

Tocopilla, mayo 12, 2014
GGG/2014/4741

TIPO : Informe
AUTORES : Carlos Godoy B. / Franz Tiemann M.
ÁREA : Unidad N° 16.
TITULO :

INFORME PRUEBAS 145 MW – UNIDAD N° 16.

OBJETIVO Y RESUMEN:

Antecedentes para declarar nuevo Mínimo Técnico Unidad N° 16 de 145 MW.

	INICIALES	FIRMA	FECHA
AUTOR	FTI		
VERIFICACIÓN	CGO		
APROBACIÓN	AVA		

INFORME PRUEBAS 145 MW U16

1. Introducción

El presente informe entrega los antecedentes técnicos necesarios que respaldan el nuevo mínimo técnico de 145 MW en ciclo combinado (CC) para la Unidad U16 de Central Térmica Tocopilla, así como una descripción de las pruebas realizadas para garantizar una operación segura en este nuevo punto de operación.

Las pruebas para lograr bajar al nuevo mínimo técnico se han realizado junto a Alstom (fabricante de la unidad) desde el año 2013, en particular durante las detenciones de agosto y septiembre del mismo año y luego en el mes de abril de 2014. En cada prueba se ha recopilado información relevante que Alstom ha procesado para lograr el objetivo en forma exitosa.

2. Antecedentes preliminares

Para bajar el actual mínimo técnico, existen dos variables que resultan ser las más relevantes para obtener los resultados esperados:

2.1. Temperatura gases de escape de turbina de gas (TAT2).

Cuando la turbina de vapor se encuentra en servicio (operación en CC), la temperatura de los gases de escape de la turbina de gas TAT2, que a su vez es la temperatura de entrada de los gases a la caldera recuperadora de calor, se limita a un valor de temperatura de 600 °C. Esta limitación se realiza con el fin de proteger el excesivo enfriamiento del rotor de la turbina de vapor cuando se encuentra en funcionamiento. Este concepto determina la mínima carga de la unidad operando en CC y que garantice no bajar a temperaturas inferiores. En términos de potencia, esta limitación está ligeramente debajo de los 145 MW.

Además, la temperatura TAT2 está influenciada por la temperatura ambiente, por lo que en términos de potencia este límite es variable, tal cual se pudo comprobar en las pruebas realizadas durante el año 2013, donde la primera prueba nos indicó una potencia activa de, aproximadamente, 143 MW y la segunda prueba nos indicó una potencia activa cercana a los 144,1 MW.

2.2. Respuesta de frecuencia primaria.

Durante la inspección "A" realizada en abril del 2014, Alstom modifica la lógica de la respuesta en frecuencia primaria y queda activada desde los 145 MW (detalles se entregan más adelante), permitiendo que la respuesta de frecuencia se pueda activar o desactivar por el operador y quedando limitada entre un 40% y 100% del valor máximo de carga de la turbina de gas.

Antes de dicha inspección, la lógica de la respuesta en frecuencia primaria se desactivaba automáticamente bajo los 175 MW.

3. Pruebas realizadas para determinar el nuevo mínimo técnico

3.1. Primera prueba (26 de agosto 2013).

Secuencias y plan de cargas

- 09:26 h Inicio prueba "evaluación de comportamiento de la unidad en Ciclo Combinado entre cargas 178 MW y 140 MW" 09:30 h LSP 175 MW.
- 09:35 h LSP 170 MW.
- 09:50 h LSP 165 MW.
- 10:05 h LSP 160 MW.
- 10:20 h LSP 155 MW.
- 10:35 h LSP 150 MW.
- 10:50 h LSP 145 MW.
- **11:05 h LSP 140 MW, unidad limitada en TAT2 600°C, carga activa en 143 MW.**
- 11:51 h LSP 178 MW.
- 11:49 h Se informa a DC prueba finalizada y se cancela Orden de Precaución.

