

PROTOCOLO DE SINTONIZACIÓN PARA EL CONTROL AUTOMÁTICO DE GENERACIÓN AGC DEL CC NEHUENCO II

1. CONSIDERACIONES Y ANTECEDENTES

Este documento presenta los resultados de las pruebas de sintonización de la central de ciclo combinado Nehuenco II al AGC del Coordinador, las que fueron ejecutadas el 18 de diciembre de 2019.

Responsable de la prueba de Sintonización por el Coordinador:

Nombre: Jorge Silva

Cargo: Ingeniero Departamento de Aplicaciones para la Operación

Historial de Documentación de estatus de pruebas:

1. Ejecución exitosa y sin pendientes de las Pruebas Punto a Punto de las señales requeridas por el Coordinador, realizadas el 4 de diciembre.

2. PRUEBAS DE SINTONIZACIÓN DE CC NEHUENCO II EN EL AGC

2.1 Objetivos

El objetivo de es proveer los procedimientos necesarios para probar la respuesta de las unidades generadoras que serán despachadas automáticamente por el sistema AGC del Coordinador.

Para estas pruebas es necesario que las unidades generadoras, sistemas y equipos de trabajo estén listos para enviar comando de setpoint desde el AGC del Coordinador hasta las unidades generadoras de los coordinados.

Las pruebas son organizadas de la siguiente forma:

2.2 Pruebas a realizar

- ***Pruebas de verificación de las comunicaciones y estados de las unidades:*** Durante esta prueba, las comunicaciones del AGC con la unidad en campo serán probadas y los estados de la unidad serán cambiados en campo y en el sistema AGC.

- **Pruebas de respuesta de la unidad en modo open-loop**: Se realizan una serie de ensayos de rampa manual, para medir la respuesta a las consignas enviadas, registrando sus tiempos de respuesta y comportamiento.

- **Pruebas de rampa de la unidad en modo open-loop**: Permite verificar la tasa de variación o rampa para subir y para bajar generación en la unidad. Esta prueba será hecha poniendo la unidad en modo test con parámetros de rampa y valor de generación final deseado previamente definidos. Lo anterior permite enviar setpoint a la unidad de forma controlada de modo de registrar y medir la tasa de respuesta a dichas consignas.

- **Respuesta de la unidad en modo closed-loop**: Estas son elaboradas para la sintonización del lazo de control del AGC, al estar la generación deseada de la unidad en control AGC. La generación deseada se da a través de una serie de cambios en la generación base de la unidad, cambios que consideren tanto el aumento y disminución de generación. La respuesta de control del AGC para estos cambios se observa para el ajuste de parámetros asociados al lazo cerrado de control del controlador en el AGC.

2.3 Pruebas de comunicaciones y estados de unidades generadoras:

A través de contacto telefónico con el operador de la planta, se debe comprobar todas las mediciones analógicas y las señales de estado observados en el SCADA del Coordinador, con respecto a los valores observados para el momento en la planta; incluyéndose en esta revisión la polaridad de las mediciones. Para cada medición analógica, los límites alto / bajo del SCADA (utilizados por SCADA para establecer los indicadores de calidad) deben estar bien ajustados. Las verificaciones se realizarán para cada una de las configuraciones consideradas para el CC.

Descripción	Testes de los señales analógicos y digitales	
Preparación	Verificar que las comunicaciones están funcionando y que los datos recibidos tienen el status "good" en el SCADA	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Verificar la medición de la generación de la Unidad MW (valor y signo) en el sistema SCADA y comparar con el campo	Valor debe ser igual al valor del medidor de campo OK___ La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA OK___	Sin observación

<p>Verificar el estado de la señal digital que indica que la unidad está en línea / fuera de línea (si está disponible). Cambiar en campo y verificar si cambia en el sistema AGC. Esto debe ser hecho por personas expertas de campo para evitar el disparo de la máquina.</p>	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo OK___ La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA OK___</p>	<p>Sin observación</p>
<p>Verificar y cambiar el estado de control del DCS (local / remoto) en campo y verificar si cambia en el sistema AGC</p>	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo OK___ La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA OK___</p>	<p>Sin observación</p>
<p>Verificar las otras medidas opcionales, si están disponible (frecuencia local, "límite", estado, etc.)</p>	<p>Valor debe ser igual al valor del medidor de campo OK___ La calidad de los analógicos y digitales debe ser buena para el SCADA OK___</p>	<p>Sin observación</p>
<p>Aprobar/Reprobar/Saltar</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar</p>	
<p>Aprobación (Nombre)</p>	<p>Responsable COORDINADOR</p>	<p>Jorge Silva</p>
<p>Fecha 18/12/2019</p>	<p>Responsable COORDINADO</p>	

