

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR HIDROELÉCTRICO PARA SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE RIEGOS

J.M.Paredes <sup>1</sup>, A. Viso <sup>1</sup>, F. Piñeiro <sup>1</sup>, M.Tomas <sup>1</sup>, A. Viedma <sup>2</sup>, J. Linares <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente

<sup>2</sup> Dpto. de Ingeniería Térmica y de Fluidos. Universidad Politécnica de Cartagena

<sup>3</sup> Hidráulicas e Integración de Tecnologías de Automatización S.L (HITEA)

P.I. Cabezo Beaza - C/. Bratislava R 59, 30395 Cartagena (Murcia)

Tfno: 968 52 03 61 – Fax: 968 52 01 34 – E-mail: jmparedes@ctmedioambiente.es

## 1. INTRODUCCIÓN

La modernización de la estructura productiva del sector agrario de la Región de Murcia derivada de la necesidad incrementar la productividad de la tierra y la mano de obra ha desembocado en una progresiva tecnificación y en la aplicación de técnicas de cultivo intensivo.

La escasez y la mala calidad de los recursos hídricos disponibles, ha provocado un fuerte desarrollo tecnológico en materia captación, distribución y utilización del agua llevándose a cabo grandes inversiones en modernización y automatización de regadíos.

Este desarrollo acompañado del gran avance de las telecomunicaciones, en especial la telefonía móvil, ha provocado que se desarrollen nuevos sistemas de automatización y telecontrol de regadíos basados en comunicaciones GSM y GPRS.

Uno de los principales problemas dentro de estos nuevos sistemas de telecontrol, es la alimentación de las estaciones remotas, siendo la solución más habitual el empleo de paneles solares acompañados de un sistema de baterías para el almacenamiento de la energía.

Esta solución conlleva la necesidad de un mantenimiento periódico así como son susceptibles de sufrir robos o actos vandálicos. Por ello el Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente en colaboración con las empresas AMUR Irrigation Systems, HITEA Ingeniería SL y con el departamento de

Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Politécnica de Cartagena planteó este trabajo como una solución a la alimentación eléctrica de estas estaciones remotas mediante el diseño y desarrollo de un hidrogenerador eléctrico capaz de aportar la energía necesaria mediante el aprovechamiento de parte de la energía del agua circulante.

## 2. OBJETIVO

Los objetivos básicos de este trabajo son:

- Demostrar que es posible obtener la energía para la automatización del riego del propio flujo de agua.
- Diseñar un hidrogenerador eléctrico que con una mínima pérdida de presión de la línea nos permita alimentar un sistema de comunicaciones y control del sistema de regadío.

## 3. DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño de este hidrogenerador se basó en las premisas básicas de un modelo que cumpliera con un alto rendimiento, un bajo costo de fabricación, instalación, explotación y mantenimiento.

La metodología de diseño tomó como punto de partida el desarrollo del generador eléctrico ya que era el elemento determinante para el resto de elementos del sistema.

### 3.1. Diseño eléctrico del sistema

Para el diseño del generador eléctrico, se emplearon los métodos usados para el diseño de máquinas de mayor potencia, que fueron adaptados a las condiciones específicas del caso en concreto

Los datos iniciales de diseño se definieron a partir de las necesidades de tensión e intensidad necesarias para realizar la carga de la batería de la placa de control y comunicaciones desarrollada por las empresas colaboradoras, y de un rango de velocidades de giro establecido para reducir los costes de fabricación y mantenimiento de la microturbina.

Los datos iniciales de diseño son los siguientes:

Tensión:	> 10 Vcc
Intensidad:	> 50 mA
Velocidad de giro:	< 700 rpm

Partiendo de las condiciones anteriores y debido a las reducidas dimensiones del sistema la solución adoptada fue un generador monofásico compuesto por un inducido de polos salientes y un inductor formado por imanes de NeFeB, para una velocidad de giro de 600 rpm.

Este modelo se validó mediante un montaje del generador acoplado a un motor de velocidad variable con el que se comprobó la potencia generada por el sistema.

### 3.2. Estudio del diseño hidráulico del sistema

Una vez definido y validado el diseño del generador eléctrico se procedió al diseño de la parte hidráulica del sistema en colaboración con el departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos de la Universidad Politécnica de Cartagena.

