



Gerencia de Sector Estudios y Proyectos
Área Trasmisión

PARTE II

CAPITULO 9

SISTEMA DE PROTECCIÓN

INDICE

9.1	INTRODUCCIÓN	3
9.2	GENERALIDADES	6
9.2.1	CONFIABILIDAD	6
9.2.2	NORMAS	6
9.3	SUMINISTRO DE MATERIALES	7
9.3.1	RELÉS DE PROTECCIÓN Y ACCESORIOS	7
9.3.2	ACCESORIOS Y PROGRAMAS PARA LA COMUNICACIÓN, EXTRACCIÓN AUTOMÁTICA DE EVENTOS, REGISTROS OSCILOGRÁFICOS, AJUSTES Y CONFIGURACIÓN DE LOS RELÉS	38
9.3.3	SINCRONIZACIÓN HORARIA DE LOS EQUIPOS	40
9.3.4	PANELES DE PROTECCIÓN	40
9.3.5	REPUESTOS Y ACCESORIOS	41
9.4	ENSAYOS DE RUTINA Y DE RECEPCIÓN EN FÁBRICA	41
9.5	ENSAYOS DE VERIFICACIÓN Y RECEPCIÓN EN SITIO (EN LAS SUBESTACIONES)	43
9.5.1	GENERALIDADES	43
9.5.2	ALCANCE	43
9.5.3	PARTICIPACION DE UTE, INTERACCIÓN CON UTE, PROTOCOLOS DE ENSAYO, CORONOGRAMA Y PLAN DE ENSAYOS, EQUIPOS DE ENSAYO, ETC.	44
9.5.4	EQUIPAMIENTO	47
9.5.5	PERSONAL QUE EJECUTA LOS ENSAYOS, CV	47
9.5.6	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	48
9.5.7	VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES EN PANELES DE PROTECCIÓN (SAT)	49
9.5.8	VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES EN COFRES DE ZONA EN CELDAS Y PLAYA DE MANIOBRA (SAT)	52
9.5.9	VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES DE RELES DE PROTECCIÓN (SAT)	53
9.5.10	VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES DE INTERCONEXIÓN, TIS Y TTS (SAT)	55
9.5.11	PUESTA EN SERVICIO; VERIFICACIONES Y MEDIDAS (SAT)	57
9.6	CAPACITACIÓN	58
9.7	PROYECTO DE DETALLE DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN	59
9.8	MONTAJE Y CABLEADO DE LOS RELÉS DE PROTECCIÓN EN LOS PANELES	63
9.9	PROYECTO Y EJECUCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN LAS SUBESTACIONES	64
9.9.1	AJUSTES DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN	64
9.10	GARANTÍA	64
9.11	INFORMACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR	65
9.11.1	INFORMACIÓN A ENTREGAR CON EL SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN	65
9.11.2	INFORMACIÓN A ENTREGAR CON EL SUMINISTRO PARA EL RESTO DE LOS EQUIPOS	65

9.1 INTRODUCCIÓN

El Contratista debe, de acuerdo con la presente especificación, suministrar todo lo necesario para la adecuada protección de todos los equipamientos de potencia que componen el sistema proyectado, y las herramientas, documentos, información y capacitación necesaria para la posterior explotación y mantenimiento de los sistemas de protección mencionados.

Es así que de acuerdo al proyecto del sistema de potencia planteado el Contratista debe suministrar los sistemas de protección para:

- La ampliación de la subestación existente de 500kV *“Punta del Tigre”*:
 - Una línea de 500kV entre Punta del Tigre 500kV y Cardal 500kV.
- La subestación de 500kV *“Cardal”* que integra:
 - Dos barras de 500kV.
 - Tres bancos de reactores de línea en 500 kV (asociados a la línea Montevideo A 500kV, Palmar 500kV y Punta del Tigre 500kV).
 - Una barra de 31,5 kV.
 - Tres transformadores de servicios auxiliares en 31,5 kV.
 - Una línea de interconexión en 500 kV Cardal – Montevideo A de aproximadamente 48 km de longitud.
 - Una línea de interconexión en 500kV Cardal – Punta del Tigre de 65 km de longitud aproximadamente.
 - Una línea de interconexión en 500 kV Cardal - Palmar de 180 km de longitud aproximadamente.
 - La estación contará con un tramo completo y dos incompletos, sumando un total de siete interruptores para las cuales deberá suministrarse los sistemas de falla interruptor correspondiente.
 - Se deberán realizar las provisiones necesarias en referencia a los sistemas de protección necesarios para la futura incorporación de un banco de transformadores 500/150/31.5kV.
- La subestación existente de 500 kV *“Palmar”*:
 - Renovación de los sistemas de protección de la línea Palmar - Cardal.
 - Renovación de los sistemas de protección de los 2 reactores de la línea Palmar – Cardal.
- La subestación existente de 500 kV *“Montevideo A”*:
 - Renovación de los sistemas de protección de la línea Montevideo A - Cardal.

De acuerdo a lo anterior, el Contratista tiene a su cargo, además de realizar el suministro de los materiales, accesorios y equipamiento auxiliar, realizar las siguientes tareas:

- Para todo el equipamiento suministrado:
 - Efectuar las pruebas en fábrica de los relés de protección y accesorios a suministrar, en presencia de dos inspectores de UTE. Previo a esto,

- los inspectores recibirán un curso de capacitación en fábrica sobre los equipamientos a suministrar y ensayar.
- Efectuar las pruebas en fábrica de los paneles de protección bajo la supervisión de dos inspectores de UTE.
 - Brindar al personal de UTE la capacitación necesaria para la posterior explotación y mantenimiento de los sistemas de protección.
 - Suministrar repuestos de todos los equipos de protección y accesorios que se suministrarán.
- Para la subestación Cardal 500kV:
 - Realizar el proyecto y montaje de interconexión en sitio de dichos paneles bajo la aprobación y supervisión de UTE.
 - Realizar la implementación de los ajustes de los relés de protección, que UTE suministrará.
 - Realizar los ensayos de recepción y puesta en servicio de la instalación completa bajo la supervisión de UTE.
 - UTE suministrará uno o dos paneles asociados al sistema RAS (Remedial Action Schemes) de UTE, los mismos deberán ser integrados al proyecto desarrollado por el contratista según las indicaciones que UTE brindará luego de firmado el contrato. El contratista también será responsable de instalar los mencionados paneles en la estación Cardal.
 - Para las subestaciones Palmar 500kV y Montevideo A 500kV:
 - Realizar el proyecto y montaje de interconexión en sitio de dichos paneles bajo la aprobación y supervisión de UTE.
 - Realizar la implementación de los ajustes de los sistemas de protección, que UTE suministrará.
 - Realizar los ensayos de recepción y puesta en servicio de la instalación completa bajo la supervisión de UTE.
 - Los sistemas de protección de línea y reactores serán idénticos a los suministrados para los extremos de la estación Cardal. En estas estaciones el alcance de la renovación de los sistemas de protección implican la renovación de los sistemas de protección y los cableados existentes asociados a dichos sistemas de protección desde el bastidor frontera de la estación hasta los paneles de protección. A su vez deberán realizarse todos los cableados que sean necesarios para integrar el nuevo sistema de protección a la estación, así como el reemplazo de todos aquellos conductores pertenecientes a los sistemas de protección involucrados que se encuentren en mal estado.
 - Para la subestación Punta del Tigre 500kV:
 - Realizar el proyecto y montaje de interconexión en sitio de dichos paneles bajo la aprobación y supervisión de UTE.
 - Realizar la implementación de los ajustes de los relés de protección, que UTE suministrará.
 - Realizar los ensayos de recepción y puesta en servicio de la instalación bajo la supervisión de UTE.

Dada la importancia en el desempeño del sistema proyectado, todo lo relativo a la protección del mismo debe ser diseñado para proveer las máximas seguridades y un alto grado de confiabilidad.

Además de los equipamientos de protección, debe incluirse en el suministro todos los accesorios de hardware y software para su configuración, ajuste, comunicación, gestión remota y sincronización horaria además de las herramientas, equipos de ensayo, documentos, información y capacitación necesaria para su puesta en servicio y la posterior explotación y mantenimiento de los mismos.

Resumen de sistemas de protecciones a suministrar por el contratista:

- 6 protecciones de línea, c/u con dos sistemas.
- 5 protecciones para reactores de compensación paralelo de 500kV, c/u con dos sistemas.
- 7 protecciones de falla interruptor para los equipos de 500kV de CARDAL, c/u con dos sistemas.
- 2 protecciones de barras 500kV, c/u con dos sistemas.
- 1 protección para transformador, c/u con dos sistemas.
- 1 sistema de protección de barra de 31.5kV
- 6 sistemas de protección para secciones de 31.5kV. (1 alimentador de barra desde reactor de línea a PT5, 1 alimentador de barra desde reactor de línea a MA5, 1 alimentador de barra de reserva y 3 salidas para transformadores de SSAA.)

9.2 GENERALIDADES

En el sistema de potencia no deben existir zonas en las cuales una anomalía no sea detectada por un relé específico con un tiempo de operación instantáneo. Las zonas de operación definidas por la ubicación de los transformadores de medida de corriente deben ser tales que se logren los solapamientos de diferentes relés para garantizar que sean detectadas todas las fallas posibles en dichas zonas y despejadas adecuadamente.

Las especificaciones de este capítulo son complementarias del resto del pliego.

9.2.1 CONFIABILIDAD

Salvo que se especifique lo contrario, para la protección de los equipos se prevé dos sistemas de protección independientes y separados físicamente. Cada sistema de protección debe instalarse en un panel separado (no se admite instalar ambos sistemas en un mismo panel). Además, a nivel de conexión, debe mantenerse una adecuada separación de los sistemas que permita modificar uno de ellos manteniendo el otro con su plena funcionalidad, debiendo disponer de alimentación auxiliar y salidas de disparo independientes.

Los sistemas se denominan: "Sistema 1" y "Sistema 2". Ante una anomalía en un equipo de potencia los correspondientes dispositivos de protección de ambos sistemas deben detectarla y enviar el disparo en los tiempos establecidos según configuración, de forma simultánea e independiente al interruptor o interruptores que correspondan.

Los sistemas de protección deben ser equivalentes, no teniendo por qué ser idénticos y siendo preferible que los principios de operación en que fundamentan su acción sean diferentes. Un defecto o falla que ocurra en un sistema de protección no debe afectar el funcionamiento del otro sistema.

Cuando un sistema de protección sea retirado de servicio para inspección, reparación o prueba, el otro debe seguir proveyendo la debida protección.

Los únicos elementos en común que tienen los sistemas 1 y 2, son a lo sumo los transformadores de medida (utilizando distintos devanados secundarios para cada sistema) y los interruptores de potencia (utilizando distintas bobinas de disparo).

La falla de un interruptor provoca la actuación de la protección de falla interruptor correspondiente, disparando los interruptores adyacentes.

En lo que se refiere al disparo del extremo remoto, el sistema de comunicación también debe estar compuesto por dos sistemas independientes, asegurando que una única falla del mismo, no pueda provocar su inoperancia.

Los circuitos de disparo y sus señales de disparo, deben ir directamente desde los equipos de protección a los interruptores, sin pasar por ningún otro sistema, bloqueo (excepto el bloqueo de actuación del interruptor) o llave selectora.

9.2.2 NORMAS

Salvo cuando se indica lo contrario, estas especificaciones hacen referencia a las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en vigencia.

En todo lo que no sea especificado en las presentes especificaciones técnicas, se admite a solo criterio de UTE otras normas que garanticen calidad igual o superior a las antes citadas como ser las normas ASTM, ANSI o IEEE. En este caso debe adjuntarse copia de las normas utilizadas.

9.3 SUMINISTRO DE MATERIALES

9.3.1 RELÉS DE PROTECCIÓN Y ACCESORIOS

Los equipos de protección y accesorios a suministrar deben cumplir con todos los requerimientos descritos en este ítem.

9.3.1.1 Funciones específicas de protección

El Contratista puede presentar relés con principios de operación diferentes a los aquí descritos para las funciones de protección, debiendo entregar por escrito documentación técnica que avale su buen funcionamiento y demuestre ventajas y mejoras respecto a lo solicitado en el presente pliego, quedando a juicio de UTE su aceptación o rechazo.

9.3.1.1.1 Protección de barras de 31,5 kV de subestación Cardal 500kV.

La barra de 31,5 kV de la subestación Cardal de 500kV debe contar con un sistema de protección que debe incorporar las funciones que se describen a continuación.

Función de sobretensión.

- Debe medir la tensión de los transformadores de medida de tensión de fase conectados en estrella de las barras de 31,5kV.
- Debe responder al valor eficaz total de la tensión, incluidos eventuales armónicos.
- La función de sobretensión opera en forma temporizada, con un nivel de tensiones ajustable entre el 90% y el 200% de la tensión nominal en pasos de un 1% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido (ajustable entre 0s y 60s) y tiempo dependiente de la tensión.
- Debe poderse seleccionar entre la operación cuando se supera el nivel ajustado en al menos una de las fases o en las tres.
- Debe tener al menos dos niveles de operación.
- El disparo se realiza sobre todos los interruptores que se conectan a la barra.

9.3.1.1.2 Protección de los transformadores de servicios auxiliares y sistema de incendio a conectarse en la barra de 31,5 kV de subestación Cardal de 500kV.

Tanto los transformadores de servicios auxiliares como el asociado al sistema de incendio que se conecta a barras de 31,5 kV de la subestación Cardal deben contar con un sistema de protección cuyas funciones se describen a continuación:

Función de sobreintensidad de fase.

- Supervisión de las tres fases. Debe tomar las medidas de los transformadores de corriente de fase ubicados en las celdas correspondientes de la subestación.
- Medición de la componente fundamental de las señales, con poca influencia de las componentes de alta frecuencia y de continua.
- Función instantánea con una corriente de operación ajustable entre 20% y 2000% de la corriente nominal en pasos de 5%, tiempo de operación típico de 35ms para

una corriente de operación del doble de la ajustada, con la posibilidad de retardar su acción, tiempo de restablecimiento inferior a 100ms y relación de desexcitación aproximada de 0,95.

- Función temporizada con una corriente de operación ajustable entre 10% y 300% de la corriente nominal en pasos de 5% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC 60255).
- Debe ser insensible a las corrientes magnetizantes.

Función de sobreintensidad de tierra.

- Debe medir la componente fundamental de las señales, con poca influencia de las componentes de alta frecuencia y de continua.
- Se alimenta de los transformadores de corriente de fase ubicados en las celdas correspondientes de la subestación.
- Función instantánea con una corriente de operación ajustable entre 10% y 2000% de la corriente nominal en pasos de 5%, tiempo de operación típico de 35ms para una corriente de operación del doble de la ajustada, con la posibilidad de retardar su acción, tiempo de restablecimiento inferior a 100ms y relación de desexcitación aproximada de 0,95.
- Función temporizada con una corriente de operación ajustable entre 5% y 200% de la corriente nominal en pasos de 5% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC 60255).
- Debe ser insensible a las corrientes magnetizantes.

Esquema de disparo.

- El disparo del sistema de protección de los transformadores de SSAA que se alimentan de la barra de 31.5kV de la subestación Cardal se realizará sobre el propio interruptor del transformador.

9.3.1.1.3 Protección de los alimentadores de la barra de 31,5 kV desde los reactores de línea y celda de reserva.

Cada una de las tres posibles fuentes de alimentación de la barra de 31.5kV debe contar con un sistema de protección cuyas funciones se describen a continuación:

Función de sobreintensidad de fase.

- Supervisión de las tres fases. Debe tomar las medidas de los transformadores de corriente de fase ubicados en las celdas correspondientes de la subestación.
- Medición de la componente fundamental de las señales, con poca influencia de las componentes de alta frecuencia y de continua.
- Función instantánea con una corriente de operación ajustable entre 20% y 2000% de la corriente nominal en pasos de 5%, tiempo de operación típico de 35ms para una corriente de operación del doble de la ajustada, con la posibilidad de retardar su acción, tiempo de restablecimiento inferior a 100ms y relación de desexcitación aproximada de 0,95.

- Función temporizada con una corriente de operación ajustable entre 10% y 300% de la corriente nominal en pasos de 5% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC 60255).
- Debe ser insensible a las corrientes magnetizantes.

Función de sobreintensidad de tierra.

- Debe medir la componente fundamental de las señales, con poca influencia de las componentes de alta frecuencia y de continua.
- Se alimenta de los transformadores de corriente de fase ubicados en las celdas correspondientes de la subestación.
- Función instantánea con una corriente de operación ajustable entre 10% y 2000% de la corriente nominal en pasos de 5%, tiempo de operación típico de 35ms para una corriente de operación del doble de la ajustada, con la posibilidad de retardar su acción, tiempo de restablecimiento inferior a 100ms y relación de desexcitación aproximada de 0,95.
- Función temporizada con una corriente de operación ajustable entre 5% y 200% de la corriente nominal en pasos de 5% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC 60255).
- Debe ser insensible a las corrientes magnetizantes.

Esquema de disparo.

- El disparo del sistema de protección del cada uno de los alimentadores de la barra de 31.5kV de la subestación Cardal se realizará sobre el propio interruptor de la celda correspondiente.

9.3.1.1.4 Protección de las líneas de interconexión: subestación Cardal - subestación Punta del Tigre, subestación Cardal - subestación Montevideo A y subestación Cardal - subestación Palmar.

Los sistemas de protección de las tres líneas se deben integrar con dispositivos similares. En cada uno de los sistemas S1 y S2, todas las funciones de protección y registro se agrupan preferentemente en un dispositivo.

Estos dispositivos deben contar con entradas de corriente independientes para cada uno de los dos transformadores de medida ubicados en los campos adyacentes al equipo de potencia protegido. La suma de las corrientes se realiza internamente al relé de protección.

Sistema 1 (S1) y Sistema 2 (S2).

Los dispositivos para ambos sistemas deben integrar funciones similares, que se describen a continuación.

Función diferencial longitudinal de corrientes.

- Debe efectuar la comparación desagregada, fase por fase, de la magnitud y fase de las corrientes en los extremos de la línea.
- Debe ser estable ante corrientes pasantes importantes que eventualmente pudieran saturar los transformadores de medida de corriente.
- Debe permanecer en reposo ante la corriente transversal capacitiva de la línea y a la corriente de la compensación shunt inductiva.
- Debe ser ajustable la corriente diferencial mínima de operación.
- Debe operar en un tiempo típico inferior al ciclo y medio, o sea menor o igual a 30 ms. Se debe indicar el tiempo de operación bajo condiciones operativas extremas.
- La comunicación entre extremos debe ser digital.
- Debe medir el retardo de la comunicación y compensarlo de manera de no afectar el principio de operación, permitiendo su uso en redes de comunicaciones públicas con conmutación automática de ruta.
- El telegrama de comunicación debe incluir códigos de detección de errores.
- El principio operativo debe impedir el disparo ante señales espurias de corta duración que interfieran en el vínculo de comunicación.
- La función diferencial debe bloquearse cuando se detecte alguna anomalía en el vínculo de comunicación, dando una indicación de esta situación.
- El módulo de comunicaciones deberá ser adecuado para el funcionamiento de acuerdo al estándar C37.94.
- La función diferencial debe incorporar la opción del uso de la sincronización de las muestras a través de GPS para compensar los retardos de la transmisión de datos.

Función de distancia.

