

Descripción del Regulador de Velocidad/Potencia de Ingelsud S.A.

Breve Descripción del Regulador y del Control Conjunto

INGELSUD AUT & CONTROL

Bariloche - Argentina

Dic 2018

1. Introducción
2. Descripción
3. Reguladores instalados

1 Introducción

Los reguladores de velocidad-potencia de turbinas diseñados, contruidos y provistos por INGELSUD S.A., son de tecnología digital, basados en controladores programables (PLC's) de última generación, y paneles HMI tipo Touch por medio de los cuales se opera y supervisa el arranque y funcionamiento de la turbina, y la regulación de potencia- frecuencia una vez que el grupo generador se conecta a la red.

Las siguientes versiones de reguladores están actualmente disponibles:

IGS 1547-1: Regulador para turbina hidráulica tipo Francis

IGS 1547-2: Regulador para turbina hidráulica tipo Kaplan

IGS 1547-3: Regulador para turbina hidráulica tipo Pelton

IGS 1547-4: Regulador para turbina hidráulica tipo Bulbo

IGS 1547-5: Regulador para turbina de Gas.

Los reguladores pueden ser instalados en unidades generadoras nuevas o bien reemplazar reguladores obsoletos en unidades generadoras que llevan varios años en operación.

Normalmente la obsolescencia trae aparejada diversos inconvenientes entre los cuales se puede mencionar:

- Falta de precisión en el consignamiento de potencia.
- Mal funcionamiento bajo control conjunto.
- Dependencia de la consigna de limitación de potencia con el valor del salto neto de agua.
- Imposibilidad de regular automáticamente frecuencia (regulación primaria).
- Falta de disponibilidad de repuestos y obsolescencia de la electrónica analógica de las unidades de control originales.

Las mejoras que se obtienen con la migración por nuestros reguladores son:

- Adecuada precisión en el consignamiento de potencia
- Tiempo de lanzamiento de la turbina y ajuste del límite de potencia independiente del valor de salto neto de agua disponible.
- Mejoras en la sintonía de lazos de control (tanto velocidad como potencia), con la consecuente mejora en la dinámica final del mismo (disminución de tiempos de establecimiento, bandas muertas, etc.).
- Mejora en la regulación de velocidad ante rechazos de carga importantes (ej.: actuación DAG) lo cual permite evitar disparos de la unidad por sobrevelocidad y su reposición al servicio en tiempos mínimos.
- Precisión de consignamiento en la operación bajo control conjunto. Por otra parte el pasaje de la unidad de individual a conjunto y viceversa se realiza sin cambios bruscos en las consignas individuales de unidad.
- Mayor flexibilidad y precisión en la configuración y ajustes del regulador.
- Disponibilidad de lazos de regulación secundaria y terciaria de frecuencia a través de control conjunto.
- Equipamiento de moderna tecnología con disponibilidad de repuestos y respaldo técnico zonal y nacional.

2 Descripción

2.1 Modos de trabajo de la unidad de control.

La unidad de control genera dos modalidades de trabajo claramente diferenciadas del regulador:

- Como regulador de velocidad, cuando la máquina opera en vacío.
- Como regulador de potencia, cuando la máquina opera bajo carga.

En el primer caso, el regulador recibe una consigna de velocidad pre-ajustada por programa a la velocidad nominal o sincrónica de la máquina, la cual puede ser modificada por el operador desde el panel HMI a través de comandos subir/bajar. El valor es asimismo modificado por el sistema de sincronismo automático de la unidad generadora, durante la fase de sincronización para entrada en paralelo, para permitir acompasar la velocidad de rotación a la impuesta por el valor de la frecuencia de red existente en ese momento.

Por otra parte, el regulador recibe como valor medido del proceso la velocidad de rotación de la máquina, medida a través de canales de lectura independientes (lectura de velocidad redundante).



Fig. 2-1: Pantalla HMI para lectura y control de la velocidad de la turbina

Ni bien se produce el cierre del interruptor de la unidad, el regulador conmuta a *modo regulador de potencia*. Con el pasaje de un modo a otro son conmutados los parámetros de ajuste críticos del regulador tales como las ganancias proporcionales, integrales y derivativas.

La conmutación de los valores de consigna (velocidad a potencia), de los valores medidos y de los parámetros del regulador tienen lugar sin alteraciones o cambios bruscos en el valor de salida del regulador.

