



PROCEDIMIENTO NORMATIVO DE MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA DE

Seguridad y Calidad de Servicio

SESIÓN N°5

Subdepartamento de Normativa
Departamento Eléctrico
Comisión Nacional de Energía

24 de octubre de 2024





Agenda

- **Antecedentes Generales de la Sesión**
- **Calendario de las Sesiones**
- **Temas de la Presentación**

Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Antecedentes Generales

Antecedentes Generales

➤ Presentación

- Se expone un tema.
- Tiempo de discusión 5 a 15 minutos.

➤ Sesión N°5:

- **Presidente de Comité:** Fernando Mondaca.
- **Secretario de Actas:** Ricardo Edwards.

➤ Informan su inasistencia a sesión N°5:

- **Sra. Verónica Cortez** de Collahuasi.



Antecedentes Generales

➤ Invitados a sesión N°5:

- **Sra. Carla Hernández** del Coordinador Eléctrico Nacional (V).
- **Sr. Victor Velar** del Coordinador Eléctrico Nacional (V).
- **Sr. Eugenio Quintana** del Coordinador Eléctrico Nacional (V).
- **Sr. Patricio Lagos** del Coordinador Eléctrico Nacional (V).
- **Sr. Hero Morales Mancilla** de Collahuasi (P).
- **Sr. Felipe Cantero** de Compañía Trasmisora La Cabada (V).
- **Sr. Sergio Hurtado** de Aes Andes S.A. (V).
- **Sr. Johann Heyl** de Huawei (V).
- **Sr. Franco Chiarella** de ACERA (V).
- **Sr. Fernando Zurita** de ACERA (P).
- **Sr. Danilo Jara** de ACESOL (V).
- **Sr. Pablo Bravo** de Transelec S.A. (V).
- **Sra. Yazmin Altamirano** de la Comisión Nacional de Energía (P).



Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Calendario de Sesiones

Calendario de Sesiones

1ª sesión	Jun	27 Junio 2024
2ª sesión	Jul	25 Julio 2024
3ª sesión	Ago	22 Agosto 2024
4ª sesión	Sep	26 Septiembre 2024
5ª sesión	Oct	24 Octubre 2024
6ª sesión	Nov	21 Noviembre 2024
7ª sesión	Dic	19 Diciembre 2024
8ª sesión	Ene	16 Enero 2025
	Feb	VACACIONES
9ª sesión	Mar	13 Marzo 2025
10ª sesión	Abr	10 Abril 2025
11ª sesión	May	08 Mayo 2025
12ª sesión	Jun	05 Junio 2025

- 12 sesiones.
- Duración: 120 a 180 minutos.
- 1 sesión por mes.
- En febrero se suspende CC por vacaciones.
- Las sesiones en las cuales presente la Comisión serán presenciales (oficinas de la CNE).



Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Temas de la Presentación

Temas de la Presentación

Enfoque principal:

- Analizar los artículos del Capítulo 3 no revisados en la sesión N°4 con el objetivo de incorporar los sistemas de almacenamiento y ajustar las solicitudes asociadas a la tecnología *grid following*.
- Analizar los requisitos que establecerá la NT respecto a la tecnología *grid forming*.



Temas de la Presentación

- Artículos levantados por la Comisión teniendo en consideración el estudio de análisis de la NTSyCS y sus respectivos Anexos, antecedentes de la industria, la SEC y el Coordinador.
 - **Capítulo 3: Funciones atribuciones y Obligaciones.**
 - Artículos 3-8, 3-13, 3-14, 3-16, 3-17, 3-20.
 - **Nuevo Anexo Técnico: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR.**



Capítulo 3: Exigencias Mínimas para diseño de Instalaciones

➤ Artículo 3-8:

- Se adicionó:

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 ésta retorne a la banda muerta del control de tensión, la inyección de corriente activa de la central deberá retornar, en el menor tiempo posible, al valor previo al evento. Para ello, deberá encontrarse dentro de la banda de tolerancia de $\pm 10\%$ de la misma en un tiempo no mayor a 1 segundo. Lo anterior, con la finalidad que el controlador de frecuencia/potencia permanezca operativo para cumplir con el desempeño indicado en el Artículo 3-17 tras concluir la acción del controlador de tensión asociada al evento.



