

## NORMA OPERATIVA N°17

### PROTECCIONES

#### 1. OBJETIVO

Definir condiciones generales que deben cumplir los agentes del mercado, para que las protecciones eléctricas de sus instalaciones permitan la operación coordinada de componentes del Sistema Interconectado Nacional (SIN) en casos de fallas.

Definir responsabilidades de los agentes del mercado en la coordinación de las protecciones

Determinar la responsabilidad de los agentes del mercado en cada desconexión por falla y despeje de la misma que resulta del análisis de los eventos, asimismo, emitir recomendaciones y solicitar acciones correctivas en caso de problemas de coordinación detectados.

#### 2. DEFINICIONES

**Sistema de protección:** Conjunto de equipos necesarios para la detección, localización y despeje de cualquier tipo de falla mediante el disparo selectivo de los interruptores que permite aislar la zona o elemento en falla del resto del sistema, en el menor tiempo posible, minimizando daños en las instalaciones e interrupciones del servicio eléctrico.

**Falla:** Es el término de la capacidad de un componente de desempeñar su función específica o de ejecutarla cuando se requiera y por tanto determina su estado de indisponibilidad.

**Coordinación de protecciones:** Es el proceso de selección de ajustes y/o curvas características de operación de dispositivos de protección, de tal manera que la operación de los mismos se efectúe de manera rápida, selectiva y en un orden lógico para aislar adecuadamente el o los componentes en falla y mantener la operación del resto del sistema de potencia.

**Agente involucrado:** Es aquel agente del sistema cuyas instalaciones han tenido intervención directa o indirecta en un evento o falla.

**Protección principal:** O protección primaria es la protección de primera línea de defensa que aísla del sistema el o los componentes en falla de manera selectiva y lo más rápida posible (instantánea).

**Protección de respaldo:** Es la protección de segunda línea de defensa que aísla del sistema el o los componentes en falla en caso de que la protección principal no funcione correctamente. Esta protección debe tener un tiempo de retardo, de manera de permitir la actuación de la protección principal en primera instancia.



**Respaldo remoto:** Esquema en el que los interruptores y las protecciones que se encuentran en las subestaciones adyacentes cumplen también funciones de respaldo.

**Respaldo local:** Esquema en el que los interruptores y las protecciones de respaldo se encuentran en la misma instalación que la protección principal.

**Componente:** Es la parte de un sistema eléctrico que ejerce una o más funciones determinadas que se considera como una unidad para fines estadísticos o de análisis.

**Desconexión:** Es la acción que resulta de la apertura de dispositivos que conectan circuitos de potencia interrumpiendo la continuidad eléctrica a través de un componente.

**Registro oscilográfico:** Serie de datos de alta resolución de tensiones, corrientes e información de eventos que se presentan en el sistema eléctrico.

**COMTRADE:** (Common Format For Transient Data Exchange For Power Systems o formato común para intercambio de datos transitorios para sistemas de potencia) es un formato de archivo para almacenar datos de estado y oscilografía relacionados con perturbaciones transitorias del sistema de potencia.

**CT's:** Transformador de corriente son transformadores que reducen las corrientes de gran magnitud a valores permisibles y proporcionales a las corrientes primarias originales, alimentan instrumentos de medida, indicadores, relés y otros.

**PT's:** Transformador de potencial son transformadores destinados a reducir valores de tensión de magnitudes elevadas a valores adecuados y proporcionales a las tensiones primarias originales, para la alimentación de instrumentos de medida, indicadores, relés y otros.

**Teleprotección:** Sistema empleado para la protección y monitoreo de líneas de transmisión con la asistencia de medios de comunicación entre los relés en los extremos de la línea protegida.

**Transferencia de disparo:** Es el envío de una orden de apertura de interruptor a través de un canal de comunicación al interruptor que se encuentra en el extremo que se desea abrir.

**Baja tensión:** Son los niveles de tensión menores o iguales a 1 kV.

**Media tensión:** Son los niveles de tensión mayores a 1 kV y menores a 69 kV.

**Alta tensión:** Son los niveles de tensión mayores o iguales a 69 kV y menores o iguales a 230 kV.

**Extra alta tensión:** Son los niveles de tensión mayores a 230 kV.

**Sistema de Transmisión:** Es el conjunto de líneas y subestaciones, en los que se incluyen los equipos de transformación, compensación, maniobra, control,





protecciones y comunicación que conectan las instalaciones de Generación con las instalaciones de Distribución y de Consumidores No Regulados.

**Usuario del Sistema de Transmisión:** Es cualquier Generador, Distribuidor o Consumidor No Regulado que utiliza el Sistema de Transmisión.

**Sistema de Subtransmisión:** Es el conjunto de instalaciones y equipos que permiten el transporte de energía eléctrica desde la red de transmisión hasta los centros de carga de distribución.

**Reconexión:** Cierre automático de un interruptor luego de su apertura por operación de su protección.

**Protecciones mecánicas (guardas):** Son los relés de protección propios de transformadores, autotransformadores y reactores como ser: buchholz, presión súbita, alivio de presión, temperatura de aceite y devanados, flujo, etc.

**Zona muerta:** Una zona muerta corresponde a una región específica en el sistema de protección de una subestación eléctrica en la que, debido a la disposición de los transformadores de corriente o a la cantidad de los mismos, no queda protegida por las funciones principales de los relés de protección de los esquemas de protección en caso de fallas.

### 3. ALCANCE

Los requisitos previstos en esta Norma Operativa se aplicarán al CNDC y a los agentes Generadores, Transmisores, Distribuidores y Consumidores No Regulados.

### 4. BASE LEGAL

Ley N° 1604 de Electricidad, incisos c), d) y e) del Artículo 3, inciso j) del Artículo 29 e incisos b) y c) del Artículo 30. Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico (ROME) aprobado mediante D.S. N° 26093, incisos f), g) y m) del Artículo 18. Reglamento de Concesiones, Licencias y Licencias Provisionales (RCLLP) aprobado mediante D.S. N° 24043, inciso a) del Artículo 10 e inciso a) del Artículo 11. Reglamento de Calidad de Transmisión (RCT) aprobado mediante D.S. N° 24711, Artículos 19 y 20. Decreto Supremo N° 29549 que modifica y complementa el ROME. Reglamento de Funciones y Organización del CNDC, aprobado mediante Decreto Supremo N° 29624 y Decreto Supremo N° 0071 que entre otras establece la extinción de las Superintendencias y creación de las Autoridades de Fiscalización y Control Social de Electricidad (AE) y Decreto Supremo N° 3892 que otorga nuevas atribuciones y cambio de denominación de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad como Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN).

### 5. CONDICIONES GENERALES

Un sistema de protección comprende los siguientes elementos: relés de protección, transformadores de medida (de corriente y/o tensión) y sus correspondientes circuitos



de control, interruptores, relés auxiliares y medios de comunicaciones asociados a la protección.

Todo agente propietario de instalaciones de generación, transmisión, subtransmisión y distribución integradas o que se integrarán al SIN, está obligado a tener un sistema de protección adecuado y coordinar la operación de los mismos con los sistemas de protección de otros agentes dentro de su área de influencia de acuerdo a lo indicado en el numeral 8.1. En lo que respecta a esta obligación, el CNDC comunicará qué agentes deben coordinar sus protecciones con otros agentes.

Cada agente es responsable de efectuar el mantenimiento de sus sistemas de protección para asegurar su disponibilidad permanente y su correcto funcionamiento.

## 6. FILOSOFIA DE PROTECCIÓN

### 6.1 Responsabilidad del CNDC

El CNDC en coordinación con los agentes, definen la filosofía y criterios generales de protección aplicado a las instalaciones del SIN, a través de equipos de protección que permitan evitar automáticamente la propagación de perturbaciones que puedan poner en peligro la seguridad de la operación del SIN y si fuera necesario de las interconexiones con países vecinos.

Como mínimo una vez cada cinco años, el CNDC revisará la filosofía y criterios generales de protección definidos en la presente Norma Operativa y los actualizará en la medida de lo necesario para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección y el mantenimiento de la seguridad de la operación.

Antes de finalizar una revisión de los criterios y filosofía de protección, el CNDC organizará una consulta a los agentes y si fuera necesario de los otros actores involucrados en el sistema de protección del SIN.

### 6.2 Barras en Sistemas de Transmisión y Subtransmisión

La protección de barras puede ser mediante protección dedicada de tipo diferencial de barra (operación instantánea) o por el funcionamiento de las protecciones de distancia de los extremos remotos de las líneas que convergen hacia las respectivas barras (Zona 2).

Los interruptores conectados a las barras de Sistemas de Transmisión deben estar equipados con un relé de fallo de interruptor ANSI 50BF (instalaciones nuevas posteriores a la vigencia de esta normativa). Este relé puede usar los circuitos lógicos de la protección diferencial de barras o de los relés de protección de las líneas que se conectan a la barra. Asimismo, para instalaciones donde por características propias de la instalación se tengan zonas muertas se debe contar con protección de zona muerta.



