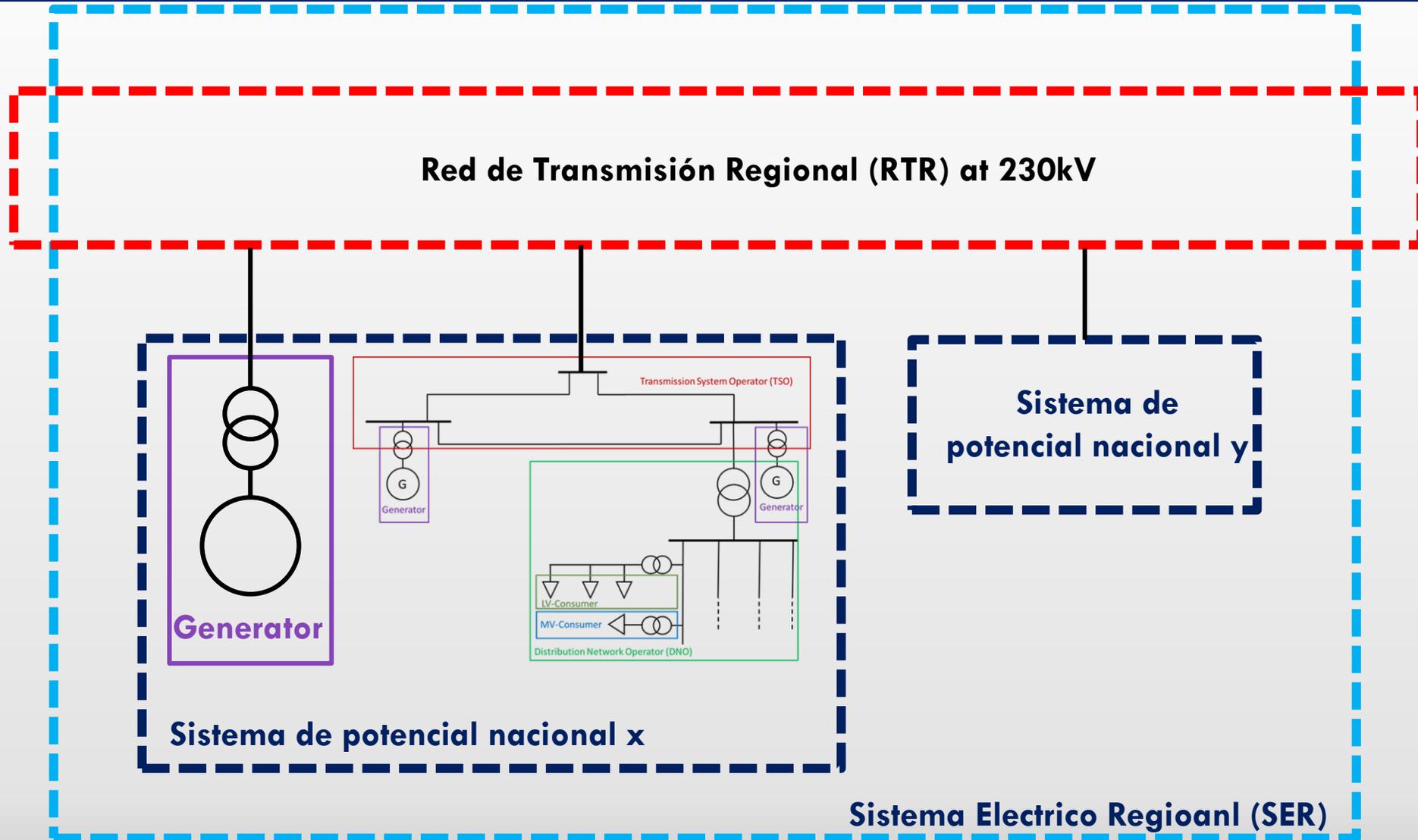


Requerimientos técnicos mínimos para la conexión y operación de centrales de generación eólicas y fotovoltaicas en el sistema eléctrico regional

Sistema eléctrico regional



- Generadores o centrales de generación eólica fotovoltaica
- Que requieren conectarse directamente a la RTR
- Que posean una capacidad instalada mayor a 5 MW

- Observación

Los CCSD están también aplicables a instalación no directamente conectados al RTR y con un capacidad mayor o igual a 5 MW

- Los centrales de generación renovable y fotovoltaica suministran al OS/OM en tiempo real, a través de telemetría, como mínimo lo siguientes datos:
 - Potencia de salida de la central en MW
 - Capacidad de generación disponible en MW
 - Información del estado operativo de las unidades de generación instaladas en la central: disponibilidad, estado y potencial de salida

Centrales eólicas:

- Velocidad el viento (m/s)
- Dirección del viento (grados desde el punto norte)
- Presión barométrica (kPa)
- Temperatura del aire (°C)

Centrales fotovoltaicas

- Irradiación (W/m²)
- Temperatura del aire (°C)

- Los OS/OM, podrán requerir el suministro de datos por telemetría a las centrales de generación eólica y fotovoltaica con capacidad igual o menor a 5 MW

