



Acuerdo 1533 Por el cual se aprueban los requisitos técnicos para el aporte de corriente reactiva durante condiciones anormales de voltaje en plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al SDL con capacidad efectiva neta o potencia máxima declarada igual o mayor a 5 MW

**Acuerdo Número:**

1533

**Fecha de expedición:**

15 Febrero, 2022

**Fecha de entrada en vigencia:**

15 Febrero, 2022

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales, en especial las conferidas en el Artículo 36 de la Ley 143 de 1994, el Anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995 y su Reglamento Interno y según lo aprobado en la reunión No. 661 del 15 de febrero de 2022 y,

## CONSIDERANDO

**1**

Que mediante la Resolución CREG 148 de 2021 se adicionó un Capítulo Transitorio al Anexo General del Reglamento de Distribución contenido en la Resolución CREG 070 de 1998, para permitir la conexión y operación de plantas solares fotovoltaicas y eólicas en el SDL con capacidad efectiva neta o potencia máxima declarada igual o mayor a 5 MW y se dictaron otras disposiciones.

**2**

Que en el artículo 6 de la Resolución CREG 148 de 2021 se establece lo siguiente:

"Artículo 6. Acuerdos expedidos por el Consejo Nacional de Operación.

Los Acuerdos encargados al C.N.O en esta Resolución, deberán ser previamente consultados con el público en general para recibir comentarios por un tiempo de por lo menos quince (15) días hábiles. El C.N.O deberá responder dichos comentarios en la documentación de soporte de los Acuerdos.

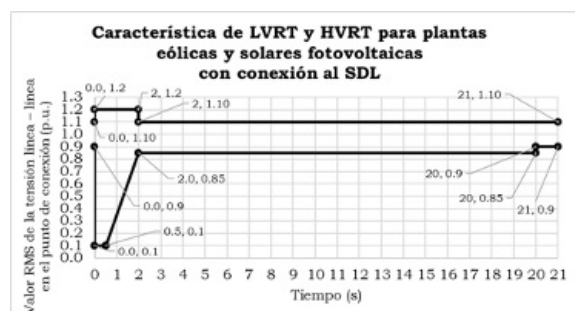
En los Acuerdos que tienen relación con supervisión, coordinación y control de la operación de las plantas objeto de esta resolución, deberá especificarse o hacerse relación al cumplimiento de las reglas de comportamiento de que trata la Resolución CREG 080 de 2019, o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan."

**3**

Que en el artículo 11.2.4 de la Resolución CREG 148 de 2021 se establece lo siguiente:

"11.2.4. Característica de depresiones de tensión y sobretensiones

Cuando se presenten fallas simétricas o asimétricas, las plantas objeto de este capítulo deben poder operar dentro de los límites establecidos por las curvas de comportamiento de depresiones de tensión (LVRT, por sus siglas en ingles) y sobretensiones (HVRT, por sus siglas en ingles) que se muestran a continuación:



Adicional a lo anterior, estas plantas deben ser capaces de superar depresiones de tensión sucesivas así:

- Para plantas eólicas, si la energía disipada durante las depresiones de tensión es menor a la capacidad nominal del recurso de generación durante 2 segundos, contabilizada en una ventana móvil de 30 minutos. Estos rangos de tiempo podrán ser reevaluados mediante Acuerdo C.N.O. debidamente justificado con documentación técnica.

- Para plantas SFV, deben soportar depresiones sucesivas separadas por 30 segundos entre depresión y depresión. Este rango de tiempo podrá ser reevaluado mediante Acuerdo C.N.O. debidamente justificado con documentación técnica.