Partiendo de las características requeridas por su ubicación, caudal de paso, pérdida de presión, potencia a extraer y dimensiones del generador eléctrico se fijaron las siguientes condiciones de diseño:

- Ubicación: Intercalada en una tubería de PVC DN50
- Caudal: 2 a 3 l/s
- Potencia a extraer:  $\approx 0.5$  W
- Pérdida de presión:  $< 50$  cmca
- Velocidad de giro: 600 rpm

Partiendo de los datos anteriores se procedió al diseño de los diferentes elementos que componen el conjunto de la turbina siguiendo la metodología empleada habitualmente para el diseño de turbomáquinas hidráulicas, adaptando en caso necesario las ecuaciones al ámbito de las microturbinas.

La primera etapa del diseño fue la selección del tipo de turbina. Partiendo de los datos de velocidad de giro, potencia necesaria, caudal y salto disponible (pérdida de carga admisible) se llega a la conclusión de que el tipo de turbina ideal para este caso es el de una turbina de reacción axial tipo bulbo.

Una vez definido el tipo de turbina se procedió al diseño hidráulico de los elementos que la componen, teniendo siempre en cuenta las limitaciones en cuanto a dimensiones y facilidad constructiva.

La primera decisión fue el realizar un diseño de las piezas de entrada y salida del flujo de agua al conjunto estator-rotor de forma que mantuviera constante la sección de paso de la misma para evitar turbulencias que generaran una mayor pérdida de carga.

Una vez definidas las piezas de entrada y salida se procedió al cálculo de los perfiles y los ángulos de los alabes, teniendo como condicionante el diámetro exterior del generador.

Una vez finalizado este diseño, se construyó un primer prototipo funcional para evaluar las posibilidades constructivas de la microturbina y validar el diseño mediante ensayos en el banco de pruebas construido para ese fin.

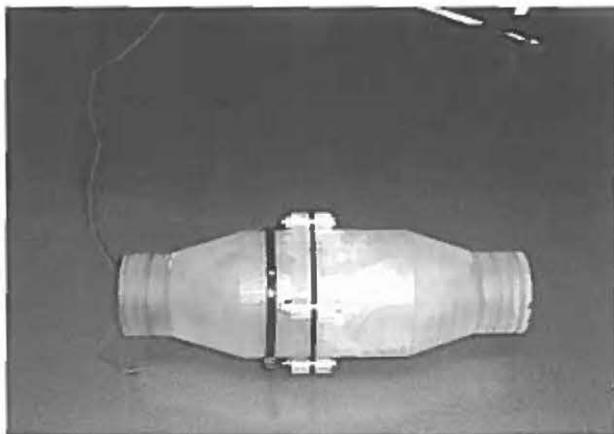


Figura 1. Prototipo del Hidrogenerador.

## 4. RESULTADOS

Una vez finalizado el diseño de la microturbina y el resto de los elementos que la componen, se procedió al diseño del banco de pruebas donde se realizarían los ensayos necesarios para su validación, quedando reflejada su disposición en la figura siguiente:

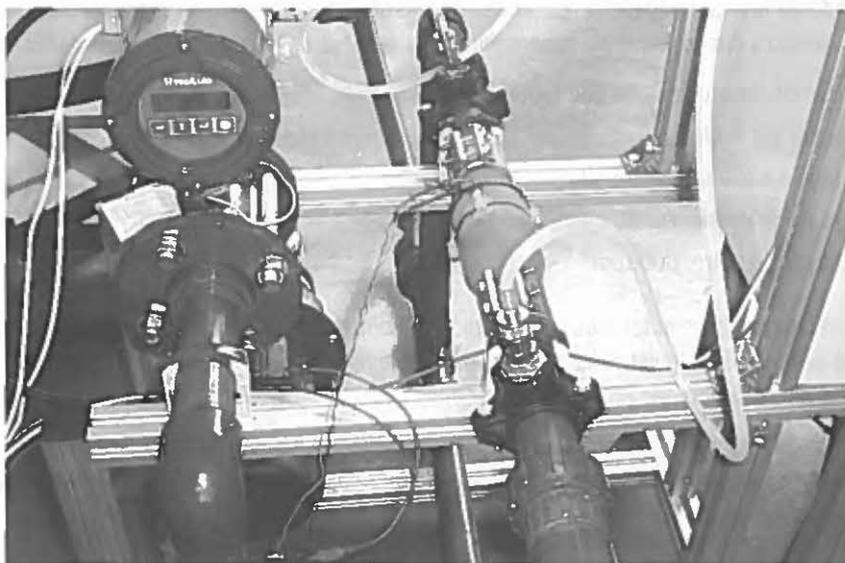


Figura 2. Banco de pruebas.

Los resultados obtenidos tras los ensayos realizados en el banco de pruebas, están resumidos en la gráfica de la figura:

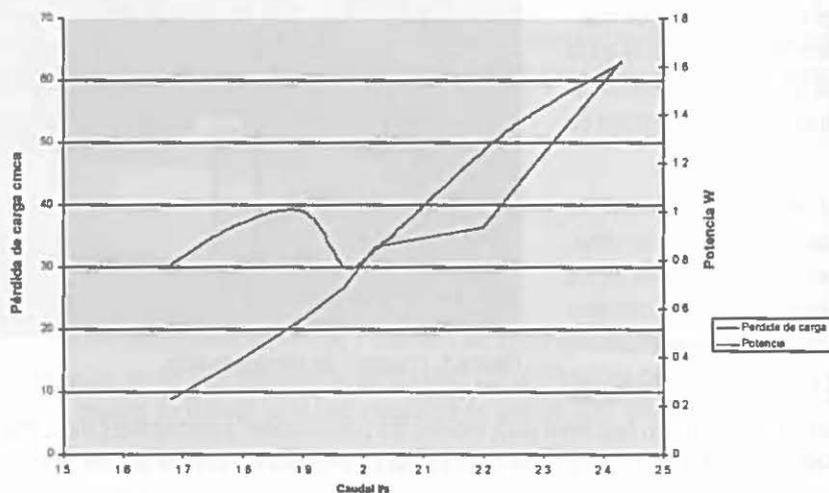


Figura 3. Resultados de los ensayos.

Como vemos en la gráfica, en el punto de diseño (caudal 2 l/s) se obtiene una potencia generada de 0.8 W suficiente para cargar la batería de la placa de comunicaciones de la estación remota de tele-control, con una pérdida de carga de tan solo 30 cmca.

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo demuestra que el hidrogenerador desarrollado es capaz de generar la suficiente energía para poder alimentar los sistemas de comunicaciones de las estaciones remotas de control de riego, empleando una mínima parte de la energía del agua de riego.

Este sistema presenta las siguientes ventajas frente a los sistemas tradicionales:

- Robustez, ya que debido a su diseño requiere un bajo mantenimiento y al poder ser instalado en el interior de las arquetas presenta una baja susceptibilidad a sufrir robos y/o actos vandálicos.
- Bajo precio de instalación y mantenimiento.
- Fuente de energía limpia e inagotable.

## Agradecimientos

Este proyecto se ha realizado gracias a la financiación de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y Comercio de la Región de Murcia, (en la actualidad Consejería de Industria y Medio Ambiente), en su convocatoria de las ayudas con destino a la realización de proyectos de investigación aplicada, desarrollo e innovación tecnológica (I+D+I), para el ejercicio 2003.

## REFERENCIAS

- A. Barbancho et al.** Telecontrol de Hidrantes en Regadíos con Alimentación Autónoma por Miniturbina". Vigo: Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación, 2003.
- A. Viedma, B. Zamora.** Teoría y Problemas de las Máquinas Hidráulicas" 2ª Ed. Cartagena: Horacio Escarabajal Editores, 2004.
- Mataix Aracil, C.** Turbomáquinas hidráulicas: turbinas hidráulicas, bombas, ventiladores". Madrid: Editorial ICAI, 1975.
- N. Cotella, et al.** Diseño y construcción de una microturbina hidráulica de 1 KW". Argentina: Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 6, nº 1, 2002.
- T. Jiandong et al.** Mini Hydropower". Inglaterra: Unesco 1996.