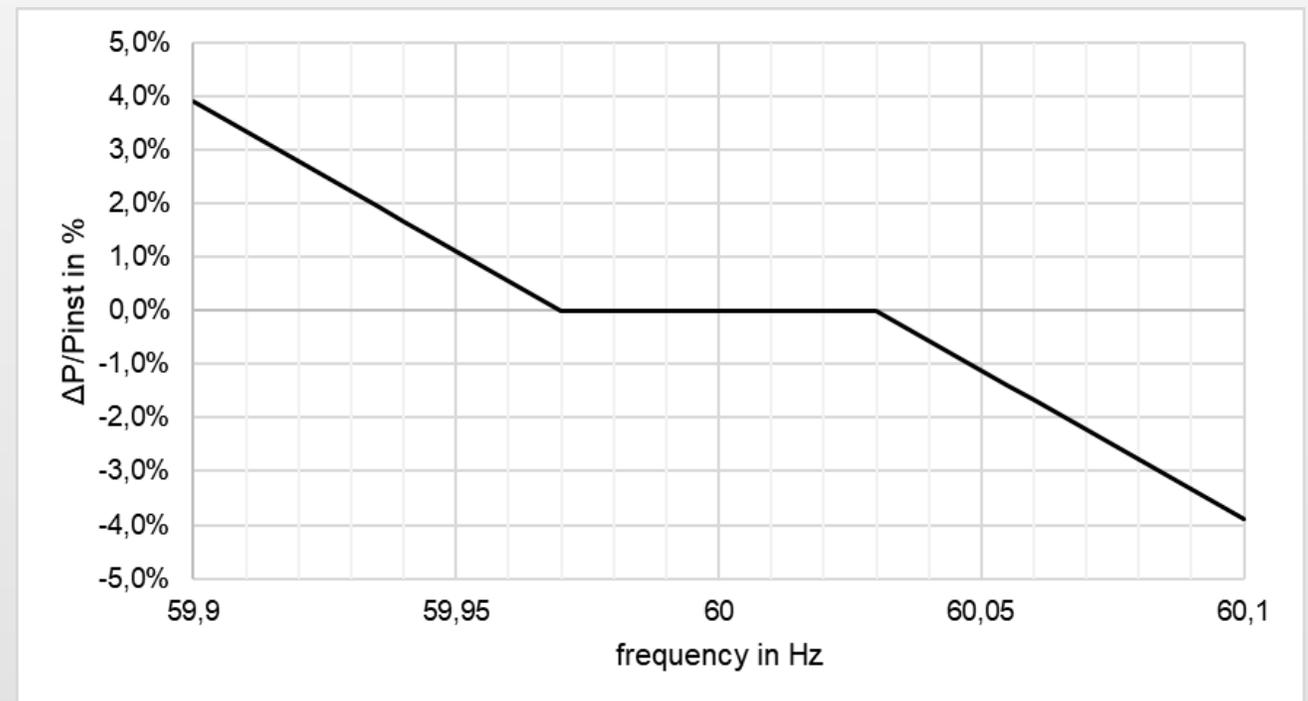
- **Los OS/OM**, deberán disponer de un pronóstico centralizado de la generación eólica y fotovoltaica, cuando la capacidad instalada de esta generación, **represente al menos el 10%** de la demanda máxima de su área de control. El pronóstico centralizado proveerá como mínimo, la siguiente información:
 - Inyección de energía en MWh, totalizado para el área de control, y en forma desagregada para la generación eólica y fotovoltaica.
 - Inyección de Potencia en MW totalizado para el área de control.
 - Inyección de Potencia en MW en forma desagregada para generación eólica y generación fotovoltaica.
 - Inyección de Potencia en MW de la generación eólica y fotovoltaica en las barras de conexión de estas centrales, al sistema de transmisión.
- El pronóstico deberá cumplir con la siguiente periodicidad y frecuencia mínima:
 - Pronóstico para el día siguiente, con resolución de una hora.
 - Pronóstico de las próximas 4 horas, como mínimo, con resolución de 15 minutos, y actualización cada 15 minutos.

Capacidad de operación ante desvíos de frecuencia



- Las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas, deberán operar en forma continua, sin desconectarse del sistema, en el rango de frecuencia de 58.0 Hz a 61.0 Hz
- Los tiempos de permanencia en conexión, para valores de frecuencia fuera del rango de operación continua, serán los establecidos en la regulación nacional.
- El rango de frecuencia de operación continua, podrá ser modificado por el EOR, con base a la preservación de la seguridad operativa del SER.

