

Aerogenerador de Electricidad Savonius

Luis Milla Lostaunau, Carlos Sotelo López

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú

Resumen— El presente artículo describe una forma alternativa de producción de electricidad para lugares muy alejados y de difícil acceso, como las zonas rurales, y además sea usada como forma complementaria de satisfacer sus necesidades de iluminación y otros pequeños usos energéticos, utilizando solamente la fuerza del viento, de no muy alta velocidad.

Abstract— This paper describes the a way alternative of production alternative electricity for places very far and difficult access, as the rural zones, and besides it uses as way complementary of satisfy them need of illumine of the wind, the very low velocity.

Palabras claves— Aerogenerador, dinamo, fuerza de giro, velocidad del viento y potencia máxima.

I. INTRODUCCIÓN

El viento es una masa de aire en movimiento, es un fluido gaseoso que envuelve a toda la tierra es indispensable para la vida humana, la de los animales y también para las plantas, que respiran de modo análogo al hombre. Esta envoltura gaseosas recibe el nombre del atmósfera, la que según se estima alcanza los 80 kilómetros.

La atmósfera no es uniforme en todo su espesor; por efecto del peso del aire sus capas inferiores, las que se están en contacto o muy cerca del suelo están más comprimidas que las superiores y son por consiguiente más densas. Se admite la primera capa inferior tiene un espesor de 3.5 a 4 kilómetros y en ella tiene lugar la mayor parte de las perturbaciones atmosféricas, tempestades, lluvias, ciclones etc. Luego tenemos las capas de nominadas troposfera y estratosfera, en esta última el aire de enrarecido.

Un litro de aire tomado a escasa altura sobre el mas pesa algo más de un grano, aproximadamente 1,293 gramos.

Una de las formas de energías naturales que utilizó el hombre primitivo fue el viento y lo aplicó primeramente a la navegación.

Las causas principales que dan origen a los vientos son los desequilibrios térmicos entre las diversas zonas o capas de la atmósfera, la rotación de la tierra y la inestabilidad vertical de la atmósfera.

La potencia desarrollada por el viento es:

$$P = k \cdot \frac{1}{2} S \cdot v^3 \cdot \alpha \text{ vatios} = 0,00136 \cdot \frac{1}{2} S \cdot v^3 \cdot \alpha (cv)$$

Donde:

S, es la sección del cuerpo normal a la dirección del viento

v, la velocidad del viento

$\alpha = 1,29$ (Densidad m^3 del aire) kilogramos/metro cúbico, el valor de la densidad del aire.

Así la potencia que desarrolla el viento es proporcional a la tercera potencia de su velocidad.

La técnica de utilización de la fuerza del viento ha sido la vela. Lo cual es la aplicación técnica de una fuerza natural que más ha persistido a través de los tiempos. Mejorado en su forma, tamaño, número y distribución en los buques, subsistió no obstante a la competencia que la hizo el vapor.

El peor enemigo del aire como agente energético es su versatilidad, cualidad del aire que ha provocado innumerables desgracias.

Durante muchos siglos el hombre utilizó la vela cómo único medio posible para atravesar los mares y traer de tierras lejanas materias primas, frutos, oro, etc. El viento y la vela es un dúo de elementos inseparables, el viento proporciona la energía más barata que se puede imaginar, pero es mudable en dirección y velocidad, es además, inconstante no se deja dominar, ni se somete a la voluntad humana.

La energía eólica o del viento fue la primera energía empleada por el hombre después de su energía muscular propia. El molino de viento es la máquina energética más sencilla que se conoce y el único ingenio inventado por el hombre después de la vela, para aprovechar el viento como agente activo productor de energía.

El aire en movimiento, o el viento actúan a veces como agente destructor cuando sopla con velocidades considerables, por ejemplo un viento de 180 km/hora o más, la masa de aire contenido en un kilómetro cúbico es enorme millones de toneladas y la fuerza viva $\left(\frac{m v^2}{2}\right)$, de esta masa es gigantesca cuando la velocidad alcanza valores elevados [1].

Un aerogenerador obtiene su potencia de entrada convirtiendo la fuerza del viento en un par (fuerza de giro) que actúa sobre las palas de un rotor. La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento.