➤ Artículo 9-24:

- Se incorpora el artículo para lograr implementar las modificaciones del artículo 3-8.

Capítulo 3: Exigencias Mínimas para diseño de Instalaciones

➤ Artículo 3-13:

- **Objetivo:** Asegurar el control de tensión en barras de alta tensión de una determinada central.
- **Exigencias:** Centrales y parques de 50 MW o más deben implementar sistemas de control conjunto de potencia reactiva/tensión. Además, el Coordinador puede exigir controles individuales o conjuntos en función de estudios específicos.
- Se propone reducir el nivel de potencia de las centrales o SAE y generalizar las solicitudes de los parques eólicos y fotovoltaicos a todas las tecnologías a base de inversores.
- El motivo principal otorgar mayor flexibilidad al sistema al disponer de más recursos para el control de tensión.
- **¿Están de acuerdo con que esta solicitud normativa se realice a instalaciones existentes?**



Capítulo 3: Exigencias Mínimas para diseño de Instalaciones

➤ Artículo 3-14:

- **Objetivo:** Garantizar la estabilidad del SI.
- **Exigencias:** Unidades de 50 MW o más deben tener un limitador de mínima excitación y protección contra pérdida de excitación si son unidades sincrónicas y disponer de un PSS las unidades eólicas y fotovoltaicas. Unidades menores pueden requerir PSS si provocan oscilaciones indeseadas en el sistema.
- Se propone que, con independencia de la potencia nominal individual de las centrales, si los estudios específicos que realice el Coordinador lo justifican, se podrá exigir a cualquier unidad generadora la implementación de un PSS (tecnología IBR).
- El motivo principal es otorgar mayor flexibilidad al sistema al disponer de más recursos para el control de tensión.



Capítulo 3: Exigencias Mínimas para diseño de Instalaciones

➤ Artículo 3-16 y 3-17:

- Se propone generalizar las solicitudes del artículo 3-17 que actualmente son para parque eólicos y fotovoltaicos, a toda tecnología a base de inversores.
- Para ambos artículos se analizará su compatibilidad con tecnología Grid Forming.

➤ Artículo 3-20:

- **Objetivo:** Garantizar la supervisión y coordinación en tiempo real de unidades generadoras y equipos de compensación de potencia activa.
- **Exigencias:** Las unidades deben proporcionar información clave al Coordinador, como potencia activa/reactiva, posición de taps e interruptores, tensiones, frecuencias, y nivel de embalses (para hidroeléctricas). Los parques eólicos, fotovoltaicos y motores diésel deben reportar estas variables desde su Punto de Conexión al SI.



Capítulo 3: Exigencias Mínimas para diseño de Instalaciones

➤ Artículo 3-20:

- Se propone habilitar que los SAE que operen conectados al SI, deban cumplir con las exigencias del artículo, asimismo los aspectos mínimos exigidos para parques eólicos y fotovoltaicos se generalizarán para instalaciones que utilicen inversores para inyectar su energía al SI.
- La revisión no se concluirá en esta sesión, sino cuando se analice el capítulo 4 de la NTSyCS.
- Se solicitará a los SAE la potencia activa neta absorbida, **¿Consideran necesario solicitar otras variables para los SAE?**



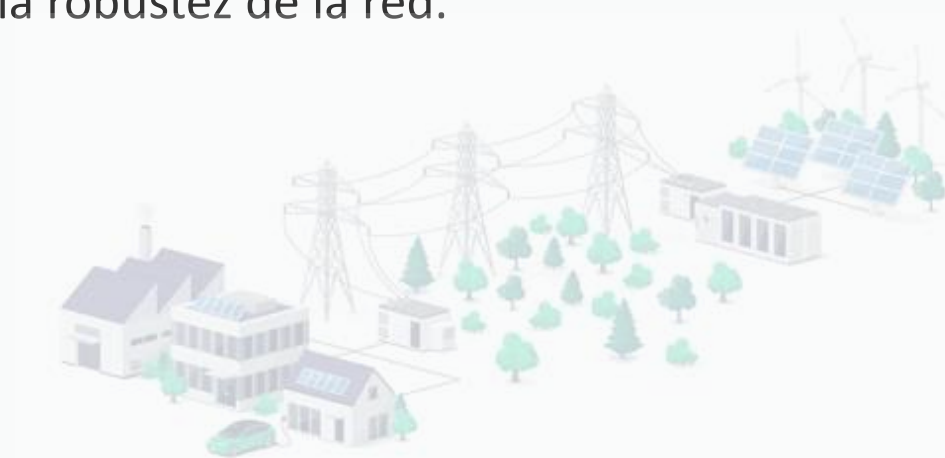
Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio

