

TURBINA SAVONIUS PARA LA GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA

Ing. Marcelo A. Gerez – Arq. Augusto S. Tortonese - Arq. Guillermo E. Gonzalo
Colaboradores: Sr. Mariano Ramos – Sr. Arturo Lizárraga

CEEMA – Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente - IAA – Instituto de Acondicionamiento
Ambiental - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán

Av. Roca 1900 - 4000 – Tucumán - Argentina

Tel.: +54.381.4364093 int.125, Fax: +54.381.4364141, Móv. +54.381.155.720.404

Email: ggonzalo@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo resume los estudios previos realizados para determinar los parámetros operacionales de un modelo de turbina Savonius, para el desarrollo de un aerogenerador de baja potencia. Basándose en las experiencias del Brace Research Institute, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mc Gill (Canadá) y el aerobombeador Kalaí desarrollado por el Ing. Marcelo Gerez, el Centro de Estudios Energía y Medio Ambiente (CEEMA) del Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán ha construido un prototipo, para transferir a escuelas, centros de atención primario de salud y centros comunitarios del área rural. Area temática Energía: Fuentes Convencionales y Alternativas.

ABSTRACT

The present work summarizes the previous studies made to determine the operational parameters of a Savonius Turbine's model, for the development of a low power aero generator. Being based on the experiences of the Brace Research Institute, Faculty of Engineering of the University Mc Gill (Canada) and in the pumping water turbine Kalaí developed by Eng. Marcelo Gerez, the Center of Energy Studies and the Environment (CEEMA) of the Institute of Environmental Conditioning, School of Architecture and Urban Planning, National University of Tucumán, has constructed a prototype, which will be transfer to schools, centers of primary attention of the health and community centers of the rural area..

1. INTRODUCCION

Conforme a los informes recabados sobre el rendimiento de sistemas fotovoltaicos instalados en escuelas rurales en la provincia de Tucumán, el CEEMA concluyó que es necesario complementar el aporte de los paneles con un sistema eólico, debido a que la nubosidad de algunas zonas restringe el lapso de funcionamiento óptimo de los generadores solares, lo que trae como consecuencia deficiencias en la carga de los acumuladores. Además, gran parte de las instituciones comunitarias ubicadas en zonas aisladas del área rural, no cuentan con fuentes convencionales, lo que genera múltiples inconvenientes para su funcionamiento eficiente.

Dado que en algunas zonas, sobre todo en el área montañosa de la provincia, se registran vientos diarios con velocidades comprendidas entre los 20 y 25 Km/h (Estrada M, 2001), el aporte de un generador eólico de baja potencia podría satisfacer la demanda energética, pero el costo de los mismo no está al alcance del presupuesto económico de la mayoría de los establecimientos escolares. En vista a esta situación el CEEMA constituyó un equipo interdisciplinario el cual diseñó un aerogenerador de bajo costo y susceptible de autoconstrucción, con el objeto de integrar un sistema híbrido junto a las instalaciones fotovoltaicas ya existentes.

2. ETAPAS DEL PROYECTO

El trabajo de investigación se compone de tres etapas:

- 1- Diseño del sistema aerogenerador y construcción de la turbina.
- 2- Determinación de las curvas características de la turbina para lo cual se preveen realizar ensayos con un pequeño freno de prony actuando en el eje de la misma.
- 3- Evaluación del comportamiento de la turbina con un alternador de automóvil bajo carga acoplado a ella.

El proyecto ha sido concebido conforme al siguiente plan de actividades (Tabla 1)

Tabla 1: Cronograma de actividades para el desarrollo del aerogenerador

ETAPA	ITEM	1° Semestre (Junio-Dic.) 2000	2° Semestre (Febrer.-Jul.) .2001	3° Semestre (Agost.-Dic) 2001	4° Semestre (Febr.-julio) 2002	5° Semestre (Agost-Dic.) 2002
1	- Estudios preliminares					
	- Diseño del aerogenerador					
	- Construcción de la turbina					
2	- Construcción de torre					
	- Montaje de turbina					
	- Ensayos para determinación de potencia y par motor					
3	- Ensayos con alternador de vehículo acoplado.					
	- Análisis de resultados. Conclusiones.					

Conforme al plan trazado se ha completado ya la etapa 1. El sistema ha sido diseñado y la turbina íntegramente construida en el laboratorio del CEEMA. La etapa 2 se encuentra en desarrollo. A la fecha se ha construido ya la estructura soporte del aerogenerador en el predio del campus de la Universidad, para el montaje y estudio del mismo.

