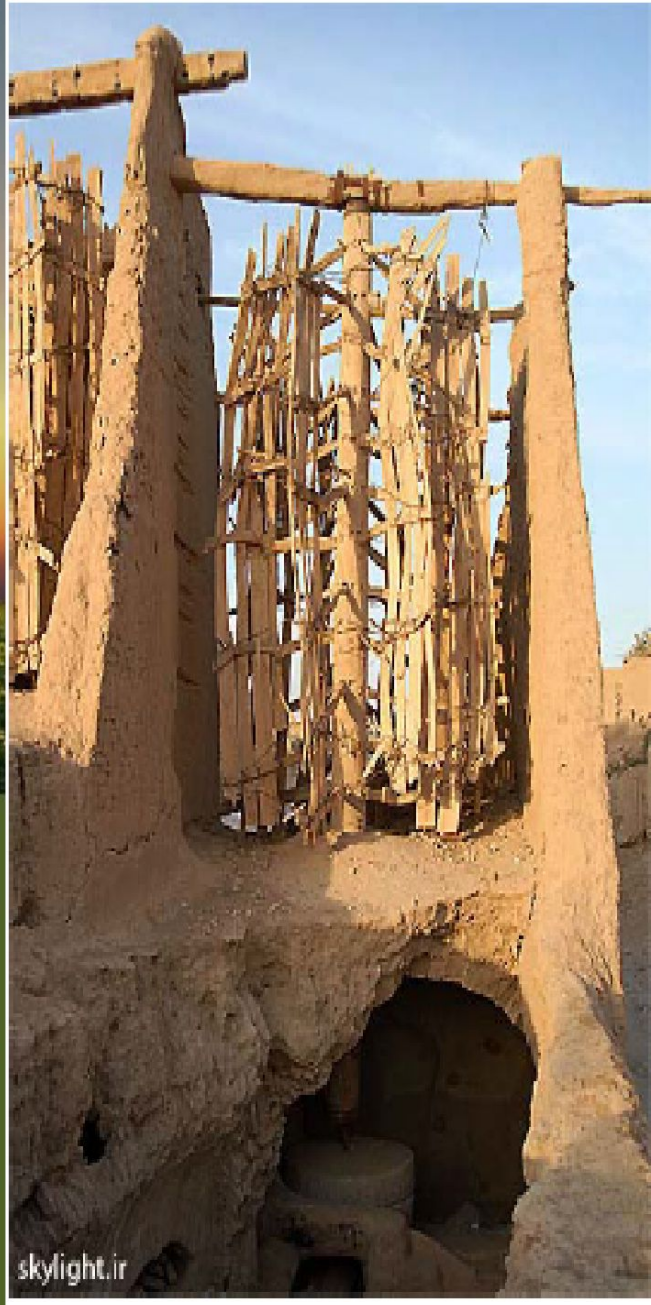
تولید نیروگاه

نیروگاه بادی

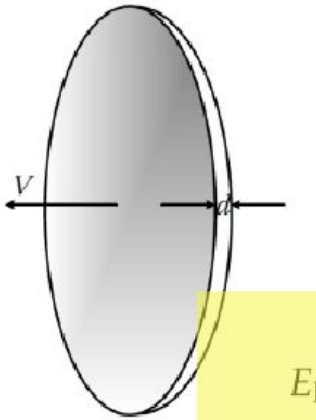
دانشگاه آزاد اسلامی واحد دولت آباد

انرژی باد

- ✓ باد یک منبع انرژی پایا، تجدیدپذیر، فراوان و با توزیع گسترده در سراسر زمین است.
- ✓ استفاده از این انرژی تا حد زیادی می تواند به کاهش مصرف سوخت های فسیلی و بنابراین کاهش تولید آلاینده ها بویژه گازهای گلخانه ای منجر شود.
- ✓ در کشورهایی مثل دانمارک، اسپانیا، پرتغال و آلمان، به ترتیب بیش از ٪۱۹، ٪۹، ٪۹ و ٪۶ انرژی مورد نیاز، توسط توربین های بادی تولید می شود.
- ✓ با اینکه در حال حاضر تنها حدود ٪۱ انرژی مورد نیاز جهان توسط توربین های بادی تامین میشود، این انرژی بیشترین رشد را در میان فناوری های دیگر انرژی های تجدید پذیر داشته است.



