

# ***ANEXO TÉCNICO:***

## ***Desempeño del Control de Frecuencia***

## TÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

### **Artículo 1    Objetivo**

El objetivo del presente Anexo Técnico 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 SI, de acuerdo a lo señalado en el TÍTULO 5-13 de la presente Norma.

### **Artículo 2    Obligaciones**

En la operación real, el Coordinador debe evaluar el desempeño del Control de Frecuencia del SI calculando para cada hora el valor del FECF de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 5-68 de la presente Norma.

### **Artículo 3    Periodicidad de la Evaluación**

La evaluación de desempeño del Control de Frecuencia del SI será efectuada en períodos mensuales denominados períodos de evaluación, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 5-70 de la presente Norma.

El Coordinador deberá publicar dichos cálculos en su sitio Web, a más tardar el día 10 de cada mes, de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 5-71 de la presente Norma.

### **Artículo 4    Medición de la frecuencia**

Las medidas de frecuencia se obtendrán de las mediciones disponibles en el Sistema de Información en Tiempo Real (SITR), según lo dispuesto en inciso segundo del Artículo 5-70 de la presente Norma.

## TÍTULO II. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE FECF

### Artículo 5 Cálculo del FECF

El FECF para cada hora “k” se define a través de la siguiente expresión de acuerdo con lo estipulado en el Artículo 5-67 de la presente Norma:

$$\text{FECF}(k) = 1 - \left| \frac{\Delta f_{\text{máx}}^*(k)}{\Delta f_{\text{MÁX}}(k)} \right|$$

Donde,

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

Cuando se agota la reserva asociada al CPF, la desviación máxima instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia iguala la desviación máxima de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF por lo tanto, el FECF será nulo. En cambio, cuando la desviación filtrada de la frecuencia coincide con la frecuencia nominal el FECF será igual a uno.

### Artículo 6 Cálculo de la desviación máxima instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia

El método de cálculo de la desviación máxima instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia, según lo establece el Artículo 5-68 de la presente Norma es el siguiente:

Para cada hora “k” se realiza la medición de la frecuencia con un intervalo de muestreo de 10 segundos.

Para cada intervalo de muestreo denominado “i” se determina el valor filtrado de la frecuencia mediante un filtro digital de promedio móvil de 6 minutos, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$f_{\text{filtrada}_i} = \sum_{j=i+1}^{36+i-1} f_j / 36$$

Para cada intervalo “i” se determina el valor absoluto resultante de la desviación filtrada de la frecuencia, respecto a la frecuencia nominal (50 Hz) de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{desv}_{f_{\text{filtrada}_i}} = 50 - f_{\text{filtrada}_i}$$

Para cada hora “k” se determina la desviación máxima instantánea del valor filtrado de medición de la frecuencia como el promedio de los valores absolutos resultantes de las desviaciones filtradas de la frecuencia, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\Delta f_{(m\acute{a}x)}^*(k) = \sum_{i=1}^{360} \text{desv}_{f_{\text{filtrada}_i}} / 360$$

### Artículo 7 Cálculo de la desviación de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF

Se debe calcular el valor de la desviación de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF como el promedio de los valores obtenidos cada 5 minutos

$$\Delta f_{M\acute{A}X}(k) = \sum_{(i=1)}^{12} \max_n \left( \Delta f_{M\acute{A}X_{n_i}}(k) \right) / 12$$

Donde,

- $\Delta f_{M\acute{A}X_{n_i}}(k)$  : corresponde la desviación de frecuencia individual que agota la reserva para CPF correspondiente a la unidad “n”, en el intervalo de tiempo “i”.
- n: número de unidades presentes en el despacho.

Dado que en régimen permanente la frecuencia en todas las barras del SI es aproximadamente la misma y la reserva para el CPF se agota cuando todas las unidades o componentes han consumido su reserva para el CPF individual, se requiere examinar los valores individuales de desviación de frecuencia que agotan la reserva de cada una de las unidades que participan en la regulación de frecuencia y que cuentan con reserva en giro. Luego, se debe seleccionar la máxima desviación de frecuencia individual para calcular el valor de la desviación máxima de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF.

El proceso de análisis individual requiere considerar las características potencia - velocidad estáticas del algoritmo de control incorporado en cada regulador de velocidad de las unidades que participan en el CPF. Para estas unidades se pueden identificar dos características típicas asociadas a la banda muerta (Ver Figura 1).

