

ALTERNADORES SINCRÓNICOS EN PICO TURBINAS

Ing. Victor Hugo KURTZ^(*)

Ing. Orlando Aníbal AUDISIO^(**)

<p>^(*)UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES Facultad de Ingeniería - Dpto. de Electrónica Calle Juan Manuel de Rosas 324 OBERA - MISIONES - ARGENTINA TE: 54-3755-422169 (Int. 117) - FAX:54-3755-22170 E-Mail: kurtzvh@fiobera.unam.edu.ar</p>	<p>^(**)UNIVERSIDAD NACIONAL DE COMAHUE Facultad de Ingeniería - Dpto. de Mecánica Aplicada Lab. de Máquinas Hidráulicas (LA.M.HI.) Calle Buenos Aires 1400 (Q8300BCX) NEUQUEN ARGENTINA TE: 54-299-4490 300 (Int. 404) - FAX:54-299-4422 836 E-Mail: oudisio@uncoma.edu.ar</p>
--	--

RESUMEN

El presente trabajo quiere mostrar la utilización de alternadores sincrónicos en una Pico Turbina de 3 kW, dado que la misma constituye una excelente solución para Pequeñas Centrales hidráulicas (PCH). Sin embargo no todos los generadores sincrónicos disponibles hoy en día en el mercado Argentino, particularmente para potencias menores a 8kW, son los más aptos para la utilización en PCH.

En este trabajo, se presenta la configuración utilizada para la implementación de un regulador automático de tensión y frecuencia de tipo electrónico, en una PCH, que utiliza un alternador sincrónico sin escobillas, del tipo empleado en grupos electrógenos compactos, impulsados por motores de combustión interna.

Este equipamiento ha sido puesto en marcha en el Refugio de Montana "Neumeyer" de la Ciudad de San Carlos de Bariloche (Argentina) lo que ha permitido obtener información de una instalación con estas características y que se expone en el presente trabajos.

Palabras Claves (Key Word): microturbinas hidroeléctricas, picoturbinas hidroeléctricas, control de tensión y frecuencia, control de la generación, carga balasto, generadores sincrónicos, AVR.

INTRODUCCION

El presente proyecto de energización del Refugio de Montaña "Neumeyer", trata de un emprendimiento de energía no convencional y de bajo impacto sobre el medio natural. Para su concepción se ha tenido en cuenta las pautas que oportunamente la Intendencia de Parque Nacional LANIN diera en el año 1993, respecto a la obra que se desarrollaría sobre el arroyo "La Horqueta" (Afluente del Lago Filo Hua Hun-S.M. del los Andes). Además, para el desarrollo del Proyecto Ejecutivo se han adoptado todos los recaudos necesarios para minimizar los impactos consecuentes de la implementación de este emprendimiento y en ello hemos tomado como parámetros de referencias los prescriptos en *Directorate General for Energy - DGXVII . The Renewable Energy Study . Annex 1 - 1994*⁽¹⁾. A ello debemos decir que gran parte del desarrollo de los distintos componentes que conforma esta Micro Central Hidroeléctrica se ha consultado y seguido a *Small Hydroelectric Plants - Guide to the Environmental Approach Assessment (European Comisión DGTREN Año 2000)*⁽¹¹⁾.

El principal requerimiento que presentaba el Refugio Neumeyer era el abastecimiento de energía eléctrica, para iluminación y eventualmente para algún electrodoméstico. Hasta el presente existía provisión de energía eléctrica, mediante un pequeño sistema hidroeléctrico compuesto por una Pico Turbina tipo Pelton; la energía que esta turbina generaba era utilizada fundamentalmente, para la carga de baterías que alimenta el sistema de radiocomunicación e iluminación de dos artefactos de 24 voltios cada uno.

El proyecto en si, consiste en el emplazamiento de una PCH y que operará en forma aislada. En centrales que funcionan aisladamente, el control de la frecuencia de la tensión generada, se efectúa controlando la velocidad de rotación de la maquina hidráulica.