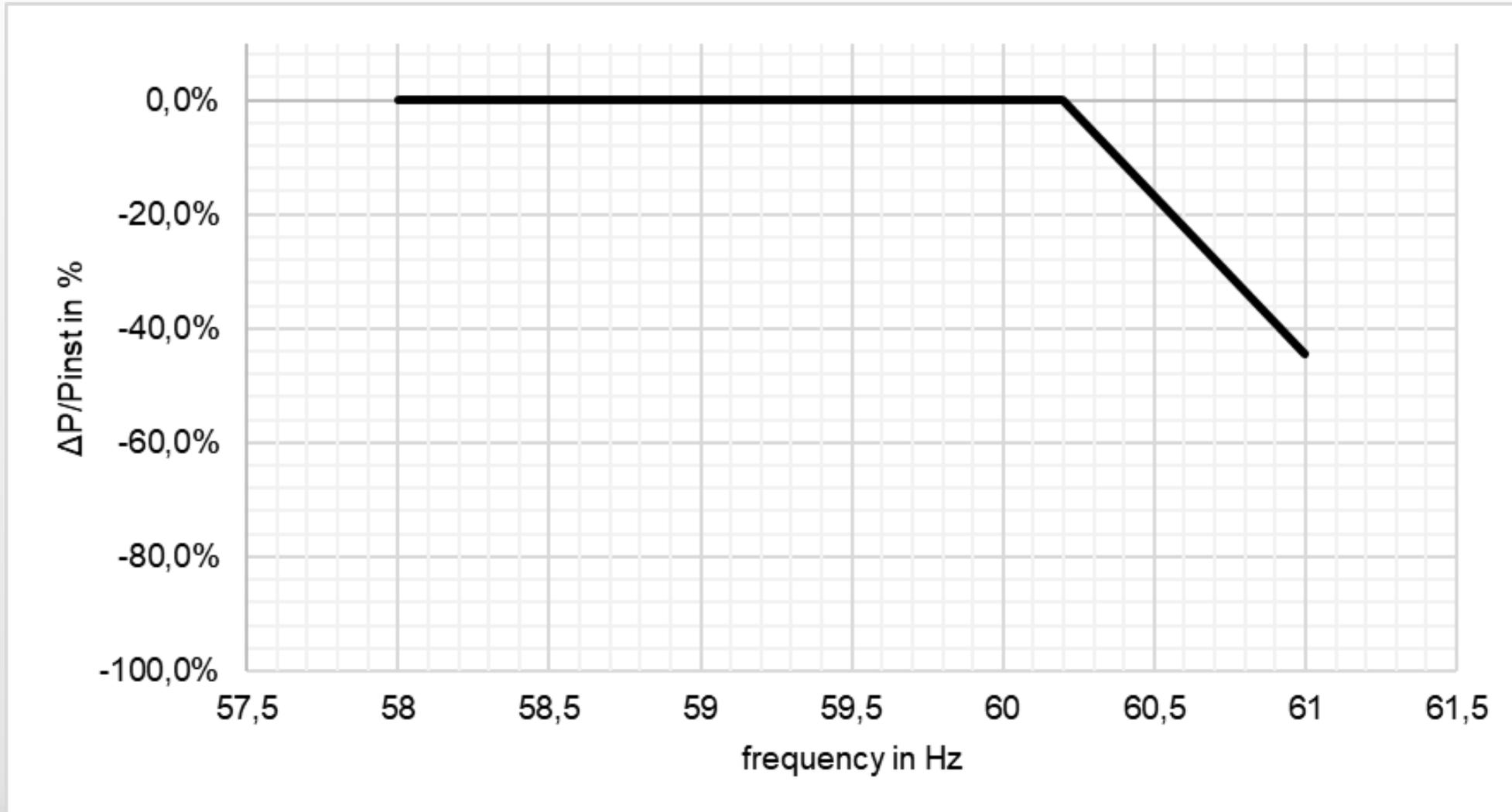
- Las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas, **deben contar con equipos y circuitos de control para contribuir con la regulación primaria** de frecuencia y cumplir con lo establecido en los numerales 16.2.7.7 y 16.2.7.8 del Libro III del RMER.
 - droop speed: 3% (16.2.7.7)
 - dead band of $\pm 0.03\text{Hz}$ (16.2.7.8)



- Las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas podrán contribuir con la regulación primaria de frecuencia por medio de **un almacenamiento energético** de tamaño adecuado que le permita cumplir con los requerimientos de reserva que le corresponde.
- En cada sistema eléctrico nacional, **el OS/OM conforme a su regulación nacional administrará la asignación a otras unidades generadoras de su área de control**, la reserva y el estatismo de regulación primaria que corresponde a las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas, a efectos de cumplir con lo establecido en el numeral 16.2.7.9 del Libro III del RMER.