En modo de *regulador de potencia*, el regulador recibe como valor medido la lectura de la potencia activa de la unidad, la cual es leída desde dos medidores de potencia (Power Meters)..

En modo de control de potencia existen a su vez dos sub-modos de trabajo:

1. Control de consigna en modo individual.
2. Control de consigna en modo conjunto.

Con control de consigna en *modo individual*, el regulador recibe la consigna de potencia ajustada por el operador desde el panel de operación.

Con control de consigna en *modo conjunto*, el regulador recibe una consigna de potencia digitalizada proveniente del PLC de control conjunto a través de un Bus de comunicaciones que comunica el PLC del regulador de unidad con el PLC de Control Conjunto.

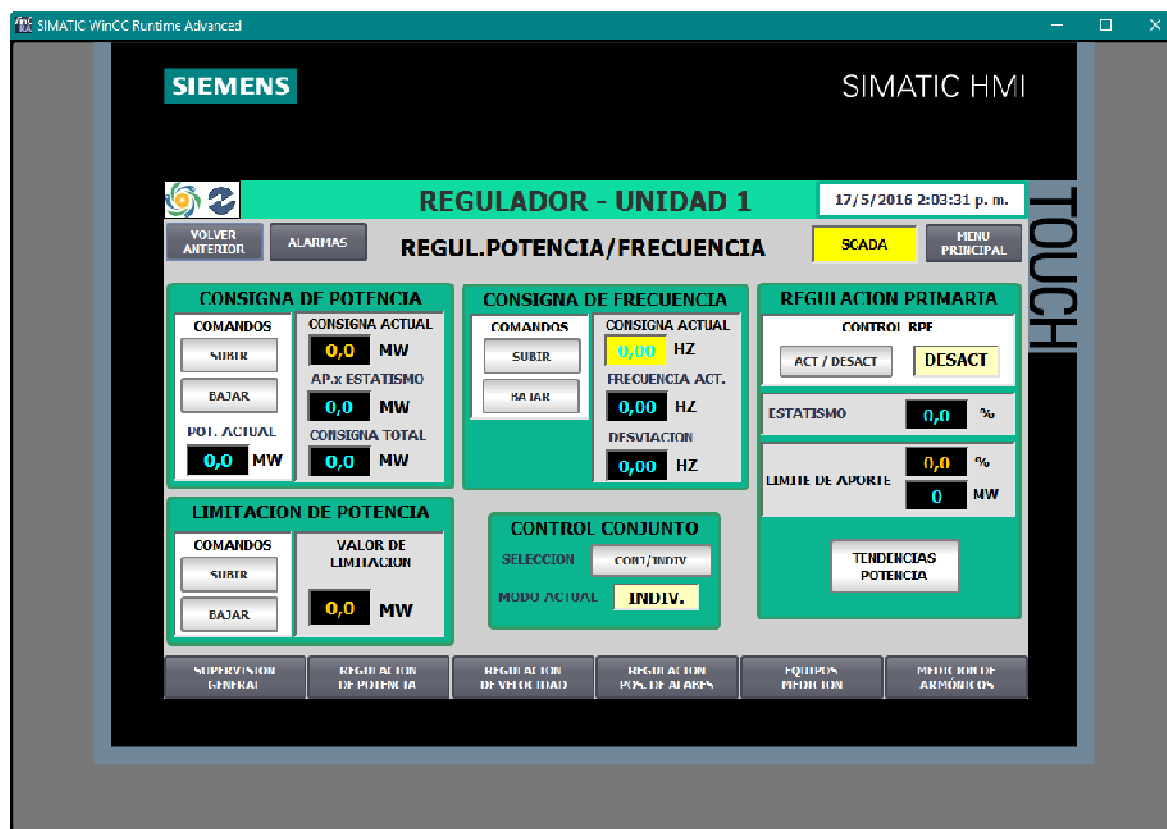


Fig. 2-2: Pantalla HMI para lectura y control de la potencia de la turbina

Tanto en modo de regulación de velocidad como en modo de regulación de potencia, la variable de salida del regulador es conducida por medio de una salida analógica de ± 10 VCC a un amplificador de potencia y de allí al cabezal (válvula piloto) del cabezal electrohidráulico, el cual a su vez controla los servomotores principales que gobiernan finalmente la posición de los álabes del distribuidor.

