

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ACUERDO No. 201
Diciembre 14 de 2001

Por el cual se aprueban los protocolos de medición de Estatismo y Banda Muerta 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 2° 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. 166 del 13 de diciembre de 2001.

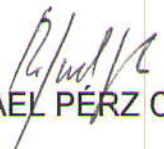
ACUERDA:

PRIMERO. Aprobar los protocolos para la medición de estatismo de las plantas Termovalle, Esmeralda, Termozipa, Paipa 4 y Proeléctrica, a que se egieren los anexos 1 a 5 , los cuales forman parte integrante del presente Acuerdo..

SEGUNDO: Aprobar el protocolo para la medición de la Banda Muerta de la Planta Proeléctrica a que se refiere el anexo 5, que forma parte integrante del presente Acuerdo.

TERCERO. 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

PROTOCOLO TERMOVALLE

Definición

El estatismo es el porcentaje de variación de potencia de la unidad ante una variación en la frecuencia del sistema, así:

$$s = \frac{\frac{\Delta f}{f_o}}{\frac{\Delta P}{P_n}} \times 100\%$$

donde: Δf es la variación de frecuencia, (Hz)

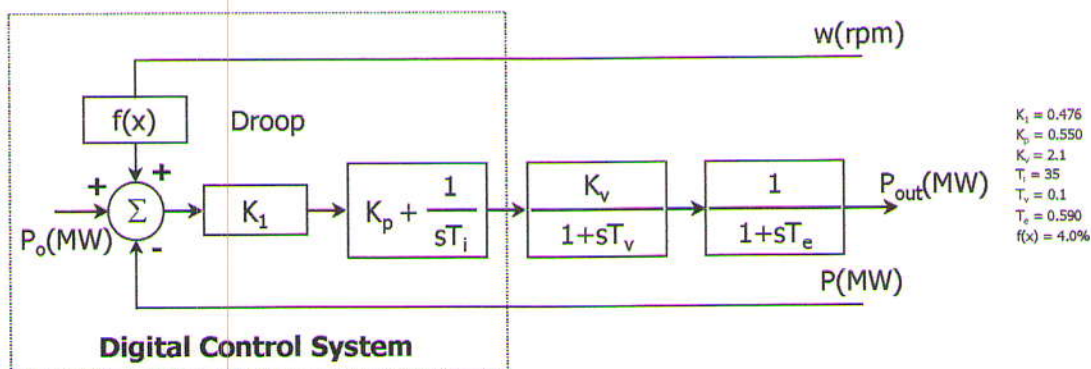
f_o es la frecuencia del sistema, (Hz)

ΔP es la variación de potencia, (MW)

P_n es la potencia nominal de la unidad, (MW)

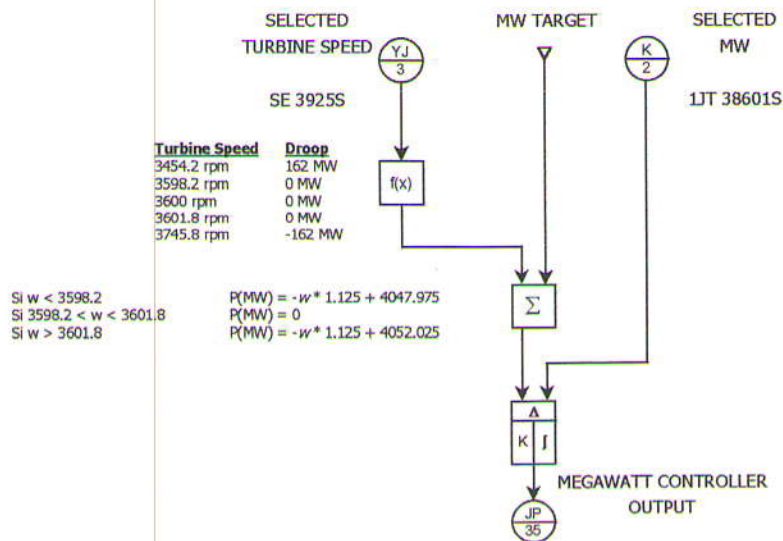
De acuerdo con la regulación eléctrica, el estatismo de las unidades generadoras despachadas centralmente debe estar entre el 4% y el 6%.

