

No. ARCONEL - 004/15

**EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE
REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD
–ARCONEL–****Considerando:**

Que, el Art. 261, numeral 11 de la Carta Magna dispone que el Estado Central tendrá competencias exclusivas sobre los recursos energéticos, minerales e hidrocarburos; y, el Art. 313 ibídem, determina que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, prevención y eficiencia;

Que, el artículo 26 de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica, establece que el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable promoverá el uso de tecnologías limpias y energías alternativas, de conformidad con lo señalado en la Constitución que propone desarrollar un sistema eléctrico sostenible, sustentado en el aprovechamiento de los recursos renovables de energía;

Que, las políticas del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable establecen que la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC–;

Que, debido a la implementación actual y futura de proyectos de generación con ERNC, es necesario contar con un marco normativo adecuado que permitan establecer los aspectos técnicos que deben ser observados por los generadores, transmisor y distribuidoras, respecto a la conexión de este tipo de tecnologías de generación a los sistemas de transmisión o distribución; y,

En ejercicio de las atribuciones otorgadas por el artículo 15 la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica:

Resuelve:

Emitir la presente Regulación denominada «*Requerimientos Técnicos para la Conexión y Operación de Generadores Renovables No Convencionales a Las Redes de Transmisión y Distribución*».

CAPÍTULO I**ASPECTOS GENERALES****1. OBJETIVO**

Establecer los criterios y requisitos técnicos relacionados con la conexión de los generadores renovables no

convencionales a las redes de transmisión y distribución, a fin de: no degradar la calidad y confiabilidad del servicio de energía eléctrica, en la zona de influencia del generador; mantener en todo momento los niveles de corrientes y voltajes del sistema dentro de sus rangos admisibles; y, asegurar la operación eficiente y segura de la red.

2. ALCANCE

Las disposiciones enunciadas en la presente Regulación serán de cumplimiento obligatorio para: empresas distribuidoras, empresa de transmisión, Operador Nacional de Electricidad –CENACE–, actores interesados en desarrollar proyectos de generación, y participantes del sector eléctrico que operan proyectos de generación renovable no convencional.

La presente Regulación aplica para generadores a conectarse o conectados en medio y alto voltaje, cuya potencia nominal sea mayor o igual a 100 kW, sin límite superior de potencia, excepto para pequeñas centrales hidroeléctricas cuya potencia máxima es 10 MW.

3. DEFINICIONES

Calidad del Servicio Técnico: Atributo del sistema eléctrico relacionado con la continuidad con la que se presta el servicio. Se evalúa en función del número y la duración de las interrupciones de dicho servicio.

Calidad del Producto: Atributo del servicio de energía eléctrica, referente a la forma en la que las señales de voltaje y corriente entregadas se ajustan a lo requerido para la operación adecuada de los equipos conectados a la red.

Capacidad para soportar falla: Es la capacidad de un generador para mantenerse en servicio durante una falla, es decir para soportar el hueco de voltaje en bornes producido por la misma.

Compensador sincrónico estático –STATCOM– (del inglés: *static synchronous compensator*): Es un dispositivo de control utilizado en redes de transmisión de corriente alterna. Permite inyectar o consumir dinámicamente un determinado valor de potencia reactiva a partir de la modulación correspondiente de un convertidor electrónico controlado por voltaje.

Compensador estático de potencia reactiva –SVC– (del inglés: *static var compensator*): Dispositivo de control de potencia reactiva utilizado en redes de transmisión de corriente alterna. Permite inyectar o consumir potencia reactiva mediante la conmutación automática de inductores o condensadores controlados por tiristores. Ofrece una respuesta dinámica de menor calidad comparado con un STATCOM.

Generación convencional: Generación de energía eléctrica con unidades de generación conectadas directamente a la red mediante una máquina sincrónica y que empleen las siguientes tecnologías:

a) Hidroeléctricas de capacidad mayor a 10 MW; y,

- b) Termoeléctricas de ciclo simple o combinado que usen combustibles fósiles y nucleares.

Generador renovable no convencional –GRNC–: Incluye aquellas centrales de generación que utilicen las siguientes tecnologías:

- a) Solar fotovoltaica y solar termoeléctrica;
- b) Eólica;
- c) Pequeñas centrales hidroeléctricas (potencia nominal menor o igual a 10 MW);
- d) Geotérmica;
- e) Biomasa;
- f) Biogás; y
- g) Mareomotriz;

Generador de inducción doblemente alimentado –DFIG–: Esta tecnología, utilizada mayormente en generación eólica, hace uso de un generador de inducción cuyo rotor es bobinado y alimentado mediante un convertidor electrónico con el fin de obtener capacidades de control de generación y respuesta mecánica muy superiores al obtenido con un generador asincrónico de resistencia variable.

