

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ACUERDO No. 82
Julio 27 de 2000

Por el cual se aprueba el Documento: "Entrada en operación de nuevas unidades al AGC Nacional"

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, la Resolución 8-0103 del 2 de febrero de 1995 del Ministerio de Minas y Energía, el Anexo general de la Resolución CREG 025 de 1995 y según lo definido en la reunión No. 133 del 27 de julio de 2000

ACUERDA:

PRIMERO.- Aprobar el documento anexo "Entrada en operación de nuevas unidades al AGC Nacional", Documento ISA -UENCND -148 de julio de 2000, anexo al presente Acuerdo.

SEGUNDO.- Si como resultado de las pruebas para elegibilidad de unidades para AGC, resulta algún cambio de parámetros, estos podrán ser modificados en el siguiente programa de despacho sin tener que seguir el procedimiento establecido en el Acuerdo 18 y 49 del CNO.

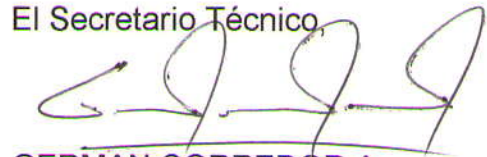
TERCERO.- El presente Acuerdo rige a partir de la fecha

El Presidente,



OMAR SERRANO R.

El Secretario Técnico,



GERMAN CORREDOR A.

Consejo Nacional de Operación

CNO

ANEXO



**Operación
de Mercados
de Energía**

*Información Eléctrica y
Energética*

ENTRADA EN OPERACIÓN DE NUEVAS PLANTAS AL ESQUEMA DEL AGC NACIONAL

GERENCIA CENTRO NACIONAL DE DESPACHO

**DOCUMENTO ISA UENCND - 148
MEDELLÍN, JULIO 2000**

Consejo Nacional de Operación

CNO

1. OBJETIVO

Establecer los procedimientos necesarios para la verificación y aprobación de nuevas unidades en regulación secundaria y pruebas a unidades suspendidas temporalmente de este servicio o que hayan sido objeto de mantenimiento, que operan bajo la función Control Automático de Generación -AGC- a través del Centro Nacional de Despacho - CND.

2. GENERALIDADES

2.1. Antecedentes

En el Sistema Interconectado Nacional se requiere realizar la Regulación de Frecuencia, la cual se efectúa en diferentes instancias en el tiempo. Una de ellas es la **Regulación Secundaria**, realizada por medio del Control Automático de Generación -AGC- del Centro Nacional de Despacho (CND).

La función del AGC es mantener la frecuencia en su valor nominal (60 Hz) y controlar los intercambios de potencia cuando hay interconexión con otros países.

Para controlar la frecuencia, el AGC toma la desviación de la frecuencia y la multiplica por el BIAS del sistema (el BIAS es una constante que relaciona frecuencia y potencia), obteniendo así el Error de Control. Posteriormente procede a dar órdenes de subir o bajar generación a las unidades que se encuentren bajo su control de acuerdo con los factores de participación calculados previamente en el despacho económico.

La reglamentación actual para pruebas de Regulación secundaria de frecuencia está contemplada en la Resolución CREG 121 de 1998.

La regulación secundaria en forma automática está regulada de acuerdo con las Resoluciones CREG 198 de 1997, 080 y 083 de 1999.

2.2. Criterios de seguridad y calidad del control integrado secundario de frecuencia.

Los parámetros recomendados para la prestación del servicio de regulación secundaria de frecuencia son los siguientes:

- a) **Tiempos y bandas de recuperación de la frecuencia por medio del AGC:** El conjunto de unidades bajo el AGC debe garantizar que, una vez ocurrido un evento, la frecuencia del SIN alcance las bandas aceptables dentro de un determinado tiempo.