Diagrama de bloques



Consejo Nacional de Operación CNO

Diagrama de control



Método

Monitoreo de la respuesta de velocidad y potencia durante un evento de variación de la frecuencia por medio de tendencias históricas.

Metodología

Criterio: Se utilizan eventos de variación en la frecuencia registrados en el DCS.

Señales: Se consideran las señales configuradas en el DCS:

Potencia activa 1JT 38601S
Velocidad 1SE 3925S

Tiempo: Se evalúa la respuesta de la unidad cuando se alcance la condición de estado estable de todos los parámetros de la misma.

Evaluación: Se tabulan y grafican los valores para potencia y velocidad y se verifica el ajuste de estatismo de la unidad.

Consejo Nacional de Operación CNO

El fabricante recomienda no forzar señales o realizar cambios en la lógica del DCS

Consejo Nacional de Operación CNO

ANEXO 2

ESMERALDA

SISTEMA DE MEDICIÓN UTILIZADO PARA LAS PRUEBAS DE LOS PARÁMETROS DECLARADOS PARA REGULACIÓN PRIMARIA

Objetivo:

Hacer las mediciones de potencia activa y frecuencia de las pruebas de estatismo y banda muerta de las unidades de generación de las centrales la Esmeralda y San Francisco con las resoluciones en tiempo y precisión que la normatividad exija.

Sistema de registro:

Para el registro de las mediciones se usará un sistema de control coordinado (SCADA) exclusivo para las pruebas el cual se programará para que registre con resolución garantizada de tres segundos las medidas de frecuencia, potencia activa, potencia reactiva y tensión con sus respectivas estampaciones de tiempo y banderas de calidad. Los registros se almacenan en vectores de 8000 registros cada uno; existe un vector por cada medición.

Front-end:

El front-end se programará para que las bandas muertas tengan un valor de cero con lo cual se garantiza que los cambios en las mediciones sean transferidas y almacenadas por la base de datos del sistema de tiempo real. La base de datos del front-end de comunicaciones se programará exclusivamente con los valores análogos de interés para las pruebas. La velocidad de comunicación entre la base de datos del sistema de tiempo real y el front-end es de 64 kbps y la transferencia de datos entre los dispositivos y el front-end es de 9.6 kbps usando bus óptico para eliminar los efectos indeseados del ruido propio de las centrales de generación y Subestaciones.

Dispositivos:

Los dispositivos que se usarán son del tipo inteligente (IDE) que se comunican con el front-end directamente, de manera serial y mediante protocolo SPA.

Los dispositivos muestrean a 8khz y cuantifican en 8 bits, la medida de frecuencia se programará para que requiera de al menos 3 ciclos para calcular el valor de la misma. La precisión de la medida de frecuencia es de 10mHz y las medidas de potencia y tensión es de 1%. La precisión de los PT's y CT's es de 0.2. Las medidas de potencia se hacen a través de transductores con precisión 0.5.

Consejo Nacional de Operación

CNO

Análisis de las mediciones:

Para el análisis de las mediciones, estas se llevarán directamente a hojas electrónicas usando los servicios DDE 2.0 de Microsoft.

Consejo Nacional de Operación CNO

CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS S.A E.S.P.
CHEC

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION

PRUEBA DE ESTATISMO PERMANENTE

PLANTA : La Esmeralda

UNIDAD No. _____

CARACTERISTICAS TECNICAS

Regulador de Velocidad : DIGIPID 1500 (NEYRPIC)

Parámetros de la Turbina

Tipo	Francis
Caudal	11 m3/s
Cabeza Neta	171 Mts
Potencia	22400 HP
R.P.M.	450

Parámetros del Generador

Potencia	18 MVA
Cos ϕ	0.85
Tensión	13.8 KV
R.P.M.	450

PARAMETROS DECLARADOS AL CND:

Capacidad Neta	15 MW
Minimo técnico	3 MW
Estatismo	4%
Banda Muerta	30 MHZ

Consejo Nacional de Operación CNO

OBJETIVO :

Documentar el procedimiento de la prueba de estatismo permanente de las unidades de generación de la Central Hidroeléctrica La Esmeralda.