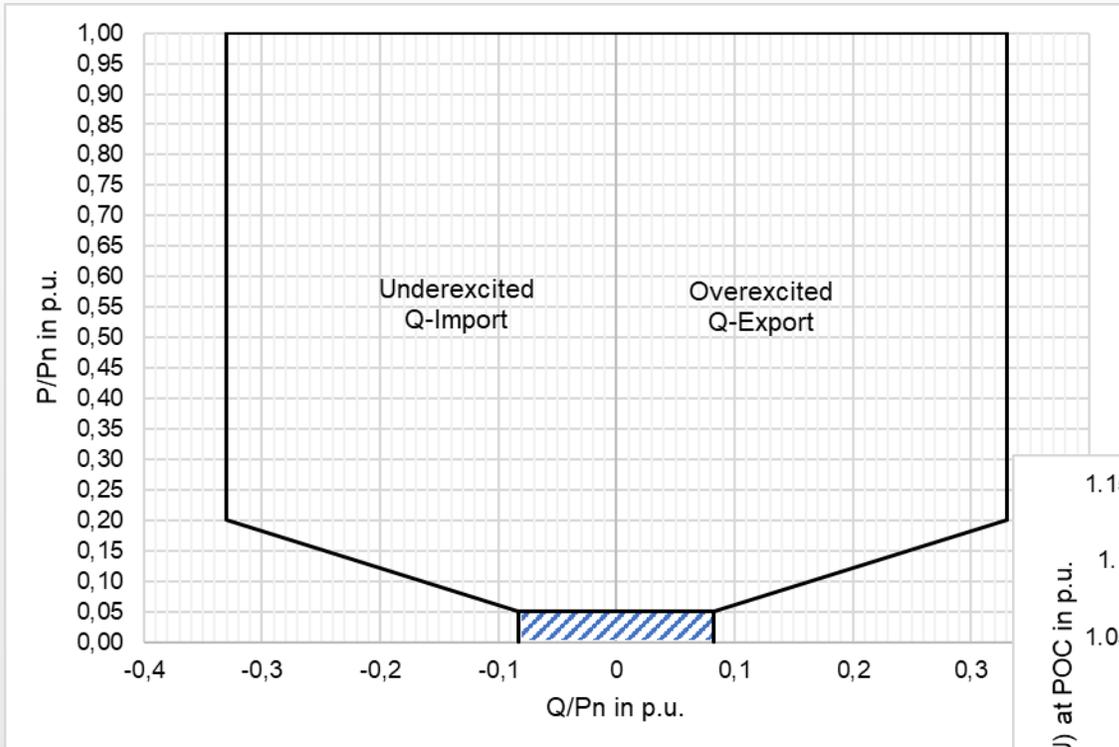
- Para proveer reserva positiva es necesario limitar la generación de vRE.
- En la mayoría de los países, solamente plantas de energías renovables muy grandes deben tener la “capacidad” de proveer control de la frecuencia primaria. P.ej. En Reino Unido plantas con 50MW+ y Alemania 100MW+.
- En comparación con plantas convencionales limitar la potencia activa no resulta en un ahorro de los costos de generación, porque el “combustible” de generación renovable no tiene costo.
- Limitación de la potencia activa equivale a energía no suministrada.
- La inversión en sistemas de almacenamiento aumenta el costo de inversión y puede tener como consecuencia que el proyecto resulte ser económicamente no factible.
- En general se debe proveer control de la frecuencia primaria por generadores de combustibles fósiles.
- Solo en el caso que la generación convencional no puede proveer suficiente reserva primaria, la generación renovable debe proveerla.
- La práctica internacional es, que toda la generación renovable provee soporte de frecuencias cuando se observan muy altas frecuencias en el sistema, p.ej. En condiciones de emergencia y no bajo condiciones normales.

Regulación primaria de frecuencia – comentario (2/2)

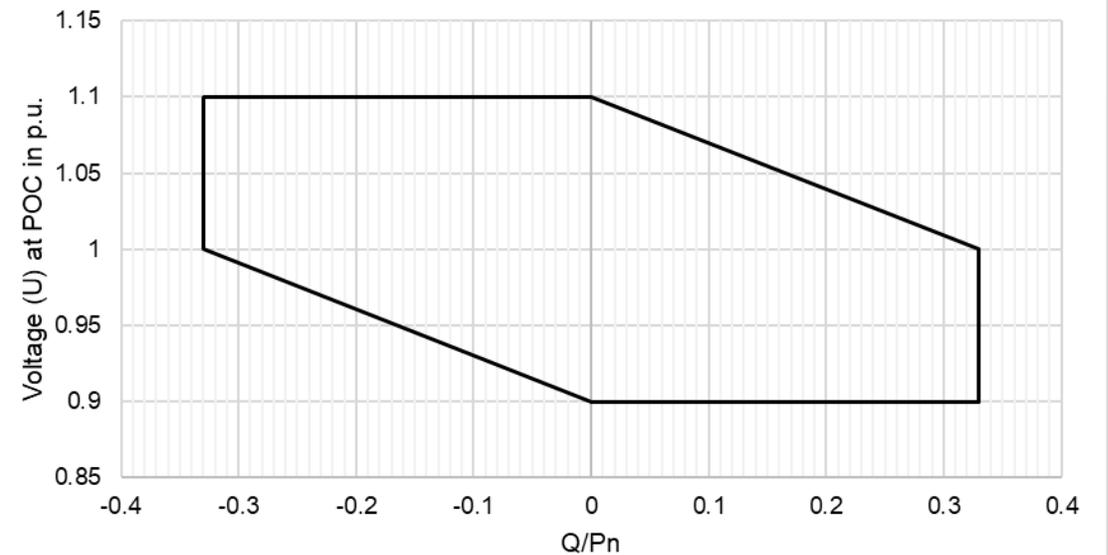


- Las centrales eólicas y fotovoltaicas deben contar con los equipos necesarios para operar en cualquiera de los siguientes modos de control:
 - Control de voltaje.
 - Salida de potencia reactiva fija.
 - Regulación del voltaje según el control de voltaje local.
 - Relación de salida de potencia reactiva fija a salida de potencia activa.
 - Factor de potencia fijo.