Generador eólico de convertidor completo: Puede utilizar un generador sincrónico o generador de inducción, a cuyos bornes del estator se conecta un convertidor electrónico de forma que toda la potencia generada fluye a través del convertidor. El convertidor desacopla completamente el generador y tren de transmisión mecánico de la red, lo cual le otorga flexibilidad en cuanto al control de potencia activa y reactiva.

Hueco de voltaje: Disminución brusca del voltaje a un valor situado entre el 10% y 90% del voltaje nominal, con una duración de 0,5 ciclos hasta 1 minuto, seguida del restablecimiento del voltaje.

Isla eléctrica: Sección o parte del Sistema Nacional Interconectado que puede operar en forma autónoma y, además cuenta con capacidad de generación, autogeneración y control de frecuencia, para brindar el servicio eléctrico a sus usuarios.

Operador de la red: Empresa de transmisión o distribución, encargada de la administración, operación, mantenimiento y expansión de las redes de transmisión o distribución, según corresponda.

Operador del Sistema: corresponde al Operador Nacional de Electricidad –CENACE–, quien es el operador técnico del Sistema Nacional Interconectado –S.N.I.–.

Punto común de conexión –PCC–: es el punto del sistema eléctrico donde el generador se conecta con la red de transmisión o de distribución, el cual puede ser accesible para conexión de otros usuarios de la red. Por convención, los requisitos de calidad deben medirse en dicho punto.

Rampa de potencia: Variación lineal de la potencia con respecto al tiempo. El incremento de la potencia será directamente proporcional a la pendiente de la variación.

CAPÍTULO II

REQUERIMIENTOS DE ACCESO

4. ESTUDIOS PARA EL ACCESO

Previo a realizar la solicitud del Título Habilitante, el interesado en desarrollar el proyecto de GRNC debe realizar estudios técnicos con el fin de verificar que el ingreso del GRNC no producirá efectos adversos en el sistema al cual se conecta.

El operador de la red proveerá la información técnica de la red que requiera el GRNC para la realización de los estudios.

Los estudios realizados deben ser presentados al distribuidor o transmisor, según corresponda, para que este a su vez verifique los resultados de los mismos y evalúe la factibilidad de conexión del GRNC a su red. La base de información de los estudios debe ser presentada en un formato compatible con el software de estudios que disponga el operador de la red. Esto como un requisito primordial para la solicitud de acceso a la red.

Para el caso de proyectos previstos a incorporarse en la red de transmisión, en los que los estudios indiquen que existe una afectación importante al S.N.I., el transmisor requerirá revisión adicional a los estudios por parte del CENACE. Luego de la revisión, este último remitirá al transmisor un informe con las recomendaciones respecto de la factibilidad de conexión del GRNC.

Independientemente de la potencia del generador y del tipo de red al cual se conectan, deberán realizarse los estudios que se describen a continuación con la excepción señalada en la DISPOSICIÓN TRANSITORIA Segunda.

4.1 Escenarios a ser analizados

Todos los estudios que se describen a continuación, deben considerar tres escenarios:

- a) Red sin el generador renovable.
- b) Red con el generador renovable.
- c) Red de distribución solo con generación renovable, en el caso que se permita funcionamiento en isla eléctrica.

Adicionalmente, en los estudios de acceso deben tener en cuenta todo el equipamiento de generación, transporte, control, protección y comunicaciones que se prevé estará instalado al momento de la conexión del GRNC al sistema eléctrico.

Se deberán además analizar estados previsibles de demanda y generación correspondientes a etapas posteriores al ingreso del GRNC. Para ello, el operador de la red proveerá información de la distribución espacial de la demanda

en los nodos de interés del GRNC, sobre la base de las proyecciones de demanda y generación determinadas en el plan de expansión respectivo.

4.2 Flujos de potencia

El GRNC deberá realizar estudios de flujos de potencia considerando la incorporación de las nuevas instalaciones, tanto para máxima como para mínima demanda.

Otros estados de demanda, que impliquen complicaciones en la operación, podrán ser requeridos en los estudios, en caso de que el operador de la red lo considere necesario.

Como resultados de estos flujos de potencia se deben verificar la existencia o no de sobrecargas en equipamientos, y el cumplimiento del perfil de voltajes en los nodos del sistema.

