



NORMA TÉCNICA DE SEGURIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO

**ANEXO TÉCNICO DE EXIGENCIAS MÍNIMAS DE INSTALACIONES
BASADAS EN CONVERTIDORES QUE SE CONECTEN AL SISTEMA
ELÉCTRICO NACIONAL**

Junio de 2025

Santiago, Chile

ÍNDICE

Título 1	Aspectos generales	3
Artículo 1-1	Objetivo	3
Artículo 1-2	Alcance	3
Artículo 1-3	Abreviaturas	3
Artículo 1-4	Definiciones.....	4
Título 2	Obligaciones y funciones	6
Artículo 2-1	Obligaciones y funciones del Coordinador	6
Artículo 2-2	Obligaciones de los Coordinados	6
Título 3	Exigencias mínimas para IBR GFM.....	7
Artículo 3-1	Exigencias generales para IBR GFM.....	7
Artículo 3-2	Controlador de Tensión	8
Artículo 3-3	Parámetros del Controlador de Tensión	8
Artículo 3-4	Controlador Frecuencia/Potencia	8
Artículo 3-5	Respuesta inercial	9
Artículo 3-6	Control activo de salto de fase	9
Artículo 3-7	Control de amortiguamiento de potencia activa	10
Artículo 3-8	Control de inyección rápida de corriente	10
Artículo 3-9	Capacidad de operar en una Isla Eléctrica	12
Artículo 3-10	Capacidad de Partida Autónoma.....	13
Artículo 3-11	Exigencias adicionales a los Sistemas de Almacenamiento de Energía.....	13
Título 4	Exigencias mínimas para IBR GFL	14
Artículo 4-1	Exigencias Generales para IBR GFL.....	14
Artículo 4-2	Controlador de Tensión	14
Artículo 4-3	Requerimientos al Controlador de Tensión en condiciones de operación normal	14
Artículo 4-4	Requerimientos del Controlador de Tensión en condiciones de operación ante fallas ..	15
Artículo 4-5	Operación del IBR GFL ante fallas	16
Artículo 4-6	Cambio de prioridad de inyección de corriente ante fallas.....	17
Artículo 4-7	Controlador de Frecuencia/Potencia	17
Artículo 4-8	Conversión a una IBR GFM	18
Título 5	Modelos y pruebas	19
Artículo 5-1	Requisitos generales para modelos EMT	19
Artículo 5-2	Requisitos específicos de modelos EMT.....	19
Artículo 5-3	Parámetros técnicos de modelos EMT de los IBR GFM.....	21
Artículo 5-4	Informes de validación de modelos EMT	21
Artículo 5-5	Desempeño de la IBR GFM.....	22
Artículo 5-6	Desempeño de la IBR GFL	22

Artículo 5-7	Validación del desempeño de las IBR.....	22
Título 6	Monitoreo y actualización de parámetros.....	24
Artículo 6-1	Monitoreo y reporte continuo	24
Artículo 6-2	Actualización de parámetros de control	24
Título 7	Información Técnica.....	25
Artículo 7-1	Requisitos de Información de una IBR GFM.....	25
Título 8	Disposiciones Transitorias.....	27
Artículo 8-1	Entrada en vigencia del Anexo	27
Artículo 8-2	Entrega de modelos EMT de las instalaciones existentes	27
Artículo 8-3	Exigencias a IBR GFL existentes	27

Título 1 Aspectos generales

Artículo 1-1 Objetivo

El presente Anexo Técnico tiene por objeto establecer las exigencias técnicas mínimas adicionales a las establecidas en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, para las Instalaciones Basadas en Convertidores, a efecto de que éstos garanticen el cumplimiento de los objetivos de seguridad y calidad de servicio.

Artículo 1-2 Alcance

Las disposiciones establecidas en el presente Anexo Técnico serán aplicables a las Instalaciones Basadas en Convertidores que se encuentren interconectados o que se vayan a interconectar al Sistema Eléctrico Nacional.

Artículo 1-3 Abreviaturas

Sin perjuicio de que se aplican las abreviaturas establecidas en el Título 1-2 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, para efectos de este Anexo Técnico, se establecen las siguientes abreviaturas:

1. **AT IBR, Anexo o Anexo Técnico** : Anexo Técnico de Exigencias Mínimas de Instalaciones Basadas en Convertidores que se conecten al Sistema Eléctrico Nacional, de la NTSyCS.
2. **HIL** : Hardware en el Bucle, del inglés *Hardware In the loop*.
3. **IBR GFL** : Instalación Basada en Convertidores en modo seguidor de red.
4. **IBR GFM** : Instalación Basada en Convertidores en modo formador de red.
5. **FIV** : Fuente Interna de Voltaje.
6. **EMT** : Transitorios Electromagnéticos, del inglés *Electromagnetic Transient*.
7. **NTSyCS** : Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.
8. **OEM** : del fabricante original, del inglés *Original Equipment Manufacturer*.

9. **PLL** : Lazo de sincronización de fase, del inglés *Phase Locked Loop*.
10. **(z)** : Factor Equivalente de Amortiguamiento.

Artículo 1-4 Definiciones

Sin perjuicio de que se aplican las definiciones establecidas en el Título 1-2 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, para efectos de este Anexo Técnico, se establecen las siguientes definiciones:

1. **Banda de Asentamiento:** rango dentro del cual la señal de salida del Controlador de Frecuencia/Potencia o Controlador de Tensión de una IBR debe estabilizarse y permanecer dentro de este, luego de una desviación en la señal de entrada.
2. **Banda de Operación Normal:** intervalo de tensiones o frecuencias dentro del cual el Controlador de Tensión o Controlador de Frecuencia/Potencia de un IBR puede operar de forma continua, en cualquiera de sus modos de operación, sin activar los sistemas de protección.
3. **Convertidor(es) Formador de Red:** equipo que utiliza electrónica de potencia, cuyo modo de operación le permite establecer y controlar la magnitud y fase de la tensión como la frecuencia en el Punto de Conexión al SI. Es capaz de operar de manera independiente, incluso en ausencia de otras fuentes de tensión. Su funcionamiento le permite actuar como una fuente de tensión, controlando su propio fasor de tensión interno.
4. **Convertidor(es) Seguidor de Red:** equipo que utiliza electrónica de potencia, cuyo modo de operación se basa en un PLL, siguiendo la tensión y frecuencia establecidas por el sistema eléctrico.
5. **Amortiguamiento de Oscilaciones Subsíncronas:** corresponde a la capacidad de una IBR para atenuar las oscilaciones que se presentan a frecuencias inferiores a la nominal del SI.
6. **Cambio de Ángulo de Fase:** corresponde a la diferencia entre el ángulo de fase de la tensión medida en el Punto de Conexión al SI en un semiciclo del sistema eléctrico, respecto del ángulo de fase medido en el semiciclo anterior.
7. **Inercia Sintética:** capacidad de una IBR GFM de entregar, de manera instantánea, potencia activa, en respuesta a una perturbación en el sistema eléctrico. La respuesta inicial es automática y, por tanto, no requiere de mediciones de frecuencia en el Punto de Conexión al SI.
8. **Inestabilidad del PLL:** fenómeno dinámico que afecta a las IBR GFL, en el cual el PLL utilizado por el convertidor no puede seguir correctamente la fase de tensión en el Punto de Conexión al SI.
9. **Factor Equivalente de Amortiguamiento:** parámetro que mide la capacidad de la instalación para amortiguar oscilaciones y estabilizar el sistema eléctrico ante perturbaciones. Este factor

representa el nivel de amortiguamiento activo que el convertidor puede proporcionar para evitar fluctuaciones excesivas en la frecuencia y tensión del sistema eléctrico.

