

# Protección numérica de transformador en redes de media tensión

## Relé de Control y Protección de Transformador RET630

El relé libremente configurable está destinado a la protección, el control, la medida y la supervisión de transformadores de potencia medianos y grandes de dos devanados, incluyendo transformadores elevadores y bloques generadores-transformadores de potencia en sistemas eléctricos de potencia industriales y de distribución.

### Detalles mecánicos y constructivos

- El relé debe tener dimensiones compactas que no superan 4U de altura para instalaciones de montaje de puertas de panel.
- El relé debe soportar las opciones de montaje empotrado, semi-empotrado, rack y en pared.
- Como unidad empotrada, el relé debe cumplir con los requisitos de protección de entrada IP40 (con HMI IP42 independiente) en la parte frontal e IP20 en la parte posterior y en los terminales de conexión.
- Para facilitar el reemplazo rápido, el relé debe tener conectores desmontables con un cortocircuito seguro del transformador de intensidad (CT). Debe ser posible, reemplazar la unidad defectuosa con un reemplazo sin afectar el cableado.
- El relé debe tener una interfaz hombre-máquina (HMI) integrada o, alternativamente, se puede ofrecer con un HMI separado. El HMI separado debe permitir una instalación flexible para reducir el cableado y el impacto de peso en la puerta del panel del compartimento de baja tensión (LV).
- La fuente de alimentación del HMI independiente debe proporcionar el uso de Power over Ethernet (PoE) para evitar el cableado adicional para la tensión auxiliar.
- El HMI del relé debe tener una gran pantalla gráfica con dimensiones no menos de 70 mm x 100 mm y 320 x 240 píxeles de resolución, lo que permite la visualización de al menos 10 objetos de conmutación. El HMI también debe incluir 5 pulsadores configurables libremente.

### Funciones de protección y control

#### Protección diferencial para transformadores de dos devanados

- El relé debe tener una protección diferencial (87T) estabilizada (polarizada) con dos etapas independientemente ajustables. La etapa baja estabilizada (polarizada) debe proporcionar un despeje de faltas rápido, una protección diferencial sensible mientras se mantenga estable cuando las intensidades altas pasen a través de la zona protegida, lo que aumenta los errores de medida de intensidad. La etapa alta instantánea debe proporcionar un despeje muy rápido de fallos internos severos del transformador de potencia con una intensidad diferencial alta a pesar de su contenido de armónicos. El tiempo de operación de la etapa instantánea debe ser menor de 20 ms.
- La adaptación necesaria a los ratios de intensidad ya los grupos de vectores se realizará mediante software (con modificación interna de los ajustes para la comparación de la relación de CT y el grupo de vectores) y todas las entradas de corriente (1A y 5A) deben permitir la conexión directa al CT principal. Se requerirán transformadores de intensidad para ajustar la proporción del grupo de transformadores y de los CT principales.
- La fase (polarizada) estabilizada de la protección diferencial debe tener una característica de restricción de tres secciones ajustable para gestionar los errores de medida del transformador de intensidad debidos a la posición del cambiador de tomas.
- El ajuste bajo (polarizado) estabilizado de protección diferencial debe estar provisto con un bloqueo de 2ª armónica para evitar el disparo por la entrada de intensidad magnetizante cuando el transformador se activa desde el lado HV o LV y con una restricción de 5ª armónica para evitar disparos por sobre excitación. Debería ser posible establecer los niveles de bloqueo y desbloqueo para la restricción de 5ª armónica para

gestionar situaciones de sobretensión excesiva.