Para GRNC a conectarse a la red de transmisión, este estudio debe incluir el funcionamiento de la red con contingencia simple (condición N-1). Es decir, con elementos fuera de servicio, analizando los estados que resulten más exigentes para el sistema.

En ningún caso será admitido aquel proyecto que cause, en estado estable, sobrecarga en los dispositivos de la red o perfiles de voltaje fuera del rango admitido por el operador de la red. De ser el caso, el generador podrá proponer alternativas de solución que eviten dichas afecciones al sistema.

4.3 Estudios de cortocircuitos

El GRNC deberá realizar estudios de cortocircuitos, trifásicos y monofásicos como mínimo, para las condiciones de demanda y topología que representen corrientes de cortocircuito mínimas y máximas, en los puntos de la red que se consideren más críticos en función de la incorporación de la nueva generación. El operador de la red definirá aquellos puntos de la red donde sea indispensable realizar el análisis de cortocircuitos.

En cada uno de los nodos analizados se deberá indicar cuál es el incremento de la potencia de cortocircuito debida a la inserción de la nueva generación y verificar que no se superen los niveles de potencia de cortocircuito que pueden soportar los equipos existentes. De ser el caso, el generador podrá proponer alternativas de solución para dichas afecciones.

4.4 Estudios de coordinación de protecciones

El GRNC deberá realizar estudios de coordinación de protecciones, para coordinar los sistemas de protección del generador a instalar y de su línea de interconexión, con los existentes en la red. Este estudio deberá considerar la simulación de al menos fallas trifásicas y monofásicas, con y sin resistencia de falla para las últimas. Deben tenerse en cuenta al menos dos escenarios, uno de máxima y otro de mínima potencia de cortocircuito.

Como resultado de estos estudios, se deberá asegurar la coordinación de las distintas protecciones para cualquier situación de operación del generador y del sistema.

En el Anexo 1 de la presente Regulación, se detalla con mayor profundidad los criterios a tenerse en cuenta en la coordinación de protecciones.

4.5 Estudios de calidad del producto

El GRNC debe realizar estudios que indiquen la calidad del producto que será entregado en el PCC, dichos estudios deberán abarcar los siguientes aspectos de calidad del producto: flicker, desbalance de voltaje y armónicos.

Como resultado de estos estudios, se deberá verificar que los parámetros de calidad indicados se encuentren dentro de los límites establecidos en la presente Regulación. En caso de no cumplirse, el generador deberá proponer las alternativas de solución respectivas

4.6 Estudios de estabilidad

Estos estudios no son obligatorios para todos los GRNC, y será el operador de la red quien defina, en coordinación con CENACE, bajo qué condiciones serán requeridos.

a) Estabilidad de ángulo

El GRNC deberá realizar estudios de estabilidad transitoria y de pequeña señal con el objeto de determinar el comportamiento del ángulo del generador, en condiciones normales y ante distintas perturbaciones (fallas, desconexión de carga y/o generación, etc.). Se debe verificar que el GRNC y el sistema se mantienen estables para cualquier estado de carga obtenido a partir de las proyecciones de demanda.

Para los escenarios de estudio de estabilidad transitoria, se deberán simular las fallas más exigentes para el mantenimiento de la estabilidad del sistema. Las fallas más exigentes serán las que suponen un mayor desbalance de generación-demanda y/o las que degradan el sistema de manera que el mismo pierda elementos de control de potencia activa/reactiva o líneas troncales de larga distancia.

b) Estabilidad de voltaje

El GRNC deberá realizar estudios de estabilidad de voltaje, con el fin de determinar el efecto del ingreso de la nueva generación en la estabilidad de los voltajes en los nodos del sistema, tanto para condiciones normales como ante perturbaciones. Se deberán realizar análisis que permitan verificar la respuesta estática del voltaje y potencia reactiva en dichos nodos.

c) Estabilidad de frecuencia

El GRNC deberá realizar estudios de estabilidad de frecuencia, con el fin de determinar el efecto del ingreso de la nueva generación en la estabilidad de frecuencia

del sistema, tanto para condiciones normales como ante perturbaciones.

5. PRUEBAS Y CERTIFICACIÓN DE EQUIPOS

El operador de la red deberá verificar que se cumplan los criterios, requerimientos y estándares en el diseño, fabricación, desempeño y compatibilidad de conexión del generador y el equipo asociado. Para ello el operador de la red podrá contratar un consultor externo, a costo del GRNC, que verifique el cumplimiento satisfactorio de las distintas pruebas acordes a la normativa específica.