El área del rotor determina, cuanta energía del viento es capaz de capturar una turbina eólica. Dado que el área del rotor aumenta con el cuadrado del diámetro del rotor, una turbina que sea dos veces más grande recibirá cuatro veces más energía.

La energía cinética de un cuerpo en movimiento es proporcional a su masa (o peso) [2].

II. METODOLOGÍA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

A. Los aerogeneradores Savonius

Son muy simples de diseñar y construir. Son generadores de pequeñas potencias, destinadas a suministrar energía eléctrica a aparatos que están en lugares muy aislados. Su potencia es bastante modesta, pero es una máquina muy bella, económica, fácil de construir, al tener eje vertical, la dirección del viento no importa.

La máxima potencia que se puede obtener del viento, ya sea como molino de viento o un aerogenerador de última generación se calcula con la aproximada ecuación 2, que tiene en cuenta todas las pérdidas (mecánicas y aerodinámicas) de la máquina.

$$P = 0,15 \cdot D^2 \cdot V^3 \quad (2)$$

Donde:

P es la potencia expresada en vatios [w]

D es el diámetro del rotor en metros [m]

v es la velocidad del viento en metros por segundo (m/s)

Esta sencilla formula es fruto del señor Betz un sabio alemán que en 1926 publicó el primer tratado sobre la teoría aerodinámica aplicada a las turbinas eólicas. Es decir que la potencia aumenta con el cubo de la velocidad del viento; "a más viento, mucha más energía".

B. Velocidad de giro de una eólica

La velocidad de giro de una eólica se puede calcular con la siguiente ecuación 3:

$$n = (60 \cdot \lambda \cdot v) / (\pi \cdot D) \quad (3)$$

Donde:

n, es el número de revoluciones por minuto (rpm)

λ , es la velocidad específica del rotor eólico y depende de la anchura y del ángulo de calado las palas. Puede tener un valor nominal comprendido aproximadamente 1 y 14. en el rotor Savonius que se construye este factor puede tener un valor comprendido entre 0,9 y 1.1.

v, es la velocidad del viento en metros por segundo [m/s]

D, es el diámetro de la eólica [m]

Reglas generales:

A más diámetro menor velocidad de giro.

Un mayor número de aspas o palas no aumenta necesariamente la velocidad de giro, pero aumenta el rendimiento del rotor eólico, ver figura 1.

C. Construcción del generador Savonius

1) Generalidades

La siguiente imagen muestra una idea de la construcción y el funcionamiento de un generador Savonius.

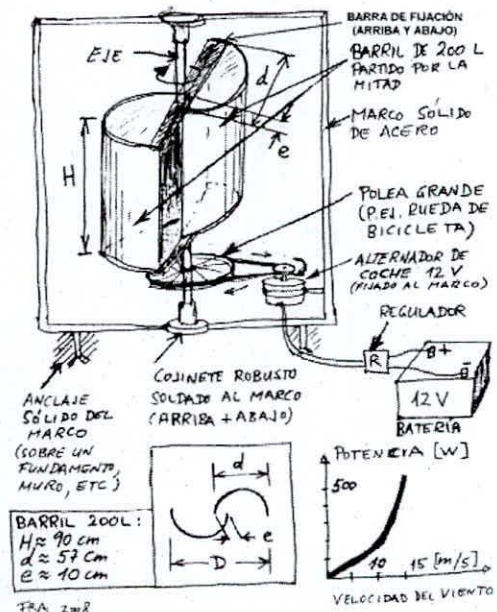


Fig. 1. Principio de un aerogenerador Savonius

2) Descripción

El rotor consta de las dos mitades de una especie de figura geométrica tridimensional de un barril, unidas abajo y arriba por medianas barras de refuerzo, que a su vez Irán fijados al eje. Las dos mitades del barril se pueden fijar a las barras mediante remaches de tornillos, donde se suelda el eje del rotor.

