

4. Energía eólica.

La energía eólica tiene su origen en el viento, es decir, en el aire en movimiento. El viento se puede definir como una corriente de aire resultante de las diferencias de presión en la atmósfera provocadas, en la mayoría de los casos, por variaciones de temperatura, debidas a las diferencias de la radiación solar en los distintos puntos de la Tierra.

Las variables que definen el régimen de vientos en un punto determinado son:

- Situación geográfica
- Características climáticas
- Estructura topográfica
- Irregularidades del terreno
- Altura sobre el nivel del suelo

Sólo un 2 % de la energía solar que llega a la Tierra se convierte en energía eólica y por diversos motivos, sólo una pequeña parte de esta energía es aprovechable. A pesar de ello, se ha calculado que el potencial energético de esta fuente de energía es unas 20 veces el actual consumo mundial de energía, lo que hace de la energía eólica una de las fuentes de energía renovables de primera magnitud.

La energía del viento es de tipo *cinético* (debida a su movimiento); lo que hace que la potencia obtenida del mismo dependa de forma acusada de su velocidad, así como del área de la superficie captadora.

Desde hace siglos el ser humano ha aprovechado la energía eólica para diferentes usos: molinos, transporte marítimo mediante barcos de vela, serrerías,... pero es en la actualidad cuando su uso es casi exclusivo para la obtención de electricidad.

Las máquinas eólicas encargadas de este fin se llaman **aerogeneradores, aeroturbinas o turbinas eólicas**. En definitiva, los aerogeneradores transforman la energía mecánica del viento en energía eléctrica.



4.1. AEROGENERADORES: Funcionamiento, partes y tipos.

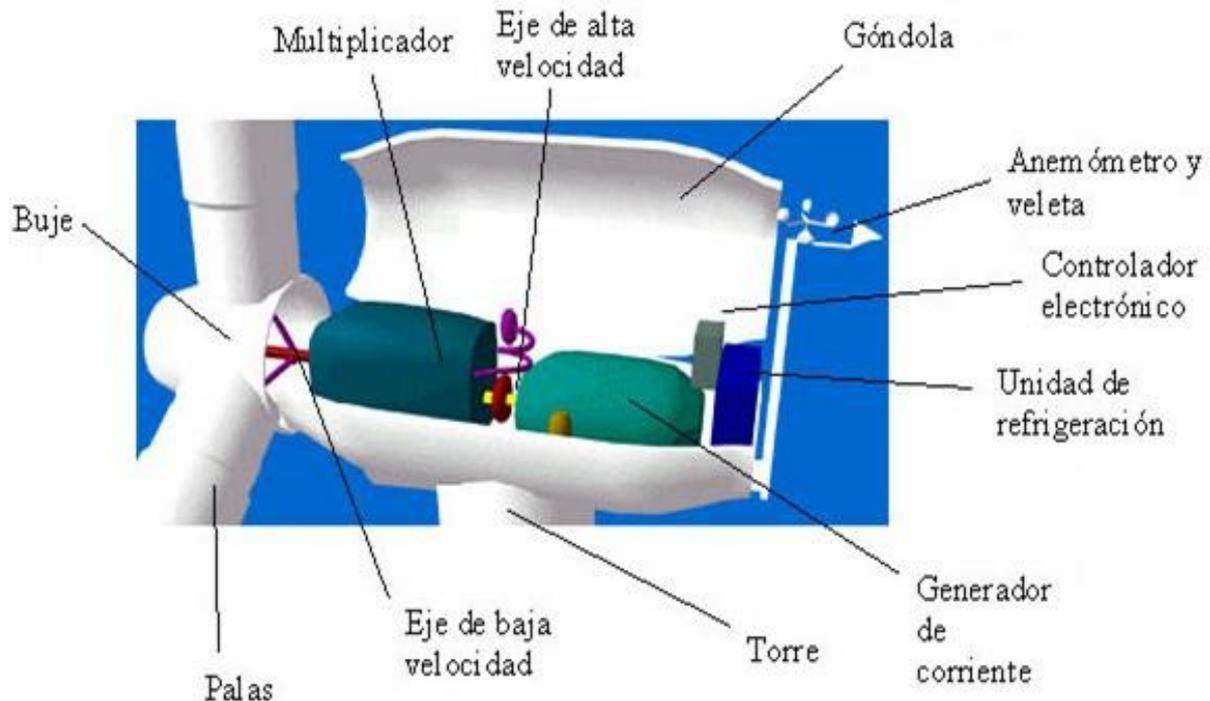
4.1.1 Funcionamiento.