5.1.1 Requisitos según tecnología

Para cada tecnología en particular, se deberán cumplir con estándares que permitan certificar la conformidad de conexión del GRNC a la red de transmisión o distribución.

5.1.2 Eólica

Con el objeto de verificar la compatibilidad de la conexión de cada unidad del proyecto de generación eólica, en el sitio específico de la instalación, se deberán realizar pruebas a los equipos y verificar que estos cumplan con criterios de diseño establecidos. Particularmente, se deberán realizar los siguientes ensayos:

- a) Prueba de desempeño de potencia del aerogenerador. Con esta prueba se obtendrá la curva de potencia del aerogenerador en el sitio de instalación, misma que es requerida para estimar la producción anual de energía. Para la ejecución de este ensayo se podrán seguir las recomendaciones establecidas en la Norma IEC 61400-12.
- b) Medición y evaluación de la calidad de potencia de turbinas eólicas conectadas a la red. Esta prueba es requerida para determinar el impacto de la turbina eólica en la calidad de la onda de voltaje y con ello verificar que los requerimientos de calidad de voltaje se cumplan. Para la realización de este ensayo se seguirán las recomendaciones establecidas en la Norma IEC 61400-21.
- c) Certificado de conformidad, donde se verifique que el generador eólico cumple con estándares de diseño, fabricación y montaje. Como referencia para esta certificación se tomará la Norma IEC 61400-22:

5.1.3 Solar fotovoltaico

Para el caso de sistemas de generación solar fotovoltaica se deberá verificar que los inversores fotovoltaicos a ser usados en conexión con la red cumplan:

- a) Poseer certificación de que los mecanismos de prevención de isla no intencional cumplen con la norma IEC 62116.

- b) Calidad de onda de voltaje dentro de los parámetros especificados en la presente Regulación, para lo cual se deberán seguir los métodos de medición descritos en la norma IEC 61000-4.

5.1.4 Solar térmica, biomasa, geotérmica y pequeña hidroeléctrica

Para el caso de estos GRNC, cuya conexión a la red se realiza mediante generador sincrónico en forma similar que un generador convencional, se deberán seguir los mismos procedimientos de ensayo utilizados en generadores convencionales, establecidos en la regulación referente a procedimientos de despacho y operación; y en los instructivos de acceso a la red que definan el operador del sistema y operador de la red.

6. SEÑALES DE COMUNICACIÓN Y CONTROL

Las señales de comunicación y control que deberá disponer el GRNC serán aquellas definidas en las regulaciones referentes a la materia, esto es, regulación del sistema de medición comercial y regulación de supervisión y control en tiempo real del S.N.I. Esto aplicará para cada una de las tecnologías de generación descritas en la definición de GRNC de la presente Regulación. Para el caso de redes aisladas, la distribuidora definirá el requerimiento de señales de comunicación y control, sobre la base de las regulaciones arriba referidas.

De considerarlo necesario, el CENACE en coordinación con el operador de la red podrá solicitar señales adicionales a las solicitadas en las regulaciones referidas; así como protocolos de pruebas y parámetros de sus equipos que permita su modelación en el SCADA/EMS, de conformidad con la regulación de supervisión y control en tiempo real del S.N.I.

Los GRNC que están sujetos al despacho centralizado, deben comunicar al CENACE, la previsión de producción de energía horaria de cada día, dentro de los plazos establecidos en los Procedimientos de Despacho y Operación, a efectos de que el operador realice la programación diaria.

Para el caso de GRNC no sujetos al despacho centralizado y conectadas al S.N.I., el CENACE incorporará toda la información relacionada con dichas unidades de generación, a fin de considerar su incidencia técnica y económica en la planificación de la operación y el despacho económico. Los propietarios de aquellas unidades tienen la obligación de enviar toda la información requerida por el CENACE.

7. MEDICIÓN COMERCIAL

El sistema de medición comercial deberá cumplir con lo indicado en la regulación referente a sistemas de medición comercial vigente.

CAPITULO III**REQUISITOS OPERATIVOS****8. OPERACIÓN COMERCIAL**

- a) Como condición indispensable para la conexión a la red de transmisión o distribución, el GRNC debe poseer el Título Habilitante que lo faculte para ejercer la actividad de generación y haber cumplido con todas las obligaciones contractuales establecidas en dicho documento.
- b) Para que el GRNC pueda ser declarado en operación comercial, a más de cumplir con todos los requerimientos de diseño especificados en el primer capítulo de la presente Regulación, así como los requisitos estipulados en el Título Habilitante, deberá contar con la autorización para el inicio de operación comercial, otorgada por el CENACE para el caso de GRNC conectados al S.N.I., u otorgada por la distribuidora para el caso de redes aisladas. Para el efecto, el GRNC deberá cumplir con la certificación del sistema de medición comercial y con los instructivos de conexión del CENACE o la distribuidora, según el caso. Dichos instructivos deberán observar lo establecido en la normativa vigente. La autorización deberá estar en conocimiento de ARCONEL.