- La segunda restricción de armónicos, junto con los algoritmos basados en la forma de onda, debe garantizar que la etapa de ajuste bajo no funcione debido a las intensidades de arranque del transformador, incluyendo las intensidades de entrada con un bajo contenido de armónicos. Al conectar el transformador de potencia a una falta dentro de la zona protegida, la restricción de la segunda armónica no debe retrasar la operación. En tal situación, el bloqueo, basado en el segundo armónico de la intensidad diferencial, debe evitarse mediante el algoritmo basado en la forma de onda.
- El relé debe detectar las condiciones de saturación de CT y evitar que la protección diferencial funcione incorrectamente durante las faltas externas.
- El relé debe poder eliminar la intensidad de secuencia cero de la intensidad medida. La eliminación de la intensidad de secuencia cero debería ser posible tanto para el devanado HV o LV como para ambos.
- La compensación de la posición del cambiador de tomas debe incluirse para habilitar la utilización de ajustes más sensibles. La corrección del ratio de transformación debido al cambio de las posiciones del cambiador de tomas debe realizarse automáticamente en base a la información de posición del cambiador de tomas.

#### **Protección de falta a tierra restringida**

- El relé debe tener protección contra falta a tierra de alta impedancia (87NH) y baja impedancia (87NL), libremente seleccionable para los lados HV y LV.
- La protección de falta a tierra de baja impedancia restringida (87NL) debe basarse en el principio de intensidad diferencial estabilizada numéricamente y el segundo armónico de intensidad neutro debe utilizarse para bloquear la función en una situación de arranque del transformador. No se requiere ningún resistor estabilizado externo o no lineal. Las características de funcionamiento deben estar de acuerdo con el tiempo definido.

#### **Protección de respaldo**

- El relé debe tener tres etapas de sobreintensidad no direccional (50/51) separados que se pueden ajustar libremente entre 0,05 y 40 veces pu. La característica de operación de las etapas de ajuste bajo y alto se puede ajustar a tiempo definido (DT) o tiempo mínimo definido inverso (IDMT), soportando varios tipos de curvas inversas, incluyendo una curva definida por el usuario. La etapa instantánea debe soportar el modo de medida de pico a pico e incluir la opción de introducir una detección de pico de valor de ajuste de dos tiempos dedicada para una operación rápida en condiciones en que los transformadores de intensidades están saturados.
- El número de etapas de sobreintensidad debe estar disponible para los lados LV y HV respectivamente. Debe haber la opción de seleccionar el número de fases iniciadas para la operación, ya sea una, dos o todas las tres fases.
- El relé debe incluir dos etapas de protección de sobreintensidad de secuencia negativa (46) para ambos lados de HV y LV, configurables entre 0,01 y 5 veces pu.
- El relé debe tener protección de sobrecarga térmica trifásica (49T) y debe proteger el transformador principalmente de sobrecargas de poco tiempo. La protección debe ser capaz de utilizar una o dos constantes de tiempo, que deben ser seleccionables.
- El relé debe tener protección de subimpedancia en dos etapas (21GT) como protección de respaldo contra cortocircuitos en los terminales del generador o en el lado HV de un transformador elevador cuando se utiliza para la protección diferencial del bloque generador-transformador. La protección de baja impedancia debe aplicarse en lugar de una protección de sobreintensidad dependiente de tensión en tiempo definido para obtener una zona de protección limitada y un tiempo de funcionamiento óptimo.
- El relé debe tener protección de falta a tierra no direccional (51N) como protección de respaldo para faltas a tierra remotas y faltas a tierra internas de transformadores.

#### **Otra protección**

- El relé debe tener protección de sobre-excitación (V/Hz) (24) para proteger los generadores y transformadores de potencia contra una densidad de flujo excesiva y saturación del núcleo magnético.
- El relé debe tener una protección de tensión completa, incluyendo al menos sobretensión (59), subtensión (27), sobretensión de secuencia positiva (470+), subtensión de secuencia positiva (47U+), sobretensión de secuencia negativa (470-) y protección de sobretensión (59G) residual. Debe ser posible aplicar la protección en el lado HV o LV del transformador.
- El relé debe tener protección contra fallos del interruptor (51BF/51NBF) tanto para el lado HV como LV del transformador. La función debe tener temporizadores independientes para el disparo repetido del mismo interruptor y disparo de respaldo del interruptor en sentido ascendente. La función debe facilitar una selectividad de protección mejorada evitando el disparo del interruptor en sentido ascendente si el disparo repetido del interruptor más cercano al fallo tiene éxito.
- El relé debe tener protección de frecuencia de tres etapas, incluyendo al menos sobre-frecuencia (81O),

subfrecuencia (81U) y protección de la tasa de variación de frecuencia (81R) con tasa de aumento o tasa de caída libremente seleccionable para cada etapa.

