

CONSEJO NACIONAL DE OPERACIÓN CNO

ACUERDO No. 171
Septiembre 21 de 2001

Por el cual se aprueban los protocolos para la medición de estatismo de algunas unidades de generación

El Consejo Nacional de Operación en uso de sus facultades legales y reglamentarias, 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

ACUERDA:

PRIMERO: Aprobar los protocolos de medida de estatismo de las plantas Calima, Salvajina, Bajo Anchicayá, Chivor, Alto Anchicayá y Urrá, a que se refieren los Anexos 1 al 6, que forman parte integral del presente Acuerdo.

SEGUNDO: El presente Acuerdo rige a partir de la fecha de su expedición.

El Presidente,



ALBERTO OLARTE A.

El Secretario Técnico,



GERMAN CORREDOR A.

EPSA

PROCEDIMIENTO PRUEBA ESTATISMO REGULADORES ELECTROMECHANICOS PLANTAS

SALVAJINA – CALIMA – BAJO ANCHICHAYA

1. Conectar la unidad a la red y llevarla a su potencia máxima, con limitador de apertura al 100% y ajuste de carga al máximo.
2. Registrar la frecuencia de la red, la potencia máxima generada y el ajuste de carga. En los reguladores electromecánicos registrar la posición del actuador, en los reguladores electrónicos, registrar el valor del ajuste de velocidad/carga.
3. Bajar la potencia lentamente a su valor mínimo y desconectar la unidad.
4. Abrir inmediatamente el limitador al 100%.
5. Registrar el valor de la frecuencia de la Unidad, una vez se estabilice.
6. Realizar calculo del estatismo como la diferencia entre la frecuencia a plena carga y la frecuencia alcanzada en vacío sobre la frecuencia en vacío, en porcentaje.

PROCEDIMIENTO PRUEBA ESTATISMO REGULADORES DIGITALES

(PLANTA ALTO ANCHICAYA)

En el Software del equipo se ajusta el parámetro de estatismo. El ajuste en 5 representa una variación del 5% de la frecuencia, ante una variación de alabes del 100%. Como la frecuencia del sistema es 60Hz, una variación del 5% corresponde a 3Hz. Cuando la variación es de 1Hz, la variación de los alabes debe ser del 33.33%.

1. Variar por software la frecuencia de referencia en 1Hz., desde 60 hasta 61Hz y desde 60 hasta 59Hz, en forma escalonada en pasos de .2 Hz, realizando un registro de la variación de potencia, la variación de apertura de alabes, frecuencia de la red y variación de la frecuencia de consigna (los registros se van tomando paso a paso a medida que la frecuencia de consigna va variando de 60 a 61Hz y de 60 a 59Hz).
2. Para calcular el estatismo de calcula la diferencia entre el porcentaje de apertura de alabes con carga con 60Hz y el porcentaje de apertura de alabes con carga a 61Hz, por la relación entre el valor de estatismo ajustado y el porcentaje de variación de alabes correspondiente a la variación de frecuencia. (Para 1Hz corresponde una variación de 33.33%)

PROCEDIMIENTO PRUEBA TOMA DE CARGA

Para esta prueba se requiere un dispositivo que entregue pulsos constantes de 3, 6 y 9 seg., que se emplea para dar ordenes iguales al elemento que realiza el ajuste de carga.

1. Conectar la unidad a la red y dejarla con la mínima carga posible.
2. Aplicar un pulso de 3 seg. al motor de ajuste de carga y registrar el valor de potencia que alcanza la Unidad y el tiempo que emplea.
3. Repetir este paso hasta llevar a la Unidad a carga nominal registrando los mismos valores..
4. Llevar la Unidad a carga nominal y aplicar los pulsos de 3 seg. de manera que el motor reciba la orden de bajar potencia. Registrar la potencia que alcanza con cada orden y el tiempo que toma en lograr dicho valor.
5. Repetir la prueba subiendo y bajando carga, pero con pulsos de 6 seg.
6. Repetir la prueba subiendo y bajando carga , pero con pulsos de 9 seg.