9. CONTROL DE POTENCIA ACTIVA

En cuanto al control de potencia activa, los GRNC deberán:

- a) Tener capacidad de controlar la potencia activa total inyectada en el PCC. Para lo cual deben disponer del equipamiento de control necesario para responder a las solicitudes del CENACE para ajuste de la potencia activa total en el PCC. La solicitud de ajuste debe ser acorde al rango de funcionamiento de las unidades de generación y a la disponibilidad de energía primaria.
- b) Tener la capacidad de modificar el valor de las rampas de subida o bajada de la potencia activa total en el PCC en función de lo establecido por el CENACE.
- c) Garantizar una rampa de arranque tal que reduzca el impacto en la red, el mismo que se definirá según los resultados de simulación dinámicos realizados en los estudios de acceso, para los casos que corresponda
- d) Operar a frecuencia nominal de 60 Hz. No obstante, el GRNC deberá tener capacidad de operar dentro de los rangos de frecuencia admisibles de operación, establecidos en los procedimientos de despacho y operación.
- e) Disponer de controladores para ejecutar una reducción rápida de la potencia activa en el PCC, cuando el CENACE lo requiera en condiciones de emergencia.

No se exigirá que los GRNC participen en regulación primaria de frecuencia. No obstante, en condiciones

excepcionales, el CENACE podrá solicitar al GRNC que opere de forma intencionada por debajo de su potencia activa total producible, con el objeto de disponer de capacidad de reserva en caso de reducción de frecuencia de la red.

10. CONTROL DE POTENCIA REACTIVA Y VOLTAJE

Los GRNC deben cumplir los siguientes requerimientos en cuanto a control de voltaje y potencia reactiva:

- a) Tener capacidad de producción y absorción de potencia reactiva como requerimiento para transmitir potencia activa, y ajustar sus reactivos según la solicitud del CENACE, o la distribuidora en el caso de redes aisladas.
- b) Independientemente del nivel de voltaje, deben contar con capacidad de control del factor de potencia desde 0,95 en atraso hasta 0,95 en adelante. El factor de potencia deberá mantenerse dentro de este rango para potencias activas que varían entre el 20% y 100% de la potencia nominal registrada de la central de GRNC, para régimen de operación estable.
- c) Cuando las condiciones del sistema lo requieran, se podrá exigir que disponga de control automático de voltaje en el PCC. La respuesta dinámica del control de voltaje deberá verificar los criterios de desempeño mínimo que establezca el CENACE de manera que no afecten la estabilidad del sistema.
- d) En el caso que se requiera ampliar el rango de control de la potencia reactiva y/o la velocidad de respuesta del control conjunto de voltaje por condiciones de estabilidad en la transmisión de potencia, se podrá exigir a generadores nuevos la instalación de un equipo de compensación dinámica de potencia reactiva (compensador sincrónico, SVC, STATCOM, etc.).
- e) Para GRNC conectados a la red de transmisión, el voltaje continuo de operación requerido en el PCC debe estar dentro las tolerancias establecidas en la regulación referente a procedimientos de despacho y operación. Para GRNC conectados a la red de distribución, el rango de voltaje continuo de operación en el PCC es 0,95 – 1,05 p.u.

11. CALIDAD DEL PRODUCTO

En el PCC con el sistema, se definen los límites máximos permisibles de contenido armónico, variaciones periódicas de voltaje (Flicker) y desbalances de voltaje introducidos por los GRNC.

11.1 Niveles máximos de armónicos

El GRNC deberá entregar, en el PCC, una onda de voltaje cuyos niveles de armónicos no deben superar los valores que se describen en la Tabla 1. Estos límites están expresados en porcentaje de la magnitud del voltaje nominal.