Debido a la gran resistencia que éste ofrece al viento, se usa cojinetes en ambos extremos del eje. Estos cojinetes se fijan a un marco de acero robusto, que debe tener la suficiente anchura para dar cabida al rotor, a la polea de transmisión y el alternador dínamo (generador eléctrico). El marco deberá anclarse solidamente a una base lo más elevado posible (columnas, pequeñas torres), en un lugar donde el viento puede circular libremente (a cierta distancia de una casa o de otros obstáculos muros, árboles etc.). Si hubiera pequeños montículos o elevaciones del terreno, siempre ofrecen mejores condiciones para el viento. No montar el motor Savonius sobre un muro, para no producir disturbios en la libre circulación del viento.

Las dos mitades del cilindro deben fijarse a las barras dejando una ranura o espacio entre ellas (distancia “ℓ” en el dibujo). Por ejemplo para un barril estándar de altura H=90 cm, diámetro d=57 cm aproximadamente la ranura deberá tener un ancho de e = 10 cm para otros rotores Savonius Copt = d/6.

La ranura es bastante importante ya que a través de ella puede pasar el aire, aumentando así el rendimiento del rotor (ver figura 2)

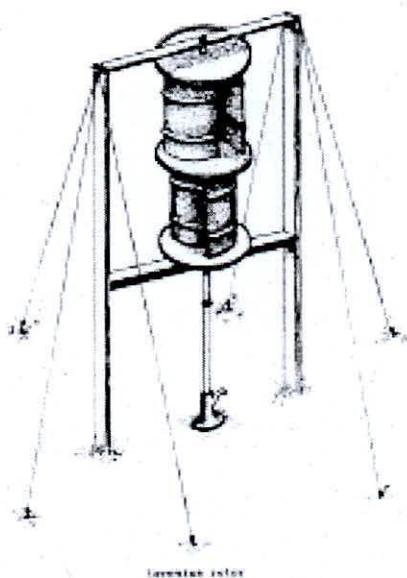


Fig. 2. Generador Savonius con dos “barriles” superpuestos = (doble potencia)

3) Potencia de un generador Savonius

Según mediciones realizadas en un túnel de viento¹; la potencia máxima que un rotor Savonius construido con un barril, puede desarrollar es:

$$P_{max} = 0,08.H.D.v^3 [w] \tag{4}$$

Sin embargo teniendo todos os rendimientos del conjunto (rotor 50%, sistema de transmisión 90%, alternados de coche 50%), la potencia máxima de un aerogenerador construido en un barril será de aproximadamente (H.D = 0,94m²)

$$P_{max} = 0,08.v^3 [w] \tag{5}$$

Donde: H = altura del cilindro
D = diámetro del cilindro 200(lts)

Nota: Para obtener la potencia en vatios (w), la velocidad del viento v deberá introducirse en metros por segundo (m/s) y la altura H y ele diámetro D en metros (m)

Del modo que para un viento de 10m/s (36Km/hr), el generador Savonius (1 barril) desarrolla una potencia máxima Pmax=80w. Se usará en un lugar con viento constante (a orillas del mar o en determinadas zonas montañosas), que soplará durante las 24 horas del día a una velocidad media de 10m/s, la energía diaria que podríamos acumular en baterías de 12 voltios sería de 1,92 KWH lo que equivale a cargar la batería con aproximadamente 190 Ah (amperios horas) La siguiente tabla muestra la potencia y la velocidad de giros aproximados que el generador Savonius tendrá en función del viento, ver Tabla N° 1.

TABLA N° I
Potencia máxima de un aerogenerador Savonius construido con 1 o 2 barriles de 200 litros en función de la velocidad del viento

Velocidad del viento [m/s]	Potencia máxima [W]		Velocidad de giro óptima [rpm] ¹
	1 barril	2 barriles	
5 (=18 km/h)	10	20	75
7 (=25,2 km/h)	27	54	105
10 (= 36 km/h)	80	160	150
12 (= 43,2 km/h)	138	276	180
14 (= 50,4 km/h)	220	440	210
16 (= 57,6 km/h)	327	654	240
20 (= 72 km/h)	640	1280	300

¹ La Gounieres, D: Enegie, Theorie, conceptimet calcul pratique des installations- Paris Editions Enrolles, 1980

Para vientos por encima de los 12m/s, estas velocidades de giro serán algo inferiores, siempre y cuando las baterías se están cargando (sin carga el rotor se embala).

