

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 1 de 7

1. PROPÓSITO

La Ley de la República N°10086 para la “*Promoción y Regulación de Recursos Energéticos Distribuidos a partir de Fuentes Renovables*” y en lo particular el reglamento a dicha ley (el Decreto 43879-MINAE), establecen que el Operador del Sistema define los requisitos técnicos que deben cumplir los Recursos Energéticos Distribuidos (DER) según su tipo.

Estos requisitos técnicos son los necesarios para que la integración al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de los Recursos Energéticos Distribuidos se haga de forma tal que, no se afecte el cumplimiento de los criterios de calidad, seguridad y desempeño.

El cumplimiento de estos requisitos es obligatorio para la autorización por parte de la empresa de distribución de electricidad de la conexión del DER al SEN, en el punto de interconexión común, en conjunto con los requisitos que establezca la empresa distribuidora y los instrumentos regulatorios establecidos por ARESEP. Por consiguiente, estos requisitos técnicos deben ser considerados en la elaboración del contrato de interconexión.

2. ALCANCE

Estos requisitos técnicos deben ser aplicados a sistemas de generación distribuida para autoconsumo a pequeña escala (GDA) y para sistemas de almacenamiento de energía (SAE), que utilicen la tecnología de convertidores electrónicos de potencia o de generadores síncronos. Estos requisitos aplican para los GDA y SAE que operen interconectados con el SEN (operación en paralelo).

3. TERMINOS Y DEFINICIONES

Almacenamiento de energía: es toda tecnología (electroquímica, térmica, mecánica, eléctrica) que permita almacenar energía en las instalaciones del usuario final, incluyendo calderas eléctricas con tanques de agua caliente.

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos.

Capacidad nominal: potencia eléctrica para la cual un equipo de generación o de almacenamiento de energía está diseñado para su uso normal sin que cause daños al mismo. En el caso de los DER también aplica para un conjunto de equipos conectados al mismo punto de interconexión común.

Convertidor electrónico: equipo electrónico que hace la conversión de la energía eléctrica de corriente directa a corriente alterna (inversor) o de

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 2 de 7

corriente alterna a corriente directa (rectificador).

DER: Recursos Energéticos Distribuidos (del inglés Distributed Energy Resources).

GDA: sistema de Generación Distribuida para Autoconsumo.

Generación distribuida para autoconsumo: conjunto de tecnologías o equipos necesarios para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable utilizados por el generador distribuido.

ICCP: protocolo de comunicación entre centros de control (del inglés Inter Control Center Protocol).

OS: Operador del Sistema.

PDER: Persona física o jurídica propietaria de un DER.

Propietario de la red eléctrica: sinónimo utilizado para la empresa de distribución de electricidad.

SAE: Sistema de Almacenamiento de Energía.

SEN: Sistema Eléctrico Nacional.

SCADA: sistema de control supervisorio y de adquisición de datos (del inglés Supervisory Control and Data Acquisition).

SCADA/EMS: sistema de control supervisorio, de adquisición de datos, control remoto y de administración de la energía eléctrica.

4. CONTENIDO

4.1. Descripción de las tecnologías

Dos de las tecnologías utilizadas por los Recursos Energéticos Distribuidos son las de convertidores electrónicos de potencia y generadores síncronos.

Los convertidores electrónicos son indispensables en las instalaciones de generación fotovoltaica y en sistemas de almacenamiento con baterías, utilizándose además en ciertas instalaciones de generación eólica.

Por su parte los generadores síncronos se usan para la producción de electricidad en instalaciones donde el recurso fuente es el agua (hidroeléctrica), biomasa, sol (solar térmica) y otros.

4.2. Ámbito de operación continua sin desconexión

El DER debe tener la capacidad de operar sin desconectarse en un ámbito de frecuencia alrededor la frecuencia nominal, cumpliendo como mínimo con lo indicado en la tabla N°1. En el ámbito de variación de la frecuencia indicado en dicha tabla, el DER debe cumplir con la función de control establecida en el apartado 4.4.

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 3 de 7

Tabla N°1. Ámbito de la frecuencia eléctrica donde los DER deben operar sin desconectarse.

Tecnología del DER	Capacidad nominal del DER	Ámbito de frecuencia donde debe operar sin desconectarse (1)
Convertidores electrónicos de potencia	Mayor de 1 MW	57,0 a 62,0 Hz
	Igual o inferior a 1 MW	57,0 a 61,8 Hz
Generadores síncronos	Mayor de 1 MW	57,0 a 62,0 Hz
	Igual o inferior a 1 MW	

Nota:

(1) En este ámbito, el DER no debe desconectarse, ni pasar a una condición de operación de cese del suministro de potencia eléctrica.

Además, el DER debe operar sin desconectarse en un ámbito de tensión del $\pm 10\%$ con respecto a la tensión nominal, medida en los terminales del DER.