Consejo Nacional de Operación

CNO

- b) **Velocidad de cambio de carga requerido por el sistema para garantizar el adecuado seguimiento a la demanda o cambios de generación. (MW/min):** Deben estimarse los valores esperados de velocidad de cambio reflejado en el SIN, originado por los cambios de la demanda y generación.
- c) **Número de Unidades:** Con el fin de garantizar los parámetros de calidad y confiabilidad del SIN, se requiere un número mínimo de Unidades participando en el AGC.
- d) **Velocidad de cambio de carga requerido por unidad:** El conjunto de unidades que presten el servicio de regulación secundaria de frecuencia, deben tener una velocidad de toma de carga mayor a la velocidad de cambio de carga requerido por el sistema para garantizar el adecuado seguimiento a la demanda o cambios de generación para condiciones normales.
- e) **Participación mínima de regulación secundaria por unidad:** Con el propósito de garantizar un adecuado desempeño de la función AGC, es necesario limitar la mínima participación individual por unidad en la reserva de AGC
- f) **Reserva para Regulación Secundaria de Frecuencia:** El CND establecerá la cantidad de potencia a nivel horario, requerida para garantizar el Servicio de Regulación Secundaria de Frecuencia.
- g) **Tiempo de retardo de la unidad en comenzar a responder una vez recibido el comando enviado por el AGC:** Para mantener la calidad esperada de la frecuencia del SIN, las unidades que participen en el AGC deben empezar a responder a la señales de control del AGC dentro de un tiempo máximo de retardo.

Los valores de los parámetros para las diferentes condiciones de operación del sistema y períodos horarios, serán determinados al menos una vez al año por el CND y deberán ser sujetos a aprobación por parte del CNO.

3. UNIDADES QUE SE INTEGRAN AL AGC DEL CND

Las unidades que van a participar en regulación secundaria de frecuencia se deben integrar directamente al AGC del CND, para lo cual se efectúa el siguiente procedimiento :

Consejo Nacional de Operación CNO

- Pruebas de Campo: Estas pruebas las debe realizar cada agente generador que desee participar en la regulación secundaria de frecuencia. Son ellas:
 - Medida del estatismo de la unidad.
 - Medida de velocidad de toma de carga sostenida.

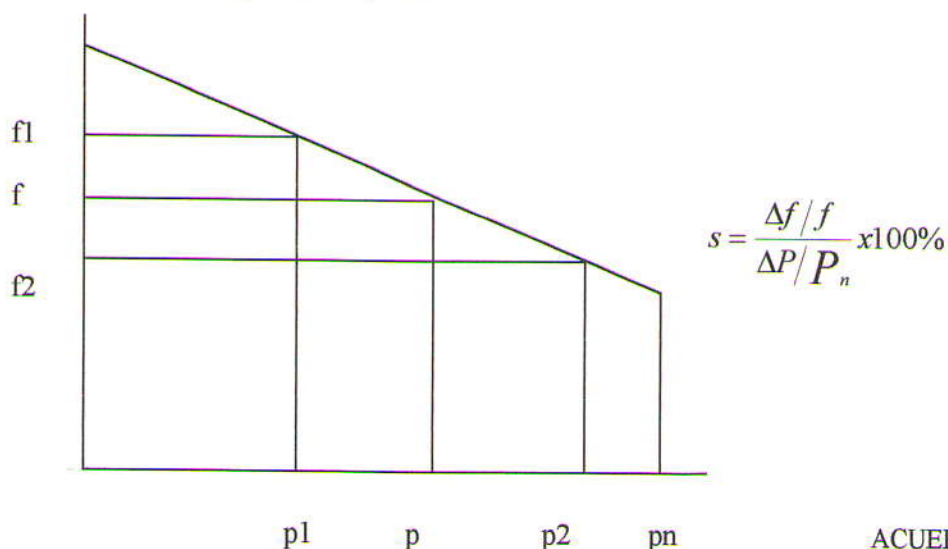
Como resultado de estas pruebas, el agente responsable debe producir un documento técnico soportado con registros de campo y resultados de ingeniería que establecen la calidad del regulador y de la respuesta de la unidad en sitio.

Una vez recibido el informe, el CND tendrá hasta un día para revisión y análisis de los registros de las pruebas de campo, si éstos son satisfactorios el agente procederá a declarar sus pruebas de integración al servicio de regulación secundaria de frecuencia, cumpliendo con los plazos y procedimientos establecidos para las pruebas en la reglamentación vigente.

- Pruebas de integración a la función de control del CND: Basados en los datos obtenidos de las pruebas de campo y los suministrados por los agentes, se procede a realizar el ajuste de los parámetros de cada unidad que son usados por el programa de regulación secundaria de frecuencia del CND.

3.1 Prueba de Estatismo

El estatismo de la máquina es el que relaciona la variación de la frecuencia con la variación de la potencia, así :



Consejo Nacional de Operación CNO

Como se observa en la figura si se tiene la máquina a una potencia P y frecuencia f y ocurre un aumento en la frecuencia (f_1), la potencia de la máquina disminuye (p_1). Si por el contrario, disminuye la frecuencia (f_2) la potencia de la máquina aumenta (p_2).