Nuevo Anexo Técnico

Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Características GFM:

- **Control de voltaje y frecuencia:** los convertidores GFM regulan el voltaje y la frecuencia de la red de forma autónoma, lo que les permite formar una red eléctrica estable incluso en ausencia de máquinas sincrónicas.
- **Emular inercia:** proporcionan inercia sintética al responder a las desviaciones de frecuencia, de forma muy similar a los generadores tradicionales con inercia física.
- **Aporte de corriente de cortocircuito:** proporcionan corriente de cortocircuito durante una falla en el sistema eléctrico, permitiendo aportar a la robustez de la red.



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Características GFM:

- **Funcionamiento en isla:** los GFM **pueden** funcionar de forma independiente durante los eventos de aislamiento, lo que garantiza el funcionamiento continuo de las redes locales sin depender de la red principal.
- **Fault Ride Through (FRT):** durante caídas de voltaje u otras condiciones transitorias en la red, deben operar de una determinada forma, por lo tanto, no se deben desconectar.
- ¿Existen características adicionales que consideren necesarias para el desarrollo del AT?



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

Las plantas IBR más nuevas con controles GFL pueden proporcionar una respuesta rápida de frecuencia y voltaje dentro del marco temporal subtransitorio. Como resultado, la línea de demarcación entre GFL y GFM puede volverse fina en términos de respuestas a perturbaciones.

➤ Características GFL:

- **Sincronización de la red:** los convertidores GFL funcionan mediante el seguimiento del voltaje y la frecuencia de la red. Por lo que requieren una señal de red estable para funcionar.



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Características GFL:

- **Contribución limitada a la inercia:** los convertidores GFL no proporcionan inercia de red de forma inherente, por lo que dependen de fuentes externas para mantener la estabilidad de frecuencia del sistema. Sin embargo, si pueden operar en tiempos muy cortos, generando con ello un aporte a la recuperación de la frecuencia del sistema, en particular a través del aporte de respuesta rápida de frecuencia.
- **Dependencia de la red para la gestión de fallas:** a diferencia de los convertidores GFM, los convertidores GFL requieren una red estable para gestionar las fallas de manera efectiva y son propensos a desconectarse durante perturbaciones importantes de la red si el voltaje de la red colapsa, sin perjuicio de que también poseen la capacidad de responder de manera efectiva ante fallas que sean despejadas a través de la función de Fault Ride Through (artículo 3-8 de la NTSyCS).



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Definición:

- **Inversores de Formación de Red o Grid Forming (GFM IBR):** Inversores o dispositivos capaces de formar la red, que controlan el voltaje y la frecuencia de la red a la que están conectados. Estos dispositivos actúan como generadores síncronos, proporcionando estabilidad en sistemas, incluso de baja inercia, mediante la regulación de frecuencia y voltaje de forma autónoma.
- **Inversores de Seguimiento de Red o Grid Following (GFL IBR):** Inversores que operan siguiendo el voltaje y la frecuencia establecidos por la red eléctrica a la que están conectados. A diferencia de los inversores GFM, no pueden formar la red por sí mismos y dependen de un sistema preexistente para su operación.



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Definición:

- **Planta Grid Forming:** es un sistema de generación eléctrica o almacenamiento que emplea inversores con capacidad de formación de red, los cuales controlan de manera autónoma el voltaje y la frecuencia del sistema eléctrico al que están conectados. A diferencia de los inversores de seguimiento de red (GFL), las plantas GFM no dependen de la presencia de una señal externa para operar, sino que tienen la capacidad de establecer y mantener el voltaje y la frecuencia de manera independiente, actuando como una fuente de referencia para otros dispositivos conectados a la red.
- Con esta definición una planta grid Forming puede ser una unidad generadora, SAE, convertidor HVDC, equipo de compensación o carga inteligente cuya potencia activa suministrada sea directamente proporcional a la diferencia entre la magnitud y la fase de su fuente de voltaje interna y la magnitud y la fase del voltaje en el punto de interconexión del sistema GFM IBR y el seno del ángulo de carga.
- ¿Consideran necesario que esto quede explícito en la definición?