La depresión de tensión se considera superada cuando la tensión de línea es mayor a 0.85 p.u. Una vez superada la depresión de tensión, la fuente de generación debe recuperar el 90% de la potencia activa

	que estaba suministrando antes de la depresión en un tiempo no superior a 1 segundo. Este último comportamiento, podrá ser reevaluado mediante Acuerdo C.N.O. debidamente justificado con documentación técnica."
4	Que teniendo en cuenta que la Resolución CREG 148 de 2021 fue publicada en el Diario Oficial el 4 de noviembre de 2021, el plazo para expedir este acuerdo vence el 15 de febrero de 2022.
5	Que se organizó un grupo de trabajo integrado por los integrantes del Comité de Distribución y el Subcomité de Análisis y Planeación Eléctrica, quienes se encargaron de la definición del presente acuerdo.
6	Que dando cumplimiento a lo previsto en el artículo 6 de la Resolución CREG 148 de 2021, el 18 de enero de 2022 el CNO publicó en el diario El Tiempo un aviso invitando al público en general a consultar los documentos desarrollados en cumplimiento de la Resolución CREG 148 de 2021 para sus comentarios.
7	Que el 20 de enero de 2022 el CNO publicó por 15 días hábiles en la página WEB del CNO: <a href="http://www.cno.org.co">www.cno.org.co</a> , para comentarios del público en general, el Acuerdo "Por el cual se aprueban los requisitos técnicos para el aporte de corriente reactiva durante condiciones anormales de voltaje en plantas eólicas y solares fotovoltaicas conectadas al SDL con capacidad efectiva neta o potencia máxima declarada igual o mayor a 5 MW".
8	Que en el plazo para comentarios del público en general no se recibieron comentarios.
9	Que el Comité de Distribución y el Comité de Operación en las reuniones extraordinarias 273 y 376 respectivamente, del 14 y 15 de febrero de 2022 recomendaron al CNO la expedición del presente Acuerdo.

#### ACUERDA:

1	<p><b>DEFINICIONES</b></p> <p><b>EACP</b> Estudio de ajuste y coordinación de protecciones.</p> <p><b>Potencia máxima declarada</b> De acuerdo con la Resolución CREG 024 de 2015 es el valor declarado al Centro Nacional de Despacho CND- por el agente que representa al autogenerador, en el momento del registro de la frontera de generación del autogenerador y se expresará en MW, con una precisión de dos decimales. Este valor corresponde a la máxima capacidad que se puede entregar a la red en la frontera de generación del autogenerador.</p> <p><b>Punto de Conexión al SIN</b> De acuerdo con la Resolución CREG 038 de 2014 es el punto de conexión eléctrico en el cual los activos de conexión de un usuario o de un generador se conectan al STN, a un STR o a un SDL; el punto de conexión eléctrico entre los sistemas de dos (2) Operadores de Red; el punto de conexión entre niveles de tensión de un mismo OR; o el punto de conexión entre el sistema de un OR y el STN con el propósito de transferir energía eléctrica.</p> <p><b>Rango Operativo Normal de la Tensión en el SDL (Rango normal de operación)</b> Rango de tensiones admisibles, alrededor de la tensión nominal para la operación continua en el SDL. El rango de operación normal está definido en el numeral 6.2.2.1 del Anexo 1 de la Resolución CREG 024 de 2005, o aquella que la modifique o sustituya.</p> <p><b>Tiempo de establecimiento (Te)</b> Tiempo que tarda una señal en alcanzar y mantenerse dentro de una banda de 3% del delta de cambio esperado y alrededor de su valor final, ante una entrada escalón. Para más detalles ver explicación en el Acuerdo 1223 de 2019, o aquellos que la modifiquen, adicionen o sustituyan.</p>
---	--

### Tiempo de respuesta inicial (Tr)

Tiempo que tarda una señal en alcanzar un 3% del delta de cambio esperado respecto de su valor inicial, ante una entrada escalón. Para mas detalles ver explicación en el Acuerdo 1223 de 2019 o aquellos que la modifiquen, adicionen o sustituyan

### Unidades de Generación (UG)

Inversores solares fotovoltaicos o aerogeneradores individuales que conforman una planta de generación objeto de la resolución CREG 148 de 2021.

2

## CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN LAS PLANTAS OBJETO DE LA RESOLUCION CREG 148 DE 2021 PARA OPERAR DURANTE EVENTOS DE TENSION

En las situaciones en las que la tensión en el punto de conexión de las plantas de generación SFV y eólicas, conectadas al SDL, con capacidad efectiva neta igual o mayor a 5 MW se desvía de su rango normal de operación, durante al menos los tiempos establecidos en la curva voltaje-tiempo del numeral 11.2.4 del Anexo de la Resolución CREG 148 de 2021; los equipos que conformen las plantas deben tener la capacidad de:

- Mantener sincronismo con el SDL
- No desconectarse

Adicionalmente, para la operación durante desviaciones de tensión, las Unidades de Generación de las plantas objeto de la resolución CREG 148 de 2021, deben tener la opción parametrizable de inyectar corriente o de bloquear dicha inyección.