La velocidad de giro es posibles controlar automáticamente, actuando sobre el caudal turbinado ^(IV) o por derivación de carga eléctrica ^(III). En este caso se ha optado por una regulación por derivación de carga.

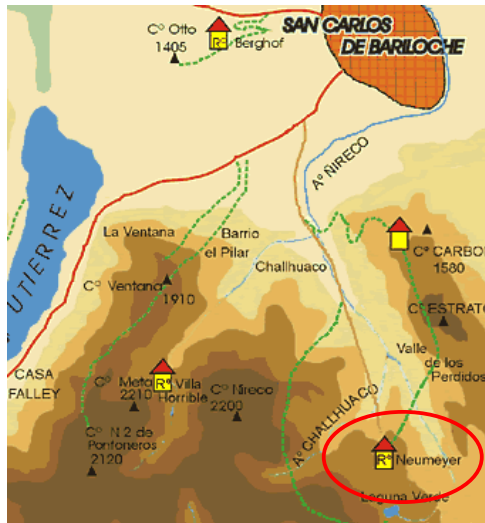
DISEÑO DE UNA TURBINA MITCHEL BANKI

DATOS DE ENTRADA			
ALTURA NETA [m] :	13.00	Espesor de alabes[m]	0.0015
CAUDAL Q [m ³ /S] :	0.498	Rendimiento Esperado	0.9
COEF. DEL INYECTOR kc (0.95-0.98)	0.987	Velocidad cañería [m/s]	1.95
Diametro Seleccionado D [m]:	0.2	Longitud de tubería[m]	85
NUMERO DE ALABES z	25		
CALCULOS DEL APROVECHAMIENTO			
		Diam. de la tubería	0.151
		Perdida de carga tubería. [m]	1.341
		Nro. de Reynolds	68.950
		Coef. de Rozamiento (PVC)	0.0195
		POTENCIA [kW]	1.65
		Potencia Bornes Gen. [kW]	1.40
		Altura Bruta [m]	13.34
CALCULOS			
NUMERO DE VUELTAS n [RPM]	680.3		
ANCHO DEL RODETE B [m]	0.0481		

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La zona en cuestión está ubicada a 18 km desde la ciudad de San Carlos de Bariloche que es la ciudad más próxima al lugar. Se accede al refugio por medio de la ruta 258 con su comienzo en las calles Onelli y Moreno. Se sigue por la calle Onelli hasta salir de la ciudad con rumbo hacia el Bolsón en un trayecto de 2,7 km hasta el desvío a la derecha hacia el Valle del Challhuaco. Desde aquí sigue el camino de ripio por 14 km pasando por 6 puentes que cruzan diferentes arroyos. Los medios de llegar al lugar son a través de vehículo automotor (Ver Mapa N°1).

El Refugio Neumeyer está ubicado en medio de bosque nativo donde escurren algunos cursos de agua, objetos del presente estudio, en plena Reserva Nacional del Nahuel Huapi.



Mapa N°1



Vista del curso de agua



Detalle de la turbina instalada



Vista lateral del conjunto turbina-generator

REGULACION DE LA GENERACION

En el caso de Alternadores Sincrónicos, la tensión generada, es controlada automáticamente por sistemas denominados AVR (*Automatic Voltage Regulator – Regulador Automático de Tensión*), que actúan sobre el campo de excitación del generador y generalmente vienen provistos con la máquina.

En sistemas equipados con generadores sincrónicos que tiene incorporados un AVR, se limita a la utilización de un regulador de frecuencia AFR (*Automatic Frequency Regulator – Regulador Automático de Frecuencia*), que es propio de las PCH.

Los AFR, son construidos ad-hoc para pico y micro-céntales hidroeléctricas, mientras que los AVR, son de configuración estándar para los alternadores sincrónicos y el principio de funcionamiento es independiente la máquina primaria.