Nuevo AT: Exigencias Mínimas para Tecnologías IBR

➤ Idea preliminar:

Los nuevos sistemas a base de inversores que se conecten al SEN deberían tener la capacidad de operación GFM, o al menos, la capacidad futura de actualizarse con controles GFM.

En este documento se incorporarán los requisitos técnicos, pero además se está trabajando en paralelo para otorgar los incentivos de mercado en los casos que corresponda.

¿Cuál es su postura frente a esta nueva solicitud?



Requerimientos mínimos que debe considerar una planta GFM (Articulado Preliminar – símil art 3-3)

- Proporcionar una capacidad simétrica para aportar, según las necesidades del SEN, respuesta inercial, potencia de salto de fase activa, potencia de amortiguación activa e inyección rápida de corriente de falla. El rango de frecuencia será el establecido en el art 3-10.
- El diseño de la planta debe ser tal que no cause interacciones indebidas que disminuyan la calidad de las variables eléctricas del sistema u otras unidades de generación.
- El Control Activo de Potencia Activa del sistema de control debe responder a cambios en la Planta GFM o señales externas en el Punto de Interconexión de la planta GFM IBR, pero con un ancho de banda **inferior a 5 Hz para evitar problemas de resonancia.**



Requerimientos mínimos que debe considerar una planta GFM

(Articulado Preliminar – símil art 3-3)

- Las plantas GFM IBR deben tener la capacidad de proporcionar una respuesta inercial sintética en forma de un cambio rápido de la potencia activa durante transitorios del sistema, como un disparo de carga o generación o una división del sistema que dé como resultado un cambio de frecuencia.
- La iniciación de la respuesta inercial sintética de la planta GFM IBR debe ser inherente; es decir, no debe requerir el cálculo de la frecuencia o la tasa de cambio de frecuencia (RoCoF) a partir de la medición de la forma de onda de la tensión de la red. La respuesta posterior a la iniciación de la respuesta inercial puede utilizar dicho cálculo.



Requerimientos mínimos que debe considerar una planta GFM (Articulado Preliminar – símil art 3-3)

- La resistencia a los cambios de frecuencia en los inversores GFM debe ser bidireccional; es decir, debe resistir el cambio de frecuencia tanto para eventos de aumento como de caída de frecuencia.
- La planta GFM IBR debe funcionar de manera estable con una relación de cortocircuito muy baja, según quede establecido en el **Estudio de Fortaleza de la red**, tanto en condiciones normales de funcionamiento, así como cuando se expone a perturbaciones del sistema eléctrico. Los ensayos de verificación de desempeño deberán evaluar el rendimiento simulado en el punto de interconexión con un SCR de 1,25.



Requerimientos mínimos que debe considerar una planta GFM (Articulado Preliminar – símil art 3-3)

- La planta GFM IBR deberá tener la capacidad de Fault Ride Through, es decir la capacidad de la instalación para atravesar perturbaciones normales de la red dentro de un conjunto definido de parámetros o expectativas que incluyen, entre otros, fallas y saltos de fase, conforme a los términos establecidos en el Artículo 3-8 de la NT.

El punto anterior se refiere solo a la no desconexión frente a fallas o perturbaciones y no a su operación.

- La planta GFM IBR debe poder ser despachada, en su salida de potencia activa en estado estable, dentro del rango normal de magnitud de voltaje y frecuencia. Debe poder despacharse ya sea a través del control del operador del sistema o por un objetivo determinado localmente en función de las condiciones locales del punto de interconexión y de sus límites de operación.