### 6.3 Líneas en Sistemas de Transmisión y Subtransmisión

Las líneas de transmisión que componen el Sistema Troncal de Interconexión (STI), así como en otras líneas en 115 kV o tensiones mayores, las fallas deben ser despejadas en forma instantánea, cualquiera sea el punto de ubicación de las mismas en el SIN. La protección de estas líneas debe realizarse mediante dos protecciones principales dedicadas con uno de los siguientes esquemas:

- Una protección diferencial de línea y una protección de distancia con teleprotección.
- Dos protecciones de distancia con esquema de teleprotección.
- Dos protecciones diferenciales.

La protección de las líneas de la red de subtransmisión y de conexión de la generación puede realizarse mediante uno de los siguientes esquemas:

- Una protección diferencial de línea y una protección de distancia con teleprotección.
- Dos protecciones principales de distancia con teleprotección.
- Una protección principal de distancia y una protección de respaldo.

Para el conjunto de líneas, el sistema de protección deberá incluir una protección complementaria capaz de detectar fallas de alta impedancia. Este requisito puede lograrse mediante una protección de sobrecorriente residual direccional.

Los medios de telecomunicaciones aceptados para implementar teleprotección son:

- Enlace de fibra óptica dedicada.
- Enlace de fibra óptica por medio de multiplexores.
- Onda portadora Fase-Fase o Fase-Tierra.
- Micro-ondas.

Para fines de teleprotección no está permitido el uso de redes de datos del servicio público debido a su baja fiabilidad.

Los relés de distancia que integren los sistemas de protección de líneas con alimentación en cada extremo deben incorporar unidades de bloqueo por oscilación de potencia y lógicas de invasión de carga "load encroachment". Asimismo, deben incluir facilidades para localización de la falla.

Cuando las líneas cuenten con reconexión automática, ésta puede ser monofásica y/o trifásica, según sea el caso de acuerdo con lo definido en los estudios eléctricos.

### 6.4 Transformadores, Autotransformadores y Reactores

La protección de transformadores, autotransformadores y reactores que integran la red de transmisión debe realizarse mediante protecciones dedicadas:

- Protección principal 1: protección diferencial 1 de transformador;
- Protección principal 2: protección diferencial 2 de transformador o protección de respaldo (sobrecorriente);

Estos componentes, además de las protecciones eléctricas, deben contar obligatoriamente con protecciones mecánicas propias y el disparo de estas deberá actuar sobre los interruptores, en todos sus niveles de tensión (transformadores y autotransformadores).

La actuación de las protecciones 100% selectivas (87) y mecánicas deben desconectar los interruptores asociados a la máquina (transformador, autotransformador o reactor), mediante un relé auxiliar de bloqueo (86) sin inicio de reconexión automática.

### 6.5 Protección de Bancos de Capacitores

La protección de bancos de capacitores que integran la red de transmisión debe realizarse mediante protecciones dedicadas:

- Dos protecciones principales (1 y 2) de sobrecorriente de fases, de neutro y desequilibrio; o
- Una protección principal de sobrecorriente de fases, neutro y desequilibrio y una protección de respaldo.

La protección deberá adecuarse a la configuración del banco y al tipo de aterramiento.

La actuación de las protecciones no iniciará reconexión automática.

### 6.6 Criterio general de protección de instalaciones de Media Tensión

#### 6.6.1 Protección de Líneas

La protección de líneas de media tensión que conecten diferentes subestaciones y líneas que integran la red de conexión de generación (radial), debe realizarse mediante protección principal o principal y respaldo.

#### 6.6.2 Protección de Transformadores

La protección de los transformadores que integran la red de conexión de generación debe realizarse mediante protección principal y respaldo o protección principal.

Los transformadores, además de las protecciones eléctricas, deben contar con protecciones mecánicas propias y el disparo de estas deberá actuar sobre los interruptores del transformador, en todos sus niveles de tensión.



La protección de transformadores deberá contar con un relé auxiliar de bloqueo de reposición local, que seccione los circuitos de cierre en todos sus niveles de tensión y evite su energización ante una condición de falla interna.

### **6.6.3 Protección de Generadores**

La protección de unidades de generación debe realizarse mediante protección principal 1 y protección principal 2 o protección principal y protección de respaldo.

Cada unidad generadora deberá soportar, sin desconectarse del sistema, la circulación de la corriente de secuencia negativa correspondiente a una falla asimétrica en el punto de conexión de la central, considerando el despeje de la falla en tiempos de operación en respaldo.

Deben estar claramente especificadas las lógicas de matriz de disparos de las unidades generadoras, en los diferentes niveles de alarma, disparo y parada de la turbina, campo y generador.

### **6.6.4 Protecciones en STATCOM**

La protección de STATCOM debe realizarse de acuerdo con los requerimientos de la Norma IEEE Std. 1052-2018 – Guía de Especificación de Sistemas STATCOM.

La protección del transformador de acoplamiento del STATCOM, debe seguir los lineamientos descritos en el punto 6.4 de la presente Norma Operativa.

### **6.7 Registro Oscilográfico**

Todos los relés de protección de instalaciones de alta tensión que se incorporen al SIN por aplicación de esta normativa, para protección principal y/o de respaldo, ya sea en instalaciones nuevas o como reemplazo de instalaciones existentes, deben contar con registro de oscilografía y eventos, habilitado permanentemente y permitir la exportación de los registros en formato COMTRADE.

En caso de actuación del sistema de protección, deben registrarse al menos los siguientes datos:

- Las tensiones entre neutro y fase.
- Las corrientes en cada fase y el neutro.
- La información lógica o señales binarias provenientes de los distintos equipos como, por ejemplo, arranque y disparo de funciones de protección, estado del o los interruptores, señales de bloqueo y/o transferencia de disparo, etc.

Los relés de protección principal y de respaldo existentes que cuenten con estas facilidades tecnológicas, deberán tener permanentemente habilitados estos nuevos requerimientos operativos.

## 7. ESQUEMA DE ALIVIO DE CARGA (EDAC)

Los Distribuidores y Consumidores No Regulados deberán habilitar en sus instalaciones un Esquema de Alivio de Carga (EDAC), que cumpla con los siguientes porcentajes de desconexión de carga en todos los bloques horarios:

El nivel de protección total del Esquema de Alivio de Carga (EDAC) será igual a 43% de la demanda, considerando un 30% de las etapas de subfrecuencia y 13% de las etapas de gradiente.

|                      | Relé      |               |             |
|----------------------|-----------|---------------|-------------|
|                      | Gradiente | Subfrecuencia | Restitución |
| Número de etapas     | 2         | 10            | 2           |
| Protección por etapa | 6.5%      | 3.0%          | 3.0%        |
| Protección total     | 13%       | 30%           | 6%          |

El CNDC definirá los niveles de frecuencia para los relés de gradiente, subfrecuencia y restitución del EDAC.

Los Distribuidores y Consumidores No Regulados que no puedan habilitar la totalidad de las etapas del esquema EDAC debido a limitaciones en el número de alimentadores disponibles, podrán agrupar la desconexión de carga de dos o más etapas.

Las especificaciones técnicas que deben cumplir estos relés se detallan en el Anexo 3 de la presente Norma Operativa.

## 8. COORDINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE PROTECCIONES

### 8.1 Coordinación

El comportamiento de la protección juega un papel preponderante en la propagación de fallas y perturbaciones. Para lograr un despeje selectivo de las mismas; es, decir, se retiren de servicio mediante la operación de la protección respectiva, solo la línea o instalación fallada, la respuesta de todo el sistema de protección del SIN debe ser adecuadamente coordinada.

El proceso de selección de características específicas, tales como: tipo de característica de medición de las unidades de distancia, características corriente-tiempo en las unidades de sobrecorriente, el esquema de teleprotección, etc. y su respectiva programación deben ser efectuados por los agentes aplicando las disposiciones de esta Norma Operativa.

Las empresas de transmisión, que conectan la generación a los consumos, son las encargadas de dar los respectivos criterios y lineamientos para la coordinación de protección de sus instalaciones. Las empresas generadoras, distribuidoras y usuarios no regulados, deberán adecuarse y coordinar la respuesta de su protección con la respectiva protección de la red de transmisión. Todo estudio de



**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

protecciones debe ser entregado al CNDC y ser puesto a disposición de todos los agentes y contar con las respectivas notas de conformidad de los agentes del área de influencia y los que el CNDC vea por conveniente.

Junto al estudio de coordinación de protecciones, el agente debe enviar las planillas de ajustes de protección en el formato del Anexo 2 de la presente Norma Operativa, los diagramas unifilares de protecciones, donde se identifique la conexión de los circuitos de tensión y corriente desde los transformadores de instrumento (CT's y PT's) hasta los diferentes relés de protección, los circuitos de disparo desde los relés de protección hasta los interruptores, incluyendo a los relés auxiliares de disparo y/o relés de bloqueo y las señales de recepción o transferencia de disparo y/o bloqueo de los esquemas de teleprotección con cada una de las funciones habilitadas en los relés.

Los agentes tienen la responsabilidad de coordinar sus protecciones teniendo en cuenta los lineamientos anteriores y aplicando los criterios señalados en el Anexo 1 de la presente Norma Operativa.

## 8.2 Seguimiento

Cada agente es el responsable de efectuar el seguimiento del comportamiento de la protección de su propiedad, asegurar la correcta operación e informar cualquier anomalía en su funcionamiento al CNDC.