El estatismo debe estar entre el 4 % y el 6 %.

Para realizar esta prueba es necesario llevar el limitador del regulador de velocidad al 100%, colocar la máquina en potencia nominal. Se mide la frecuencia en bornes que debe ser la frecuencia del sistema. A continuación se lleva la unidad a potencia cero maniobrando el limitador del regulador de velocidad.

Cuando se tiene potencia cero o un valor lo más cercano posible de cero (0), se desconecta la máquina de la red y se mide la frecuencia que alcanza la unidad. Esta medida es el primer valor de estabilización de la máquina después del disturbio.

El procedimiento anterior debe realizarse por lo menos tres (3) veces, posteriormente se obtiene el promedio de dichos valores, valor que se toma como resultado de la prueba.

La figura 1 muestra el diagrama de conexión utilizado para esta prueba.

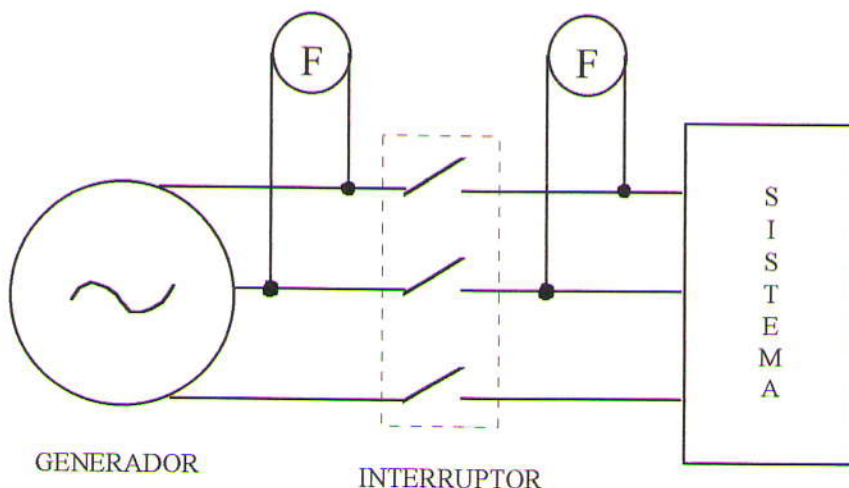


Figura 1

Consejo Nacional de Operación

CNO

OBSERVACIONES :

- La medida obtenida en la prueba realizada de la forma descrita anteriormente es válida, siempre y cuando el tipo de regulación de la máquina sea por ajuste de velocidad. En las máquinas cuyo tipo de regulación sea por ajuste de potencia, esta medida no es exacta ya que la realimentación hacia el regulador tiene una forma diferente de conexión a la realimentación de los de ajuste por velocidad, entonces al realizar la prueba en máquinas con dicho tipo de regulación no se mide directamente la variación de velocidad o frecuencia.
- En unidades térmicas no se puede obtener el estatismo directamente (de la forma descrita anteriormente), éste se debe calcular. Cada unidad tiene una forma específica de calcular el estatismo, esta forma depende del equipo de control de regulación que posea la máquina. Esta información es suministrada por el proveedor y registrada en los manuales de operación de la planta.

3.2. Velocidad máxima sostenida de cambio de carga MW/min.

La velocidad de cambio de carga sostenida se obtiene al hacer mediciones de potencia y tiempo al darle una orden de subir o bajar generación a la máquina, pasando de potencia nominal a cero y viceversa. De los datos obtenidos se obtiene la pendiente, siendo esta pendiente la velocidad de cambio de carga.

Estos resultados deben mostrar pendientes similares en todo el rango de operación con el fin de que sean viables los ajustes con el AGC nacional. La experiencia indica que es admisible una desviación de hasta el 25%.

A título de ilustración, en el pasado el CND ha realizado pruebas conectando un pulsador con relé temporizado en paralelo al pulsador "subir - bajar" de la unidad, como se muestra en la figura 2. De esta forma se garantiza que se le envían comandos de igual longitud de tiempo durante cada ciclo de prueba. Se entiende por un ciclo pasar de máxima generación a mínima y retornar a máxima.

Se deben efectuar unos registros que muestren la potencia contra tiempo. De estos registros se obtiene la distribución de las máximas pendientes

Consejo Nacional de Operación CNO

(velocidad), de las cuales se saca el promedio, tomando este valor como el definitivo. Se espera que este valor sea similar (variación hasta del 25%) en todo el rango de operación, tanto para la toma de carga como para el descenso.