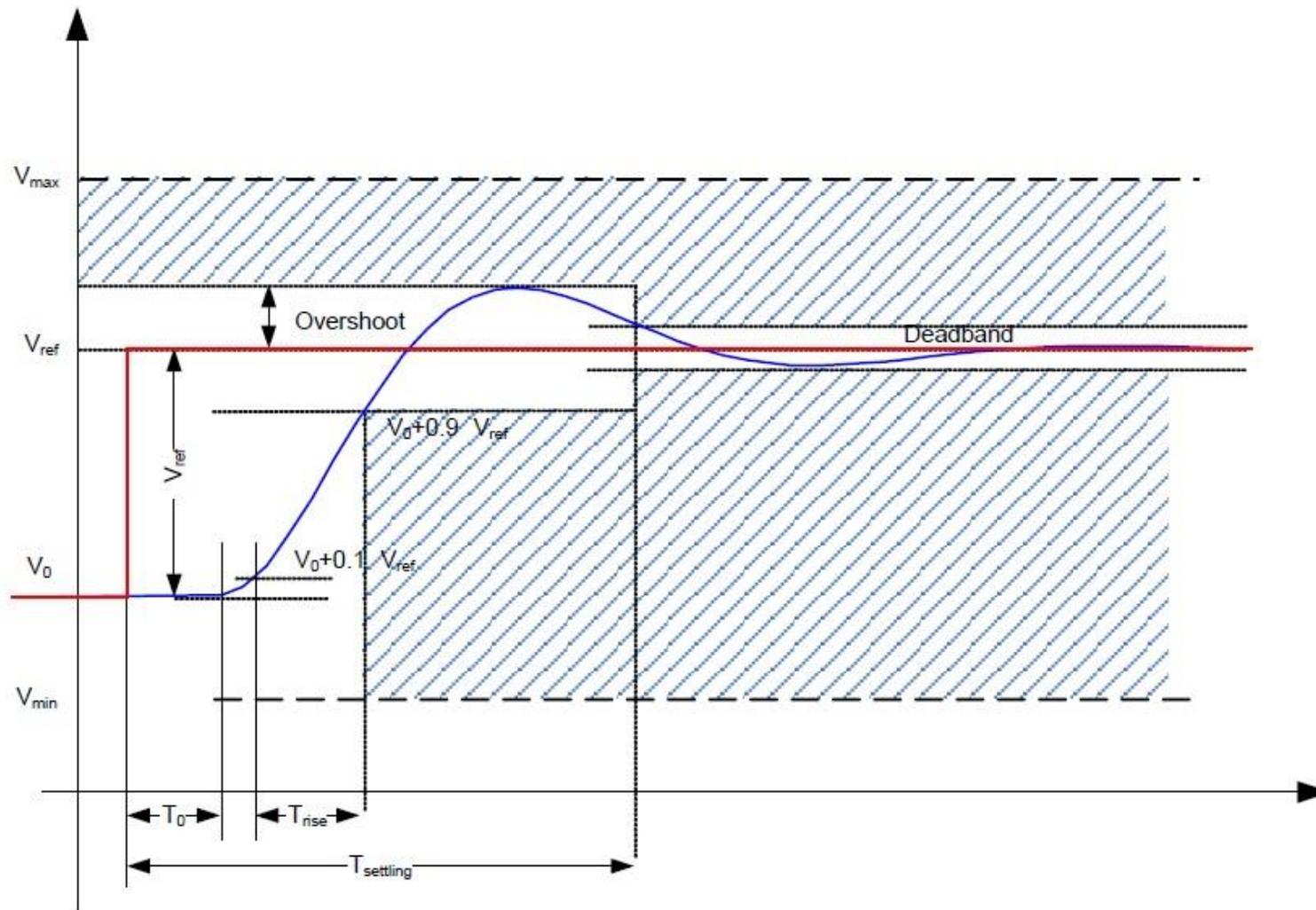
Suporte de voltaje de potencia reactiva



- $Q/P_n = 0.33$
- Un requerimiento más exigente podrá ser definido por el /OS/OM