Tabla 1. Niveles máximos de armónicos de voltaje (% del voltaje nominal)¹

Tabla 1. Niveles máximos de armónicos de voltaje (% del voltaje nominal) ¹		
Orden de la Armónica	Medio Voltaje ($0,6kV \leq V_n < 40kV$)	Alto Voltaje ($40kV \leq V_n$)
<i>Armónicas Impares No Múltiplo de 3</i>		
5	5	2
7	4	2
11	3	1,5
13	2,5	1,5
$17 \leq h \leq 49$	$1,9 \times \frac{17}{h} - 0,2$	$1,2 \times \frac{17}{h}$
<i>Armónicas Impares Múltiplo de 3</i>		
3	4	2
9	1,2	1
15	0,3	0,3
21	0,2	0,2
$21 < h \leq 45$	0,2	0,2
<i>Armónicas Pares</i>		
2	1,8	1,4
4	1	0,8
6	0,5	0,4
8	0,5	0,4
$10 \leq h \leq 50$	$0,25 \times \frac{10}{h} + 0,22$	$0,19 \times \frac{10}{h} + 0,16$
THD (%)	6,5	3,0

11.2 Variaciones periódicas de amplitud de voltaje –Flicker–

La severidad de las variaciones periódicas de amplitud de voltaje, deberán evaluarse con los siguientes índices:

- a) Indicador de variación de voltaje a corto plazo –Pst–:** Mide la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de voltaje a corto plazo, con intervalos de observación de 10 minutos. El valor del Pst se expresa en por unidad (p.u.).
- b) Indicador de variaciones de voltaje a largo plazo –Plt–:** Mide la severidad de las variaciones periódicas de amplitud de voltaje a largo plazo, con intervalos de observación de 2 horas. Se calcula a partir de valores sucesivos de Pst.

La conexión de un GRNC al sistema no debe causar niveles de emisión individuales que se encuentren fuera de los límites establecidos en la Tabla 2:

Tabla 2. Niveles máximos de flicker²

Indicador	Limite
Pst_{max}	0,35
Plt_{max}	0,25

¹ Adaptado de IEC 61000-3-6: Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-6: Limits - Assessment of emission limits for the connection of distorting installations to MV, HV and EHV power systems

² IEC TR 61000-3-7, Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 3-7: Limits - Assessment of emission limits for the connection of fluctuating installations to MV, HV and EHV power systems.

Asimismo, la severidad de variaciones periódicas de amplitud de voltaje, causadas por varias instalaciones, se calcula de la siguiente forma:

$$Pst = \sqrt[3]{\sum_i Pst_i^3}$$

$$Plt = \sqrt[3]{\sum_i Plt_i^3}$$

Las expresiones anteriores permiten encontrar el nivel de variaciones periódicas de amplitud de voltaje resultante de varias fuentes, como es el caso de una planta generadora formada por varias unidades. En dichos casos, también aplican los límites máximos mostrados en la Tabla 2.

11.3 Desbalance de voltaje

El desbalance de voltaje debe evaluarse acorde con la norma IEC 61000-4-30, esto es, calculando la proporción de las componentes de voltaje de secuencia negativa y cero, con respecto a la componente de secuencia positiva. El desbalance máximo de voltaje en estado estable no deberá superar el 5% en cada fase³.

11.4 Ámbito de aplicación

Los límites máximos de inyección de armónicos, variaciones periódicas de amplitud de voltaje y desbalance de voltaje, se deben cumplir independientemente de la potencia y nivel de voltaje del generador, y para cada una de las tecnologías de generación descritas en la definición de GRNC, del numeral 3, de la presente Regulación.

11.5 Supervisión y control

El cumplimiento de los parámetros de calidad es una responsabilidad del GRNC y el control de dicho cumplimiento estará a cargo del Operador de la Red, quien definirá los procedimientos de control necesarios. El CENACE, cuando considere necesario, podrá solicitar a los operadores de red que realicen actividades de control adicionales, para lo cual dispondrá la realización de auditorías especializadas; los costos de las mismas serán de responsabilidad del GRNC. Las auditorías deberán seguir los procedimientos de medición recomendados en la norma IEC 61000-4-30. Estas actividades de control son independientes de las que pueda realizar ARCONEL, como parte de sus actividades determinadas en la normativa.

En caso de detectarse que un generador no esté entregando su energía al sistema, en función de los parámetros de calidad definidos en la presente Regulación, el operador

de la red deberá informar al CENACE, a fin de que el GRNC no sea despachado hasta que dichos parámetros se encuentren dentro de los límites permitidos. Para el caso de redes aisladas, el distribuidor interrumpirá el despacho del generador que incumpla los parámetros de calidad. El operador de la red deberá además informar de este evento al agente generador. Las actividades y costos, para que el generador entregue energía dentro de los estándares de calidad, deberán ser asumidos por la empresa generadora.

