

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ACUERDO No. 217 Febrero 25 de 2002

Por el cual se aprueban los protocolos de medición de Estatismo de algunas Plantas de Generación del SIN.

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales y reglamentarias en especial las conferidas por el Artículo 4° numeral 1° del Acuerdo 157 del 30 de agosto de 2001, el artículo 36 de la Ley 143 de 1994 y el literal g) de la Resolución 80103 del 2 de febrero de 1995 del Ministerio de Minas y Energía y según lo aprobado en la reunión No. 169 del 21 de febrero de 2002, y

CONSIDERANDO

- 1.- Que la Termoeléctrica de Barranquilla S.A. E.S.P. – TEBSA, presentó ante el SEE y solicitó, la aprobación de los protocolos para la medición de estatismo de la planta de su propiedad;
- 2.- Que CORELCA, presentó ante el SEE y solicitó la aprobación de los protocolos para la medición de estatismo de sus unidades Barranquilla 3 y 4;
- 3.- Que la electrificadora del Tolima S.A. E.S.P. presentó ante el SEE y solicitó la aprobación de los protocolos para la medición de estatismo de su central hidroeléctrica Hidroprado;
- 4.- Que Termocartagena S.A. E.S.P. presentó ante el SEE y solicitó, mediante la aprobación de los protocolos para la medición de estatismo de la planta de su propiedad;
- 5.- Que el Subcomité de Estudios Eléctricos, SEE, en sus reuniones 73 y 74 celebradas los días 18 y 19 de febrero de 2002 respectivamente, analizó la solicitudes a que se refieren los numerales anteriores y aprobó presentarlas al Comité de Operación;
- 6.- Que el Comité de Operación, en su reunión 089 del 19 de febrero de 2002, dio visto bueno a los protocolos presentados y recomendó al CNO su aprobación;
- 7.- Que de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 14° del Acuerdo CNO 157 de 2001, el Consejo Nacional de Operación, en su sesión N° 169 del 21 de febrero de 2002, designó una comisión conformada por el Dr. Rafael Pérez,

Consejo Nacional de Operación

CNO

Presidente del Consejo, el Dr. Omar Serrano, representante de Codensa y el Dr. Germán Corredor, Secretario Técnico del Consejo, para elaborar el texto definitivo del Acuerdo respecto de las solicitudes a que se refieren los numerales 1, 2, 3 y 4 del presente Acuerdo.

ACUERDA:

ARTICULO PRIMERO. Acoger la recomendación dada por el Comité de Operación y Aprobar los protocolos para la medición de estatismo de la planta Tebsa, las unidades Barranquilla 3 y 4, la central hidroeléctrica Hidroprado y la planta de Termocartagena, a que se refieren los anexos 1 a 4, los cuales forman parte integral del presente Acuerdo.

ARTICULO SEGUNDO. El presente acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición.

EL PRESIDENTE,


RAFAEL PÉREZ C.

EL SECRETARIO TÉCNICO


GERMAN CORREDOR A.

Consejo Nacional de Operación CNO

ANEXO 1

PLANTA TEBSA

Turbinas de Gas

El droop de las GT está ajustado en 4.5%.