- Esquema de medición completo con medida simultánea e independiente de los diferentes tipos de defectos y zonas de alcance.
- El número de zonas de alcance debe ser al menos cuatro, con al menos una de ellas reversible para emplearse en respaldos hacia atrás o en esquemas de comunicación del tipo bloqueo.
- Las características de medición deben compensar los efectos de las corrientes de carga previas y minimizar la influencia de la resistencia de falla.
- El principio de medición debe contar con una polarización adecuada que evite malas operaciones ante fallas evolutivas.
- Se considera muy importante el arranque de las funciones para bajas corrientes de defecto.
- Debe ser capaz de actuar en forma correcta para fallas trifásicas cercanas (fallas de tensión cero).
- Operación correcta en caso de saturar los transformadores de corriente principales o ante los transitorios que introducen los transformadores de tensión capacitivos.
- Tiempo típico de operación en su zona 1, inferior o igual a un ciclo (20 ms). El Contratista debe indicar la máxima relación entre la impedancia de la fuente z_s y la impedancia de la línea z para la cual la protección está diseñada y el tiempo de operación para distintos valores de dicha relación y localizaciones de la falla entre el 20% y el 80% de la zona 1.
- Relación típica de excitación, desexcitación de las unidades de medida mejor o igual a 105%.
- Tiempo típico de restablecimiento de la unidad en su conjunto mejor o igual a 40ms.
- Los rangos de ajustes de los valores de distancia o impedancia, resistencia o reactancia, deben ser los más amplios posibles y de a pasos de 0.01ohm secundarios.

- Los rangos de ajustes de los temporizadores de los diferentes alcances deben variar entre 0 y 10s de a pasos preferentemente de 10ms.
- Supervisión de fusión fusible en el circuito de tensión mediante una lógica interna y también mediante una señal externa.
- Función cierre sobre defecto que brinde disparo instantáneo trifásico y definitivo en la totalidad de la línea cuando accidentalmente un interruptor se cierra sobre un defecto. Esta función puede apoyarse en la información exterior sobre la posición de los interruptores respectivos o por una lógica interna que detecte cuando la línea está fuera de servicio.
- Función de bloqueo por oscilación de potencia cuyo principio de operación debe estar basado en la detección del tiempo de transición de una impedancia entre dos características de medición concéntricas en el plano de impedancia. El bloqueo de las distintas zonas de operación se debe poder definir en forma separada.
- Disparo unipolar ante fallas del tipo una fase a tierra ubicadas en la línea protegida, ante las cuales el dispositivo debe operar en forma instantánea, en su zona 1 o a través del esquema de teleprotección que corresponda. Ante anomalías en el equipo protegido que involucren más de una fase, con o sin tierra, o tiempo de actuación de zona 2 o superiores, el disparo debe ser tripolar.
- Lógica de alimentación débil a la falla que permita que el disparo del extremo débil sea monopolar posibilitando mantener el esquema de recierre monopolar.
- Se debe poder seleccionar entre los siguientes esquemas de teleprotección: sistema básico escalonado, extensión de la zona 1, sobrealcance y subalcance permisivo, aceleración de estado (emisión ante actuación de la zona 1 y en el extremo remoto la recepción habilita el disparo si hay actuación de zona 2), esquema de bloqueo, un esquema de eco para uso en la función de alimentación débil a la falla.
- La emisión de la señal de teleprotección debe ser provista por dos contactos libres de potencial. La señal de recepción de teleprotección le es suministrada a través de contactos externos libres de potencial.

Función de sobreintensidad direccional de tierra.

- Función direccional de tierra que debe medir la corriente residual y la tensión residual en la línea protegida, esta última a partir de la tensión suministrada por el secundario del transformador de tensión conectado en triángulo abierto o a través de la determinación interna a partir de las tensiones fase neutro que recibe el relé.
- El ángulo característico debe estar comprendido entre 50 y 75 grados, con la corriente en atraso respecto de la tensión.
- El ajuste de la corriente de operación debe estar comprendido entre el 5% y el 300% de la corriente nominal en pasos de 1%.
- La característica del tiempo de operación debe ser seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC60255).
- Esta función no debe actuar durante la pausa sin tensión del recierre monopolar.
- La tensión de polarización mínima para la operación correcta del direccional debe ser no mayor al 2% de la tensión nominal.
- El disparo debe ser tripolar, no habilitando la función de recierre.
- Se admite un esquema direccional de tierra que utilice una señal de comunicación entre extremos, garantizando una actuación instantánea y selectiva de las fallas en la línea, recierre monopolar y respaldo remoto temporizado.
- Debe tener la posibilidad de deshabilitarse la función direccional a través de un ajuste apropiado, funcionando el relé como sobreintensidad de tierra con las mismas características arriba mencionadas.

- Se considera beneficioso que en caso de perderse la medida de tensión debido a fallas en los circuitos externos al relé, el mismo sea capaz de seguir operando como sobreintensidad de tierra, es decir, sin direccionalidad pero con las mismas características arriba mencionadas.

Función "stub bus".

Cuando por la configuración del sistema de barras corresponda utilizar la función "stub bus", la misma debe tener las siguientes características:

- Cuando el seccionador de línea se encuentre abierto debe existir una función de sobreintensidad que detecte anomalías en el tramo de conexiones entre la ubicación de los transformadores de corriente y el seccionador de línea.
- El dispositivo debe actuar en forma instantánea y su valor de operación ajustable entre 50% y 300% de la corriente nominal.
- El disparo debe ser tripolar definitivo.

Función de supervisión de fases abiertas.

- Debe detectar asimetrías que pueden originarse por un conductor interrumpido o por una falla en la operación de los interruptores asociados.
- Debe medir la asimetría a través de la comparación de las corrientes de fase o del contenido de componentes de secuencia inversa.
- Su operación es temporizada y ajustable entre 1s y 40s de a pasos de 1s.
- El disparo debe ser tripolar definitivo.

Función de sobretensión.

- Debe responder al valor eficaz total de la tensión, incluidos eventuales armónicos.
- La función de sobretensión opera en forma temporizada, con un nivel de tensiones ajustable entre el 90% y el 200% de la tensión nominal en pasos de un 1% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido (ajustable entre 0s y 60s) y tiempo dependiente de la tensión.
- Debe operar cuando se supera el nivel ajustado en al menos una de las fases.
- Debe tener al menos dos niveles de operación.
- El disparo debe ser tripolar definitivo.

Función recierre automático con verificación de sincronismo.

- De acuerdo a la configuración de las subestaciones cada línea está vinculada al sistema eléctrico a través de dos interruptores no exclusivos en cada extremo.
- La función debe permitir el comando de cierre automático de los dos interruptores asociados a la línea protegida. Se debe poder seleccionar que el comando de cierre sea simultáneo hacia los dos interruptores o que se envíe en forma secuencial, primero a uno de ellos, que denominamos líder y luego en función del éxito de la reconexión del primero, al segundo que llamamos seguidor.
- Cuando es tripolar la apertura de los interruptores el cierre automático posterior debe estar condicionado a que se verifiquen condiciones de sincronismo o de cierre sobre red sin tensión.
- Para la verificación de las condiciones de sincronismo o de cierre sobre una red sin tensión se miden las tensiones a ambos lados de los interruptores asociados a la línea protegida. Se deben utilizar tensiones entre una fase y tierra.
- Para determinar si están dadas las condiciones de sincronismo se debe comprobar para cada interruptor que la diferencia de la magnitud y fase de las tensiones entre

sus extremos sea inferior a un valor ajustado y que la frecuencia de las señales difiera en menos de un valor predeterminado. El ajuste de la diferencia de magnitudes debe estar comprendido entre 5% y 40% de la tensión nominal en pasos de 5%, el desfase entre 5 y 50 grados en pasos de 5 grados y la diferencia de frecuencias entre 50 y 200mHz en pasos de 10mHz.

- Se debe poder seleccionar el sentido de la conexión sobre una red sin tensión o permitir ambos sentidos o la conexión de las dos redes sin tensión. El nivel de tensión que indica que la red se encuentra sin tensión debe ser ajustable entre 10% y 80% de la tensión nominal estrellada de a pasos de 5%. El nivel de tensión que indica que la red se encuentra con tensión debe ser ajustable entre 70% y 100% de la tensión nominal estrellada de a pasos de 5%.
- La función de recierre se debe poner en marcha con el disparo originado por la acción instantánea de las funciones que detectan anomalías en la línea protegida.

Se debe proveer para las modalidades de cierre simultáneo y secuencial de los interruptores, como mínimo los siguientes modos de funcionamiento:

I.

I.1. Ante la apertura monopolar de los interruptores asociados a la línea, cierre luego de una temporización, que denominamos tiempo de pausa sin tensión del recierre monopolar, t_{rm} , ajustable entre 300ms y 1s. Si la falla es permanente y se origina un nuevo disparo, este disparo debe ser tripolar sin reconexión posterior.

I.2. Ante un disparo tripolar de los interruptores asociados a la línea, cierre con verificación de sincronismo o sobre red sin tensión, luego de una temporización, que denominamos tiempo de pausa sin tensión del recierre tripolar, t_{rt} , ajustable entre 300ms y 600ms. Si el defecto es permanente el disparo tripolar posterior debe ser definitivo.

II.

II.1. Ante un disparo monopolar se procede como se indica en el punto I1.

II.2. Ante un disparo tripolar no se envía señal de cierre automático.

III.

III.1. Ante cualquier tipo de defecto el disparo hacia los interruptores debe ser tripolar con posterior cierre automático con verificación de las condiciones de sincronismo o de red sin tensión, luego de la pausa sin tensión del recierre tripolar. Si el defecto es permanente el disparo tripolar posterior debe ser definitivo.

- Los modos de funcionamiento deben ser modificables como parte de los ajuste o a través de una señal externa por intermedio de posiciones de contactos eléctricos.
- Mediante una llave externa ubicada en el frente del panel o un comando remoto cableado a una entrada del relé, se debe poder deshabilitar el recierre, disparando en forma tripolar y definitiva para cualquier tipo de defecto, o modificar su modo de funcionamiento.
- El comando de cierre debe habilitar entre las funciones de distancia la denominada función cierre sobre defecto.
- El pulso de cierre se debe poder ajustar entre 20ms y 1s en pasos de 10ms.
- Una vez que culmina un ciclo de recierre automático se bloquea el mismo durante un intervalo de tiempo ajustable entre 10s y 200s en pasos de 5s. Cumplido esa temporización la función de recierre vuelve a su estado de reposo.

- Cuando un interruptor, por un problema interno, no se encuentre en condiciones de cumplir un ciclo de operación que incluya el recierre automático debe emitir una señal hacia la función de recierre, la cual debe solamente bloquear la orden de cierre hacia dicho equipo de maniobra.
- El cierre manual de un interruptor debe bloquear la señal de recierre dirigida hacia él.
- Un interruptor que sea abierto por comando manual no debe cerrarse automáticamente.
- Un interruptor que encontrándose abierto recibe un disparo por protección no debe recibir señal de recierre automático.
- Un interruptor cuyo cierre se encuentre por alguna razón bloqueado no debe recibir una señal de recierre automático.
- Si alguno de los seccionadores de maniobra en serie con el interruptor está en posición abierto no debe enviarse señal de recierre hacia éste.
- En el caso de un interruptor asociado a dos líneas aéreas, si las protecciones de esas dos líneas aéreas le envían una señal de disparo, entonces se debe bloquear el recierre hacia dicho elemento de comando.
- Cuando la función de recierre sea bloqueada por alguna razón en uno de los sistemas de protección se debe bloquear también en el otro sistema de protección.
- En la modalidad de recierre secuencial, la elección del líder y el seguidor debe ser definible por el usuario. Si el interruptor líder tiene inconvenientes que implican el bloqueo de su respectivo recierre debe transferir automáticamente hacia el seguidor su condición de líder. Se prefiere no usar como líder a un interruptor común a dos líneas aéreas.

Función de verificación de sincronismo para el cierre manual.

- Función de verificación de sincronismo para bloquear el cierre manual en los interruptores de EAT y AT.
- La función de verificación de sincronismo se habilita con el pulso de cierre del interruptor correspondiente.
- En caso de falta de condiciones para el cierre, el relé emite una alarma de falta de sincronismo.
- El bloqueo de cierre se da a través de un contacto del relé que se intercala en el circuito de cierre del interruptor correspondiente.
- Para la verificación de las condiciones de sincronismo o de cierre sobre una red sin tensión se miden las tensiones a ambos lados de los interruptores asociados. Se deben utilizar tensiones entre una fase y tierra.
- Para determinar si están dadas las condiciones de sincronismo se debe comprobar para cada interruptor que la diferencia de la magnitud y fase de las tensiones entre sus extremos sea inferior a un valor ajustado y que la frecuencia de las señales difiera en menos de un valor predeterminado. El ajuste de la diferencia de magnitudes debe estar comprendido entre 5% y 40% de la tensión nominal en pasos de 5%, el desfase entre 5 y 50 grados en pasos de 5 grados y la diferencia de frecuencias entre 50 y 200mHz en pasos de 10mHz.
- Se debe poder seleccionar el sentido de la conexión sobre una red sin tensión o permitir ambos sentidos o la conexión de las dos redes sin tensión. El nivel de tensión que indica que la red se encuentra sin tensión debe ser ajustable entre 10% y 80% de la tensión nominal estrellada de a pasos de 5%. El nivel de tensión que indica que la red se encuentra con tensión debe ser ajustable entre 70% y 100% de la tensión nominal estrellada de a pasos de 5%.

Función de sincronización para el cierre manual.

- El relé de protección deberá contar con función de sincronización o de cierre asíncrono, la cual tendrá en cuenta tanto las condiciones de las dos redes así como el tiempo de cierre del interruptor de forma de asegurar que el cierre del interruptor no ponga en riesgo la estabilidad del sistema.

Función de localización de defectos (fault locator).

- El algoritmo de cálculo debe compensar el efecto de las corrientes de carga y minimizar la incidencia de la resistencia de falla y de los aportes remotos a la falla.
- La precisión de la localización debe ser mejor o igual al 3%.
- El valor resultado debe expresarse en km.

Función de medición sincronizada de fasores.

Los relés de protección deben ser también unidades de medición fasorial (PMU), cumpliendo los siguientes requisitos:

- Deben cumplir lo especificado en la última edición aprobada de la norma IEEE PC37.118, al momento de realizarse la propuesta de suministro.
- Frecuencia de muestreo mínima: > 2,5 kHz
- Mínima información a enviar en el mensaje del sincrofasor:
 - ocho corrientes
 - cuatro tensiones
 - frecuencia
- Capacidad de comunicación de hasta 50 mensajes por segundo
- Capacidad de almacenamiento en memoria hasta 30 días
- Deben tener un puerto de comunicaciones Ethernet dedicado para la transmisión de la información al concentrador.

En caso que esta función sea implementada mediante un dispositivo separado del relé de protección, no es necesario el suministro de dos unidades redundantes. El dispositivo PMU así suministrado se debe asociar al sistema 1.

Esquema de disparo.

- Cada uno de los dos sistemas de protección S1 y S2 deben contar con una unidad de disparo rápido.
- Las funciones de protección del sistema 1 dispararán sobre la bobina 1 del interruptor, en tanto el sistema 2 disparará sobre la bobina 2 del interruptor. Los disparos del sistema 1 de protección de la línea iniciarán la función falla interruptor en el sistema 1 de protección de falla interruptor correspondiente.
- Los disparos del sistema 2 de protección de la línea iniciarán la función falla interruptor en el sistema 2 de protección de falla interruptor correspondiente.

Unidades de disparo rápido monopolares y tripolares para dos interruptores.

Cada uno de los sistemas de protección S1 y S2 de las líneas debe contar con una unidad de disparo rápido, monopolar y tripolar cuyas características se describen a continuación.

- Debe tener tres entradas para disparo monopolar (una por fase) y otra para disparo tripolar.
- Debe tener dos salidas para disparar dos interruptores en forma monopolar, teniendo en cuenta además que cada interruptor tiene dos bobinas de disparo (dos salidas por cada fase y por cada interruptor).
- Las alimentaciones de corriente continua deben manejarse en forma separada. No se mezclan las continuas de las entradas ni las de las salidas para disparo de cada interruptor.
- Todos los contactos deben ser independientes entre sí. Los dos bornes de cada contacto deben estar accesibles para ser cableados.
- Debe tener un contacto de alarma de disparo por cada fase de cada interruptor.
- Debe tener un contacto de alarma de operación de la unidad.
- Su tiempo de operación (pick up time) no debe ser superior a 5ms.
- Su reposición debe ser instantánea luego de su desenergización.
- Debe ser estable y resistente frente a golpes y vibraciones, no operando nunca por ninguna de estas causas.
- Se admite la combinación de dos elementos auxiliares de diferentes características para lograr los requerimientos deseados (rapidez y robustez de los contactos).
- Las características de los contactos deben ser las descritas en el punto 9.3.1.13.
- Las características del dispositivo deben ser las descritas en los puntos 9.3.1.6 a 9.3.1.12.

9.3.1.1.5 Protección de reactores de compensación paralelo de 500kV.

Cada reactor debe contar con dos sistemas de protección S1 y S2 cuyas características se especifican a continuación.

En cada uno de los sistemas S1 y S2, todas las funciones de protección y registro se agrupan preferentemente en un dispositivo.

Sistema 1 (S1).

Dispositivo que integra las siguientes funciones:

Función diferencial de porcentaje.

- Debe estar alimentado de los transformadores de medida de corriente de los reactores, según se indica en el presente pliego.
- Debe ser muy estable, no actuando para defectos externos y ser insensible a la saturación de algún transformador de medida de corriente.
- El Contratista debe informar sobre el porcentaje del arrollamiento que puede ser razonablemente protegido.
- Su tiempo de actuación desde el origen de la falta hasta la orden de apertura debe ser menor de 30ms para una corriente diferencial igual a 2 veces la corriente nominal de entrada y menos aún para corrientes mayores. El Contratista debe indicar el tiempo de respuesta en función de la corriente diferencial.
- No se aceptan transformadores de corriente intermedios para resolver los eventuales problemas que se originan con el uso de transformadores de medida de corriente de diferentes relaciones nominales de transformación.
- Debe tener un amplio rango de ajuste del umbral mínimo de la corriente diferencial de operación y de la pendiente de la característica de porcentaje.

Esquema de disparo.

- Todas las funciones del Sistema 1 deben dar órdenes de disparo tripolar definitivo con enclavamiento a los interruptores de ambos extremos de la línea y al interruptor de la toma de media tensión del reactor en el extremo local de la línea.
- Debe dirigir además las señales de disparo a los relés de falla de interruptor correspondientes.

Sistema 2 (S2).

Dispositivo que integra las siguientes funciones:

Función de sobreintensidad de fase y tierra.

- Debe tener una función de sobreintensidad temporizada con diferentes características de tiempo de operación en función del tiempo. El umbral de operación de corriente debe ser ajustable preferentemente entre $0.5I_n$ y $3I_n$ para las unidades de fase y $0.1I_n$ e I_n para la unidad de tierra. Las curvas corriente-tiempo seleccionables deben ser del tipo de tiempo definido, tiempo inverso y muy inverso de acuerdo a la normativa de la IEC255.
- Debe tener un nivel de corriente de operación instantánea, ajustable preferentemente entre I_n y $30I_n$ para las unidades de fase y entre $0.5I_n$ y $10I_n$ para la unidad de tierra. Debe permitir ajustar un retardo en su operación a los efectos de coordinar dicho elemento con instantáneos de otros relés. La temporización debe permitir ajustar valores entre 50ms y 5s.

Esquema de disparo.

- Todas las funciones del Sistema 2 deben dar órdenes de disparo tripolar definitivo con enclavamiento a los interruptores de ambos extremos de la línea y al interruptor de la toma de media tensión del reactor en el extremo local de la línea.
- Deben dirigir además las señales de disparo a los relés de falla de interruptor correspondientes a elementos de maniobra locales.

Unidades de disparo tripolar rápido para todos los interruptores con enclavamiento y restablecimiento eléctrico.