Todo cambio de ajustes de protección o reemplazo programado de equipos de protección debe ser informado al CNDC por escrito 5 días hábiles antes a la ejecución de los respectivos trabajos de campo, incluyendo las planillas de ajuste de protección en el formato del Anexo 2 de la presente Norma Operativa. El agente es responsable de efectuar las pruebas necesarias de acuerdo con el Anexo 4 de la presente Norma Operativa y enviar los resultados al CNDC para verificar su correcta aplicación, previo a la puesta en servicio de los equipos de protección.

El seguimiento del comportamiento de los sistemas de protección, tanto en condiciones normales como de falla, estará a cargo del CNDC con las atribuciones que se indican a continuación:

- Establecer premisas generales y criterios de coordinación.
- Verificar los ajustes de la protección propuestos por los agentes.
- Revisar los estudios de protección presentados por los agentes.
- Efectuar el seguimiento del comportamiento de los sistemas de protección de las instalaciones del SIN.
- Establecer la responsabilidad de los agentes en el origen de la(s) falla(s).
- Establecer la responsabilidad y cumplimiento de las obligaciones de los agentes en materia de protecciones tanto en el despeje de las fallas como en la reposición del sistema.

El seguimiento del comportamiento de la protección, a ser realizado por el CNDC, será fundamental especialmente para la elaboración de su informe final de falla, el cual debe contener el respectivo análisis de la falla, tomando en cuenta su informe

ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023, Página 9 de 43

**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

preliminar, los datos contenidos en los informes preliminares y finales de falla emitidos por los respectivos agentes, los datos del sistema SCADA y de los registradores de eventos y oscilográficos de relés y equipos registradores de eventos y toda la información proporcionada por el agente a petición del CNDC.

El CNDC podrá convocar, cuando así lo requiera, a los agentes involucrados en las fallas con el fin de profundizar su análisis y podrá requerir datos complementarios que deberán ser entregados dentro de los (2) días hábiles siguientes a la solicitud; el agente podrá solicitar ampliación de plazo con la debida justificación. Estas reuniones del CNDC con los agentes involucrados en las fallas, deberán incluir un representante de la AETN.

En su informe final de falla, el CNDC establecerá la responsabilidad en la desconexión de instalaciones de los distintos agentes del Mercado, particularmente en lo que respecta al origen y despeje de cada falla y la respectiva restitución del sistema, en base a los registros del propio CNDC y a la información que los agentes del Mercado involucrados remitan al CNDC hasta horas 18:30 del quinto día hábil siguiente al día en que se registró la falla. En casos de desacuerdo de alguno de los agentes involucrados con la determinación de responsabilidad establecida por el CNDC, el agente del Mercado afectado podrá efectuar una representación ante el CNDC dentro de los 5 días hábiles posteriores a la recepción del informe del CNDC. Si el CNDC admite la observación del agente del Mercado afectado, elaborará en un plazo máximo de 10 días hábiles, un nuevo informe que sustituya al anterior y pondrá en conocimiento de los agentes de Mercado y de la AETN. En caso de persistir el desacuerdo, la AETN definirá la responsabilidad de los agentes del Mercado involucrados en base a toda la información disponible y cualquier otra adicional o complementaria que lo solicite.

Los informes preliminares y finales de falla deberán cumplir los plazos estipulados en el artículo 19 del Reglamento de Calidad de Transmisión (RCT).

Como resultado del seguimiento de las protecciones, el CNDC adicionalmente tiene las siguientes funciones y atribuciones:

- Informar a los agentes involucrados en una falla sus recomendaciones y definir los plazos correspondientes para su cumplimiento, con copia a la AETN.
- Efectuar un seguimiento de todos los casos que requieran la intervención de los agentes para superar los problemas.
- Organizar y actualizar la base de datos del sistema de protecciones, sus ajustes y poner a disposición de los agentes y de la AETN.

Cuando se tengan modificaciones en los ajustes de las protecciones, ingreso de nuevas instalaciones o cuando el CNDC lo requiera, los agentes deberán enviar los ajustes de las protecciones, utilizando las planillas que figuran en el Anexo 2 de la presente Norma Operativa, para la actualización de la base de datos.

Los agentes deben responder a las recomendaciones emitidas en los informes de análisis de falla, dentro de los plazos establecidos en los mismos. Recibida la respuesta del agente, el CNDC elaborará un informe de seguimiento de análisis de



**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

la falla, dentro del plazo de 10 días hábiles de recibida la respuesta y comunicará al agente sus conclusiones u observaciones si aún existiesen recomendaciones.

En un plazo de 10 días hábiles después de la operación comercial de instalaciones que forman parte de proyectos o de efectuado el cambio de ajustes de protección o reemplazo programado de equipos de protección en instalaciones existentes, los agentes deberán enviar su base de datos de ajustes de protección actualizada, en formato de las planillas de ajustes de protección del Anexo 2 de la presente Norma Operativa. Recibida la información, el CNDC revisará la base de datos en un plazo de 10 días hábiles y comunicará al agente sus observaciones. Los agentes deben responder a las observaciones de su base de datos de ajustes de protecciones en un plazo de 10 días hábiles.

## 9. VIGENCIA

La presente Norma Operativa entrará en vigencia a partir de su aprobación mediante Resolución expresa y publicación por parte de la Autoridad de Fiscalización de Electricidad y Tecnología Nuclear (AETN).

## 10. MODIFICACIONES

Cualquier modificación a la presente Norma Operativa será propuesta por el CNDC, para su posterior aprobación por la AETN de acuerdo a procedimiento vigente.



## ANEXO 1: CRITERIOS GENERALES DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES

Estos criterios son generales, sin embargo, pueden presentarse casos especiales donde se deben aplicar criterios particulares en función de las características y los esquemas de protección aplicados.

Para lograr un despeje selectivo de las fallas, es decir se retire de servicio, mediante la operación de la protección respectiva, solo la línea o instalación fallada, la respuesta de todo el sistema de protecciones del SIN debe ser adecuadamente coordinado. Debido a que en el SIN se tiene una gran diversidad de equipos de protección instalados, de diferente tecnología y características operativas, lograr una óptima coordinación en la respuesta de los mismos constituye una tarea muy difícil; sin embargo, a fin de aproximarnos a este objetivo es aconsejable seguir ciertos criterios de ajuste comunes en todas las áreas del SIN.

Los márgenes de coordinación entre relés consecutivos, siguiendo el flujo de corriente de falla, deberá ser mayor o igual a 150 milisegundos (ms).

### 1. CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE LÍNEAS

#### 1.1 Protección diferencial

La protección diferencial calcula la diferencia de las corrientes que entran y salen de la zona protegida, y permite despejar fallas al interior de la línea de manera rápida y selectiva.

El ajuste de arranque de la protección diferencial debe considerar el efecto de las corrientes capacitivas en vacío y el error de relación de los transformadores de corriente. El ajuste de las pendientes deberá considerar el error introducido por efecto de la posible saturación de los transformadores de corriente.

#### 1.2 Protección de Distancia

Los relés de distancia que integren los sistemas de protección de líneas con alimentación en cada extremo deben incorporar unidades de bloqueo por oscilación de potencia y lógicas de invasión de carga "load encroachment". Asimismo, deben incluir facilidades para localización de la falla. Como característica de operación de la función distancia será requerimiento utilizar:

- Fallas entre fases: Característica Mho o Cuadrilateral.
- Fallas a tierra: Característica Cuadrilateral, en instalaciones nuevas posteriores a la vigencia de esta norma operativa.

En caso de líneas paralelas que comparten la misma estructura (doble terna), la protección de distancia debe realizar la compensación del efecto de acoplamiento mutuo de secuencia cero, a través de la medición de la corriente residual entre ternas.



### Zona 1

Debe ser ajustada entre el 70 y 80 % de la impedancia de la línea, el 30 y 20% de margen, cubre errores en:

- Determinación de la impedancia de la línea.
- Los transformadores de medida (CT's y PT's).
- La influencia de la resistencia de falla.
- El propio relé, etc.

De este modo esta zona no verá fallas más allá de la línea protegida.

La zona 1 no requiere un retraso intencional en su operación.

Tiempo de retardo asociado: **0 ms.**

### Zona 2

El objetivo principal de la zona 2 es proteger completamente la línea principal y actuar como zona de respaldo de la zona 1 de las protecciones de las líneas adyacentes.

En función de ello, se usa para el ajuste de la zona 2 el criterio del 100% línea principal + 50% línea adyacente más corta.

En el caso de líneas largas seguidas de otras relativamente cortas la fórmula anterior (100% línea protegida + 50% línea más corta) puede resultar menor que el 120% de la línea principal y por lo tanto no asegurar una cobertura del 100% de la línea principal incluida la tolerancia de medición. En estos casos, se ajustará la zona 2 al 120% de la impedancia de la línea principal.

Además, la zona 2 no debe de operar para fallas en los niveles secundarios de los transformadores existentes en la subestación remota, por lo que el ajuste máximo de esta zona se limita hasta el 50% de la menor impedancia de los transformadores existentes en la subestación remota.

La zona 2 trabajando como respaldo de la zona 1 en un esquema convencional de distancia, y como protección principal para el último 30% a 20% de la línea y de las barras de la subestación remota, debería tener como retardo intencional el menor tiempo posible, compatible con requerimientos de tiempo de apertura de interruptores, tiempo de extinción del arco, margen de error en equipos contadores de tiempo, sobretodo en relés de tipo electromecánicos.