RESULTADOS PRUEBAS TOMA DE CARGA PLANTA ALTO ANCHICAYA

Alto Anch - Unidad 1

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)
10.0		12.5		11.0	
19.0		30.5		39.7	
29.0		50.5		73.6	
38.9		69.5		101.0	
48.0		85.0			
58.0		95.9			
67.0		104.5			
76.8					
85.0					
94.0					
101.0					
108.0					
BAJANDO					
108.0		104.4		101.5	
102.0		96.4		73.2	
96.0		85.5		41.0	
90.0		69.9		11.9	
82.0		51.3			
72.0		31.8			
62.0		12.9			
52.0					
41.9					
31.7					
21.3					
11.8					

Alto Anch - Unidad 2

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)
12.0		9.7		10.0	
19.8		27.5		39.0	
30.2		49.0		71.4	
41.2		71.0		99.3	
52.8		90.7			
64.3		106.0			
76.2		118.6			
87.9					
97.3					
106.6					
113.2					
120.1					
BAJANDO					
120.7		119.3		120.2	
115.2		108.7		103.2	
108.1		94.5		78.8	
100.1		75.8		47.8	
92.2		52.3		17.0	
82.0		30.5			
70.1		9.4			
59.1					
45.5					
34.7					
23.1					
12.1					

Alto Anch - Unidad 3

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)
10.1	7.1	9.2	20.0	10.1	29.2
17.2	10.6	29.2	21.1	39.3	34.9
27.8	10.7	50.3	22.5	74.2	30.2
38.5	11.3	72.8	19.6	104.4	
49.8	11.9	92.4	15.5		
61.7	11.7	107.9			
73.4	10.8				
84.2	11.2				
95.4	10.6				
106.0	8.5				
114.5					
BAJANDO					
120.3	6.1	119.3	9.3	119.0	16.7
114.2	7.7	110.0	15.2	102.3	24.5
106.5	9.1	94.8	19.3	77.8	31.5
97.4	10.4	75.5	21.5	46.3	30.9
87.0	12.0	54.0	22.6	15.4	
75.0	11.5	31.4	21.9		
63.5	12.4	9.5			
51.1	11.9				
39.2	11.1				
28.1	10.6				
17.5					

RESULTADOS PRUEBAS TOMA DE CARGA PLANTA SALVAJINA

Salvajina - Unidad 1

ABRIL 11 DE 1999, 12:59 PM

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
	Tiempo de respuesta		Tiempo de respuesta		Tiempo de respuesta
MW	(SEG)	MW	(SEG)	MW	(SEG)
10.0	0.0	9.0	0.0	11.4	0.0
15.1	20.0	19.7	23.0	29.0	28.0
22.6	23.0	36.7	20.0	58.5	27.0
30.0	16.0	57.4	22.0	88.9	31.0
38.8	18.0	76.8	20.0		
45.4	11.0	98.6	23.0		
59.8	17.0				
68.8	14.0				
81.6	16.0				
92.9	20.0				

BAJANDO		BAJANDO		BAJANDO	
96.6	0.0	103.2	0.0	93.2	0.0
89.6	19.0	91.0	23.0	75.7	23.0
78.1	17.0	72.4	19.0	44.0	28.0
69.0	21.0	51.4	23.0	22.0	28.0
56.7	36.0	30.4	25.0		
48.5	17.0	20.9	27.0		
39.1	15.0				
30.1	14.0				
19.9	21.0				
17.6	29.0				

Salvajina - Unidad 2

ABRIL 11 DE 1999, 11:15 AM

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)	MW	Tiempo de respuesta (SEG)
0.4	0.0	2.3	0.0	2.3	0.0
5.4	28.0	18.6	22.0	34.0	31.0
18.7	29.0	43.7	23.0	76.3	31.0
30.8	29.0	70.5	23.0		
45.5	40.0	89.1	15.0		
58.3	15.0				
70.1	15.0				
84.8	14.0				
96.9	18.0				

BAJANDO		BAJANDO		BAJANDO	
100.9	0.0	99.6	0.0	96.4	0.0
96.0	17.0	89.2	15.0	60.3	35.0
85.6	16.0	59.4	21.0	16.5	36.0
74.2	15.0	29.7	27.0		
57.3	17.0	7.0	25.0		
44.5	15.0				
31.7	16.0				
18.3	18.0				
6.9	19.0				

Salvajina - Unidad 3

Abril 11 de 1999, 10:00 am

Pulso 3 seg		Pulso 6 seg		Pulso 9 seg	
SUBIENDO		SUBIENDO		SUBIENDO	
	Tiempo de respuesta		Tiempo de respuesta		Tiempo de respuesta
MW	(SEG)	MW	(SEG)	MW	(SEG)
0.3		2.5	0.0	3.5	0.0
7.2		14.1	20.0	27.2	37.0
9.0		37.6	27.0	60.8	26.0
16.0		60.8	26.0	101.5	36.0
30.8		85.1	21.0		
41.8			26.0		
50.0					
65.5					
77.2					
88.6					
96.5					
98.1					