Cada uno de los sistemas de protección S1 y S2 de los reactores de compensación debe contar con una unidad de disparo rápido, tripolar, con enclavamiento al cierre y restablecimiento eléctrico cuyas características se describen a continuación.

- Debe tener una entrada de disparo tripolar para actuar sobre todos los interruptores asociados al reactor.
- Debe tener una salida por cada uno de los interruptores asociados al reactor en forma independiente, teniendo en cuenta además que cada interruptor puede tener hasta dos bobinas de disparo.
- Todos los contactos deben ser independientes entre sí. Los dos bornes de cada contacto deben estar accesibles para ser cableados.
- Debe tener dos posiciones de reposo, sin que sea necesario el consumo de energía permanente para mantenerlo en cualquiera de ellas.

- Las alimentaciones de corriente continua deben manejarse en forma separada. No se mezclan las continuas de las entradas ni las de las salidas para disparo de cada bobina de cada interruptor.
- Su tiempo de operación (pick up time) no debe ser superior a 5ms.
- Su tiempo de operación (reset time) no deberá ser superior a 20ms.
- Debe ser estable y resistente frente a golpes y vibraciones, no operando nunca por ninguna de estas causas.
- Debe ser de reposición eléctrica y manual (reset).
- No debe ser posible operarlo manualmente (pick up).
- Debe tener señalización propia de la posición.
- Además de los contactos para disparo y enclavamiento, debe tener un contacto para señalización de la posición de cada interruptor.
- Debe tener además un contacto de alarma de operación de la unidad.
- Se admite la combinación de dos elementos auxiliares de diferentes características para lograr los requerimientos deseados (rapidez y robustez de los contactos) que conformen una unidad de disparo como la especificada.
- Las características de los contactos deben ser las descritas en el punto 9.3.1.13.
- Las características del dispositivo deben ser las descritas en los puntos 9.3.1.6 a 9.3.1.12.
- Los relés del tipo Buchholz, imagen térmica, temperatura de aceite, nivel de aceite, presión de aceite y sistema de refrigeración no están incluidos en este suministro. Estos dispositivos envían órdenes de disparo a los correspondientes interruptores en ambos extremos de la línea a través de estas unidades de disparo.

9.3.1.1.6 Protección de reactores de neutro para los bancos de compensación paralelo de 500kV.

Los reactores de neutro serán protegidos mediante una función de sobrecorriente, cuyas características se especifican a continuación. Dicha función formará parte del Sistema 2 de protección de banco de compensación al cual está asociado el reactor de neutro.

Función de sobreintensidad.

- Debe tener una función de sobreintensidad temporizada con diferentes características de tiempo de operación en función del tiempo. El umbral de operación de corriente debe ser ajustable preferentemente entre $0.5I_n$ y $3I_n$ para las unidades de fase y $0.1I_n$ e I_n para la unidad de tierra. Las curvas corriente-tiempo seleccionables deben ser del tipo de tiempo definido, tiempo inverso y muy inverso de acuerdo a la normativa de la IEC255.
- Debe tener un nivel de corriente de operación instantánea, ajustable preferentemente entre I_n y $30I_n$ para las unidades de fase y entre $0.5I_n$ y $10I_n$ para la unidad de tierra. Debe permitir ajustar un retardo en su operación a los efectos de coordinar dicho elemento con instantáneos de otros relés. La temporización debe permitir ajustar valores entre 50ms y 5s.

9.3.1.1.7 Protección de falla interruptor.

La protección de falla interruptor tiene una pequeña probabilidad de actuación debido a que se requiere la existencia de una falta en el sistema eléctrico y posterior falla en la operación del elemento de maniobra correspondiente.

Debe proveerse esta función para todos y cada uno de los interruptores de EAT del proyecto.

La función de falla interruptor debe estar implementada en dispositivos dedicados para esta función, no se admite la implementación de esta función en relés de protección asociados a otros sistemas de protección. Cada interruptor tendrá dos sistemas de protección independientes (S1 y S2), cada uno de ellos se implementará en un relé de protección dedicado exclusivamente para esta función, en el cual se implementará la función falla interruptor correspondiente. A su vez los relés de falla interruptor se agruparán por tramo y por sistema, con lo cual se montará un panel por tramo y por sistema, los cuales podrán incluir hasta tres relés de protección dependiendo de si el tramo está completo o no.

Debe integrar las siguientes funciones:

Función falla interruptor.

- Debe recibir las señales de disparo de todas las protecciones que actúan sobre el correspondiente interruptor, teniendo en cuenta que deben considerarse y mantenerse en forma independiente los dos sistemas S1 y S2 de protección.
- Los disparos recibidos pueden ser monopolares dado que se utiliza la función de apertura monopolar y recierre automático posterior. Por lo tanto la lógica de falla del interruptor debe estar prevista para cada polo.
- El principio de operación debe estar basado en el análisis de dos señales que deben estar presentes simultáneamente para que exista actuación, a saber: orden de disparo dada por cualquier relé asociado al mismo y corriente circulante por el polo o polos que deberían abrir, de un valor determinado ajustable entre un 20% y un 200% de I_n en pasos de 1%. Después de haber recibido las dos señales el relé debe repetir la orden de apertura al interruptor en un tiempo ajustable entre instantáneo y un valor mayor o igual a 100ms. Luego de transcurrido un tiempo T (regulable entre 50ms y 300ms) si no desaparece la corriente el relé debe ordenar por un lado la apertura de aquellos interruptores que aíslan la falta en el circuito de potencia (si los mismos son lejanos, la orden se transmite por las transferencias de disparo, cuyo detalle se indica en 9.3.1.2) y por otro lado debe bloquear la posibilidad de recierre de los interruptores con dicha funcionalidad.

9.3.1.1.8 Protección para el futuro transformador de potencia 500/150/31,5kV de la subestación Cardal 500kV.

Si bien la instalación del transformador en la estación Cardal no forma parte de este suministro, se deberá suministrar el sistema de protección asociado al mismo. La mencionada protección debe contar con dos sistemas de protección que deben incorporar las funciones que se describen a continuación. En cada uno de los sistemas S1 y S2, todas las funciones de protección y registro se agrupan preferentemente en un dispositivo.

Sistema 1 (S1).

Dispositivo que integra las siguientes funciones:

Función diferencial de porcentaje

- Esta función debe medir las corrientes provenientes de dos transformadores de medida de corriente del circuito de EAT, de uno del sistema de AT y uno del sistema de MT.
- Debe ser muy estable no actuando para defectos externos y debe ser insensible a la saturación de algún transformador de medida de corriente.
- Debe poseer un principio de operación que impida su actuación frente a la corriente de energización del transformador.
- Debe ser insensible a corrientes magnetizantes elevadas debidas a sobretensiones en la red.
- Debe poder ser usado en el rango completo de variación de la regulación bajo carga sin necesidad de reajustes.
- El Contratista debe informar sobre el porcentaje del arrollado que puede ser razonablemente protegido.
- Su tiempo de actuación desde el origen de la falta hasta la orden de apertura debe ser menor de 30ms para una corriente diferencial igual a 2 veces la corriente nominal de entrada y menos aún para corrientes mayores. El Contratista debe indicar el tiempo de respuesta en función de la corriente diferencial.
- El dispositivo debe en forma numérica compensar la relación de transformación del transformador principal y transformadores de medida de corriente y el desfase debido al grupo horario de conexión. No se aceptan transformadores de corriente intermedios para la adaptación citada.
- Debe tener un amplio rango de ajuste del umbral mínimo de la corriente diferencial de operación y de la pendiente de la característica de porcentaje.
- La función diferencial debe tener en cuenta que en el lado de MT el aterramiento se realizará con un neutro artificial compuesto por un transformador zig-zag y una resistencia.

Función de sobreintensidad de fase y tierra del lado de EAT y del lado de AT.

- Debe tener una función de sobreintensidad temporizada con diferentes características de tiempo de operación en función del tiempo. El umbral de operación de corriente debe ser ajustable preferentemente entre $0.5I_n$ y $3I_n$ para las unidades de fase y $0.1I_n$ e I_n para la unidad residual. Las curvas corriente-tiempo seleccionables deben ser del tipo de tiempo definido, tiempo inverso y muy inverso de acuerdo a la normativa de la IEC 60255.
- Debe tener un nivel de corriente de operación instantánea, ajustable preferentemente entre I_n y $30I_n$ para las unidades de fase y entre $0.5I_n$ y $10I_n$ para la unidad residual. Debe permitir ajustar un retardo en su operación a los efectos de coordinar dicho elemento con instantáneos de otros relés. La temporización debe permitir ajustar valores entre 50ms y 5s.

Función de sobreintensidad de fase y tierra del lado de MT.

- La función de sobreintensidad de fase debe medir las corrientes provenientes de los transformadores ubicados del lado de MT del transformador.
- La función de sobreintensidad de tierra debe medir la corriente proveniente del transformador ubicado en el neutro del transformador zig-zag o en la resistencia de puesta a tierra.
- Debe tener una función de sobreintensidad temporizada con diferentes características de tiempo de operación en función del tiempo. El umbral de operación de corriente debe ser ajustable preferentemente entre $0.5I_n$ y $3I_n$ para las unidades de fase y $0.1I_n$ e I_n para la unidad residual. Las curvas corriente-tiempo

seleccionables deben ser del tipo de tiempo definido, tiempo inverso y muy inverso de acuerdo a la normativa de la IEC60255.

- Debe tener un nivel de corriente de operación instantánea, ajustable preferentemente entre I_n y $30I_n$ para las unidades de fase y entre $0.5I_n$ y $10I_n$ para la unidad residual. Debe permitir ajustar un retardo en su operación a los efectos de coordinar dicho elemento con instantáneos de otros relés. La temporización debe permitir ajustar valores entre 50ms y 5s.

Sobreflujo.

- Debe tener un retardo de operación en función de la magnitud del flujo magnético medido. La forma de la característica de operación se debe corresponder con la curva de soportabilidad a los sobreflujos de frecuencia industrial para transformadores de potencia.
- Debe medir la tensión en el sistema de AT, dado que existe regulación bajo carga en el bobinado de EAT de los transformadores.

Función de verificación de sincronismo para el cierre manual

Se implementará en las unidades de control.

Esquema de disparo.

- El sistema de protección S1 debe contar con una unidad de disparo rápido con enclavamiento y una unidad de disparo rápido sin enclavamiento, para los cuatro interruptores asociados a los transformadores.
- Todas las funciones de protección del Sistema 1 deben enviar una orden de disparo a una de estas unidades de disparo.
- Las protecciones propias de los transformadores también deben actuar sobre las unidades de disparo.
- Las unidades de disparo de c/u de los sistemas actúan sobre las bobinas de disparo correspondiente de los cuatro interruptores y además inician la función de falla de interruptor asociada a los mismos.
- Se habilitará un reestablecimiento eléctrico (desenclavamiento/desbloqueo) local y remoto desde el centro de control sobre la unidad de disparo con enclavamiento.
- Las funciones de protección principales con disparo instantáneo tales como disparo diferencial, de rango restringido, sobreintensidad instantánea o distancia instantánea, deberán actuar sobre la unidad de disparo con enclavamiento.
- Las funciones de protección de respaldo con disparo temporizado tales como la sobreintensidad temporizada, distancia en zona de respaldo, actúan sobre la unidad de disparo sin enclavamiento.
- Las protecciones propias tales como sobrepresión y Buchholz actúan sobre las unidades de disparo con enclavamiento. La imagen térmica y sobretemperatura operan sobre la unidad de disparo sin enclavamiento.

Sistema 2 (S2).

Dispositivo que integra las siguientes funciones:

Función de distancia.

- Debe medir las corrientes y tensiones del lado de EAT.
- El número de zonas de alcance deben ser al menos tres, con al menos una de ellas reversible para emplearse en respaldos hacia atrás.
- No debe operar ante energizaciones del transformador.
- Disparo tripolar definitivo (con enclavamiento).
- Tiempo típico de operación en su zona 1, menor a un ciclo y medio (30ms) y preferible inferior o igual a un ciclo (20ms).
- El Contratista debe indicar la máxima relación entre la impedancia de la fuente z_s y la impedancia del transformador z para la cual la protección está diseñada y el tiempo de operación para distintos valores de dicha relación.
- Esquema de medición completo con medida simultánea e independiente de los diferentes tipos de defectos y zonas de alcance.
- Las unidades de medición deben tener una característica de operación en el plano de impedancia del tipo cuadrilateral con ajustes independientes en resistencia y reactancia y además separados por tipo de defecto. Para la detección de defectos fase-fase también se admitirán características del tipo mho variable. En todos los casos las características deben compensar los efectos de las corrientes de carga previas y minimizar la influencia de la resistencia de falla.
- El principio de medición debe contar con una polarización adecuada que evite malas operaciones ante fallas evolutivas.
- Se considera muy importante el arranque de las funciones para bajas corrientes de defecto.
- Debe ser capaz de actuar en forma correcta para fallas trifásicas cercanas (fallas de tensión cero).
- Debe operar en forma correcta en caso de saturar los transformadores de corriente principales o ante los transitorios que introducen los transformadores de tensión capacitivos.
- Relación típica de excitación, desexcitación de las unidades de medida mejor o igual a 105%.
- Tiempo típico de restablecimiento de la unidad en su conjunto mejor o igual a 40ms.
- Los rangos de ajustes de los valores de distancia o impedancia, resistencia o reactancia, deben estar definidos por un valor mínimo menor o igual a 0.1ohm secundarios a un máximo mayor o igual a 100ohm secundarios y de a pasos de 0.01ohm secundarios.
- Los rangos de ajustes de los temporizadores de los diferentes alcances deben variar entre 0 y 10s de a pasos de 10ms.
- Supervisión de fusión fusible en el circuito de tensión mediante una lógica interna. Esta función puede apoyarse en la información exterior sobre la posición de las llaves termomagnéticas respectivas.
- Función cierre sobre defecto que emite un disparo instantáneo trifásico y definitivo (con enclavamiento) cuando accidentalmente un interruptor se cierra sobre un defecto.
- Función de bloqueo por oscilación de potencia cuyo principio de operación debe estar basado en la detección del tiempo de transición de una impedancia entre dos características de medición concéntricas en el plano de impedancia. El bloqueo de las distintas zonas de operación debe poder ser definido en forma separada.

Función de sobreintensidad residual.

- Debe medir las corrientes del lado de EAT.
- El ajuste de la corriente de operación debe estar comprendido entre el 5% y el 300% de la corriente nominal en pasos de 1%.

- La característica del tiempo de operación debe ser seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido, tiempo dependiente de la corriente inverso, muy inverso y extremadamente inverso (según la norma IEC60255).

Función de tierra de rango restringido.

- Se alimenta de los transformadores de medida de corriente ubicados en los aisladores pasantes (bushings) de las fases de EAT, AT y los neutros del transformador.
- Su principio de operación se debe basar en la ley de Kirchoff, no detectando defectos entre espiras y tampoco faltas en el terciario en triángulo.
- Debe ser del tipo de alta impedancia, implementándose en base a una función de sobreintensidad o sobretensión con los rangos de corriente o tensión apropiados. El suministro debe incluir las resistencias (no menor de 100 ohm y preferentemente variable) y los varistores correspondientes.
- Debe permitir detectar defectos a tierra y entre fases en los bobinados de EAT y AT.

Función de verificación de sincronismo para el cierre manual.

Se implementará en las unidades de control.

Función "stub bus".

- Cuando el seccionador del transformador se encuentre abierto debe existir una función de sobreintensidad que detecte anomalías en el tramo de conexiones entre la ubicación de los transformadores de corriente y el seccionador de línea.
- El dispositivo debe actuar en forma instantánea y su valor de operación ajustable entre 50% y 300% de la corriente nominal.
- El disparo debe ser tripolar definitivo.

Esquema de disparo.

- El sistema de protección S2 debe contar con una unidad de disparo rápido con enclavamiento y una unidad de disparo rápido sin enclavamiento, para los cuatro interruptores asociados a los transformadores.
- Todas las funciones de protección del Sistema 2 deben enviar una orden de disparo a una de estas unidades de disparo.
- Las protecciones propias de los transformadores también deben actuar sobre las unidades de disparo.
- Las unidades de disparo actúan sobre todas las bobinas de disparo de los cuatro interruptores y además inician la función de falla de interruptor asociada a los mismos.
- Se habilitará un restablecimiento eléctrico (desenclavamiento/desbloqueo) local y remoto desde el centro de control sobre la unidad de disparo con enclavamiento.
- Las funciones de protección principales con disparo instantáneo tales como disparo diferencial, rango restringido, sobreintensidad instantánea o distancia instantánea, deberán actuar sobre la unidad de disparo con enclavamiento.
- Las funciones de protección de respaldo con disparo temporizado tales como la sobreintensidad temporizada, distancia en zona de respaldo, actúan sobre la unidad de disparo sin enclavamiento.

Unidades de disparo tripolar rápido para todos los interruptores con enclavamiento y restablecimiento eléctrico.

Cada uno de los sistemas de protección S1 y S2 del transformador debe contar con una unidad de disparo rápido, tripolar, con enclavamiento al cierre y restablecimiento eléctrico cuyas características se describen a continuación.

- Debe tener una entrada de disparo tripolar para actuar sobre los cuatro interruptores asociados al transformador.
- Debe tener una salida por cada uno de los cuatro interruptores en forma independiente, teniendo en cuenta además que cada interruptor puede tener hasta dos bobinas de disparo.
- Todos los contactos deben ser independientes entre sí. Los dos bornes de cada contacto deben estar accesibles para ser cableados.
- Debe tener dos posiciones de reposo, sin que sea necesario el consumo de energía permanente para mantenerlo en cualquiera de ellas.
- Las alimentaciones de corriente continua deben manejarse en forma separada. No se mezclan las continuas de las entradas ni las de las salidas para disparo de cada bobina de cada interruptor.
- Su tiempo de operación (pick up time) no debe ser superior a 5ms.
- Su tiempo de operación (reset time) no deberá ser superior a 20ms.
- Debe ser estable y resistente frente a golpes y vibraciones, no operando nunca por ninguna de estas causas.
- Debe ser de reposición eléctrica y manual (reset).
- No debe ser posible operarlo manualmente (pick up).
- Debe tener señalización propia de la posición.
- Además de los contactos para disparo y enclavamiento, debe tener un contacto para señalización de la posición de cada interruptor.
- Debe tener además un contacto de alarma de operación de la unidad.
- Se admite la combinación de dos elementos auxiliares de diferentes características para lograr los requerimientos deseados (rapidez y robustez de los contactos) que conformen una unidad de disparo como la especificada.
- Las características de los contactos deben ser las descritas en el punto 9.3.1.13.
- Las características del dispositivo deben ser las descritas en los puntos 9.3.1.6 a 9.3.1.12.
- Las protecciones propias: relés del tipo Buchholz, nivel de aceite, presión de aceite, sistema de refrigeración y dispositivos de protección asociados a la regulación bajo carga, no están incluidos en este suministro. Estos dispositivos envían órdenes de disparo a los correspondientes interruptores que vinculan al transformador con el sistema de potencia a través de las unidades de disparo tripolares especificadas para el sistema 1 y sistema 2.

Unidades de disparo tripolar rápido para todos los interruptores (sin enclavamiento).

Cada uno de los sistemas de protección S1 y S2 del transformador debe contar con una unidad de disparo rápido, tripolar (sin enclavamiento), cuyas características se describen a continuación.

- Debe tener una entrada de disparo tripolar para actuar sobre los cuatro interruptores asociados al transformador.