Tiempo de retardo asociado: **entre 240 y 500 ms.**

### Zona 3

La zona 3 es respaldo de las protecciones de las líneas adyacentes. Por lo tanto, su ajuste se extiende hasta el extremo opuesto de la línea adyacente de mayor

impedancia. Se debe tener en cuenta el efecto de subalcance que introduce la alimentación intermedia de corrientes de falla.

Se debe verificar al mismo tiempo que el alcance de la zona 3 no cubra fallas ocurridas en otros niveles de tensión de la subestación remota. El alcance de la zona de respaldo no deberá extenderse más allá del nivel de tensión de la línea principal. La excepción la constituyen los autotransformadores del Sistema de Transmisión, en cuyo caso no se limitará el alcance y autotransformadores de interconexión (500 kV, 230 kV, 115 kV y 69 kV) donde se permitirá que el alcance se extienda más allá de la impedancia del autotransformador siempre y cuando no sobrepase el 50% de la impedancia de la línea más corta a partir del transformador.

Considerando un coeficiente de seguridad para incluir la tolerancia por errores de medición, el alcance de la zona 3 se ajustará al 120% de la suma de las impedancias de la línea principal más la línea adyacente de mayor impedancia.

La zona 3 no deberá detectar fallas localizadas a un nivel de tensión distinto al que se instala la protección a través de los transformadores de la subestación.

Tiempo de retardo asociado: 700 a 1200 ms.

#### Zona «reversa»

La zona reversa es principalmente utilizada en los esquemas de teleprotección por bloqueo o DCB (del inglés Directional Comparison Blocking), y sirve para el envío de bloqueo a la zona 2 del otro extremo de la línea. Por este motivo su alcance no puede ser menor que el porcentaje del alcance de la zona 2 de la terminal remota que sobrepasa la barra local.

La zona “reversa” no deberá detectar fallos localizados a un nivel de tensión distinto al que se instala la protección a través de los transformadores de la subestación.

La zona “reversa” debe ser suficiente para detectar un fallo resistente “aguas abajo” cerca de la subestación (suponiendo una medición con errores).

#### Alcance resistivo

El ajuste del alcance resistivo de las zonas 1, 2, 3 y de la zona “reversa” deberá permitir:

- Detectar defectos monofásicos de resistencia razonable (por ejemplo < 45 Ohmios).
- Hacer que la protección sea insensible a la corriente de carga (invasión de carga).

La determinación del ajuste se llevará a cabo utilizando una tensión reducida (por ejemplo 0.8 p.u.).



### Relé de detección de oscilación de potencia

Las líneas deben estar equipadas con relé de detección de oscilación de potencia que permita detectar y bloquear zonas de protección de distancia cuando aparecen oscilaciones de potencia.

### 1.3 Protección de sobrecorriente direccional residual

Las funciones de protección de sobrecorriente direccional residual responden únicamente a la corriente de secuencia cero (homopolar) del sistema. En sistemas rígidamente puestos a tierra este tipo de corriente se presenta solo para el caso de fallas desbalanceadas con contacto a tierra, por lo cual se puede ajustar esta protección de manera lo suficientemente sensible para lograr un alcance resistivo que permita detectar fallas a tierra de alta impedancia. Este tipo de fallas no siempre pueden ser detectadas por la protección de distancia y de allí la conveniencia del uso de la protección de sobrecorriente residual como respaldo para fallas a tierra.

Corrientes de secuencia cero pueden existir sin embargo aún en el caso del sistema operando bajo condiciones normales, tales como por ejemplo aquellas originadas en desbalances del sistema debido a líneas no transpuestas o cargas desbalanceadas. Dichas corrientes limitan la máxima sensibilidad del ajuste de la protección de sobrecorriente residual. No obstante, estas corrientes resultan suficientemente menores que aquellas producidas bajo condiciones de falla del sistema, lo que permite disponer de un suficiente margen de seguridad para el ajuste de la sensibilidad de la protección.

La corriente de arranque de la protección deber ser mayor a la máxima corriente residual, producto del mayor desbalance de corrientes que se pueda presentar en el sistema en condiciones normales de operación. El tiempo de operación se debe ajustar de manera que fallas en la cercanía de la ubicación del relé sean despejadas en un tiempo mayor a 500 ms y fallas al final de la línea principal sean despejadas en un tiempo mayor al tiempo de operación de la zona 3 de distancia (840 ms).

### 1.4 Protección de sobrecorriente

La protección de líneas de transmisión por relés de sobrecorriente de fases o de tierra no es habitual, por lo que su aplicación deberá ser una excepción o emergencia (reemplazos de emergencia, pérdidas de tableros de protección, incendios, inundaciones, etc.) previa autorización del CNDC y los agentes involucrados.

El uso de protecciones de sobrecorriente no direccionales solo será aplicable a líneas radiales con niveles de tensión hasta 115 kV.

Para líneas con doble fuente solo será permitido el uso de protecciones de sobrecorriente direccionales, también solo hasta niveles de tensión de 115 kV.

El tiempo de actuación de la protección de sobrecorriente de tiempo inverso es inversamente proporcional al valor de la corriente de falla. Por lo tanto, su tiempo de actuación está en función de:

- El número de unidades de generación sincronizadas en el SIN para satisfacer la demanda;
- La configuración de la red.

La coordinación de este tipo de relés se la realiza teniendo en cuenta dos condiciones extremas de generación: máxima y mínima.

La protección de sobrecorriente de fases, cumple la doble función de protección de sobrecarga y protección de cortocircuito, la primera influye en la selección del tap (corriente de arranque) y la segunda en selección del dial (tiempo de respuesta). Asimismo, normalmente se dispone de una unidad de sobrecorriente temporizada de tiempo inverso y de una unidad de sobrecorriente instantánea o de tiempo definido.

Se debe notar que la protección de sobrecorriente de generadores y/o transformadores se constituye en protecciones de respaldo de la protección del Sistema de Transmisión y/o de distribuidores adyacentes y deben ser adecuadamente coordinadas con éstas.

En general se pueden adoptar los siguientes criterios:

- Las unidades instantáneas nunca deben operar para fallas en el extremo remoto de la línea protegida, para cualquier condición de operación del sistema. Normalmente se ajusta a 1.25 veces la corriente de falla en el extremo remoto en condiciones de máxima generación.
- El margen de coordinación entre relés consecutivos, siguiendo el flujo de corriente de falla, depende en principio del tipo y tecnología del relé y oscila normalmente entre 150 ms y 500 ms.

## 2. CRITERIOS DE PROTECCIÓN DE TRANSFORMADORES, AUTOTRANSFORMADORES Y REACTORES

### 2.1 Protección diferencial

La protección diferencial calcula la diferencia de las corrientes que entran y salen de la zona protegida, y permite despejar fallas al interior del transformador, autotransformador y reactor de manera rápida y selectiva.

El ajuste de la corriente de arranque de la protección diferencial debe considerar el efecto de las corrientes de magnetización y el error de relación de transformación de los transformadores de corriente. Los ajustes de las pendientes de las características de operación deberán considerar los errores introducidos por el cambiador de taps y el efecto de la posible saturación de los transformadores de corriente.



En el caso de transformadores, deberá contar con la eliminación de la corriente homopolar (de secuencia cero) de sus cálculos de corriente diferencial y compensación de las diferencias de magnitud y desfase de corrientes por el grupo de conexión y las diferentes relaciones de transformación de los CT's en ambos extremos del transformador.

Esta protección deberá permitir el despeje instantáneo de fallas internas. Asimismo, deberá contar con bloqueo o restricción de segundo y quinto armónico, para evitar su desconexión durante transitorios de energización y sobreexcitación, respectivamente.

## **2.2 Protección de sobrecorriente**

La protección de sobrecorriente de transformadores, autotransformadores y reactores actúa como respaldo de la protección diferencial y contra fallas externas, para lo cual se debe contar con protección de sobrecorriente de fases y residual o neutro.

El arranque de la protección de sobrecorriente temporizada de fases se debe ajustar entre el 120% al 150% de la corriente nominal de los devanados. El ajuste del dial deberá permitir la coordinación con las protecciones de sobrecorriente adyacentes.

El arranque de la protección de sobrecorriente temporizada residual o neutro se debe ajustar a un valor mayor a la máxima corriente residual producto del mayor desbalance de corrientes que se pueda presentar en el sistema en condiciones normales de operación. El ajuste del dial deberá permitir la coordinación con las protecciones de sobrecorriente adyacentes.

## **2.3 Protección contra fallos internos**

Los transformadores, autotransformadores y reactores, además de las protecciones eléctricas, deben contar con protecciones mecánicas propias y el disparo de estas deberá actuar sobre sus interruptores en todos sus niveles de tensión en el caso de transformadores o autotransformadores y sobre el interruptor principal en el caso del reactor.

La protección de transformadores, autotransformadores y reactores deberá contar con un relé auxiliar de bloqueo de reposición local, que seccione los circuitos de cierre en todos sus niveles de tensión y evite su energización ante una condición de falla interna.

## **3. PROTECCIÓN DE BANCOS DE CAPACITORES**

Los bancos de capacitores se encuentran compuestos por varias unidades capacitivas conectadas en serie y paralelo.