Requerimientos mínimos que debe considerar una planta GFM (Articulado Preliminar – símil art 3-3)

- La planta GFM IBR debe tener la capacidad de contribuir con corriente de falla y corriente de secuencia negativa, con el objetivo de mitigar las condiciones de voltaje desequilibrado y facilitar la operación de los sistemas de protección.
- La planta GFM IBR debe proporcionar amortiguación positiva para las oscilaciones en el sistema eléctrico, en particular oscilaciones subsíncronas asociadas con interacciones de inversor a inversor, modos de oscilación del ángulo del rotor y oscilaciones a frecuencias armónicas resultantes de interacciones de resonancias eléctricas y de control.
- **¿Consideran necesario incluir alguna exigencia mínima adicional?**



Control Activo de Potencia/Frecuencia de las plantas GFM IBR (Símil art 3-17)

- En caso de sobrefrecuencia, la acción del controlador de frecuencia/potencia dará lugar a una reducción proporcional de la producción de potencia con un gradiente de hasta el 55% de la potencia activa disponible por cada Hertz de desviación de frecuencia, a partir de los 50,2 [Hz] hasta 51,5 [Hz.].
- En caso de subfrecuencia, el estatismo permanente será ajustable dentro del rango del 2% al 8%.
- La banda muerta será de ± 200 [mHz.].
- El funcionamiento del controlador de frecuencia/potencia de los parques eólicos y fotovoltaicos que operen con GFM IBR estará limitado por la disponibilidad del recurso primario.



Condiciones para Operación Normal

- Las instalaciones deberán ser capaces de operar de manera estable tanto en condiciones normales como en condiciones de perturbación, conforme a lo descrito en el nuevo Anexo Técnico.
- Cada planta GFM IBR debe, en condiciones normales cumplir las siguientes características:
 - ❖ Dentro de los **límites de corriente y energía del módulo de la planta GFM IBR** deberá ser capaz de **comportarse** en los terminales de la(s) unidad(es) individual(es) como una **fuentes de voltaje detrás de una impedancia interna**, durante condiciones normales de operación y al inicio de una perturbación de la red (incluida la perturbación de voltaje, frecuencia y ángulo de fase de voltaje).
 - ❖ Permanecer sincronizada con el sistema y mantener un ángulo de carga cuyo valor puede variar entre 0 y 90 grados. El fasor de voltaje de una planta GFM IBR debe poder controlarse para mantener el sincronismo con otros recursos de generación y almacenamiento eléctrico en el sistema de energía.



Condiciones para Operación Normal

- ❖ Contar con un control autónomo de frecuencia y voltaje, que permita a la planta operar dentro de los márgenes de frecuencia establecidos por la NT y mantener el voltaje dentro de los límites permitidos para el nivel de tensión correspondiente, este control debe operar sin la necesidad de intervención externa.
- ❖ Proporcionar un soporte de frecuencia y voltaje autónomo y casi instantáneo manteniendo un fasor de voltaje interno casi constante en el marco temporal subtransitorio, dentro de los límites de corriente del inversor y las limitaciones de energía del recurso.
- ❖ Funcionar de manera estable cuando se conecta a una red débil, **considerando como métrica la rapidez con la que cambian el voltaje y la frecuencia de un sistema después de una perturbación**. El nivel de fortaleza de la red puede afectar la configuración de los algoritmos de control en los IBR, por lo que el propietario de la planta debe presentar al Coordinador estudios específicos de operación y sintonización de la planta para operar en condiciones de red débil. Este requerimiento no implica que la inyección de corriente supere la capacidad nominal de la planta.



Condiciones para Operación Normal

- ❖ Un GFM IBR no debe oponerse activamente ni impedir el flujo de corriente de secuencia negativa para niveles pequeños de desequilibrio de voltaje. **Debe proporcionar corriente de secuencia negativa, dentro de su capacidad de corriente de secuencia negativa y su capacidad de corriente total, para facilitar el equilibrio de voltaje.** Si el suministro de grandes cantidades de corriente de secuencia negativa introduce stress en el equipo, se permite la reducción o limitación de la magnitud de la corriente conforme a las especificaciones técnicas de la planta.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de respuesta inercial

- **Emular los efectos de la inercia sincrónica**, es decir tener una respuesta inercial sintética inherente que proporcione una respuesta de potencia activa casi instantánea (**menos de 5 ms**).
- El inicio de la respuesta es resultado del ángulo de voltaje cambiante entre la fuente interna de voltaje del inversor GFM y su punto de interconexión, que ocurre durante un cambio en la frecuencia del sistema.
- La magnitud de esta respuesta se configura luego en un corto período de tiempo mediante la acción del sistema de control para gestionar el ángulo de voltaje y la transferencia de potencia activa resultante, conforme los límites técnicos de la planta.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de respuesta inercial

La planta GFM IBR debe modular la potencia activa según sea necesario durante y después de un evento de excursión de frecuencia para ayudar en la recuperación y estabilidad de la frecuencia.