- Debe tener una salida por cada uno de los cuatro interruptores en forma independiente, teniendo en cuenta además que cada interruptor puede tener hasta dos bobinas de disparo.
- Todos los contactos deben ser independientes entre sí. Los dos bornes de cada contacto deben estar accesibles para ser cableados.
- Las alimentaciones de corriente continua deben manejarse en forma separada. No se mezclan las continuas de las entradas ni las de las salidas para disparo de cada interruptor.
- Todos los contactos deben ser independientes entre sí. Los dos bornes de cada contacto deben estar accesibles para ser cableados.
- Debe tener un contacto de alarma de disparo por cada interruptor.
- Debe tener un contacto de alarma de operación de la unidad.
- Su tiempo de operación (pick up time) no debe ser superior a 5ms.
- Su reposición debe ser instantánea luego de su desenergización.
- Debe ser estable y resistente frente a golpes y vibraciones, no operando nunca por ninguna de estas causas.
- Se admite la combinación de dos elementos auxiliares de diferentes características para lograr los requerimientos deseados (rapidez y robustez de los contactos) que conformen una unidad de disparo como la especificada..
- Las características de los contactos deben ser las descritas en el punto 9.3.1.13.
- Las características del dispositivo deben ser las descritas en los puntos 9.3.1.6 a 9.3.1.12.

9.3.1.1.9 Protección de barras de 500kV.

Se debe proveer todo el sistema de protección de Barras de 500kV.

Se busca minimizar los tiempos y los daños que resulten de eventuales faltas en dichas barras. Se utilizarán dos sistemas de protección por barra, ambos sistemas serán idénticos y deben poder montarse en forma centralizada. El equipamiento de protección incorporará las siguientes funciones:

Función diferencial de barras (87B)

- Debe medir las corrientes en forma desagregada por fases.
- Debe poseer entradas de medida de corriente trifásica para, al menos, 5 posiciones o bahías.
- Debe detectar defectos entre fases y fase a tierra en el juego de barras de 500 kV.
- Debe ser altamente estable y selectiva frente a faltas externas a la zona protegida y frente a la saturación desigual de los transformadores principales de corriente y apertura de los circuitos de corriente.
- El principio de operación debe ser altamente confiable y para eso deberá incluirse documentación que lo acredite.
- El tiempo típico de disparo debe ser inferior a un ciclo (20ms) incluyendo los relés internos de salida.
- Los transformadores de corriente que alimentarán a este tendrán una corriente secundaria nominal de 1A.
- Debe admitir una diferencia de relación de transformación de los transformadores de corriente de las secciones de 10 a 1 sin necesidad de intercalar transformadores de corriente auxiliares.

- La adaptación requerida por la utilización de diferentes relaciones de transformación de corriente en las distintas secciones debe ser ajustable en la protección y gestionarse a través de un programa informático.
- Debe permitir asociar las corrientes provenientes de los TI a las zonas de protección adecuadas mediante la posición de los seccionadores de cada sección o bahía. La posición de cada seccionador debe considerarse con doble indicación (p. ej. si está abierto no está cerrado).

Función de sobretensión (59) y subtensión (27)

- Debe medir las tres tensiones fase-neutro de los transformadores de medida de tensión existentes en la barra de alta tensión.
- La función de sobretensión debe arrancar cuando se supera el nivel ajustado en al menos una de las fases.
- La función de subtensión debe arrancar cuando el nivel de tensión es inferior al nivel ajustado en al menos una de las fases. Por debajo de un nivel ajustable, la función detectará que la barra está sin tensión, bloqueándose.
- Debe poder seleccionarse la operación de estas funciones por la superación del nivel de una sola fase o de las tres fases.
- Debe tener al menos dos niveles de operación para cada una de las funciones de sobre y subtensión.
- Debe poderse seleccionar en cada uno de los niveles de operación por separado, si responden al valor eficaz total de la tensión, incluidos armónicos o solamente al valor eficaz de la componente fundamental de la tensión.
- Debe operar en forma temporizada, con un nivel de tensiones ajustable entre el 5% y el 80% para la subtensión y entre el 90% y el 200% para la sobretensión de la tensión nominal en pasos de un 1% y una característica de operación seleccionable entre los siguientes tipos: tiempo definido (ajustable entre 0s y 60s) y tiempo dependiente de la tensión (por ejemplo tiempo inverso).
- En caso de pérdida de la medida de la tensión el dispositivo debe bloquearse, evitando disparar indebidamente.
- El disparo de estas funciones es tripolar.
- Debe poder iniciar la función de falla de interruptor asociada a los interruptores de la barra.

Esquema de disparo.

- Los disparos de este dispositivo deben dirigirse en forma independiente a la bobina de apertura correspondiente de los interruptores.

9.3.1.1.10 Relés de verificación de circuito de disparo.

Cada circuito de disparo monofásico y trifásico de todos los interruptores de 500kV y 31.5kV del sistema proyectado debe contar con un dispositivo de verificación de operatividad del mismo. Este dispositivo debe ser independiente de cualquiera de los relés de protección y poseer como mínimo las funciones que se detallan a continuación.

- Debe proveer un monitoreo continuo de cada circuito de disparo del interruptor correspondiente, esto implica no solo monitorear las bobinas del interruptor sino todo el cableado que conforma el circuito de disparo, detectando aperturas del

mismo para fallas de la continua o falsos contactos. Éstos pueden ser de apertura tripolar o monopolar y con una o dos bobinas de apertura.

- Deben tener en cuenta que los interruptores intercalan un contacto en serie con cada bobina de disparo que se abre cuando el interruptor se abre.
- Debe poder supervisar circuitos de disparo de tensiones entre 100 Vdc y 250 Vdc.
- El circuito de monitoreo debe ser de alta impedancia y debe estar completamente aislado del resto del dispositivo.
- No debe emitir una señal de alarma cuando el interruptor está abierto.
- La emisión de alarma debe ser temporizada para evitar alarmas indeseadas.
- Debe tener un contacto para alarma en caso de falla en el circuito supervisado, y otro para señalización de falla del propio dispositivo.
- Deben ser compatibles y funcionar correctamente en forma conjunta con relés auxiliares o unidades de disparo que puedan intercalarse en el circuito.
- Para la implementación de la supervisión de los circuitos de disparo no se admite el agregado de impedancias externas a los equipos de supervisión.
- Las características del dispositivo deben ser las descritas en 9.3.1.6 a 9.3.1.12.

9.3.1.2 Interfaces y accesorios de comunicación de los relés

Todos los relés de protección deben contar con al menos los siguientes puertos de comunicación:

1 Puerto frontal

Para acceso local los relés tendrán un puerto USB o Ethernet RJ45 frontal para enviar ajustes y adquirir eventos, oscilogramas, archivos CID, ajustes de protecciones, o cualquier información disponible en el IED.

2 Puertos traseros para bus de estación y gestión remota.

Cantidad: 3 o más.

Dos puertos de fibra serán usados por el Bus de Subestación mientras que el tercero en fibra o SFP será solo de gestión local o remota.

1. Puerto para bus de estación.

Deberán ser dos puertos Ethernet de fibra óptica de vidrio configurables de la siguiente forma:

- Como dos interfaces independientes. Ambas tienen que estar conectadas entre sí por un switch capa 2, Unaware. Esta configuración se aplica a la configuración Legacy (con RSTP IEEE802.1w).
- Como dos interfaces (A y B) del protocolo IEC 62439-3-Clause 4: Parallel Redundancy Protocol (PRP).

La velocidad de transferencia de información será de 100 Mbps. Opcionalmente 1000 Mbps.

Las características físicas de los puertos serán:

Conector	LC (no se acepta conectores removibles tipo SFP)
Tipo de Fibra	MM 50/125 nm
Longitud de Onda	1310 nm
Alcance	2 km en fibra OM2

Potencia de emisión	Entre -19dbm y -14dbm
Sensibilidad de recepción	Mejor a -30dbm
Sobrecarga del receptor	Mayor a -12dbm
Capacidades de comunicaciones	Todo el stack IEC61850 (GOOSE y MMS), Gestión TCP/IP todas las requeridas para comunicar el relé
Protocolos de Redundancia	PRP IEC 62429-3-Cáusula 4
Protocolos de Sincronización	PTPv2-2008 IEC62439-3-2016
Precisión de Sincronización	Mejor a 1ms
Protocolo de Red	IP (redundante y full stack)
Parámetros configurables	Dirección IP, Máscara de red y Gateway

2. Puerto de Gestión: extracción de información, configuración y cambio de ajustes.

Cantidad	1
Tipo	MM o SFP
Conector	LC
Alcance	500m
Protocolo de Red	IP
Parámetros Configurables	Dirección IP Máscara Default Gateway

El suministro debe incluir todos los accesorios, convertidores y tarjetas necesarios para la interconexión total de los relés con la red informática de comunicaciones de UTE.

Se requiere que el relé se comunique totalmente por TCP/IP/Ethernet, hacia dentro y hacia fuera de la Subestación. No se aceptarán relés que requieran el uso de puerto serial luego de ser instalado.

Protocolo TCP-IP:

1. Se espera que el protocolo TCP-IP disponga de la misma redundancia en ambas ramas del PRP. El protocolo PRP debe suministrar la redundancia de capas 2 y 3, para todos los protocolos disponibles en el IED, en ambas capas y todas las superiores. Las características de “cero pérdida de paquetes” (ZPL) deben funcionar en todos los protocolos de capa 2, 3 y superiores.
2. El equipo admitirá la configuración de Gateway y Máscara en la interface IP del PRP. Los IEDs funcionarán plenamente en una red local con interconexión a un Gateway.
3. Todas las funcionalidades de telegestión (descarga de eventos, oscilogramas, archivos CID, ajustes de protecciones, etc.) se podrán realizar por la interface PRP.
4. Deberá permitir el acceso al relé para la descarga de todos los ajustes (protecciones, comunicación y control), y opcionalmente oscilogramas, eventos y faltas a través de protocolo FTP o variantes que permitan realizar lo mismo.

El suministro deberá incluir todos los accesorios, convertidores y tarjetas necesarios para la interconexión total de los relés con la red informática de comunicaciones de UTE.

El reporte de la información al sistema SCADA deberá ser realizado a través del protocolo IEC 61850. A los efectos de asegurar la compatibilidad con el equipamiento disponible en UTE, deberá ser necesario por parte del proveedor demostrar la perfecta compatibilidad de comunicación entre los relés a ser suministrados y el SCADA patrón disponible en UTE. Este requisito es condición necesaria para la aprobación de los relés propuestos.

Las pruebas antes mencionadas podrán ser realizadas en los laboratorios de UTE de Transmisión para lo cual el proveedor deberá suministrar una muestra de cada uno de los relés propuestos (o simulador/es que reproduzca 100% las funcionalidades de los equipos a probar) en una etapa previa al comienzo de la elaboración del proyecto de los sistemas de protección o bien generar una instancia de ensayos en fabrica donde mediante la presencia de un inspector de UTE, se demuestre la interoperabilidad con el SCADA patrón y se realicen los ajustes necesarios para tal fin.

Para la comunicación por protocolo IEC 61850 se solicita información de la implementación hecha por el fabricante, en particular, se solicitan documentos conocidos como PICS (Protocol Implementation Conformance Statement), MICS (Model Implementation Conformance Statement) y si existiera, también el PIXIT (Protocol Implementation eXtra Information for Testing) para cada dispositivo y su firmware.

9.3.1.3 Funciones de comunicación asociadas a las de protección (teleprotección)

Los sistemas de protección ubicados en cada uno de los extremos de las líneas de la instalación proyectada deben estar vinculados a través de un sistema de comunicaciones y funciones de protección cuyos principios y características generales se detallan a continuación.

Definición de las funciones.

- Vinculación de las señales de comparación de la función diferencial longitudinal de corrientes para la protección de una línea.
- Vinculación de las funciones de protección de distancia de los dos sistemas S1 y S2 para establecer el esquema de teleprotección adecuado (extensión de la zona 1, sobrealcance o subalcance permisivo, aceleración de estado con emisión ante actuación de la zona 1 y en el extremo remoto la recepción habilita el disparo si hay actuación de zona 2, esquema de bloqueo). Debe tenerse también la posibilidad de establecer la vinculación entre extremos a través de la comunicación de la función diferencial.
- Vinculación de la función de sobreintensidad direccional de tierra en los dos sistemas S1 y S2 para establecer el esquema de respaldo adecuado.
- Transferencia de disparo para protección de falla interruptor y en caso que corresponda, protección de inductores de línea.
- Transferencia de disparos directos entre las subestaciones Cardal y Punta del Tigre, Cardal y Montevideo A y entre las subestaciones Cardal y Palmar.

Características generales.

El sistema de comunicación debe tener una confiabilidad acorde con el sistema de protección de la presente especificación. Tanto en el aspecto de transmitir la información que se le requiera, aún en condiciones adversas, como a que su acción sea pertinente y libre de errores.

A los efectos de lograr estos objetivos:

- En caso de pérdida de un sistema de protección todas las funciones de comunicación del otro sistema de protección deben mantenerse operativas.
- El medio de transporte de la información entre las subestaciones Cardal y Punta del Tigre debe ser fibra óptica.
- El medio de transporte de la información entre las subestaciones Cardal – Palmar y Cardal – Montevideo A, será onda portadora.

Características particulares a cada función.***Vinculación de las señales de comparación de la función diferencial.***

- La comunicación entre extremos debe ser digital.
- Debe medir el retardo de la comunicación y compensarlo de manera de no afectar el principio de operación, permitiendo su uso en redes de comunicaciones públicas con conmutación automática de ruta.
- El telegrama de comunicación debe incluir códigos de detección de errores.
- El principio operativo debe impedir el disparo ante señales espurias de corta duración que interfieran en el vínculo de comunicación.
- La función diferencial debe bloquearse cuando se detecte alguna anomalía en el vínculo de comunicación, dando una indicación de esta situación.
- El módulo de comunicaciones deberá ser adecuado para el funcionamiento de acuerdo al estándar C37.94.

El Contratista debe suministrar todos los equipos accesorios necesarios en las subestaciones proyectadas y en las existentes para completar la comunicación entre los dispositivos en ambos extremos y asegurar la correcta conexión entre cada protección de distancia y el terminal de comunicaciones correspondiente, garantizando de esta manera el funcionamiento integral de la función de teleprotección.

Vinculación de las funciones de protección de distancia.

- La función de distancia correspondiente a las líneas se encuentra implementada en dispositivos ubicados en los extremos de las mismas. Para garantizar la detección y aislación instantánea de fallas en la totalidad de las líneas, los citados dispositivos deben intercambiar información entre sí. El intercambio puede ser en un sentido, en el otro o en ambos sentidos simultáneamente. La información de intercambio es básicamente una señal lógica del tipo SI-NO que se debe implementar a través de contactos libres de potencial. La emisión de la señal debe ser provista como mínimo por dos contactos de salida del dispositivo de distancia y la recepción debe ser suministrada al dispositivo de distancia por al menos un contacto eléctrico que cambie su posición.

El Contratista debe suministrar todos los equipos accesorios necesarios en las subestaciones proyectadas para completar la comunicación entre los dispositivos en ambos extremos y asegurar la correcta conexión entre cada protección de distancia y

el terminal de comunicaciones correspondiente, garantizando de esta manera el funcionamiento integral de la función de teleprotección.

Vinculación de la función de sobreintensidad direccional de tierra.

- Esta función también se encuentra implementada en dispositivos ubicados en los extremos de las mismas. Para garantizar el esquema de respaldo adecuado a las funciones de protección principales de ambos sistemas (S1 y S2), los citados dispositivos deben intercambiar información entre sí. El intercambio puede ser en un sentido, en el otro o en ambos sentidos simultáneamente. La información de intercambio es básicamente una señal lógica del tipo SI-NO que se debe implementar a través de contactos libres de potencial. La emisión de la señal debe ser provista como mínimo por dos contactos de salida del dispositivo y la recepción debe ser suministrada al dispositivo de protección por al menos un contacto eléctrico que cambie su posición.

El Contratista debe suministrar todos los equipos accesorios necesarios en las subestaciones proyectadas y en las existentes para completar la comunicación entre los dispositivos en ambos extremos y asegurar la correcta conexión entre cada protección y el terminal de comunicaciones correspondiente, garantizando de esta manera el funcionamiento integral de la función de teleprotección.

Transferencia de disparo para protección de falla interruptor.

Los relés de falla interruptor correspondientes a los interruptores asociados a las líneas deben enviar sus disparos hacia los interruptores adyacentes, ya sean locales o remotos.

A los efectos de enviar órdenes de disparo hacia interruptores remotos se requiere la implementación de la función de transferencia de disparo directo. La información a transmitir se genera básicamente en los relés citados mediante una señal lógica del tipo SI-NO, a través de contactos libres de potencial. La señal recibida debe mediante el cambio de posición de contactos eléctricos excitar los disparos tripolares de los correspondientes interruptores.

Transferencia de disparos directos desde y hacia la subestación.

A los efectos de enviar órdenes de disparo hacia interruptores remotos y de recibir disparos desde equipos remotos a los interruptores de las subestaciones de la instalación proyectada, se requiere la implementación de la función de transferencia de disparo directo. La información a transmitir se genera básicamente en los relés del sistema mediante una señal lógica del tipo SI-NO, a través de contactos libres de potencial. La señal recibida debe mediante el cambio de posición de contactos eléctricos excitar los disparos tripolares de los correspondientes interruptores.

Si bien esta función de transferencia de disparo directo puede no implementarse en una primera etapa, el sistema de comunicación debe tener prevista la transmisión de esa información lógica.

Se debe dejar previsto en el sistema de comunicación al menos dos canales de emisión y dos de recepción de disparo entre las subestaciones Cardal y Punta del Tigre, entre las subestaciones Cardal y Palmar, y entre las subestaciones Cardal y Montevideo A.

9.3.1.4 Facilidades para la prueba de los relés de protección

El sistema de protección debe estar diseñado de forma tal que permita su ensayo y/o mantenimiento con la instalación de potencia protegida en servicio. A esos efectos debe cumplir con las características que se describen a continuación.

9.3.1.4.1 Borneras del panel de protección.

UTE entregará al Contratista las especificaciones detalladas de las borneras que se deben emplear en los circuitos de protección una vez firmado el contrato.

9.3.1.4.2 Bloques de prueba.

- Todas las señales de corriente (entrada y salida), tensión, alimentación de continua y salidas de disparos, y todas las señales lógicas y el positivo de las señales que no se interrumpen, de cada relé, deben pasar por un bloque de prueba que permita la aislación del relé de la instalación para su ensayo mediante inyección secundaria desde el frente del panel, utilizando fichas de ensayo apropiadas que deben ser provistas como parte del suministro.
- Cuando un relé esté fuera de servicio y bajo ensayo mediante la inserción de las correspondientes fichas de prueba, el resto de los relés del sistema de protección, si los hubiere, deben permanecer completamente operativos.
- No se admite que por un mismo bloque de prueba se pasen señales de más de un relé.
- El bloque de prueba de un relé puede estar formado por más de una unidad física.
- La entrada del bloque de prueba se conecta a la bornera del panel, la salida del bloque se conecta al relé. Los bloques de prueba correspondientes a cada relé se ubican de modo que la salida del bloque quede contigua al relé al que está asociado.
- La operación de inserción o retiro de la ficha de prueba del bloque de prueba correspondiente no debe abrir en ningún instante los circuitos de corriente ni provocar disparo u otra salida errónea del relé. La inserción de la ficha debe asegurar el cortocircuitado de las corrientes, sin necesidad de realizar cableados en la misma.
- El tipo de ficha de prueba debe ser tal que cuando se inserta, lo primero que hace es enviar una señal al relé de protección correspondiente para pasarlo a modo de prueba. En el caso de las líneas, esa señal además bloquea la función diferencial longitudinal en ambos extremos. Lo segundo que hace es interrumpir el disparo y demás señales. Lo tercero es cortocircuitar las corrientes y abrir los circuitos de tensión de medida.
- Cuando se retira la ficha de prueba, se realiza en orden inverso el proceso indicado en el punto anterior.
- Si el bloque de prueba está compuesto por más de una unidad, debe poder asegurarse que la primera ficha que se inserta es la que interrumpe el disparo de la protección y que la última que se retira es la que lo vuelve a habilitar, independientemente del orden en que se inserten o retiren.
- Con la ficha de prueba insertada se debe poder mantener el suministro de tensión de alimentación al relé, al efecto de los ensayos, así como su interrupción.
- El sistema de bloque-ficha de prueba debe impedir mecánicamente la inserción incorrecta de la ficha en el bloque. Ambos deben estar además perfectamente identificados en cuanto a bornes, entrada y salida.
- Siempre que se cumplan los requerimientos descritos, se admite que el bloque de prueba constituya parte del relé de protección.