La protección de los bancos de capacitores debe considerar el tipo de conexión (delta, estrella aislado o estrella) y configuración (simple o doble rama).

Cuando una unidad capacitiva falla dentro del banco, la falla debe ser aislada sin causar problemas a las unidades adyacentes.

El arranque de la protección de sobrecorriente temporizada de fases debe ser ajustada entre el 120% al 135% de la corriente nominal. El ajuste del dial debe permitir la coordinación con las protecciones de sobrecorriente adyacentes.

El ajuste de la corriente de arranque de la protección de desbalance debe considerar las características constructivas (conexión, configuración y tolerancias de fabricación) del banco y los desbalances introducidos por el propio sistema.

El tiempo de operación de la protección de sobrecorriente y de la protección de desbalance debe minimizar el daño debido al cortocircuito y prevenir la exposición de las unidades capacitivas a condiciones de sobretensión por encima de los límites permisibles.

La protección de sobretensión debe ser ajustada a valores mayores de 110% de la tensión nominal y el tiempo de operación debe ser definido en los estudios de estabilidad dinámica.

#### **4. PROTECCIÓN DE GENERADORES**

##### **4.1 Protección diferencial**

La protección diferencial calcula la diferencia de las corrientes que entran y salen de la zona protegida delimitada por los transformadores de corriente, y permite proteger el devanado del estator ante fallas internas producidos por fallos en el aislamiento, detecta cortocircuitos entre fases y fallas a tierra, despejándolas de manera rápida y selectiva.

La protección diferencial del generador debe tener un ajuste mínimo que garantice una alta sensibilidad ante fallas internas y un alto grado de estabilidad ante fallas externas.

El disparo consiste en la desconexión y des-excitación inmediata del generador, para ello, debe abrir el interruptor de la unidad, interruptor de campo y realizar la parada de la turbina.

##### **4.2 Protección de sobrecorriente de tiempo inverso con control de tensión**

Esta función es común usarla en generadores, cuya tensión de excitación se toma de los bornes de la máquina. El relé de sobrecorriente de tiempo inverso con control de tensión deshabilita el disparo por sobrecorriente hasta que la tensión cae por debajo del nivel ajustado.

Para un relé controlado por tensión el ajuste de arranque de la sobrecorriente debe estar entre 30%-50% de la corriente de plena carga y el ajuste de la tensión controlada típicamente debe estar en 75% de la tensión nominal.



El tipo de curva y el ajuste del dial deberán estar coordinados con las protecciones del Sistema de Transmisión.

#### 4.3 Protección de sobrecorriente de tiempo inverso con restricción de tensión

El ajuste de arranque de sobrecorriente con restricción de tensión debe ser ajustado a 150% de la corriente nominal del generador con restricción de la tensión nominal.

En la operación restringida por tensión, la corriente de arranque del elemento de sobrecorriente está siempre activa y varía en forma continua con la tensión, haciéndose más sensible al disminuir la tensión.

El tipo de curva y el ajuste del dial deberán estar coordinados con las protecciones del Sistema de Transmisión.

#### 4.4 Protección de sobretensión de neutro

La función de sobretensión de neutro es la más usada para protección de falla a tierra del estator en sistemas con puesta a tierra de alta impedancia o aislados.

La función de protección de sobretensión de neutro detecta la ocurrencia de una falla a tierra mediante el incremento de la tensión de secuencia cero ( $U_0$ ). Esta tensión también se conoce como tensión de desplazamiento o tensión homopolar.

El umbral de sobretensión de neutro ( $U_0$ ) debe ser lo suficientemente alto para que no opere con las tensiones de secuencia cero producidas por los desequilibrios normales del sistema. Normalmente el ajuste de sobretensión se establece entre el 5 y el 10% de la tensión de fase-tierra del generador.

#### 4.5 Protección de sobre y baja frecuencia

Las protecciones de los generadores contra frecuencias anormales, debe ajustarse siguiendo los siguientes lineamientos:

- Límite mínimo de protección de sobrefrecuencia de disparo instantáneo, para unidades térmicas será de 52 Hz, para unidades hidroeléctricas el valor de ajuste por sobrefrecuencia deberá adecuarse a las necesidades de transferencia de potencia en el sistema y podrá estar comprendida entre 52 Hz y 56 Hz.
- Tiempo mínimo de protecciones temporizadas por sobrefrecuencia:

| Rango                                      | Temporización |
|--------------------------------------------|---------------|
| $51.0 \text{ Hz} \leq f < 51.5 \text{ Hz}$ | 20 s          |
| $51.5 \text{ Hz} \leq f < 52.0 \text{ Hz}$ | 10 s          |

**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

c) Tiempo mínimo de protecciones temporizadas por subfrecuencia:

| Rango                                      | Temporización |
|--------------------------------------------|---------------|
| $48.0 \text{ Hz} \leq f < 49.0 \text{ Hz}$ | 20 s          |
| $47.5 \text{ Hz} \leq f < 48.0 \text{ Hz}$ | 10 s          |

d) Límite máximo de protección de subfrecuencia de disparo instantáneo: 47.5 Hz





**ANEXO 2: FORMULARIOS DE AJUSTES DE PROTECCIONES**

- P001.- Ajustes protección de distancia y protección de sobrecorriente de línea.
- P002.- Ajustes protección de falla interruptor.
- P003.- Ajustes protección de diferencial de líneas.
- P004.- Ajustes protección de sobrecorriente.
- P005.- Ajustes reconexión automática y verificación de sincronismo.
- P006.- Ajustes protección de baja y sobretensión.
- P007.- Ajustes protección de diferencial de barras.
- P008.- Ajustes protección de diferencial de transformadores.
- P009.- Ajustes protección de diferencial de reactores.
- P010.- Ajustes protección de sobrecorriente con control y/o restricción de tensión.
- P011.- Ajustes protección de potencia inversa.
- P012.- Ajustes protección de pérdida de excitación.
- P013.- Ajustes protección de baja y sobre frecuencia.
- P014.- Ajustes protección de diferencial de generadores.
- P015.- Ajustes protección de sobre excitación Volts/Hertz.
- P016.- Ajustes protección de distancia de generador.
- P017.- Ajustes protección de banco de capacitores.





BOLIVIA



## P001

② (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 📞 (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 📠 (591-2) 2312393  
 SANTA CRUZ: ② Edificio Millennium Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo 📞 (591-3) 3111291  
 COCHABAMBA: ② Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobia) 📞 (591-4) 4142100  
 📧 [aetm@aetm.gob.bo](mailto:aetm@aetm.gob.bo) 📞 Línea Gratuita 800-10-2407

✉ [aetn@aetn.gob.bo](mailto:aetn@aetn.gob.bo) ☎ Línea Gra  
🌐 [www.aetn.gob.bo](http://www.aetn.gob.bo)

 [www.aetn.gob.bo](http://www.aetn.gob.bo)





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



### AJUSTES PROTECCIÓN DE FALLA INTERRUPTOR

P002

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | CT's     |       | Ajustes    |             | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|----------|-------|------------|-------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo | Relación | Bahía | Pickup (A) | Tiempo (ms) |               |
|                       |                      |            |      |          |       |            |             |               |
|                       |                      |            |      |          |       |            |             |               |

### COMENTARIOS

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milennial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

☎ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

☎ www.aetn.gob.bo



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LÍNEA**

P003

|                         |  |                                       |       |            |  |
|-------------------------|--|---------------------------------------|-------|------------|--|
| Agente                  |  | Datos de la línea (Valores primarios) |       |            |  |
| Subestación / Central   |  | Longitud de la línea (km)             |       |            |  |
| Componente              |  | R1(α)                                 | R0(α) | k0         |  |
| Interruptor que dispara |  | X1(α)                                 | X0(α) | Phi k0 (°) |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | AJUSTES    |               |               |             |             |                       | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               | Idm in (A) | Vertice 1 (A) | Vertice 2 (A) | Slope 1 (%) | Slope 2 (%) | Id No Restricting (A) |               |
|                       |                      |            |      |               |            |               |               |             |             |                       |               |
|                       |                      |            |      |               |            |               |               |             |             |                       |               |

**COMENTARIOS**





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DE SOBRECORRIENTE**

P004

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | Ajustes    |      |       |       | Tiempo Definido o instantáneo |             | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|------------|------|-------|-------|-------------------------------|-------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               | Pickup (A) | DIAL | Curva | Norma | Pickup (A)                    | Tiempo (ms) |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |

**COMENTARIOS**

LA PAZ:

③ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ⑤ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ⑥ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ③ Edificio Milenial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ⑤ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ③ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ⑤ (591-4) 4142100

④ aetn@aetn.gob.bo ⑦ Línea Gratuita 800-10-2407

⑧ www.aetn.gob.bo



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



AJUSTES RECONEXIÓN AUTOMÁTICA Y VERIFICACIÓN DE SINCRONISMO

P005

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Agente                |  |
| Subestación / Central |  |
| Componente            |  |
| Interruptor que opera |  |

SIMBOLOGÍA

|    |               |
|----|---------------|
| LV | Línea Viva    |
| LM | Línea Muerta  |
| BV | Barra Viva    |
| BM | Barra Muerta  |
| Tm | Tiempo Muerto |

