



Ref.: Informa favorablemente Procedimiento DO "Desempeño del Control de Frecuencia en el SIC", del CDEC-SIC, de conformidad a lo previsto en el artículo 10° del Decreto Supremo N° 291, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

SANTIAGO, 31 JUL. 2014

RESOLUCIÓN EXENTA N° 348

VISTOS:

- a) Lo dispuesto en el D.L. N°2.224 de 1978, que crea la Comisión Nacional de Energía, modificado por Ley N° 20.402 de 2009, muy especialmente lo señalado en el Artículo 9°, letra h);
- b) Lo establecido en el Decreto con Fuerza de Ley N° 4 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, de 2006, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado del Decreto con Fuerza de Ley N° 1 del Ministerio de Minería, de 1982, en adelante, "Ley General de Servicios Eléctricos" o la "Ley";
- c) Lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 291 de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprueba el Reglamento que Establece la Estructura, Funcionamiento y Financiamiento de los Centros de Despacho Económico de Carga establecidos en la Ley General de Servicios Eléctricos, modificado por el Decreto Supremo N°115 de 2012, del Ministerio de Energía, en adelante "Reglamento CDEC";
- d) Lo establecido en la Resolución Exenta N° 321, de la Comisión Nacional de Energía, de 21 de julio de 2014, que dicta la Norma Técnica con Exigencias de Seguridad y Calidad de Servicio para el Sistema Interconectado del Norte Grande y para el Sistema Interconectado Central, publicada en el Diario Oficial con fecha 25 de julio de 2014;
- e) Lo informado por el Director de Operación del Centro de Despacho Económico de Carga del Sistema Interconectado Central, en adelante CDEC-SIC, a la Comisión Nacional de Energía, mediante cartas D.O. N°0476/2010, de fecha 16 de junio de 2010 y D.O. N°0648/2010, de fecha 04 de agosto de 2010; y



- f) La resolución N°1600 de 2008, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

- a) Que, en virtud de lo dispuesto en el artículo 10° del Reglamento CDEC, los Procedimientos de las Direcciones Técnicas del Centro de Despacho Económico de Carga, en adelante CDEC, y sus modificaciones deberán ser informados favorablemente por la Comisión en forma previa a su aplicación;
- b) Que, el Director de Operación del CDEC-SIC, mediante carta D.O. N°0476/2010, de fecha 16 de junio de 2010, envió a esta Comisión el Procedimiento DO "Desempeño del Control de Frecuencia en el SIC", para su informe favorable; y
- c) Que, en conformidad a lo dispuesto en el artículo Cuarto de la Resolución Exenta N° 321, de la Comisión Nacional de Energía, de 21 de julio de 2014, que dicta la Norma Técnica con Exigencias de Seguridad y Calidad de Servicio para el Sistema Interconectado del Norte Grande y para el Sistema Interconectado Central, se aplicarán transitoriamente los Procedimientos DO y DP que cuenten con el informe favorable de la Comisión, cuya elaboración mandataba el artículo 1-9 de la Norma Técnica dictada mediante Resolución Ministerial Exenta N°9, de 14 de marzo de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, y sus modificaciones, hasta la dictación y entrada en vigencia de los Anexos Técnicos a que hace referencia el artículo 1-9 de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para el Sistema Interconectado del Norte Grande y para el Sistema Interconectado Central dictada conforme al artículo Primero de la citada Resolución Exenta N° 321, en tanto no contravengan las disposiciones de esta última.

RESUELVO:

ARTÍCULO PRIMERO: Infórmese favorablemente con carácter transitorio el Procedimiento DO "Desempeño del Control de Frecuencia en el SIC", presentado a esta Comisión por el Director de Operación del CDEC-SIC, mediante carta D.O.N°0476/2010, de fecha 16 de junio de 2010, hasta la entrada en vigencia del Anexo Técnico "Desempeño de Control de Frecuencia" señalado en el artículo 1-9 de Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio para el Sistema Interconectado del Norte Grande y para el Sistema Interconectado Central, dictada mediante Resolución Exenta N° 321, de 21 de julio de 2014, de la Comisión Nacional de Energía, cuyo texto se transcribe a continuación.