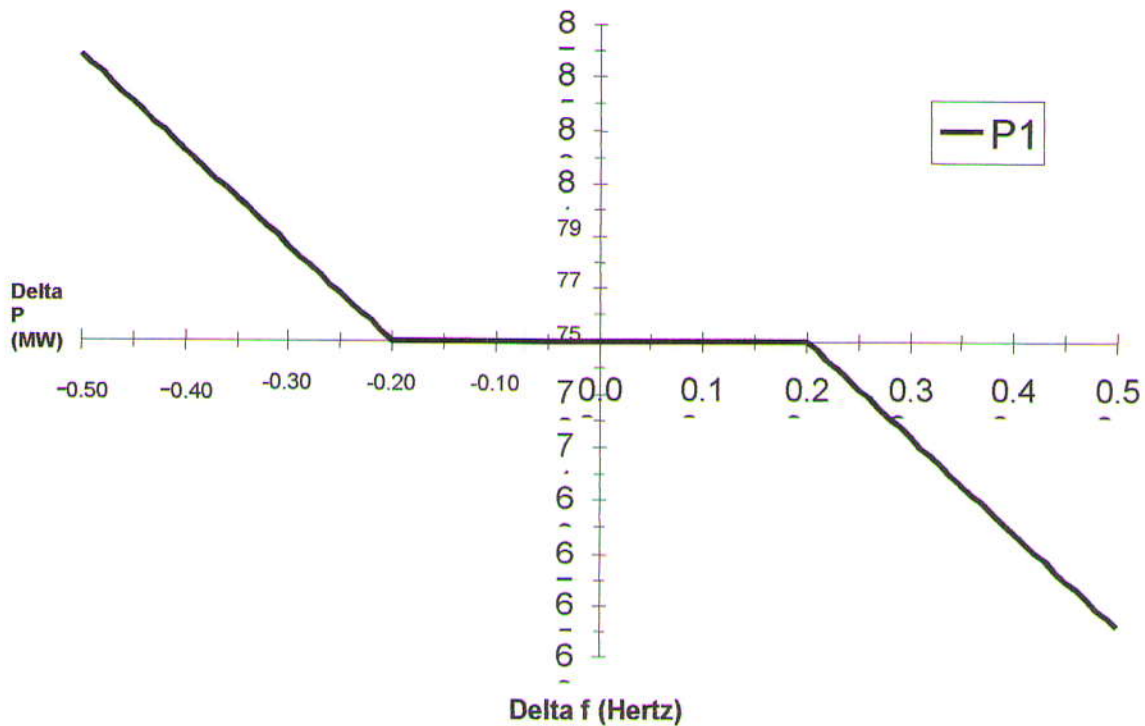
Internamente está fijado en 7.4%, pero sobre una base nominal de 160 MW. Al cambiar la base a 97 MW se obtiene 4.5%.

Es posible medir este parámetro simulando la velocidad que entra al módulo de regulación de frecuencia sin peligro para las máquinas.

- Cargar la unidad a 75 MW
- Iniciar registro de frecuencia y potencia
- Simular frecuencia antes del regulador de carga/frecuencia. Simular valores entre 59.5 y 60.5 Hz con paso de 0.05 Hz. Registrar 1 minuto.
- Graficar Potencia contra delta-F
- Determinar la banda muerta encontrando los puntos donde delta-P se hace cero.
- Calcular estatismo con la fórmula dada $dF\% / dP\%$

Consejo Nacional de Operación CNO

Curva de respuesta GT



Turbinas de Vapor

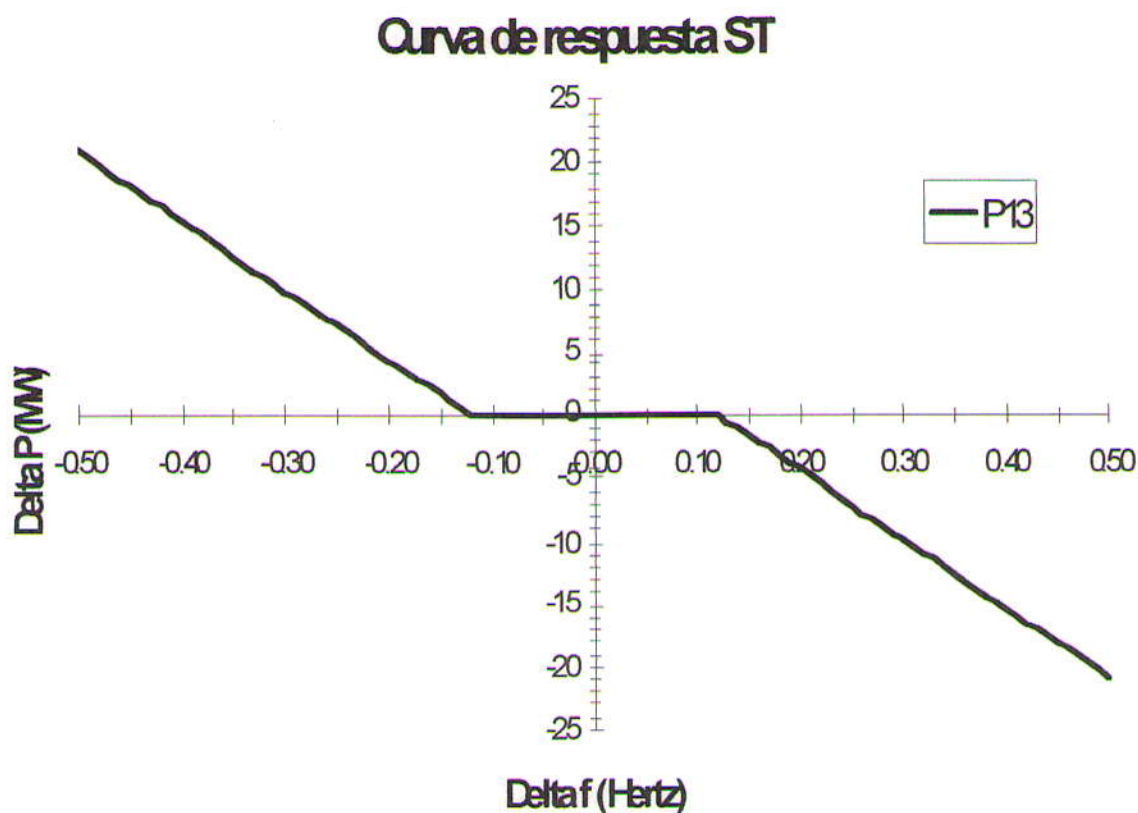
El droop de las ST está ajustado en 5% sobre una base nominal de 165 MW.