AJUSTES SINCRONISMO

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Tensión Secundaria de Línea (V) | Tensión Secundaria de Barra (V) | Ajustes (Valores secundarios) |         |        |         |         |         | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------|--------|---------|---------|---------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |                                 |                                 | DU (V)                        | Df (Hz) | DΦ (°) | LV - BM | LM - BV | LV - BV |               |
|                       |                      |            |      |                                 |                                 |                               |         |        |         |         |         |               |
|                       |                      |            |      |                                 |                                 |                               |         |        |         |         |         |               |
|                       |                      |            |      |                                 |                                 |                               |         |        |         |         |         |               |
|                       |                      |            |      |                                 |                                 |                               |         |        |         |         |         |               |

AJUSTES RECONEXIÓN

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Ajustes         |          |          |          |                |                  | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|-----------------|----------|----------|----------|----------------|------------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo | No. De Intentos | Tm 1 (s) | Tm 2 (s) | Tm 3 (s) | T Reclam o (s) | Tipo de Recierre |               |
|                       |                      |            |      |                 |          |          |          |                |                  |               |
|                       |                      |            |      |                 |          |          |          |                |                  |               |
|                       |                      |            |      |                 |          |          |          |                |                  |               |
|                       |                      |            |      |                 |          |          |          |                |                  |               |

COMENTARIOS

|  |
|--|
|  |
|--|

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Millennium Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

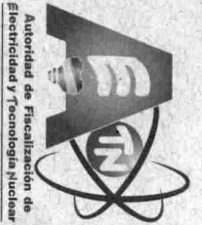
☎ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

www.aetn.gob.bo





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



### AJUSTES PROTECCIÓN DE BAJA Y SOBRETENSIÓN

P006

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Agente                   |  |
| Subestación / Central    |  |
| Componente               |  |
| Interrupción que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación PT's | Ajustes (Valores secundarios) |      |       |       | Tiempo Definido o instantáneo |            | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|-------------------------------|------|-------|-------|-------------------------------|------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               | Pickup (V)                    | DIAL | Curva | Norma | Pickup (V)                    | Tiempo (s) |               |
|                       |                      |            |      |               |                               |      |       |       |                               |            |               |
|                       |                      |            |      |               |                               |      |       |       |                               |            |               |
|                       |                      |            |      |               |                               |      |       |       |                               |            |               |
|                       |                      |            |      |               |                               |      |       |       |                               |            |               |
|                       |                      |            |      |               |                               |      |       |       |                               |            |               |

### COMENTARIOS

LA PAZ:

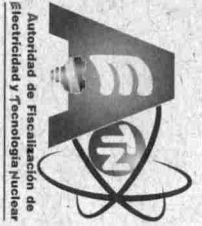
③ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ⑤ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ⑥ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ③ Edificio Millennium Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ⑤ (591-3) 3111291  
COCHABAMBA: ③ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ⑤ (591-4) 4142100

④ aetn@aetn.gob.bo ⑤ Línea Gratuita 800-10-2407

⑥ www.aetn.gob.bo



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS**

P007

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | CT's     |       | Ajustes    |             |             | Tiempo Definido o instantáneo |             | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|----------|-------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo | Relación | Bahia | Pickup (A) | Slope 1 (%) | Slope 2 (%) | Pickup (A)                    | Tiempo (ms) |               |
|                       |                      |            |      |          |       |            |             |             |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |          |       |            |             |             |                               |             |               |

**COMENTARIOS**

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milennial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291  
COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

✉ aetn@aetn.gob.bo

🌐 www.aetn.gob.bo

☎ Línea Gratuita 800-10-2407





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



| AJUSTES PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE TRANSFORMADORES                                                                                                                                       |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               | P008        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|-------------------------|--|--|--|--|---------------------|--|-------|--|--|--|--|--|-----------------------|--|--------|--|--|--|--|--|----------------------|--|-----------------|--|--|--|--|--|------------------------|--|-------------|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|-------------------|--|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| <table><tr><td>Agente</td><td></td></tr><tr><td>Subestación / Central</td><td></td></tr><tr><td>Componente</td><td></td></tr><tr><td>Interruptor que dispara</td><td></td></tr></table> |                      |                   |      | Agente             |                    | Subestación / Central |            | Componente  |             | Interruptor que dispara       |             | <table><tr><th colspan="5">DATOS DEL TRANSFORMADOR</th></tr><tr><td>Sn (MVA)(ONAN/ONAF)</td><td></td><td>Marca</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Tensión Primario (kV)</td><td></td><td>Modelo</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Tensión Secund. (kV)</td><td></td><td>Año Fabricación</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Tensión Terciario (kV)</td><td></td><td>N° de Serie</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Reg. de Tensión s/carga (%)</td><td></td><td>Grupo de Conexión</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Reg. de Tensión c/carga (%)</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> |  |  |  |  |  |  | DATOS DEL TRANSFORMADOR |  |  |  |  | Sn (MVA)(ONAN/ONAF) |  | Marca |  |  |  |  |  | Tensión Primario (kV) |  | Modelo |  |  |  |  |  | Tensión Secund. (kV) |  | Año Fabricación |  |  |  |  |  | Tensión Terciario (kV) |  | N° de Serie |  |  |  |  |  | Reg. de Tensión s/carga (%) |  | Grupo de Conexión |  |  |  |  |  | Reg. de Tensión c/carga (%) |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Agente                                                                                                                                                                                  |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Subestación / Central                                                                                                                                                                   |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Componente                                                                                                                                                                              |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Interruptor que dispara                                                                                                                                                                 |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| DATOS DEL TRANSFORMADOR                                                                                                                                                                 |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Sn (MVA)(ONAN/ONAF)                                                                                                                                                                     |                      | Marca             |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tensión Primario (kV)                                                                                                                                                                   |                      | Modelo            |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tensión Secund. (kV)                                                                                                                                                                    |                      | Año Fabricación   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tensión Terciario (kV)                                                                                                                                                                  |                      | N° de Serie       |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Reg. de Tensión s/carga (%)                                                                                                                                                             |                      | Grupo de Conexión |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Reg. de Tensión c/carga (%)                                                                                                                                                             |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Función de Protección                                                                                                                                                                   | Descripción del relé |                   |      | Relación CT's (AT) | Relación CT's (MT) | Relación CT's (BT)    | Ajustes    |             |             | Tiempo Definido o instantáneo |             | Observaciones                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                         | Principal/Respaldo   | Fabricante        | Tipo |                    |                    |                       | Pickup (A) | Slope 1 (%) | Slope 2 (%) | Pickup (A)                    | Tiempo (ms) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                         |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                         |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
| COMENTARIOS                                                                                                                                                                             |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                         |                      |                   |      |                    |                    |                       |            |             |             |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |                         |  |  |  |  |                     |  |       |  |  |  |  |  |                       |  |        |  |  |  |  |  |                      |  |                 |  |  |  |  |  |                        |  |             |  |  |  |  |  |                             |  |                   |  |  |  |  |  |                             |  |  |  |  |  |  |  |  |



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE REACTORES**

P009

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| DATOS DEL REACTOR     |  |                 |  |
|-----------------------|--|-----------------|--|
| Sn (MVAR)(ONAN)       |  | Marca           |  |
| Tensión Primario (kV) |  | Modelo          |  |
| N° de Serie           |  | Año Fabricación |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's (AT) | Relación CT's (BT) | Ajustes    |             |             | Tiempo Definido o instantáneo |             | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|--------------------|--------------------|------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |                    |                    | Pickup (A) | Slope 1 (%) | Slope 2 (%) | Pickup (A)                    | Tiempo (ms) |               |
|                       |                      |            |      |                    |                    |            |             |             |                               |             |               |
|                       |                      |            |      |                    |                    |            |             |             |                               |             |               |

**COMENTARIOS**

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Millennium Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

✉ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

www.aetn.gob.bo





**BOLIVIA** ESTADO PLURINACIONAL DE

## P010

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Agente                   |  |
| Subestación / Central    |  |
| Componente               |  |
| Interrupción que dispara |  |

[illegible]

## COMENTARIOS

LA PAZ: ② (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ④ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ⑤ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ② Edificio Millennium Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ④ (591-3) 3111291  
COCHABAMBA: ② Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ④ (591-4) 4142100  
② aetrn@aetrn.gob.bo ⑤ (591-2) 2312407  
www.aetrn.gob.bo



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



### AJUSTES PROTECCIÓN DE POTENCIA INVERSA

P011

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | Relación PT's | Ajustes                 |            | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|---------------|-------------------------|------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               |               | Potencia de Disparo (%) | Tiempo (s) |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                         |            |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                         |            |               |

### COMENTARIOS

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milennial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291  
COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

✉ aetn@aetn.gob.bo

🌐 www.aetn.gob.bo

☎ Línea Gratuita 800-10-2407





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DE PÉRDIDA DE EXCITACIÓN**

P012

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Unidad Generadora       |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | Relación PT's | Ajustes Característica 1 |              |            | Ajustes Característica 2 |              |            | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|---------------|--------------------------|--------------|------------|--------------------------|--------------|------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               |               | Offset X'd/2 (Ω)         | Diametro (Ω) | Tiempo (s) | Offset X'd/2 (Ω)         | Diametro (Ω) | Tiempo (s) |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                          |              |            |                          |              |            |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                          |              |            |                          |              |            |               |

**COMENTARIOS**

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milenial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