El funcionamiento es el siguiente: el viento incide sobre las palas del aerogenerador y lo hace girar, este movimiento de rotación se transmite al generador a través de un sistema multiplicador de velocidad. El generador producirá corriente eléctrica que se deriva hasta las líneas de transporte. Para asegurar en todo momento el suministro eléctrico, es necesario disponer de acumuladores.

4.1.2 Partes.

Los elementos de que consta una máquina eólica son los siguientes:

- Soportes (torres o tirantes)
- Sistema de captación (rotor)
- Sistema de orientación
- Sistema de regulación (controlan la velocidad de rotación)
- Sistema de transmisión (ejes y multiplicador)
- Sistema de generación (generador)



Torre

Es el elemento de sujeción y el que sitúa el rotor y los mecanismos que lo acompañan a la altura idónea. Está construida sobre una base de hormigón armado (**cimentación**) y fijado a ésta con pernos. La torre tiene forma tubular y debe ser suficientemente resistente para aguantar todo el peso y los esfuerzos del viento, la nieve, etc. En su base está generalmente el **armario eléctrico**, a través del cual se actúa sobre los elementos de generación y que alberga todo el sistema de cableado que proviene de la góndola, así como el **transformador** que eleva la tensión. En el exterior tiene escalas para acceder a la parte superior.

El rotor

Es el elemento que capta la energía del viento y la transforma en energía mecánica. A su vez, el rotor se compone de tres partes fundamentales: **las palas** (que capturan la energía contenida en el viento), **el eje** (que transmite el movimiento giratorio de las palas al aerogenerador) y **el buje** (que fija las palas al eje de baja velocidad).

Las palas son los elementos más importantes, pues son las que reciben la fuerza del viento y se mueven gracias a su diseño aerodinámico. Están fabricadas con resina de poliéster y fibra de vidrio sobre una estructura resistente, y su tamaño depende de la tecnología empleada y de la velocidad del viento.

Góndola

Es la estructura en la que se resguardan los elementos básicos de transformación de la energía, es decir: multiplicador, eje del rotor, generador y sistemas auxiliares.

Multiplicador

Es un elemento conectado al rotor que multiplica la velocidad de rotación del eje (unas 50 veces) para alcanzar el elevado número de revoluciones que necesitan las dinamos y los alternadores.

Dentro de los multiplicadores se distinguen dos tipos: los de *poleas dentadas* y los de *engranaje*.

- ✓ Multiplicadores de poleas dentadas. Se utilizan para rotores de baja potencia
- ✓ Multiplicadores de engranaje. En este tipo de multiplicadores los engranajes están protegidos en cajas blindadas para evitar su desajuste y desengrasado

Aunque la mayoría de los aerogeneradores tienen multiplicador, existen algunos rotores que no lo necesitan.

Sistema hidráulico

Utilizado para restaurar los frenos aerodinámicos del aerogenerador.

Eje de alta velocidad

Gira aproximadamente a 1.500 revoluciones por minuto (r.p.m.), lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico. Está equipado con un freno de disco mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

Generador

La función del generador es transformar la energía mecánica en energía eléctrica. En función de la potencia del aerogenerador se utilizan **dinamos** (son generadores de corriente continua y se usan en aerogeneradores de pequeña potencia, que almacenan la energía eléctrica en baterías) o **alternadores** (son generadores de corriente alterna). La potencia máxima suele estar entre 500 y 4000 kilovatios (kW).

Mecanismo de orientación

Activado por el controlador electrónico, que vigila la dirección del viento utilizando la veleta. Normalmente, la turbina sólo se orientará unos pocos grados cada vez, cuando el viento cambia de dirección.

