



EÒLICA

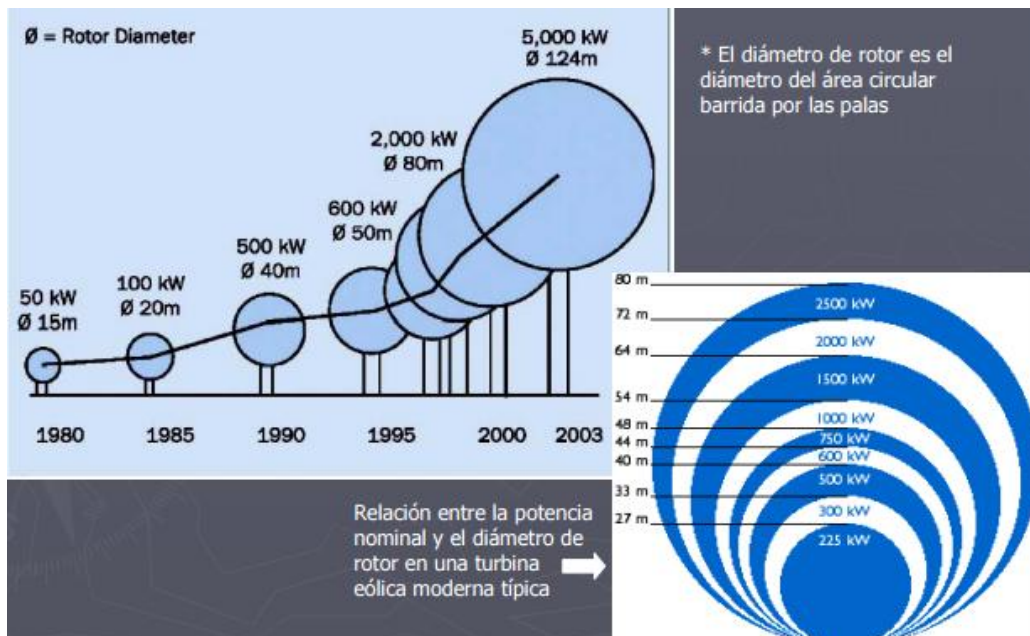
L'energia eòlica és una energia renovable, neta i sense emissió de gasos que provoquin l'efecte hivernacle.

AVANTATGES DE L'ENERGIA EÒLICA

L'impacte ambiental de les instal·lacions eòliques és molt petit:

- ✚ Fan poc soroll
- ✚ Es poden instal·lar en àrees agrícoles, però el terreny pròxim pot continuant-se cultivant.
- ✚ La mort d'aus degudes als aerogeneradors és inferior a la produïda per les línees elèctriques.
- ✚ El cost de la producció ha baixat més d'un 80% en dues dècades.

EVOLUCIÓ DE LA MIDA DELS AEROGENERADORS



CÀLCUL DE LA POTÈNCIA EÒLICA

La potència del vent ens dóna un primer límit per a la potència d'un aerogenerador. Per calcular-la, avaluem l'energia cinètica de la massa de l'aire que travessa per cada unitat de temps, la superfície d'escombrada de les pales.

$$\text{Potència} = \frac{\text{treball}}{\text{temps}} \Rightarrow \text{Potència} = \frac{\text{Energia cinètica}}{\text{temps}}$$

$$P = \frac{1}{2} m V^2 / t \quad m = \text{massa}$$

Com que la massa de l'aire que travessa l'àrea A en un temps t és

$$m = \rho A d \text{ i } d = v t \quad v = \text{velocitat del vent} \quad \rho = \text{densitat de l'aire}$$



$$\text{Potència} = \frac{1}{2} (\rho A d) v^2/t \quad P = \frac{1}{2} (\rho A v t) v^2/t \quad P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

La fracció de l'energia del vent que una turbina converteix a la pràctica en energia mecànica de rotació s'anomena coeficient de potència (C_p) d'aquesta turbina. Així

$$\text{Potència d'una turbina} = C_p * \text{Potència del vent} = C_p \frac{1}{2} \rho A v^3$$

CORBA DE POTÈNCIA D'UN AEROGENERADOR

La corba de potència d'un aerogenerador és un gràfic que indica quina serà la potència elèctrica disponible en l'aerogenerador a diferents velocitats de vent. Dues velocitats característiques en aquestes corbes són:

Velocitat de connexió : Normalment, els aerogeneradors estan dissenyats per començar a girar a velocitats al voltant de 3-5 m/s. És l'anomenada velocitat de connexió.

Velocitat de tall : L'aerogenerador es programarà per parar-se a altes velocitats del vent, d'uns 25 m/s, per evitar possibles danys a la turbina.

COMPONENTS D'UN AEROGENERADOR

GÒNDOLA conté els components clau de l'aerogenerador. El personal de manteniment pot entrar a la gòndola des de la torre de la turbina.

BOIXA DEL ROTOR està acoblada a l'eix de baixa velocitat de l'aerogenerador.