#### Funcionalidad de control

- El relé debe incluir la regulación de tensión manual y automática (90V) de transformadores de potencia equipados con un cambiador de tomas en carga accionado por motor. La función del regulador de tensión debe tener las siguientes características:
  - Funcionamiento en paralelo de hasta cuatro transformadores de potencia
  - Modos de operación en paralelo según los principios de maestro-seguidor, de minimizar la tensión circulatoria y de reactancia negativa
  - Soporte para el intercambio de datos necesario entre relés utilizando mensajes GOOSE IEC 61850-8-1 cuando los transformadores de potencia funcionan en paralelo
  - Compensación de caída de línea para transformadores de potencia simple y transformadores en paralelo
  - Supervisión desfasada para seguidores en modo maestro-seguidor
  - Posibilidad de aplicar un ajuste de tensión de punto fijo reducido en caso de una escasez temporal de energía en la red de suministro
  - Tanto los tiempos de tiempo definido (DT) como los tiempos de retardo temporales definidos inversos (IDMT) para el temporizador paso a paso del cambiador de tomas. Esto permite que se aplique un retardo de tiempo fijo o un retardo de tiempo inverso, basado en la diferencia entre el nivel de tensión medida y el de destino, para el temporizador escalonado.
  - Función de bajada rápida, que se activa cuando se sobrepasa un valor de tensión ajustado específico debido al gran rechazo de carga. En este caso, el regulador de tensión acciona el cambiador de tomas bajo carga para alcanzar la tensión LV deseada lo más rápidamente posible.
  - Bloqueo de la operación en una situación de sobreintensidad.
  - Bloqueo de la operación en caso de que la tensión medida sea demasiada baja para ser regulada por el cambiador de tomas
  - Supervisión de la respuesta del cambiador de tomas al comando de control y emisión de una alarma si el rendimiento no está dentro de los límites de rendimiento establecidos
- El relé debe incluir una función de sincronización (25) para el cierre del interruptor. La función debe comprobar las condiciones de tensión, frecuencia y ángulo entre dos partes de red antes de permitir que el interruptor se cierre.
  - Para habilitar el cierre del interruptor en el caso de dos redes asíncronas la función debe compensar la frecuencia de deslizamiento medida y el retardo de cierre del interruptor.
  - La función de sincronización debe realizar una verificación de energización antes de conectar una sección muerta de la red a una red energizada, para asegurar la re-conexión segura de las líneas desconectadas.
  - En caso de un fallo del fusible, debería ser posible bloquear la función de sincronización.
- El relé debe soportar el control de al menos 10 objetos, incluyendo al menos 2 interruptores y 8 seccionadores/seccionadores de puesta a tierra libremente seleccionables para control o indicación solamente.

#### Monitorización de transformador

- El relé debe incluir monitorización en línea (26/49HS) para calcular la temperatura del punto caliente del devanado del transformador, la velocidad de envejecimiento momentánea del aislamiento y la consiguiente pérdida de vida causada por el estrés térmico. La temperatura del punto caliente y la velocidad de envejecimiento momentánea deben calcularse según la norma IEC 60076-7 o la norma IEEE C57.91-2011, según un ajuste definido por el usuario. El cálculo de la pérdida de vida global de los transformadores se mide en años. Debería ser posible aplicar esta función tanto a transformadores nuevos como a transformadores que ya están en uso.