3. DISEÑO DEL AEROGENERADOR

Tomando como referencia los valores de ensayos efectuados en banco de prueba para un alternador de 24 V, consignados en la Tabla 2 (J.L. Rodríguez y Otros- Asades 1998), y sobre la base de un programa de simulación confeccionado con los parámetros y constantes ajustadas del aerobombador Kalai desarrollado por el Ing. Marcelo Gerez (Gerez M.A. - Gonzalo G.E. Asades 1999), que permitió calcular las curvas de potencia y par motor a desarrollar por una turbina Savonius construida con tambores de 200 lbs.(Fig. 1 y 2). Se ha diseñado un sistema aerogenerador de baja potencia cuyos elementos y características se exponen a continuación.

Tabla 2: Resultados obtenidos en el Laboratorio de Máquinas Eléctricas, del Dpto de Ing. Electromecánica U.N.S.J. mediante ensayos sobre un alternador marca INDIEL.24Vdc-35 A

Iex (amp)	V sal. (Vol)	T (kgm)	V (Vol)	N (r.p.m)	Pot. Ent. (W)	Pot. Sal. (W)	Rend. (%)
0,76	0	0,05	24	1024	52,55	0	0
0,92	4,48	0,17	24	1031	496,13	107,52	59,72
1,15	8,8	0,29	24	1012	300,19	211,2	70,36
1,83	15,1	0,49	23	986	496,13	362,4	73,05

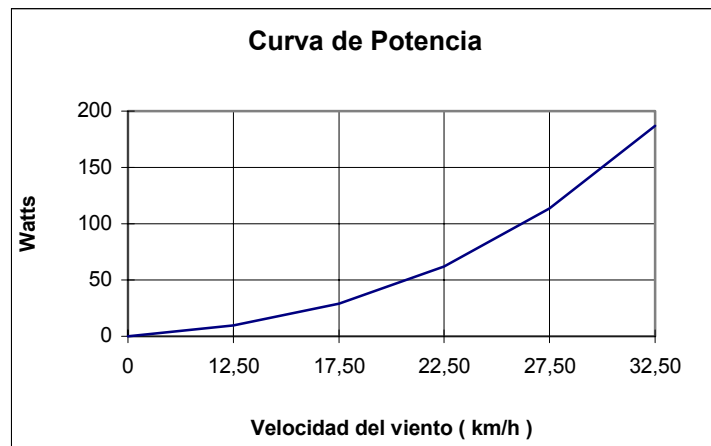


Fig. 1: Curva de potencia en función de la velocidad del viento elaborada con el programa KALC. para la turbina diseñada por el CEEMA.

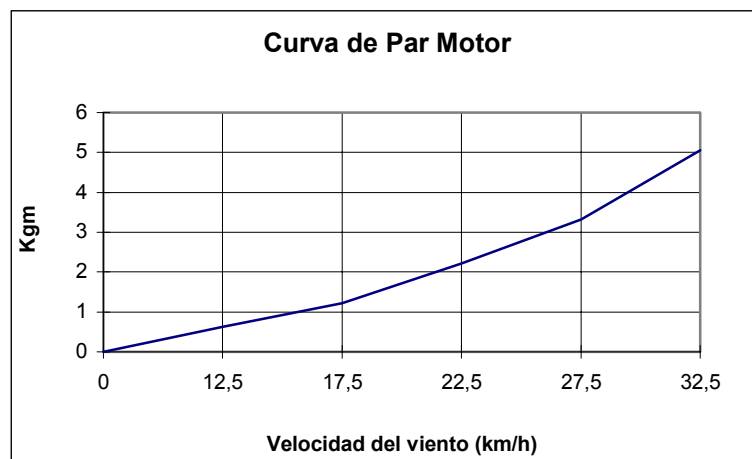


Fig. 2: Curva de par motor en función de la velocidad del viento elaborada con el programa KALC. para la turbina diseñada por el CEEMA.

3.1- Elementos del aerogenerador

Turbina: Se diseñó una turbina Savonius al considerar las siguientes ventajas que presenta la misma:

- Capacidad de operación con vientos de baja velocidad.
- Capacidad de autorregulación con vientos de alta velocidad.
- Excepcional poder de autoarranque bajo carga.
- Bajo costo de fabricación y mantenimiento.
- Facilidad de construcción.

Otro aspecto que gravitó en el momento de definir el tipo de turbina a usar fué la experiencia acopiada por los autores del proyecto, en turbinas Savonius aplicadas al bombeo de agua subterránea.(Gerez M.A. - Gonzalo G.E. Asades 1998).