3.1.1. Conclusiones primera prueba

- La Unidad puede bajar a 145 MW en ciclo combinado y operar en forma estable. Variables operación y respuesta de lazos de control se comportan satisfactoriamente.
- Se comprueba que bajando los 175 MW, se deshabilita automáticamente la respuesta de frecuencia primaria.
- Durante el proceso de variación de carga se pone especial atención a la variable de stress en la turbina de vapor a alta presión (HP) y presión intermedia (IP), debido al descenso de la temperatura del vapor. Esto podría limitar la actual tasa de bajada de carga. (11 MW/min). Esta situación debe ser comprobada en más detalle en siguientes pruebas.
- Para la subida de carga los parámetros de stress permiten tomar los 30 MW a una tasa normal. Durante las pruebas se mantuvo monitoreado el stress de la turbina de vapor HP e IP.

Grafica indicando Stress de Turbina de vapor IP, dentro de rangos normales.



Grafica indicando Stress de la turbina de vapor HP, dentro de los rangos normales.



3.2. Segunda prueba (16 de Septiembre 2013)

Secuencia y plan de carga

- 09:03 h Inicio prueba “evaluación de comportamiento de la unidad en Ciclo Combinado en carga de 145
- 09:03 h LSP 175 MW.
- 09:05 h LSP 170 MW.
- 09:08 h LSP 165 MW.
- 09:09 h LSP 160 MW.
- 09:11 h LSP 155 MW.
- 09:13 h LSP 150 MW.
- 09:17 h LSP 145 MW.
- **09:26 h LSP 140 MW, unidad limitada en TAT2 600°C, carga activa en 144,1 MW.**
- 18:03 h Despacho Carga informa “prueba finalizada y se cancela Orden de Precaución”.
- 18:10 h LSP 178 MW.

3.2.1. Conclusiones segunda prueba

- Pulsaciones en niveles normales durante la prueba.
- Stress turbina vapor HP y IP (valores similares a la prueba anterior)
 - **Durante Inicio prueba**
El máximo stress HP 28%
El máximo stress IP 37%
 - **Durante la normalización**
El máximo stress HP 30%
El máximo stress IP 40%



3.3. Tercera prueba realizadas (abril del 2014)

05-04-2014

- 14:26 h Prueba de respuesta de frecuencia 173 a 157 MW
- 14:43 h Prueba de respuesta de frecuencia 150 a 186 MW

07-04-2014

- Unidad en servicio, LSP 178 MW.
- 05:04 h Inicio de bajada de carga para la prueba de eficiencia
- 05:14 h LSP 145 MW
- **10:00 h Inicio pruebas de Performance Test**
- **11:00 h Finalización de pruebas de Performance Test.**
- 13:45 h Inicio retiro de unidad.

Intervenciones

Para esta tercera prueba final se interviene y modifica la lógica de la respuesta en frecuencia, con el propósito que ésta se active a partir de los 145 MW. Se prueba en forma exitosa con una simulación que la activa.

La modificación realizada corresponde a la constante denominada **FACTOR** que pasó de **0,6944 a 0.58**. Esta modificación se realizó considerando los resultados de la primera y segunda prueba realizadas anteriormente, las que concluyeron que es posible trabajar a una carga de 145 MW, aproximadamente, sin inconvenientes técnicos para la unidad.

Se realiza además la prueba de eficiencia en la carga de 145 MW.

Durante las pruebas no se originó problema con respecto el stress y la unidad se comportó en forma normal.