La construcción de un AFR, no presenta grandes inconvenientes, cuando es utilizado para controlar generadores sincrónicos equipados con AVR. Pero no todos los

alternadores sincrónicos de baja potencia disponibles, vienen equipados con AVR, como es el de este caso, donde se usó un generador del tipo que se proveen para grupos electrógenos impulsador por motores térmicos, tipo “Honda” que por las características de funcionamiento presentan un punto de funcionamiento estable en velocidad y alta respuesta ante las variaciones de carga, que hace innecesario el uso de un AVR, especial. Dicho de otra manera, se disponía de un generador sin AVR y sin posibilidad de implementar un circuito AVR externo, ya que estas maquinas funcionan sin escobilla y por lo tanto sin acceso al bobinado de campo.

EL PROBLEMA

El generador utilizado incorporaba un sistema especial para el control de la tensión generada, que presentaba una respuesta deficiente del control de la tensión (Fig. 5). La pobre regulación de la tensión de salida provocaba que el regulador de frecuencia AFR, funcionara también en forma deficiente. (Fig. 1, 2, 3 y 4)

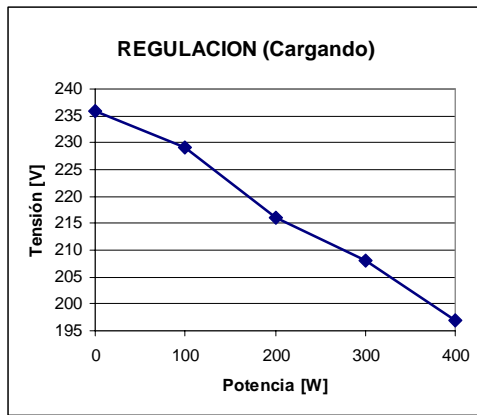


Fig 1: Gráfico de la regulación del generador sin sistema externo de control AVR y AFR. Carga en aumento.

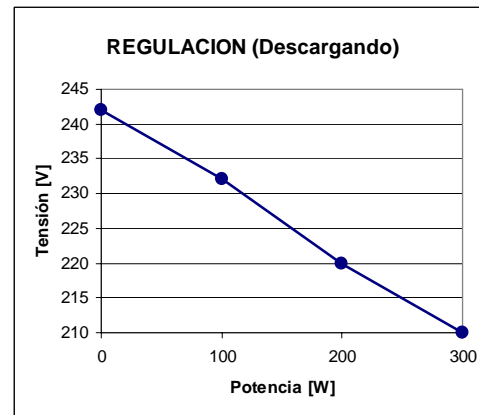


Fig 2: Gráfico de la regulación del generador sin sistema externo de control AVR y AFR. Carga en disminución.

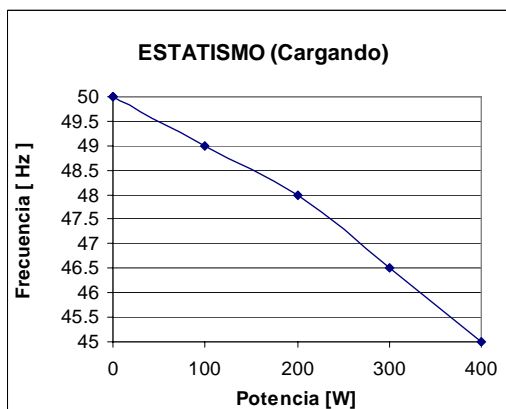


Fig 3: Gráfico de la regulación del generador sin sistema externo de control AVR y AFR. Carga en aumento.

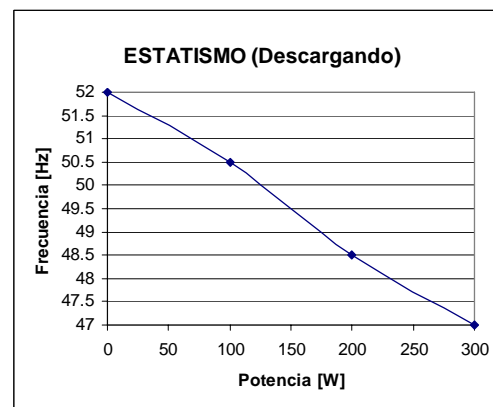


Fig 4: Gráfico de la regulación del generador sin sistema externo de control AVR y AFR. Carga en disminución.

