

Energía minihidráulica: una alternativa energética para electrificación rural

*Sergio Agudelo Flórez**, *Luis Javier Chamorro**

(Recibido el 25 de febrero de 2002)

Resumen

Entre las actividades del Grupo de Energía Alternativa (GEA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, se pretende el desarrollo de prototipos que aprovechen las fuentes no convencionales para la producción de energía eléctrica y así satisfacer las necesidades insatisfechas de las viviendas rurales aisladas de la red energética nacional.

En la región del Oriente antioqueño, se encontró un formidable recurso hidráulico de grandes ríos, quebradas y fuentes de agua cercanas a viviendas, que no tienen posibilidades de una red rural de energía en un futuro cercano o lejano, debido a su aislamiento y baja capacidad económica.

Se desarrolló para esta región un pequeño picogenerador hidráulico con muy pequeñas dimensiones, bajo peso, diseño compacto e integrado, fácilmente fabricable en grandes volúmenes a bajo costo. En su operación carga una o más baterías estacionarias que proveen de electricidad a una residencia; se utiliza en iluminación, comunicaciones y algunos electrodomésticos.

Por su capacidad de operación de veinticuatro horas por día, competiría en ventaja con los sistemas de paneles fotovoltaicos, tan utilizados en regiones aisladas.

Ventajas de estas plantas:

- Es propiedad del usuario.
- Cero gastos en administración y operación.
- Bajo impacto ambiental (eliminación de embalses).
- Protección de microcuencas.
- Funcionamiento automático.

----- *Palabras clave:* energía minihidráulica, picogenerador, electrificación rural.

* Grupo de Energía Alternativa. Universidad de Antioquia ealternativa.ingenieria@udea.edu.co.

Minihydraulic energy: an alternative for rural electrification

Abstract

Within the activities of Alternative Energy Group of the Faculty of Engineering of the University of Antioquia, the development of prototypes is included, of using the nonconventional sources for electrical energy production and then satisfy urgent necessities in rural home isolated from the national energy network.

In the eastern region of Antioquia, a great hydraulic resource was found with large rivers, stream and water sources near houses, that don't have possibilities of a rural energy network in a near or faraway future, because of its isolation and low economic capacity.

A small hydraulic picogenerator was developed for this region with the following characteristics: very small dimensions, low weight, compact and integrated design, easy manufacturing in great volumes with low cost. In its operation it loads one or more stationary batteries that provide electricity to a residence, being used in: illumination, communications and some home appliances.

By its operation capacity of 24 hours per day, it would compete in advantage with the photovoltaic panel systems used in isolated regions.

Advantages of these plants:

- It is property of the user.
- Zero expenses in administration and operation.
- Low environmental impact (elimination of dams).
- Protection of microriver basins.
- Automatic operation.

----- *Key words:* minihydraulic energy, picogenerator, rural electrification.

Introducción

En los proyectos de investigación “Desarrollo de Nuevos Prototipos en Fuentes no Convencionales de Energía”, realizado en tres fases y patrocinado por la Corporación Autónoma Regional para el Oriente de Antioquia Cornare, por Colciencias y la Universidad de Antioquia, se definieron las características de una planta generadora de electricidad con fuente no convencional que supla las necesidades básicas de energía del campesino del Oriente de Antioquia.

En este proyecto se consideraron la adaptación de tecnología y los desarrollos científicos que sean necesarios, para llegar a una propuesta masiva de electrificación rural que sea conveniente para los habitantes de esta región. A continuación se presentan los beneficios obtenidos por el uso del picogenerador hidráulico desarrollado en este proyecto.

Como primer lugar de experimentación se escogió la vereda Agualinda del municipio de Cocorná, ya que además de carecer de energía eléctrica y ser sus habitantes de escasos recursos económicos como es típico en esta región, tienen una buena organización comunitaria y vehementes deseos de colaborar en un experimento que los puede beneficiar.

En esta vereda, de unos 36 km² hay buen recurso hidráulico y solar; se instalaron 2 plantas automáticas fotovoltaicas con baterías de 12 V y 53 Ah con muy buena aceptación por la comunidad. Estas plantas se utilizan en iluminación de la vivienda y en fuente para radiograbadoras.

Los buenos resultados de estas plantas nos han llevado a pensar que se puede aprovechar las caídas de poco caudal cercanas a las casas, por medio de unos picogeneradores hidráulicos que reemplacen el panel fotovoltaico en el diseño de las plantas actuales, buscando economía y servicio.