BAJANDO	BAJANDO	BAJANDO	BAJANDO	BAJANDO
103.5	112.6	0.0	107.4	0.0
99.6	103.2	28.0	92.5	27.0
93.7	86.2	25.0	61.0	26.0
84.1	65.2	24.0	17.1	35.0
72.7	37.4	28.0		
61.6	8.3	37.0		
46.3				
32.9				
33.9				
34.9				
35.9				

RESULTADOS PRUEBAS DE ESTATISMO

SALVAJINA

	U1	U2	U3
Potencia a plena carga :	96.6	95	95
Frecuencia inicial a plena carga:	59.99	59.96	59.99
Frecuencia final en vacío:	62.71	62.57	62.36
ESTADISTMO:	4.53	4.35	3.95

CALIMA

U1	U2	U3	U4
30	30	30	30
57.96	57.09	57.21	59.04
60.96	60	60.02	61.91
5.00	4.85	4.68	4.78

ALTO ANCH.

	U1	U2	U3
Potencia a 60Hz :	52.46	48.62	63.27
Apertura alabes a 60Hz:	40.82	38.61	42.52
Potencia a 61 Hz:	95.85	104.3	115.28
Apertura alabes a 61Hz:	74.18	69.71	75.55
ESTATISMO:	5.00	4.67	4.95

CHIVOR

CENTRAL HIDROELECTRICA DE CHIVOR

PROTOCOLO PRUEBA DE ESTATISMO Y DE BANDA MUERTA (Resolución CREG 023 de 2001)

Objetivo:

Realizar las pruebas de estatismo de las unidades de la Central Chivor que estén en servicio comercial y que presten los servicios de AGC y de Regulación primaria de acuerdo con la reglamentación vigente.

Definiciones y Reglamentación: Res CREG 025/95 y 023/2001

- **Banda Muerta de Operación:** Rango de frecuencia, dentro del cual las unidades de generación no varían automáticamente su potencia. Es la variación porcentual de la frecuencia por cada unidad de variación porcentual de la carga en un generador.
- **Estatismo:** Característica técnica de una planta y/o unidad de generación, que determina la variación porcentual de la frecuencia por cada unidad de variación porcentual de la carga.
- **Regulación Primaria:** Servicio en línea que corresponde a la variación automática, mediante el gobernador de velocidad, de la potencia entregada por la unidad de generación como respuesta a cambios de frecuencia en el sistema. Los tiempos característicos de respuesta están entre 0 y 10 segundos. La variación de carga del generador debe ser sostenible al menos durante los siguientes 30 segundos.

Todas las plantas del sistema están en obligación de operar con el regulador de velocidad en modalidad libre. Las plantas del sistema deben garantizar su valor de estatismo entregado en el formulario de disponibilidad. Se debe efectuar la prueba de estatismo con una periodicidad mínima de dos (2) años. La prueba está especificada en el Numeral «7.5.2 Prueba de Estatismo». **pero para el caso de las unidades de Chivor se debe aplicar el procedimiento descrito más adelante.**

Procedimiento de medición de estatismo para el caso de las unidades de la Central Chivor.

Los reguladores de velocidad de las unidades de la Central Chivor son de tipo digital marca Sulzer, modelo DTL595. La prueba de estatismo de dichos reguladores se realiza siguiendo las recomendaciones del fabricante, como se indica a continuación:

La medición del estatismo en reguladores digitales Sulzer, se realiza de la siguiente manera:

Condiciones iniciales:

- Unidad sincronizada al SIN.
- Banda muerta de la unidad desactivada (unidad no presta regulación primaria)
- Informado CND sobre la no prestación del servicio de Regulación Primaria de la unidad a medir, debido a la realización de la prueba
- Ajuste de la consigna inicial de frecuencia del regulador de velocidad en 60 Hz
- Ajuste en 70% de la potencia nominal para regulación de potencia (POC).
- Ajuste en 70% de apertura para regulación de apertura (OPC)
- Equipos de medición y registro conectados.

