

# Guía Experimental 4

## Energía Eólica

### 1. Introducción

#### 1.1 Generadores Eólicos

La producción de energía eléctrica mediante el uso de generadores eólicos, se basa el mismo principio que los molinos de viento: aprovechar la energía del viento para hacer girar una turbina, la cual está convenientemente acoplada a un generador eléctrico.

Una turbina eólica conectada a un generador eléctrico en conjunto se denomina generador eólico o aerogenerador.



Figura 1: Generador eólico

La aplicación que se estudiará en este experimento es la transformación de energía mecánica -producida por el viento- a energía eléctrica mediante generadores eólicos.

Un aerogenerador consta de cuatro componentes principales

**Palas del rotor:** Es donde se produce el movimiento rotatorio debido al viento.

**Eje:** Encargado de transmitir el movimiento rotatorio.

**Caja de engranajes o Multiplicadores:** Encargados de cambiar la frecuencia de giro del eje a otra menor o mayor, para

**Generador:** Es donde el movimiento mecánico del rotor se transforma en energía eléctrica.

Además de estos componentes básicos se requieren otros componentes para el funcionamiento eficiente y correcto del aerogenerador, algunos de ellos son:

**Controlador electrónico:** que permite el control de la correcta orientación de las palas del rotor, también en caso de cualquier contingencia como sobrecalentamiento del aerogenerador lo para.

**Unidad de refrigeración:** Encargada de mantener al generador a una temperatura prudente.

**Anemómetro y la Velea:** Cuya función están dedicadas a calcular la velocidad del viento y la dirección de este respectivamente. Están conectadas al controlador electrónico quien procesa estas señales adecuadamente.

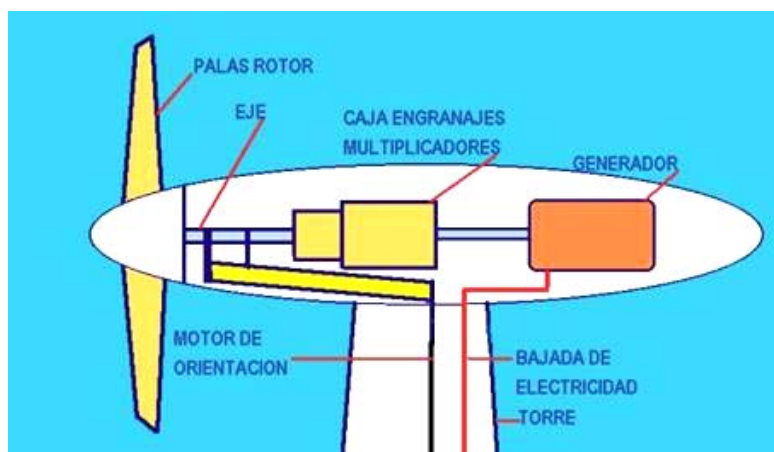


Figura 2: Diagrama interno del aerogenerador

## 1.2 Parque de Eólicos

Si se desea generar una pequeña cantidad de energía eléctrica a pequeña escala se requiere un solo generador eólico, sin embargo, si se desea generar gran cantidad de energía eléctrica se diseñan granjas -parques- de generación eólica, las cuales se componen de un conjunto de generadores eólicos debidamente puestos y controlados -coordinados- con el fin de obtener un efecto aditivo sobre las potencias que genera cada turbina individualmente.

Los aerogeneradores se disponen de forma tal que el aire que deja pasar uno, sea aprovechado por el siguiente de mejor forma.

De esta forma, se pueden conseguir potencias sobre 20TWh -  $20 \cdot 10^{12}$  WattHora- en la actualidad.