De otro lado, se ha observado que en la actualidad es común encontrar los rotores de imán permanente en pequeñas bombas de peceras donde

el rotor está en contacto con el agua, en pequeños generadores o dínamos para bicicleta y en generadores de energía eólica.

Observando estas aplicaciones de los imanes y el grado de comercialización al que se ha llegado, creemos que existen todas las posibilidades de construirlo en el país. Estos hechos nos han llevado al diseño que se presenta en este artículo.

Descripción del picogenerador

Si se busca que un picogenerador reemplace la energía generada por un panel fotovoltaico, la configuración de una planta de energía alternativa casera como las que se desarrollan en el GEA sería la que se muestra en la figura 1.

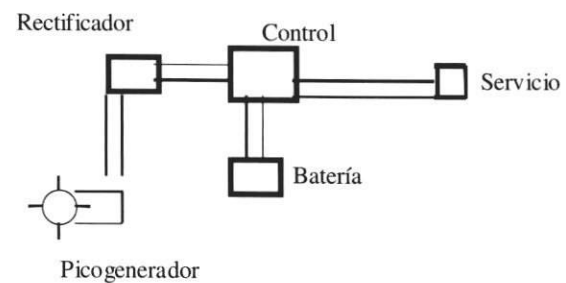


Figura 1 Representación esquemática de una planta de energía alternativa con fuente minihidráulica

Requisitos de diseño

Potencia mínima. Se pretende reemplazar un panel fotovoltaico de 3 Ah y 17 V por un sistema de generación de electricidad hidráulico; se puede asumir que el panel funciona en las condiciones anteriores durante un período de 4,5 horas por día o sea 13,5 Ah/día, así el panel sería reemplazado por un generador de 6,75 W que funcione veinticuatro horas por día. El diseño del generador se realizó para 10 W.

Simplicidad del sistema. La disponibilidad de imanes cerámicos de bajo costo, que soportan la inmersión en el agua, materiales plásticos como el PVC para conducción de agua y el teflón en la

fabricación de cojinetes lubricados por la misma agua.

Forma de instalación. Como se trata de un dispositivo hidráulico es necesario captar el agua de la fuente por medio de una bocatoma que siempre suministre la cantidad de agua adecuada a la potencia que se ha calculado generar. Esta agua debe estar exenta de sólidos y lo más limpia posible, para ello es necesario que la bocatoma tenga un buen desarenador. La conducción del agua de la bocatoma al lugar donde se instale el picogenerador, puede hacerse por medio de una manguera o por tubería plástica preferiblemente enterradas para mejor protección de la luz solar.

Rotor magnético flotante

El picogenerador que conforma la planta de energía alternativa desarrollado por el GEA tiene un rotor magnético flotante que en las condiciones de operación descritas anteriormente y para los materiales utilizados en su fabricación, presentó en el tiempo que duró el proyecto, un desgaste

tan bajo que la producción de energía del picogenerador era la misma a la de diseño. Un esquema del rotor magnético se muestra en la figura 2.

Esquema de instalación

En una instalación de 10 W, una tubería de 1 pulgada para caudales de menos de 0,5 l/s es suficiente. Menores diámetros darían importantes pérdidas de energía por fricción.

El soporte de aluminio o perfil de acero bien protegido contra la corrosión del agua, lleva fija la turbina y va anclado al piso con tornillo de anclaje. En vez de soporte se puede usar un poste de concreto. El agua que sale por rebose es recogida por un canal que no se muestra en la figura 3.

El rotor tiene en su parte superior la turbina de álabes radiales; en su parte media un elemento que le da flotabilidad y en la parte inferior un aro de acero inoxidable tipo magnético donde van fijados los imanes; el agua se rebosa, por esto el estator va confinado en una caja impermeable de fibra de vidrio.