La construcción de la turbina se llevó a cabo con personal no especializado usando materiales reciclados y herramientas sencillas, de tal manera que el modelo pueda autoconstruirse en zonas rurales de escasos recursos técnicos y económicos. Se utilizaron para ello dos tambores cilíndricos de 200 lts. los cuales fueron cortados por la mitad y fijados mediante tornillos a placas de madera contrachapada aserradas en forma circular. Los semicilindros fueron dispuestos con un desfase de 90° uno respecto a otro, para homogeneizar el par motor. (Fig. 3)



Fig. 3: Turbina Savonius construída por el CEEMA- IAA-FAU- UNT.

La turbina cuenta con un par de ejes axiales acoplados en la placa superior e inferior de la misma. Dichos ejes de acero, con un diámetro igual a 1 pulgada, fueron las únicas piezas que tuvieron que fabricarse fuera del laboratorio del CEEMA, debido a que éste no cuenta con un torno para tal efecto. Sin embargo su manufactura es simple y fueron construídos en un taller metalúrgico del medio.

Los ejes descriptos van insertos en dos cojinetes, el cojinete destinado al eje superior posee un rulemán del tipo autoalineante, con el objeto de que este corrija cualquier problema de balanceo. El cojinete destinado al eje inferior cuenta con un rulemán de asiento sobre el que descarga el peso de la turbina.

Como es sabido, las turbinas Savonius pertenecen al grupo de las eólicas lentas. Esta particularidad puede desacreditarlas para su aplicación en aerogeneradores, sin embargo se ha comprobado que desarrollan ante vientos suaves y moderados un importante par motor. Esto permite, a través de un adecuado sistema de amplificación de velocidad, transformar la energía mecánica del torque, en energía cinética de rotación para la generación de electricidad.

Se ha definido a través del análisis de la velocidad de rotación del alternador para determinada corriente excitatriz, y teniendo en cuenta además la potencia y el par motor de la turbina desarrollado para diferentes velocidades de viento, que la relación de multiplicación de velocidad óptima es de 1 : 20.

El mecanismo diseñado para ello es un sistema de poleas que guardan esa relación de diámetros, vinculadas ambas por una correa. Se ha adoptado tal sistema por su economía y facilidad de construcción.

Como ya se adelantó, el generador adoptado es un alternador de 24 V usado en la industria automotriz, seleccionándose el mismo por su bajo costo, disponibilidad en el mercado y antecedentes sobre sus parámetros operacionales. El cableado definido es de 2,5 mm y los demás elementos de protección y acumulación (fusibles, regulador de voltaje, diodos, baterías, etc.) corresponden a los sistemas fotovoltaicos en servicio.