Es posible medir este parámetro simulando la velocidad que entra al módulo de regulación de frecuencia sin peligro para las máquinas.

- Limitar la unidad a un 80% de su capacidad (vapor excedente a otra ST o a bypass)
- Iniciar registro de frecuencia y potencia
- Simular frecuencia antes del regulador de carga/frecuencia. Simular valores entre 59.5 y 60.5 Hz con paso de 0.05 Hz. Registrar 1 minuto.
- Graficar Potencia contra delta-F

Consejo Nacional de Operación CNO

- Determinar la banda muerta encontrando los puntos donde delta-P se hace cero.
- Calcular estatismo con la fórmula dada $dF\% / dP\%$



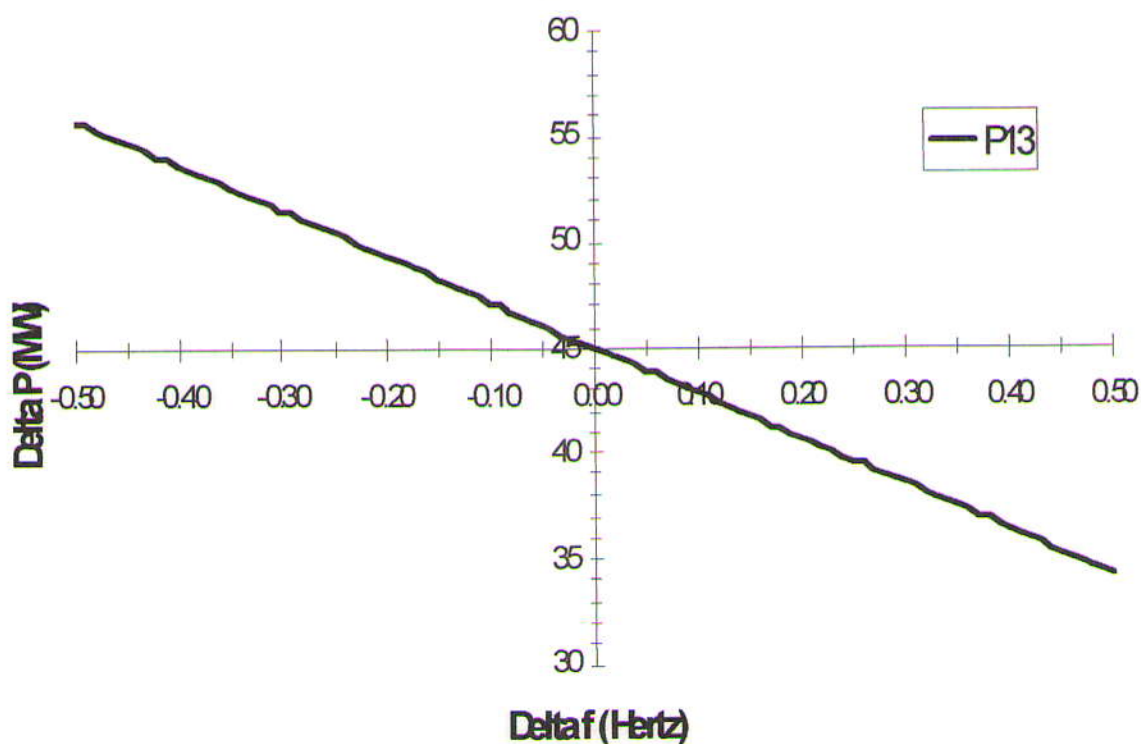
Consejo Nacional de Operación CNO

ANEXO 2

BARRANQUILLA 3 Y 4

- Cargar la unidad a su mínimo técnico (27 MW) y esperar 30 minutos para estabilizar.
- Iniciar registro de frecuencia y potencia
- Abrir el interruptor principal de la máquina.
- encontrar en el registro delta-F y delta-P
- Calcular droop como $dF\% / dP\%$

Curva de respuesta SIEMENS



Consejo Nacional de Operación

CNO

ANEXO 3

HIDROPRADO

Los reguladores de velocidad de las unidades de la Central Prado son de tipo electromecánico marca Voest Alpine, modelo W2000. De tecnología de hace cerca de 29 años, por lo tanto se aplicará la prueba de estatismo tal como la define la resolución 025 de 1995. En su realización se tomará la medida de potencia y frecuencia de la unidad en la señal de PT's con multímetro digital el cual posee resolución de 0.01hz y precisión de +- 0.03Hz para la frecuencia y con precisión de +-0.1% VA para la potencia.

La potencia P_o a la cual se cargará la unidad será mayor de 9 MW pudiéndose efectuar inclusive a 15 Mw, potencia a la cuál normalmente se despacha la unidad.

1. Conectar unidad al SIN con generación mayor a 9 MW , Limitador de apertura al 100%
2. Verificar que el ajuste de estatismo este en 4%
3. Registrar potencia, frecuencia de la Red velocidad de la máquina y posición del actuador.
4. Desconectar la unidad bajando la potencia lentamente.
5. Simular la condición de interruptor cerrado y abrir el limitador de apertura al 100%.