10. **Fuente Interna de Voltaje:** es la componente fundamental de la forma de onda de tensión generada a través de dispositivos electrónicos de potencia. Esta fuente opera de manera sincronizada con el sistema eléctrico bajo condiciones normales de operación.
11. **Potencia Inercial Activa:** potencia activa inyectada o absorbida por un Convertidor GFM en respuesta a variaciones de frecuencia del sistema eléctrico.
12. **Potencia por Salto de Fase:** potencia activa o reactiva inyectada o absorbida por un Convertidor GFM en respuesta a variaciones en el ángulo de fase entre su FIV y el Punto de Conexión al SI.
13. **Potencia de Amortiguamiento Activa:** respuesta controlada e instantánea de la potencia activa y reactiva de una IBR GFM, ante oscilaciones de la tensión en el Punto de Conexión al SI respecto a su FIV.
14. **Tiempo de Asentamiento:** intervalo de tiempo que transcurre desde que el Controlador de Frecuencia/Potencia o Controlador de Tensión detecta una desviación en la señal de entrada, hasta que la señal de salida correspondiente ingresa y permanece dentro de la Banda de Establecimiento.
15. **Tiempo de Reacción:** intervalo de tiempo que transcurre entre la ocurrencia de un cambio en la señal de entrada y el instante en que el Controlador de Frecuencia/Potencia o Controlador de Tensión inicia su respuesta mediante un cambio en la señal de salida correspondiente.
16. **Tiempo de Subida:** intervalo de tiempo requerido por el Controlador de Frecuencia/Potencia o Controlador de Tensión, para que, ante un cambio en la señal de entrada, la señal de salida correspondiente alcance el 90% de su valor final.

Título 2 Obligaciones y funciones

Artículo 2-1 Obligaciones y funciones del Coordinador

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el presente Anexo, el Coordinador deberá:

- i. Exigir el cumplimiento de las disposiciones del presente Anexo por parte de los Coordinados, requiriendo para esto los estudios, modelos, ensayos, planos y antecedentes que sean necesarios, en las instancias correspondientes establecidas en la normativa vigente.
- ii. Publicar y mantener actualizada la información señalada en el numeral precedente. Asimismo, deberá adoptar las medidas necesarias para resguardar la confidencialidad y reserva de aquella información, en particular, la que tenga carácter comercial o económico sensible.
- iii. Informar a la Superintendencia aquellos incumplimientos de las disposiciones del presente Anexo.
- iv. Dar cumplimiento a las exigencias del presente Anexo y la NTSyCS, en las materias que corresponda.
- v. Solicitar antecedentes adicionales o realizar auditorías, con tal de resguardar la veracidad de la información presentada por los Coordinados, de manera de verificar los cumplimientos establecidos en el presente Anexo.

Artículo 2-2 Obligaciones de los Coordinados

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el presente Anexo, los Coordinados deberán:

- i. Dar cumplimiento a las exigencias establecidas en el presente Anexo y en la NTSyCS, según corresponda.
- ii. Entregar la información técnica necesaria para el correcto cumplimiento de las funciones del Coordinador, en el ámbito del presente Anexo.
- iii. Actualizar en forma continua toda la información que el Coordinador requiera para cumplir sus funciones.
- iv. Ajustar los parámetros técnicos a requerimientos del Coordinador, cuando corresponda.
- v. Cumplir con las demás disposiciones que expresamente se determinan en el presente Anexo.

Título 3 Exigencias mínimas para IBR GFM

Artículo 3-1 Exigencias generales para IBR GFM

Las IBR GFM deberán cumplir con, al menos, las siguientes exigencias:

1. Regular la tensión y frecuencia de forma autónoma, en el Punto de Conexión al SI, resguardando los límites técnicos de la instalación.
2. La potencia aparente suministrada al sistema eléctrico debe ser directamente proporcional a la diferencia entre el fasor de su FIV y el fasor de la tensión en el Punto de Conexión al SI.
3. Por diseño, la energía debe estar disponible de forma instantánea para el SEN, sin que se vea retrasada por algoritmos de control en el lado de corriente continua. Para efectos del presente Título, se considerará instantáneo un tiempo menor a 5 milisegundos.
4. Responder de manera simétrica ante eventos del SEN. Las IBR GFM podrán entregar una respuesta asimétrica en los siguientes casos:
 - a. Para proteger la instalación, evitando daños en su operación.
 - b. Cuando la energía disponible para inyección o absorción no sea la misma en ambos sentidos.
5. Diseñada para operar de manera estable conectada a una Red Débil.
6. Proporcionar respuesta inercial, de acuerdo con el Artículo 3-5 del presente Anexo.
7. Proporcionar corrientes de cortocircuito dentro de sus rangos de operación de diseño, de acuerdo con el Artículo 3-8 del presente Anexo.
8. Gestionar fallas y perturbaciones, brindando soporte al SEN durante caídas de tensión u otras condiciones transitorias sin desconectarse, resguardando los límites técnicos de la instalación.
9. En condiciones normales, permanecer sincronizado con el SEN, manteniendo un ángulo de carga dentro del rango de 0 a 90 grados.
10. Proporcionar amortiguamiento positivo a las oscilaciones indeseadas de potencia en el SI.
11. Operar de manera independiente, es decir, sin requerir apoyo de otras unidades generadoras sincrónicas u otras IBR GFM, durante contingencias que provoquen la formación de Islas Eléctricas considerando la disponibilidad del recurso energético, según corresponda.
12. Proporcionar corriente de secuencia negativa, resguardando los límites técnicos de la instalación.
13. Verificar lo señalado en la letra j) del Artículo 3-6 de la NTSyCS.

Artículo 3-2 Controlador de Tensión

El Controlador de Tensión de una IBR GFM deberá ser autónomo, permitiéndole mantener la tensión dentro de los límites permitidos correspondientes, de acuerdo con lo establecido en la NTSyCS, sin requerir el apoyo de otras unidades generadoras sincrónicas u otras IBR GFM.

El Controlador de Tensión de la instalación deberá cumplir con, al menos, los siguientes requisitos:

1. El Tiempo de Reacción del controlador debe ser instantáneo.
2. El FIV del convertidor debe mantenerse constante en periodos transitorios, sin exceder los límites técnicos de la instalación.
3. El controlador deberá inhabilitarse cuando el control de inyección rápida de corriente se active, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 3-8 del presente Anexo.

Artículo 3-3 Parámetros del Controlador de Tensión

Los parámetros del Controlador de Tensión deberán ser ajustables en, al menos, las siguientes configuraciones:

- i. Diagrama PQ.
- ii. Los parámetros del control de inyección rápida de corriente.
- iii. Tiempos de Reacción.
- iv. La banda muerta del controlador.

Los parámetros antes señalados podrán ser ajustados por instrucción justificada del Coordinador, sin exceder las limitaciones técnicas de la instalación.

Artículo 3-4 Controlador Frecuencia/Potencia

El Controlador de Frecuencia/Potencia de una IBR GFM deberá ser autónomo, permitiéndole operar dentro de los márgenes de frecuencia establecidos en la NTSyCS, sin requerir el apoyo de otras máquinas sincrónicas u otras IBR GFM. Asimismo, deberá ser capaz de responder tanto a variaciones internas de la instalación como externas, éstas últimas provenientes del Punto de Conexión al SI.