Durante las desviaciones de tensión todas las UG de una planta deben tener la capacidad de inyectar al SDL como mínimo el 100% de su corriente aparente nominal.

- Si la inyección de corriente durante las desviaciones de tensión está activada, las UG deberán tener la capacidad de soportar de manera dinámica el voltaje en el sistema mediante el ajuste de la componente reactiva de su corriente.

- Para la inyección de corriente reactiva el control de cada una de las Unidades de Generación que conforman una planta debe contar con una constante de proporcionalidad k, parametrizable, que determine la cantidad de corriente inyectada de manera proporcional a la desviación de la tensión sus terminales .

- Para la inyección de corriente durante las desviaciones de tensión se requiere que las UG tengan la capacidad de inyectar una corriente aparente al menos del 100% de su corriente nominal. Si el recurso energético primario está disponible, la componente activa de la inyección de corriente solo se puede reducir para dar prioridad a la componente reactiva de la corriente, si la corriente aparente inyectada supera el 100% de su valor nominal. no se requieren corrientes mayores al 100% de la corriente nominal de los equipos

Una vez la desviación de la tensión sea superada (de acuerdo con lo definido en el numeral 11.2.4 del Anexo de la Resolución CREG 148 de 2021, y bajo cualquier forma y modo de operación durante la desviación de tensión, las UG que conforman la planta deberán tener la capacidad de recuperar el 90% de la potencia activa que estaban suministrando antes de la desviación, en un tiempo no superior a 1 segundo. Esto siempre y cuando el recurso energético primario continúe disponible.

El diseño de las plantas deberá considerar el uso de equipos que permitan cumplir con los requerimientos establecidos para el punto de conexión en los artículos 3 y 4 del presente Acuerdo.

Como parte del proceso de entrada en operación de una planta se solicitará certificación de los equipos para cumplir con los requerimientos establecidos en este Acuerdo, siguiendo los lineamientos establecidos en el Acuerdo 1532 de 2022 o aquel que lo modifique o sustituya.

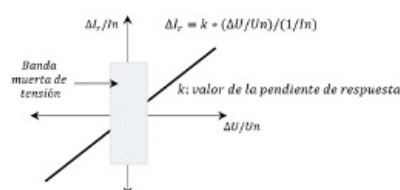
3

## INYECCIÓN RÁPIDA DE CORRIENTE REACTIVA DURANTE DESVIACIONES DE TENSION EN EL PUNTO DE CONEXIÓN PARA PLANTAS CONECTADAS EN LOS NIVELES DE TENSION 2 Y 3

Durante desviaciones de la tensión en el Punto de Conexión, de su rango de operación normal, las plantas de generación SFV y eólicas, conectadas al SDL, con capacidad efectiva neta igual o mayor a 5 MW, conectadas en los niveles de tensión 2 y 3 deberán:

1. Priorizar la inyección de corriente reactiva de forma que alcance un 90% del delta de cambio esperado en menos de 50 ms, con una tolerancia del 20%, ante desviaciones de tensión que excedan los límites operativos de la tensión nominal en la planta de generación.

2. El valor del delta de cambio de inyección de corriente reactiva ( $\Delta I_r$ ), en el punto de conexión, se calcula de acuerdo con un control definido como en la siguiente figura:



Se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

$\Delta I_r$  es el valor de la siguiente relación:

$$\Delta I_r = (k * (\Delta U/U_n)) / (1/I_n)$$

Donde:

- $\Delta I_r$  es la variación de corriente reactiva respecto al valor de corriente reactiva que tenía antes del evento.
- $I_n$  es la corriente nominal
- $\Delta U$  es la variación de tensión respecto al valor de tensión que tenía antes del evento.
- $U_n$  es la tensión nominal
- $k$  valor de la pendiente de respuesta. El cual debe ser un parámetro ajustable con valor inicial por defecto de 2.