- No se deben cablear elementos auxiliares entre el relé y la caja de pruebas, como por ejemplo las unidades de disparo. Estos dispositivos auxiliares quedan siempre del lado exterior de la caja de prueba.
- Se debe suministrar dos conjuntos de fichas de prueba, cada uno de ellos suficiente para separar del servicio y realizar ensayos sobre cualquiera de los sistemas de cualquiera de las secciones.
- El criterio de cableado de los bloques de prueba de los distintos relés debe mantenerse uniforme, asignando en lo posible los mismos bornes a las mismas funciones.

9.3.1.5 Integración de las funciones de protección

- Las funciones de protección del Sistema 1 (S1) o del Sistema 2 (S2) de los equipos de potencia protegidos pueden estar integradas en un solo dispositivo o relé.
- No pueden estar contenidas en un solo dispositivo o relé, funciones de sistemas de protección diferentes.
- No se puede alojar en un mismo panel o gabinete más de un sistema de protección.

9.3.1.6 Requisitos tecnológicos y de diseño

Los dispositivos de protección deben responder a las recomendaciones de las normas IEC y a las especificaciones particulares de este pliego.

Dada la importancia que tienen los equipos de protección en la explotación del sistema eléctrico de potencia proyectado, todos los materiales que componen el suministro deben ser diseñados para proveer las máximas seguridades y un alto grado de confiabilidad.

Los relés deben ser del tipo numérico. Las señales analógicas suministradas por los transformadores de medida deben ser acondicionadas y digitalizadas para su posterior proceso numérico a través de algoritmos adecuados a las funciones que sean requeridas.

El diseño basado en microprocesadores debe garantizar la máxima confiabilidad posible.

Deben contar con una supervisión automática y continua de su funcionamiento lo más completa posible, la que debe incluir, por lo menos, la función normal de supervisión de los microprocesadores, verificación de las señales digitalizadas, control de los contenidos de las PROM y las señales de comunicación y los ciclos lectura-escritura de las memorias y registros. En caso de detectar una anomalía debe indicar el diagnóstico de la misma y suministrar en forma inmediata una alarma de dicha condición, que entre otras acciones, debe modificar la posición de uno de los contactos de salida de señalización. En función de la naturaleza de la falta y de la configuración del sistema de protección, la supervisión puede bloquear el disparo del dispositivo o mantenerlo activo.

Los componentes electrónicos, circuitos impresos y contactos utilizados deben ser de alta confiabilidad y calidad.

No se aceptan prototipos, ni equipos que no tengan experiencia documentada de operación en instalaciones de niveles de tensión similares a los que se tienen en este proyecto.

9.3.1.7 Características constructivas de los relés de protección

Los relés de protección deben ser suministrados para montaje embutido en rack de 19", no para ser fijados en una pared por su parte posterior.

Los terminales para sujeción de los cables de conexión deben ser de tipo de tornillo.

Deben ser extraíbles íntegramente de sus cajas por la parte frontal, sin necesidad de herramientas especiales ni desconexión de sus cableados.

9.3.1.8 Valores nominales y límites de variación de las señales de entrada

Los relés de protección deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Corrientes.
Valor nominal: $I_n = 1A / 5A$ (ambas posibilidades), esto debe ser configurable mediante un ajuste del relé.
Rango operativo en forma permanente o transitoria: $2I_n$ en forma continua y $40I_n$ durante 1 segundo.
Carga vista por el medio externo: menor o igual a $0.5VA$ a I_n .
- Tensiones.
Valor nominal: $V_n = 100V$ fase-fase, $100/\sqrt{3}V$ fase-neutro y también
Valor nominal: $V_n = 200V$ fase-fase, $200/\sqrt{3}V$ fase-neutro (ambas posibilidades).
Rango operativo en forma permanente o transitoria: $1.5V_n$ en forma continua y $2.5V_n$ durante 1 segundo.
Carga vista por el medio externo: menor o igual a $0.3VA$ a V_n .
- Frecuencia.
Valor nominal: $50Hz$.
Rango nominal de variación: $+5\%$, -5% .
- Fuente de alimentación de corriente continua.
Valor nominal: $100V_{dc}$ a $250V_{dc}$.
Rango de variación admisible: $+20\%$, -20% .
Consumo total: menor o igual a $30W$.

9.3.1.9 Condiciones ambientales

Deben funcionar adecuadamente frente a:

- Temperatura ambiente.
Rango de variación (en condiciones operativas): $-5^{\circ}C$ a $+55^{\circ}C$.
Rango de variación (en condiciones de almacenamiento): $-20^{\circ}C$ a $+65^{\circ}C$.
- Humedad relativa.
Rango de variación: 10% a mayor o igual a 90% .
- Altitud.
Valor: inferior a $1000m$.

9.3.1.10 Compatibilidad electromagnética

Los relés deben satisfacer los requerimientos impuestos por los siguientes ensayos:

- Interferencia generada con una onda oscilatoria amortiguada de $1MHz$. IEC 60255-22-1 clase III. ($2.5kV$ en modo común y $1kV$ en modo diferencial).
- Descargas electrostáticas: IEC 60255-22-2 clase III. ($8kV$).

- Radio interferencias: IEC 60255-22-3 clase III.
- Transitorios rápidos: IEC 60255-22-4 clase IV. (4kV).

9.3.1.11 Aislación eléctrica

Los relés deben cumplir con los siguientes requisitos de la norma IEC 60255-5:

- Ensayo dieléctrico: valor de la tensión aplicada mayor o igual a 2kVef, 50Hz, 1 min.
- Ensayo de impulso de tensión caracterizado por: 5kV, 1.2/50microseg, 0.5J.
- Resistencia de aislación mayor que 100Mohm a 500Vdc.

9.3.1.12 Efectos mecánicos

Deben soportar los efectos mecánicos de los siguientes ensayos:

- Vibración mecánica. IEC-60255-21-1.
- Ensayo de choque. IEC-60255-21-2.

9.3.1.13 Contactos de salida para disparos y cierres

Deben poseer relés electromecánicos de salida para una perfecta separación de la electrónica interna del medio exterior.

Los contactos eléctricos de salidas de disparo y cierre de interruptores deben satisfacer los siguientes requerimientos:

- Tensión máxima del sistema de alimentación: 250Vac, 250Vdc.
- Tensión máxima entre contactos abiertos: 1000Vef durante 1 minuto.
- Corriente que soportan: 5Adc en forma continua y 10Adc durante 1 segundo.
- Capacidad de cierre de una carga inductiva con constante de tiempo mayor que 10ms: 30Adc-0.2s y 10Adc-1s.
- Capacidad de apertura de un circuito de continua con una constante de tiempo menor o igual a 40ms: mejor o igual que 125V/0.3A.
- Los relés deben poseer al menos dos juegos de contactos para disparo y dos para cierre para cada interruptor.

9.3.1.14 Contactos para señalización y entradas lógicas

Se debe proveer el número máximo posible de contactos de salida y entrada lógicos para indicar el disparo por la operación de las distintas funciones internas y por la falla del dispositivo y para que el relé reciba señales del medio exterior, como por ejemplo posición de interruptores, seccionadores, operación de dispositivos externos o para cambiar lógicas internas de acuerdo a la configuración del sistema de potencia.

Si los relés admiten una tarjeta de entrada/salida adicional para aumentar el número de contactos, se debe suministrar.

Las funciones de los contactos deben ser configurables por el usuario.

Las entradas y salidas lógicas deben funcionar correctamente para todo el rango de tensiones entre 100Vdc y 250Vdc.

El número mínimo de salidas lógicas para cada relé (aparte de los contactos para disparo y cierre) debe ser el siguiente:

Protección de barras de 31,5 kV..... **6 salidas**

Protección de transformador de servicios auxiliares de 31,5 kV.....	6 salidas
Protección de líneas de transmisión de 500kV (S1) y (S2).....	25 salidas
Protección de reactor de compensación en paralelo de 500kV (S1)	13 salidas
Protección de reactor de compensación en paralelo de 500kV (S2).....	6 salidas
Protección de falla interruptor.....	6 salidas
Otras.....	6 salidas

El número mínimo de entradas lógicas para cada relé debe ser el siguiente:

Protección de barras de 31,5 kV.....	10 entradas
Protección de transformador de servicios auxiliares de 31,5 kV.....	10 entradas
Protección de líneas de transmisión de 500kV (S1) y (S2).....	30 entradas
Protección de reactor de compensación en paralelo de 500kV (S1).....	7 entradas
Protección de reactor de compensación en paralelo de 500kV (S2).....	7 entradas
Protección de falla interruptor.....	10 entradas
Otras.....	7 entradas

9.3.1.15 Precisión de las funciones de medida de los relés

Debe ser mejor o igual al 5%, salvo indicación expresa del presente pliego.

9.3.1.16 Función ajuste de parámetros

- Los dispositivos de protección deben tener por lo menos cuatro grupos de ajustes configurables de diferente manera, de los cuales uno solamente se debe encontrar activo.
- Un programa de gestión de los ajustes debe permitir su visualización y modificación dentro de cada grupo y la sustitución del grupo activo por uno de los restantes.
- La gestión de los ajustes debe realizarse en forma local como remota y requiere por razones de seguridad de un acceso con clave.

9.3.1.17 Función de registro oscilográfico de perturbaciones

Todos los dispositivos de protección deben cumplir:

- Registrar como mínimo todas las señales analógicas de entrada al dispositivo de protección, todas las señales lógicas correspondientes a las entradas y salidas lógicas, y todos los estados lógicos internos de interés para evaluar el funcionamiento del relé.
- Indicar la causa que originó el registro y si corresponde, el resultado del proceso de localización.
- Cada registro debe proveer información de año, día, hora, minuto, segundo y milésima de segundo. Se debe indicar el instante correspondiente al arranque del registro.
- El reloj interno se sincroniza con el receptor satelital indicado en 9.3.3.
- El muestreo debe poder ser sincronizado mediante la red de sincronización horaria y el receptor satelital para facilitar la comparación de eventos.
- La frecuencia de muestreo de las señales analógicas debe ser igual o mayor a la utilizada en las funciones de protección del dispositivo.
- El arranque del registro se debe dar toda vez que exista una señal de disparo o arranque de las funciones contenidas en el dispositivo, por acción de una entrada lógica o porque las señales analógicas registradas superan o están por debajo de umbrales ajustables. Las causas de arranque del registro deben ser configurables por el usuario.

- Los registros deben poder arrancarse manualmente de forma remota.
- Cada registro se forma de por lo menos 4 ciclos de prefalla y 30 de posfalla. Se debe tener una capacidad que permita almacenar no menos de 5 registros de dichas características. El almacenamiento de los registros se realiza en un medio no volátil.
- El formato de los archivos de registro debe cumplir con la normativa ANSI IEEE COMTRADE.

9.3.1.18 Función de registro de eventos

Todos los dispositivos de protección deben cumplir:

- Registrar los cambios de estado de las señales lógicas correspondientes a las entradas y a las salidas.
- Registrar los cambios de estados lógicos internos de interés para evaluar el funcionamiento del relé.
- Registrar los valores eficaces de las corrientes en el instante correspondiente al evento.
- Cada evento debe proveer información de año, día, hora, minuto, segundo y milésima de segundo.
- El reloj interno se sincroniza con el receptor satelital indicado en 9.3.3.

9.3.1.19 Función de gestión local de los relés

Todos los dispositivos de protección deben tener una función que permita su gestión local de acuerdo con los siguientes requerimientos:

- Debe disponer de una interfase hombre-máquina con una visualización y un teclado de membrana o similar, que debe permitir una comunicación amigable apoyada en un programa estructurado de menús.
- Debe permitir la lectura en forma clara y ordenada de las indicaciones de arranques, disparos y eventos que hayan aparecido en por lo menos los 5 últimos registros de perturbaciones.
- Debe indicar la información de diagnóstico de fallas internas.
- Debe brindar la funcionalidad de un instrumento que indique las corrientes, tensiones, potencia activa, reactiva y frecuencia.
- Los ajustes del relé deben poder ser consultados y modificados, para realizar modificaciones se debe previamente ingresar la palabra clave correspondiente.
- Si los relés disponen la opción de realizar operaciones de control sobre los interruptores, deben entonces poseer una palabra clave de acceso a esta función y la misma debe ser diferente a la utilizada para realizar cambios de ajustes.
- Localmente debe ser posible la comunicación con el relé a través de un PC con un programa de aplicación estructurado que permita una gestión más sencilla y amigable que la obtenible con la interfase asociada al dispositivo.

9.3.1.20 Sincronización horaria

- El relé deberá incluir dos formas de sincronización dentro de banda, por interface PRP.

- La sincronización principal se soportará sobre protocolo IEEE 1588 versión 2 (PTP):
 1. Implementación dedicada de PTP por hardware.
 2. Soporte del PTP: Ethernet, Multicast, “Two Step”, “Peer to Peer” y “Two Way”.
 3. Soporte modos: paquetes con TLV y sin TLV (Type, Length, Value)
 4. Soporte obligatorio de funcionamiento sin perfil, en modo IEEE1588 versión 2 nativo, de acuerdo al punto anterior.
 5. Soporte obligatorio de perfil: “Power Profile” versión IEEE C37.238 (2011) o preferentemente IEC61850-9-3 (2016)
 6. Precisión PTP mayor a 1 micro segundo.

La sincronización de respaldo se soportará sobre protocolo NTP o SNTP. Para cualquier caso de caída de la sincronización principal (PTP), se deberá activar la sincronización de respaldo por NTP.

9.3.2 ACCESORIOS Y PROGRAMAS PARA LA COMUNICACIÓN, EXTRACCIÓN AUTOMÁTICA DE EVENTOS, REGISTROS OSCILOGRÁFICOS, AJUSTES Y CONFIGURACIÓN DE LOS RELÉS

Los dispositivos de protección se integran al Sistema Automático de Gestión de Relés de Protección y Registradores de Perturbaciones de UTE (TREMA) y al sistema SCADA de control y medida para el telemando.

El suministro debe incluir todos los accesorios, convertidores, tarjetas y programas necesarios para la interconexión total de los relés con la red informática de comunicaciones de UTE. Debe entonces entregar, para la subestaciones Cardal, Punta del Tigre, Palmar y Montevideo A además de los dispositivos de protección, el siguiente equipamiento:

9.3.2.1 Programas

Se deben suministrar para todos los relés de protección los siguientes programas, que pueden ser separados o contenidos en una misma aplicación. En caso que el o los programas suministrados requieran licencia, deben suministrarse al menos 25 licencias de los mismos.

En caso que alguno de los programas listados a continuación requieran de licencias, el Contratista deberá proveer un mínimo de veinte licencias independientes.

Todos ellos tienen en común las características que se describen a continuación:

- Se instalan en una plataforma Windows XP o superior.
- Deben ser aptos para su funcionamiento en red permitiendo:
 - Múltiples conexiones simultáneas de usuarios
 - Control de acceso y seguridad
 - Control de versiones de los archivos
 - Manejo de permisos
- Se puede seleccionar el directorio de instalación de los programas y de destino de los archivos de información.

- No causan problemas de funcionamiento a otras aplicaciones similares que, junto a éstas, se puedan instalar para la gestión de relés de protección o dispositivos de distinta marca y modelo suministrados por un proveedor diferente.
- Se deben suministrar licencias corporativas de los programas, sin restricción a la cantidad de usuarios.
- Todos los relés de protección deben tener una interfaz web para consulta y gestión.

9.3.2.1.1 Programa de extracción automática de registros oscilográficos

Extrae automáticamente y en forma manual los registros oscilográficos generados en los relés de protección. Debe cumplir además con los siguientes requerimientos:

- Comunicarse con todos los relés conectados al sistema para extraer la información nueva generada después de la última conexión.
- La frecuencia de conexión y extracción de información debe poder ser agendada, permitiéndose múltiples interrogaciones diarias.
- El directorio de destino de los archivos debe ser configurable.

El formato de los archivos de registro debe cumplir con la normativa ANSI IEEE COMTRADE.

9.3.2.1.2 Programa para la extracción automática de eventos.

Extrae automáticamente y en forma manual los registros de eventos generados en los relés de protección. Debe cumplir además con los siguientes requerimientos:

- Comunicarse con todos los relés conectados al sistema para extraer la información nueva generada después de la última conexión.
- La frecuencia de conexión y extracción de información debe poder ser agendada, permitiéndose múltiples interrogaciones diarias.
- Se debe configurar el directorio de destino de los archivos.
- La aplicación debe generar un archivo por cada evento generado en cada relé.

Estos archivos deben ser de formato de valores separados por comas (csv). Los valores pueden ser numéricos o texto (no se admiten registros codificados de eventos).

Cada registro de evento debe contener la siguiente información:

- Nombre de la subestación.
- Nombre del dispositivo que produjo el registro.
- Fecha (año-mes-día).
- Hora, minuto, segundo y milisegundo o en su defecto un número correlativo diario.
- Evento (no se admite código).

9.3.2.1.3 Programa para el cambio de configuración y ajustes de los relés de protección.

Se debe proveer un programa que permita realizar el cambio de configuración y de todos los ajustes de los relés del sistema.

Este programa se instalará en los computadores personales de las oficinas de los técnicos de UTE que se comunicarán con los relés a través de la red informática.

Si la configuración del relé se realiza mediante la utilización de un programa diferente al que se emplea para la extracción y cambio de ajustes, se debe suministrar también.

9.3.2.1.4 Programa para la configuración y parametrización de subestaciones IEC 61850.

Se debe proveer un programa para la configuración y parametrización de subestaciones IEC 61850. Este programa debe permitir:

- Configurar y parametrizar dispositivos
- Manejo de subredes
- Manejo de direcciones IP
- Conectar información de diferentes dispositivos

9.3.2.1.5 Programa para visualización y extracción de registros y cambio de ajustes mediante una conexión directa a los relés.

Además de los programas mencionados, se debe suministrar una aplicación que permita la extracción, visualización y análisis de eventos y registros oscilográficos y cambio de configuración y ajustes de los relés que se instalará en computadores portátiles y se conectarán en forma directa con los relés a través del puerto frontal.

Si la configuración del relé se realiza mediante la utilización de un programa diferente al que se emplea para la extracción y cambio de ajustes, se debe suministrar también.

Se debe suministrar por duplicado todos los accesorios necesarios (cables, conectores, etc.) para permitir la conexión del relé al computador portátil.

9.3.3 SINCRONIZACIÓN HORARIA DE LOS EQUIPOS

Se deberá realizar la instalación de un receptor satelital para el sistema GPS y dos antenas, UTE suministrará tanto el receptor satelital como las antenas. La instalación deberá ser realizada según lo indicado en el Capítulo Sistema de Control.

