

Anexo 2 – Procedimiento general propuesto para la realización de pruebas de verificación de la curva de capacidad para autogeneradores que usan generación síncrona considerando la Resolución CREG 174 de 2021

Comité de Distribución



Revisión	Fecha	Descripción
0	2022-02-18	Presentación Primer borrador
1	2022-03-14	Recomendación expedición

1 OBJETO

Documentar el procedimiento general para la realización de las pruebas de verificación de la curva de capacidad PQ para autogeneradores a gran escala (AGGE) con una potencia máxima declarada menor a 5 MW.

2 ALCANCE

El siguiente procedimiento especifica los pasos a seguir para la realización de las pruebas de verificación de la curva de capacidad y los criterios que deben cumplirse para asegurar que los resultados obtenidos cumplan con los requisitos establecidos en la regulación vigente. El procedimiento está basado en los requerimientos técnicos definidos en las Resoluciones CREG 025 de 1995 y CREG 135 de 2013 o aquellas que las modifiquen o sustituyan, por lo que sólo se orienta a la verificación de la curva de carga de las unidades sincrónicas.

3 DEFINICIÓN DE PUNTOS A PROBAR

Con base en la curva de carga informada por el agente, los operadores de red acordarán los puntos operativos en el plano P–Q que serán sometidos a prueba. Como mínimo se deberá verificar en bornes de los generadores, la potencia reactiva a potencia máxima y al mínimo técnico en la región de absorción de potencia reactiva y de entrega de potencia reactiva (se exceptúa la prueba a mínimo técnico en sobreexcitación).

4 PROCEDIMIENTO

A continuación, se encuentra el procedimiento que se debe seguir para la realización de las pruebas de verificación de la curva de capacidad en bornes de los autogeneradores a gran escala con una potencia máxima declarada hasta 5 MW.

4.1 Fechas para la Realización de las Pruebas

El operador de red deberá analizar y validar los requerimientos de seguridad del sistema de distribución local y los requerimientos de tensión de las pruebas para los autogeneradores conectados al SDL. En caso de que el OR identifique la necesidad de contar con el soporte del CND para la realización de las pruebas, el OR deberá enviar al CND al menos con 15 días de antelación a la realización de estas, los periodos propuestos de pruebas, la información de los puntos a probar, y en caso de que identifique requerimientos de tensión a nivel de STN y STR, deberá indicar claramente las barras con los niveles de tensión correspondientes. El CND analizará en la semana anterior la factibilidad de realizar las pruebas para el caso en que se tengan requerimientos de tensión a nivel de STN y STR.

4.2 Verificaciones y Reajustes en Planta por Parte del Agente que Realiza las Pruebas

Para la realización de las pruebas se recomienda realizar las siguientes verificaciones:

Verificación de los generadores

Se recomienda revisar que antes del inicio de las pruebas, los niveles de alarma y operativos del autogenerador, sus protecciones y sistemas auxiliares sean coherentes con las recomendaciones del fabricante.

Verificación de los transformadores elevadores

Se recomienda revisar que antes del inicio de las pruebas, los niveles de alarma y disparo de los transformadores elevadores sean coherentes con su clase de aislamiento y con sus especificaciones técnicas.

Verificación de controles de las plantas, compensaciones y demás elementos asociados al sistema de generación

Se recomienda revisar que antes del inicio de las pruebas, los controles del autogenerador, compensaciones (si están disponibles) y demás equipos asociados al sistema de generación, hayan sido exitosamente comisionados.

A continuación, se describe el detalle de las pruebas de verificación de curva de carga a realizar en las regiones de entrega y absorción de potencia reactiva. En la auditoría de las pruebas de potencia reactiva se deberá verificar el cumplimiento de los puntos de la prueba y de la curva mínima de referencia que se defina.

4.3 Realización de las pruebas en campo en la región de absorción y entrega de potencia reactiva

Después de haber realizado las verificaciones iniciales, y de ser necesarios reajustes, se debe realizar el siguiente procedimiento para verificar la región de absorción y entrega de potencia reactiva del autogenerador:

1. Para los casos en los que el operador de red haya indicado que requiere niveles de tensión específicos en el STN o el STR para realizar pruebas en los autogeneradores conectados a nivel de SDL, el operador de red deberá coordinar con el centro de control del CND el inicio de la prueba para llevar a cabo las instrucciones operativas requeridas antes y durante la misma dentro de los márgenes de seguridad definidos para los equipos y las variables eléctricas del sistema. Estas instrucciones pueden incluir consideraciones de topología y despacho particulares para los recursos de generación con el fin de evaluar la curva de cada autogenerador.

En los demás casos el operador de red deberá realizar todas las gestiones en la red para viabilizar la realización de la prueba manteniendo condiciones de seguridad y confiabilidad en el servicio.