El Controlador de Frecuencia /Potencia deberá cumplir con, al menos, los siguientes requisitos:

1. El Estatismo Permanente del controlador deberá ser ajustable dentro del rango del 2% al 5%.
2. La banda muerta deberá ser inferior a ± 30 [mHz].
3. El Controlador de Frecuencia/Potencia no deberá intervenir con la respuesta inercial de la instalación señalada en el Artículo 3-5 del presente Anexo.
4. El funcionamiento del controlador podrá estar limitado por la disponibilidad del recurso primario.

Los parámetros señalados podrán ser ajustados por instrucción del Coordinador, la cual deberá estar justificada en estudios o análisis de la operación del SEN, sin exceder las limitaciones técnicas de la instalación.

Artículo 3-5 Respuesta inercial

Las IBR GFM deberán proporcionar Inercia Sintética considerando lo siguiente:

- a. En el Régimen Transitorio, deberá tener una respuesta instantánea y la potencia inyectada debe reducir el RoCoF del sistema eléctrico, considerando la capacidad técnica de la instalación.
- b. Posterior al Régimen Transitorio, el controlador deberá ajustar la respuesta de la instalación para optimizar la gestión del ángulo de tensión y la potencia entregada. En este sentido, deberá responder a los ajustes de frecuencia de los controladores internos o externos, coordinándose con otros recursos del SEN.

A efecto de lo anterior, la instalación deberá contar con un margen de seguridad adecuado, el cual podrá garantizarse mediante distintas estrategias, entre ellas:

- i. Mantener un margen entre la potencia de despacho y la capacidad máxima de la instalación.
- ii. Utilizar la capacidad de sobrecarga de los convertidores.
- iii. Sobredimensionar la instalación, es decir, especificar una capacidad agregada de convertidores superiores a la requerida para la potencia nominal de salida.

Artículo 3-6 Control activo de salto de fase

Las IBR GFM deberán estar configuradas para aportar con Potencia por Salto de Fase. Para ello, deberá cumplir con las siguientes exigencias:

1. Su respuesta deberá ser instantánea.
2. El ángulo máximo de salto de fase deberá permitir una respuesta lineal y controlada, sin activar las funciones de limitación de corriente, considerando un ángulo de referencia cercano a 0 grados, el cual será el punto de operación normal en estado estable. El ángulo máximo de salto de fase no podrá ser inferior a 30 grados.
3. En Periodos Transitorios, la instalación deberá soportar un cambio adicional al máximo ángulo de salto de fase declarado para condiciones normales, el cual no podrá ser inferior a 5 grados. Asimismo, deberá continuar operando de manera estable con las funciones de limitación de corriente activadas.

A efectos de la aplicación del presente artículo, los Coordinados deberán entregar toda la información técnica relativa a las características técnicas del desempeño del control activo de salto de fase.

Artículo 3-7 Control de amortiguamiento de potencia activa

Las IBR GFM deberán proveer un Amortiguamiento de Oscilaciones Subsíncronas a las oscilaciones indeseadas del SEN, resguardando las siguientes características:

1. Entregar Potencia de Amortiguamiento Activa frente a oscilaciones del sistema eléctrico entre 0.05 [Hz] a 1 [Hz] *peak to peak*.
2. La respuesta de impedancia de secuencia positiva deberá contar con un ángulo de fase comprendido entre -90° y $+90^\circ$, a fin de contribuir positivamente al amortiguamiento de las oscilaciones en la mayoría de las condiciones de operación.
3. Las características de amortiguamiento deberán ser ajustables mediante software. Estas características deberán determinarse y ajustarse en función de las características del sistema eléctrico en el Punto de Conexión al SI.
4. La configuración y parametrización de los convertidores no deberán introducir nuevos modos oscilatorios inestables en el sistema eléctrico, ni exacerbar los modos oscilatorios existentes.
5. El sistema de control deberá ser capaz de proporcionar amortiguamiento en los siguientes fenómenos oscilatorios:
 - a. Oscilaciones subsíncronas resultantes de interacciones entre IBR GFL, ya sea entre ellos o con el sistema eléctrico, especialmente en una Red Débil.
 - b. Oscilaciones electromecánicas del sistema eléctrico, resguardando la capacidad técnica de la instalación.
 - c. Oscilaciones a frecuencias armónicas, producidas por resonancias eléctricas o Interacciones de Control.
6. Evitar resonancias a frecuencias elevadas producto de capacitancias en derivación o serie, cargas de línea o Interacciones de Control. Se podrán justificar excepciones cuando una resonancia interna de la IBR coincida con una resonancia del sistema eléctrico, priorizando, en estos casos, la protección de los equipos de la instalación sobre la provisión de amortiguamiento.

El amortiguamiento proporcionado por la IBR GFM deberá permitir que este opere dentro de sus capacidades técnicas, utilizando únicamente señales medidas localmente, sin requerir observabilidad del sistema eléctrico ni algoritmos de control de otros dispositivos conectados a este.

Artículo 3-8 Control de inyección rápida de corriente

Las IBR GFM deberán suministrar corriente reactiva de manera instantánea cuando la tensión, en el Punto de Conexión al SI, descienda del 90% de su valor nominal conforme a los siguientes requisitos:

1. En caso de una falla balanceada, la instalación deberá inyectar, al menos, su corriente reactiva máxima nominal cuando la tensión en el Punto de Conexión al SI sea 0 por unidad. Para tensiones intermedias, la corriente reactiva inyectada deberá estar en o por encima de la línea límite definida entre la zona de operación normal del control de tensión (representada en la Figura 1) y el punto correspondiente a su corriente máxima nominal a tensión 0 por unidad. La Figura 1 muestra ejemplos de estas líneas para distintas clasificaciones de corriente máxima (1.0 por unidad y 1.5 por unidad del valor nominal).

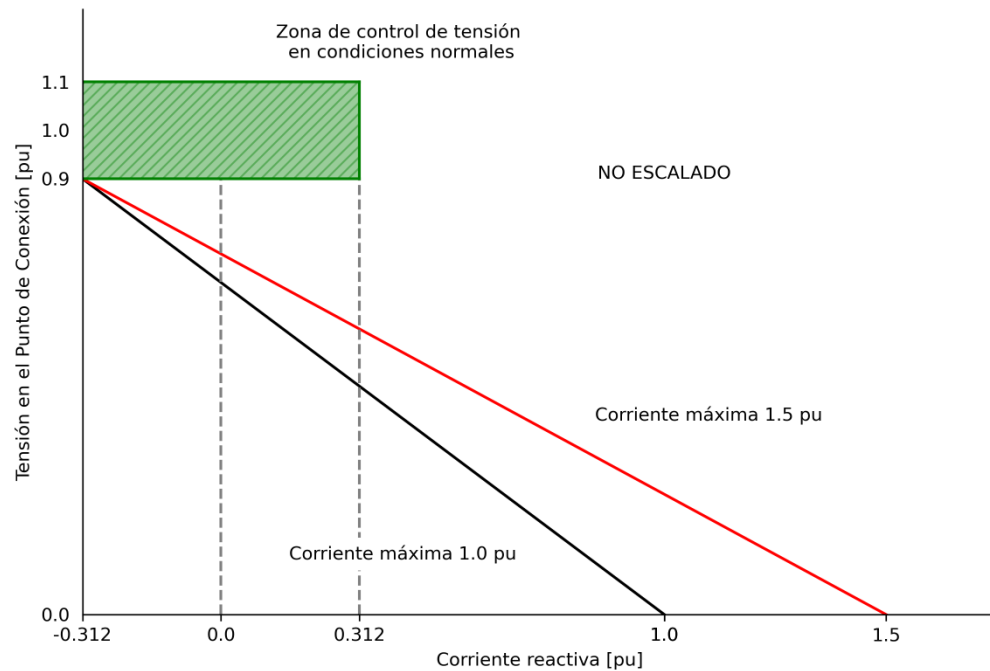


Figura 1: límite de entrega de corriente reactiva en condición normal y contingencia

2. Sin excepción, toda IBR GFM deberá inyectar una corriente reactiva superior a la que suministraba previo a la contingencia y, además, deberá aumentar progresivamente si la tensión, en el Punto de Conexión al SI, desciende de 0.9 por unidad.

