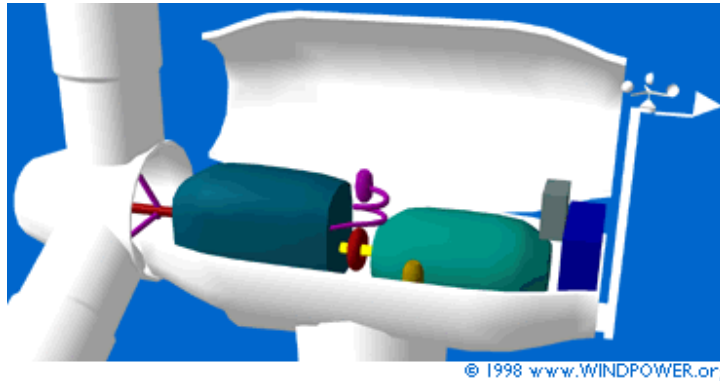


# Como funciona um aerogerador

## Componentes de um aerogerador



**Gôndola:** contém os componentes-chaves do aerogerador.

**Pás do rotor:** captura o vento e transmite sua potência até o cubo que está acoplado ao eixo de baixa velocidade.

**Multiplicador de velocidade:** permite que o eixo de alta velocidade gire em torno de 40 vezes mais que o de baixa.

**Freio mecânico de disco:** utilizado em caso de emergência ou manutenção.

**Gerador elétrico:** pode ser síncrono ou assíncrono.

**Mecanismo de orientação:** ativado por controle eletrônico quando o vento muda de direção.

**Unidade de refrigeração:** ventilador elétrico para esfriar o gerador e uma unidade para esfriar o óleo do multiplicador de velocidade.

**Anemômetro e medidor de direção:** mede a velocidade e a direção do vento.

## Aerodinâmica em aerogeradores



© 1998 www.WINDPOWER.org

Os aerogeradores modernos usam a tecnologia conhecida dos aviões e dos helicópteros e teve mais avanço próprio, já que os aerogeradores funcionam em condições adversas com as mudanças de velocidades e direção de ventos.

### Sustentação

A razão pela qual os aviões podem voar, é que o ar que desliza na superfície superior das asas se move mais rápido que a da parte inferior.



© 1998 www.WINDPOWER.dk

Isso implica uma pressão menor na parte superior, o que cria uma sustentação, quer dizer, a força de impulso para cima que permite o avião voar. A sustentação é perpendicular a direção do vento.

## Perda de sustentação



© 1998 www.WINDPOWER.dk

Se o fluxo de ar da superfície superior deixar de ficar em contato com a asa, a sustentação derivada da baixa pressão na superfície superior desaparece. Este fenômeno é conhecido como **perda de sustentação**.

## Resistência aerodinâmica

Os projetistas de aviões e das pás do rotor não se preocupam somente com a sustentação ou com a perda de sustentação. Também se preocupam com a resistência aerodinâmica, que aumenta se a área orientada na direção do vento aumentar.

## Aerodinâmica do rotor



Para estudar como o vento se move com respeito as pás do rotor de um aerogerador, vamos fixar um traço vermelho nos extremos das pás e amarelo a uma distância do cubo de  $\frac{1}{4}$  do comprimento da pá. Se a velocidade na ponta da pá for de 64 m/s a um quarto do centro será de 16 m/s.

As pás do rotor dos grandes aerogeradores estão sempre torsionadas. Assim é, com a finalidade de que o ângulo de ataque seja otimizado desde a base até o extremo.

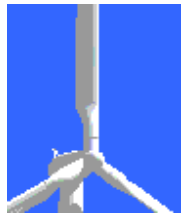
### **Materiais das pás do rotor**

A maioria das modernas pás de rotor de grandes aerogeradores, são fabricados com plásticos reforçados com fibra de vidro, ou seja, poliéster ou epóxi com fibra de vidro. Outra possibilidade é utilizar fibra de carbono como material de reforço. Essa possibilidade é anti-econômica para grandes aerogeradores. Os materiais como madeira, madeira-fibra-epóxi estão em desenvolvimento. As de aço e de alumínio têm problema de peso e de fadiga. Atualmente são usados em pequenos aerogeradores.

## **Controle de potência em aerogeradores**

Os aerogeradores são projetados para produzir energia elétrica da forma mais econômica possível. Assim são projetados para render o máximo a velocidade em torno de 15 m/s. É melhor não projetar aerogeradores que maximizem seu rendimento a ventos mais fortes, já que ventos mais fortes são raros.

### **Regulação de potência por ângulo de passo(pitch)**



Em um aerogerador com regulação por controle pitch, o controlador da turbina compara várias vezes por segundo a potência. Quando esta atinge um valor especificado, o controlador envia um sinal ao mecanismo de mudança de ângulo de passo que imediatamente inicia o giro das pás do rotor. O mecanismo de troca de ângulo de passo funciona de forma hidráulica.