2. El generador se debe llevar a una de las potencias activas definidas para la prueba.
3. Las pruebas se deben realizar en modo de control de tensión.
4. Durante la realización de esta prueba el agente generador registrará las potencias activa, reactiva y la tensión en bornes del generador, con una resolución mínima de un dato por segundo utilizando un registrador con certificado de calibración vigente.

5. La realización de esta prueba requiere que el generador controle la tensión a un valor definido por el operador de red según las condiciones del sistema. Para lograr este valor, se pueden utilizar otras unidades de la zona de influencia, igualmente puede hacerse uso de equipos de compensación de reactivos o cambiadores de tomas de transformadores, en cuyo caso el CND¹ coordinará las acciones necesarias para lograr el objetivo cuando estas acciones estén asociadas a elementos del STN y STR, y el operador de red deberá velar por la gestión sobre los otros elementos de la red y en todos los casos deberá garantizar que no se superen los límites establecidos en tensiones o cargabilidad de elementos del sistema e informar al CND si se presenta alguna situación que pueda afectar la operación del SIN.
6. Si agotadas las consignas, el generador no puede llegar al límite esperado de absorción de potencia reactiva por condiciones del sistema, este punto será declarado como conforme y se consignará esta situación en el informe de resultados de la prueba.
7. Después de obtenido el valor de potencia reactiva máxima a la potencia activa seleccionada, el generador debe ser mantenido en este punto de operación mínimo durante 10 minutos para el registro de las variables de la prueba. Durante este tiempo se debe verificar que no se exceden las temperaturas máximas permitidas en el autogenerador teniendo en cuenta los valores definidos por el fabricante.
8. Una vez recolectados los datos para el primer punto de potencia activa, se debe realizar el mismo procedimiento anterior para los otros puntos acordados entre el CND y el operador de red, teniendo en cuenta lo establecido en el punto 5 del presente numeral².

Con respecto a la verificación de la curva de carga de la región de entrega de potencia reactiva se repite el procedimiento anterior y el numeral 5 se reemplaza por el siguiente:

Si agotadas las consignas, el generador no puede llegar al límite esperado de entrega de potencia reactiva por condiciones del sistema, este punto será declarado como conforme y se consignará esta situación en el informe de resultados de la prueba.

5 CÁLCULO DE TOLERANCIAS ASOCIADAS AL RESULTADO DE LAS PRUEBAS

A continuación, se describe el procedimiento que debe ser usado para el cálculo del error de medición asociado a la potencia activa y la potencia reactiva registradas durante las pruebas de verificación de la curva de capacidad, con el cual se determina el cumplimiento de la prueba.

¹ La coordinación con el CND se realiza solamente en los casos en los cuáles el operador de red- OR le haya indicado al CND que requiere niveles de tensión específicos en el STN o el STR para realizar pruebas en autogeneradores conectados a nivel de SDL. La comunicación del OR al CND deberá hacerse con al menos 15 días de anticipación a la ejecución de las pruebas.

² En el caso en que se requiera coordinación con el CND, según lo establecido en el numeral 5, esta deberá realizarse con al menos 15 días de anticipación a la ejecución de las pruebas.

Las desviaciones porcentuales de los puntos de operación obtenidos durante las pruebas, con respecto a los puntos esperados incluyen los errores asociados a la cadena de medición de potencia activa y reactiva.

Teniendo como base los registros en el tiempo de cada uno de los puntos operativos logrados durante las pruebas, los errores de medición de transformadores de potencial y corriente y equipo de registro, se define el siguiente procedimiento para la verificación del cumplimiento de tolerancias de error:

1. Cuando aplique, corregir los valores de potencia reactiva obtenidos durante la prueba calculando la potencia reactiva esperada a la tensión en bornes del generador.
2. Después de haber corregido por tensión la serie de datos de potencia reactiva, promediar los valores obtenidos en el periodo de prueba y se obtiene un valor representativo para cada punto operativo evaluado.
3. Calcular el error de medición relativo asociado a PTs y CTs y al tipo de registrador, reportando la fuente bibliográfica que define el cálculo del error del equipo de medición correspondiente.
4. Graficar la curva de carga dada por los puntos P, Q que se definieron en la etapa de planeación. A esta curva se deben adicionar dos curvas que forman una envolvente conformada por la curva original considerando una tolerancia de $\pm 1\%$ (Ver Figura 1).
5. En la misma gráfica dibujar el valor promedio de los puntos medidos corregidos por tensión para cada punto operativo probado. A cada punto se debe adicionar y restar el error absoluto de medición, para generar un rectángulo representativo del error de medición en potencia reactiva (Ver Figura 1).