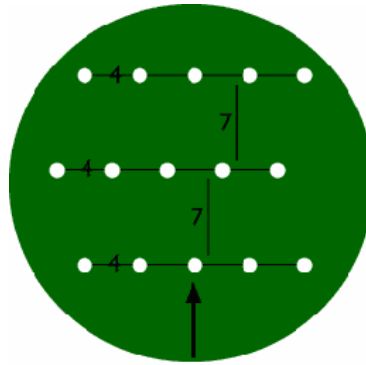


Figura 3: Distribución básica de aerogeneradores

En el caso de Chile, el proyecto más importante está en Coyhaique. “Alto Baguales”, construido en el año 2001, y posee una capacidad de 1980 [kW], mediante el uso de 3 turbinas de 660 [kW] y de 47 [m] de diámetro.



Figura 4: Alto Baguales, Coyhaique, Chile

### 1.3 Tipos de Turbinas

Las turbinas eólicas pueden clasificarse en 2 categorías: turbinas de eje horizontal y turbinas de eje vertical. Las turbinas de eje horizontal son las más comunes y mejores.

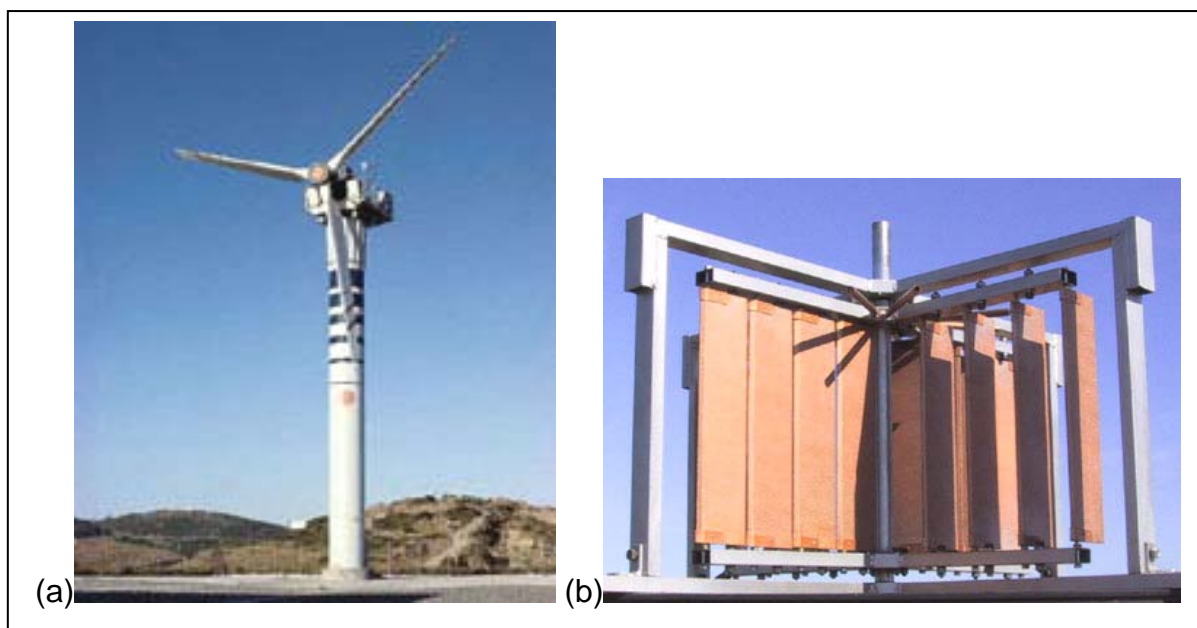
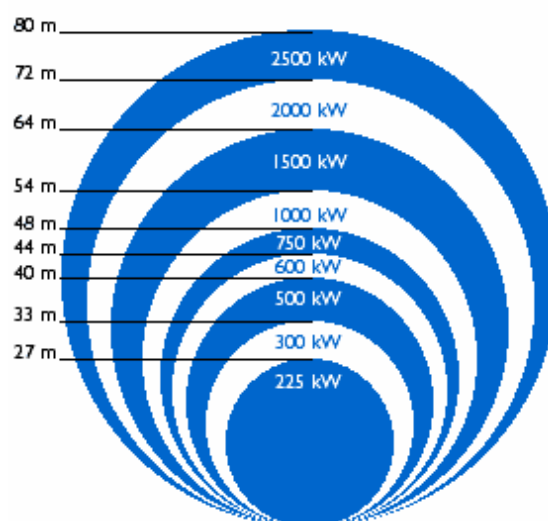