6. Llevar la unidad al ajuste de velocidad/carga o a la posición del actuador.
7. Después de estabilización, registrar velocidad de la turbina para referenciar frecuencia.
8. El estatismo se calcula como la diferencia de frecuencia alcanzada sobre la frecuencia nominal en porcentaje calculada como sigue:

$$E = \frac{\Delta f / f_0}{P_o / P_n} \times 100\%$$

Consejo Nacional de Operación

CNO

Donde E: estadismo

$$\Delta f = f_1 - f_2$$

F1: Valor de velocidad de la unidad (frecuencia del sistema) antes de variarla = 60 Hz

F2: Valor de velocidad de la unidad (en frecuencia) después de variarla.

F_0 : Frecuencia nominal = 60 Hz

P_0 : Valor de la potencia de la unidad en el mismo instante t en el que se tomaron los valores de F1 y F2.

P_n : Potencia nominal de la unidad = 15 Mw

Se harán tres pruebas a 9 MW 12 Mw Y 15 Mw para poder tomar promedios.

Consejo Nacional de Operación

CNO

ANEXO 4

TERMOCARTAGENA

PROTOCOLO DE PRUEBA DE REGULACION PRIMARIA UNIDAD 3

Protocolo prueba de Estatismo

1. Realizar un arranque normal de Unidad y acoplar la máquina al Sistema.
2. Cargar la Unidad a un valor de 27.0 MW (**P_o**), con el limitador de apertura en su posición normal (100%).
3. Estabilizar las condiciones del ciclo (Caldera, Turbina y Auxiliares) para la carga seleccionada.
4. Cerrar lentamente el limitador de apertura hasta bajar la carga de la Unidad a cero (0), sin mover el push-button de comando de velocidad. Tomar la lectura de frecuencia del Sistema (**f_o**).
5. Abrir el disyuntor de la máquina para desconectar la Unidad del SIN. Inmediatamente abrir rápidamente el limitador al 100%.
6. Registrar la frecuencia en bornes del generador y tomar la lectura de frecuencia en el punto de sobre-velocidad de estado estacionario (**f_{máx}**).
7. Calcular el valor del estatismo (**R**) de acuerdo con los datos de frecuencia del sistema (**f_o**), frecuencia máxima correspondiente a la sobre-velocidad de la Unidad (**f_{máx}**), capacidad nominal de la Unidad (**P_n**) y valor de carga inicial de prueba (**P_o**), así :