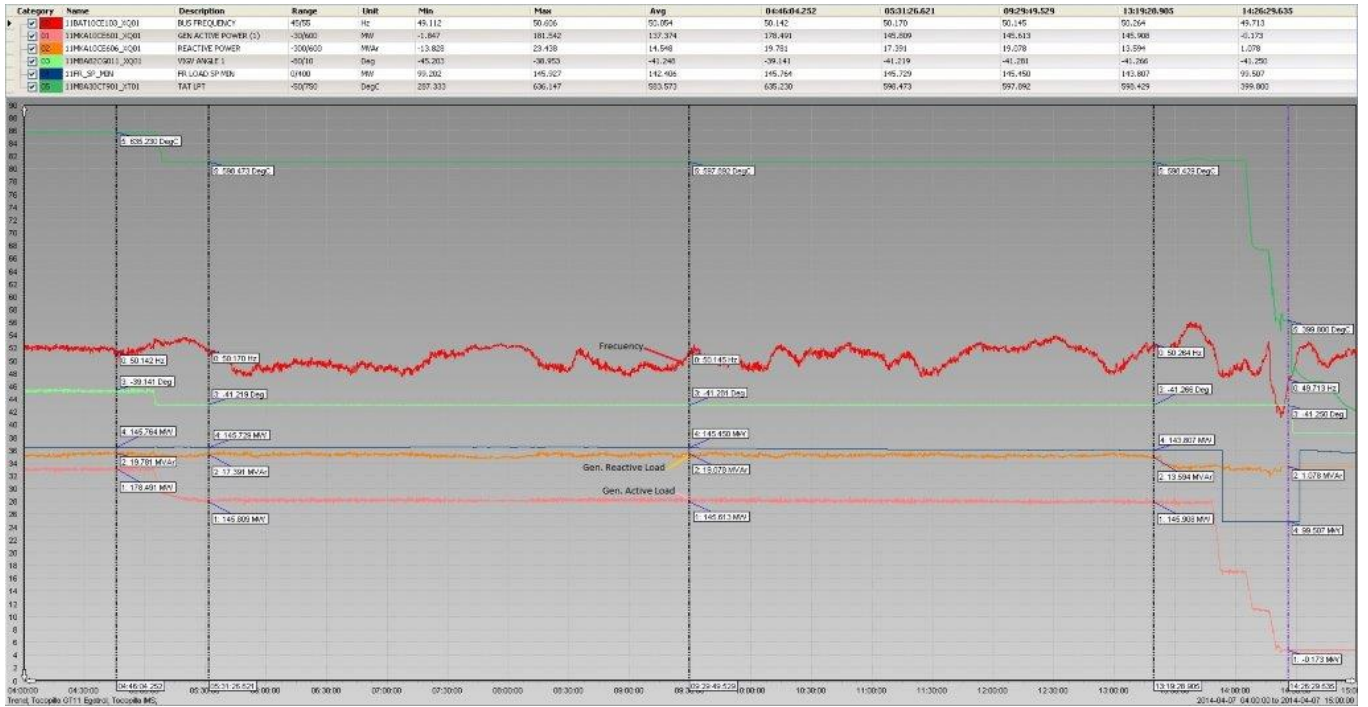
4. Conclusión:

- De acuerdo a las pruebas y modificación en el sistema de control, en lo que respecta al modo de respuesta en frecuencia realizadas durante abril 2014, se concluye que la unidad puede trabajar a cargas menores del actual mínimo técnico 178 MW, **hasta un valor de 145 MW en ciclo combinado.**
- El valor de 145 MW es dependiente de la temperatura de los gases de escape de la turbina a gas (TAT2), siendo este límite 600 °C, considerando además, que el valor de temperatura de los gases de escape está influenciado por la temperatura ambiente del momento.
- **Finalmente, las pruebas concluyen que el nuevo mínimo técnico de la unidad 16 es de 145 MW, con respuesta de frecuencia primaria y con los parámetros técnicos conforme a lo indicado por el fabricante.**

Anexos

Graficas respaldo pruebas realizadas con la unidad a 145 MW (abril 2014).

Carga de unidad (color rosado).



Esquema Respuesta de frecuencia en pantalla

En la imagen visualización en extremo superior izquierdo (**FREQUENCY RESPONSE**) se aprecia el valor de la mínima carga activada para la respuesta de frecuencia (143 MW)



Variaciones de carga

La siguiente grafica muestra variaciones carga para que la respuesta en frecuencia este activada.

- ✓ Grafica de color verde indica la mínima carga, para la cual el modo de respuesta en frecuencia está activado.
- ✓ Grafica de color rosado indica la temperatura ambiente.
- ✓ Grafica de color celeste indica la humedad ambiente.