✉ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

🌐 www.aetn.gob.bo



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



### AJUSTES PROTECCIÓN DE BAJA Y SOBRE FRECUENCIA

P013

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Ajustes         |                  |            | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|-----------------|------------------|------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo | Frecuencia (Hz) | Gradiente (Hz/s) | Tiempo (s) |               |
|                       |                      |            |      |                 |                  |            |               |
|                       |                      |            |      |                 |                  |            |               |
|                       |                      |            |      |                 |                  |            |               |
|                       |                      |            |      |                 |                  |            |               |

### COMENTARIOS

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milennial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

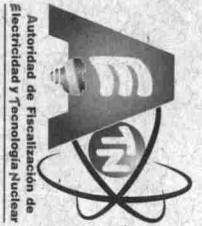
☎ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

☎ www.aetn.gob.bo





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



**AJUSTES PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE GENERADOR**

P0014

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Agente                  |  |
| Subestación / Central   |  |
| Componente              |  |
| Interruptor que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's (1) | Relación CT's (2) | Ajustes    |             |             |            | Tiempo Definido o instantáneo |            | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|-------------------|-------------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------------------------|------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |                   |                   | Pickup (A) | Slope 1 (%) | Slope 2 (%) | Tiempo (s) | Pickup (A)                    | Tiempo (s) |               |
|                       |                      |            |      |                   |                   |            |             |             |            |                               |            |               |
|                       |                      |            |      |                   |                   |            |             |             |            |                               |            |               |

**COMENTARIOS**

|  |
|--|
|  |
|--|



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



| AJUSTES PROTECCIÓN SOBRE EXCITACIÓN VOLTS/HERTZ |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            | P0015         |
|-------------------------------------------------|----------------------|------------|------|---------------|-----------------|------|-------|-------|-------------------------------|------------|---------------|
| Agente                                          |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
| Subestación / Central                           |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
| Componente                                      |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
| Interruptor que dispara                         |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
| Función de Protección                           | Descripción del relé |            |      | Relación PT's | Ajustes         |      |       |       | Tiempo Definido o instantáneo |            | Observaciones |
|                                                 | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               | Volts/Hertz (%) | DIAL | Curva | Norma | Volts/Hertz (%)               | Tiempo (s) |               |
|                                                 |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
|                                                 |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
|                                                 |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
|                                                 |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |
| COMENTARIOS                                     |                      |            |      |               |                 |      |       |       |                               |            |               |

LA PAZ:

☎ (Oficina Central) Av. 16 de Julio N° 1571 ☎ (591-2) 2312401 - (591-2) 2430309 ☎ (591-2) 2312393  
SANTA CRUZ: ☎ Edificio Milennial Tower N° 949 - Calle 21 de Mayo ☎ (591-3) 3111291

COCHABAMBA: ☎ Av. Humboldt N° 746 (Puente Cobija) ☎ (591-4) 4142100

✉ aetn@aetn.gob.bo ☎ Línea Gratuita 800-10-2407

www.aetn.gob.bo





ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



AJUSTES PROTECCIÓN DE DISTANCIA DE GENERADOR

P0016

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Agente                   |  |
| Subestación / Central    |  |
| Componente               |  |
| Interrupción que dispara |  |

| Función de Protección | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | Relación PT's | Alcance de Zona (Valores secundarios) |         |      |      | Tiempo (ms) | Característica de operación | Teleprotección |             | Observaciones |
|-----------------------|----------------------|------------|------|---------------|---------------|---------------------------------------|---------|------|------|-------------|-----------------------------|----------------|-------------|---------------|
|                       | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               |               | Zfwd(W)                               | Zrev(W) | r(W) | x(W) |             |                             | Esquema        | Tiempo (ms) |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                                       |         |      |      |             |                             |                |             |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                                       |         |      |      |             |                             |                |             |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                                       |         |      |      |             |                             |                |             |               |
|                       |                      |            |      |               |               |                                       |         |      |      |             |                             |                |             |               |

COMENTARIOS



ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023  
TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2  
CIAE 0104-0000-0000-0001  
La Paz, 18 de agosto de 2023



| AJUSTES PROTECCIÓN DE BANCO DE CAPACITORES |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             | P0017         |
|--------------------------------------------|----------------------|------------|------|---------------|------------|------|-------|-------|-------------------------------|-------------|---------------|
| Agente                                     |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
| Subestación / Central                      |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
| Componente                                 |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
| Interruptor que dispara                    |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
| Función de Protección                      | Descripción del relé |            |      | Relación CT's | Ajustes    |      |       |       | Tiempo Definido o instantáneo |             | Observaciones |
|                                            | Principal/Respaldo   | Fabricante | Tipo |               | Pickup (A) | DIAL | Curva | Norma | Pickup (A)                    | Tiempo (ms) |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
|                                            |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |
| COMENTARIOS                                |                      |            |      |               |            |      |       |       |                               |             |               |



### ANEXO 3: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RELÉS DE FRECUENCIA Y GRADIENTE DE FRECUENCIA DEL EDAC

#### 1. REQUISITOS DE DESEMPEÑO DE RELÉS DE FRECUENCIA VINCULADOS AL EDAC

A continuación, se detalla los requerimientos técnicos generales que deben cumplir los relés de frecuencia vinculados al EDAC:

##### 1.1 Requisitos de desempeño de los relés de subfrecuencia del EDAC

- 1) Rango mínimo de ajuste de frecuencia: 46 a 52 Hz en pasos de 0.1 Hz.
- 2) Precisión mínima de medida de frecuencia de  $\pm 0.01$  Hz.
- 3) Periodo de medida de 3 a 5 ciclos, fijo o seleccionable.
- 4) Rango mínimo del temporizador adicional al periodo de medida: 0 a 12 s en pasos de 0.05 s.
- 5) Tiempo máximo de operación de 160 ms sin retardo intencional (incluido el periodo de medida).
- 6) Rango mínimo de bloqueo por tensión: 40% a 90% de la tensión nominal.
- 7) Registro oscilográfico de frecuencia y/o tensión por disparo.
- 8) Autodiagnóstico.
- 9) Capacidad de sincronización horaria.
- 10) Cumplimiento de requerimientos indicados en las normas IEC 60255 e IEC 61000, o estándares equivalentes.

##### 1.2 Requisitos de desempeño de los relés de gradiente de frecuencia del EDAC

- 1) Rango mínimo de ajuste de gradiente de frecuencia: -0.2 a -5.0 Hz/s en pasos de 0.1 Hz/s.
- 2) Precisión mínima de medida de gradiente de frecuencia de  $\pm 0.1$  Hz/s.
- 3) Bloqueo para frecuencias mayores a 50 Hz.
- 4) Periodo de medida de 3 a 5 ciclos, fijo o seleccionable.
- 5) Rango mínimo del temporizador adicional al periodo de medida: 0 a 2 s en pasos de 0.05 s.
- 6) Tiempo máximo de operación de 160 ms sin retardo intencional (incluido el periodo de medida).
- 7) Rango mínimo de bloqueo por tensión: 40% a 90% de la tensión nominal.
- 8) Registro oscilográfico de frecuencia y/o tensión por disparo.
- 9) Autodiagnóstico.
- 10) Capacidad de sincronización horaria.
- 11) Cumplimiento de requerimientos indicados en las normas IEC 60255 e IEC 61000, o normas equivalentes.

El elemento de medición de frecuencia debe hacerlo solo a través de las entradas de tensión. No se acepta que la medición de esta variable sea efectuada con la onda de corriente.

Solo se permitirá el uso de funciones de subfrecuencia y gradientes de frecuencia de relés o equipos de protección de alimentadores o barras a media tensión.

## ANEXO N° 4: PRUEBAS PARA LA CONEXIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN AL SIN

En las siguientes tablas se presentan el listado de pruebas que deben ser realizadas en los equipos de protección de instalaciones de generación, distribución o transmisión, antes de su conexión al SIN.

Tabla 1 - Pruebas a Instalaciones de Generación

| FUNCIÓN / EQUIPO                | TIPO DE PRUEBA | DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RELÉ DE SOBRECORRIENTE          | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación<br>Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                                                                                                                                                                                                         |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación<br>Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados<br>Verificación de la direccionalidad                                                                                                                                                                   |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE DISTANCIA               | FUNCIONAL      | Verificación de las zonas de operación<br>Verificación de los tiempos de operación                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DIFERENCIAL                | FUNCIONAL      | Verificación de los tiempos de operación<br>Verificación de bloqueo por segundo y quinto armónico (*)                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptores con operación de relé 86 cuándo aplique                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE FRECUENCIA O TENSIÓN    | FUNCIONAL      | Verificación de los tiempos de operación<br>Verificación de niveles de arranque y reposición                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE POTENCIA INVERSA        | FUNCIONAL      | Verificación de los tiempos de operación<br>Verificación de niveles de arranque y reposición                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE SECUENCIA NEGATIVA      | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación<br>Verificación de niveles de arranque y reposición para funciones de tiempo definido temporizados                                                                                                                                                                                              |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE ESTADOR A TIERRA        | FUNCIONAL      | Verificación de los tiempos de operación<br>Verificación de niveles de arranque y reposición                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| RELÉ DE SOBREVOLUCIDAD          | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptores con operación de relé 86 cuándo aplique                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| OTROS EQUIPOS Y/O SISTEMAS      | FUNCIONALES    | Verificación de la utilización de los núcleos de medición y protección de los PT's<br>Verificación de la utilización de los núcleos de protección medición y de los CT's.<br>Verificación de la correcta operación de los circuitos de disparo desde equipos de protección hacia interruptores<br>Verificación de los enclavamientos del sistema de protección |
|                                 |                | Verificación de la correcta operación de las protecciones mecánicas de transformador y reactor a niveles de alarma y disparo, con verificación de apertura de interruptores y operación de relé 86                                                                                                                                                             |
|                                 |                | Verificación del correcto envío de señales digitales (estados) al CDC del CNDC.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                 |                | Verificación del correcto envío de señales analógicas (medidas) al CDC del CNDC.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de la correcta operación de las protecciones mecánicas de transformador y reactor a niveles de alarma y disparo, con verificación de apertura de interruptores y operación de relé 86                                                                                                                                                             |
| RECIERRE                        | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados y cierre de interruptor (si aplica)                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| SINCRONISMO                     | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados: tensión, ángulo, frecuencia                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de cierre del interruptor bajo cumplimiento de condiciones de sincronismo                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| FALLO INTERRUPTOR               | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| TELEPROTECCIÓN DE LÍNEAS        | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor(es) y actuación relé(s) 86                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificar comunicación por medio de canales de fibra óptica/onda portadora<br>Verificar disparos con teleprotección de elementos de impedancia (85-21)                                                                                                                                                                                                         |