Equipos a utilizar :

Procedimiento:

- 1 Con la unidad fuera de servicio cambiar la referencia de velocidad VT_REF a 61,5 Hz.
- 2 Desplegar en el display del regulador las señales de frecuencia F_GROUP y de potencia RW_W
- 3 Conectar la unidad al SIN
- 4 Abrir el limitador al 100%.
- 5 Tomar carga hasta Po (Po > límite técnico inferior)
- 6 Tomar simultáneamente las lecturas de Potencia Activa (RW_W) y frecuencia (F_GROUP) en el display de regulador.
- 7 Con el limitador de apertura bajar la carga de la unidad a cero.
- 8 Desconectar la unidad del SIN.
- 9 Abrir el limitador al 100%.
- 10 Tomar la lectura de velocidad referenciada a su equivalente en Hz en el display.

Consejo Nacional de Operación CNO

PRUEBA DE ESTATISMO PERMANENTE

PLANTA :

La Esmeralda

UNIDAD No. _____

$$R = \frac{\Delta f / f_o}{P_o / P_n} * 100\%$$

11 El valor del estatismo (R), es dado por:

Donde: $\Delta f = f_{ref} - f_o$

f_o = Lectura de frecuencia del sistema tomada a la carga P_o .

f_{ref} = Valor de frecuencia obtenida en 10 .

P_n = Capacidad neta de la unidad declarada al CND.

El generador pasa la prueba si la respuesta de regulación primaria de la unidad generadora a cambios de frecuencia en el SIN medida en MW/Hz, está dentro de un + 1% de tolerancia del valor declarado.

FECHA : _____

INGENIERO : _____

Consejo Nacional de Operación CNO

ANEXO 3

TERMOZIPIA

El procedimiento a utilizar para hallar los parametros de ESTATISMO y BANDA MUERTA, serán los mismos que utilizarán TERMOEMCALI e ISAGEN.

Para las unidades de termozipa se registrará la FRECUENCIA vs POTENCIA

Características Registrador Oscilográfico

Marca : YOKOGAWA

Modelo : OR 1400

Canales : 8

Memoria :

Rata de muestreo : desde 100 kHz hasta 0.1 Hz. (100 mseg a 10 seg).

Longitud de Memoria : seleccionable desde 1kB hasta 1MB.

Tiempo de Muestreo : longitud de memoria / rata de muestreo

(Con 1 MB: de 10 seg. hasta 115 días)

(Con 1 kB : de 0.01 seg. hasta 2.78 horas)

Consejo Nacional de Operación

CNO

ANEXO 4

PAIPA 4

Proponemos realizar la siguiente prueba para verificar el estatismo de Termopaipa IV

- Todos los lazos de control se deben mantener en operación tal como se realiza en la diaria operación de la planta para obtener datos de comportamiento reales. La prueba confirmará el comportamiento de control en caso de sobrefrecuencia de la red.
- La generación de la planta se ajustará aproximadamente entre 50 y 60 MW (netos) con el "Controlador de la Unidad", donde la presión de vapor controlada por la turbina se ajustará a 120 Bares. El limitador de carga de la turbina se ajustará a máxima carga y el control de velocidad de la turbina se mantendrá en automático. La banda muerta de frecuencia se coloca en posición OFF y la influencia de la frecuencia de la caldera en posición ON.
- Cuando todos los parámetros de la unidad se encuentren estables, se abrirá el interruptor de 230KV. Consecuentemente, la unidad reducirá súbitamente su carga hasta aproximadamente unos 10 MW que corresponde a la carga de consumo propio.
- Con el sistema de control de la unidad "Procontrol P", se deben registrar los siguientes datos:
 - Velocidad de la turbina
 - Carga de la Unidad (generación)
 - Voltaje de los Terminales del generador
- La evaluación de los resultados de la prueba se debe hacer de acuerdo con la fórmula dada en el código de redes parágrafo 7.4.2. considerando un error en los sistemas de medición y un 1% de desviación, tal como se menciona en el código de redes.