En el caso de que la tensión antes indicada sea 0 por unidad, la corriente inyectada deberá permanecer sobre el área sombreada de la Figura 2, durante el Tiempo de Despeje de Falla. La IBR GFM deberá aportar, al menos, el 100% de su capacidad nominal de corriente de cortocircuito en un plazo máximo de 30 milisegundos.

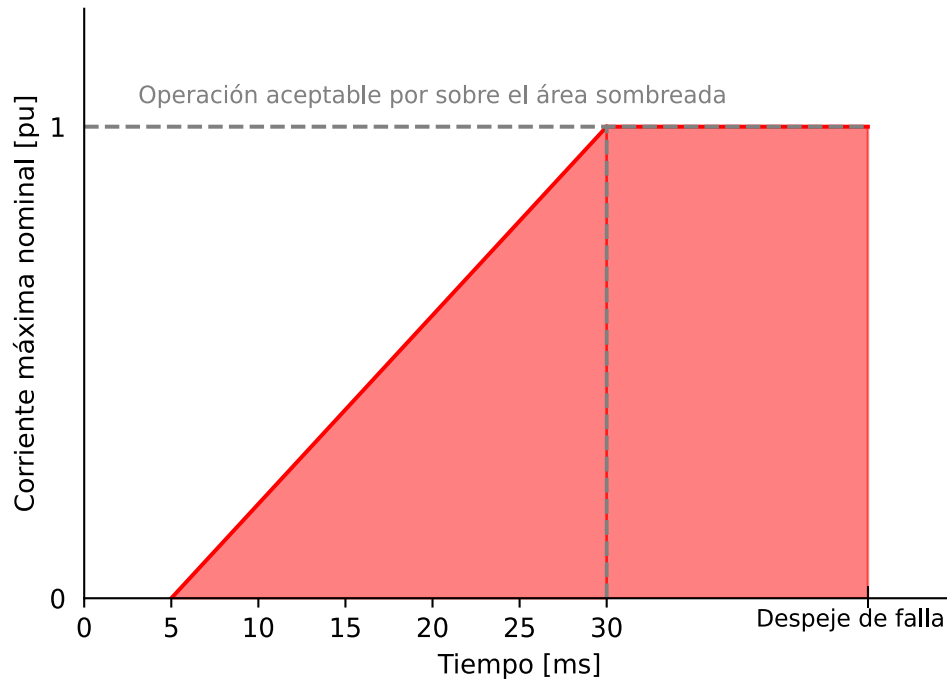


Figura 2: nivel de inyección de corriente ante contingencias

3. En caso de descensos de tensiones en el rango menor a 0.9 por unidad y mayor a 0 por unidad, la inyección de corriente se deberá ajustar de acuerdo con la Figura 1, en los tiempos indicados en la Figura 2.
4. Ante fallas asimétricas, la IBR GFM deberá inyectar corrientes asimétricas, incluyendo componentes de secuencia negativa, para propender a mantener una tensión balanceada en el Punto de Conexión al SI, en los tiempos indicados en la Figura 2.

Las exigencias anteriores deberán considerar, en todo momento, los límites técnicos de la instalación, así como la disponibilidad del recurso primario.

En casos debidamente justificados, en remplazo de las tensiones nominales a que se refiere el presente artículo, se podrán considerar las Tensiones de Servicio para las distintas barras del SI, según corresponda.

Artículo 3-9 Capacidad de operar en una Isla Eléctrica

Una IBR GFM con capacidad de operar en Isla Eléctrica, deberá cumplir con las siguientes exigencias:

1. Funcionar de manera estable en una Isla Eléctrica donde no existan otras IBR GFM ni unidades generadoras sincrónicas.
2. Operar de manera estable junto con otras IBR GFM o GFL, en ausencia de generación sincrónica.

3. Funcionar de manera estable ante fallas o perturbaciones en la Isla Eléctrica, siempre que estas no activen los sistemas de protección que desconecten la instalación del SI. Lo anterior, cuando la instalación cuente con suficiente energía almacenada o recurso primario disponible.
4. Seguir funcionando cuando el sistema eléctrico deje de operar con unidades generadoras sincrónicas, sin requerir controles externos ni sistemas de comunicación, siempre que el estado del SEN cuente con los recursos necesarios para una operación estable.
5. Continuar en operación asegurando una operación estable cuando se reconecten unidades de generación sincrónica o cuando vuelva a integrarse al sistema eléctrico, ya sea en una Red Débil o Fuerte.

Artículo 3-10 Capacidad de Partida Autónoma

La IBR GFM con capacidad de Partida Autónoma, deberá cumplir con las siguientes exigencias:

1. Iniciar su operación, establecer una referencia de tensión y frecuencia sin contar con suministro de electricidad externo.
2. Alimentar los sistemas auxiliares necesarios para su operación y energizar una parte del sistema eléctrico o Isla Eléctrica.
3. Suministrar corrientes de entrada adecuadas para la energización de transformadores (*inrush current*), el arranque de motores auxiliares de unidades generadoras sincrónicas, entre otros.
4. Contar con la capacidad de aumentar la tensión de referencia hasta su valor nominal con una tasa de rampa controlada, evitando corrientes de entrada excesivas que puedan afectar la energización de transformadores y líneas de transmisión.
5. Proporcionar una referencia de tierra para permitir una ruta de partida en negro.
6. Proporcionar una referencia de tensión constante que permitan la sincronización y restauración progresiva del sistema eléctrico.
7. Participar en un arranque autónomo colectivo, en aquellos casos en que la instalación está diseñada para operar en paralelo con otras instalaciones que posean Partida Autónoma.

Artículo 3-11 Exigencias adicionales a los Sistemas de Almacenamiento de Energía

Los Sistemas de Almacenamiento de Energía o la componente de almacenamiento de una CRCA que se encuentren conectados al SEN, deberán ser IBR GFM o, en su defecto, poder actualizarse para incorporar dicha característica de acuerdo con el Artículo 4-8 del presente Anexo.