12. RESPUESTA ANTE FALLAS EXTERNAS

Todo tipo de GRNC conectado a la red de transmisión o distribución, independientemente del tipo, deben contar con capacidad de soporte de fallas –FRTC– (por sus siglas en inglés, *fault ride-through capability*), para fallas en la red.

12.1 Perfil de Voltaje

Los GRNC y sus protecciones deben garantizar la continuidad de suministro, sin perder estabilidad, frente a fallas transitorias de la red, durante el tiempo máximo de liberación de la falla; soportando la caída abrupta de voltaje ocasionada por la misma, para el perfil de magnitud y duración del hueco voltaje indicado en la Figura 1. Durante este periodo el generador deberá aportar la potencia reactiva necesaria, siempre que esta se encuentre dentro de los límites de la unidad de generación. Posterior a la liberación de la falla transitoria la planta deberá aportar la potencia activa y mantener el flujo de reactivos que se tenía previo a la falla.

12.2 Inyección de corriente

Durante la falla y posterior recuperación del sistema, las máquinas deben proporcionar la máxima corriente reactiva posible. La inyección de corriente reactiva durante la duración de un hueco de voltaje producido por una falla trifásica, bifásica o monofásica deberá responder a la zona sombreada de la curva de corriente reactiva/voltaje, definida en la Figura 2, para ello:

- La maximización de corriente reactiva deberá continuar al menos hasta que la recuperación del voltaje alcance niveles de operación en régimen normal.
- Se permite reducir la producción de potencia activa durante las fallas en la red, con el fin de maximizar el aporte de potencia reactiva.
- En el caso de fallas permanentes el generador debe desconectarse con el objeto de no funcionar en isla eléctrica y no poner en riesgo la integridad del equipamiento.

No es admisible, a nivel de PCC, el consumo de potencia activa o reactiva durante los periodos de falla (trifásica, bifásica o monofásica) y recuperación del sistema, es decir, desde que se produce la falla hasta que el voltaje en la red está dentro de los límites admisibles de operación.

³ IEC 61000-4-30, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-30: Testing and measurement techniques – Power quality measurement methods