9.3.4 PANELES DE PROTECCIÓN

Una vez firmado el contrato, UTE entregará al Contratista un detalle de las características constructivas de los paneles a suministrar. Los paneles deben estar en un todo de acuerdo con esa documentación. En ellos se realizará el montaje exclusivamente de los sistemas de protección, no admitiéndose en ellos equipos, cableados ni ningún elemento de mando, medida o control o cualquier otro que no pertenezca a protecciones.

9.3.5 REPUESTOS Y ACCESORIOS

Se debe suministrar dos conjuntos de fichas de prueba, cada uno de ellos suficiente para separar del servicio y realizar ensayos sobre cualquiera de los sistemas de cualquiera de las secciones.

Dentro del conjunto de repuestos debe incluirse un relé cada 5 unidades o fracción del mismo tipo que conformen el suministro. Debe considerarse como tipos de relés diferentes los que siendo de un mismo modelo integren diferentes funciones o distintos programas de aplicación. Para los accesorios específicos de protección, como ser conectores, bloques y fichas de prueba, tarjetas extensoras, relés auxiliares, transformadores auxiliares, pulsadores, borneras, herramientas específicas de montaje y/o mantenimiento, etc., se suministra un repuesto cada 10 unidades o fracción del mismo tipo de elemento.

Los repuestos y accesorios deben ser entregados previamente a la entrada en servicio del sistema.

El suministro debe contener exactamente la cantidad de repuestos indicada, debiéndose enviar por el Contratista a la aprobación de UTE la lista discriminada de las cantidades según modelo y función de los elementos.

Si el Contratista no contemplara el criterio establecido en este ítem para los repuestos de los relés de protección y sus accesorios específicos, UTE se reserva el derecho de solicitar los repuestos faltantes, que serán de cargo del Contratista, aun luego que el suministro haya sido aceptado en su conjunto.

El Contratista puede cotizar además, en forma separada, otros repuestos y accesorios que considere convenientes para una explotación de 15 años de los equipamientos. Esto no formará parte del comparativo de ofertas.

Los repuestos deben ser suministrados en embalajes separados del resto de los materiales.

9.4 ENSAYOS DE RUTINA Y DE RECEPCIÓN EN FÁBRICA

Todos los equipos de protección, accesorios y paneles a suministrar, además de los equipos y programas para la gestión automática de eventos, registros, configuración y ajustes de los relés deben ser sometidos a los ensayos de rutina establecidos por las normas de fabricación y ensayos de la IEC para este tipo de dispositivos, en el propio lugar de fabricación y en presencia de dos inspectores de UTE.

Los ensayos de recepción en fábrica deben realizarse en dos etapas:

- Recepción de relés y dispositivos de protección
- Recepción de paneles y cableados internos

Para la primera etapa, la inspección de UTE debe presenciar el ensayo de rutina completo en forma manual y automática de todos los dispositivos suministrados, realizado por especialistas del fabricante, cubriendo la verificación de todas las funciones, algoritmos, bloques, entradas, salidas, ajustes, calibraciones, y de todos y cada uno de los parámetros y prestaciones del equipo. En particular se deben realizar ensayos de los dispositivos en las configuraciones previstas para su uso en la instalación proyectada. Además el inspector de UTE podrá solicitar cualquier otro ensayo particular, si lo considerara necesario.

Los ensayos funcionales se extienden a los programas informáticos que permiten la gestión y comunicación de los relés, así como también a la sincronización horaria de

los dispositivos, comprobándose el buen funcionamiento de los mismos con los equipos de sincronización que componen el suministro.

A los efectos de comprobar la calibración es necesario que los equipos de ensayo tengan una precisión mejor que la de los relés o dispositivos a ensayar.

Esta inspección debe efectuarse en las instalaciones donde los dispositivos fueron fabricados y previamente a que los mismos se instalen en los paneles correspondientes, teniendo en cuenta que si hay más de un lugar de fabricación, UTE enviará una inspección a cada uno de esos sitios.

Luego de la certificación y aprobación por parte de UTE de los diferentes dispositivos, materiales y accesorios a usar para la confección de los paneles (borneras, conectores, cables, terminales, etc.), y procedimientos de realización (calidad de ejecución, muestras de paneles similares, etc.), los dispositivos podrán ser instalados y cableados en los respectivos paneles.

Para la segunda etapa de ensayos en fábrica, la inspección de UTE presenciara el ensayo de rutina completo del panel y su cableado interno, realizados por especialistas del fabricante o del montador de los paneles. Previo a la ejecución de esta etapa UTE debe haber aprobado los planos de detalle de los paneles (ver puntos 9.7 y 9.8).

Esta segunda etapa corresponde a los ensayos de verificación de diseño. UTE suministrará ajustes tipo para los sistemas de protección quedando a cargo del contratista la configuración de los relés, que se considera como parte del proyecto.

UTE se reserva el derecho de rechazar los paneles si no cumplen con lo especificado.

La aprobación por parte de UTE de los paneles en esta etapa debe considerarse como provisoria, quedando la misma sujeta a cambios hasta la aprobación definitiva, luego de los ensayos de verificación y recepción en sitio (en las subestaciones).

El Contratista debe entregar a UTE una descripción completa de los procedimientos de ensayo a seguir, los equipos de ensayo a utilizar y el cronograma de ensayos, para cada etapa, con una anticipación mínima de 60 días a la fecha prevista para su realización. UTE puede establecer modificaciones a los ensayos como a su juicio se requiera para un efectivo control de la calidad del suministro.

La fecha definitiva de los ensayos debe ser confirmada a UTE con 30 días de anticipación.

La inspección de UTE debe recibir los certificados de calibración de los instrumentos y equipos de ensayo a ser utilizados en la recepción.

En caso que a juicio de UTE los materiales presentasen desviaciones o defectos respecto a lo especificado, el contratista debe efectuar todas las modificaciones, reparaciones o sustituciones y ensayos correspondientes a satisfacción de UTE. En esta situación, se debe dejar constancia de los cambios solicitados por UTE en los respectivos protocolos.

En todos los casos el contratista debe presentar un certificado estableciendo la conformidad de los materiales suministrados con los requisitos de estas especificaciones y modificaciones aprobadas por UTE.

Solamente se procede al embarque de estos suministros cuando se hayan cumplido a satisfacción de UTE todas las verificaciones y ensayos establecidos, y entregado y aprobado los protocolos correspondientes, en cuyo caso se cursa la autorización.

El costo de los ensayos, material de laboratorio y personal empleado para la ejecución de los ensayos, así como también los trámites y traslados de los materiales a ensayar están incluidos en el precio unitario de cada equipo.

El contratista debe indicar los costos de los ensayos en cada etapa, siendo de cargo de UTE los costos de traslado y estadía de los dos inspectores.

A efectos de la cotización se asumirá que los ensayos de recepción de cada etapa tendrán una duración de dos semanas en las cuales estarán presentes los dos inspectores.

A los efectos de la elaboración del cronograma de ensayos, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Se deben optimizar los tiempos de inspección, reservándose UTE el derecho de rechazar cronogramas en los que los tiempos “muertos” entre ensayos sean excesivos.
- El tiempo de trabajo semanal del inspector no podrá superar las 48 h semanales, salvo acuerdo expreso de UTE.

La firma por parte de UTE de los protocolos de ensayos de recepción no libera al contratista de sus obligaciones referentes a las garantías técnicas de funcionamiento y fabricación de los equipos.

En caso de inconvenientes que retrasen la estadía de los inspectores o que éstos deban regresar a fábrica por temas imputables al contratista, los costos de los ensayos correrán por cuenta del contratista.

9.5 ENSAYOS DE VERIFICACIÓN Y RECEPCIÓN EN SITIO (EN LAS SUBESTACIONES)

9.5.1 GENERALIDADES

El contratista es el responsable de la ejecución de los ensayos y verificaciones en sitio (SAT) de todos los sistemas de protección y su equipamiento.

Algunos de los objetivos de los ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección son: garantizar que la instalación está de acuerdo al proyecto, que el proyecto y la correspondiente instalación funcionan de acuerdo a lo requerido, que la instalación está realizada de acuerdo a las reglas del buen arte, su proyecto y diseño, detectar errores e inconsistencias tanto de montaje como de proyecto y solucionarlos, evitar vicios ocultos, garantizar (en lo que corresponde a la obra y a los ensayos y verificaciones de obra SAT) que durante la explotación posterior la confiabilidad y disponibilidad sean los previstos por diseño.

9.5.2 ALCANCE

El alcance de los SAT o EVR de los sistemas de protección a cargo del contratista es el siguiente. Sistema de protección debe entenderse en sentido amplio, incluyendo todos los equipos y elementos que hacen al sistema de protección, así como las interconexiones e interacciones entre sus equipos, así como las interconexiones, interacciones y solapamientos con otros sistemas o equipos de otros sistemas, como

ser con el sistema de potencia, el sistema de control-monitoreo-alarma, teleprotección, etc.

Por ej. desde el punto de vista de los SAT, los elementos o equipos compartidos con otros sistemas deben entenderse formando parte del sistema de protección y por ello deben ensayarse como parte de los ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección (por ej. los TIs y TTs son compartidos entre los sistemas de protección y el sistema de potencia, por ej. las alarmas de las protecciones reportadas en el SCADA o los comandos de bloqueo de recierre son compartidos e interactúan entre los sistemas de protección y el sistema de control-monitoreo-alarma).

Los SAT a cargo del contratista incluyen el ensayo de los elementos y equipos de esos sistemas, el ensayo de sus funcionalidades o funciones y de sus alcances (o ajustes o settings), el ensayo de las funcionalidades como sistema (y no sólo de sus equipos individualmente), el ensayo y verificación funcional de sus cableados y de su correcto montaje, etc., en las distintas configuraciones previstas para estos sistemas. A modo de ejemplo, los SAT incluyen por lo tanto los ensayos funcionales de los paneles de protección y sus elementos, los ensayos funcionales y de alcance de los relés de protección, los ensayos de alarmas y eventos y su correcto reporte y visualización en los sistemas de control-monitoreo-alarma, el ensayo de TIs, TTs a nivel primario y de sus circuitos secundarios, interacción con interruptores, disparos, recierres automáticos, bloqueos e interbloqueos, etc.

Los SAT deben realizarse por parte del contratista de forma completa.

Ningún ensayo en fábrica FAT que se hubieran realizado previamente a los elementos o equipos de los sistemas de protección podrá considerarse sustitutivo total o parcialmente de cualquier ensayo SAT.

Los objetivos, alcances, condiciones, ubicaciones, momentos, etc. de los SAT y FAT son distintos. Y nada garantiza previamente que lo que funcionaba bien durante el FAT, luego del proceso de traslado, montaje, instalación, conexiones en sitio, continúa funcionando correctamente y/o no haya sido modificado.

En ese sentido el contratista no podrá argumentar o plantear ante UTE limitaciones, restricciones o reducciones a los SAT planteados por UTE argumentando que ya se hayan realizado ensayos total o parcialmente en FAT.

La ejecución por parte del contratista de los SAT, incluyen tanto la realización de los ensayos y verificaciones como el diseño previo de dichos ensayos y verificaciones y el diseño de sus protocolos, así como la documentación de los resultados, etc.

9.5.3 PARTICIPACION DE UTE, INTERACCIÓN CON UTE, PROTOCOLOS DE ENSAYO, CRONOGRAMA Y PLAN DE ENSAYOS, EQUIPOS DE ENSAYO, ETC.

El contratista tomará todas las medidas necesarias para la preparación de los ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección, e informará a UTE sobre la propuesta de la fecha de comienzo y duración prevista de su realización, por lo menos con 20 días de anticipación. Dicha información irá acompañada de un cronograma detallado del plan de ensayos previstos, que debe incluir como mínimo los detalles o desglose indicados más adelante en este capítulo.

El contratista debe presentar a UTE las propuestas de los protocolos de los ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección a realizar, previamente y con anticipación de al menos 20 días a la fecha prevista de comienzo de los ensayos y verificaciones. UTE debe responder las propuestas de los protocolos dentro de 15 días de recibidos.

UTE planteará al contratista los comentarios y correcciones que entienda pertinentes. Las propuestas de protocolos deberán ser corregidas por el contratista y vueltos a presentar ante UTE, para su aprobación si está de acuerdo con ellos.

Los ensayos SAT de los sistemas de protección no deben comenzar si los protocolos no han sido aprobados previamente por UTE.

El contratista debe garantizar que los protocolos de ensayos cumplen con los requerimientos y espíritu de este pliego y de todos los capítulos sobre ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección, así como con las reglas del buen arte. Por ello el hecho de que los protocolos de los SAT hayan sido aprobados por UTE, no impide que en obra UTE pueda requerir al contratista otros ensayos que no figuren en los protocolos aprobados o no especificados previamente, en el marco de las ideas generales de los capítulos sobre ensayos y verificaciones SAT de los sistemas de protección.

Más allá de los protocolos de los SAT presentados por el contratista y aprobados por UTE y más allá de las descripciones y listados de ensayos y verificaciones SAT requeridos y/o posibles presentes en este pliego, si a criterio de UTE son necesarios ensayos o verificaciones SAT adicionales para garantizar el logro de los objetivos declarados al comienzo de este capítulo, el contratista deberá realizarlos ante los inspectores técnicos de UTE sin costo adicional para UTE.

Los protocolos de los SAT deben estar diseñados de acuerdo a las reglas del buen arte y deben incluir entre otras cosas celdas y casilleros para documentar durante los SAT los valores de los resultados, como: valores y magnitudes (tensiones, corrientes, etc. inyectados y/o medidos; tensiones, corrientes, impedancias, ángulos, etc. de operación y/o arranque; temporizaciones y tiempos de operación y reset; etc.; umbrales; valores de cambio de zona; etc.). También deben estar claramente identificados: la sección a que corresponde cada ensayo, el equipo/elemento bajo ensayo (marca, modelo, nro. de serie, etc.), el equipos usado para el ensayo (marca, modelo, nro. de serie, etc.), la fecha realización, y en general los resultados de los ensayos, etc. Estos son sólo ejemplos indicativos.

UTE fomenta y prefiere que el contratista use equipos de ensayo automáticos o programables cuando corresponda o sea posible, ya que entre otras cosas permiten la repetitividad de ensayos pre-programados (por ej. el mismo o similar ensayo en varios equipos o secciones similares), así como la generación “automática” de reportes o protocolos de ensayo con los resultados de los mismos, para muchos casos no requieren de instrumentos de medida, etc. Se considera que es de beneficio mutuo para el contratista y para UTE.

Para los SAT el contratista contará en las instalaciones de la obra con personal idóneo, que conozca de forma sólida de los equipos de ensayo a usar, de los instrumentos de medida a usar, sobre protección de sistemas eléctricos en general, de los sistemas de protección de la instalación, de su proyecto y de sus funcionalidades concretas, de los relés de protección, de su ajuste, sus funcionalidades, sus software de gestión y ajuste, para las marcas y modelos concretos de relés que hay en los sistemas de protección de la instalación. En este sentido, quienes ejecuten los SAT por parte del contratista no son simples operadores de los equipos de ensayo, sino mucho más tal como se indicó.

Si el contratista usara el concepto de Pre-SAT, debe entenderse que para UTE el Pre-SAT está incluido en el SAT y forma parte del SAT y deben realizarse ante los inspectores técnicos de UTE durante el SAT.

Está a cargo del contratista la carga en los relés de protección de los ajustes o settings (ajustes, configuraciones lógicas y de comunicación, etc.) definidos y

suministrados por UTE al contratista, ajustes en los cuales los relés deben ser ensayados en el SAT. Para ello el contratista debe contar con personal que conozca el software de gestión y ajuste de los relés de las marcas y modelos concretos que hay en los sistemas de protección de la instalación. Los SAT sobre los relés de protección o que los involucren no pueden comenzar si dichos ajustes y configuraciones no han sido cargados en los relés por parte del contratista.

Las especificaciones indicadas en este capítulo son complementarias de los ensayos y verificaciones que puedan estar indicados en otros capítulos.

Detalle o desglose mínimo que debe tener el plan y cronograma de SAT de los sistemas de protección que el contratista debe presentar.

Para el sistema de protección de cada sección (por ej. línea, ...) o cada equipo de potencia (por ej. transformador de potencia, barra, ...) el contratista debe indicar o discriminar cuándo y por cuánto tiempo propone hacer los SAT de:

- Transformadores de medida (TIs y TTs),
- Circuitos secundarios de tensión y corriente,
- Relés y paneles de protección,
- Disparos y recierres interactuando con interruptor(es) de sección y acoplador,
- Interacciones con el control (SCADA y Unidad de Control),
- Sincronización horaria de los relés de protección,
- Demás interconexiones de los paneles de protección,
- Teleprotección, comunicación diferencial, etc. (si corresponde),
- Otros ensayos
- Entrada en servicio (y medidas de las magnitudes de servicio).

Esto es importante para UTE, pues además de poder programar con anticipación suficiente la participación de sus inspectores técnicos en los SAT, le permite presentar en la obra en cada momento inspectores técnicos con los perfiles más adecuados a cada actividad.

En principio UTE debe estar en sitio (en la instalación en obra) con sus inspectores técnicos para presenciar los SAT a cargo del contratista; esa es potestad de UTE. El contratista debe facilitar a UTE que esto pueda suceder; para ello debe cumplir con los requerimientos previos y los avisos con la anticipación suficiente y en tiempo y forma.

UTE no validará ni aceptará SAT realizados unilateralmente por parte del contratista sin la presencia de sus inspectores técnicos. La única excepción a ello es el caso en que previamente a la ejecución y de forma explícita los inspectores técnicos de UTE avisen/acuerden con el contratista que realice ciertos ensayos sin su presencia y que el contratista presente luego los protocolos de los ensayos realizados para su aceptación o rechazo por parte de UTE; en este sentido UTE tiene el derecho de no presentar inspectores técnicos en ciertos SAT, pero exclusivamente bajo las circunstancias antes indicadas (aviso/acuerdo previo y explícito de UTE con el contratista).

Quien realice los ensayos (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

Hasta la aceptación por parte de UTE de los resultados de todos los protocolos SAT de un sistema de protección dado, dicho sistema de protección no estará aceptado para quedar disponible para la futura explotación.

La inspección técnica de UTE de los SAT de los sistemas de protección se desarrolla con un único grupo de inspectores técnicos, trabajando hasta 10 horas diarias (incluyendo los traslados a/desde Montevideo) solamente los días laborables. El contratista debe considerar esto y adecuar propuesta de plan y cronograma de ensayos y verificaciones SAT a esta situación, ya que UTE por ej. no puede ni debe inspeccionar simultáneamente dos o más ensayos o verificaciones SAT sobre sistemas de protección de una obra dada.

Para el comienzo de los ensayos y verificaciones SAT es requerido que el proyecto funcional (planos de paneles, planos de interconexión, etc.) esté aprobado por UTE y que UTE cuente con dicha versión de planos. Las eventuales modificaciones que hubieran surgido durante el montaje y cableado de la instalación (diferencias respecto del proyecto aprobado) deben ser informadas a UTE previo al comienzo de los ensayos. De esta manera se permite que los inspectores técnicos de UTE cuenten con la información correcta y actualizada para poder desarrollar su trabajo. En caso contrario los SAT no pueden comenzar.

El contratista proveerá todas las facilidades necesarias a fin de permitir a los inspectores de UTE realizar las inspecciones en sitio de los SAT.

La presencia de los inspectores técnicos de UTE, e incluso la aprobación de los protocolos de los SAT y sus resultados por parte de UTE, no releva al contratista de sus responsabilidades en caso de que alguna parte de la obra no cumpla con las especificaciones, o no se comporte satisfactoriamente en servicio, o presente vicios ocultos.