## **Regulação por perda aerodinâmica(stall)**

Os aerogeradores de regulação por stall (passiva) têm as pás do rotor unidas ao cubo em um ângulo fixo. O perfil da pá é projetado para assegurar que, no momento em que a velocidade do vento seja bastante alto (demasiadamente), se crie turbulência. A perda de sustentação evita que a força de sustentação da pá atue no rotor. A principal vantagem da regulação por perda aerodinâmica é que se evitam as partes móveis do rotor e um complexo sistema de controle.

## **Regulação ativa por perda aerodinâmica**

Tecnicamente as máquinas de regulação ativa por perda aerodinâmica se parecem com as de controle de pitch. Para se ter um momento de torsão alto a baixa velocidade de vento, esse tipo de máquina são normalmente programada para girar suas pás.

Uma das vantagens desse tipo de regulação é que a produção de potência pode ser controlada de forma mais exata que as com regulação passiva, com a finalidade de evitar que no início de uma rajada de vento a potência nominal seja ultrapassada. Outra vantagem é que a máquina pode funcionar quase a potência nominal em todas as velocidades de vento.

## Mecanismo de orientação

O mecanismo de orientação de um aerogerador é utilizado para girar o rotor da turbina contra o vento. A turbina tem um erro de orientação quando o rotor não está perpendicular ao vento. Quase todos os aerogeradores de eixo horizontal possuem esse mecanismo mediante motores elétricos e multiplicadores de força. Outro mecanismo usado é o medidor de torção dos cabos.

## Torres de aerogeradores



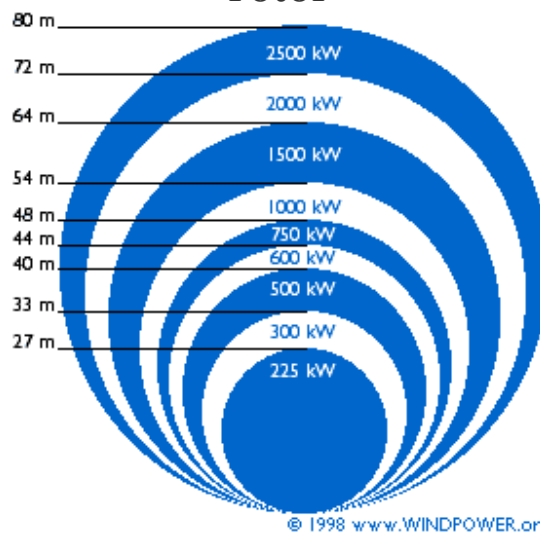
A torre do aerogerador suporta a gôndola e o rotor. Nos grandes aerogeradores as torres tubulares podem ser de aço, de treliça ou de concreto. As torres tubulares estaiadas são usadas em pequenos aerogeradores. Geralmente, o preço da torre da turbina eólica está em torno de 20% do custo total. Para uma torre de 50 m, o custo adicional de outros 10 m é de aproximadamente \$15.000,00 americanos. É importante para o custo final da energia, construir torres da forma mais otimizada possível.

## Tamanho de aerogeradores



Quando um agricultor fala da extensão de terra que está cultivando normalmente fala em termos de hectares. O mesmo ocorre com os aerogeradores. No caso de cultivo eólico a área é na vertical.

### Potência produzida aumenta com a área varrida pelo rotor



A figura dá uma idéia dos tamanhos normais dos aerogeradores. Uma turbina típica com um gerador elétrico de 600 kW possui um rotor de 44 m. Dobrando-se o diâmetro obtêm-se uma área quatro vezes maior. Significa uma potência também de quatro vezes maior.



## **Razões para escolha de grandes turbinas**

1. As máquinas maiores são capazes de produzir eletricidade a um custo mais baixo.
2. Custo de montagem e transporte é mais ou menos independente do tamanho da máquina.
3. Bem adaptada para localização no mar.

## **Razões para escolha de turbinas menores**

1. Rede elétrica fraca.
2. Menos flutuação na energia com a saída de um parque eólico composto de várias máquinas pequenas.
4. Custo de usar grandes guindastes, usar grandes carretas para o transporte das máquinas.
5. Com várias máquinas menores diminui o risco para uma descarga atmosférica.

## **Segurança em aerogeradores**

Os componentes de um aerogerador são projetados para durar 20 anos. Isto significa que terão que funcionar mais de 120.000 horas em baixas condições climáticas tormentosas. Para isso possui alguns dispositivos de segurança, que são:

**Sensores:** vibração, termômetros para medir a temperatura do óleo do multiplicador de velocidade e a temperatura do gerador.

**Proteção contra sobre velocidade:** o gerador se desconecta da rede.

**Sistema de freio aerodinâmico:** ângulo de passo.

**Sistema de freio mecânico:** Freio a disco.

## **Segurança no trabalho**

O principal perigo de trabalhar com aerogeradores é a altura com relação ao solo durante os trabalhos de instalação e de manutenção. Os grandes aerogeradores modernos utilizam torres de aço tubular tronco-cônico. Essa torre oferece vantagem do pessoal ter acesso mais seguro para manutenção.