Para cada caso (Ver Figura 1. a y Figura 1.b) es posible determinar la desviación de frecuencia individual de cada unidad que agota su reserva para el CPF (igual al valor de reserva para CPF del mes en el cual se calcula el índice), evaluando la reserva disponible para el CPF de cada unidad en su respectiva característica potencia-velocidad estática, tal como lo indica la Figura 1.a y Figura 1.b.

La Figura 1 muestra, de manera gráfica y algebraica, el proceso descrito previamente para determinar la máxima desviación de frecuencia individual que agota la reserva para el CPF de la respectiva unidad.

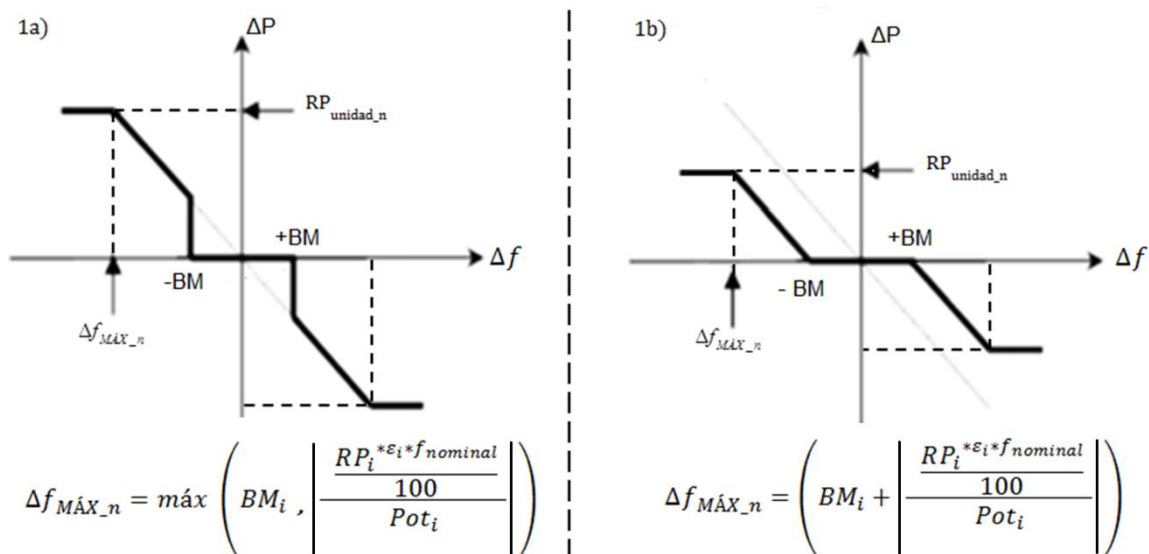


Figura 1: Características típicas de banda muerta

Donde,

- $BM_i$ : corresponde a la banda muerta de la unidad  $i$  en [Hz].
- $\varepsilon_i$ : corresponde al estatismo porcentual de la unidad o componente  $i$ , en base propia respecto de la potencia activa nominal de la unidad.
- $f_{nominal}$ : corresponde a la consigna de frecuencia de operación del SI, igual a 50 [Hz].
- $RP_i$ : corresponde al valor máximo de capacidad de reserva para CPF de la unidad  $i$  en [MW].
- $Pot_i$ : corresponde a la potencia activa nominal de la unidad o componente  $i$ .

## TÍTULO III. INFORMACIÓN A LOS COORDINADOS

### **Artículo 8 Información a los coordinados**

El Coordinador deberá informar trimestralmente a los Coordinados:

- a) Todas las centrales que participan en el Control Primario de Frecuencia en el SI, junto con sus respectivas potencias máximas consideradas para el cálculo de la desviación máxima de frecuencia en estado permanente que agota la reserva para CPF correspondiente a la unidad n.
- b) El valor mínimo del FECF, el cual, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 5-69 de la presente Norma, no debe ser menor que 0.45.
- c) El valor de la desviación máxima de frecuencia en estado permanente que agota la totalidad de la reserva asociada al CPF.

### **Artículo 9 Publicación de Resultados**

Para efectos de los cálculos estadísticos que se deberán realizar mensualmente conforme lo establece la presente Norma, el Coordinador deberá publicar los valores horarios calculados del factor FECF en su sitio Web, a más tardar el día 10 de cada mes.