Procedimiento:

1. Desde el panel de control del regulador de velocidad (Panel Lower) se disminuye la consigna de frecuencia en 0.2 Hz. El rango a considerar es de 60 Hz a 59 Hz.
2. El regulador disminuirá la apertura de turbina (limitador de apertura), tratando de bajar la velocidad de giro de la máquina hasta la nueva frecuencia ajustada en consigna.
3. Debido a que la unidad permanece en sincronismo, el efecto será la disminución de la potencia de la unidad.
4. Para cada uno de los puntos, se registra el valor de la apertura de turbina en el Panel Lower y de la frecuencia del SIN en la Sala de control. Se toman para cada punto 10 registros de frecuencia/apertura, separados cada 10 segundos entre si. El valor para cada punto corresponde al promedio de los 10 registros tomados.

5. También se debe registrar la potencia de la unidad y la frecuencia del SIN mediante el sistema de supervisión "Pegasys" que actualmente poseen las unidades y que puede tomar registros hasta de 1 segundo.
6. Este procedimiento se repite, hasta cuando la consigna preestablecida de frecuencia sea ajustada a 59.0 Hz. Luego se realiza la prueba en forma ascendente, comenzando en 59 Hz a 60 Hz o desde 60 Hz a 61Hz.
7. El cálculo del valor del estatismo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$f = \text{Frecuencia}$

$A = \text{Apertura}$

$$df(1) = \text{consigna} - f$$

$$df(2) = df(1)_{60} - df(1)_{59.8}$$

$$dA = A_{60} - A_{59.8}$$

$$bp = \frac{\frac{100\%}{dA} \times df(2)}{60Hz}$$

8. El valor final de estatismo se calcula del promedio de las mediciones realizadas para cada punto.

Esta metodología permite calcular el estatismo de la unidad cuando se encuentra conectada al SIN, lo cual da un resultado acorde con la realidad en la que opera.

A manera de ejemplo, a continuación se muestran algunas mediciones realizadas.

MEDICIÓN No 1

MEDICION NO 1						
Consigna	F	A	df (1)	df(2)	dA	bp
60.0	59.979	39.2	0.021	0.192	5.03	6.36%
59.8	59.971	34.17	-0.171			
59.8				0.184	5.25	5.84%
59.6	59.955	28.92	-0.355	0.228	6.22	6.11%
59.6						
59.4	59.98	22.7	-0.583	0.167	4.76	5.85%
59.4						
59.2	59.95	17.94	-0.750	0.211	5.83	6.03%
59.2						
59.0	59.96	12.11	-0.961			
				Estatismo bp		6.04%

MEDICIÓN No 2

MEDICION N° 2						
Consigna	f	A	df (1)	df(2)	dA	bp
60.0	60.04	38.1	-0.040	0.17	5.1	5.53%
59.8	60.01	32.9	-0.210			
59.8				60.017	26.8	-0.417
59.6	60.02	21.6	-0.620			
59.6						
59.4	60.02	21.6	-0.620	0.19	5.35	5.92%
59.4						
59.2	60.01	16.25	-0.810	0.151	4.14	6.08%
59.2						
59.0	59.961	12.11	-0.961			
				Estatismo bp		5.93%
PROMEDIO DE LAS DOS MEDICIONES				Estatismo bp		5.98%

**Procedimiento para verificación del cumplimiento de la
banda muerta de las unidades**

Objetivo: Verificar el cumplimiento de la banda muerta de las unidades de la planta.

Definición Banda Muerta de Operación: Rango de frecuencia, dentro del cual las unidades de generación no varían automáticamente su potencia.

Verificación de parámetros: Verificación de ajuste de la banda muerta (BM) en 30 mHZ exigida en la resolución CREG 023 de 2001.

Transferir la unidad a modo operación LOCAL-MANUAL

Desde el teclado del PANEL LAWER:

- Submenú para el ajuste de valores: TECLA F7 (parámetros)
- PASSWORD (24) ENTER.
- Con flecha abajo buscar "Consigna de potencia".
- Con flecha a la derecha buscar "Banda Muerta".
- Verificar que el valor ajustado sea de 0.030 Hz.
- Regresar a "Consigna de Potencia"
- Con flecha abajo buscar "Consigna de Apertura".
- Con flecha derecha buscar "Banda Muerta"
- Verificar que el valor ajustado sea de 0.030 Hz.
- ESC (tecla 20).
- Transferir unidad a modo REMOTO-AUTOMÁTICO

Nota: Por ningún motivo el valor de banda muerta debe ser cero (0)

Procedimiento de medida:

1. Ajustada la banda muerta de 0.030 Hz se toman registros de potencia de la unidad y de frecuencia del SIN, al menos durante dos horas, usando para ello el registrador Hydra o el sistema de supervisión Pegasys.
2. Con los registros tomados se conforma una tabla de resultados y la información se procesa teniendo en cuenta los puntos en donde la frecuencia excursiona por debajo del rango 59.97 Hz o por encima de 60.03 Hz.
3. Se elaboran las curvas correspondientes y se analiza la respuesta de la unidad ante variaciones de la frecuencia del SIN: Si la frecuencia del SIN está por debajo, la respuesta de la unidad debe ser a aumentar su potencia de salida. Si la frecuencia del SIN está por encima, la respuesta de la unidad debe ser a disminuir su potencia de salida. Si la frecuencia se mantiene dentro del rango 59.97-60.03 Hz la unidad debe mantener su misma potencia de salida.
4. Se elabora el reporte que incluya los registros tomados y las gráficas analizadas.

En el anexo se adjunta el formato de campo en el que se deben anotar los valores tomados de estatismo y de banda muerta.

Preparado por:

Fabián Toro B.
Equipo Producción
Chivor S.A. E.S.P.

CHIVOR S.A. E.S.P.
EQUIPO DE PRODUCCION

FORMATO DE REGISTRO EN CAMPO DE PRUEBAS DE ESTATISMO Y BANDA MUERTA

CENTRAL: _____
UNIDAD No.: _____

FECHA DE MEDICION: _____
HORA DE INICIO: _____

PARAMETROS DE LA UNIDAD

TURBINA TIPO: _____
CAUDAL A PLENA CARGA: _____
CABEZA: _____
POTENCIA TURBINA: _____
R.P.M.: _____
TIPO REGULADOR DE VELOCIDAD: _____
ESTATISMO PROGRAMADO: _____
BANDA MUERTA PROGRAMADA: _____
EJECUTOR DE LA PRUEBA: _____

POTENCIA GENERADA (MW): _____
COS Ø: _____
TENSION SALIDA (kV): _____

SE USAN REGISTRADORES:
SI: _____ NO: _____

CONSIGNA	f	Df (1)	df (2)	dA	bp
60.0					
59.8					
59.8					
59.6					
59.6					
59.4					
59.4					
59.2					
59.2					
59.0					

ESTATISMO



CHIVOR

The Global Power Company



MEDICIÓN DE BANDA MUERTA (db) DE UNA UNIDAD (PROTOCOLO)

**Medellín, octubre 11 de
2001**



CHIVOR

The Global Power Company



- **Objetivo:**

Verificar el cumplimiento de la banda muerta de las unidades de una planta.

- **Definición Banda Muerta de Operación:**

“Rango de frecuencia, dentro del cual las unidades de generación no varían automáticamente su potencia.”

(res 023/2001).