Figura 5: Generadores de eje horizontal(a) y vertical (b)

## 1.4 Potencia Generada

*“La potencia producida aumenta con el área de barrido del rotor”*



Puede calcularse la potencia del viento, tomando un área circular de incidencia del viento.

$$P = \frac{\rho v^3}{3} \cdot \pi r^2$$

$\rho$  = densidad del Aire  
 $v$  = velocidad del viento

$r$  = radio del rotor

### 1.5 Conversión Electromecánica

En el siglo 19, Maxwell sentó las bases de la teoría electromagnética. A partir de sus ecuaciones (como lo comprobó Faraday experimentalmente) se desprende que al someter una bobina a un campo magnético variable se produce una diferencia de potencial en sus extremos, fenómeno conocido como inducción. Ésta diferencia de potencial puede ser usada para hacer circular una corriente si a la bobina se le conecta una carga. Un campo magnético variable puede generarse a partir de uno fijo (un imán por ejemplo) generando un movimiento relativo entre éste y la espira.

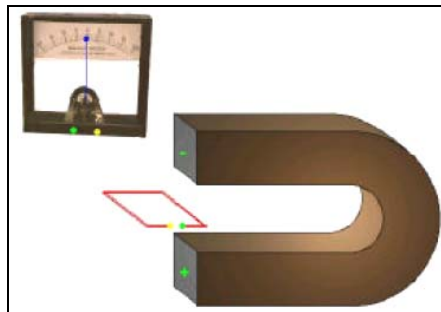


Figura 6: Experimento de Faraday

### 2.Elementos a utilizar

En el laboratorio se cuenta con los siguientes elementos a utilizar:

- Banco de ampolletas de 24[V]
- Cables con pinzas
- Generador eólico instalado en el túnel de viento
- 2 Multímetros

Ante la falta de cualquier elemento, consulte al profesor auxiliar.

### 3.Actividad 1: Curva de carga del generador

En esta parte se calculará la curva de carga del generador eólico.

1. Conecte los cables rojo y negro del generador, al banco de ampolletas. La conexión debe hacerse mediante un multímetro que mida corriente, tal como se indica en la figura.



--	--	--	--

4. Realice el grafico de la curva de carga (voltaje en función de corriente), y en el mismo gráfico, la curva de potencia en función de la corriente.