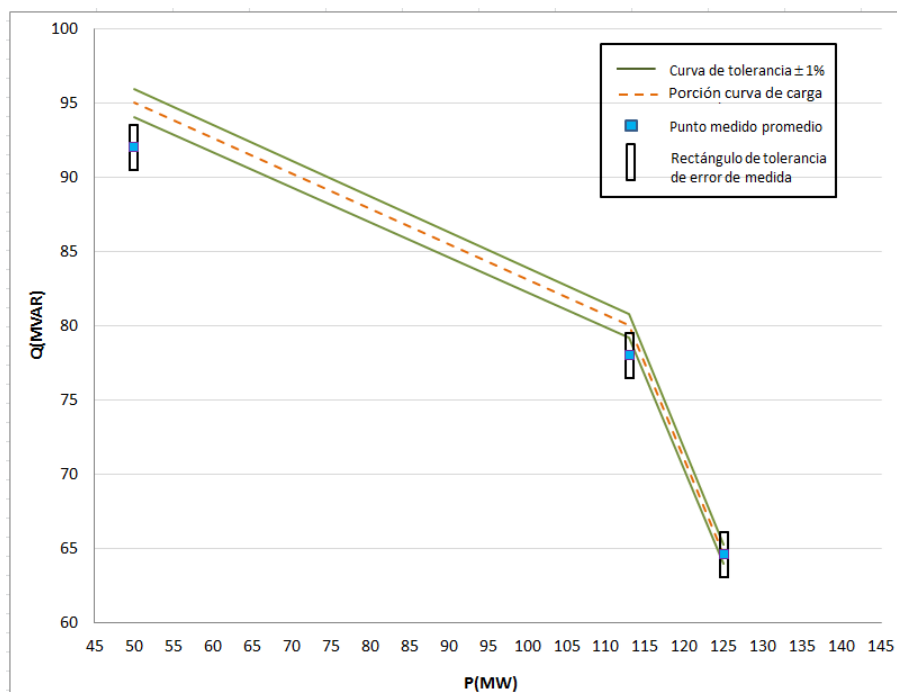


Figura 1. Ejemplo de curva de tolerancia y rectángulo que considera error de medición aplicable a los numerales 4 y 5 del procedimiento de cálculos de tolerancias

5.1 Curva de carga definitiva

Una vez se haya verificado la capacidad del generador para entregar y absorber potencia reactiva mediante la prueba correspondiente, el agente generador deberá informar la nueva curva de carga considerando la región obtenida durante las pruebas de verificación.

En caso de que durante la prueba de verificación de la curva de capacidad no se alcancen los valores de potencia reactiva esperados porque las condiciones del sistema de potencia no lo permiten, el agente deberá reportar la curva de carga delimitada por los valores de potencia reactiva esperados.

5.2 Reprogramación de la prueba

Si durante una prueba de verificación de la curva de capacidad, el OR o el CND determinan que por las condiciones de seguridad del Sistema la prueba no puede continuar, esta deberá ser reprogramada y deberá seguir lo indicado en el numeral 4.1 del presente documento.

6 INFORME DE RESULTADOS

A más tardar 30 días calendario después de la realización de la prueba de verificación de potencia reactiva, el agente responsable debe entregar al operador de red el informe escrito en el que se detallen los resultados de las pruebas, además de los diferentes soportes técnicos de las mismas. Este informe debe contener como mínimo lo siguiente:

- Procedimiento o protocolo de pruebas detallado, que contenga fecha y hora precisas indicando cada una de las maniobras y consignas seguidas durante las pruebas del autogenerador.
- Certificado vigente de calibración del registrador de medidas.
- Curva de carga con los puntos acordados en la etapa de planeación de las pruebas y los puntos obtenidos durante las mismas.
- Gráficos que presenten la evolución en el tiempo de las principales variables del autogenerador medidas durante las pruebas en bornes de este:
 - Potencia activa
 - Potencia reactiva
 - Tensión
- Gráficos que presenten la evolución en el tiempo de variables adicionales medidas durante las pruebas. Estos pueden ser obtenidos del sistema SCADA u otro sistema de medición disponible:
 - Tensión en servicios auxiliares
 - Temperaturas que estén disponibles
- Cálculo de los errores y tolerancias finales obtenidas con respecto a los puntos esperados en la etapa de planeación.
- Si es del caso, las justificaciones técnicas de limitaciones adicionales encontradas durante el desarrollo de las pruebas, que puedan limitar el alcance de los puntos previamente acordados.

- Conclusiones, recomendaciones y resultados de las pruebas definidas por el auditor, indicando si la prueba es exitosa o debe ser reprogramada, indicando las correcciones o modificaciones que deben ser realizadas.

Para la revisión de este informe el operador de red tendrá un plazo de 30 días calendario a partir de su recepción.