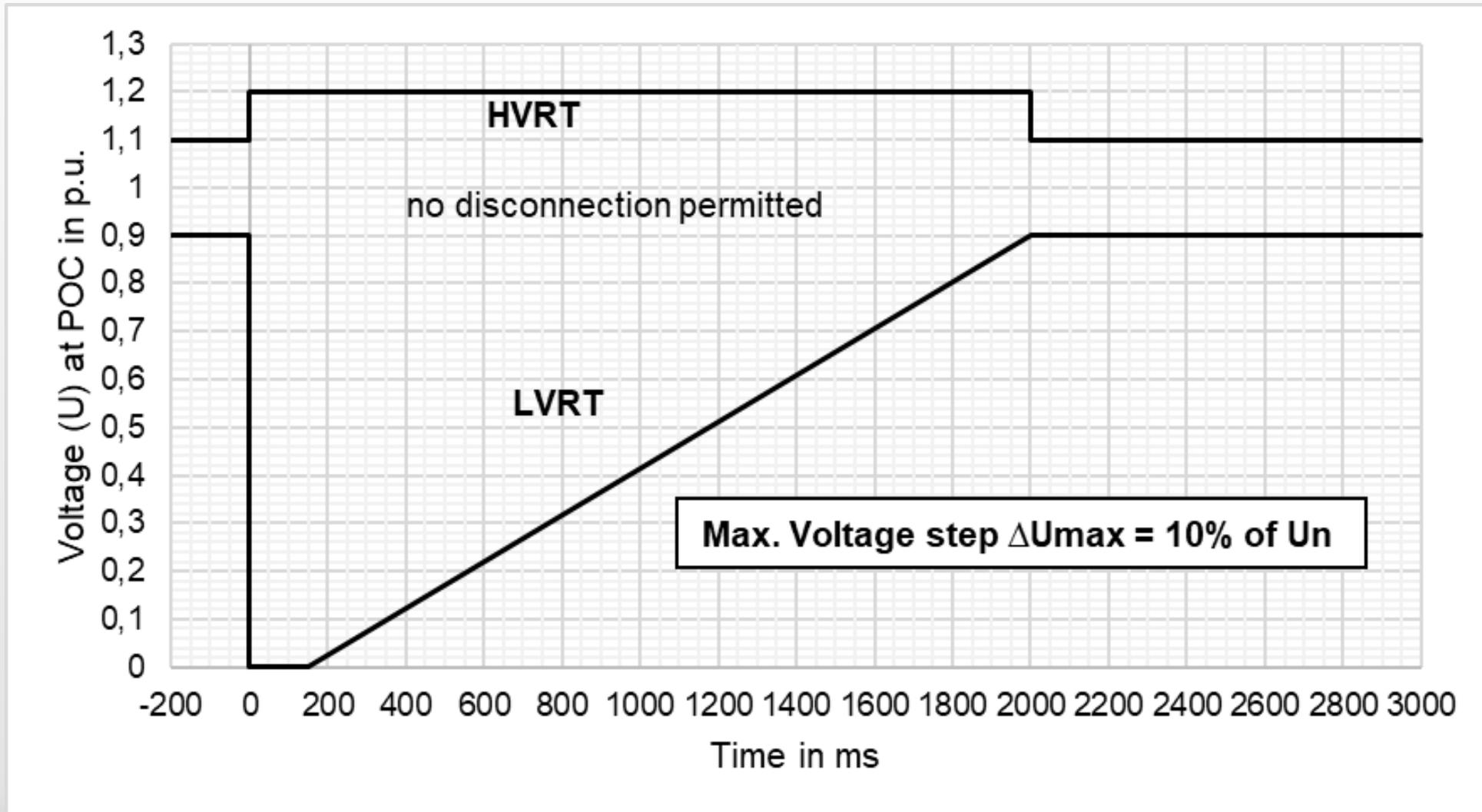
Suporte a huecos de tensión - Parámetros



Cada OS/Om definirá la característica en su área de control:

- T_0 : Tiempo máximo para iniciar la respuesta de regulación de tensión.
- T_{settling} : Tiempo máximo para alcanzar el nivel de tensión deseado.
- Deadband: Rango de tolerancia del valor deseado de la tensión.
- Overshoot: Valor máximo que puede alcanzar la onda durante la respuesta del control de tensión.

Suporte a huecos de tensión - Requisito mínimo (1/2)