PROCEDIMIENTO DO

DESEMPEÑO DEL CONTROL DE FRECUENCIA EN EL SIC

TÍTULO I Aspectos Generales

Artículo 1. Objetivo

El objetivo del presente documento es definir la metodología para calcular el Factor de Eficiencia del Control de Frecuencia, FECF, que permite evaluar el desempeño del Control de Frecuencia del SIC, de acuerdo con lo estipulado en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

TÍTULO II Alcance

Artículo 2. Periodicidad de la Evaluación

La evaluación del desempeño del Control de Frecuencia del SIC debe ser realizada en periodos mensuales denominados Periodos de Evaluación. Por su parte, los valores horarios calculados del factor FECF estarán disponibles en la página WEB del CDEC-SIC a más tardar el día 10 de cada mes.

TÍTULO III Metodología de Cálculo de FECF

Artículo 3. Cálculo del valor de FECF(h)

El valor de FECF para la hora "h", FECF(h), se determina de la siguiente manera: "Calcular para cada hora "h" el valor del FECF realizando la medición de la frecuencia con un intervalo de muestreo de 10 segundos, filtrando las componentes rápidas mediante un filtro digital de promedio móvil de 6 minutos, y efectuando un promedio horario de los valores absolutos resultantes de las desviaciones filtradas de la frecuencia. A continuación, se determinará el valor del FECF para la hora "h" aplicando la siguiente fórmula:

$$FECF(h) = 1 - \frac{|\Delta f_{\text{máx}}^*(h)|}{\Delta f_{\text{MÁX}}} \quad (1)$$

donde,

- $\Delta f_{\text{máx}}^*(h)$, corresponde a la desviación máxima instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia.
- $\Delta f_{\text{MÁX}}$, corresponde a la desviación máxima de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF.



Artículo 4. Cálculo de la desviación instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia $\Delta f^*_{\text{máx.}}(h)$

Para el cálculo de $\Delta f^*_{\text{máx.}}(h)$, se calcula un promedio móvil de 6 minutos de los valores registrados de la frecuencia para filtrar las componentes rápidas y posteriormente se calcula un promedio horario de los valores absolutos resultantes de las desviaciones filtradas de la frecuencia.

A continuación se describe el procedimiento de cálculo:

1. Se tiene una matriz denominada "Registros", la que dispone de k registros instantáneos.

$$\text{Registros} = \begin{pmatrix} t_1 & \Delta f_1 \\ t_2 & \Delta f_2 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ t_k & \Delta f_k \end{pmatrix}$$

donde:

$t_1 \dots t_k$: Instante en que se registró la desviación de frecuencia

$\Delta f_1 \dots \Delta f_k$: Desviación de frecuencia con respecto a la frecuencia nominal del sistema

2. El número de registros de mediciones de desviación de frecuencia Δf con intervalos de 10 segundos contenidos en una ventana móvil de 6 minutos es igual a 36
3. El valor filtrado de los registros, mediante un filtro digital de media móvil de 6 minutos, se obtiene de evaluar la siguiente expresión:

$$\Delta f^*_i(h) = \frac{\sum_{j=1}^{36} |\Delta f_{i-j+1}(h)|}{36} \quad (2)$$

4. El número de registros de mediciones de desviación de frecuencia Δf con intervalos de 10 segundos contenidos en una hora "h" es igual a 360
5. El valor promedio horario de la desviación de frecuencia en la hora "h" $\Delta f^*_{\text{máx.}}(h)$ se obtiene de la siguiente expresión:

$$\Delta f^*_{\text{máx.}}(h) = \frac{\sum_{j=1}^{360} \Delta f^*_j(h)}{360} \quad (3)$$

Artículo 5. Cálculo de la desviación de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF $\Delta f^*_{\text{MÁX}}$



El factor Δf_{MAX} se calcula en forma horaria y como se trata del valor en estado permanente, se utiliza la característica del regulador de velocidad, mediante la ecuación de la energía reguladora.

La energía reguladora del sistema es la relación que existe entre la variación de la potencia generada en MW y la correspondiente variación de frecuencia en ciclos por segundo:

$$K = -\frac{\Delta P}{\Delta f} [\text{MW}/(\text{Hz})] \quad (4)$$

donde:

K: Energía reguladora

ΔP : Variación de potencia

Δf : Variación de frecuencia

Por lo tanto:

$$\Delta f_{MAX} = -\frac{\Delta P}{K + D} \quad (5)$$

Donde D , representa la variación de la demanda con la frecuencia del sistema.