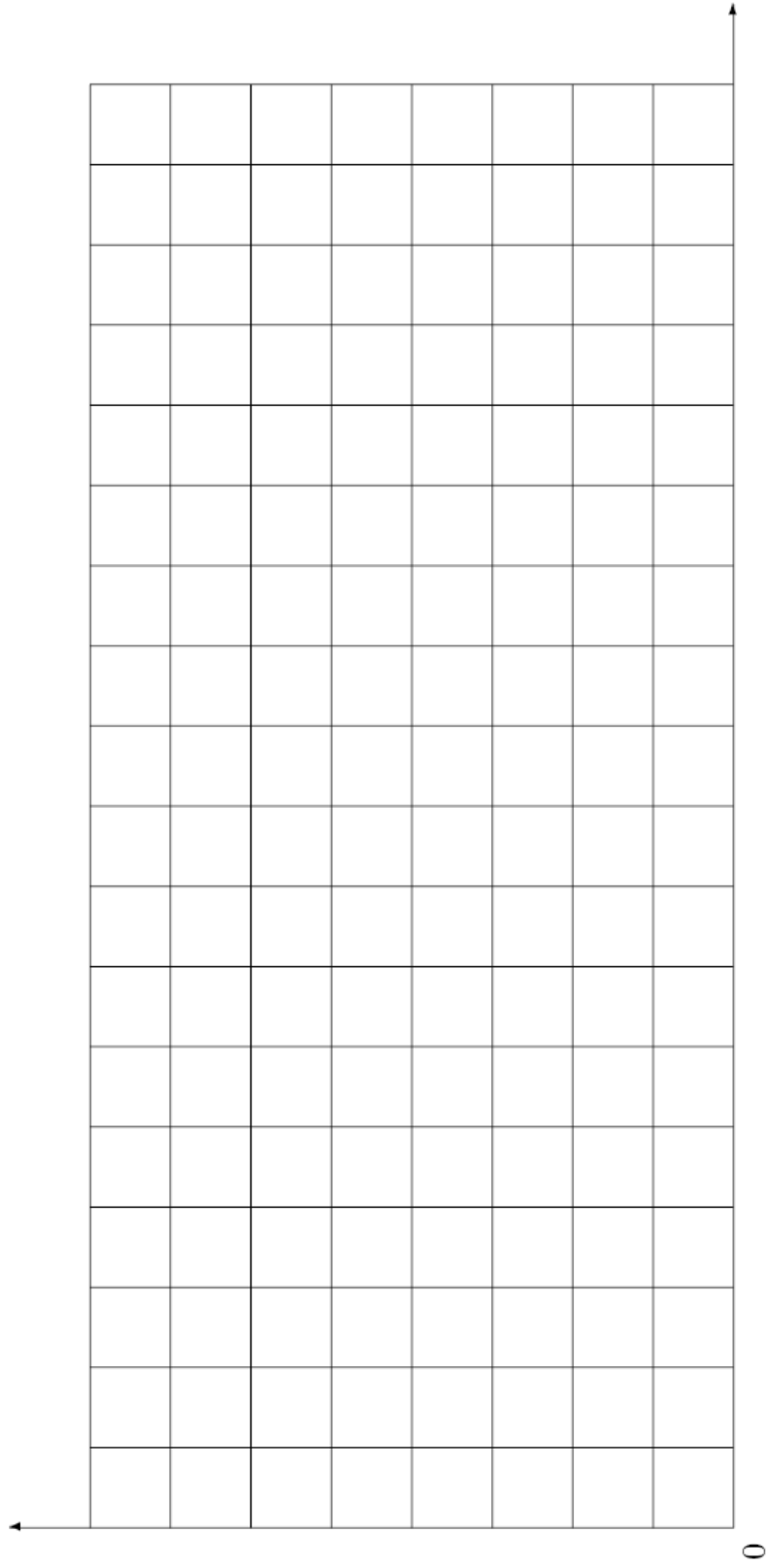
5. Elija la carga (cantidad de ampolletas) que maximiza la potencia.

Nº $P_{\max}$ =
-----------------

6. Con ese número de ampolletas fijo se efectuará la siguiente actividad.

Apague el variador de frecuencia.

Tensión [    ]



Corriente [    ]



#### 4. Actividad 2: Velocidad del viento

1. Varíe la velocidad del viento (con el variador de frecuencia) entre 3 y 6 [m/s].  
Llene la tabla con los datos obtenidos y las unidades de medición.