La banda muerta de tensión corresponde al rango de tensión de operación normal en el punto de conexión definido en el numeral 6.2.1.1 del Anexo de la Resolución CREG 024 de 2005, o la que modifique o sustituya. En la banda muerta no operará el control de respuesta rápida de corriente reactiva definido en este artículo.

3. Para la inyección rápida de corriente reactiva se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El valor de la constante  $k$  será parametrizable para un rango entre 1 y 10 en el punto de conexión.
- Por defecto el valor de la constante  $k$  en el punto de conexión será de 2<sup>1</sup>. El OR podrá solicitar al agente generador cambiar este valor si de acuerdo con los estudios eléctricos y los análisis de coordinación de protecciones (incluido el EACP que debe ser entregado por el agente antes de la entrada en operación del proyecto), se identifica esta necesidad, con el fin garantizar la coordinación en el ajuste de las protecciones y en términos generales la operación confiable y segura del SDL.
- El valor de  $k$  aplica en el punto de conexión de la planta al SDL. Para ello el agente generador deberá ajustar los valores individuales del factor  $k$  en las UG que conforman la planta de generación, teniendo en cuenta que:

o Las fuentes de la inyección rápida de corriente reactiva son las UG y estas actúan por medio de un control proporcional a la desviación de tensión en sus terminales, la cual difiere de la desviación de tensión en el Punto de Conexión.

o El valor de  $k$  en las UG debe ser parametrizable.

o Cada UG debe estar en capacidad de inyectar al sistema durante una desviación de tensión al menos el 100% de su corriente aparente nominal.

o En algunos casos para cumplir con los requerimientos de aporte de reactivos en el punto de conexión en condiciones normales de operación los umbrales de tensión en las terminales de las UG para la activación de la función de inyección rápida de corriente reactiva pueden cubrir un rango mas amplio que el normal de operación en el SDL .

o Excepcionalmente se permiten desviaciones del cumplimiento del factor  $k$  definido para el Punto de Conexión. Esto se permite solo en los casos en los cuales las UG cumplen con las condiciones descritas arriba y en el artículo 2 del presente Acuerdo, pero por la impedancia existente entre el Punto de Conexión y las UG y por la configuración de los umbrales para la activación de la función, no es posible alcanzar los valores de corriente reactiva requerida en el PC. En estos casos el agente representante de la planta deberá declarar al OR los valores de  $k$  máximos posibles para la planta dependiendo de las condiciones operativas de la misma (potencia activa y voltaje en el Punto de Conexión).

4. El aporte de corriente reactiva adicional se debe mantener siempre que la tensión esté por fuera del rango normal de operación.

5. Se debe mantener un aporte de potencia reactiva por 500 ms después de que la tensión entre a la banda muerta de tensión manteniendo un aporte adicional de corriente reactiva proporcional a la desviación de la tensión con respecto al valor que tenía antes del evento.

<sup>1</sup>Valor inicial determinado de acuerdo con práctica internacional y manteniendo consistencia con lo definido en la resolución CREG 060 de 2019 para plantas conectadas al STN y el STR.

#### 4 BLOQUEO DE LA INYECCIÓN DE CORRIENTE DURANTE DESVIACIONES DE TENSIÓN

Si de acuerdo con los resultados de los EACP realizados, se identifica como necesario el bloqueo de la inyección de corriente durante las desviaciones de tensión, para garantizar la coordinación con los ajustes de protecciones y los recierres seguros en el SDL, el OR y el agente generador deberán coordinar la implementación del mismo.

En cualquier caso, se debe garantizar que una vez la desviación de la tensión sea superada (de acuerdo con lo definido en el numeral 11.2.4 del Anexo de la Resolución CREG 148 de 2021) la planta debe tener la capacidad de recuperar el 90% de la potencia activa que estaba suministrando antes de la desviación en un tiempo no superior a 1 segundo. Esto siempre y cuando el recurso energético primario continúe disponible.

5 En el marco del presente Acuerdo, los agentes involucrados deben dar cumplimiento a las reglas de comportamiento de que trata la Resolución CREG 080 de 2019, o aquellas que la modifiquen, adicionen o sustituyan, tal com lo establece el artículo 6 de la Resolución CREG 148 de 2021 o aquellas que la modifiquen o sustituyan.

6 El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición.