#### Entradas y salidas

- El relé debe tener una cantidad escalable de entradas y salidas binarias. El número de entradas binarias debe ser escalable hasta 50 y el número de salidas binarias hasta 45.
- El relé debe tener al menos 3 relés de salida de disparo con supervisión del circuito de disparo integrada (TCS). Los relés de salida de disparo deben estar tarados para soportar 30 A durante 0,5 s.
- La tensión de umbral de las entradas binarias del relé debe ser independientemente configurable entre 15 ... 221 V DC.
- Las entradas binarias del relé deben, cuando están activadas, utilizar una corriente de energización más alta para eliminar suciedad o sulfuro en la superficie del contacto de activación.
- El relé debe incluir opcionalmente 8 entradas RTD/analógicas y salidas de 4 mA ajustables entre -20 mA y +20 mA. La entrada RTD / analógica debe soportar varias opciones como, RTDs, señales mA, tensiones y matrices de resistencia.
- Las entradas de RTD deben soportar las medidas de 2 hilos y de 3 hilos para modos de resistencia y RTD.

- Las entradas de intensidad de fase y la entrada de intensidad residual del relé deben ser de 1/5 A. La selección de 1 A o 5 A debe ser basada en software.
- Para las aplicaciones que requieren protección de falta a tierra sensible, el relé debe ofrecer una entrada de intensidad residual opcional de 0,1/0,5 A. La selección de 0.1 A ó 0.5 debe estar basada en software.

#### **Medidas, alarmas e informes**

- El relé debe tener una medida de intensidad, intensidad residual, y tensión trifásica con una precisión de  $\pm 0.5\%$  y una medida de intensidad y tensión de secuencia positiva y negativa con una precisión de  $\pm 1\%$ .
- El relé debe soportar la visualización de medidas de fase y ángulo de intensidad y tensión mediante el HMI local.
- Para recopilar información de secuencia de incidencias (SoE), el relé debe incorporar una memoria no volátil con capacidad para almacenar al menos 1000 códigos de incidencia con sus correspondientes registros de fecha y textos de eventos definidos por el usuario con una resolución mínima de 1 ms.
- El relé debe incluir un informe de perturbaciones numéricas que contenga información sobre la falta. El informe debe incorporar el tiempo de registro, el tiempo de pre-falta y post-falta, la amplitud de pre-falta, el ángulo de pre-falta, la amplitud de faltas y valores de disparo del ángulo de falta. El informe debe ser almacenado en una memoria no volátil y accesible a través del HMI local.
- El relé debe tener un osciloperturbógrafo que soporte una frecuencia de muestreo de 20 muestras por ciclo y que incluya hasta 40 canales analógicos y 64 de señales binarias.
- El relé debe soportar no menos de 100 registros con una frecuencia de muestreo de 20 muestras por ciclo, cada registro de 3,4 segundos de duración, 10 canales analógicos y 64 canales binarios.

#### **Comunicación**

- El relé debe ser compatible con la norma IEC 61850 Edición 1.
- Además de IEC 61850, el relé debe soportar la comunicación simultánea utilizando uno de los siguientes protocolos de comunicación: IEC 60870-5-103 ó DNP3 (TCP).
- El relé debe tener un puerto Ethernet con una interfaz galvánica (RJ-45) u óptica (LC).
- El relé debe tener un puerto Ethernet (RJ45) en la parte frontal para la parametrización local y la recuperación de datos.
- El relé debe soportar hasta cinco clientes IEC 61850 (MMS) simultáneamente.
- El relé debe ser compatible con la norma IEC 61850 para mensajes GOOSE y cumplir con los requisitos de rendimiento para aplicaciones de disparo (<10 ms) según lo definido por la norma IEC 61850.
- El relé debe soportar el intercambio de valores analógicos, como temperatura, resistencia y posiciones de tomas utilizando los mensajes GOOSE IEC 61850.
- El relé debe soportar los métodos de sincronización de tiempo SNTP (Protocolo Simple de Tiempo de Red) e IRIG-B (Grupo de Instrumentación Inter-rango - Formato de Tiempo B).