$$\%R = ((\Delta f / f_o) / (P_o / P_n)) \times 100\%$$

donde : $\Delta f = f_{máx} - f_o$

Consejo Nacional de Operación

CNO

Observaciones

- El Sistema de Control de la Caldera deberá mantener unos valores estables de presión y temperatura de vapor de entrada a la turbina durante el desarrollo de la prueba de estatismo para evitar introducir errores que alteren la medida.
- La instalación de los instrumentos de medida se hará en bornes del generador.
- Para la prueba es necesario verificar y mantener condiciones similares antes y después de desacoplar la máquina del SIN. Se debe asegurar que la máquina permanezca excitada durante la prueba.
- El valor al cual se baja la carga de la unidad en el punto 4 es 0 MW para el sistema, pero en la realidad corresponde al valor mínimo que requieren los equipos auxiliares para su funcionamiento.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE REGULACION PRIMARIA UNIDADES 1 y 2

Para estas Unidades que no cuentan con un sistema de sobreproducción en la caldera, se hace necesario poner en manual el sistema de control de la caldera y abrir los drenajes y venteos de esta antes de bajar la carga de la unidad a 0.

Protocolo prueba de Estatismo

1. Realizar un arranque normal de Unidad y acoplar la máquina al Sistema.
2. Cargar la Unidad a un valor de 27.0 MW (**Po**), con el limitador de apertura en su posición normal (100%).
3. Estabilizar las condiciones del ciclo (Caldera, Turbina y Auxiliares) para la carga seleccionada, pasar el control de la caldera a manual y abrir drenajes y venteos.

Consejo Nacional de Operación CNO

4. Cerrar lentamente el limitador de apertura hasta bajar la carga de la Unidad a cero (0), sin mover la perilla de comando de velocidad. Tomar la lectura de frecuencia del Sistema (**f_o**).
5. Abrir el disyuntor de la máquina para desconectar la Unidad del SIN. Inmediatamente abrir rápidamente el limitador al 100%.
6. Registrar la frecuencia en bornes del generador y tomar la lectura de frecuencia en el punto de sobre-velocidad de estado estacionario (**f_{máx}**).
7. Calcular el valor del estatismo (**R**) de acuerdo con los datos de frecuencia del sistema (**f_o**), frecuencia máxima correspondiente a la sobre-velocidad de la Unidad (**f_{máx}**), capacidad nominal de la Unidad (**P_n**) y valor de carga inicial de prueba (**P_o**), así :

$$\%R = ((\Delta f / f_o) / (P_o / P_n)) \times 100\%$$

donde : $\Delta f = f_{máx} - f_o$

Observaciones

- El Sistema de Control de la Caldera deberá mantener unos valores estables de presión y temperatura de vapor de entrada a la turbina durante el desarrollo de la prueba de estatismo para evitar introducir errores que alteren la medida.
- La instalación de los instrumentos de medida se hará en bornes del generador.
- Para la prueba es necesario verificar y mantener condiciones similares antes y después de desacoplar la máquina del SIN. Se debe asegurar que la máquina permanezca excitada durante la prueba.
- El valor al cual se baja la carga de la unidad en el punto 4 es 0 MW para el sistema, pero en la realidad corresponde al valor mínimo que requieren los equipos auxiliares para su funcionamiento.

Consejo Nacional de Operación

CNO

ALTERNATIVA

Si al momento de efectuar las pruebas se detecta que los protocolos descritos anteriormente no son adecuados; se procederá a emplear el método de registros gráficos de potencia y frecuencia para determinar los valores de estatismo y banda muerta en las tres unidades.