles comunes de control del banco de los transformadores e instrumentos, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 13 - Desmontaje;
- d) Servicios de supervisión de desmontaje de los actuales paneles comunes de control del banco de los transformadores e instrumentos, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 13 - Desmontaje;
- e) Servicios de montaje de los paneles comunes de control del banco de los transformadores, instrumentos [y de la duplicación del sistema de la alimentación de agua de los tanques RWR](#), alcance de este suministro, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 14 - Montaje;

- f) Supervisión de montaje de los paneles comunes de control del banco de los transformadores, instrumentos y [de la duplicación del sistema de la alimentación de agua de los tanques RWR](#), alcance de este suministro, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 14 - Montaje;
- g) Servicios de supervisión de la puesta en servicio de los paneles comunes de control del banco de los transformadores, instrumentos [y duplicación del sistema de alimentación de agua de los tanques RWR](#), alcance de este suministro, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047-20-T0018-E) - Inciso 15 - Puesta en Servicio;
- h) Desconexión y remoción de los cables actuales de interconexión de los equipos y sistemas que deben ser actualizados, así como la remoción de todas las bandejas de cables, canalizaciones y ménsulas que presentan oxidación, aun parcial. Tendido, instalación y conexión y todos los cables nuevos incluyendo fusión, conectorización y certificación de los cables de fibra óptica y sus respectivos ménsulas y bandejas, bandejas de cables, canalizaciones nuevas, incluyendo construcción y adecuación de conductos y bases civiles (donde sea necesario) y demás accesorios para el perfecto funcionamiento de los equipos y sistemas relacionados, conforme Especificación Técnica de Equipos y Sistemas - General (6047- 20-T0018-E) - Inciso 19 - Requisitos Electromecánicos.
- i) Mapeo y relevamiento de la instrumentación existente y necesidades conforme alteraciones propuestas, realizar el proyecto y suministro.
- j) Los transformadores elevadores principales de las unidades U01 a U18 son monitoreados desde un Sistema de Monitoreo de los Transformadores, actuales, denominados SMT-01 a SMT-18. Las informaciones de estos sistemas deben ser adquiridas por el nuevo sistema de Supervisión y Control de la Central Hidroeléctrica.
- k) El CONTRATISTA debe proveer todas las adecuaciones necesarias en los paneles del Sistema de Monitoreo de los Transformadores para las interfaces de supervisión con el nuevo Sistema de Supervisión y Control de la Central

Hidroeléctrica y demás paneles, y para la duplicación del sistema de alimentación de agua de los tanques RWR.

2.4.2 Filosofía Operacional

Cada panel KT debe ser suministrado con un sistema de arranque de las motobombas y de operación de las válvulas motorizadas por medio de controlador, para operación en el sistema de 50 Hz o 60 Hz.

El controlador debe cumplir con el control de las motobombas y de las válvulas motorizadas.

Las funciones de control (selección AUTOMATICO-MANUAL/SELECCIÓN LOCAL-REMOTO / supervisión de bombas ENCENDIDOS / APAGADOS / DEFECTOS, supervisión de válvulas ABIERTA-CERRADA) y de mando local de las motobombas y de las válvulas motorizadas deben ser ejecutadas por el panel KT de cada Unidad Generadora.

Para cada panel KT debe ser prevista una llave selectora de modo de adquisición de datos (CONVENCIONAL / DIGITAL) de la indicación de caudal de agua y de aceite en los intercambiadores de calor del sistema. El modo CONVENCIONAL deberá permitir la adquisición de datos desde los indicadores de caudal analógicos que se encuentran instalados actualmente en los circuitos de agua y aceite de los intercambiadores de calor. El modo DIGITAL deberá permitir la adquisición de datos a través de los medidores de caudal digitales que deberán ser instalados como parte del alcance de la Actualización Tecnológica, en los circuitos de agua y aceite de los intercambiadores de calor del sistema.

La instalación de los medidores digitales de caudal, para los circuitos de aceite de cada intercambiador de calor del sistema, deberá ser ejecutada sin que sean necesarias modificaciones mecánicas en las tuberías de aceite existentes.