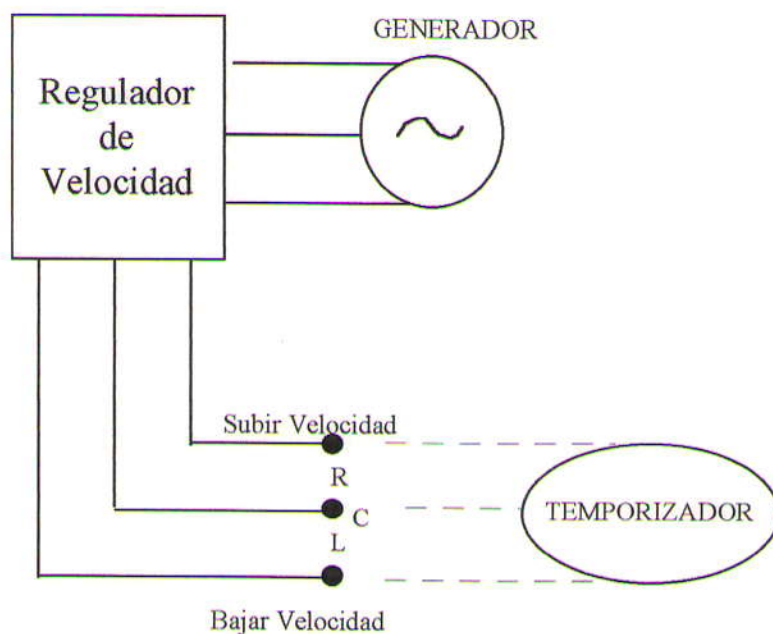


Figura 2

3.3. Sintonía de Unidades

Una vez obtenidos los datos de campo, se procede a realizar el ajuste de los parámetros de cada unidad.

Se realiza el siguiente procedimiento :

- Verificar la respuesta de las unidades con los parámetros originales. Para esto, se coloca la unidad en modo de prueba (**Test**) y se le envían varios pulsos de igual longitud (máxima), pasando de mínimo a máximo y viceversa y se evalúa la respuesta de la unidad.

Consejo Nacional de Operación

CNO

- Determinar el factor de conversión (Pulso/MW): Este debe presentar un valor único para toma de carga y otro para bajar carga. Si durante las pruebas resulta una alta dispersión de este factor, no es posible obtener un valor para este parámetro. Constituyen referencia técnica las pruebas y registros preliminares de la unidad que deben garantizar el buen comportamiento.
- Se produce para las unidades un conjunto muestral de datos recorriendo, en forma similar a la prueba de toma de carga, el ciclo completo de subida y bajada de generación, efectuando el ajuste necesario en los parámetros.
- Para determinar la calidad de la respuesta, se usan los siguientes indicadores : Tiempo que tarda en responder la unidad una vez se envía el comando (delay), se establece que debe ser inferior a los 20 segundos; tiempo que toma para llegar al valor objetivo (menos de 1 minuto); y el Valor Final de Potencia, se tiene una tolerancia de ± 2 MW.

Se espera que la unidad llegue lo más rápido posible al valor objetivo y que lo haga en forma suave, esto es, se obtenga una respuesta amortiguada o ligeramente subamortiguada.

Este proceso permite realimentar la información de los parámetros precalculados y realizar la mejor sintonía posible. En caso de no cumplir alguno de estos criterios, las pruebas son inválidas

4. PRUEBA DE REGULACIÓN AUTÓNOMA

El objetivo de esta prueba es establecer que las unidades que participan en AGC tengan la capacidad de regular la frecuencia en forma autónoma. Para ésto es necesario que la unidad tenga instalado un frecuencímetro con muy buena resolución de toma de datos (al menos un dato por segundo); igualmente se debe indicar al CND de qué modo se realizará el control local (en forma manual, por medio de software, etc.).

La unidad hará el control localmente y será supervisada por el CND. Se le asignará su máxima capacidad de regulación y se verifica que se cumplan los estándares de calidad de frecuencia para este tipo de regulación:

- La frecuencia debe permanecer dentro de los límites establecido por el Código de Operación, 59.8 y 60.2 Hz.
- La frecuencia debe satisfacer un mínimo de un cruce por 60 Hz cada 10 minutos.