La energía reguladora del sistema es igual a la sumatoria de las energías reguladoras individuales de cada unidad, tal como se describe en la ecuación (6).

$$K = \sum_i K_i = \sum_i \frac{P_i}{R_i \times f_0} \quad (6)$$

donde:

K_i : Energía reguladora de la unidad i

P_i : Potencia nominal de la unidad i [MW]

f_0 : Frecuencia nominal del sistema [Hz]

R_i : Estatismo permanente de la unidad i [0/1]

Se calcula un valor de K que considere todas las unidades que participan en la regulación de frecuencia y que cuentan con reserva en giro.

TÍTULO IV Aspectos Transitorios del Cálculo

Artículo 6. Medición de la frecuencia

Mientras no esté implementado el Sistema de Monitoreo, la medición de la frecuencia se realizará mediante el equipo de medición que se encuentra en el CDC.

Las características del equipo de medición permiten registrar el valor de la frecuencia cada 1 segundos.



Artículo 7. Variación de la demanda con la frecuencia

A partir de la expresión del artículo 10-4 de la NT de SyCS, y utilizando un valor de $K_f = 1,5$, se obtiene el factor D igual a aproximadamente 100 MW/Hz.

Artículo 8. Valor de la reserva para el control de frecuencia.

En la actualidad, el valor de la variación de potencia que agota la totalidad de la reserva asociada al control de frecuencia en el SIC, es igual a la reserva para el CPF.

La magnitud de la reserva del CPF horaria se calcula como la diferencia entre la potencia máxima de la central y la generación que tuvo en dicha hora. Esta última se obtiene a partir de la información registrada en el SCADA del CDC, así como el número de unidades en servicio.

Artículo 9. Centrales que participan en el control de frecuencia.

Se consideran las siguientes centrales que participan en el Control Primario de Frecuencia en la actualidad en el SIC, junto con sus respectivas potencias máximas (Tabla 1). Para el cálculo del $\square f_{MAX}$ se excluye la reguladora piloto, en el caso que ésta exista, ya que su estatismo es cero.

Tabla 1 Centrales que participan en el Control de Frecuencia

Central	Unidades	Potencia Máxima [MW]
Antuco	U1	160
	U2	160
Canutillar	U1	80
	U2	80
Colbún	U1	230
	U2	230
El Toro	U1	110
	U2	110
	U3	110
	U4	100
Machicura	U1	45
	U2	45
Pangue	U1	233,5
	U2	233,5
Pehuenche	U1	280
	U2	280
Ralco	U1	345
	U2	345
Rapel	U1	75
	U2	75
	U3	75



	U4	75
	U5	75
Taltal	U1	120
	U2	120

En la medida que se conecten nuevas centrales al SIC o que las centrales existentes se adecuen para participar en la regulación primaria de frecuencia, éstas se irán incorporando en el cálculo del $\square f_{MAX}$.

TÍTULO V Información a los Coordinados

Artículo 10. Publicación de Resultados.

Se debe informar trimestralmente a los Coordinados el valor mínimo de FECF y el valor de desviación máxima de frecuencia que agota la reserva disponible para el CPF. En cualquier caso, el valor de FECF no debe ser menor de 0,45.

ARTICULO SEGUNDO: El presente Procedimiento DO "Desempeño del Control de Frecuencia en el SIC", deberá estar disponible en el sitio de dominio electrónico del CDEC-SIC para cualquier interesado, a más tardar dentro de los dos días hábiles siguientes a la fecha de comunicación de la presente Resolución Exenta al Director de Operación del CDEC-SIC.

ARTÍCULO TERCERO: Comuníquese la presente Resolución Exenta al Director de Operación del CDEC-SIC a través de su envío por correo electrónico.

Anótese y comuníquese.



ARC/MDA/CZR/JMA/ISD/DZO/ICB/GFS/gav

DISTRIBUCIÓN:

1. Presidente Directorio del CDEC-SIC.
2. Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
3. Departamento Jurídico CNE.
4. Departamento Eléctrico CNE.

Exp. N°2319-2010 y 2781-2010.