

Anexo



Requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano

Revisión	Fecha	Descripción
0	2018-06-06	Este documento incluye la primera propuesta de requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación (menor a 5 MW) en el SIN colombiano.

CONTENIDO

1. Alcance.....	3
2. Definiciones.....	3
3. Consideraciones:	4
4. Esquemas de protección.....	5
5. Equipo de interrupción.....	7
6. Servicios Auxiliares	8
7. Sistema de puesta a tierra:	8
8. Equipos de registro de eventos:.....	8
9. Referencias.....	9

Requisitos de Protecciones para la conexión de Sistemas de Generación (menor a 5 MW)

Los requisitos descritos en el presente documento están enfocados a cubrir los requerimientos de protecciones desde el punto de vista sistémico, con el objetivo de asegurar que el sistema de potencia opere dentro de los rangos operativos establecidos y así, evitar que se presenten islas no deseadas entre el nuevo sistema de generación y el sistema eléctrico de potencia.

1. Alcance

El presente documento está enmarcado en el mandato regulatorio de la Resolución CREG 030 de 2018, en la cual, se regulan las actividades de autogeneración a pequeña escala y de generación distribuida en el Sistema Interconectado Nacional – SIN, y contiene los requisitos técnicos de los sistemas de protección para la conexión de plantas generación con capacidad menor a 5 MW, conectados al STR y SDL, independiente de su tecnología.

El presente documento no cubre ajustes ni requerimientos de protecciones para detectar fallas al interior un sistema de generación. Es responsabilidad del promotor del proyecto de generación garantizar que todos los equipos de su instalación, se encuentren correctamente protegidos para satisfacer los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad durante la operación del SIN. (Ver nota 1 de excepción de las funciones de ANSI 21, ANSI 81, ANSI 27 y ANSI 51V en generadores síncronos)

2. Definiciones

Sistema de generación síncrono: Hace referencia a todas las fuentes de generación rotativas cuya velocidad depende de la frecuencia del sistema eléctrico, así como también al conjunto de elementos que componen este tipo de generación.

Bahía de generación: Conjunto de equipos de potencia que se utilizan para conectar un sistema de generación a una barra de una subestación¹.

Protección Anti-isla: Es un esquema de protección y/o control que evita la operación de islas indeseadas en el Sistema Interconectado Nacional - SIN.

¹ basado en definición de bahía en la resolución CREG 26 de 1999

3. Consideraciones:

1. En Colombia los Sistemas de Transmisión Regionales – STR- y/o Sistemas de Distribución Local -SDL- se clasifican por niveles, en función de la tensión nominal de operación, según la siguiente definición²:
 - Nivel 4: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220 kV.
 - Nivel 3: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 30 kV y menor de 57,5 kV.
 - Nivel 2: Sistemas con tensión nominal mayor o igual a 1 kV y menor de 30 kV.
 - Nivel 1: Sistemas con tensión nominal menor a 1 kV.
2. La resolución CREG 030 de 2018 define requerimientos para la conexión de los generadores de acuerdo con su capacidad instalada, según los siguientes rangos:
 - Conexión al STR o SDL del Autogenerador de Pequeña Escala -AGPE- con potencia instalada menor o igual a 0,1 MW y Generación Distribuida -GD-.
 - Conexión al STR o SDL del AGPE con potencia instalada mayor a 0,1 MW y menor o igual a 1 MW.
 - Conexión al STR o SDL del AGPE con potencia instalada mayor a 1 MW y menor o igual a 5 MW.
3. En el nivel de tensión 4, los sistemas de generación se deberán conectar a un barraje a través de su propia bahía de generación.
4. Los inversores conectados a un sistema de generación deberán estar certificados por un laboratorio de pruebas reconocido según los estándares de prueba de la IEEE 1547, o aquel que lo sustituya o modifique, y en conformidad con el alcance de la UL 1741. La certificación se debe ser comparable con la certificación del producto del país de origen.
5. Luego de la conexión al SIN de un sistema de generación, cualquier modificación de ajustes o del esquema de protección en el punto de conexión³ deberá ser autorizada por el Operador de Red - OR.
6. En el momento de entrada del proyecto de generación, el promotor deberá reportar al OR la información con los ajustes finales de los equipos de protección en el punto de conexión, al igual que las características del sistema de sincronización.
7. El OR podrá solicitar al generador en cualquier momento, la información de ajustes y esquema de protección en el punto de conexión o del sistema de generación.

² Fuente: CREG - 097- 2008; Art 1

³ La definición de *Punto de Conexión* se encuentra definida en la regulación CREG 038 del 2014 o aquella que la sustituya o modifique

4. Esquemas de protección

Los requisitos de protección descritos a continuación dependen de la tecnología del sistema de generación, capacidad instalada y nivel de tensión en el punto de conexión. En la Tabla 1 y

Tabla 2, se presentan las funciones de protección requeridas para la conexión de AGPE y GD al STR y SDL, según la tecnología de generación.

Tabla 1. Requisitos de protecciones en el punto conexión de sistemas de generación síncronos y generadores de inducción.