Título 4 Exigencias mínimas para IBR GFL

Artículo 4-1 Exigencias Generales para IBR GFL

Las IBR GFL, deberán cumplir con, al menos, las siguientes exigencias:

1. Operar sincronizados con el sistema eléctrico, sin provocar interacciones indebidas con otros equipos de este sistema.
2. Gestionar fallas o perturbaciones, brindando soporte al sistema eléctrico durante caídas de tensión u otras condiciones transitorias sin desconectarse, conforme se establece en el Artículo 4-5 del presente Anexo.
3. Durante la operación en modo falla, el sistema de control de la instalación deberá tener la capacidad de conmutar entre operación con prioridad de corriente activa y operación con prioridad de corriente reactiva, según corresponda. Por defecto, ante eventos que involucren caídas de tensión que excedan la banda de operación del Controlador de Tensión, la instalación deberá operar conforme el Artículo 4-5 del presente Anexo.
4. Ante saltos de fase de la tensión en el Punto de Conexión al SI, en Estado Normal o Alerta, la instalación deberá continuar operando de forma estable conectada al SEN.
5. Verificar por medio de un estudio lo señalado en la letra j) del Artículo 3-6 de la NTSyCS.

Artículo 4-2 Controlador de Tensión

Las IBR GFL que operen conectadas al SI deberán disponer de un Controlador de Tensión, cuyo funcionamiento distinga explícitamente entre condiciones de operación normal y condiciones de operación ante fallas.

La instalación deberá activar su operación ante fallas, ante descensos de tensión en el Punto de Conexión al ST que excedan los límites definidos por el umbral de tensión de operación normal, de acuerdo con la letra k) Artículo 4-3 del presente Anexo.

Artículo 4-3 Requerimientos al Controlador de Tensión en condiciones de operación normal

En estado de operación normal, el Controlador de Tensión deberá cumplir con, al menos, los siguientes requerimientos:

- a) Estar diseñado para operar en cualquiera de los siguientes modos de control mutuamente excluyentes:
 - i. Regulación de tensión;
 - ii. Regulación del factor de potencia; y,
 - iii. Regulación de potencia reactiva en base a un valor de consigna.
- b) Permitir la conmutación entre los modos de control señalados en la letra a).

- c) El Tiempo de Reacción deberá ser inferior a 200 [ms].
- d) El Tiempo de Subida deberá ser inferior a 1 [s]. El Coordinador, justificadamente, podrá instruir un tiempo mayor, sin exceder los 30 [s].
- e) El Tiempo de Asentamiento deberá ser menor a 200 [ms].
- f) La Banda de Asentamiento deberá ser inferior a $\pm 5\%$.
- g) La sobreoscilación, definida como la diferencia entre el valor máximo de salida y el valor final estabilizado, dividida por el cambio real en la salida, expresado como porcentaje, no debe ser mayor a un 5%.
- h) El Estatismo Permanente será ajustable dentro del rango del 2% al 10%.
- i) Cuando la instalación opere en modo de regulación del factor de potencia, deberá ser capaz de mantener el factor de potencia dentro de un margen de $\pm 5\%$ de la potencia aparente nominal de la instalación.
- j) Cuando la instalación opere en el modo de control de regulación de potencia reactiva, deberá mantener el valor de consigna dentro de un margen de $\pm 5\%$ de la potencia aparente nominal de la instalación.
- k) Incorporar un umbral de tensión configurable para la activación de la operación ante fallas, cuyo valor por defecto será de $\pm 10\%$ de $\frac{\Delta U}{U_{nom}}$. Cuando la tensión en el Punto de Conexión al ST exceda dichos límites, el sistema de control de tensión en operación normal deberá inhabilitarse y la operación deberá operar conforme a lo establecido en el Artículo 4-5 del presente Anexo.
- l) El funcionamiento del Controlador de Tensión de la instalación estará limitado por la disponibilidad del recurso primario.

Sin perjuicio de lo establecido en el presente artículo, el Coordinador determinará el ajuste específico que deberán implementar las IBR GFL para cada uno de los requerimientos indicados, en atención a la seguridad y calidad de servicio, y de conformidad con lo establecido en el Artículo 3-5 de la NTSyCS.

Artículo 4-4 Requerimientos del Controlador de Tensión en condiciones de operación ante fallas

En condiciones de operación ante fallas, el Controlador de Tensión deberá cumplir con, al menos, los siguientes requerimientos:

- a) La operación ante fallas deberá activarse automáticamente dentro de un tiempo no superior a 20 [ms] desde la detección de la condición de baja tensión.
- b) El Tiempo de Asentamiento deberá ser inferior a 80 [ms].
- c) La Banda de Asentamiento deberá ser inferior a $\pm 10\%$.
- d) La inyección de corriente deberá cumplir con las exigencias establecidas en el Artículo 4-5 del presente Anexo.

- e) Cuando la tensión medida en el Punto de Conexión al ST regrese dentro de los límites de la banda de operación normal del Controlador de Tensión, el sistema de control de la instalación deberá activar la operación en condición normal, de acuerdo con el Artículo 4-3 del presente Anexo.

Sin perjuicio de lo establecido en el presente artículo, el Coordinador determinará el ajuste específico que deberán implementar las IBR GFL para cada uno de los requerimientos indicados, en atención a la seguridad y calidad de servicio y de conformidad con lo establecido en el Artículo 3-5 de la NTSyCS.

Artículo 4-5 Operación del IBR GFL ante fallas

Las IBR GFL deberán estar diseñadas para que, ante caídas de tensión, permanezcan conectadas al sistema eléctrico. Para ello, la tensión fase-tierra en el Punto de Conexión al SI de las fases falladas deberá variar dentro de la zona achurada de la Figura 3 (zona de no-desconexión), siempre que las tensiones en las fases no falladas no sobrepasen las tensiones máximas de servicio. Para estos efectos, la tensión deberá medirse en el lado de mayor tensión del Punto de Conexión.

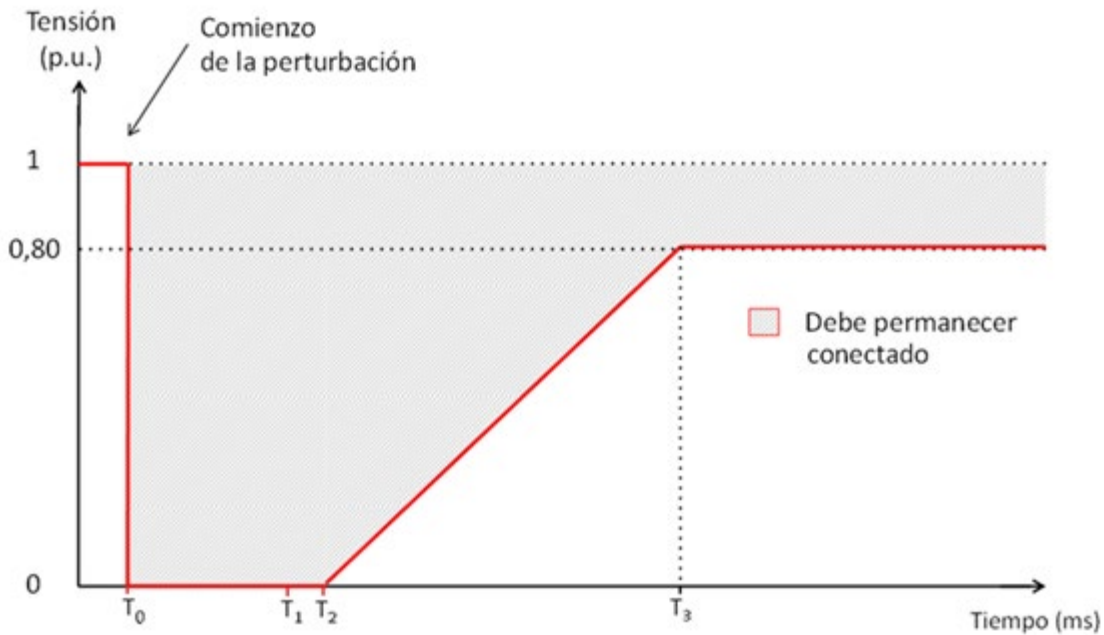


Figura 3: zona de no desconexión ante caídas de tensión para un IBR GFL

Siendo:

$T_0 = 0$ [ms], tiempo de inicio de la falla.