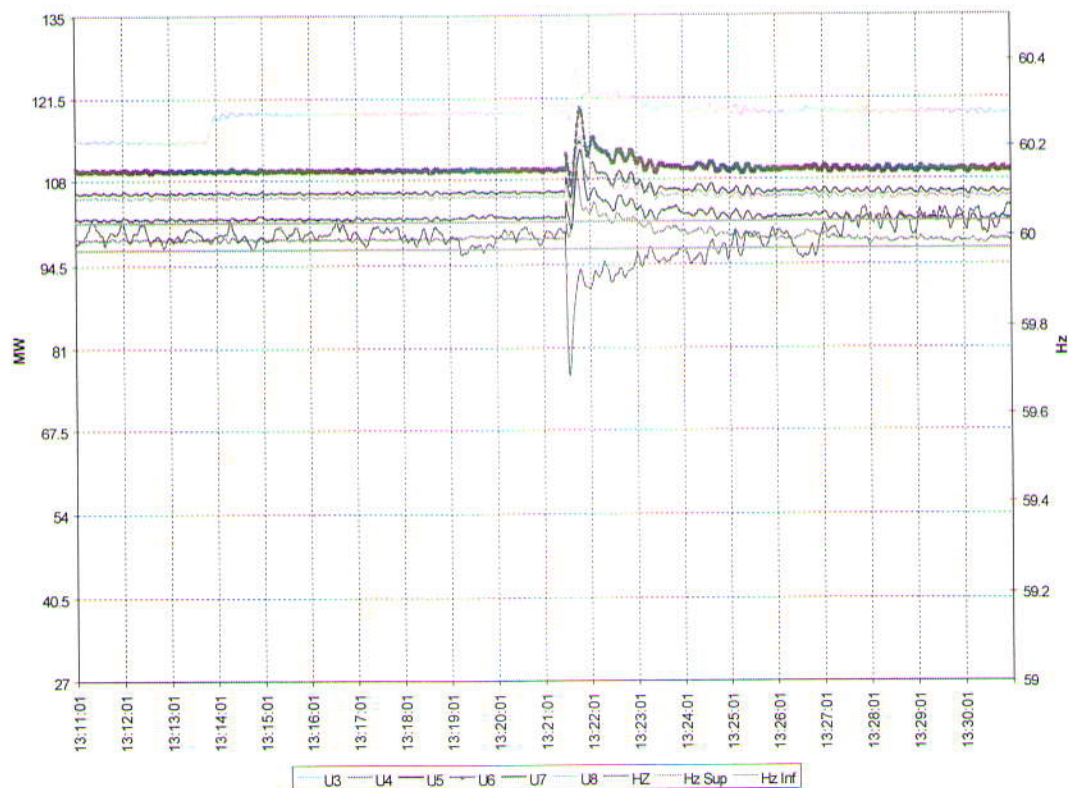
-



Procedimiento: (continuación)

- Elaborar reporte que incluya los registros tomados y las gráficas analizadas. (Tener en cuenta la documentación del CND sobre el formato)

Regulación Primaria Evento Agosto 2 de 2001 23:27 horas





Procedimiento:

- Instalar el equipo de adquisición de datos.
- Tomar registros de potencia de la unidad a verificar y de frecuencia del SIN, al menos durante dos horas.
- Elaborar gráficas de potencia, frecuencia y rango de banda muerta a partir de los datos obtenidos.
- Analizar la respuesta de la unidad ante variaciones de frecuencia del SIN.
 - Si la frecuencia del SIN está por debajo de la banda muerta, la respuesta de la unidad debe tender a aumentar su potencia de salida. Si la frecuencia del SIN está por encima de la banda muerta, la respuesta de la unidad debe tender a disminuir su potencia.
 - Si la frecuencia se mantiene dentro del rango $60 \pm \text{db}$ la unidad debe mantener su misma potencia.



CHIVOR

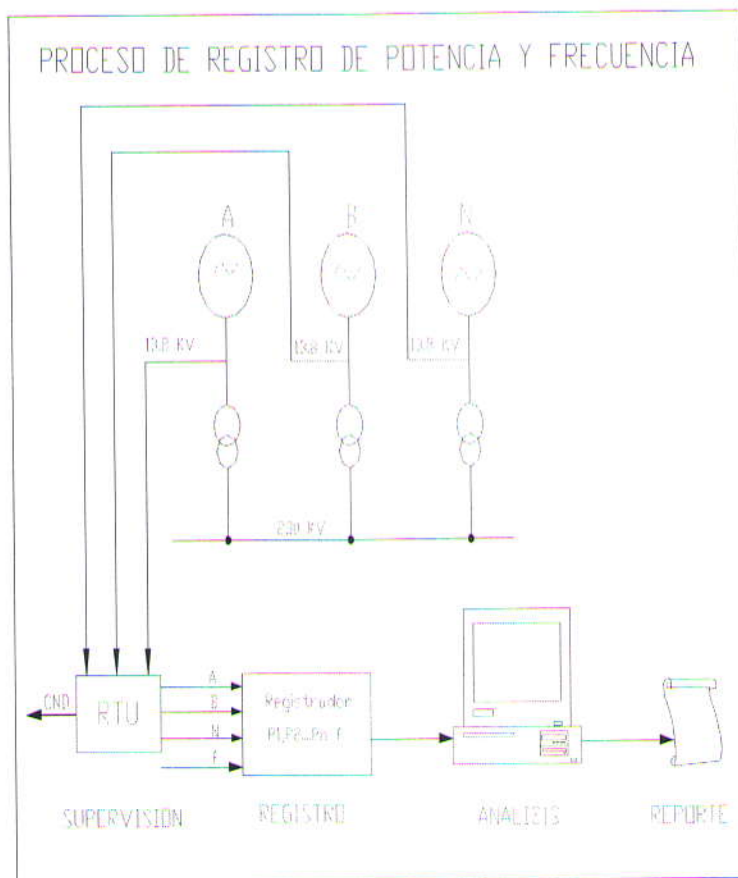
The Global Power Company



Verificación de Banda Muerta:

(continuación)

Representación esquemática de la metodología de registro.