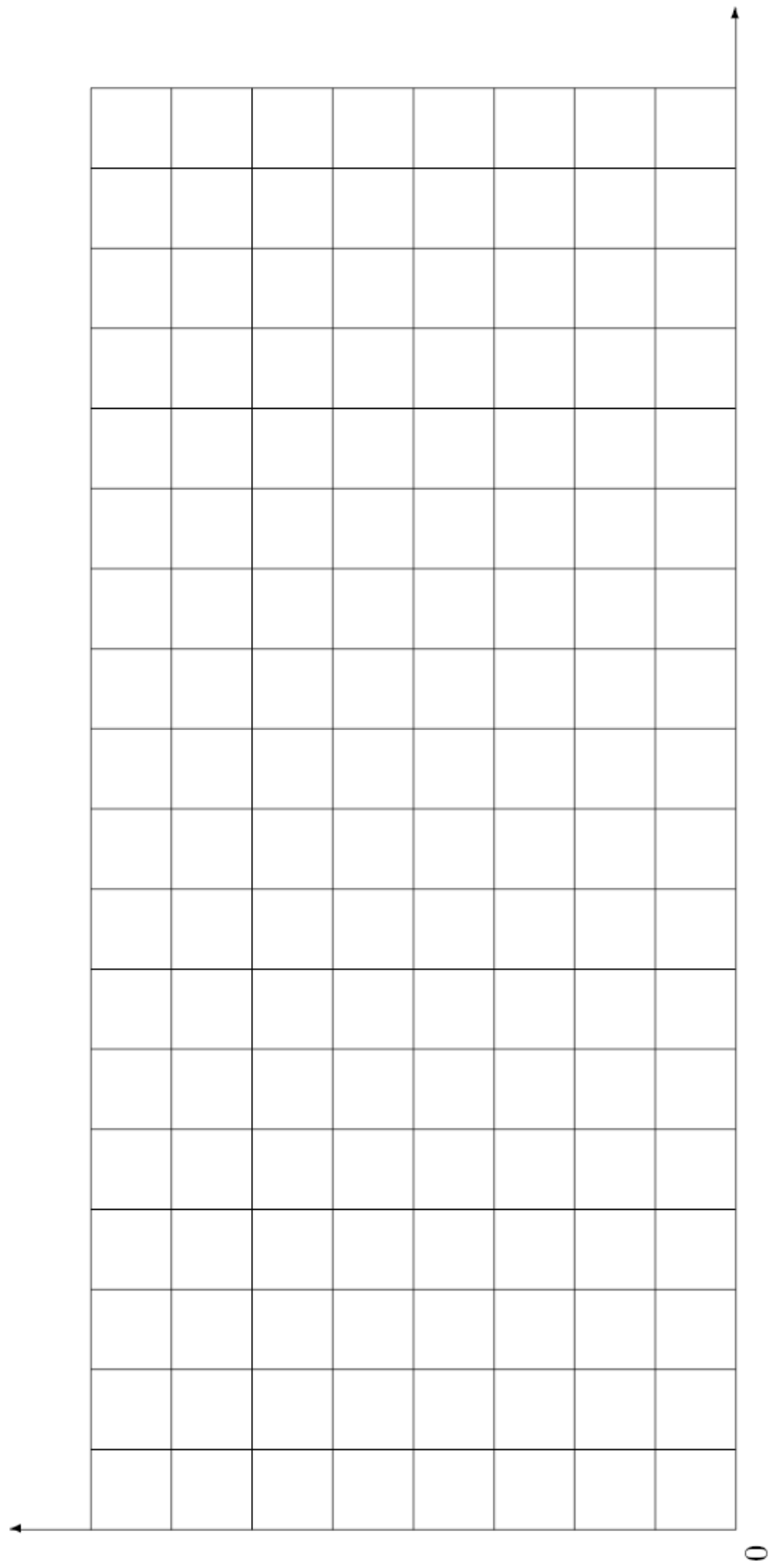
Frecuencia del Variador [ ]	Velocidad del Viento [ ]	Voltaje [ ]	Corriente [ ]	Potencia [ ]

Grafique la potencia en función de la velocidad del viento.

3. ¿Existe alguna dependencia de la potencia en función de la velocidad del viento (es recta, parábola, etc.) o es constante? ¿A que se puede deber este fenómeno?
4. Con la supervisión de los ayudantes, abra la escotilla del túnel de viento. Introduzca manos y cabeza en el túnel de viento cuidadosamente.  
Experimente con distintas velocidades. ¿Sería capaz, después de varias pruebas, de reconocer aproximadamente la velocidad del viento en algún lugar?



Potencia [     ]



Velocidad viento

0