4.3. Protecciones de sobre y baja frecuencia

El DER debe contar con protecciones de sobre y baja frecuencia, ya sea en el punto de interconexión común o en sus equipos, de manera que cumpla con lo establecido en la tabla N°1 del apartado 4.2, en función de su tecnología y capacidad nominal.

Para el caso de los DER con capacidad nominal igual o inferior a 1 MW, el PDER aplicará dichos ajustes en sus sistemas de protección, con un retardo intencional de 1 segundo o mayor.

Para el caso de los DER con capacidad nominal superior a 1 MW, los ajustes de estas protecciones en magnitud y tiempo de retardo intencional, los definirá el OS, cuando reciba la solicitud de la empresa distribuidora de electricidad y la información técnica de los equipos. El PDER aplicará dichos ajustes en sus sistemas de protección.

En todos los casos, el PDER es responsable de verificar que los ajustes de las protecciones de sobre y baja frecuencia no comprometan la integridad de sus equipos. El OS aceptará solo los casos de excepción que estén debidamente justificados.

Los ajustes de las protecciones de sobre y baja frecuencia serán comprobados durante la puesta en operación del DER por parte de la empresa distribuidora.

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 4 de 7

4.4. Control de la potencia activa en función de la frecuencia

El DER deberá tener la capacidad de controlar la potencia activa producida en función de la frecuencia del sistema eléctrico (regulación primaria de la frecuencia). Su aplicación se hará conforme a la regulación nacional y a la regulación regional vigente cuando corresponda.

El sistema de control brindará la capacidad para variar el estatismo permanente como mínimo en el ámbito comprendido entre 2% y 7%. El ajuste inicial para el estatismo permanente que solicita por defecto el OS es de 3%. La banda muerta de la frecuencia debe ajustarse en $\pm 0,03$ Hz.

4.5. Control de la potencia reactiva y tensión eléctrica

El DER deberá tener la capacidad de controlar la potencia reactiva inyectada o la tensión eléctrica, siendo los requisitos específicos de control definidos por la empresa distribuidora. Dicha empresa podrá definir el modo de operación del DER, los ajustes de los sistemas de control y si aplica, el envío de consignas remotas al DER. Los casos para los cuales no aplica este requisito serán determinados por la empresa distribuidora de electricidad.

4.6. Tolerancia a las variaciones temporales de la tensión en el punto de interconexión común

El DER debe contar con las capacidades necesarias para que no se desconecte de la red, por causa de las variaciones temporales derivadas de eventos en el sistema eléctrico.

Durante las variaciones temporales de la tensión en una o más de las fases, los generadores deberán mantenerse sincronizados al SEN y contribuir con el soporte de la tensión de la red eléctrica mediante el consumo o inyección de potencia reactiva, por medio del control de potencia reactiva o tensión, según lo indicado en el apartado 4.5.

Los equipos y sistemas de control y potencia del DER deben ser capaces de soportar (sin desconectarse) las variaciones temporales de la tensión eléctrica en una o más fases, medidas en el punto de interconexión común, con los perfiles y duración indicados en la Norma IEEE 1547 del 2018, de conformidad con lo indicado a continuación en la tabla N°2.

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 5 de 7

Tabla N°2. Requisitos para soportar las variaciones temporales de la tensión en el punto de interconexión común y según la tecnología del DER.

Tecnología del DER	Capacidad nominal del DER	Requisito que debe cumplir
Convertidores electrónicos de potencia	Mayor de 1 MW	Categoría III de la Norma IEEE 1547 del 2018. Específicamente lo establecido en la tabla 16 , de la sección 6.4.2.
	Igual o inferior a 1 MW	
Generadores síncronos	Mayor de 1 MW	Categoría I de la Norma IEEE 1547 del 2018. Específicamente lo establecido en la tabla 14 , de la sección 6.4.2.
	Igual o inferior a 1 MW	

Es un requisito obligatorio que el propietario del DER entregue a la empresa distribuidora, la documentación que demuestre el cumplimiento de este requisito y además que incluya los ajustes de los sistemas de protección. En caso necesario, el propietario de la red eléctrica podrá solicitar pruebas específicas de carácter comprobatorio.

La empresa distribuidora de electricidad podrá definir otros requisitos que deba cumplir el DER durante las variaciones temporales de la tensión.

Durante las variaciones temporales de la tensión eléctrica, los DER que utilizan convertidores electrónicos y cuya capacidad nominal es superior a 1 MW, deben ser capaces de soportar la tensión en sus terminales, mediante el consumo o aporte de potencia reactiva según la gráfica de la figura N°1. El propietario de la red eléctrica determinará el valor de la pendiente K a ser utilizado, esto en función de las características del eléctricas del punto de interconexión común.