Controlador electrónico

Tiene un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción (por ejemplo, un sobrecalentamiento en el multiplicador o en el generador), automáticamente para el aerogenerador.

Unidad de refrigeración

Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contiene una unidad de refrigeración de aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores enfriados por agua.

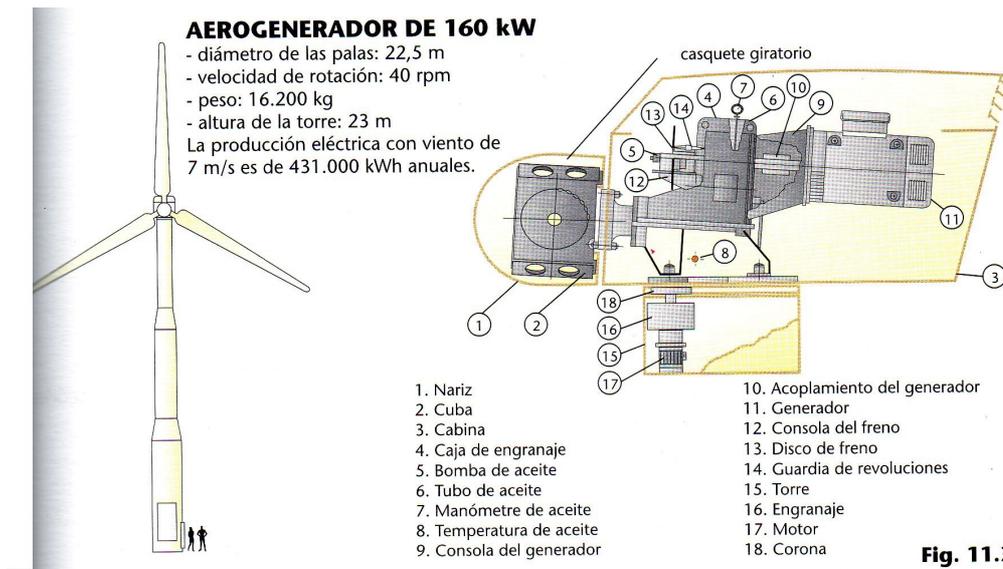
Anemómetro y la veleta

Se utilizan para medir la velocidad y la dirección del viento. Las señales electrónicas del anemómetro son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para conectar el aerogenerador cuando el viento alcanza aproximadamente 5 m/s (18 km/h). El ordenador parará el aerogenerador automáticamente si la velocidad del viento excede de 25 m/s (90 km/h), con el fin de proteger a la turbina y sus alrededores. Las señales de la veleta son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para girar al aerogenerador en contra del viento, utilizando el mecanismo de orientación.

4.1.3 Tipos

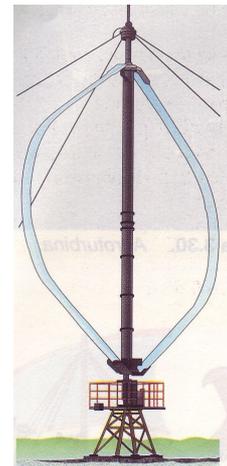
Hay diferentes aerogeneradores:

1. **Aerogeneradores de eje horizontal:** son los más utilizados. Deben mantenerse paralelos al viento, lo que exige una orientación previa, de modo que éste incida sobre las palas y haga girar el eje. Estos aerogeneradores pueden ser:
- De potencia baja o media (hasta 50 kW): Suelen tener muchas palas (hasta veinticuatro). Se utilizan en el medio rural y como complemento para viviendas.
 - De alta potencia (más de 50 kW): Suelen tener como máximo cuatro palas de perfil aerodinámico, aunque normalmente tienen tres. Necesitan vientos de más de 5 m/s. Tiene uso industrial, disponiéndose en parques o centrales eólicas.



2. **Aerogeneradores de eje vertical:** Su desarrollo tecnológico está menos avanzado que las anteriores y su uso es escaso, aunque tiene perspectivas de crecimiento. No necesitan orientación y ofrecen menos resistencia al viento.