Requerimientos:

- Unidad conectada al SIN.
- La generación de la unidad debe estar entre su mínimo técnico y el máximo de operación. (se recomienda 50% de la capacidad nominal).
- Parámetros de ajuste de bp y de db conocidos (unidad ajustada) y verificada su prestación de servicio de regulación primaria.
- Registrador de potencia y frecuencia con tiempo de muestreo entre 1 y 10 segundos y con memoria para almacenar datos de al menos 2 horas.
- Computador.

Metodología:

- Verificación de ajustes
- Conexión del registrador potencia - frecuencia
- Monitoreo de la unidad conectada al SIN
- Verificación del comportamiento de la respuesta de la unidad
 - Análisis de las excursiones de la frecuencia por fuera de la banda muerta

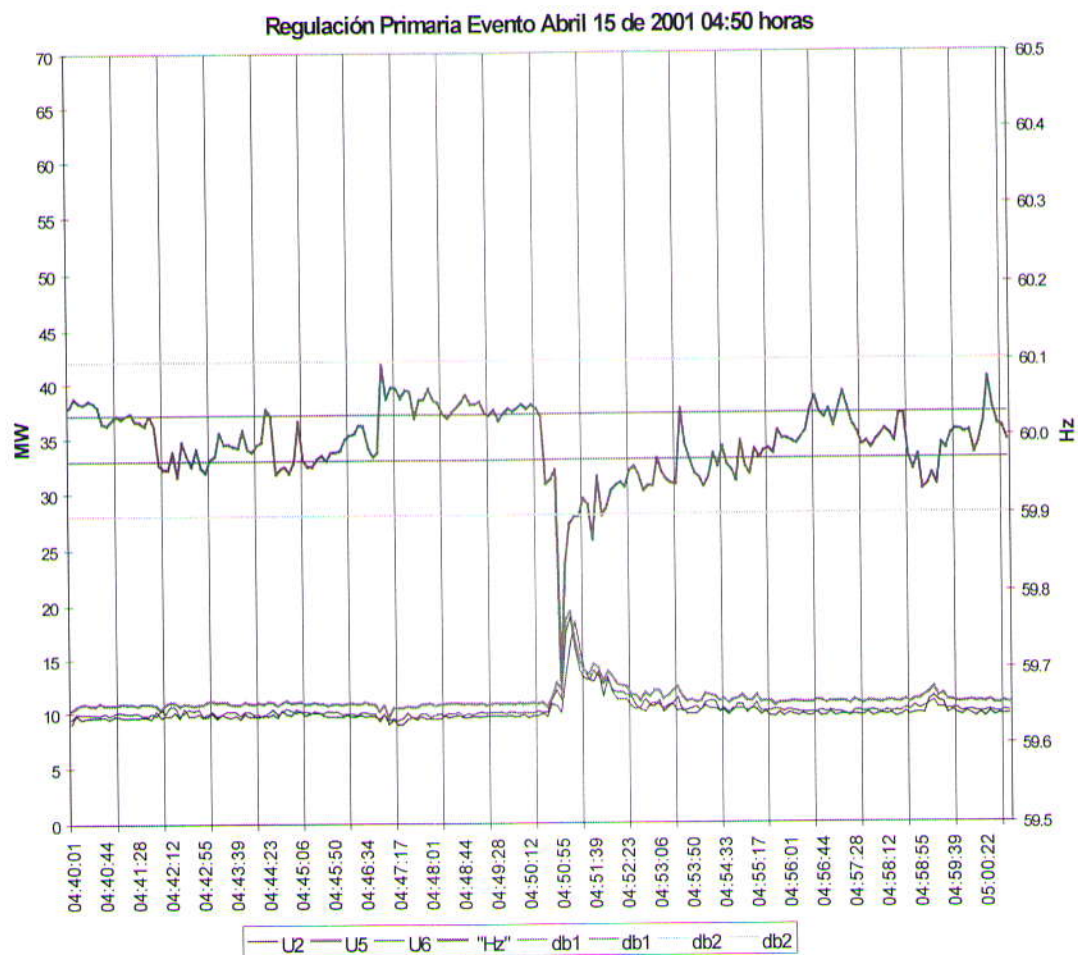


CHIVOR

The Global Power Company



Análisis gráfico del concepto de Banda Muerta:



URRA

I. INTRODUCCIÓN

La Central Hidroeléctrica URRRA I, cuenta con 4 turbinas Francis de potencia nominal 85MVA, controladas a través de un regulador electrohidráulico tipo $\text{TP} - 100 - 12$ de fabricación Rusa.