T_1 = tiempo máximo de despeje de falla establecido en el Artículo 5-40 de la NTSyCS, según el nivel de tensión del Punto de Conexión al SI.

$T_2 = T_1 + 20$ [ms].

$T_3 = 1000$ [ms].

Adicionalmente, en condiciones de operación ante fallas, la instalación deberá priorizar la inyección de corriente reactiva. En dicho modo, la instalación deberá suministrar corriente reactiva adicional (ΔI_r) en un monto igual al 2% de la corriente nominal (I_{nom}) por cada 1% de $\Delta U/U_{nom}$ en el Punto de Conexión.

$$\frac{\Delta I_r}{I_{nom}} = 2 \frac{\Delta U}{U_{nom}}$$

Donde se tiene que:

- $\Delta I_r = I_r - I_{r0}$
- $\Delta U = U - U_0$
- Con I_{r0} y U_0 la corriente reactiva y tensión antes de la falla, respectivamente.

La IBR GFL que se encuentre en condiciones de operación ante falla, deberá inyectar una corriente aparente de secuencia positiva de hasta el 100% de la I_{nom} . Esta acción del sistema de control de la instalación deberá mantenerse hasta que la tensión, medida en el lado de mayor tensión del Punto de Conexión, retorne dentro de los límites definidos por la banda de operación normal de su Controlador de Tensión.

A partir del instante en que se despeje la falla o finalice el evento que produjo la caída de tensión en el Punto de Conexión, y dicha tensión retorne dentro de banda de operación normal del Controlador de Tensión, la IBR GFL deberá reestablecer su inyección de potencia activa al valor previo al evento, en el menor tiempo posible. Para ello, deberá encontrarse dentro de la Banda de Asentamiento de $\pm 10\%$ de la misma en un tiempo no mayor a 1 segundo, considerando la disponibilidad del recurso primario. Lo anterior, con la finalidad de asegurar que el Controlador de Frecuencia/Potencia permanezca operativo y cumpla con los requisitos de desempeño establecidos en el Artículo 4-7 del presente Anexo, una vez finalizada la acción del sistema de control asociado al evento.

Sin perjuicio de lo anterior, el Coordinador podrá disponer un cambio de prioridad de inyección de corriente ante falla, de acuerdo con lo señalado en el siguiente Artículo 4-6 presente Anexo.

Artículo 4-6 Cambio de prioridad de inyección de corriente ante fallas

El Coordinador podrá instruir justificadamente a una IBR GFL que, en condiciones de operación ante fallas, priorice la inyección de corriente activa por sobre la inyección de corriente reactiva o viceversa, de acuerdo con los resultados del Estudio de Requerimientos de Robustez del SEN vigente.

El Coordinador deberá comunicar la instrucción de cambio de prioridad a los Coordinados que correspondan, indicando expresamente las instalaciones involucradas, la fecha de inicio de la instrucción y las condiciones bajo las cuales se aplicará.

Artículo 4-7 Controlador de Frecuencia/Potencia

Las IBR GFL que operen conectadas al SI deberán disponer de un Controlador de Frecuencia/Potencia, el cual deberá cumplir con, al menos, los siguientes requisitos mínimos:

- a) El Tiempo de Reacción deberá ser inferior a 1 [s]. El Coordinador podrá aceptar retardos superiores sólo en caso de que el Coordinado proporcione evidencias técnicas que lo justifiquen.
- b) El Tiempo de Subida deberá ser inferior a 4 [s].
- c) El Tiempo de Asentamiento deberá ser inferior a 10 [s].
- d) La Banda de Asentamiento deberá ser inferior a $\pm 5\%$.
- e) El Estatismo Permanente deberá ser ajustable dentro del rango del 2% al 5%.
- f) La banda muerta deberá ser inferior a ± 30 [mHz].
- g) El funcionamiento del Controlador de Frecuencia/Potencia de las instalaciones estará limitado por la disponibilidad del recurso primario.

Las IBR GFL deberán contar también con funciones de control que aseguren que la tasa de toma de carga no supere un valor ajustable entre 0 a 20% de la potencia nominal de la instalación por minuto, en su arranque y durante su operación normal.

Sin perjuicio de lo establecido en el presente artículo, el Coordinador determinará el ajuste específico que deberán implementar las IBR GFL para cada uno de los requerimientos presentados será determinado por el Coordinador, en atención a la seguridad y calidad de servicio y de conformidad con lo establecido en el Artículo 3-5 de la NTSyCS.

Artículo 4-8 Conversión a una IBR GFM

En el caso de que una IBR GFL modifique su modo de operación a IBR GFM, este deberá realizar una solicitud de Modificación Relevante al Coordinador, de acuerdo con el Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI” de la NTSyCS o la normativa que la reemplace. En dicho caso, el Coordinado deberá cumplir con las exigencias establecidas en el presente anexo técnico y la normativa vigente.

El Coordinador deberá validar los modelos y pruebas de la instalación de acuerdo con lo señalado en el Título 5 del presente Anexo.

Título 5 Modelos y pruebas

Artículo 5-1 Requisitos generales para modelos EMT

Los propietarios, arrendatarios, usufructuarios o quienes operen, a cualquier título, las instalaciones indicadas en el Artículo 1-2 del presente Anexo, deberán presentar al Coordinador, previo a la Entrada en Operación, modelos EMT que permitan realizar simulaciones y análisis de transitorios electromagnéticos, los cuales deberán ser validados por el Coordinador. En caso de modificación relevante de instalaciones, también deberán hacer la entrega de dichos modelos, de acuerdo con el Anexo Técnico “Requisitos Técnicos Mínimos de Instalaciones que se Interconectan al SI” de la NTSyCS.

Estos modelos deberán cumplir los siguientes requisitos generales:

1. Deben ser modelos OEM que permitan realizar simulaciones precisas de las respuestas de la instalación en su conjunto ante eventos. Estos modelos deben reflejar las características técnicas propias de su diseño como, por ejemplo: componentes específicos, configuraciones, controles, protecciones, entre otros.
2. Representar con precisión la IBR, incluyendo todos los controles y protecciones relevantes, tanto de *software* como de *hardware*, que puedan afectar la operación de la instalación en los estudios que se someterá.
3. Permitir un análisis preciso de transitorios electromagnéticos de la interacción entre la instalación y el sistema eléctrico.
4. Entregar junto al modelo, una guía de usuario elaborada por el proveedor o fabricante de los equipos. Esta guía debe describir las particularidades de los modelos, funcionalidades, modos de operación, parámetros de entrada, parámetros de salida, entre otros.
5. Entregar junto al modelo EMT, un modelo con sus ajustes basados en el *firmware* de la planta misma en operación, en formato DLL o código fuente.
6. Entregar junto al modelo EMT, un informe de validación del modelo de acuerdo con lo señalado en el Artículo 5-4 del presente Anexo.
7. El modelo deberá operar en un *software* de simulación especializados en análisis de transitorios electromagnéticos en sistemas eléctricos de potencia. El *software* en el cual funcionan los modelos ser señalado en la guía indicada en el numeral 4 del presente artículo.