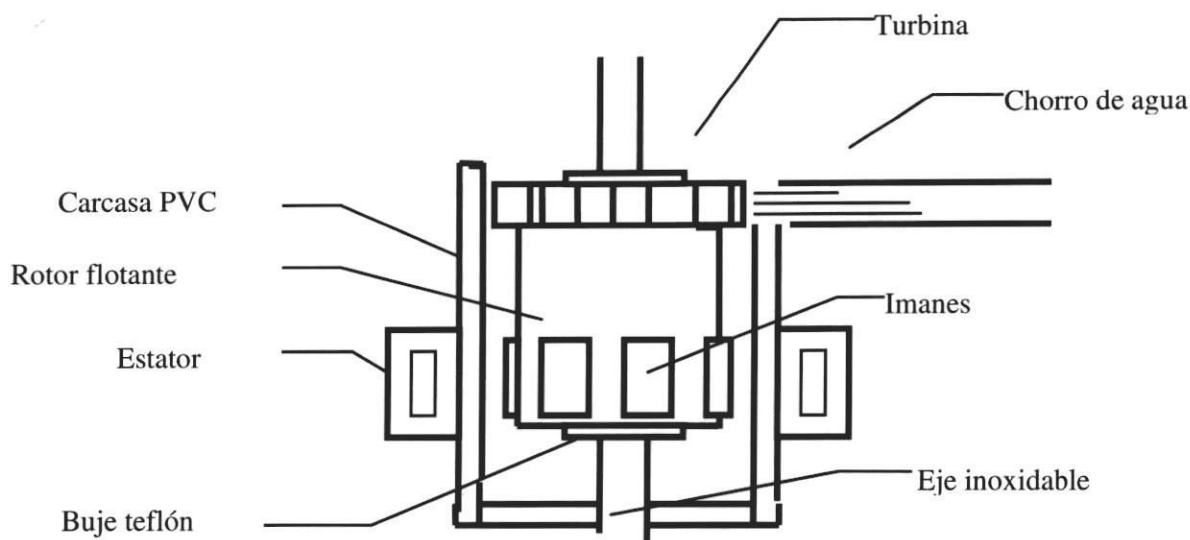


Figura 2 Rotor magnético flotante del picogenerador hidráulico

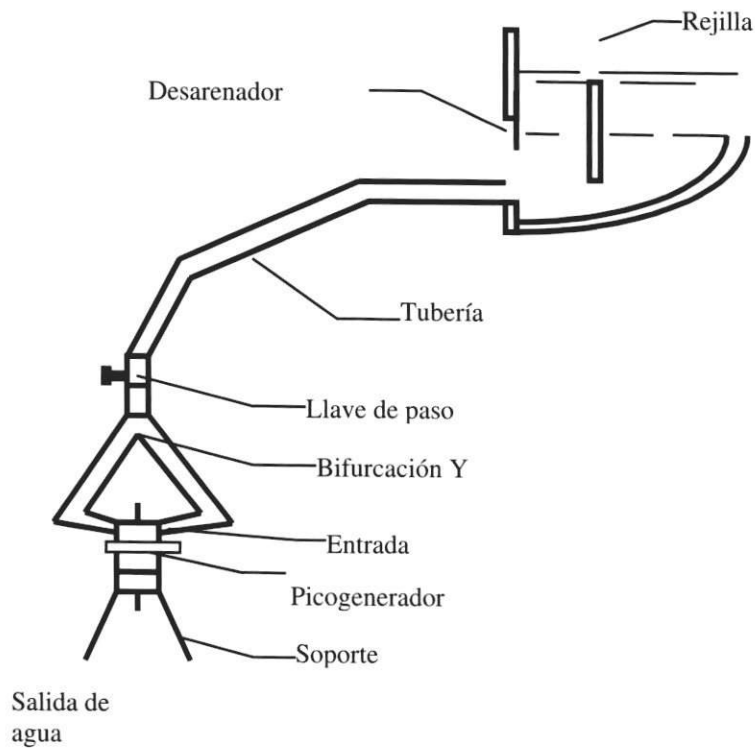


Figura 3 Esquema de una planta de energía alternativa con fuente minihidráulica

Los cables de salida van al rectificador de corriente y de allí a los bornes positivo y negativo del regulador carga-descarga; del regulador salen cables a la batería y al consumo.

Regulador carga-descarga

El regulador de carga es un componente fundamental en una instalación minihidráulica, ya que repercute directamente en una buena utilización de los acumuladores y en su utilización.

Funciones del regulador de carga

1. Evitar sobrecargas de las baterías, desconectando cuando éstas se encuentren cargadas.
2. Impedir la descarga de los acumuladores a través de los paneles en períodos en que no existe o es muy baja la insolación.

3. Ajustar la tensión de carga según el estado de carga de los acumuladores.
4. Protección contra inversión de polaridad (bien por error de conexión o por error de fabricación de alguno de los componentes).

Como puede observarse, algunas de las misiones más importantes de un regulador de carga están fundamentadas en un buen conocimiento previo del estado de carga de los acumuladores.

Las tensiones de salida de los reguladores comunes son de 12, 24, 36 y 48 V y operan con intensidades de hasta 20 A.