2.4 Verificación de la señal de control

Descripción	La señal de control es el mecanismo de AGC para controlar la salida de las unidades de generación. Es imperativo que las señales enviadas para el campo sean recibidas por las plantas; de lo contrario el AGC no funciona bien.	
Preparación	Verificar que las comunicaciones están funcionando y que los datos recibidos tienen el status “good” del SCADA	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Utilizar el despliegue de control de pruebas de la unidad de generación, o cualquier otro método, para enviar valores nominales de las señales de control de AGC al DCS.	Verificar si estas señales llegan al campo a través de contacto con el operador de la unidad. OK___	Sin observación
Cambiar los modos de control “BASE/MANUAL” en el AGC y mirar el comportamiento del AGC.	Verificar que en modo MANUAL la unidad no recibe consignas. OK___	Sin observación
Cambiar en campo el status de Local/Remoto y verificar el cambio en el AGC.	Verificar que en modo Local el AGC no tiene control sobre la máquina. OK___	Sin observación
Verificar los tiempos de envío y recepción de las señales desde el campo hasta el AGC y del AGC hasta el Campo.	Verificar que los tiempos no pueden tener retardos mayores a 5 s. OK___	Sin observación
Cortar las comunicaciones del AGC hasta el campo y verificar que el AGC pone la unidad en modo manual. Verificar el comportamiento de la unidad en campo para envió vía ICCP	Esta debe mantenerse con la misma generación del último setpoint enviado. OK___ El estado de control de la unidad cambio a Manual en el AGC OK___	Sin observación
Reconectar las comunicaciones y verificar el comportamiento del AGC para envió vía ICCP	El AGC se debe volver a comunicar con la unidad, después que se reconectan las comunicaciones OK___	Sin observación
Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	

Aprobación (Nombre)	Responsable COORDINADOR	Jorge Silva
Fecha 18/12/2019	Responsable COORDINADO	

2.5 Prueba de respuesta en modo open loop

Descripción	Prueba en modo open loop	
Preparación	<p>Verificar si las señales de la unidad a ser probada presentan buena calidad, de acuerdo con las pruebas anteriores.</p> <p>Verificar los parámetros de base de datos y mirar si no existen ningún problema de límites.</p>	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Hacer los pasos descritos arriba	<p>Verificar si la unidad responde a los comandos enviados y si los datos son grabados correctos</p> <p>OK__</p> <p>Comprobar que cada paso de la prueba fue ejecutado correctamente</p> <p>OK__</p>	Sin observación
Con el suficiente número de muestras, verificar si los datos de las muestras son parecidos. Eliminar muestras discrepantes	<p>Verificar si el número de muestras genera un buen resultado.</p> <p>OK__</p> <p>Verificar el resultado y configurar la unidad con los resultados</p> <p>OK__</p>	Sin observación
Observar el comportamiento de la unidad con los nuevos parámetros en el AGC	<p>La unidad responde bien a las variaciones de frecuencia</p> <p>OK__</p> <p>El sistema si mantiene estable y no hay desbalance entre las unidades generadoras</p> <p>OK__</p>	Sin observación

Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	
Aprobación (Nombre)	Responsable COORDINADOR	Jorge Silva
Fecha 18/12/2019	Responsable COORDINADO	

Con los resultados de esta prueba, se determinarán los siguientes parámetros:

- El retardo de respuesta (s) (T3 y T4)
- La banda muerta de error (MW) (DB)
- Knee Point (MW) (K9)
- Rechazo de ruido (Filtro de medida)

2.6 Pruebas de rampa para subir y bajar generación de la unidad en modo open-loop:

La prueba de rampa se realiza en modo test y los datos recolectados son utilizados por el sistema para hacer los cálculos de parámetros de capacidad máxima, los parámetros de rampa y los tiempos de respuesta de la unidad a los comandos de setpoint.

Descripción	Prueba de rampa	
Preparación	<p>Verificar si las señales de la unidad a ser probada presentan buena calidad, de acuerdo con las pruebas anteriores.</p> <p>Verificar los parámetros de base de datos y mirar si no existe ningún problema de límites.</p> <p>Verificar las condiciones sistémicas y verificar si es posible ejecutar la prueba y cuál es el límite de rampa de variación de generación de la unidad, que no desmejore la calidad de la frecuencia del sistema.</p>	
Procedimiento	Resultados/Verificación	Observación
Hacer los pasos descritos arriba	<p>Verificar si la unidad responde a los comandos enviados y si los datos son grabados correctos</p> <p>OK__</p>	Sin observación