DATOS DEL GENERADOR	
Marca: MARSIGLIONE	Tipo Sincrónico
Potencia: 5kVA	Fac. de Pot: 0.8
Tensión: 220Vac	RPM: 3000 RPM
Corriente: 20A	Frecuencia: 50 Hz

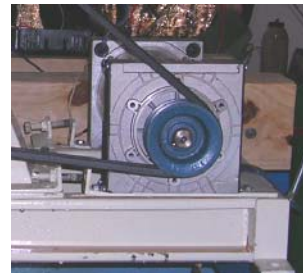
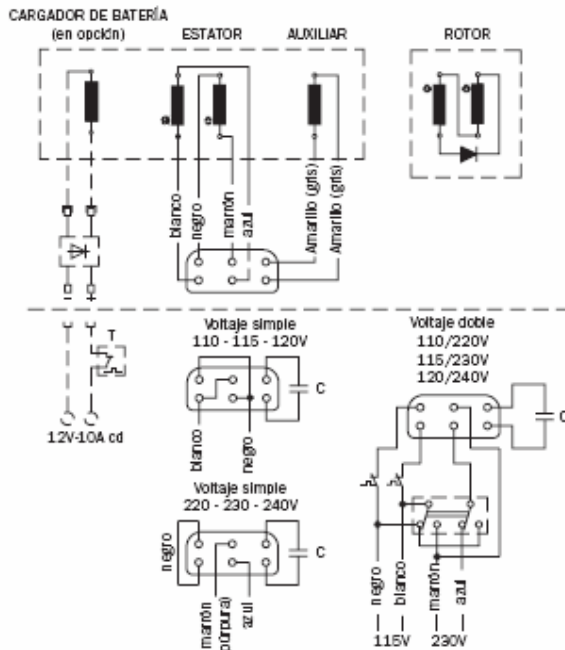


Fig 5: Esquema aproximado del generador.

LA SOLUCION

Para solucionar este inconveniente se optó por anexar al AFR por derivación de carga, proyectado para este aprovechamiento en particular, un regulador de tensión también por derivación de carga, con el fin de mantener la tensión estable ante la variación del consumo, sin utilizar un AVR, propiamente dicho e incorporado al sistema de generación en si.

Por otra parte se incorporó al sistema; un detector de tensión generada, de manera que el regulador comenzara actuar solo cuando la tensión generada fuera próxima a la nominal. Esto fue necesario, ya que los inconvenientes de inestabilidad en la generación indicados anteriormente se agudizaban más aun, durante la maniobra de inicio de la generación.