Características

1. Carga a corriente constante con conexión y desconexión automática entre dos niveles de voltaje ajustables.

2. Protección intrínseca de corto circuito en bornes de salida (15 s máx.).
3. Indicador de conexión de panel (LED).
4. Desconexión automática de carga por voltaje mínimo de batería, para limitar la descarga a nivel no permitido.

Presentación

Equipo construido en lámina "cold rolled" calibre 18 según NEMA tipo 1, de 27 x 16 x 18 cm, para fijación sobre muro. Incluye módulo electrónico de regulación en placa de circuito impreso de 17 x 13 cm construido con "screen", "antisolder" y soportes para fijación por tornillos a caja metálica.

Balastos

Son aparatos eléctricos de la familia de los transformadores, en virtud de los cuales es factible adecuar la energía eléctrica disponible en las redes eléctricas a las condiciones de operación que exige el funcionamiento de los tubos fluorescentes y las bombillas de alumbrado público. Cada balasto es diseñado para que a un voltaje específico, haga funcionar un tipo particular de tubo o bombilla con el fin de obtener un funcionamiento adecuado de ésta. Los balastos también suelen llamarse balastas, balastros, balastras, resistencias o reactancias.

Aplicaciones

Las aplicaciones de los balastos son las mismas de los tubos o bombillas que los utilizan, estando concentradas dichas aplicaciones en los sectores residencial, comercial, industrial, vías públicas y escenarios deportivos.

Lámparas

Las lámparas utilizadas son básicamente fluorescentes, tubulares, cuya potencia oscila en un rango de 10 a 20 W y de diámetros variables según la potencia, los cuales están entre 1 y 1½ pulgadas.

Conclusiones

El picogenerador hidráulico es un aparato que por su construcción y forma de operación tiene una larga duración, ya que se redujo la fricción mecánica por una especie de levitación que se logra por flotabilidad y campo magnético; también al estar sumergido en el agua desapareció el calentamiento.

No tiene escobillas, ni controles eléctricos o mecánicos internos cual lo hace de su construcción un proceso muy simple y siendo tan pequeña la cantidad de los materiales utilizados su costo es económico.

La tensión producida es alterna de 20 V, que luego es rectificadora por un simple y eficiente circuito electrónico para ser almacenada en baterías que pueden ser de tipo plomo-ácido. La corriente suministrada por esta batería es de muy alta calidad como se ha demostrado en el sistema eléctrico de los automotores.

La forma de manejo es muy simple ya que se reduce a abrir la válvula de suministro de agua a presión si hubo que cerrarla a causa de alguna tormenta que haya afectado la bocatoma. O sea que el mantenimiento se reduce a corregir problemas accidentales.

El sistema completo es el mismo que se utiliza en plantas solares, la corriente de entrada máxima es de 4 A, a 17 V da una potencia de 68 W. Es decir el regulador carga-descarga, la batería Pb-ácido, los fusibles y las luminarias son las mismas.

El impacto ambiental de estas plantas es muy reducido por lo pequeño de las obras, no hay embalses, ni canales de conducción, solo la bocatoma y la tubería enterrada. El problema de la conservación de los bosques se vuelve algo personal. La contaminación visual se reduce porque no hay postes, ni cables. La contaminación por ruido es muy poca, la contaminación atmosférica es casi nula. Esto significa una conservación completa del entorno ambiental.

Se pueden desarrollar generadores de imán permanente de la potencia que se necesite, esto da la posibilidad de algún desarrollo agroindustrial en estas regiones.

La administración de estas plantas, mientras suministren corriente a una sola vivienda, es muy simple, es como si se tratara de un electrodoméstico más, no hay lectura de contadores, ni cuentas de servicio, ni pago de celaduría. Si a esto se le agrega su operación automática se estaría hablando de la forma ideal de suministro de energía.

Este sistema de rotor de imanes permanentes, abre la posibilidad de la construcción de aerogeneradores en el país.

Referencias

1. Informe Final Proyecto "Desarrollo de Nuevos prototipos de Energía Alternativa fase 1". Realizado por Grupo de Energía Alternativa. Financiado por Universidad de Antioquia. Colciencias. Cornare. 1997.
2. Informe Final Proyecto "Desarrollo de Nuevos prototipos de Energía Alternativa fase 2". Realizado por Grupo de Energía Alternativa. Financiado por Universidad de Antioquia. Cornare. 1998.
3. Informe Final Proyecto "Nuevos prototipos de Energía Alternativa fase 3". Realizado por Grupo de Energía Alternativa. Financiado por Universidad de Antioquia. Colciencias. Cornare. 2000.