	Comprobar que cada paso de la prueba fue ejecutado correctamente OK_	
Con el suficiente número de muestras, verificar si los datos de las muestras son parecidos. Eliminar las muestras discrepantes	Verificar si el número de muestras genera un resultado bueno. OK__ Verificar el resultado y configurar los parámetros del lazo de control de la máquina con los resultados OK__	Sin observación
Observar el comportamiento de la unidad con los nuevos parámetros en el AGC	La unidad responde bien a la rampa de subir generación OK__ La unidad responde bien a la rampa de bajar generación OK__	Sin observación
Aprobar/Reprobar/Saltar	<input checked="" type="checkbox"/> Aprobar <input type="checkbox"/> Aprobar con error <input type="checkbox"/> Reprobar <input type="checkbox"/> Saltar	
Aprobación (Nombre)	Responsable Coordinador	Jorge Silva
Fecha 18/12/2019	Responsable COORDINADO	

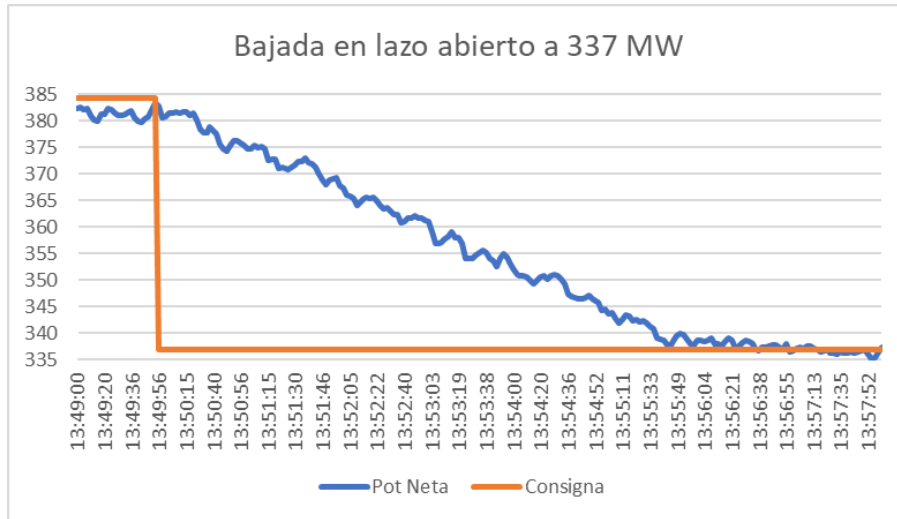
Determinación de rampa de bajada

Resultados: A las 13:49:56 se envía consigna de 337 MW utilizando el modo TEST, esto es en lazo abierto (sin la intervención de las lógicas de tracking y limitación de rampa del AGC). El CC estaba generando del orden de 380 MW como potencia neta.

A las 13:55:44 la potencia neta del CC ya se encuentra en 337.8 MW, con lo que calculamos una rampa promedio de bajada de 7.7 MW/min.

Envío Consigna	Consigna (MW)	Período	P Neta (MW)	Rampa (MW/min)
13:49:56	337	13:50:32	377.7	-7.7
		13:55:44	337.8	

En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la potencia neta del CC:



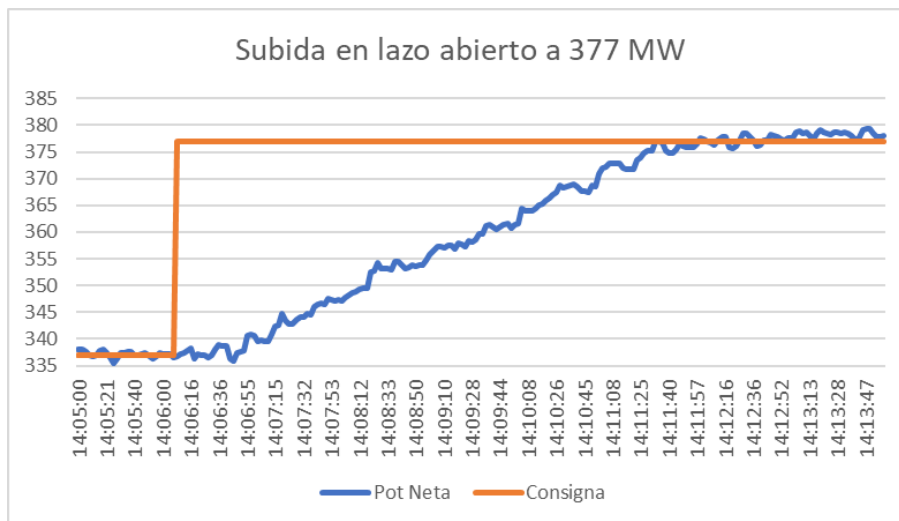
Determinación de rampa de subida

Resultados: Manteniendo el modo TEST, a las 14:06:08 se envía consigna de 377 MW.

A las 14:12:00 la potencia neta del CC ya se encuentra en 377.5 MW, con lo que calculamos una rampa promedio de subida de 7.2 MW/min.