#### **Ingeniería y configurabilidad**

- El relé debe tener 4 grupos de ajustes independientes para los ajustes de protección relevantes (valor de arranque y el tiempo de operación). Debe ser posible cambiar los valores de ajuste de protección de un grupo de valores de ajustes a otro a través del HMI local, utilizando una señal de entrada binaria, y de forma remota a través del enlace de comunicación.
- El relé debe tener una interfaz hombre-máquina basada en el navegador web (WHMI) que proporciona acceso a:
  - Secuencia de eventos (SoE)
  - Estado del dispositivo
  - Configuración de parámetros
  - Medidas
  - Registro de perturbaciones
  - Diagrama de fasor
  - Estado de los LED programables
- El HMI del relé y la herramienta de ingeniería deben tener soporte multilingüe.
- El HMI del relé y la herramienta de configuración deben soportar códigos de función de protección IEC y ANSI.
- El relé debe tener al menos 15 LEDs de tres colores configurables y programables.
- El relé debe tener al menos 4 paginas de HMI locales configurables por el usuario incluyendo medidas y esquemas unifilares (SLD).
- El relé debe tener una herramienta de configuración gráfica para la aplicación del relé completa, incluyendo soporte de programación lógica multinivel, temporizadores y biestables.
- La herramienta de configuración del relé debe incluir la visualización del estado de la aplicación del relé en línea.
- Debe ser posible mantener actualizada la herramienta de configuración del relé utilizando una funcionalidad

dad de actualización en línea.

- La herramienta de configuración del relé debe soportar la visualización de eventos del relé, los informes de perturbaciones, y la visualización de registros de perturbaciones.
- La herramienta de configuración del relé debe incluir la documentación completa del relé incluyendo los detalles de operación y los detalles técnicos.
- La herramienta de configuración del relé debe incluir la funcionalidad para comparar la configuración archivada con la configuración en el relé.
- La herramienta de configuración del relé debe permitir la configuración de la comunicación vertical y horizontal IEC 61850, incluyendo GOOSE.
- La herramienta de configuración del relé debe admitir la importación y exportación de archivos IEC 61850 válidos (ICD, CID, SCD, IID).
- La herramienta de configuración del relé debe ser compatible con versiones de relé anteriores.
- Debe ser posible asignar libremente las entradas de intensidad y tensión a las funciones de protección y medida.

#### **Ensayos de tipo y otros requisitos de cumplimiento**

- El relé debe tener un rango de temperatura de funcionamiento continua de -25 ... + 55 ° C y el rango de temperatura de transporte/almacenamiento de -40 ... + 85 ° C.
- El relé debe cumplir los requisitos de prueba mecánica IEC 60255-21-1, -2 y -3 y según Clase 1 para vibraciones, choques, golpes y cumplimiento sísmico
- El relé debe cumplir las pruebas de compatibilidad electromagnética (EMC) según IEC 60255-26.
- El relé debe ser probado de acuerdo con los requisitos del estándar IEC o una norma equivalente.

#### **Información adicional**

Para obtener más información, póngase en contacto con su representante local de ABB o visite nuestro sitio web en:

[www.abb.com/substationautomation](http://www.abb.com/substationautomation)

[www.abb.com/mediumvoltage](http://www.abb.com/mediumvoltage)

---

La información contenida en este documento está sujeta a cambios sin previo aviso y no debe interpretarse como un compromiso de ABB. ABB no asume ninguna responsabilidad derivada de los errores que puedan aparecer en este documento.

© Copyright 2017 ABB.  
Reservados todos los derechos.

ABB es una marca registrada del Grupo ABB. El resto de marcas o nombres de productos mencionados en este documento pueden ser marcas o marcas registradas de sus titulares respectivos.