PALES DEL ROTOR capturen el vent i transmeten la seva potència cap a la boixa.

EIX DE BAIXA VELOCITAT està connectat a la boixa i al multiplicador. En un aerogenerador de 600 KW el rotor gira a unes 19-30 rpm.

EIX D'ALTA VELOCITAT gira aproximadament a 1500 rpm, això permet el funcionament del generador elèctric. Està equipat amb un fre de disc mecànic d'emergència. El fre mecànic s'usa en casos de fallada del fre aerodinàmic.

MULTIPLICADOR té a l'esquerra l'eix de baixa velocitat. Permet que l'eix d'alta velocitat que està a la dreta giri 50 vegades més ràpidament que el de baixa velocitat.

GENERADOR ELÈCTRIC sol anomenar-se així al generador asíncron o d'inducció. En un aerogenerador modern la potència màxima només sol estar entre 500 i 3000 KW

MECANISME D'ORIENTACIÓ és activat pel controlador electrònic, que vigila la direcció del vent utilitzant el penell. Normalment, la



EÒLICA

turbina només s'orientarà uns pocs graus cada vegada, quan el vent canvia de direcció.

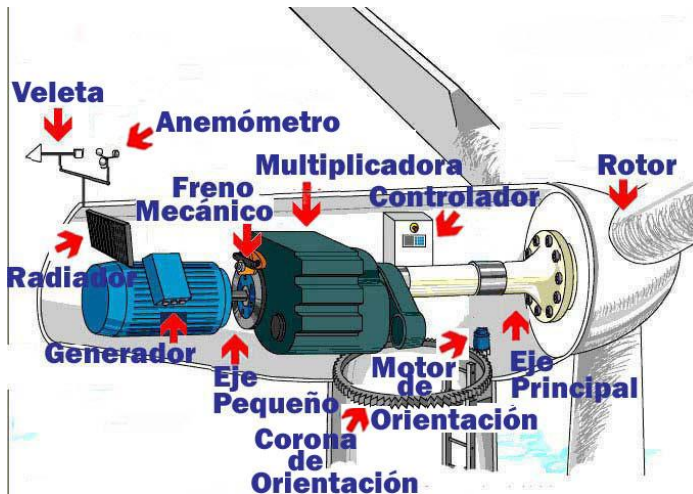
CONTROLADOR ELECTRÒNIC té un ordinador que contínuament monitoritza les condicions de l'aerogenerador i que controla el mecanisme d'orientació. En cas de qualsevol disfunció (ex: sobreescalfament), automàticament per l'aerogenerador i truca a l'ordinador de l'operari encarregat de la turbina a través d'un enllaç telefònic mitjançant mòdem.

SISTEMA HIDRÀULIC és usat per restaurar els frens aerodinàmics de l'aerogenerador.

UNITAT DE REFRIGERACIÓ conté un ventilador elèctric usat per refredar el generador elèctric. A més conté una unitat de refrigeració de l'oli usada per refredar l'oli del multiplicador. Alguns tenen generadors refredats per aigua.

ANEMÒMETRE I PENELL s'usen per mesurar la velocitat i la direcció del vent. Els senyals electrònics de l'anemòmetre són utilitzats pel controlador electrònic de l'aerogenerador per connectar-lo quan el vent arriba aproximadament a 5 m/s. L'ordinador parará a l'aerogenerador automàticament si la velocitat del vent accedeix dels 25 m/s, per protegir la turbina. Els senyals del penell són utilitzats pel controlador electrònic de l'aerogenerador per girar-lo en contra del vent, usant el mecanisme d'orientació.

TORRE suporta la gòndola i el rotor. En els grans aerogeneradors les torres tubulars poden ser d'acer, de gelosia o de formigó.



AERODINÀMICA DELS AEROGENERADORS

Sustentació

El rotor, està format per pales i boixa, està situat a dalt de la torre i també en la gòndola en la majoria dels aerogeneradors moderns. Això serveix perquè el corrent d'aire de darrera de la torre és molt irregular (turbulències).



EÒLICA

Per a què l'aerogenerador giri cal que les pales de tinguin una forma similar a la de les ales dels avions. A més d'això s'ha de tenir en compte la sustentació. Degut al moviment de les pales es poden produir pèrdues de sustentació i els dissenyadors en fan un ús de manera deliberada d'aquest fenomen. També es preocupen de la resistència de l'aire, coneguda com resistència aerodinàmica.

Les pales del rotor dels grans aerogeneradors estan sempre torsionades. La majoria de pales estan construïdes amb plàstic reforçat amb fibra de vidre, és a dir, políester o epoxy reforçat amb fibra de vidre. Una altra possibilitat és utilitzar fibra de carboni com a material de reforç.