**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

|                             |             |                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TRANSFERENCIA DE<br>DISPARO | OPERACIONAL | Verificar disparos con teleprotección de elementos de sobrecorriente direccional (85-67N)<br>Verificación de transferencia de disparo en condición de seccionador bypass o interruptor de transferencia en servicio |
|-----------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(\*) Pruebas aplicadas solo a relés de transformadores y reactores.

**Tabla 2 - Pruebas a Instalaciones de Distribución/Consumidor No Regulado**

| FUNCIÓN / EQUIPO                | TIPO DE PRUEBA | DESCRIPCIÓN                                                                                                       |
|---------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RELÉ DE SOBRECORRIENTE          | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                    |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                              |
|                                 | CONTROL        | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                      |
| RELÉ SOBRECORRIENTE DIRECCIONAL | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                    |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                              |
|                                 | CONTROL        | Verificación de la direccionalidad                                                                                |
| RELÉ DE DISTANCIA               | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                    |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                              |
|                                 | CONTROL        | Verificación de la direccionalidad                                                                                |
| RELÉ DIFERENCIAL                | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                    |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de bloqueo por segundo y quinto armónico (*)                                                         |
|                                 | CONTROL        | Verificación de apertura de interruptores con operación de relé 86 cuándo aplique                                 |
| RELÉ DE FRECUENCIA O TENSIÓN    | FUNCIONAL      | Verificación de ajustes asignados                                                                                 |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de los tiempos de operación                                                                          |
|                                 | CONTROL        | Verificación de niveles de arranque y reposición                                                                  |
| OTROS EQUIPOS Y/O SISTEMAS      | FUNCIONALES    | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                      |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de ajustes asignados                                                                                 |
|                                 | CONTROL        | Verificación de la utilización de los núcleos de medición y protección de los PT's                                |
| RECIERRE                        | FUNCIONALES    | Verificación de la utilización de los núcleos de protección medición y de los CT's                                |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de la correcta operación de los circuitos de disparo desde equipos de protección hacia interruptores |
|                                 | CONTROL        | Verificación de los enclavamientos del sistema de protección                                                      |
| SINCRONISMO                     | FUNCIONALES    | Verificación de la correcta operación de las protecciones mecánicas de transformador                              |
|                                 | OPERACIONAL    | a niveles de alarma y disparo, con verificación de apertura de interruptores y operación de relé 86               |
|                                 | CONTROL        | Verificación del correcto envío de señales digitales (estados) al CDC del CNDC                                    |
| FALLO INTERRUPTOR               | FUNCIONALES    | Verificación del correcto envío de señales analógicas (medidas) al CDC del CNDC                                   |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de ajustes asignados y cierre de interruptor (si aplica)                                             |
|                                 | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados: tensión, ángulo, frecuencia                                                    |
| TELEPROTECCIÓN DE LÍNEAS        | OPERACIONAL    | Verificación de cierre del interruptor bajo cumplimiento de condiciones de sincronismo                            |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de ajustes asignados                                                                                 |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor(es) y actuación relé(s) 86                                                |
| TRANSFERENCIA DE                | OPERACIONAL    | Verificar comunicación por medio de canales de fibra óptica/onda portadora                                        |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificar disparos con teleprotección de elementos de impedancia (85-21)                                          |
|                                 | OPERACIONAL    | Verificar disparos con teleprotección de elementos de sobrecorriente direccional (85-67N)                         |

**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

|         |                                          |
|---------|------------------------------------------|
| DISPARO | interruptor de transferencia en servicio |
|---------|------------------------------------------|

(\*) Pruebas aplicadas solo a relés de transformadores y reactores.

Tabla 3 - Pruebas a Instalaciones de Transmisión

| FUNCIÓN / EQUIPO                          | TIPO DE PRUEBA | DESCRIPCIÓN                                                                                                      |
|-------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIFERENCIAL                               | FUNCIONAL      | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                   |
|                                           |                | Verificación de Estabilidad para fallas pasantes                                                                 |
|                                           |                | Verificación de bloqueo por segundo y quinto armónico (*)                                                        |
|                                           | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptores con operación de relé 86 cuándo aplique                                |
| DISTANCIA                                 | FUNCIONAL      | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
|                                           |                | Verificación de las zonas de operación                                                                           |
|                                           | OPERACIONAL    | Verificación de los tiempos de operación                                                                         |
|                                           |                | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                     |
| SOBRECORRIENTE RESIDUAL DIRECCIONAL       | FUNCIONAL      | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
|                                           |                | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                   |
|                                           |                | Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                             |
|                                           | OPERACIONAL    | Verificación de la direccionalidad                                                                               |
| SOBRECORRIENTE DE FASES Y NEUTRO          | FUNCIONAL      | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                     |
|                                           |                | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
|                                           |                | Verificación de la curva característica y tiempos de operación                                                   |
|                                           | OPERACIONAL    | Verificación de niveles de reposición para funciones de tiempo definido temporizados                             |
| FRECUENCIA O TENSIÓN                      | FUNCIONAL      | Verificación de apertura de interruptor (es)                                                                     |
|                                           |                | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
|                                           |                | Verificación de los tiempos de operación                                                                         |
|                                           | OPERACIONAL    | Verificación de niveles de arranque y reposición                                                                 |
| RECIERRE                                  | OPERACIONAL    | Verificación con operación real del interruptor de la función de recierre                                        |
|                                           | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
| SINCRONISMO                               | OPERACIONAL    | Verificación de comando remoto y local de cierre del interruptor bajo cumplimiento de condiciones de sincronismo |
|                                           | CONTROL        | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
| FALLO INTERRUPTOR Y DIFERENCIAL DE BARRAS | OPERACIONAL    | Verificación de apertura de interruptor(es) y actuación relé(s) 86                                               |
|                                           | CONTROL        | Verificación de envío de transferencias de disparo                                                               |
| TELEPROTECCIÓN DE LÍNEAS                  | OPERACIONAL    | Verificación de ajustes asignados                                                                                |
|                                           |                | Verificar comunicación por medio de canales de fibra óptica/onda portadora                                       |
|                                           |                | Verificar disparos con teleprotección de elementos de impedancia (85-21)                                         |
| TRANSFERENCIA DE DISPARO                  | OPERACIONAL    | Verificar disparos con teleprotección de elementos de sobrecorriente direccional (85-67N)                        |
|                                           |                | Verificación de transferencia de disparos implementados (**)                                                     |



**ANEXO A LA RESOLUCIÓN AETN N° 417/2023**  
**TRÁMITE N° 2023-53211-53-0-0-0-DOCP2**  
**CIAE 0104-0000-0000-0001**  
**La Paz, 18 de agosto de 2023**

|                            |             |                                                                                                                                            |
|----------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OTROS EQUIPOS Y/O SISTEMAS | CONTROL     | Verificación de los ajustes de todos los relés de acuerdo a las planillas en formato del CNDC                                              |
|                            | OPERACIONAL | Verificación de la correcta operación de los circuitos de disparo desde equipos de protección hacia interruptores, por bobina 1 y bobina 2 |
|                            |             | Verificación de la correcta operación del circuito de cierre                                                                               |
|                            |             | Verificación de la correcta operación del relé 86 de bloqueo, con enclavamiento al circuito de cierre                                      |
|                            | FUNCIONAL   | Verificación de los enclavamientos de los equipos de maniobra (interruptores y seccionadores)                                              |
|                            |             | Verificación del correcto envío de señales digitales (estados) al CDC del CNDC                                                             |
|                            | OPERACIONAL | Verificación del correcto envío de señales analógicas (medidas) al CDC del CNDC                                                            |

(\*) Pruebas aplicadas solo a relés de transformadores y reactores.

(\*\*) En caso de que la prueba implique la operación de equipos de maniobra con desconexión de generación o carga que afecte significativamente la operación del sistema, la prueba podrá ser validada con la verificación de la recepción de las señales de transferencia de disparo.