9.5.4 EQUIPAMIENTO

Todos los equipos necesarios para la realización de los ensayos e instrumentos de medida serán provistos por el contratista.

Los equipos de ensayo e instrumentos deben corresponderse con las reglas del buen arte y las tecnologías actuales.

Todos los equipos de ensayo e instrumentos de medida que se usen por parte del contratista en los SAT deben estar calibrados.

Previo al comienzo de los SAT el contratista debe presentar ante UTE copia de los certificados e informes vigentes de calibración con trazabilidad a laboratorios acreditados y a patrones primarios de referencia. La antigüedad de los certificados no será mayor a 3 (tres) años.

9.5.5 PERSONAL QUE EJECUTA LOS ENSAYOS, CV

Los ensayos y verificaciones funcionales SAT deberán ser realizados por el contratista con técnicos/ingenieros con conocimientos y experiencia sólidos en ensayo de relés, funciones, sistemas y circuitos de protección, con conocimientos y experiencia sólidos de los modelos y plataformas de las marcas y modelos de los relés de protección bajo ensayo, y con conocimientos y experiencia sólidos de las valijas y equipos de ensayo y de los instrumentos de medida utilizados, con conocimiento y dominio del proyecto de los sistemas de protección e instalación a ensayar (planos, ajustes, configuraciones, filosofías y aplicaciones específicas, etc.), y debe realizar los ensayos aplicando las reglas del buen arte y las tecnologías actuales.

A estos efectos el contratista debe presentar a UTE para su aceptación o rechazo previo al comienzo de los ensayos, los currículum vitae de las personas que propone para realizar los ensayos funcionales SAT de los sistemas de protección.

9.5.6 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

El contratista deberá realizar los SAT cumpliendo con las normas de seguridad y salud ocupacional, de manera de no poner en riesgo ni a su personal ni a los inspectores técnicos de UTE.

9.5.7 VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES EN PANELES DE PROTECCIÓN (SAT)

A ser realizados por personal con conocimientos y experiencia sólidos en ensayo de circuitos de sistemas de protección, que conozca y domine el proyecto y la instalación, y aplicando las reglas del buen arte.

A ser realizados con los equipos y elementos que corresponden a las reglas del buen arte y las tecnologías actuales.

Quien realice los ensayos y verificaciones (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

- Verificar que el montaje y cableado se corresponde con la última versión de planos aprobados, y eventualmente con modificaciones aprobadas previamente y formalmente en obra.
- Verificación de etiquetado e identificación frontal y trasero de los paneles de protección:
 - código del panel según planos,
 - identificación del(los) equipo(s) o sección(es) protegido(s).
- Verificación de etiquetado e identificación en el frente e interior a los paneles de: sus relés de protección, bases de ensayo, relés auxiliares, elementos de comunicación, llaves termomagnéticas, etc.
- Verificación de etiquetado e identificación según planos y con textos entendibles de
 - las llaves selectoras de habilitación, bloqueo o transferencia (y del significado preciso de sus posiciones),
 - los pulsadores y botones (y el efecto de pulsarlo).
- Verificación de etiquetado e identificación de bornes, grupos de bornes, extremos de los conductores y cableados.
- Verificar existencia de las tapas de las bases de prueba, su buen estado y su colocación.
- Verificar buen estado de los frentes, displays y teclados del frente de los relés de protección.
- Verificar estado de la pintura de los paneles de protección, ausencia de óxido y corrosión, ausencia de ralladuras, etc.
- Verificación del afirmado del panel de protección al piso de la subestación.
- Verificación de sujeción y atornillado de todos los elementos del panel (chapas frontales y laterales, chapas del piso, puertas y bastidores batientes, equipos, protecciones, relés auxiliares, accesorios, puertas, ductos, mazos de cables, luminarias, resistencia calefactora, etc.).
- Verificación de montaje, cableados y circuitos de tensión alterna de alimentación:
 - Montaje, funcionamiento y consumo de la calefacción del panel (resistencia calefactora, su termostato, su cableado, encendido y corte, ...)
 - Montaje y funcionamiento de iluminación (luminaria, switch de corte, ...)
 - Montaje y funcionamiento llaves ferromagnética y diferencial de 30mA, tomas y sus cajas.

- Ajuste del termostato de la calefacción del panel en 20 °C.
- Verificación de puesta a tierra, con cables adecuados, de:
 - la barra de tierra del panel a la tierra de la subestación.
 - las distintas partes del panel (puertas, placas laterales, marco, etc.) a la barra de tierra del panel.
 - los relés de protección (y otros elementos eventualmente) a la barra de tierra del panel.
- Verificar colocación de tapas de los ductos de canalización de cables.
- Verificación de puertas y bastidor batiente de relés de protección, sus bisagras, su cierre sin roce ni forzado, su tranca, burletes, ...
- Retirado (antes de la entrada en servicio)
 - del film protector del plástico transparente de la puerta frontal,
 - de etiquetas o carteles provisorios o de obra,
 - cualquier otro elemento provisorio (sustituyéndolo por el definitivo).

- Verificación general del cableado dentro del panel y que llega a él, y verificación del apretado de los bornes en sus extremos.
- Verificación de sujeción de cables, mazos de cables, fibras ópticas, cables de comunicación (Ethernet, pares trenzados, ...), cables IRIG-B, etc.
- Nivel de tensión de circuitos de tensión alterna
- Polaridad y nivel de tensión de circuitos de tensión continua
- Funcionalidad de bornes seccionables
- Funcionalidad de bornes cortocircuitables (corrientes)
- Funcionalidad de cajas de relés de protección extraíbles
- Funcionalidad de los bloques y fichas de ensayo.

Esto incluye verificar el correcto funcionamiento y funcionalidad de

- los bloques de prueba en situación normal de explotación (sin ficha insertada),
- los bloques de prueba cuando tienen insertada la ficha de prueba, durante su inserción y durante su retiro,
- las fichas de prueba insertadas al bloque de prueba.

Los ensayos incluyen por ej.

- Verificar durante la inserción de la ficha de prueba en la base y mientras esté insertada:
 1. el cortocircuitado de corrientes y la no apertura de las corrientes (fases y neutro) en ningún momento,
 2. la apertura de tensiones,
 3. la apertura de los disparos y otras señales,
 4. la ausencia de afectación indeseada a otros relés o equipos,
 5. la correcta inyección de tensiones y corrientes desde la ficha de prueba hacia los relés de protección (en la fase correcta, con polaridad correcta, etc.),
 6. la correcta E/S desde (o hacia) los bornes de las fichas de prueba insertadas hacia (o desde) los relés de protección, de las señales digitales que pasan por los bloques de ensayo,
 7. otros,
- Verificar los puntos anteriores pero en el sentido inverso y la funcionalidad final, durante y luego del retiro de la ficha de ensayo de la base correspondiente,

todo conforme a lo pretendido en el proyecto y las funcionalidades naturales de los bloques y fichas de ensayo.

- Circuitos de corriente

- Circuitos de tensión
 - Circuitos de alarmas cableadas
 - Circuitos de disparo (para el polo correcto, mono/tri, con/sin enclavamiento, etc.)
 - Circuitos y lógicas de enclavamiento de disparo
 - Circuitos de recierre (apertura del polo correcto, etc.)
 - Circuitos y lógicas de bloqueo (bloqueo de cierre, bloqueo de recierre, etc.)
 - Circuitos de teleprotección e interdisparo.
 - Circuitos de transferencia a acoplador, etc.
 - Documentar (previa aprobación) cualquier variación respecto de la última versión de planos aprobados, pasando dicha información a los planos conforme a obra definitivos.
-
- Documentar las verificaciones y ensayos antes mencionados.
 - Presentar formalmente a UTE dicha documentación de los ensayos SAT, para su aceptación.

En el caso particular de que el suministro y/o fabricación de los paneles de protección haya estado a cargo de UTE, UTE es responsable de realizar las correcciones necesarias de defectos, errores o carencias de fabricación de dichos paneles, que se detectaran a partir de las verificaciones y ensayos SAT antes indicados. Una vez corregidos los defectos/errores carencias antes indicados, el contratista procederá a repetir los ensayos SAT que sea necesario a los efectos del ensayo de las modificaciones/correcciones y el ensayo de las funcionalidades en que intervienen esos elementos o partes.

9.5.8 VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES EN COFRES DE ZONA EN CELDAS Y PLAYA DE MANIOBRA (SAT)

Muchos de los puntos del capítulo anterior aplican también a los cofres de zona. Deben considerarse los que aplican.

Quien realice los ensayos y verificaciones (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

En particular y a modo de ejemplo, corresponde:

- Chequeo y ensayo del cableado de las corrientes secundarias de los TIs, el armado del neutro y la ausencia de su aterramiento en el cofre de zona (en circuitos de medida de corriente de protección no se aterriza el neutro en cofre de zona sino en el primer panel de protección)
- Chequeo y ensayo del cableado de las tensiones secundarias de los TTs, el armado del neutro y la ausencia de aterramiento en el cofre de zona (en circuitos de medida de tensiones de protección no se aterriza el neutro en cofre de zona sino en el primer panel de protección)
- Prueba de la funcionalidad de bornes seccionables
- Prueba de la funcionalidad de bornes cortocircuitables (corrientes)
- Documentar las verificaciones y ensayos antes mencionados.
- Presentar formalmente a UTE dicha documentación de los ensayos SAT, para su aceptación.

9.5.9 VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES DE RELES DE PROTECCIÓN (SAT)

A ser realizados por personal con conocimientos y experiencia sólidos en ensayo de relés, funciones, sistemas y circuitos de protección, con conocimientos y experiencia sólidos de los modelos y plataformas de las marcas y modelos de los relés de protección bajo ensayo, y con conocimientos y experiencia sólidos de las valijas y equipos de ensayo y de los instrumentos de medida utilizados, con conocimiento y dominio del proyecto de los sistemas de protección e instalación a ensayar (planos, ajustes, configuraciones, filosofías y aplicaciones específicas, etc.), y aplicando las reglas del buen arte.

A ser realizados con los equipos y elementos que corresponden a las reglas del buen arte y las tecnologías actuales.

Quien realice los ensayos y verificaciones (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

- Cargar en los relés de protección de los ajustes, configuraciones lógicas y de comunicación, CIDs IEC 61850, etc. suministrados, para realizar los ensayos de los relés de protección.
- Entradas analógicas (tensiones, corrientes) utilizadas en la aplicación.
- Entradas digitales (binarias) utilizadas en la aplicación.
- Salidas digitales (contactos, etc.) utilizadas en la aplicación.
- Comunicación de gestión de las protecciones (puertos delanteros y traseros de los relés)
 - local (puerto delantero y trasera desde servidor 3 de la subestación) y
 - remota (servidores centralizados de UTE-Protecciones-Trasmisión)con el software de gestión, sistema TREMA de UTE, etc.
Puede incluir eventualmente el chequeo de los equipos intermedios de comunicación (dentro o fuera del panel): conversores de protocolo, switches, ...
- Ensayo de cada una de las funciones de protección de los relés y sus funciones auxiliares, utilizadas en la aplicación. Verificar zonas, alcances y/o umbrales, temporizaciones, etc. de cada función de protección.
- Relevamiento de la característica de operación de todas las funciones utilizadas en la aplicación, en los ajustes y lógicas configurables correspondientes, determinando alcances, umbrales, formas de zonas, tiempos de operación, operación de lógicas, bloqueos y habilitaciones, etc.).
- Verificar la correcta sincronización horaria de los relés de protección, incluyendo:
 - La presencia de una o varias fuente(s) de la hora UTC (GPS, IEEE 1588, etc.) y
 - La distribución de la hora UTC por IRIG-B o IEEE 1588.
 - Que dejando los relés fuera de hora, se sincronizan y toman la hora correcta.
- Vinculaciones entre los relés de protección y/o de los relés de protección con los demás equipos del panel y de la subestación.
- Ensayos particulares o adicionales, si correspondiera, para determinar la correcta operación del sistema de protección.

- Verificación de encendido de las señalizaciones de los LEDs en el frente de los relés de protección, cuando corresponde (señalización de arranques y/o disparos de las distintas funciones de protección, de bloqueos, ..., LEDs latcheados y no latcheados, borrado de señalizaciones, ...).
- Identificación (etiquetado) del significado de los LEDs en el frente de los relés de protección, de forma prolija y definitiva (no a mano alzada).
- Ensayo de señales recibidas/enviadas por bus de datos (IEC 61850, etc.) Reportes de alarmas, comandos recibidos/enviados, GOOSEs, ... interactuando con los sistemas de control y monitoreo, etc.
 - En particular, las alarmas deben ser verificadas hasta el SCADA y HMI local de la instalación y hasta el SCADA del Centro de Control.
- Verificar generación (trigger) de eventos, oscilografía y sus canales analógicos y digitales, ante la operación de las distintas funciones de protección.
- Documentar las verificaciones y ensayos antes mencionados.
 - Adicionalmente se requiere un informe preliminar previo a la puesta en servicio, de las alarmas de los relés y sistemas de protección chequeadas hasta SCADA y HMI local y hasta el SCADA del Centro de Control, de manera de que el contratista permita a UTE (con ese insumo informado y con tiempo suficiente previo a la puesta en servicio) tramitar que dichas alarmas queden confirmadas y visibles por los operadores (pasaje a operativas).
- Presentar formalmente a UTE dicha documentación de los ensayos SAT, para su aceptación.

Nota: Para los ensayos de las señales IEC 61850 desde /hacia los relés de protección (Reportes MMS, GOOSE, comandos), tanto las protecciones como el control (SCADA, Unidades de Control, HMI,...) como la red de datos de la subestación deben estar configurados y operativos. En caso contrario se requerirán reensayos a cargo del contratista cuando estén configurados y operativos.

9.5.10 VERIFICACIONES Y ENSAYOS FUNCIONALES DE INTERCONEXIÓN, TIS Y TTS (SAT)

A ser realizados por personal con conocimientos sólidos en ensayo de relés, funciones y sistemas de protección, que conozca y domine el proyecto y la instalación, y aplicando las reglas del buen arte.

A ser realizados con los equipos y elementos que corresponden a las reglas del buen arte y las tecnologías actuales.

Quien realice los ensayos y verificaciones (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

- Verificación (en los circuitos de AT o EAT de la instalación) de la correcta correspondencia entre las fases R, S, T de los transformadores (TTs y TIs y circuitos de medida) y los polos R', S', T' de los interruptores (52) y seccionadores (89), así como la correspondencia (interconexión) con las fases R, S, T de la barra. Verificar correspondencia con el proyecto y sus planos.
- Verificación de cableado de circuitos de corriente. Incluye su verificación de la fase correcta (R,S,T) y polaridad en c/u de las borneras del circuito, aterramiento en un solo punto (primer panel de protección), etc.
- Se realiza mediante inyección secundaria o primaria de corrientes.
- Para verificar mediante medidas el aterramiento correcto y único de cada circuito de corriente, cuando se van haciendo puentes en distintos puntos de los circuitos secundarios, no alcanza con medir solamente las corrientes en las fases (ya sea en bornes como en los propios relés de protección), sino que también debe medirse la corriente en "el" cable de retorno de neutro.
- Verificación de cableado de circuitos de tensión. Incluye su verificación de la fase correcta (R,S,T) y polaridad en c/u de las borneras del circuito, aterramiento en un solo punto (primer panel de protección), etc.
- Se realiza mediante inyección secundaria de tensiones.
- Verificación del correcto conexionado de los TIs de acuerdo al plano de proyecto (P1, P2, s1, s2, ...). Por ej. en general P1 se conecta hacia la barra.
- Verificación de relación de transformación, polaridad, resistencia, curva de saturación y codo de cada bobinado o núcleo de los TIs principales mediante inyección de corriente primaria, etc.
- Verificación de relación de transformación, polaridad, resistencia, curva de saturación y codo de cada bobinado o núcleo de los TIs auxiliares.
- Verificación de polaridad de cada bobinado de los TTs.
- Medida del consumo de los circuitos de corriente (burden).
- Medida del consumo de los circuitos de tensión.
- En transformadores de potencia, inductores, etc., ensayo de tensión reducida, inyectando de 230 VAC o 400 VAC en los circuitos de potencia (MT o AT), para verificar los circuitos de corriente de protección de forma complexiva o global.
- Aplica a transformadores de potencia, reactores, transformadores de aterramiento, ...
- Circuito de disparo hasta el interruptor operándolo
- (disparos a los polos correctos de los interruptores, disparos con enclavamiento y sin enclavamiento, bloqueo de cierre y recierre cuando corresponde, ...).
- Circuito de recierre hasta el interruptor operándolo.

- (apertura de los polos correctos de los interruptores, bloqueo de recierre, ...).
- Funcionalidad de los circuitos de bloqueo de cierre y recierre.
- Funcionalidad de circuitos y servicios de señales teleprotección e interdisparos. Incluye ensayos locales y hacia/desde el extremo remoto (otra subestación).
- Funcionalidad de circuitos y servicios de comunicación diferencial de línea. Incluye ensayos locales y hacia/desde el extremo remoto (otra subestación) y eventualmente equipos intermedios conversores de protocolo o medio.
- Verificación de las señales desde playa o campo hasta los relés de protección, incluyendo su cambio de estado o posición.
- Alarmas y eventos (todos) hasta SCADAs locales y remotos (centro de control).
- Ejecución de comandos de bloqueo/habilitación de recierre y del tipo de recierre (monopolar/tripolar), tanto en forma local como remota desde el centro de control.
- Circuitos de control y señales adaptivas vinculadas al sistema de protección.
- Documentar las verificaciones y ensayos antes mencionados.
- Presentar formalmente a UTE dicha documentación de los ensayos SAT, para su aceptación.

Los ensayos deben abarcar las situaciones de operación en la sección principal, operación en el acoplador y pasaje en ambos sentidos.

9.5.11 PUESTA EN SERVICIO; VERIFICACIONES Y MEDIDAS (SAT)

A ser realizados por personal con conocimientos sólidos en ensayo de relés, funciones y sistemas de protección, personal con conocimientos sólidos de los modelos y plataformas de las marcas y modelos de los relés de protección bajo ensayo, que conozca y domine el proyecto y la instalación, y aplicando las reglas del buen arte.

Los ensayos de verificación y entrada en servicio de una instalación forman parte de la obra, más allá de que se requiera que la instalación esté conectada total o parcialmente a un sistema eléctrico en explotación.

Quien realice los ensayos y verificaciones (contratista o subcontratista) debe explicar a los inspectores técnicos de UTE el desarrollo detallado de cada ensayo y parte del ensayo que ejecute, informando qué hará, cómo lo hará, cuál es el resultado esperado, cuál es el resultado obtenido y si es correcto o los apartamientos que hubiera.

Verificaciones previas.

- Confirmar ausencia de pendientes críticos.
- Confirmar los avances y levantamiento de los pendientes/problemas detectados en etapas anteriores.
- Chequeo de borneras en paneles de protección y cofres de zona; las borneras deben estar cerradas y bien apretadas (y las de corriente NO cortocircuitadas) excepto las que por razones fundadas deban estar en otra situación (documentar estas situaciones excepcionales).
- Verificar que todos los relés de protección están encendidos y sin alarmas críticas o que no correspondan a la situación (en LEDs propios y alarmas a SCADA local).
- Verificar comunicación remota con los relés de protección desde la Sede Norte de UTE y desde Servidor 3 de la subestación.

Verificaciones en la entrada en servicio o puesta en servicio.