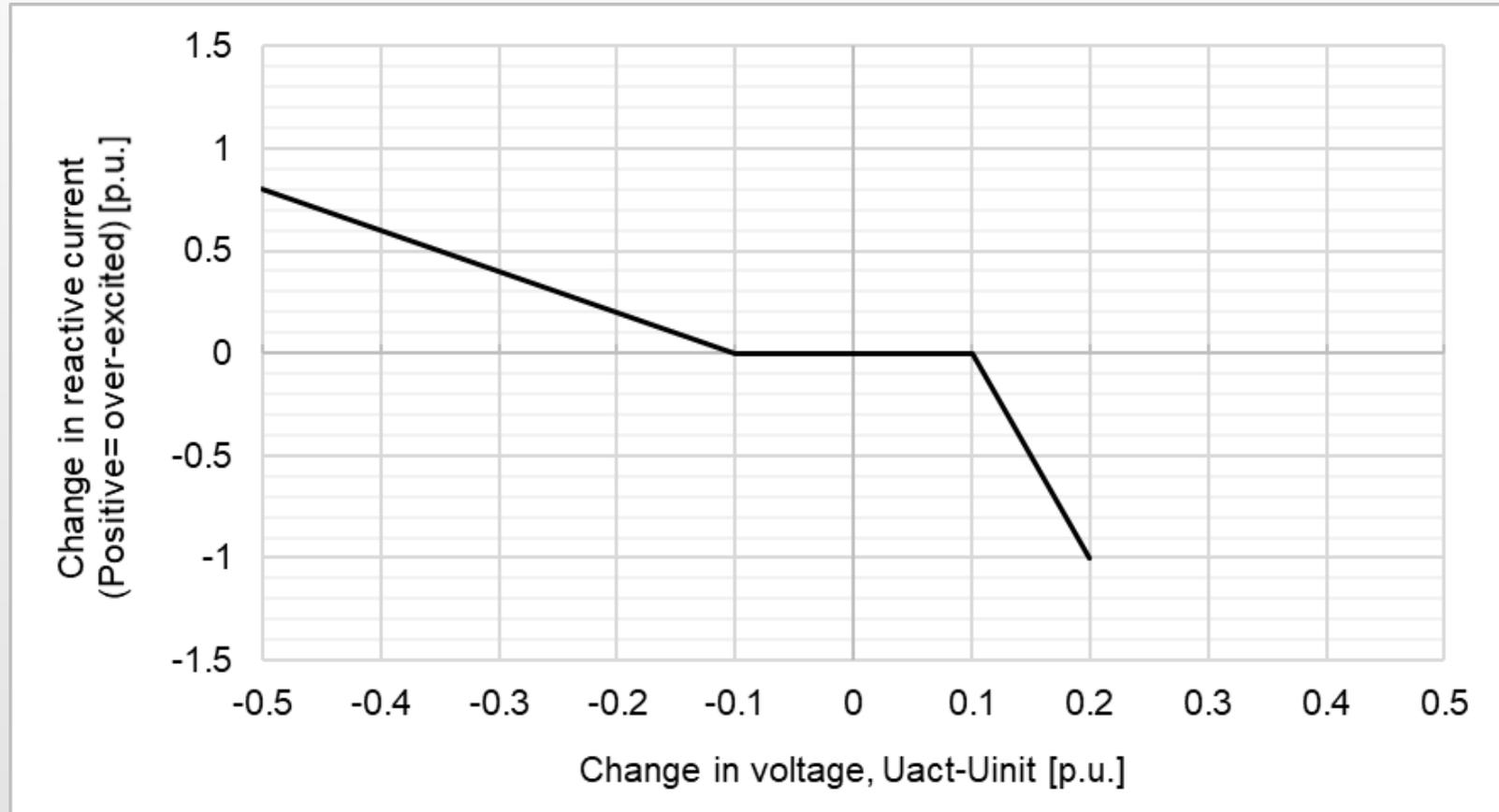


Suporte a huecos de tensión - Requisito mínimo

- Las centrales de generación eólica y fotovoltaica deberán aportar
 - Corriente reactiva durante falla en el sistema eléctrico
 - Debe mantenerse transitoriamente estable
 - después de una falla en el punto en el punto de conexión de la central a la red de transmisión, que es liberada en un tiempo de 150 ms
 - ante la ocurrencia de fallas remotas, localizadas en las cercanías del punto de conexión de la central, que son liberadas por una protección de respaldo
- Las centrales de generación deberán ser capaces de soportar al menos tres fallas sucesivas.
- Durante fallas en la red, la inyección de corriente reactiva debe tener prioridad sobre la corriente activa en los generadores.

Suporte a huecos de tensión - comentario

- También se recomendó agregar una característica dV-dI



- Estudios Eléctricos:

- Los central deberán presentar los estudio eléctricos establecidos en la Regulación Regional
- Para los estudios deben utilizar modelos dinámicos d los fabricantes
- Los modelos deben representar el comportamiento real de todo la central
- El EOR proporcionará al solicitante un listado con los modelos de generadores eólicos y fotovoltaicos aceptos

- En el plazo de (1) año cada OS/OM deberá realizar, con una periodicidad de dos años o solicitud del EOR un estudio de requerimientos de reservas de balance y de regulación de frecuencia (Estudio de Reserva de Regulación)

- Dicho estudio deberá realizarse con base a las perspectivas de corto plazo,
 - Del aumento del parque de generación eólico y fotovoltaico;
 - los recursos de generación existentes y previstos
 - para cubrir los requerimientos de reserva de balance y
 - de regulación de frecuencia.

- El estudio de Reserva de Regulación que realizará el OS/OM,
 - tendrá un horizonte de análisis de tres (3) años y
 - deberá determinar la viabilidad de integración de nuevas centrales de generación eólicas y fotovoltaicas.

- El EOR definirá las premisas básicas y los lineamientos técnicos generales a seguir para el desarrollo del estudio de Reserva de Regulación.

- El OS/OM remitirá el estudio de Reserva de Regulación al EOR.
 - El EOR validará que dicho estudio fue realizado conforme a las premisas básicas y los lineamientos técnicos generales definidos,
 - a fin de considerarse como insumo para recomendar a la CRIE sobre los trámites de solicitudes de conexión a la RTR.

- Los iniciadores de proyectos de generación eólicas y fotovoltaicas, como parte de los requisitos de trámite, deberán presentar el estudio de Reserva de Regulación vigente, del área de control donde se conectará el proyecto.

- Se recomendó que aparte de los estudio de reserva de regulación se revisa el concepto de la reserva operativa:

- Reserva primaria:
 - Objetivo: mantener la frecuencia dentro de los limites determinados por los operadores. P.ej. Entre 58.2 y 60.2 cuando hay un falla del generador mas grande del área de control o una contingencia de una línea de interconexión.
 - Reserve primaria debe esta completamente disponible entre 5-10 segunde y mantenerse activo durante varios minutos.
 - Se activa automáticamente.