Requerimiento de Protección	Nivel de tensión 1			Nivel de tensión 2 - 3			Nivel de tensión 4 Hasta 5 MW	VER NOTAS
	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW		
Baja tensión (ANSI 27)	X	X	X	X	X	X		(1) (8)
Sobre tensión (ANSI 59)	X	X	X	X	X	X	X	(1) (8)
Sobretensión de secuencia cero (ANSI 59N)				X	X	X		(2)
Sobrepotencia adelante (ANSI 32)	X	X	X	X	X	X	X	(3)
Anti-isla	X	X	X	X	X	X	X	(4)
Chequeo a la energización				X	X	X	X	(10)
Sobrecorriente de fases y tierra (ANSI 51/51N)				X	X	X	X	(5)

Tabla 2. Requisitos de protecciones en el punto de conexión de sistemas de generación conectados a través inversores y onduladores (frecuencia variable).

Requerimiento de Protección	Nivel de tensión 1			Nivel de tensión 2 - 3			Nivel de tensión 4 Hasta 5 MW	VER NOTAS
	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW		
Baja tensión (ANSI 27)	X	X	X	X	X	X	X	(6) (8)
Sobre tensión (ANSI 59)	X	X	X	X	X	X	X	(6) (8)
Sobretensión de secuencia cero (ANSI 59N)				X	X	X		(7)
Baja frecuencia (ANSI 81U)	X	X	X	X	X	X	X	(9)
Sobre frecuencia (ANSI 81O)	X	X	X	X	X	X	X	(9)
Sobrepotencia adelante (ANSI 32)	X	X	X	X	X	X	X	(3)
Anti-isla	X	X	X	X	X	X	X	(4)
Chequeo a la energización				X	X	X	X	(10)

Requerimiento de Protección	Nivel de tensión 1			Nivel de tensión 2 - 3			Nivel de tensión 4	VER NOTAS
	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	<0,1 MW	0,1-1 MW	1-5 MW	Hasta 5 MW	
Sobrecorriente de fases y tierra (ANSI 51/51N)				X	X	X	X	(5)

- X: Requisito mandatorio en el punto de conexión.
- Espacio en blanco: Opcional para el generador, según aplique.
- En el esquema de protecciones de los generadores síncronos, se debe incluir las funciones de sobrecorriente controlada o restringida por tensión (ANSI 51V) además, el sistema de sincronización de las unidades de generación debe considerar el chequeo en dos fases. Para la conexión de los generadores en el nivel de tensión 4, se deberá incluir la función distancia (ANSI 21), sobre y baja tensión (ANSI 27), sobre y baja frecuencia (ANSI 81).
- En el esquema de protecciones de los generadores de inducción en el nivel 4 se debe incluir las funciones sobre y baja tensión (ANSI 27), sobre y baja frecuencia (ANSI 81).
- Todo sistema de generación conectado en el nivel de tensión 4, deberá contar con esquemas de protección principal y respaldo con capacidad para detectar fallas en el generador y en el punto de conexión con el STR, el cual, deberá contar con un esquema de protección selectivo que coordine con la red existente. Para el caso del SDL, el sistema de generación podrá disponer de un solo relé como protección principal.

Notas relacionadas en las Tablas 1 y 2:

- (1) La medición de tensión deberá ser trifásica en el punto de conexión.
- (2) Cuando se realiza la conexión de sistemas de generación síncronos mediante un transformador delta o estrella no aterrizada en el punto de conexión de generador con el OR, se deberá disponer de una protección de sobretensión de secuencia cero.
- (3) Esta función aplica solo para autogeneradores, la sobrepotencia hacia adelante puede implementarse en los sistemas de control y/o protección de un autogenerador que no declara entregar excedentes a la red; la función debe estar en capacidad de limitar la potencia entregada de la red o desconectar al autogenerador del sistema según las condiciones pactadas con el OR.
- (4) Sistemas de generación conectados en el nivel de tensión 4 se deberá coordinar con el operador de red la conveniencia de habilitarse una protección anti-isla, en caso de requerirse esta protección, deberá ser de tipo Intertrip⁴. Para sistemas de generación conectados al SDL, se deberá disponer de una protección anti-isla la cual no podrá ser del tipo Vector Shift⁵.

⁴ Intertrip: Esquema de protección que envía comando de disparo remoto al punto de conexión cuando se detecta la apertura del interruptor del alimentador principal al cual se encuentra conectado el sistema de generación.

⁵ Vector Shift: Esquema de protección que detecta cambios instantáneos en el ángulo del voltaje cuando se presentan cambios súbitos en la impedancia del sistema debido a la pérdida del voltaje en la salida del sistema de generación. No se recomienda su implementación porque opera de forma casi instantánea ante cambios súbitos en la impedancia del sistema eléctrico de la potencia.

Se permitirán recierres del alimentador principal siempre y cuando se coordinen los tiempos de operación de la protección anti-isla con los tiempos de re-energización automática del sistema.