El funcionamiento de este tipo de aerogeneradores es similar al de los de eje horizontal. El viento incide sobre las palas del aerogenerador y lo hace girar, este movimiento de rotación se transmite al generador a través de un sistema multiplicador de velocidad. El generador producirá corriente eléctrica que se deriva hasta las líneas de transporte. Para asegurar en todo momento el suministro eléctrico, es necesario disponer de acumuladores.



4.2. Diseño de las instalaciones.

En el diseño de una instalación eólica es necesario considerar tres factores:

- El emplazamiento
- El tamaño de la máquina
- Los costes

El **emplazamiento** elegido para instalar la máquina eólica ha de cumplir dos condiciones: el viento ha de soplar con regularidad y su velocidad ha de tener un elevado valor medio.

Es necesario disponer de una información meteorológica detallada sobre la estructura y distribución de los vientos. Las mediciones estadísticas deben realizarse durante un período mínimo de tres años, para poder obtener unos valores fiables, que una vez procesados permiten elaborar:

- *Mapas eólicos*: proporcionan una información de ámbito global del nivel medio de los vientos en una determinada área geográfica, situando las zonas más idóneas bajo el punto de vista energético
- *Distribuciones de velocidad*: estudio a escala zonal de un mapa eólico, que proporciona el número de horas al año en que el viento tiene una dirección y una velocidad determinadas
- *Perfiles de velocidad*: variación de la velocidad del viento con la altura respecto al suelo, obtenido por un estudio puntual

El **tamaño** de la máquina condiciona fuertemente los problemas técnicos. En el caso de las grandes plantas eólicas, el objetivo principal es conseguir unidades tan grandes como sea posible, con el fin de reducir los costes por kW obtenido, pero las grandes máquinas presentan problemas estructurales que sólo los puede resolver la industria aeronáutica. Para las pequeñas aeroturbinas, el problema es diferente; el objetivo técnico principal es la reducción de su mantenimiento, ya que su aplicación suele estar dirigida a usos en zonas aisladas.

El **coste**, si se desea producir energía eléctrica para distribuir a la red, es lógico diseñar una planta eólica mediana o grande, mientras que si se trata de utilizar esta energía de forma aislada, será más adecuado la construcción de una máquina pequeña, o acaso mediana.

El tamaño de la planta eólica determina el nivel de producción y, por tanto, influye en los costes de la instalación, dentro de los que cabe distinguir entre el coste de la planta (coste por kW) y el coste de la energía (coste por kWh).

4.3. Aplicaciones.

- Energía mecánica: Bombeo de agua y riego
- Energía térmica: Acondicionamiento y refrigeración de almacenes, refrigeración de productos agrarios, secado de cosechas, calentamiento de agua
- Energía eléctrica: aplicación más frecuente, pero que obliga a su almacenamiento o a la interconexión del sistema de generación autónomo con la red de distribución eléctrica

4.4. Ventajas e inconvenientes.

Ventajas	Inconvenientes
Es una energía limpia, no emite residuos	El parque eólico exige construir infinidad de ellas, lo cual es costoso.
Es gratuita e inagotable	La producción de energía es irregular, depende del viento, su velocidad y duración. La instalación sólo puede realizarse en zonas de vientos fuertes y regulares. El terreno no puede ser muy abrupto.
Reduce el consumo de combustibles fósiles, por lo que contribuye a evitar el efecto invernadero y la lluvia ácida, es decir, reduce el cambio climático	Puede afectar a la fauna, especialmente aves, por impacto con las palas
	Contaminación acústica y visual

4.5. Potencia de Entrada y de Salida para un aerogenerador.

La potencia, P, de entrada de un aerogenerador, va a depender de una serie de factores, como son:

- ✓ Velocidad del viento, v (m/s)
- ✓ Superficie de captación, S (m²)
- ✓ Densidad del aire, d (kg/m³)

De la siguiente manera:

$$P = 1/2 \cdot d \cdot S \cdot v^3$$

Obteniendo un valor para la potencia en W

Para obtener la potencia de salida, simplemente debemos tener en cuenta el coeficiente de aprovechamiento.