Envío Consigna	Consigna (MW)	Período	P Neta (MW)	Rampa (MW/min)
14:06:08	377	14:06:56	340.8	7.2
		14:12:00	377.5	

En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la potencia neta del CC:



2.7 Respuesta de la unidad en modo closed-loop

En la primera parte de las pruebas de lazo cerrado se observa una diferencia entre la potencia deseada que define el AGC y la generación de la central. Esto se debió a que el AGC del Coordinador tenía configurada la potencia bruta de la central como su variable de control. Esta situación fue corregida a las 15:25, de modo que el AGC comenzó a utilizar la potencia neta.

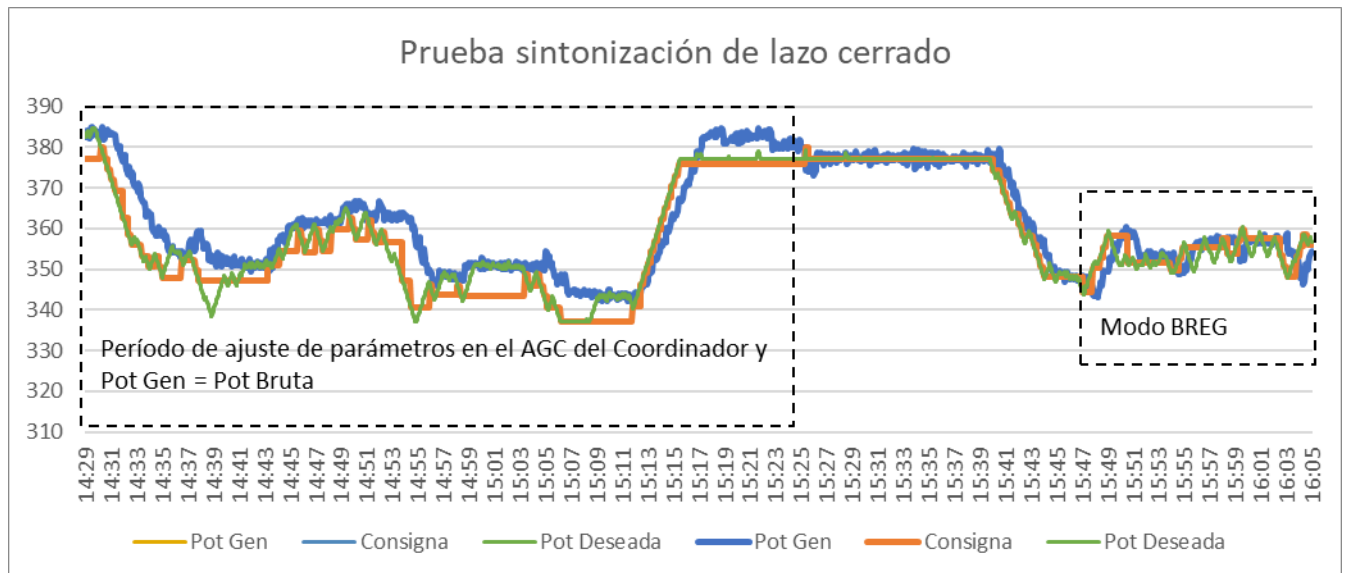
El rango de regulación de Nehuenco II informado por Colbún antes de las pruebas fue:

- Límite superior de regulación: 386.6 MW brutos (100% de la potencia total)
- Límite inferior de regulación: 289.95 MW brutos (75% de la potencia total)

Sin embargo, al ejecutar las pruebas se nos informó que, si alcanzábamos el límite inferior antes indicado, se cobraría un tiempo de estabilización de 2 horas, lo que no es compatible con un control secundario de frecuencia. Considerando lo anterior y para poder efectuar las pruebas en modo BREG, se acordó que el AGC trabajaría con un rango de regulación entre 320 y 377 MW.

A partir de las 15:47, Nehuenco II pasó a modo BREG con un punto base de 340 MW.

En el siguiente gráfico se puede observar que la potencia generada por la central sigue correctamente las consignas enviadas por el AGC del Coordinador.



2.8 Segunda prueba unidad en modo closed-loop

El día martes 14 de enero 2019, se llevaron a cabo las pruebas de sintonización en el AGC para el rango completo de operación de la unidad, sin el cobro de tiempo de estabilización, de acuerdo a los siguientes límites.

- Límite de Regulación Inferior: 283,95 MW, medidos en potencia neta.
- Límite de Regulación Superior: 379,60 MW, medidos en potencia neta.
- Consigna sobre la potencia neta del CC.
- Rampa para bajar: 7.7 MW/min
- Rampa para subir: 7.2 MW/min
- Combustible (Diesel, GN, GNL).

2.8.1 Resultados de la prueba

De acuerdo con los resultados obtenidos, como se muestra en la figura, se puede observar que la unidad en control de AGC mediante los modos Base y Breg, realiza un desempeño satisfactorio de seguimiento de las consignas provenientes del AGC.