2.2 Regulación Primaria de Frecuencia (RPF)

El regulador incluye la función de Regulación Primaria de Frecuencia o RPF. La consigna de potencia ajustada por el operador es modificada en forma automática dependiendo de las desviaciones de la frecuencia de red respecto del valor nominal, de acuerdo al "speed-drop" ajustado como parámetro.

2.3 Rechazo de carga

En caso de apertura del interruptor de grupo por actuación de protecciones cuando la unidad se encuentra bajo carga (rechazo de carga), el regulador ejerce una acción de control para evitar el embalamiento de la unidad. La máquina queda girando en vacío y podrá ser comandada hacia la parada de acuerdo a la causa que haya provocado la apertura del interruptor, o quedar girando en vacío en espera de la reconexión a la red.

2.4 Limitadores

La unidad de control soporta internamente las siguientes funciones de limitación:

- **Limitación de consigna de potencia:** esta limitación actúa sobre la consigna final de potencia al regulador, independientemente que esta consigna haya sido ajustada en modo individual o que provenga del control conjunto. Afecta inclusive el componente de aporte por estatismo. De tal forma, la potencia de salida de la unidad **no superará** la limitación impuesta ni aún ante caídas en la valor de la frecuencia de red.
- **Limitación de aporte por estatismo:** limita el aporte por estatismo debido a los apartamientos de la frecuencia de la red respecto del valor nominal de 50.00 Hz. Por imposición de CAMMESA opera sólo ante caídas de frecuencia del sistema. El valor de límite en efecto ajustado es realimentado a los paneles para permitir su visualización al operador.

La unidad de control admite la posibilidad de cambiar el valor nominal de la frecuencia de red para permitir la regulación secundaria de frecuencia siguiendo consignas que pueden apartarse del valor nominal de 50.00 Hz. Normalmente esta modalidad de operación se lleva a cabo ante solicitud de las autoridades de control del sistema interconectado.

2.5 Modelo matemático del regulador

Juntamente con el regulador, INGELSUD S.A. entrega el modelo matemático del regulador completo incluyendo (en el caso de las centrales hidroeléctricas) la función transferencia del conjunto tubería de presión-turbina.