I

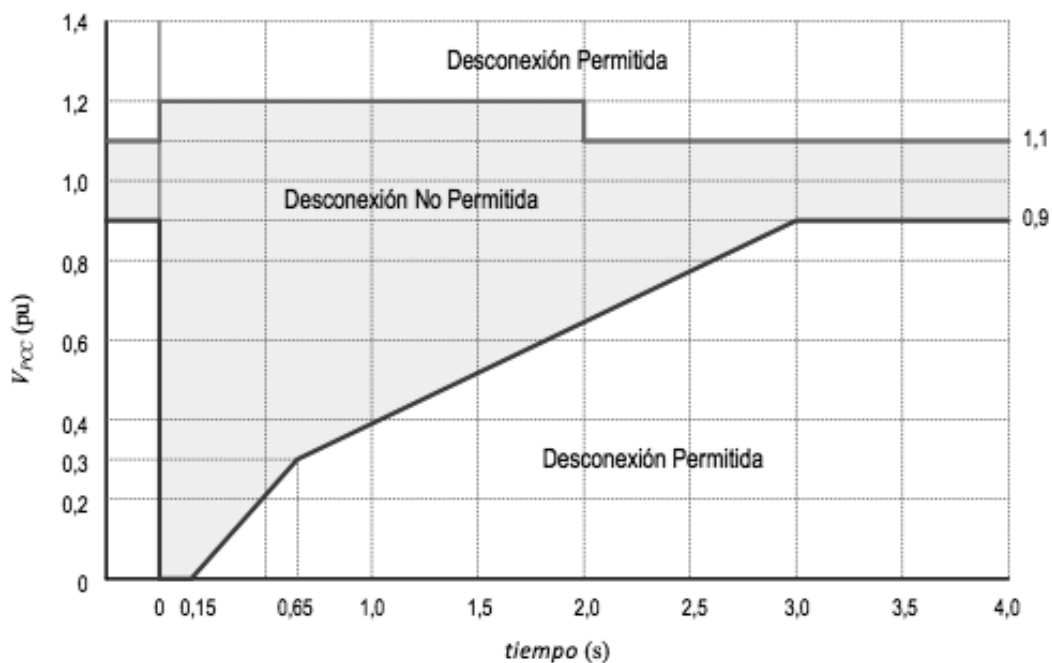


Figura 1. Capacidad de soporte de hueco de voltaje requerida

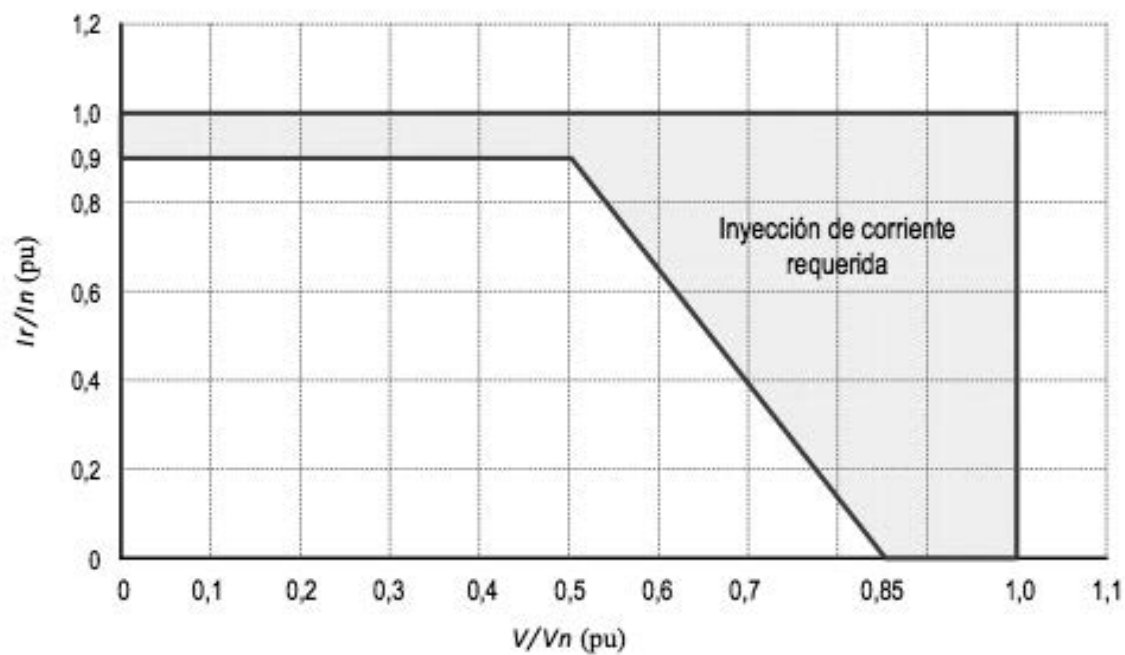


Figura 2. Inyección de corriente reactiva (I_r) requerida

12.3 Consideraciones según tecnología

12.3.1 Generación eólica

Para el caso de generación eólica, ya sea DFIG o convertidor completo, el control del convertidor debe ser configurado para satisfacer los requerimientos descritos previamente. No se requiere soporte de falla cuando operen a menos de 10% de su capacidad nominal o durante condiciones de altas velocidades de viento.

Si, en determinados casos, el GRNC no cuenta con capacidad de inyección de corriente reactiva frente a una falla, el operador de la red podrá solicitar la instalación de compensación reactiva adicional en el PCC.

12.3.2 Generación solar fotovoltaica

El control del convertidor debe ser configurado para satisfacer los requerimientos descritos previamente. No se requiere soporte de falla cuando operan a menos de 10% de su capacidad nominal.

12.3.3 Generación solar térmica, biomasa, geotérmica y pequeña hidroeléctrica

Se deben satisfacer los requerimientos planteados previamente a partir de una correcta configuración del control automático de voltaje del generador sincrónico, y del regulador de velocidad del mismo.

13. DISPOSICION GENERAL

Única: Los aspectos que no se encuentren definidos de forma expresa en la presente Regulación, se sujetarán a las disposiciones establecidas en la Regulación No. CONELEC – 006/00 «Procedimientos de Despacho y Operación», o la que la modifique o sustituya.

14. DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera: Las centrales de generación hidroeléctricas de capacidad mayor a 10 MW serán consideradas como generación convencional, en cuanto a los aspectos técnicos de conexión, y se sujetarán a los requerimientos de conexión para este tipo de generadores.

Segunda: Los requisitos de acceso y operación de la presente Regulación para GRNC de capacidad menor a 1MW serán opcionales, en caso de que el operador de la red y el operador del sistema así lo determinen, en función de las condiciones de conexión del generador.

CERTIFICACIÓN

Certifico que esta Regulación fue aprobada por el Directorio de ARCONEL, mediante Resolución No. 071/15 en sesión de 21 de octubre de 2015.

f.) Lcda. Lorena Logroño S., Secretaria General, Encargada, ARCONEL