La figura 3 muestra las curvas características de un rotor Savonius en función de la velocidad de giro para 4 velocidades del viento (8,10,12 y 14 m/seg). Las curvas superiores corresponden a la potencia y las inferiores al par de giro desarrollado por el rotor.

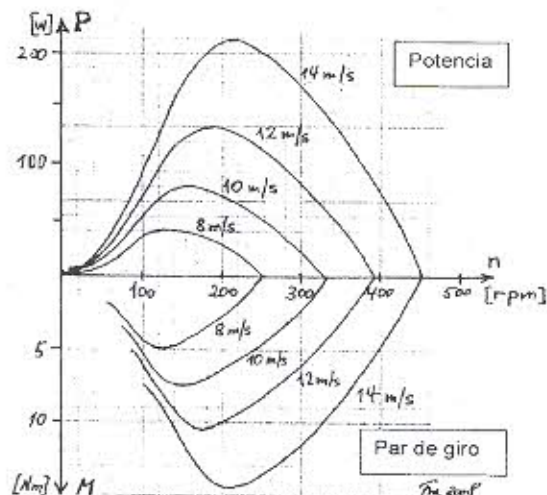


Fig 3. Curvas características de un rotor Savonius

A. Factor de multiplicación

El método más simple y económico en utilizar dos poleas de diferente diámetro y una correa de transmisión. Se puede usar un alternador de automóvil, no tienen buen rendimiento pero son robustos, baratos y fáciles de conseguir, su velocidad de giro debe ser elevada (mínimo aprox 750 rpm)

B. Sistema Eléctrico

En el caso del alternador, este debe llevar un regulador incorporado (dispositivo electrónico que impide que la tensión suba demasiado, limitada la corriente de carga y desconecta la batería cuando esta llena) para servir, para cargar la batería del aerogenerador Savonius [3]

III. RESULTADO Y ANÁLISIS

El resultado del trabajo fue la construcción de un aerogenerador Savonius y el funcionamiento del mismo con una potencia de 300 a 400 vatios.

El equipo esta constituido por una pequeña base de cemento de más o menos un metro por un metro, y una altura de diez centímetros. Sobre esta base esta sujeta una pequeña pirámide de metal, que soporta

un tubo de fierro de aproximadamente 2" pulgadas de diámetro y dos metros cincuenta de largo. Embonados a este tubo va unido todo el cuerpo del aerogenerador Savonius.

El aerogenerador es un dispositivo de eje vertical, no precisa de ningún mecanismo de orientación, constituido por dos mitades de círculo de un cilindro, ubicados en forma de S y con una separación entre ambos círculos, soportados ambos en una armadura en forma de rectángulo. En la parte inferior del eje esta unida a una polea que esta acoplado por medio de una polea a un pequeño generador, el mismo que genera la energía obtenida por el movimiento de los cilindros para alimentar a una batería.

La batería se encarga de suministrar energía eléctrica a la carga (lámparas), cuando esta cargado el sistema de carga se desconecta, si le falta vuelve a cargarse la batería.

Algo más, el poste de soporte del aerogenerador esta sujeto en su parte intermedia por cuatro cables de acero, los que van unidos a unas argollas soldadas al poste y el otro extremo del cable a unos anclajes colocados en la base del concreto.

Si bien es cierto su rendimiento varía entre 15 y 25%, sin embargo resultad ser una gran alternativa para las zonas rurales, las mismas que podrían ser combinadas con otro tipo de energía no convencional, varios países como Japón, Finlandia, Francia lo están usando pero en magnitudes bastante grande, usando nuevos métodos más eficaces para levantar el rendimiento.

REFERENCIAS

- [1] *El mundo de la energía de Luis Postigo* – Editorial Ramón Sopena S.A. Barcelona.
- [2] *Energías Renovables para el Desarrollo – Cooperación Internacional*. José M^a De Juana Coordinador – Paraninfo Thomson Learning – Madrid 2002.
- [3] <http://www.bellera.org/molins/aerogen..24/10/2008>
- [4] <http://www.eere.energyto/windandhydro/windpoweringamerica/windmaps.asp>.