Aquellas modificaciones que se realicen a la IBR, y que afecte su operación, deberá ser informada al Coordinador, mediante la forma y medio que este establezca, e incorporada en los modelos EMT.

Artículo 5-2 Requisitos específicos de modelos EMT

Los modelos EMT deberán cumplir con los siguientes requisitos específicos:

1. Representar con exactitud la respuesta de la IBR a eventos en el sistema eléctrico, tales como: fallas, perturbaciones en la frecuencia del sistema eléctrico, conexión o desconexión de líneas de transmisión, entre otros. Incluyendo el modelo los siguientes elementos:
 - a. Controles a nivel de planta y los bucles de control internos del convertidor, los cuales generan los pulsos de disparo para los interruptores de las válvulas.
 - b. Módulos de medición y filtrado de la señal de entrada, basados en algoritmos y filtros reales de procesamiento de señales, asegurando que los retardos de comunicación y el procesamiento de señales estén adecuadamente representados.
 - c. Modelación de los interruptores electrónicos de potencia, que podrá realizarse entre otros, mediante:
 - i. Modelos de conmutación detallados.
 - ii. Modelos de representación mediante fuente de tensión o corriente controladas. En caso de utilizar esta representación, se deberá verificar que las funciones de control y protección no estén simplificadas, asegurando un adecuado análisis de respuesta dinámica.
2. Incorporar todas las funciones de control y protección a nivel de planta y convertidor, incluyendo:
 - a. Ajustes en los sistemas de protección de la instalación.
 - b. Configuración de tolerancia a descensos de tensión, especificando las condiciones de activación y desactivación del Controlador de Tensión.
 - c. Ajustes de inyección y absorción de corriente activa y reactiva en condiciones de operación ante fallas.
3. Incorporar los sistemas críticos que afectan la estabilidad, respuesta y tolerancia de la planta frente a perturbaciones, tales como:
 - a. PLL.
 - b. Chopper del enlace de corriente continua.
 - c. Protección y control del enlace de corriente continua.
 - d. Funciones de limitación de corriente del convertidor.
4. Incluir detalles de componentes mecánicas como, por ejemplo, características de las turbinas eólicas, así como detalles de componentes eléctricas como, por ejemplo, los señalados en el siguiente Artículo 5-3 del presente Anexo.
5. Proporcionar acceso a los parámetros de entrada disponibles para el usuario final, incluyendo:
 - a. Selección del modo de operación, como control de tensión, control de potencia reactiva, control de factor de potencia, entre otros.

- b. Ajustes configurables por el usuario, tales como potencia de la planta, tensión de referencia, respuesta rápida de frecuencia, ajuste de rampas y bandas muertas, entre otros.
 - c. Opciones de controles configurables, tales como amortiguamiento, inyección de corriente reactiva o activa en condiciones de operación ante falla, entre otras.
6. Dar acceso a señales internas necesarias para la interpretación del comportamiento del modelo y la realización de estudios eléctricos, como señales de disparo de los sistemas de protección y alarmas. Las descripciones de las señales internas deberán estar contenidas en la guía de usuarios señalada en el numeral 4 del Artículo 5-1 del presente Anexo.
 7. El proveedor o fabricante del convertidor deberá especificar si el modelo EMT suministrado es adecuado para estudios de impacto armónico. En caso contrario, deberá proporcionar un modelo adecuado para dichos estudios.
 8. Permitir visualizar los parámetros técnicos señalados en Artículo 5-3 del presente Anexo, según corresponda.

El Coordinador podrá solicitar requisitos adicionales en los modelos, justificadamente, con el fin de validar el comportamiento de los controladores exigidos en el presente Anexo.

Artículo 5-3 Parámetros técnicos de modelos EMT de los IBR GFM

Los modelos EMT de los IBR GFM deberán permitir la visualización de, al menos, los siguientes parámetros:

1. Reactancia primaria del Convertidor GFM, en por unidad.
2. Reactancia adicional entre el terminal del Convertidor GFM y el Punto de Conexión al SI, en por unidad.
3. El ángulo nominal entre la FIV y los terminales de entrada del Convertidor GFM, en radianes.
4. El ángulo nominal entre la FIV y el Punto de Conexión al SI, en radianes.
5. La tensión nominal de la FIV, en por unidad.
6. El ángulo nominal de la FIV, en radianes.
7. El ángulo eléctrico nominal entre la corriente y tensión en la entrada del transformador de potencia del ST, en radianes.

El Coordinador podrá solicitar la visualización de parámetros adicionales en los modelos antes mencionados, justificadamente, con el fin de validar el comportamiento del IBR GFM.

Artículo 5-4 Informes de validación de modelos EMT

Los modelos EMT deberán ser validados por los fabricantes. Para ello, podrá utilizar alguno de los siguientes métodos de validación:

1. Informes de pruebas de fábrica sobre el desempeño del convertidor ante eventos del sistema eléctrico.
2. Pruebas de validación HIL.
3. Mediciones de campo del equipo instalado tras una falla en el sistema eléctrico.
4. Mediante pruebas de laboratorio del equipo.
5. Mapeo de la versión del *firmware* real del convertidor, a nivel de planta, con la versión del modelo EMT.
6. Comparación del desempeño entre un modelo EMT detallado y un modelo EMT agregado para verificar la coherencia en su rendimiento.

El Coordinador, justificadamente, podrá definir otro método o conjunto de pruebas de validación de los modelos EMT.

Artículo 5-5 Desempeño de la IBR GFM

El modelo EMT deberá permitir la verificación el desempeño de las siguientes componentes de una IBR GFM:

- a) Controlador de Tensión.
- b) Controlador de Frecuencia/Potencia.
- c) Respuesta inercial.
- d) Control activo de salto de fase.
- e) Control de amortiguamiento de potencia.
- f) Corriente de inyección rápida de corriente.

La verificación del desempeño deberá evaluarse en el Punto de Conexión al SI, considerando una Red Débil.

Artículo 5-6 Desempeño de la IBR GFL

El modelo EMT deberá permitir la verificación el desempeño de las siguientes componentes de una IBR GFL:

- a) Controlador de Tensión tanto en condiciones de operación normal como ante fallas.
- b) Controlador de Frecuencia/Potencia.

La verificación del desempeño deberá evaluarse en el Punto de Conexión al SI.

Artículo 5-7 Validación del desempeño de las IBR

El Coordinador previo a la Entrada en Operación de la instalación deberá validar el desempeño de los componentes de la IBR, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 5-5 y Artículo 5-6 del presente

Anexo, según corresponda. Para ello, el Coordinador deberá definir un set de pruebas para asegurar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en el presente Anexo.

Sin perjuicio de lo anterior, el Coordinador deberá además validar los siguientes puntos en el caso de las IBR GFM:

- a) La transición estable entre su Controlador de Tensión y el control de inyección rápida de corriente considerando tanto el inicio de la falla como su despeje. Luego del despeje de la falla, el Controlador de Tensión deberá minimizar el riesgo de sobretensiones transitorias.
- b) La transición estable entre el Controlador de Frecuencia/Potencia y la respuesta inercial de la instalación.
- c) Capacidad de proporcionar Partida Autónoma, si corresponde.
- d) La estabilidad operativa ante saltos de fase de hasta 60 grados, determinando el límite máximo tolerado.
- e) Capacidad de formar una Isla Eléctrica que demuestren la estabilidad de la operación del sistema eléctrico, si corresponde.