■ Reserva secundaria (AGC):

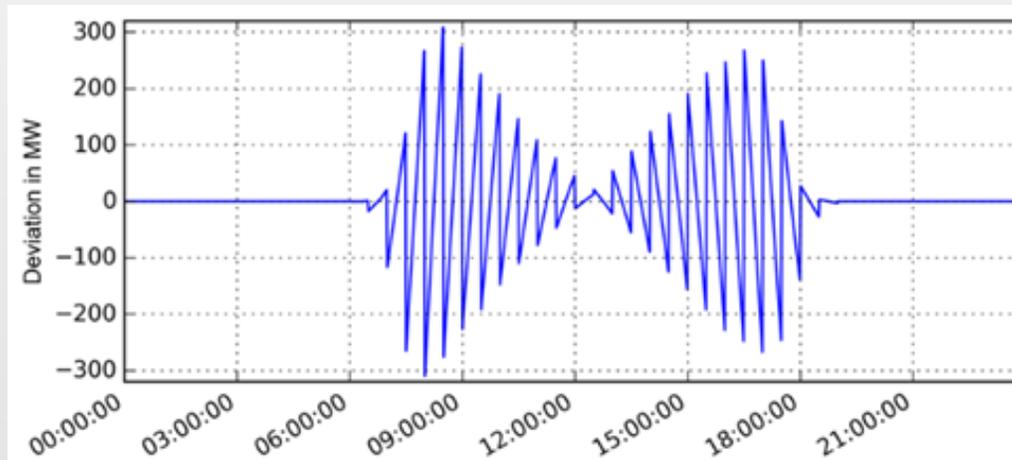
- Reestablecer la reserva primaria dentro de pocos minutos (p.ej. 3 minutos)
- Responder dentro de pocos segundos (p.ej. 10 segundos)
- Completamente activado dentro de pocos minutos (p.ej. 5-10 minutos)
- Mantenerse activado para un tiempo de varios minutos hasta una hora.
- Se activa automáticamente

■ Reserva terciaria

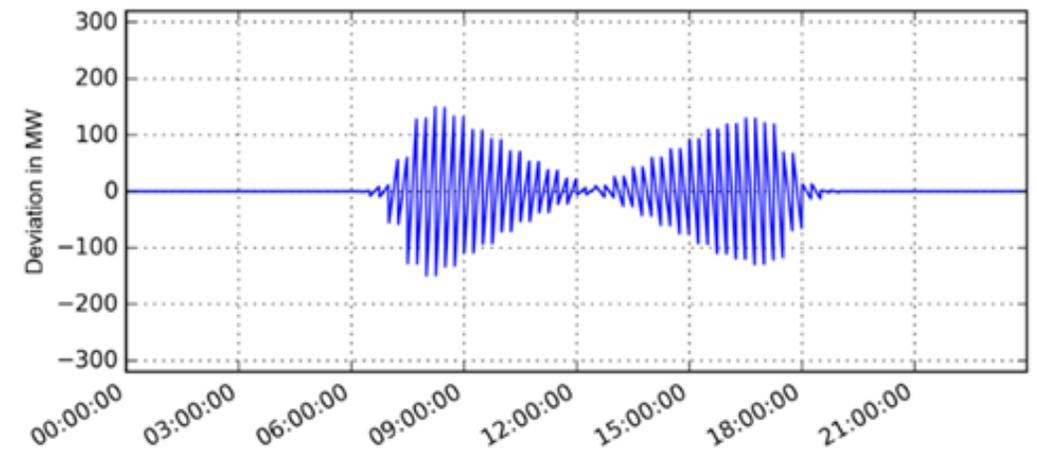
- Restablecer reserva primaria y secundaria.
- Completamente activado dentro de pocos minutos (p.ej. 15 minutos)
- Se mantiene activado para varias horas.
- Se activa manualmente

Comentario general

- Requisitos para la reserva secundaria se aumentan cuando la rampas de la carga residual se aumentan.
- Sobre todo la generación fotovoltaica tiene una rampa alta durante la mañana y tarde.
- Un ciclo de despacho mas corto reduce el requisito para la reserva secundaria.



Dispatch cycle: 30min



Dispatch cycle: 15min

- Las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas deberán contar con una certificación de parte del fabricante, sobre las siguientes características:
 - Capacidad de operación ante huecos de tensión, sin sufrir desconexión, cumpliendo con el requerimiento mínimo regional y las exigencias nacionales.
 - Inyecciones de potencia reactiva durante las condiciones de falla.

- Mediante las pruebas certificadas por el fabricante, se validará
 - el modelo detallado de respuesta ante huecos de tensión, de unidades individuales y
 - de la central completa, teniendo en cuenta los equipos adicionales de compensación de potencia reactiva que se requieren.

- Las centrales de generación eólicas y fotovoltaicas mediante pruebas en sitio sobre el equipamiento de la central ya instalado, deberán certificar las siguientes características:
 - Capacidad de control de voltaje y de inyección de potencia reactiva
 - Capacidad para modular la potencia activa a fin de contribuir a la respuesta de frecuencia primaria para las situaciones de sobre-frecuencia y sub-frecuencia.
 - Validación del modelo equivalente dinámico para toda la central.
 - Prueba de comunicación en tiempo real.
 - Prueba de control de potencia activa y reactiva.
 - Prueba de modos de control de voltaje.
 - Prueba de parametrización de la protecciones.

Muchas gracias

Marko Obert

marko.obert@moellerpoeller.de

Moeller & Poeller Engineering GmbH (M.P.E.)

<http://www.moellerpoeller.de>