Para dar alcance a los parámetros exigidos por las resoluciones de la CREG que regulan la materia, durante las pruebas previas a la operación comercial de la Central, se establecieron los parámetros del regulador de velocidad que a continuación se relacionan:

IEEE	IEC		DESCRIPCION
	Tn	0	Constante de tiempo de aceleración (seg.).
Td1	Td1	8	Constante de tiempo (máquina en vacío) (seg.).
Td2	Td2	6	Constante de tiempo (máquina con carga) (seg.).
Ti	Ty	0,02	Constante de tiempo de integración del controlador de frecuencia (seg.).
Ty	Ts	0,2	Constante de tiempo del servomotor principal (seg.).
bpy	bp	6	Caída estática del controlador de velocidad (%). 0-10 %
b11	bt1	80	Caída transitoria del controlador de velocidad (%). 0-100%
b12	bt2	40	Caída transitoria del controlador de velocidad (%): 0-100%
	a		Coefficiente diferencial.
s	p		Operador Laplace
DFe	x		Ganancia de Frecuencia.
Fo	X ₀		Consigna de velocidad.
	y		Ganancia posición del servomotor principal.
	y ₁		Ganancia del corrector de frecuencia.
W ₀	Z ₀		Consigna de potencia .
lppco	GB		Posición del interruptor para la señal de entrada frecuencia eléctrica / velocidad.
		30	Banda muerta (mHz).

Estos parámetros fueron declarados al CND previo a la entrada en operación comercial de las Unidades.

A continuación presentamos un procedimiento detallado para la realización de pruebas de estatismo y banda muerta en las unidades de generación de la Central.

II. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR PRUEBAS DE ESTATISMO

1. Coordinar con el CND el inicio de las pruebas de medición de estatismo en las unidades de generación.
2. Sincronizar la unidad con un valor $P \geq 70\% P_{nom}$, con el limitador de apertura al 100%.
3. Colocar la unidad en modo local – manual.
4. Colocar el electroactuador del regulador de velocidad en posición manual.
5. Desconectar el borne 87 en el sistema de control del regulador (plano 22305253).
6. Desconectar el borne 22 en el sistema de control de consigna y conectarlo al borne 44, para mantener constante la consigna de operación.
7. Con el limitador de apertura lentamente bajar la carga hasta $P \approx 1MW$.
8. Simular el cierre del interruptor de unidad, colocando un puente entre los puntos 97 y 81 en el sistema de control del regulador de velocidad (plano 22305253).
9. Desconectar la unidad del sistema, abriendo el interruptor U1-0.
10. Abrir el limitador de apertura del distribuidor al 100%.
11. Tomar lecturas de sobrevelocidad como variación de frecuencia f en el tablero de control de unidad.
12. Registrar los parámetros de frecuencia y potencia obtenidos.
13. Realizar cálculos de estatismo según los parámetros obtenidos.
14. Esta prueba se realizara durante un periodo horario de generación.

III. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR PRUEBAS DE BANDA MUERTA

1. Avisar al CND del inicio de las pruebas de medición de banda muerta en las unidades de generación.
2. Sincronizar la unidad con un valor $P \geq 70\% P_{nom}$, con el limitador de apertura al 100%.
3. Colocar la unidad en modo local-manual.
4. Colocar el electroactuador del regulador de velocidad en posición manual.
5. Con el limitador de apertura mantener la unidad con un valor fijo de potencia.
6. Desconectar el generador PMG de los bornes 1 y 2 en el sistema de control del regulador de velocidad (plano 22305253).
7. Colocar una fuente de inyección de frecuencia en los bornes 1 y 2 anteriormente mencionados.
8. Calibrar la fuente con una frecuencia de 50 Hz, correspondiente a 120 rpm del generador.
9. Lentamente comenzar a liberar el limitador de apertura de la unidad hasta llegar al 100%.
10. Estando la unidad sincronizada variar el valor de frecuencia de salida de la fuente hacia arriba $(50 + \Delta f)$ Hz y hacia abajo $(50 - \Delta f)$ Hz y registrar la señal eléctrica de salida del sistema de control del regulador hacia el sistema oleohidráulico.
11. Detectar el punto donde con frecuencia $f = (50 \pm \Delta f)$ Hz, se produzca una variación en los parámetros de salida del sistema de control del regulador de velocidad.

NOTA: Si la anterior prueba no es posible, se deberá realizar una variación de potencia en la otras unidades de la Central sincronizadas al sistema y tomar los registros programando un disparo (trigger) para capturar las señales de variación de potencia cuando la frecuencia del sistema salga de los límites de la banda muerta.