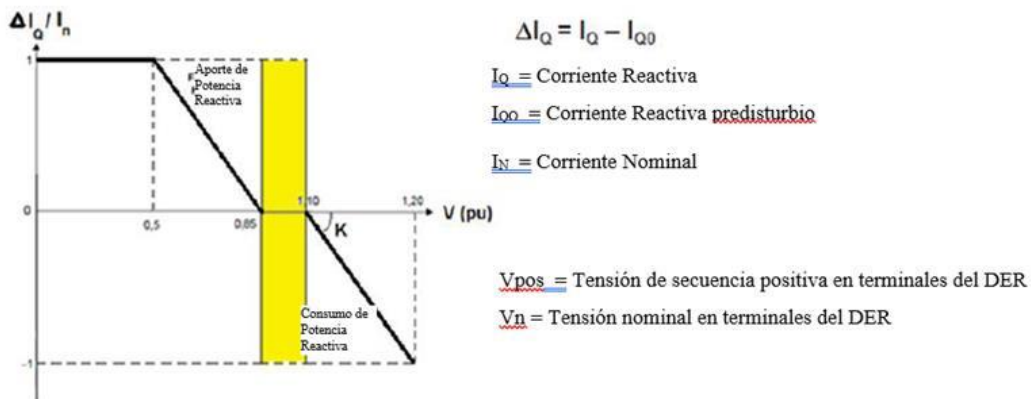


Figura N°1. Característica de aporte y consumo de potencia reactiva en función de la magnitud de la tensión en los terminales del DER.

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 6 de 7

4.7. Información Técnica

Los requisitos de información técnica varían en función de la tecnología de los DER y serán publicados por el OS en su sitio web. Durante la puesta en servicio de la instalación, el PDER entregará la información técnica a la empresa distribuidora, la cual se encargará de remitir dicha información al OS, en el formato indicado en el apartado 4.10.

4.8. Medición Comercial

En este campo se aplica la normativa y procedimientos vigentes aprobados por la ARESEP.

4.9. Transmisión de datos en tiempo real

El OS debe recibir en su SCADA/EMS los datos en tiempo real de los Recursos Energéticos Distribuidos, los cuales serán transmitidos por el SCADA de la empresa distribuidora, utilizando el protocolo de comunicación ICCP/TASE.2, cumpliendo con lo establecido en el documento PT-06 “Procedimiento Implementación de enlaces de telecontrol”.

Para el caso de los DER con capacidad nominal superior a 1 MW, el OS debe recibir los datos en tiempo real de la potencia activa y reactiva generada/consumida por el DER (según sea GDA o SAE) y de la inyectada/consumida por el PDER en el punto de interconexión común, así como otras variables como la tensión eléctrica y las alarmas de las protecciones de sobre y baja frecuencia de la instalación.

Para el caso de los DER con capacidad nominal igual o inferior a 1 MW, el OS debe recibir en tiempo real los datos consolidados por circuito de distribución primario o por subestación de la generación bruta y neta de los DER, tanto de la potencia activa como de la potencia reactiva.

En este último contexto, el circuito de distribución primario es el que alimenta la red de distribución desde la barra de media tensión de la subestación del ICE. La generación bruta es el total de potencia eléctrica producida por los DER, usando la diferenciación por el signo en el caso de la potencia reactiva (entregada positivo, consumida negativo). La generación neta es el total de la potencia eléctrica entregada/consumida en los puntos de interconexión común, donde aplica la diferenciación por el signo tanto para la potencia activa como para la reactiva.

Por consiguiente, el PDER deberá transmitir los datos en tiempo real a la empresa distribuidora, con los formatos y requisitos de señales y protocolos de comunicación que defina el propietario de la red eléctrica, incluyendo los datos adicionales que requiera dicha empresa para ejercer sus funciones.

REQUISITOS TÉCNICOS DEL OPERADOR DEL SISTEMA PARA RECURSOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS (DER) QUE USAN LA TECNOLOGÍA DE CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS O DE GENERADORES SÍNCRONOS	Código Rt01-OS
	Versión 1
	Página 7 de 7

4.10. Comprobación de los requisitos técnicos

La empresa de distribución de electricidad se encargará de comprobar el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en esta sección, de documentarlos y remitirlos al OS, utilizando el formato denominado “*Reporte de cumplimiento del DER de los requisitos técnicos del Operador del Sistema*” (R01-Rt01-OS).

En caso necesario, durante la inspección a las instalaciones del DER, la empresa distribuidora y el propietario del DER programarán pruebas funcionales específicas para comprobar el cumplimiento de los requisitos técnicos del OS. El OS podrá atestiguar dichas pruebas, sobre todo en instalaciones con capacidad nominal superior a 1 MW.

 Última Línea

Versión	Fecha	Elaborado por:	Aprobado por:
1	18/03/2025	DOCSE en su función OS/OM asignada por el ICE.	Julio Matamoros Alfaro
Motivo:			Firma
Borrador de Requisitos Técnicos para sistemas de generación distribuida para autoconsumo a pequeña escala y para sistemas de almacenamiento de energía, que utilicen las tecnologías de convertidores electrónicos de potencia o de generadores síncronos. Cumplimiento ley 10086 y su reglamento.			