Título 6 Monitoreo y actualización de parámetros

Artículo 6-1 Monitoreo y reporte continuo

Las IBR deberán contar con sistemas de monitoreo en tiempo real que permitan la recopilación, análisis y almacenamiento de datos operativos. Estos sistemas deberán ser capaces de detectar y reportar desviaciones en los parámetros de operación, incluyendo la frecuencia, tensión y RoCoF.

Las IBR deberán estar equipadas con sistemas de registro capaces de medir con una resolución de 10milisegundos, los siguientes parámetros:

1. Frecuencia del sistema eléctrico, conforme lo establece la NTSyCS.
2. RoCoF medido mediante un promedio móvil de 500milisegundos, conforme lo establece la NTSyCS.
3. Registro del ángulo de salto de fase de la red, mediante un algoritmo designado por el Coordinador, o un método que registre el período de cada medio ciclo con una resolución de 10 microsegundos.

Artículo 6-2 Actualización de parámetros de control

Las IBR deberán contar con la capacidad de ajustar sus parámetros control a través de *software*, en función de las condiciones del sistema eléctrico o de nuevos requerimientos normativos.

Deben ser ajustables en los siguientes parámetros:

1. Estatismo Permanente del Controlador Frecuencia/Potencia y el Controlador de Tensión.
2. Tiempos de Respuesta.
3. Ajustes de banda muerta.

Cualquier modificación en los parámetros de control deberá contar con la autorización previa del Coordinador antes de su implementación y estar en concordancia con las características técnicas de la instalación.

Título 7 Información Técnica

Artículo 7-1 Requisitos de Información de una IBR GFM

Los propietarios, arrendatarios, usufructuarios o quienes operen, a cualquier título, las instalaciones indicadas en el Artículo 1-2 del presente Anexo, deberán proporcionar al Coordinador de acuerdo con el Anexo Técnico “Información Técnica de Instalaciones y Equipamiento” de la NTSyCS, al menos, la siguiente información:

1. Diagrama de impedancia en función de la frecuencia.
2. Diagrama de Nichols.
3. Esquema de arquitectura y su diagrama de bloques en Laplace.
4. Documentación técnica asociada al modelo EMT.
5. El tipo de IBR GFM (unidad de generación, Sistema de Almacenamiento de Energía, compensación dinámica reactiva, CRCA, entre otros).
6. Máxima capacidad continua, en [MVA] y capacidad máxima, en [MW].
7. Respuesta de potencia activa, en MW, tanto absorbida como inyectada, para un RoCoF de 1 [Hz/s].
8. Límite de salto de fase en Estado Normal, en grados.
9. Límite de salto de fase durante contingencias, en grados.
10. Potencia por Salto de Fase, para el ángulo nominal, en [MW].
11. Potencia de Amortiguamiento Activa para una variación u oscilación de frecuencia del sistema entre 0.05 [Hz] y 1 [Hz].
12. Constante de inercia H, determinado mediante:

$$H = \frac{MWs \text{ Instalados}}{MVA \text{ nominales instalados}}$$

Donde:

H : constante de inercia, en [MWs/MVA].

MWs Instalados: capacidad de respuesta inercial de la instalación, en [MWs].

MVA nominales instalados: capacidad total de la IBR, en [MVA].

13. Constante de inercia efectiva H_e , determinado mediante:

$$H_e = \frac{Respuesta \text{ RoCoF} * f}{2 * S}$$

H_e : constante de inercia efectiva, en [MWs/MVA].

Respuesta RoCoF: potencia entregada o absorbida en respuesta a la Tasa de Cambio de Frecuencia de la instalación igual a 2, en [Hz/s].

f : frecuencia del SEN, en [Hz].

S : capacidad nominal de la instalación, en [MVA].

14. Capacidad de sobrecarga continua, si corresponde, en por unidad.
15. Peak de corriente nominal en por unidad.
16. Tensión nominal en el Punto de Conexión, en [kV].
17. Máxima tensión de la FIV del convertidor para la peor condición, en por unidad.
18. Máximo aporte de cortocircuito trifásico al Punto de Conexión al SI, en [kA].
19. Máximo aporte de cortocircuito monofásico al Punto de Conexión al SI, en [kA].
20. Máximo aporte de corriente de secuencia negativa, en [kA].
21. (z).

Título 8 Disposiciones Transitorias

Artículo 8-1 Entrada en vigencia del Anexo

Las disposiciones asociadas a las IBR GFM establecidas en los Títulos 3, 5, 6 y 7 del presente Anexo entrarán en vigor seis meses después de la fecha de publicación de su resolución exenta en el Diario Oficial, conforme a lo establecido en la letra e) del artículo 6 del Decreto N°316, del 07 de Julio de 2023, del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Las demás disposiciones del presente Anexo entrarán en vigor a partir de la fecha de publicación de su resolución exenta en el Diario Oficial.

Artículo 8-2 Entrega de modelos EMT de las instalaciones existentes

Las instalaciones existentes deberán entregar los modelos EMT a los que hace referencia el Artículo 5-1 del presente Anexo.

El Coordinador deberá definir, en un plazo no mayor a tres meses de publicado el presente Anexo, un cronograma para la entrega de estos modelos. La asignación de fechas de la entrega de dichos modelos deberá considerar entre otros, criterios de seguridad e impacto en la operación. El cronograma no podrá extenderse por más de un año desde su emisión.

Asimismo, el Coordinador deberá validar en un plazo no mayor a 15 días hábiles, contados desde la recepción de los modelos a que hace referencia el inciso anterior.

Artículo 8-3 Exigencias a IBR GFL existentes

Para dar cumplimiento a las exigencias indicadas en el Título 4, los titulares de las IBR GFL conectadas al SEN, así como los titulares de las IBR GFL que se encuentren declaradas en construcción, conforme a lo dispuesto en el 72°-17 de la Ley al momento de la publicación del presente Anexo, deberán presentar al Coordinador en un plazo no superior a nueve meses, un plan de adecuaciones que les permita cumplir con lo establecido en el presente Anexo Técnico, salvo lo indicado en el numeral 5 del Artículo 4-1 del presente Anexo.

Dicho plan deberá incluir una descripción de las obras, plazos de ejecución, cronograma de actividades que contemple la coordinación con el Coordinador, entre otros aspectos.

Las adecuaciones, a las que se refiere el plan señalado en el inciso anterior, se consideran como modificaciones en el *software* o *hardware* del sistema de control vinculado a los convertidores.

En el caso de las instalaciones que técnicamente no puedan cumplir con los requisitos antes señalados, los titulares tienen la obligación de notificar esta situación al Coordinador en un plazo máximo de tres meses a partir de la publicación del presente Anexo, justificando la imposibilidad técnica de dar cumplimiento a lo antes señalado a través de un informe técnico. El Coordinador, en un plazo máximo de tres meses, deberá analizar las razones técnicas expuestas en el informe técnico y comunicar a la Comisión el análisis técnico realizado. La Comisión emitirá una resolución

pronunciándose sobre aquellas instalaciones que técnicamente no puedan cumplir con algunas de las disposiciones establecidas en el presente Anexo.