Consejo Nacional de Operación

CNO

ANEXO 5

PLANTA TERMoeLECTRICA PROELECTRICA MAMONAL CARTAGENA COLOMBIA.

INTRODUCCION

La planta para la generación de energía utiliza dos turbinas a gas General Electric LM 5000 dispuestos en sendos paquetes idénticos donde están contenidos el generador de gas GE LM 5000 de dos ejes, una turbina de potencia acoplada aerodinámicamente al generador de gas y un generador eléctrico sincrónico marca Brush modelo BDAX 7-290ER acoplado y conducido por la turbina de potencia a través de un acoplamiento flexible tipo seco.

El generador eléctrico de 68.824 MVA gira a 3600 rpms para producir energía a 60Hz y 13.8 Kv.

El generador de gas es una unidad Aeroderivativa que consta de 1 etapa de admisión de aire, un compresor de aire de baja presión (LPC) de 5 etapas, un compresor de aire de alta presión y geometría variable (HPC) de 14 etapas, una cámara de combustión anular, una turbina de alta presión enfriada por aire (HPT) de 2 etapas, una turbina de baja presión (LPT) de 1 etapa, una caja de engranajes para el arranque de la maquina, así como los equipos auxiliares necesarios para su operación y control.

En la cámara de combustión que es del tipo axial anular están dispuestas 30 toberas (quemadores), diseñadas para que por un lado entre combustible en forma de gas y por otro lado entre vapor recalentado de alta presión para disminuir las emisiones de óxidos de nitrógeno producto de la combustión (NOx).

El compresor de baja presión es accionado por la turbina de baja presión a través de un eje concéntrico que gira alrededor de ± 3800 rpms a plena carga (este valor varia según la carga), conformando el conjunto de baja presión. El conjunto de alta presión esta formado por el compresor de alta presión, accionado por la turbina de alta presión a través de un eje hueco que gira alrededor de ± 10200 rpms a plena carga (varia según la carga), por dentro del cual pasa el eje del conjunto de baja presión.

Consejo Nacional de Operación

CNO

La turbina de potencia es de tres etapas y esta directamente acoplada al generador girando a 3600 rpms. La velocidad de la turbina de potencia es constante y tiene algunas variaciones muy mínimas que dicta la frecuencia del sistema.

PROTOCOLO DE PRUEBA DE ESTATISMO:

1. Arranque Programado de la Unidad.
2. Abrir un archivo de grabación del evento.
3. Sincronizar la Unidad.
4. Llevar la Unidad a una carga de P1 MW.
5. Estabilizar la Unidad y anotar el valor de potencia bruta (P_1), frecuencia (f_1) y velocidad de referencia de la Turbina de Potencia (n_{Ref1}).
6. Bajar carga a la Unidad hasta 2 MW a razón de 5 MW/min. (sólo para apertura de Breaker)
7. Abrir el Breaker del Generador 52GT-1 o 52GT2 según sea el caso.
8. Estando el Generador en vacío ($P_0 = 0$ MW) aumentar la referencia de la Turbina de Potencia hasta el valor obtenido anteriormente (n_{Ref1}), y tomar la lectura de la frecuencia en bornes del generador (f_0).
9. Sincronizar nuevamente la Unidad o parar la Turbina según la programación del CND.
10. Calcular el estatismo de acuerdo a los valores obtenidos anteriormente así:

$$M = [(f_0 - f_1) / f_1] / [(P_1 - P_0) / P_n]$$

p1: Potencia de la máquina (carga P1) MW

f1: Frecuencia en (P1 MW)

n_{Ref1} : Velocidad de Ref. en (P1 MW)

f0: Frecuencia de vacío de la unidad con n_{Ref1}

p0: Potencia de vacío= 0

P_n : potencia Nominal

BANDA MUERTA:

Para la obtención de la Banda Muerta se implemento un archivo de captura de datos en el DCS de la Planta donde se toman los siguientes parametros: Frecuencia, Potencia en Bornes del Generador, Voltaje y Temperatura de T44 (Temperatura de Control de la Maquina).

Consejo Nacional de Operación

CNO

Durante los diferentes eventos en el sistema es posible recuperar el registro de dichos parametros donde se puede estudiar el comportamiento de cada Unidad.