DISSENY D'AEROGENERADORS

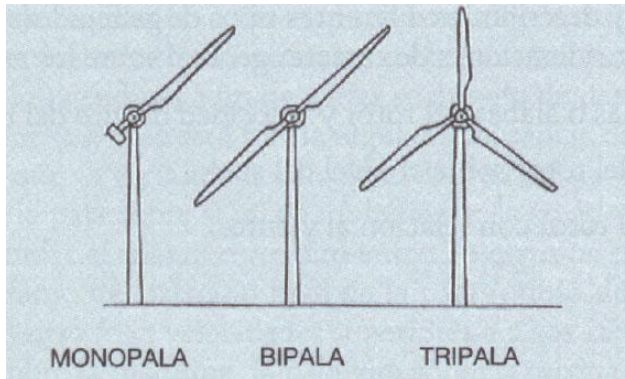
Aerogeneradors d'eix horitzontal

La majoria d'aerogeneradors són d'eix horitzontal

Actualment els aerogeneradors es construeixen amb un nombre imparell de pales. La raó principal és la estabilitat de la turbina. Un rotor amb un nombre imparell de pales pot ser considerat com un disc a l'hora de calcular les propietats dinàmiques de la màquina. Un rotor amb un nombre parell de pales pot donar problemes d'estabilitat en una màquina que tingui una estructura rígida. La raó és que quan la pala està en el punt més alt aquesta es flexiona cap en darrera, degut a que obté la màxima potència del vent, la pala més baixa passa per l'ombra del vent de davant de la torre. La majoria dels aerogeneradors moderns tenen disseny **tripala**, amb el rotor a barlovent .

Els dissenys **bipala** tenen l'avantatge d'estalvi del cost d'una pala i per descomptat el pes. Però solen tenir dificultats per entrar al mercat perquè necessiten més velocitat de gir per poder produir la mateixa energia que els **tripala**. Els aerogeneradors **bipala o monopala** necessiten un disseny més complex, amb un rotor basculant, és a dir, el rotor ha de tenir la capacitat de poder-se inclinar, per evitar les fortes sacsejades a la turbina cada vegada que la pala passa per la torre. Així doncs, el rotor està muntat a l'extrem d'un eix perpendicular a l'eix principal, i que gira junt a aquest. A més en el cas dels **monopala** també cal un contrapes en el costat de la caixa oposada a la pala per equilibrar el rotor.

Multipales : els rotors multipala, s'utilitzen quasi exclusivament en el bombeig de l'aigua. La seva elevada força d'arrancada i el seu cost relativament baix els fan aptes per accionar bombes de pistó



Aerogeneradors eix vertical

Els aerogeneradors d'eix vertical no necessiten orientar-se cap a la direcció del vent, ja que sempre reben el vent de forma òptima, funcionen a més baixes revolucions, és a dir, a menys velocitat de gir i a més tenen un radi de gir de les seves pales més petit. Aquestes característiques fan que es redueixi el soroll, s'aconsegueix una major integritat estructural i es redueix el desgast de les parts mecàniques això implica que el manteniment es redueixi i augmenti la vida útil.



DARRIEUS

Consta d'unes fines pales, amb forma d'ala d'avió simètriques que estan unides a l'eix només pels dos extrems, amb una corba especial dissenyada per obtenir el màxim rendiment. Aquest rotor presenta un problema, no pot arrancar per si sol degut al gran parell d'arrencada que necessita. Per tant, porta un sistema d'arrencada secundari. Per facilitar l'arrencada s'usen rotors savonius o un sistema elèctric.



Actualment han aparegut nous models al mercat com la turbina **Quietrevolution**. Aquesta turbina està pensada per espais urbans, que

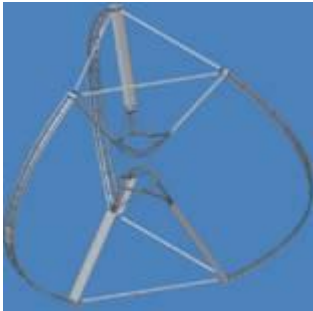


EÒLICA

funciona quan el vent té velocitats superiors a 5 m/s. Es mou molt suaument reduint el soroll de la velocitat punta de la pala.



Turbina Dermond fabricada per instal·lar-se damunt els teulats. Està formada per 3 ganivetes idèntiques amb una superfície de sustentació per aquestes i els puntals inclinats. A l'eix principal hi ha un sistema de coixinets, de fre mecànic, l'accelerador de velocitat i el generador. L'estructura general està pensada per aguantar vents de 200 km/h



Giromill té fulles en forma d'ales d'avió en 3 braços radials que giren al voltat de l'eix vertical central. Aquesta turbina s'arria amb vents molt baixos mitjançant l'ús de les forces d'arrossegament i després les forces d'elevació per l'acceleració.



Savonius és un dels generadors d'eix vertical més senzill en fabricació i instal·lació. Té un baix manteniment, cost baix i aconseguix arrancar amb poc vent i no cal sistema d'orientació del vent. No obstant, té l'inconvenient que el rendiment és un dels més baixos. La velocitat de gir és molt petita per això necessita sistemes de transmissió



EÒLICA



NOUS AEROGENERADORS