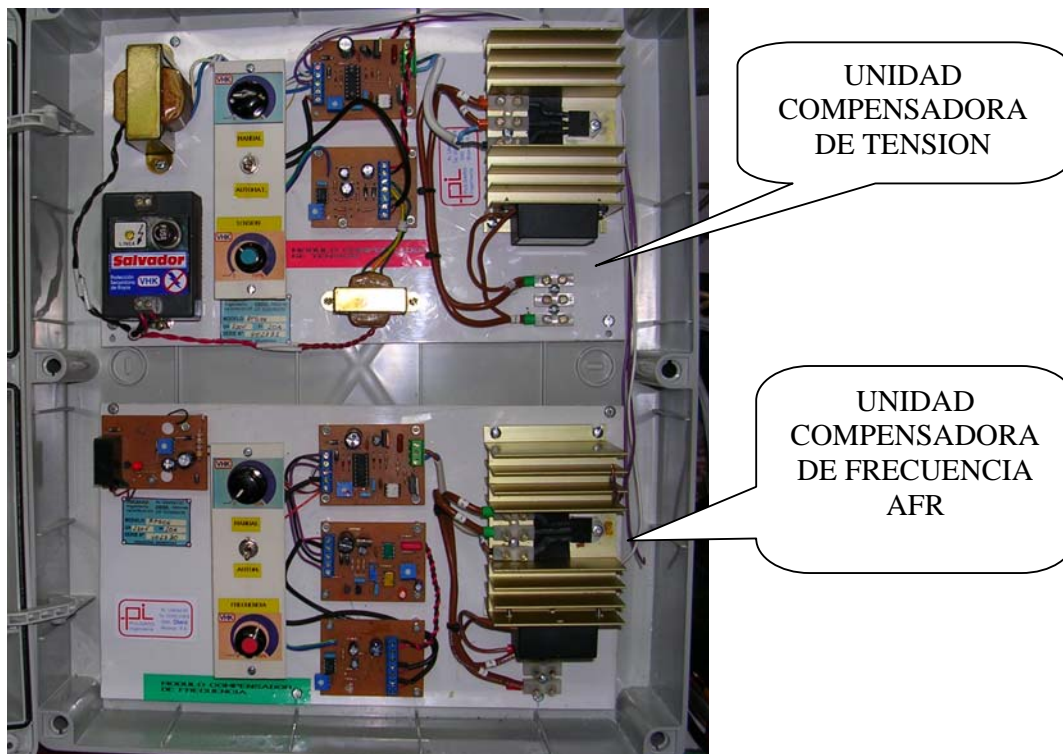


Fig 6. Vista del regulador montado.



Fig. 7 Montaje del regulador en el aprovechamiento



Fig. 8 Aspecto exterior de regulador

CONCLUSIONES

El sistema presentado se encuentra actualmente de funcionamiento, sin mayores inconvenientes. Los datos obtenidos de la implementación del sistemas han permitido determinar que; si bien la utilización de alternadores del tipo sincrónico, resulta la mejor solución para la generación hidroeléctricas, la selección del generador para pequeñas o muy pequeñas centrales se debe realizar con cierto cuidado.

En la selección del tipo de alternador se debe tener en cuenta la forma que controla la tensión generada, ya que los generadores autoexcitados no siempre son adecuados para su implementación en PCH.

Que el generador seleccionado posea AVR, con acceso externo, no incorporado al bobinado de la máquina. O que por lo menos tenga acceso al bobinado de campo de excitación. El acceso externo permite, la instalación un AVR construido para el efecto, en caso que el regulador provisto con el alternador, presente un pobre desempeño para la hidrogenación.

Que el AVR, permita el ajuste de la tensión de funcionamiento (selección del valor consigna “set-point”) y de la ley de control. La ley de control implementada para un sistema generador, impulsado por motor de ciclo Otto, puede presentar inestabilidad en microgeneración hidráulica.

Que a pesar del bajo costo, los generadores impulsados por motores de combustión interna, del tipo compacto, no constituyen la mejor solución para PCH.

Resulta conveniente antes de la adquisición del generador, disponer de las curvas características del mismo.

Que si bien, la compensación de la tensión generada por derivación de carga, resulta un solución aceptable, presenta menor rendimiento que el control por excitación de campo. Esto lleva a que la potencia disponible del aprovechamiento sea menor a la calculada.

REFERENCIAS:

- I) Directorate General for Energy - DGXVII . The Renewable Energy Study . Annex 1 – 1994 - http://www.icit.hw.ac.uk/icit_pubs.htm
- II) Guide on environmental approach to Small Hydro Plants http://ec.europa.eu/energy/res/sectors/doc/small_hydro/guide_to_env_approach_to_s_hps.p.pdf
- III) Victor H. Kurtz y Fernando Botterón, “Alternativa para el Control de Cargas Balasto”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.
- IV) Víctor H. Kurtz y Héctor R. Anocibar, “Sistema mixto para el control de la generación en micro centrales hidroeléctricas”, Anales del XI encuentro latinoamericano en pequeños aprovechamientos hidroenergéticos, XI ELPAH, noviembre 2005, <http://www.mec.utfsm.cl/elpahchile/es/index.php>.