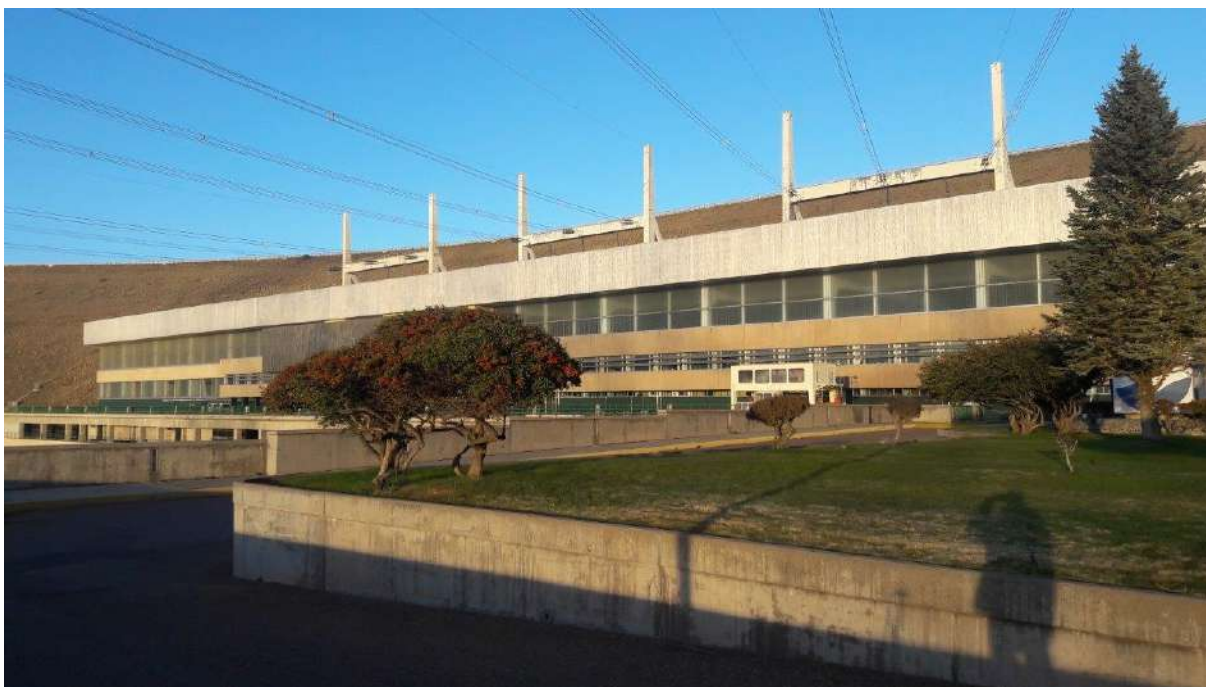
3 Reguladores instalados

Al presente, INGELSUD S.A. ha realizado el retrofit de los reguladores de las siguientes centrales generadoras con reguladores de su diseño y provisión, totalizando 4245 MW de potencia controlada por reguladores de su diseño y fabricación:

CENTRAL	POT. INSTALADA (MW)	CANTIDAD UNIDADES GENERADORAS	Rio / Cuenca	Provincia
El Chocón	1200	6	Rio Limay	Neuquén
Piedra del Águila (2012-2013)	1472	4	Rio Limay	Neuquén
Sarmiento (2012)	39	3	(Térmica)	San Juan
Planicie Banderita (2007-2008)	480	2	Rio Neuquén	Neuquén
El Tunal (2009)	12	2	Rio Juramento	Salta
Alicurá (2006)	1062	4	Rio Limay	Neuquén
Total Potencia regulada (MW)	4245			

3-1 El Chocón (2016-2017):

Reemplazo de los reguladores velocidad de las seis turbinas de la central hidroeléctrica El Chocón (6 x 200 MW). El proyecto comprendió el diseño, ingeniería de detalle, provisión de equipamiento, desmontaje del regulador original ASEA y reemplazo del mismo por un sistema basado en PLC Simatic S7-1500, paneles HMI de control local y remotos, montaje de todos los componentes nuevos incluyendo modificaciones en el pupitre principal en sala de control, tendido de la red de comunicaciones en Fibra Optica, ensayos y puesta en servicio del sistema completo. El proyecto también incluyó la provisión del control conjunto de potencia activa. Referencias: Ing. Jose M. Delfino, jose.delfino@enel.com.



Sala de máquinas central El Chocón

3-2 Piedra del Aguila (2016-2017)

Reemplazo de los reguladores velocidad / potencia de las cuatro turbinas de la central hidroeléctrica Piedra del Águila (4 x 368 MW). El proyecto comprendió el diseño, ingeniería de detalle, provisión de equipamiento, desmontaje del regulador original NEYPRIC y reemplazo del mismo por un sistema basado en PLC Simatic S7-300 en cada grupo, panel de control local, montaje de todos los componentes nuevos, ensayos y puesta en servicio. Ref: Ing. Michel Destree, mail Michel.destree@centralpuerto.com.



Central Piedra del Águila, provincia de Neuquén, Argentina

3-3 Central Sarmiento (2011-2012)

Modernización completa de tres turbogeneradores Turbo Gas General Electric Frame 5 de 13 MVA de potencia, instaladas en la central generadora Sarmiento, ciudad de San Juan, Argentina, por cuenta y orden de AES Argentina Generación S.A.. El proyecto comprendió el diseño, ingeniería de detalle, provisión de equipamiento, desmontaje, montaje y la puesta en servicio de lo siguiente:

1. **Retrofitt del sistema de control**, reemplazando los automatismos originales por un PLC Simatic S7 y panel local HMI basado en MP277 de Siemens. Se montó también un segundo PLC de emergencia alimentado en forma independiente como respaldo para las funciones esenciales (lubricación y virado) en caso de falla del PLC principal.
2. **Cambio de la instrumentación a bordo máquina.** Se montaron a tal efecto 10 transmisores de presión SITRANS DSII (Siemens) conectados vía Profibus PA (instalación antiexplosiva) al PLC, en reemplazo de los presóstatos de contacto originales.
3. **Rediseño del esquema de control de las válvulas de gas**, manteniendo las válvulas y los actuadores hidráulicos originales; ello implicó montar una válvula proporcional marca BOSCH-REXROTH para controlar desde el PLC la presión del VCO (Variable Control Oil) para pilotaje de dichas válvulas y servos.
4. **Rediseño de todo el sistema completo de control de combustible líquido, reemplazando el Distribuidor de Flujo original de la máquina por uno de última generación.** Para controlar la presión de combustible y con ello el caudal que ingresa a la máquina, se montó un posicionador electro neumático FESTO para control de posición de la válvula bypass que está en el circuito de recirculación de la bomba principal de combustible líquido.