Consejo Nacional de Operación

CNO

- En caso de presentarse un evento (disparo de una unidad, por ejemplo), la frecuencia debe regresar a su valor nominal al cabo de 5 minutos como máximo.
- No deben presentarse oscilaciones en la frecuencia por efectos de este tipo de regulación.

5. ASPECTOS OPERATIVOS DE LAS PRUEBAS

El siguiente es el procedimiento definido para la realización de pruebas de regulación secundaria de frecuencia (AGC):

- Una vez las pruebas de campo hayan sido aprobadas por el CND, el agente queda habilitado para iniciar las pruebas de integración al AGC nacional.
- El CND coordinará previamente con el personal de la unidad/planta la realización de las pruebas de AGC, acordando los períodos de ejecución de las mismas, el agente ofertará la máxima capacidad para regular en cada período horario, el tipo de prueba, etc.
- El agente informará al CND el programa específico de pruebas AGC en cada período horario, cumpliendo con los plazos y procedimientos para pruebas establecidos en la reglamentación vigente.
- Los agentes efectuarán sus ofertas en forma normal y la asignación en el Despacho se hará con base en estas ofertas, de acuerdo con las Resoluciones CREG 198 de 1997 y 121 de 1998.
- En la operación real se asignará el AGC de acuerdo con el plan acordado. De ser necesario retirar durante las pruebas, operativamente y en forma transitoria, alguna unidad del AGC, se dejará la programación original y se le solicitará a las unidades que tengan asignado el AGC estar pendientes para corregir la frecuencia si se presentan problemas.

6. MANTENIMIENTO DE PARÁMETROS

Los parámetros que utiliza la función AGC son sensibles a las modificaciones en cualquiera de los subsistemas asociados a ella (computadoras, sistemas de comunicación, dispositivos de acople a la unidad, regulador de velocidad); por lo tanto, es necesario volver a sintonizar estos parámetros cada vez que haya cambios originados ya sea por mantenimiento general o por cualquier otro tipo de mantenimiento.

Consejo Nacional de Operación CNO

Cada vez que una unidad sea retirada para efectuarle cualquier tipo de intervención al regulador de velocidad o algún otro dispositivo de control relacionado con la regulación primaria o secundaria, deberá ser reportado al CND. Dado que la unidad continua siendo elegible para la prestación del servicio de regulación secundaria, debe coordinar pruebas con el CND con el fin de sintonizar parámetros de la unidad involucrada. Esta solicitud se hará la primera vez que haga regulación secundaria después del mantenimiento.

En caso de no ser satisfactorias las pruebas la unidad será retirada temporalmente de la lista de elegibles para la prestación del servicio de regulación secundaria.

Para la actualización y mantenimiento de los parámetros se realiza el procedimiento descrito en el numeral 3.3.

7. RETIRO DE UNIDADES

Si durante la operación normal el personal del Centro Nacional de Despacho observa alguna anomalía en una de las unidades que se encuentra prestando el servicio de regulación secundaria de frecuencia; luego de efectuar una revisión exhaustiva a todos los subsistemas asociados a la función AGC (enlace de comunicación, RTU, software, parámetros, regulador de velocidad, etc) y se determine que la anomalía presentada es originada por mal funcionamiento de la unidad, del regulador de velocidad o de la RTU, procederá de la siguiente manera:

1. Se enviará una comunicación al agente con copia al CNO informándole que será retirada temporalmente de la lista de elegibles para la prestación del servicio de regulación de frecuencia, hasta que efectúe los ajustes necesarios en sus dispositivos de control asociados a este servicio.
2. Una vez el agente haya efectuado los ajustes respectivos, debe enviar un informe al CND que contenga los correctivos realizados y datos gráficos de éstos.
3. Una vez recibido el informe, el CND tendrá hasta un día para revisión y análisis de los registros si éstos son satisfactorios el agente procederá a declarar sus pruebas de integración al servicio de regulación secundaria de frecuencia, cumpliendo con los plazos y procedimientos establecidos para las pruebas en la reglamentación vigente.

Consejo Nacional de Operación CNO

4. El CND realizará las pruebas según la programación y siguiendo el procedimiento descrito en el numeral 3.3. El CND tendrá hasta un día para el análisis de los datos y resultados de estas pruebas.
5. Si el resultado de las pruebas es satisfactorio, el CND enviará una comunicación informando que la unidad puede ser considerada nuevamente como elegible para prestar el servicio de regulación secundaria de frecuencia.