- (5) Esta función deberá estar en capacidad de interrumpir las corrientes de corto circuito del sistema de potencia ante fallas en el sistema de generación y debe coordinar con las protecciones del sistema.
- (6) La medición de tensión puede ser monofásica a nivel del inversor y trifásica en el punto de conexión
- (7) De acuerdo con el grupo de conexión del transformador se deberá evaluar con el operador de red la conveniencia de disponer de una protección de sobretensión de secuencia cero.
- (8) Las funciones de protección de sobre y baja tensión serán ajustadas según requerimientos operativos del sistema de potencia.
- (9) Las funciones de protección de sobre y baja frecuencia ajustados según requerimientos operativos del sistema de potencia.
- (10) Esta lógica de control y/o protección chequea que previo a la conexión del sistema de generación con el STR o SDL se verifique la tensión, en al menos una fase, en el punto al cual se conectará.

5. Equipo de interrupción

Todo sistema de generación conectado al SIN deberá disponer de un equipo de interrupción con la capacidad de abrir ante las máximas corrientes de cortocircuito, en el punto donde se conecta. En la Tabla 3 se presentan los requisitos de los equipos de interrupción para todo tipo de tecnología según capacidad y nivel de tensión.

Tabla 3. Requisitos equipos de interrupción

Nivel de Tensión	Potencia	Equipo de Corte
Nivel de tensión 1	< 0,1 MW	Contactores con unidad termomagnética o Breaker
	0,1 - 1 MW	Contactores con unidad termomagnética, Breaker o Interruptor de Potencia con unidades de disparo
	1 - 5 MW	Interruptor de Potencia con unidades de disparo
Nivel de tensión 2 -3	< 0,1 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
	0,1 - 1 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
	1 - 5 MW	Reconectador o Interruptor de Potencia
Nivel de tensión 4	Hasta 5 MW	Interruptor de Potencia

Toda bahía de generación conectada en el nivel 4 deberá disponer de una protección tipo falla interruptor, la cual deberá ser implementada en un relé independiente de las protecciones propias

principales del equipo protegido o podrá estar incluida como una función adicional en una protección diferencial de barras.

En los niveles de tensión 2 y 3 se deberá disponer de un mecanismo de corte visible en el punto de conexión del sistema de generación con el SIN, con capacidad de maniobra y bloqueo manual verificable por parte del operador de red.

6. Servicios Auxiliares

Todo sistema de generación conectado en el nivel de tensión 4 deberán disponer de fuentes de alimentación que garanticen la operación de los equipos de protección y control, ante la pérdida de la alimentación principal de la subestación.

Para conexiones en el nivel de tensión 4, las fuentes de alimentación de servicios auxiliares deben ser independientes para cada subestación, es decir, la alimentación de los servicios auxiliares del sistema de generación no debe ser compartido con los servicios auxiliares de una subestación del STR.

Para los equipos de protección alimentados con corriente alterna – AC, se deberán garantizar su correcta operación ante ausencia de tensión del alimentador principal.

7. Sistema de puesta a tierra:

El diseño de la puesta a tierra de instalación del sistema de generación incluyendo el punto de conexión, además de cumplir con los requerimientos técnicos del RETIE⁶, debe considerar en combinación con los sistemas de protección propuestos, el despeje oportuno de todo tipo de fallas a tierra, sin originar sobretensiones que excedan la capacidad de los equipos conectados al sistema eléctrico de potencia. El promotor del proyecto de generación deberá presentar al OR certificado de cumplimiento RETIE del punto de conexión.

8. Equipos de registro de eventos:

Todo sistema de generación conectado a niveles de tensión 2 o superior deberá disponer de registro cronológico de eventos (SOE) y/o registros oscilográficos de los relés. La información técnica asociada a las protecciones y SOE deberán estar sincronizada con la hora oficial colombiana, a través de los protocolos utilizados por su supervisión. El error máximo de sincronización del SOE y/o registros oscilográficos no deberá ser superior a +/-200 ms.

El SOE deberá capturar el cambio de estado del interruptor de potencia, y el arranque y disparo de los sistemas de protección con resolución de 1 ms.

Los registros oscilográficos de los sistemas de protección se deben proveer en formato COMTRADE con las señales análogas de tensión y corriente por fase y con las señales digitales de arranque y disparo de los sistemas de protecciones. Los registros oscilográficos de los equipos de protección deben capturar eventos con un tiempo mínimo de pre-falla de 500 ms y de post-falla sea mayor a

⁶ Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.

1.5 segundos, además, contar con una resolución mínima de muestreo de 1 KHz y deberán almacenar mínimo 20 registros.

El OR podrá solicitar al generador en los niveles de tensión 2 o superior, la información técnica para análisis de los eventos.

9. Referencias

- Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, Chile. 2016
- Norma Técnica de Conexión y Operación de PMGD en instalaciones de media tensión, Chile. 2016
- Protection Requirements of Embedded Generators >30kW, Asgrid. Australia. 2013.
- Estándar IEEE 1547, Interconexión de recursos distribuidos al sistema eléctrico de potencia
- Resolución CREG 030 de 2018.