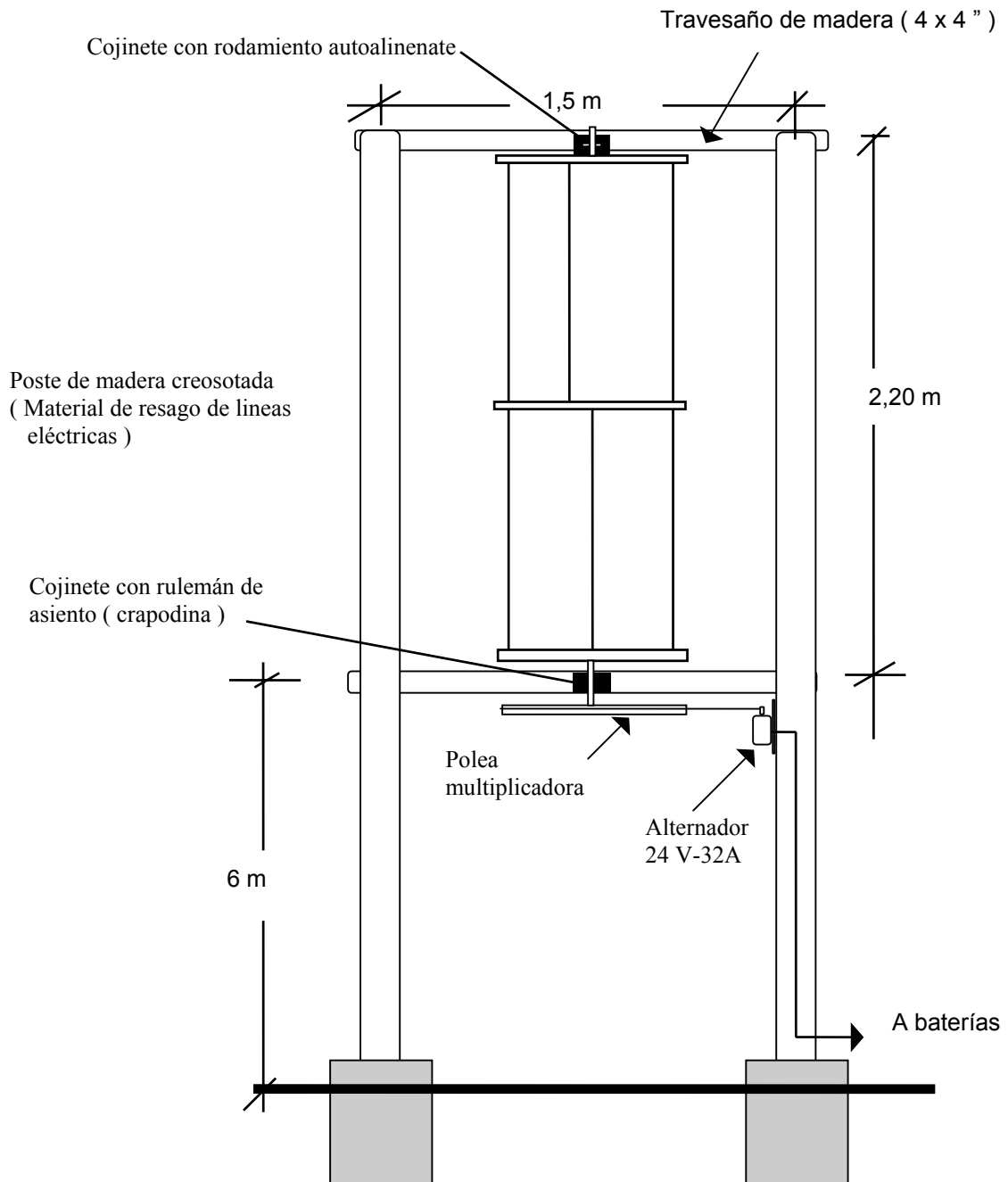


Fig. 4: Esquema general del aerogenerador diseñado por el CEEMA-IAA-FAU-UNT.

Para la estructura portante del sistema, se ha diseñado un marco constituido por dos columnas de 8 m de altura, usando troncos de madera de álamo creosotados y vinculados con dos travesaños resueltos en madera o perfiles metálicos. Sobre estos travesaños deben fijarse mediante tornillos los cojinetes que sostendrán a la turbina. Completa el sistema los arriostramientos mediante alambres de acero galvanizado de diámetro igual a 1/8 de pulgada.

A efectos de una mejor apreciación del conjunto se proporciona un fotomontaje de la turbina y la torre proyectada en el lugar de emplazamiento seleccionado (Fig. 5).



Fig. 5: Fotomontaje de la turbina instalada en el camino alternativo de ingreso al Campus de la Universidad, generado por los estudiantes. La energía producida, junto con el colector fotovoltaico instalado en la parte superior, será utilizada para la iluminación de este camino que será pavimentado por la Dirección de Construcciones Universitarias de la UNT.

4-CONCLUSIONES

Al fin de la primera etapa del presente proyecto de investigación y desarrollo se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La turbina Savonius proyectada es susceptible de construirse con recursos materiales y capacitación técnica mínima. Esta característica la hace propicia para el objetivo principal del proyecto: la transferencia de tecnologías intermedias para el desarrollo de comunidades rurales aisladas.
- El costo de los materiales y servicios de maquinado y tornería para el aerogenerador es ínfimo frente a los precios de mercado de los eólicos comerciales y de los sistemas de generación fotovoltaica de igual capacidad de generación.
- Existe la posibilidad de simplificar aún más la construcción de la turbina usando tambores cilíndricos de material plástico y placas de policarbonato de alta resistencia. Se está estudiando el tipo de unión más eficiente y económico entre esos materiales.
- El tiempo demandado para la construcción de la turbina no es demasiado. Trabajando 3 personas a razón de 5 horas diarias, la turbina fué construída en 7 días.

5. REFERENCIAS

- Estrada M. (2001). Estación Agroindustrial Obispo Colombres, El Manantial, Tucumán, entrevista personal.
- Gerez M. y G.E.Gonzalo, (1999). “Turbinas Savonius para bombeo de agua”, Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente, Volumen: 3 N°1, páginas 06.33-06.36, Salta, Código ISBN/ISSN: 0329-5184.
- Gerez M.A. y G.E.Gonzalo, “Turbinas Savonius para bombeo de agua y producción de energía eléctrica. 1° etapa: determinación de parámetros operacionales”, Revista Avances en Energías Renovables y Ambiente, pág. 08.5-08.8, Salta, Noviembre de 1998, Código ISBN/ISSN: 0329-5184.
- Quadri N. (1994). “Energía fotovoltaica”, Editorial y Librería Alsina, Buenos Aires.