Las señales de supervisión, medición, alarmas y estados de los equipos, deben ser adquiridas por el controlador de campo instalado en el panel KT.

2.5 SISTEMA DE CONTROL

Todas las señales del panel KT deben integrarse con la red de control de los servicios auxiliares eléctricos y mecánicos comunes de la unidad generadora, proporcionando la información del panel y del campo y generación de alarmas, tanto para supervisión local y supervisión desde el Panel de la Unidad de Adquisición y Control de la Unidad Generadora - UAC-UG.

Cada panel KT debe contener un controlador de campo - nivel 1 de control, que cumple con las especificaciones de los requisitos del Sistema de Supervisión y Control, el cual supervisará las principales variables asociadas de los transformadores principales y controlará también el sistema de enfriamiento de los transformadores. [El control de campo deberá contar con entradas de reserva suficientes para adquisición de otras variables a ser definidos en el proyecto ejecutivo.](#)

Cada transformador monofásico cuenta con su respectivo panel de instrumentación que hace la interfaz con el panel KT.

Este controlador debe adquirir todas las señales procedentes de los transformadores monofásicos y del sistema de enfriamiento, tanto para la supervisión local y para la supervisión a partir de la UAC de la unidad generadora.

Este controlador también debe adquirir las señales provenientes de los paneles del Sistema de Monitoreo de los Transformadores Elevadores Principales.

El controlador debe implementar la comunicación con el Panel de Control de la Unidad (UAC-UG), a través de una red de campo Ethernet Industrial de área local (LAN) de 100 Mbps sobre fibra óptica. El protocolo utilizado debe ser estándar Ethernet TCP/IP totalmente compatible con los Controladores Principales.

Las señales de protección deben conectarse directamente al controlador y también repetidas físicamente.

El panel KT debe incluir las señales de alarma y disparo de los monitores inteligentes del transformador y del aislador pasante de alta tensión.

El panel KT debe tener, en su parte frontal, una interfaz hombre-máquina (IHM), con monitor de tipo pantalla táctil, con dimensiones mínimas de siete (07) pulgadas, la cual hará posible al operador tomar conciencia de las informaciones de valores, estados de las varias magnitudes involucradas en el proceso del sistema.

Esta IHM debe contar con pantallas gráficas de los equipos de los transformadores, de manera que sea posible la visualización, como mínimo, de las siguientes variables:

- Temperaturas de los devanados Alto y Bajo de los transformadores;
- Temperatura del sistema de enfriamiento de los transformadores;
- Niveles de aceite de los transformadores;
- Presiones del sistema;
- Registro de alarmas;
- Alarmas por falla del instrumento o instrumento fuera de rango;
- Severidad de vibración;
- Caudal en los circuitos de agua y aceite de cada intercambiador de calor
- Otras variables a ser definidas en el proyecto ejecutivo.

El controlador dispondrá de todas las secuencias, enclavamientos, señalizaciones, mediciones y protecciones para su operación de forma autónoma, en el modo de control local y remoto para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de refrigeración.

En caso de actuación de alarmas que requieran la parada de la máquina, el controlador debe generar un resumen de alarmas de las protecciones mecánicas, a ser enviado a través de la red de campo a UAC-UG y también señalar a través de contactos secos al Panel de Parada de Emergencia y Sincronismo (QPESI).

El controlador y todos los elementos de control deben ser alimentados en 125 Vcc desde el sistema de corriente continua de la central hidroeléctrica.

El CONTRATISTA debe suministrar todas las fuentes internas necesarias para la alimentación de sus equipos. Estas fuentes deben estar provistas de contactos de alarma o falla para señalización local y remota.

El CONTRATISTA debe proporcionar todos los códigos fuente de los programas implementados en los controladores de campo suministrados a ITAIPU.

El panel debe tener compartimientos independientes por la los equipos de fuerza y control, por lo que debe contar con al menos dos compartimientos.

El controlador de campo debe cumplir con los requisitos establecidos en la Especificación Técnica de Equipos y Sistemas para Unidades Generadoras (6047-20-T0003-E) - Capítulo 6 - Inciso 8.3.2.