- Verificar magnitudes de servicio en vacío y con flujo de potencia suficiente (medida de tensiones y corrientes de servicio, sus secuencias directas, sus ángulos de fase relativos acordes a los flujos de potencia, corrientes diferenciales pequeñas y corrientes de restricción, etc.).
- Verificar ausencia de arranques y disparos de las funciones de protección, etc.).
- Verificar ausencia de alarmas del sistema de protección en el sistema de control y ausencia de LEDs encendidos en el frente de los relés de protección (LEDs que deberían estar apagados).
- Verificar ausencia de alarmas de los sistemas de protección y de los relés de protección en los sistemas de control y monitoreo de la subestación y el centro de control (SCADAs, Unidades de Control, HMIs,...).
- Informar en el momento (personal o telefónicamente) a los inspectores técnicos y a la Dirección de obra de UTE sobre los resultados de las medidas de

magnitudes de servicio y chequeo de alarmas, así sobre si considera que los sistemas de protección están aptos para entra en explotación.

- Documentar las verificaciones y ensayos antes mencionados.
- Presentar formalmente a UTE dicha documentación de los ensayos SAT, para su aceptación.

9.6 CAPACITACIÓN

El objetivo de la capacitación es que quienes reciban los cursos terminen con un conocimiento detallado de los dispositivos que integran el suministro y de la instalación proyectada. Deben entonces ser capaces de entender el funcionamiento de los equipos, realizar su instalación, configuración y ajustes, podrán ensayarlos y realizar su mantenimiento y operación, así como también entender las señales y registros que generan. También deben conocer y entender el funcionamiento de la instalación proyectada y poder leer y comprender los planos y toda la documentación relativa.

Se debe realizar una capacitación en dos etapas:

La primera debe realizarse previo a la inspección de los dispositivos de protección, y se desarrolla íntegramente en un solo sitio, preferentemente en el lugar de fabricación de los mismos. Está dirigida a instruir a dos profesionales con experiencia en este tipo de equipamientos, los que son designados por UTE, y debe cubrir el siguiente temario: principio de operación (incluyendo algoritmos) y tecnología de los relés ofrecidos, aplicación avanzada, descripción de hardware y software, planos y documentación, configuración, ajustes, procedimientos de montaje, ensayo, calibración y puesta en servicio, comunicación y gestión remota de los equipos (cambio de ajustes, extracción automática y manual de registros), operación desde el teclado del relé y a través de una conexión directa.

El idioma de este curso debe ser español, inglés o portugués.

La segunda etapa se debe desarrollar en Montevideo, previamente a la puesta en servicio. Está dirigida a 16 profesionales y técnicos de protección designados por UTE y debe tratar sobre: principio de operación (incluyendo algoritmos) y tecnología de los relés ofrecidos, aplicación avanzada, descripción de hardware y software, planos y documentación, ajustes, técnicas de montaje y recepción, puesta en servicio, mantenimiento, ensayos con equipos de prueba universales, gestión local y remota de los equipos. También debe tratar en detalle la instalación proyectada y su funcionamiento. En este caso se prefiere el dictado en idioma español.

Con 30 días de anticipación a la realización de cada una de las etapas de capacitación, el contratista debe notificar a UTE en forma detallada los objetivos y el programa de los cursos, así como también la hoja de vida de los instructores propuestos, en la que debe constar como mínimo la capacitación y experiencia de trabajo y experiencia en cursos similares. Esta información quedará sujeta a aprobación por parte de UTE.

La capacitación debe resultar a entera satisfacción de UTE. Al finalizar cada etapa, UTE realizará una evaluación de la misma, reservándose el derecho de rechazar los cursos tales como fueron dictados y solicitar una nueva instancia.

9.7 PROYECTO DE DETALLE DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

UTE revisa y aprueba el proyecto de detalle para el cableado de los sistemas de protección en los paneles para las subestaciones Punta del Tigre y Cardal, que el contratista debe realizar teniendo en cuenta los criterios de diseño indicados a continuación. Una vez firmado el contrato correspondiente UTE entregará al Contratista indicaciones detalladas para la realización del proyecto y de los cableados.

Las actividades de esta etapa de proyecto deben ser planificadas y acordadas con UTE, de acuerdo a un cronograma que incluye como mínimo los siguientes entregables: anteproyecto y proyecto en sus diferentes etapas de avance.

Cada entregable debe ser remitido a UTE en dos copias originales con la suficiente anticipación (20 días al menos) para que UTE realice el estudio y las observaciones que correspondieren.

El contratista debe corregir el proyecto de cableado de los paneles de acuerdo a lo indicado por UTE y remitir los planos y documentación corregida cada vez.

Más allá de las entregas de documentación establecidas, es conveniente mantener reuniones para la discusión del proyecto durante su elaboración, que tanto UTE como el contratista podrán solicitar oportunamente.

No se debe comenzar ningún trabajo de montaje o cableado en los paneles en tanto UTE no de la aprobación final al proyecto.

Los ensayos de recepción en fábrica de los paneles de protección se realizan según lo indicado en el punto 9.4.

Documentación que compone el anteproyecto:

- Descripción de los sistemas de protección
- Diagramas de principio
- Planos tipo
- Planos de anteproyecto
- Memoria de cálculo de los circuitos de medida para protección.

Documentación final a suministrar con el proyecto:

- Memoria descriptiva
- Planos(en formato .dwg y .pdf)
- Planillas de cableado
- Manuales de todos los equipos que componen los sistemas de protección, incluyendo dispositivos y relés auxiliares

Con el fin de facilitar la realización del proyecto de detalle UTE entregará al contratista los diagramas de principio genéricos asociados a los sistemas de protección de líneas, reactores, barras, falla interruptor y transformador de 500kV. En base a los mismos el contratista deberá desarrollar los diagramas de principio específicos para la estación Cardal.

Generalidades.

- En el caso de los sistemas de protección de línea, ambos sistemas S1 y S2 serán idénticos y competirán entre sí.
- En el caso de los sistemas de protección de línea, todas las funciones de protección estarán activas en ambos sistemas.

- Para el caso de la verificación de sincronismo para el cierre manual, debe haber comunicación entre ambos sistemas S1 y S2 de forma tal de asegurar esta función. En caso que la misma se realice en los sistemas de protección por defecto debe ser realizada por el sistema S1. En caso de falla de este sistema o estar en mantenimiento, automáticamente la función debe realizarse a través del sistema S2 con idénticas características.

Circuitos de corriente.

- Las corrientes se cablean desde la playa de maniobras en circuitos separados desde los secundarios de los transformadores de medida ubicados en los dos campos adyacentes al equipo de potencia protegido.
- La suma de las corrientes se realiza internamente en el relé de protección.
- La puesta a tierra del neutro de las corrientes se realiza en el primer borne dentro del edificio de la subestación, luego del cofre de agrupamiento ubicado en la playa de maniobra. La misma puede estar en el armario frontera, si este existe, o en la bornera del panel de protecciones en caso contrario. El conductor se conecta a la barra de tierra del armario o panel del lado exterior de la bornera.
- La estrella de las corrientes se forma en la bornera del panel y no en bornes del relé.
- Se conectan a la caja de prueba las tres fases de cada una de las corrientes entrantes al relé de protección.
- Se conecta a la caja de prueba la entrada y salida al relé de protección del neutro de cada uno de los dos circuitos de corriente.
- Las corrientes en la bornera del panel se deben poder cortocircuitar por fase mediante un accesorio que impida el seccionamiento del borne antes de realizar el puente de cortocircuito.
- En caso que el sistema tenga más de un relé de protección, las corrientes deben pasar primero por el relé con funciones menos selectivas, luego vuelven a la bornera y entran nuevamente al panel hacia el relé principal. En este caso, tanto las fichas de prueba como las borneras de corriente deben permitir cortocircuitar y seccionar las corrientes hacia el relé secundario, manteniendo la circulación de corriente hacia el relé principal.
- La puesta a tierra debe ser única para cada circuito aislado galvánicamente.

Circuitos de tensión.

- Los circuitos de tensión deben estar protegidos mediante llaves termomagnéticas ubicadas en el cofre de agrupamiento en la playa de maniobras. Dichas llaves deben ser tripolares, no interrumpiendo nunca el neutro.
- Estas llaves deben tener contactos auxiliares suficientes para señalización de alarma y para indicación de la posición al relé de protección.
- La estrella de las tensiones se realiza en el cofre de agrupamiento en la playa de maniobras.
- La puesta a tierra del neutro de las tensiones se realiza en el primer borne dentro del edificio de la subestación, luego del cofre de agrupamiento ubicado en la playa de maniobra. La misma puede estar en el armario frontera, si este existe, o en la bornera del panel de protecciones en caso contrario. El conductor se conecta a la barra de tierra del armario o panel del lado exterior de la bornera.
- En caso de realizarse una distribución de los circuitos de tensión de un mismo arrollamiento del transformador para distintos dispositivos de medida se debe realizar a partir del cofre de agrupamiento. En esta situación se debe utilizar una

llave termomagnética para cada circuito y la puesta a tierra del neutro debe estar en el punto de separación de los circuitos.

- La distribución de las tensiones dentro del panel de protecciones debe realizarse de tal forma que permita seccionar individualmente cada uno de los circuitos alimentados mediante el uso de accesorios de puentado de la bornera (no se admite por cableado).
- Los circuitos de tensión deben pasar por la caja de pruebas.
- La puesta a tierra debe ser única para cada circuito aislado galvánicamente.

Circuitos de disparo.

- El sistema de protección para las líneas de EAT debe contar con un disparo por fase desde relé de protección a la bobina de disparo correspondiente de cada uno de los dos interruptores, disparando Sistema 1 sobre bobina 1 y Sistema 2 sobre bobina 2.
- Para el caso de los transformadores y reactores, el disparo es siempre tripolar, disparando Sistema 1 sobre bobina 1 y Sistema 2 sobre bobina 2.
- Cada uno de los circuitos de disparo (por fase, de cada una de las bobinas de disparo de todos los interruptores) deben contar con un dispositivo de verificación del estado del mismo. Dicha verificación debe ser completa, es decir para ambas posiciones del interruptor.
- El disparo por protección no puede ser interrumpido por ningún dispositivo manual de conmutación.
- Todos los disparos deben ser interrumpidos al insertarse la ficha de prueba en la caja, ya sean disparos emitidos hacia los interruptores locales como remotos.
- Los disparos por fase deben estar accesibles en al menos una de las cajas de prueba.
- La función diferencial (tanto de línea como de transformador o reactor) debe bloquearse al insertarse la ficha de prueba en la caja.
- Los disparos de las protecciones propias de los transformadores o reactores se agrupan en este tramo de bornera, diferenciándose las que enclavan el cierre (bucholz, sobrepresión de aceite) de las que no (imagen térmica, temperatura).
- El agrupamiento de los disparos debe realizarse en la bornera del panel utilizándose elementos de puentado y seccionamiento de las borneras (no se admite cableado), permitiendo seccionar y aislar el disparo por separado de cada uno de los dispositivos de protección.
- En caso que una línea no pueda quedar abierta en un solo extremo por restricciones de la operación, se debe enviar una apertura al extremo remoto que permanece cerrado a través de un canal del sistema de interdisparo. Esta señal de apertura al otro extremo debe enviarse solamente si la apertura del interruptor local es debida a la operación de un relé de protección. El cierre de la línea no debe enclavarse si esta condición se produce.
- No se permite la interposición de diodos en los circuitos de disparo.

Circuitos de cierre.

- La verificación de sincronismo para el recierre automático se realiza a través de la función correspondiente, internamente al relé de protección.
- A priori la verificación de sincronismo para el cierre manual se realizará en las unidades de control respectivas, aunque el sistema de protección de línea deberá poseer la funcionalidad de cierre sincronizado de redes asíncronas.
- El agrupamiento de los cierres debe realizarse en la bornera del panel utilizándose elementos de puentado y seccionamiento de las borneras (no se admite

cableado), permitiendo seccionar y aislar el circuito de cierre por separado de cada uno de los dispositivos de protección.

- En la bornera debe preverse la conexión de un contacto para bloqueo externo de recierre.
- Los bornes del circuito de cierre deben agruparse por interruptor en el tramo correspondiente.
- En caso de tenerse enclavamiento de los interruptores, el mismo debe efectivizarse del lado del negativo de la bobina de cierre correspondiente.
- El circuito de recierre automático debe pasar por la caja de pruebas.

Circuitos de control y señalización.

- Debe preverse en la bornera un tramo especial para la conexión de señales de entrada y salida de control y señalización (entradas y salidas lógicas) para el relé de protección. Por ejemplo, deben cablearse en este tramo los contactos de posición del interruptor y de los seccionadores, posición de la llave termomagnética del circuito de medida de tensión, señales de bloqueo del interruptor, las señales de aceleración de estado, señales externas para el cambio de grupos de ajuste del relé, reposición del relé de enclavamiento, disparos externos, etc.
- La señal de posición de los interruptores debe ser por fase.
- El bloqueo manual de recierre debe realizarse enviando al relé una señal de bloqueo y además debe interrumpirse el circuito de cierre al interruptor correspondiente.
- Deben preverse bornes de reserva para futuras aplicaciones.
- El agrupamiento de los positivos debe realizarse en este tramo utilizándose elementos de puentado y seccionamiento de las borneras (no se admite cableado), permitiendo seccionar y aislar por separado de cada una de las salidas correspondientes.
- El agrupamiento de las señales de llegada, en caso que corresponda, debe hacerse de tal manera que se permita seccionar y aislar por separado de cada una de ellas.
- Los disparos de las protecciones propias de los transformadores o reactores deben iniciar las funciones de falla interruptor correspondientes.
- Los disparos de las protecciones propias de los transformadores o reactores y todos los que provengan del exterior al sistema de protección deben registrarse a través de entradas lógicas del relé.
- Deben pasar por el bloque de pruebas: señales de teleprotección, inicio de falla interruptor, transferencias de disparo y señales de bloqueo de funciones entre relés de un mismo sistema.
- No se permite la interposición de resistores (para adaptación de niveles de tensión) en los circuitos de señalización y control.

Circuitos de alarma.

- Las únicas alarmas de los relés de protección que se cablean a un anunciador local son: falla protección (watch dog) y disparo general de la protección (any trip). El resto de las alarmas se comunica al SCADA a través del puerto del sistema de los relés.

Comunicaciones y sincronización horaria.

- La comunicación de datos y la sincronización horaria de los relés de protección no se cablean a bornera, sino que se conectan directamente entre los equipos.

Alimentación de corriente continua de los dispositivos de protección y elementos auxiliares.

- Deben agruparse los positivos y negativos de alimentación de corriente continua de los dispositivos del panel en la bornera del mismo utilizándose elementos de puenteado y seccionamiento de las borneras (no se admite cableado).
- Debe permitirse seccionar y aislar por separado cada uno de los dispositivos de protección y elementos auxiliares.
- La alimentación de corriente continua de todos los dispositivos deben pasar por la caja de prueba. En caso de utilizarse más de una caja, dicha alimentación debe atravesarlas todas.

Servicios auxiliares de corriente alterna.

- Esta alimentación se utiliza sólo para la iluminación y climatización de los paneles de protección, y para tomacorrientes internos a ser utilizados para alimentación de valijas de ensayo durante intervenciones de mantenimiento.
- Se debe proveer una alimentación de corriente alterna segura, tomada de las barras seguras de la subestación, para los dispositivos auxiliares de comunicación de datos del sistema de protección.
- Deben proveerse sistemas de alimentación de alterna segura independientes para cada uno de los sistemas de protección S1 y S2.

Borneras.

- Agrupamiento de borneras: las borneras en todos los paneles de protección se agrupan en tramos de acuerdo a la función, quedando de esta manera juntas las borneras de corriente, tensión, positivo de alimentación de continua, negativo, disparo, cierre y recierre, control, señalización y teleprotección, alarmas, alterna.
- El conjunto total de tramos debe estar identificado con la sección y el sistema al cual pertenece.

9.8 MONTAJE Y CABLEADO DE LOS RELÉS DE PROTECCIÓN EN LOS PANELES

El contratista tiene a su cargo el montaje de los relés de protección en los paneles y el cableado completo en el interior de los mismos para los sistemas de protección que se montarán en las subestaciones Punta del Tigre, Palmar, Montevideo A y Cardal.

El montaje y el cableado se debe realizar de acuerdo a información entregada por UTE, como se indica en el punto anterior y siguiendo las indicaciones detalladas que UTE entregará al Contratista una vez firmado el contrato.

Una vez finalizados los trabajos UTE realizará los ensayos correspondientes como se indicó en el punto 9.4, reservándose el derecho de rechazar los paneles si no cumplen con lo especificado.

UTE se reserva el derecho de verificar los materiales enviados una vez arribados al país. En caso de detectar una diferencia del material recibido respecto de lo aprobado en fábrica, UTE puede rechazar el suministro.

9.9 PROYECTO Y EJECUCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN LAS SUBESTACIONES

El contratista tiene a su cargo el proyecto de interconexión de los sistemas de protección con el resto de la instalación en las subestaciones Punta del Tigre, Palmar, Montevideo A y Cardal. También tiene a su cargo el proyecto completo de la interconexión de los sistemas de comunicación y transmisión de datos de los equipos entre sí, comunicación con el sistema de gestión remota de los relés, comunicación con el SCADA y de la red de sincronización horaria satelital.

El proyecto de los sistemas de protección es parte de la ingeniería de detalle (proyecto ejecutivo) del proyecto completo.

Los ensayos de verificación y recepción de las instalaciones se realizan según lo indicado en el punto 9.5.

Para lo relativo a los circuitos vinculados al sistema de protección debe respetarse el proyecto de cableado de los paneles aprobado según el punto 9.8.

9.9.1 AJUSTES DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Los ajustes de los relés de protección del sistema de transmisión son calculados por UTE y suministrados al Contratista treinta días antes de comenzar los ensayos de recepción en sitio (ver punto 9.5). La implementación de los mismos en todos los dispositivos de protección de las subestaciones Punta del Tigre y Las Brujas queda a cargo del Contratista.

9.10 GARANTÍA

Los relés de protección y demás equipos accesorios y auxiliares deben tener una garantía de dos años a contar desde la entrada en servicio de la instalación. Durante la vigencia de la garantía, el Contratista se compromete a suministrar sin cargo todas las actualizaciones de firmware y software que pudieran existir.

El Contratista podrá cotizar un plazo adicional de tres años de extensión de la garantía.

Garantía de buena ejecución.

Más allá del plazo de garantía establecido para los equipamientos, el Contratista se compromete a brindar una garantía por vicios ocultos en la instalación por un período de 3 años a partir de la fecha de instalación.

9.11 INFORMACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR

9.11.1 INFORMACIÓN A ENTREGAR CON EL SUMINISTRO PARA EQUIPOS DE PROTECCIÓN

A la información general solicitada se agrega la siguiente información respecto a estos equipos, a entregar en formato digital:

- Documento que defina exactamente la versión particular de los relés suministrados, en especial cuáles de las funciones opcionales están incluidas en el suministro.
- Documentación explicativa de los algoritmos de procesamiento que son empleados en los relés, incluyendo las condiciones que determinan los cambios de estado de las señales lógicas internas.
- Juegos completos de los manuales e información técnica, en donde se incluyan planos completos y detallados de todos los circuitos, diagramas lógicos, descripción del funcionamiento, gestión local y remota de los relés, puntos de prueba, procedimiento de detección de fallas, listado completo de componentes indicando características, función y fabricante.
- Protocolos de comunicación, formato de datos y hardware necesario para la gestión local y remota. Esta documentación, y los diagramas que representen el funcionamiento interno de los relés, deben permitir interpretar los registros.

9.11.2 INFORMACIÓN A ENTREGAR CON EL SUMINISTRO PARA EL RESTO DE LOS EQUIPOS

Se deben entregar, en formato digital, manuales e información técnica completa y detallada de cada uno de los equipos que componen el suministro descrito en este capítulo.