5. **Cambio de las protecciones eléctricas** originales del generador dos packs SIEMENS multifuncionales (7UM611 como pack principal de generador y una 7UT612 como protección diferencial). Los relés comunican estados, alarmas y disparos al PLC vía Profibus DP.
6. **Cambio del sistema de control reostático de excitación** por un control de excitación estático marca BASSLER.
7. **Cambio del sistema de medición de vibraciones** de la máquina por un sistema marca ENTEK (Rockwell), compuesto por 4 canales de medición y sensores acelerométricos, conectado al PLC vía Profibus para transmisión de valores, alarmas y estado de disparos.
8. **Automatización de las bombas de suministro de gasoil** a máquina en planta de gasoil, incluyendo la provisión y puesta en servicio de la instrumentación y medición de nivel de los 7 tanques subterráneos de gasoil de 120.000 litros de capacidad cada uno.
9. **Diseño, suministro y puesta en servicio de un sistema SCADA basado en IFIX V5.0** para control y supervisión de toda la planta, incluyendo la planta de gasoil
10. **Diseño y puesta a punto de los lazos de regulación** a) velocidad / potencia (incluyendo regulación primaria de frecuencia (RPF), b) lazo de control de gas interválvulas, lazo de control de presión hidráulica VCO / gas de entrada a máquina (funcionamiento a gas), lazo de control de presión de combustible líquido (funcionamiento a Gasoil) y lazo de control de termorregulación (supervisión y limitación por temperatura de gases de escape).
11. **Montaje** de todos los elementos de control e instrumentación provistos.
12. **Puesta en operación comercial de las tres unidades** generadoras con utilización de ambos combustibles (gas y gasoil) .

Por referencias sobre este proyecto dirigirse a: Ing. Luis E. Rios (gerente planta Sarmiento AES), mail: Luis.Rios@aes.com.



Central Sarmiento en la ciudad de San Juan, Argentina



Tablero de control Turbina GE Frame 5 modernizado, Central Sarmiento

3-4 Planicie Banderita (2007-2008):

Reemplazo de los reguladores velocidad-potencia, control conjunto de potencia y regulador secundaria y terciaria de frecuencia en las dos turbinas hidráulicas de central Planicie Banderita (2 x 243 MW). El proyecto comprendió el diseño, ingeniería de detalle, provisión de equipamiento, desmontaje de los reguladores originales ASEA y reemplazo de los mismos por un sistema basado en PLC Simatic S7-300, paneles de control local y paneles de control central en sala de mando, montaje de todos los componentes nuevos y puesta en marcha. Proyecto por cuenta y orden de Duke Energy / HCC S.A.. Ref: Ing. Gaston Gualda, mail: Gaston.Gualda@Orazul.com.



Central Planicie Banderita



Tablero del regulador en Central Planicie Banderita

3-5 El Tunal (2009):

Reemplazo de los reguladores de velocidad-potencia en las dos turbinas hidráulicas de central El Tunal (2 x 6 MW).

El proyecto comprendió ingeniería de detalle, provisión de equipamiento, desmontaje de los reguladores originales VOITH y reemplazo de los mismos por un sistema basado en PLC Simatic S7-300 y paneles de control local y paneles de control central en sala de mando, montaje de todos los componentes nuevos y puesta en marcha. Proyecto por cuenta y orden de AES Argentina HIDROELECTRICA ALICURA S.A.. Ref: Ing. Christian Villanueva, mail: Christian.villanueva@aes.com



Tablero de regulador Central El Tunal



Central El Tunal



Sala de máquinas y Rodete turbina Francis Central El Tunal

3-3 Alicura (2006):

Reemplazo de los cuatro reguladores velocidad-potencia de las turbinas hidráulicas de la central de Alicura (4 x 262,5 MW). El proyecto incluyó el diseño, la ingeniería de detalle, ensayos preliminares, programación, puesta en marcha y ensayos de aceptación de los cuatro reguladores potencia/frecuencia y del control conjunto de potencia activa basados en tecnología Simatic S7. Proyecto ordenado por AES Hidroeléctrica Alicura S.A. Ref: Ing. Luis E. Ríos (gerente de planta), mail: Luis.Rios@aes.com



Sala de Máquinas, Central Hidroeléctrica Alicura



Subestación 500KV, central Alicura