- En el marco de tiempo subtransitorio, la potencia que se inyecte debe tener un efecto similar al de resistir el cambio de frecuencia sujeto a los límites físicos de la unidad GFM IBR y la fuente interna de voltaje.
- Más allá del tiempo subtransitorio, la planta GFM IBR debe responder a los ajustes de frecuencia de los controladores internos o externos para compartir la potencia entregada con otros recursos. La planta GFM IBR deberá informar el tiempo máximo que puede sostener el máximo nivel de potencia post contingencia.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de respuesta inercial

Para que las plantas GFM IBR proporcionen respuesta inercial sintética en ambas direcciones, requerirán un margen de seguridad. Este margen de seguridad se podrá proporcionar de varias maneras, entre ellas:

- ❖ Manteniendo el margen de seguridad entre la potencia de despacho y la potencia máxima de la planta.
- ❖ Utilizando la capacidad de sobrecarga de los inversores.
- ❖ Sobredimensionando la planta (es decir, especificando una mayor capacidad agregada del inversor) para la salida máxima prevista de la planta.



➤ ¿Consideran necesario señalar otros aspectos a tener en consideración en el control de respuesta inercial?

Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de Salto de Fase

Las plantas GFM IBR deberán estar configurada para absorber o inyectar potencia activa y/o reactiva con el objetivo de resistir cambios en el ángulo de fase del voltaje de secuencia positiva, entre la fuente interna de voltaje de la planta GMF IBR y el punto de interconexión, siempre que la respuesta no exceda los límites del equipo.

- El control activo de salto de fase es una capacidad inherente de una planta GFM IBR, que comienza a responder de manera natural, **en menos de 5 ms y puede tener componentes de frecuencia en su respuesta de más de 1 kHz.**
- En caso de una perturbación o falla en el sistema, una planta GFM IBR inyectará o absorberá instantáneamente (**dentro de los primeros 5 ms**) potencia activa y/o reactiva como resultado del cambio de ángulo de fase. La potencia máxima a proporcionar estará limitada por la potencia límite del ángulo de salto de fase declarada como parte de la información técnica de la planta GFM IBR.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de Salto de Fase

- El cambio de ángulo de fase se define como la variación en el ángulo de fase del voltaje medido en el Punto de Interconexión o el Punto de Entrada a la planta GFM IBR, comparando el ángulo correspondiente a un semiciclo de la red con el del semiciclo inmediatamente anterior.
- El ángulo máximo de salto de fase aplicado a una planta GFM IBR deberá generar una respuesta controlada y lineal, sin activar las funciones de limitación de corriente, considerando un ángulo de sistema cercano a cero, el cual se define como el ángulo de operación normal en condiciones de estado estable.
- En condiciones transitorias, el cambio máximo del ángulo de salto de fase aplicado a una planta GFM IBR deberá permitir que esta mantenga un funcionamiento estable, activando las funciones de limitación de corriente, y considerando un ángulo del sistema cercano a cero, el cual se define como el ángulo de operación normal en condiciones de estado estable.



➤ ¿Consideran necesario señalar otros aspectos a tener en consideración en el control de salto de fase?

Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de amortiguamiento de potencia activa

Después de una perturbación grande o pequeña, la salida de potencia activa y reactiva de una planta GFM IBR debe amortiguarse. La planta GFM IBR deberá proporcionar una amortiguación positiva a las oscilaciones de la red en el rango de frecuencia subsincrónica conforme a los siguientes requerimientos:

- La potencia de amortiguación activa es una capacidad inherente de una planta GFM IBR, que comienza en menos de 5 ms, como respuesta a oscilaciones de baja frecuencia en la frecuencia del sistema.
- La potencia de amortiguación activa suministrada por una planta GFM IBR debe operar en el rango de oscilación de la red entre 0.05 Hz a 1 Hz peak to peak.
- La impedancia de secuencia positiva de una planta GFM IBR debe tener un ángulo de fase entre -90 grados y +90 grados, a lo largo de un amplio rango de frecuencias subsincrónicas, para poder contribuir positivamente a la amortiguación de las oscilaciones en la mayoría de las condiciones.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de amortiguamiento de potencia activa

- Las características de amortiguación de la planta GFM IBR deben poder ser ajustables mediante software.
- Las características de amortiguación reales de las plantas GFM deberán determinarse y ajustarse en función de las características de la red para mejorar la estabilidad general del sistema. Estas características **se modificarán en función del estudio de evaluación y sintonización de los parámetros de amortiguación de las plantas GFM IBR.**
- La parametrización de la planta GFM IBR no debe introducir nuevos modos oscilatorios inestables en el sistema de energía o empeorar la respuesta de los modos oscilatorios existentes.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de amortiguamiento de potencia activa

- El sistema de control de una planta GFM IBR debe poder responder amortiguando, en el sistema, los siguientes fenómenos oscilatorios:
 - ❖ Oscilaciones subsíncronas asociadas con las interacciones de control de inversores Grid Following (ya sea entre inversores GFL o entre el inversor GFL y la red) que se ven influenciadas por condiciones de red débil del sistema.
 - ❖ Modos de oscilación del ángulo del rotor mediante la provisión de potencia de amortiguación similar a la proporcionada por los devanados amortiguadores de las máquinas síncronas. Cuando sea pertinente, esto debería incluir la amortiguación de los modos de oscilación entre áreas.
 - ❖ Oscilaciones a frecuencias armónicas que resultan de interacciones de resonancias eléctricas y de control.



Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de amortiguamiento de potencia activa

- La planta GFM IBR debe evitar resonancias de frecuencias más altas debido a capacitancias en derivación o carga de línea/cable, y resonancias debido a interacciones de control con otras plantas GFL IBR. Se pueden justificar excepciones a este requisito en circunstancias en las que una resonancia interna dentro del IBR coincida con una resonancia de la red, en cuyo caso el IBR puede priorizar la autoprotección por sobre la provisión de amortiguación.
- La planta GFM IBR debe proporcionar amortiguación dentro de sus capacidades, utilizando señales medidas localmente y sin depender de datos o controles externos.

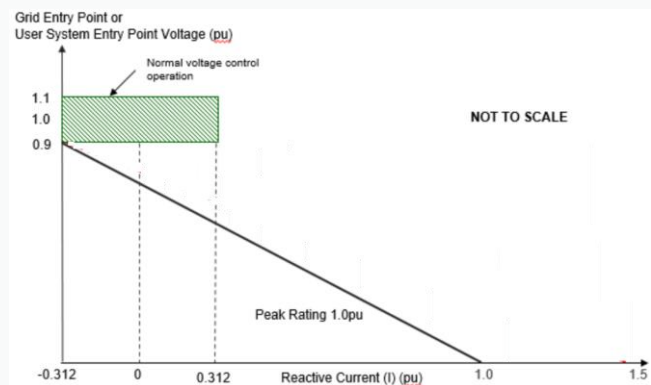


Condiciones de Operación Durante y Post una Perturbación

➤ Control de inyección rápida de corriente

La planta GFM IBR deberá estar diseñada para suministrar de manera instantánea corriente reactiva cuando el voltaje cae por debajo del 90% de su valor nominal en el punto de interconexión, conforme a los siguientes requerimientos:

- Cuando el voltaje en el Punto de interconexión o entrada al sistema de la planta GFM IBR caiga por debajo de los niveles establecidos en la normativa (art 5-34), la planta deberá inyectar al menos su corriente reactiva máxima si el voltaje cae a cero. Para voltajes intermedios, la corriente reactiva inyectada debe estar por encima de una línea definida por las condiciones de operación normal y la corriente máxima nominal de la planta, según se indica en la Figura.





PROCEDIMIENTO NORMATIVO DE MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA DE

Seguridad y Calidad de Servicio

SESIÓN N°5

Subdepartamento de Normativa
Departamento Eléctrico
Comisión Nacional de Energía

24 de octubre de 2024