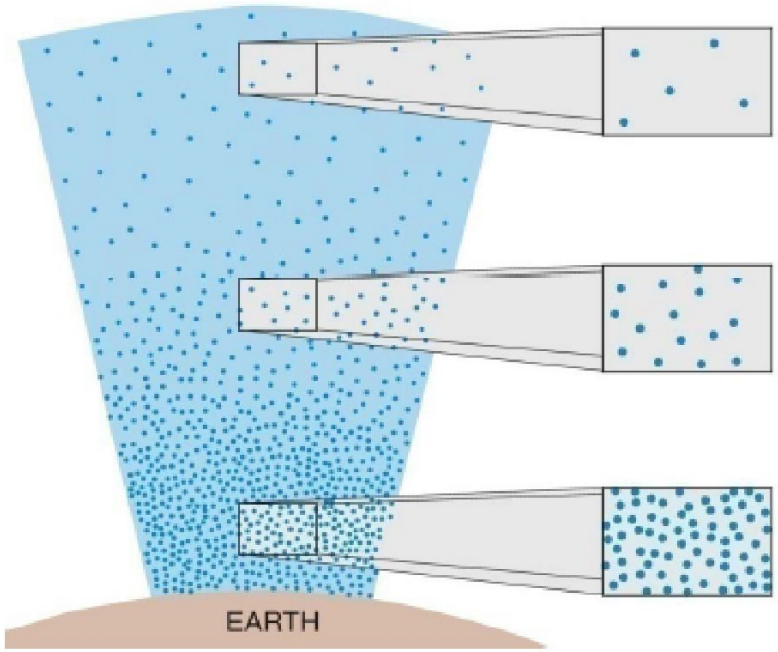
انرژی جنبشی و توان باد



$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\rho V v^2 = \frac{1}{2}\rho A d v^2 = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi d v^2$$

$$P = \frac{E_k}{t} = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi \frac{d}{t} v^2 = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi v^3$$

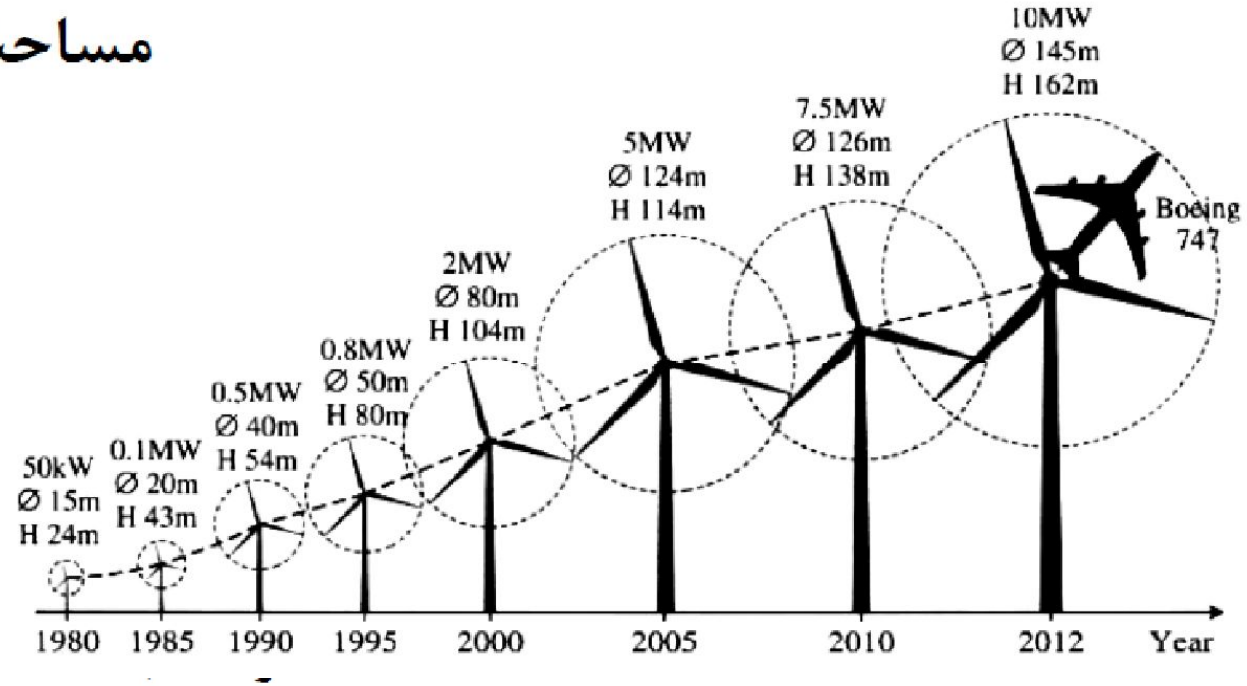
$$P = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi v^3.$$

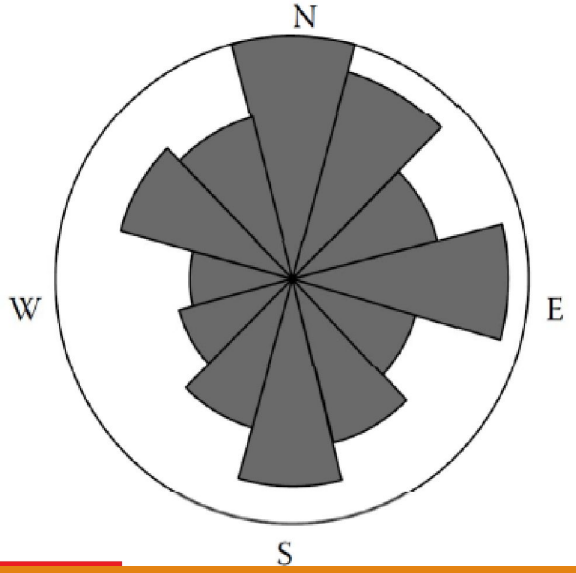


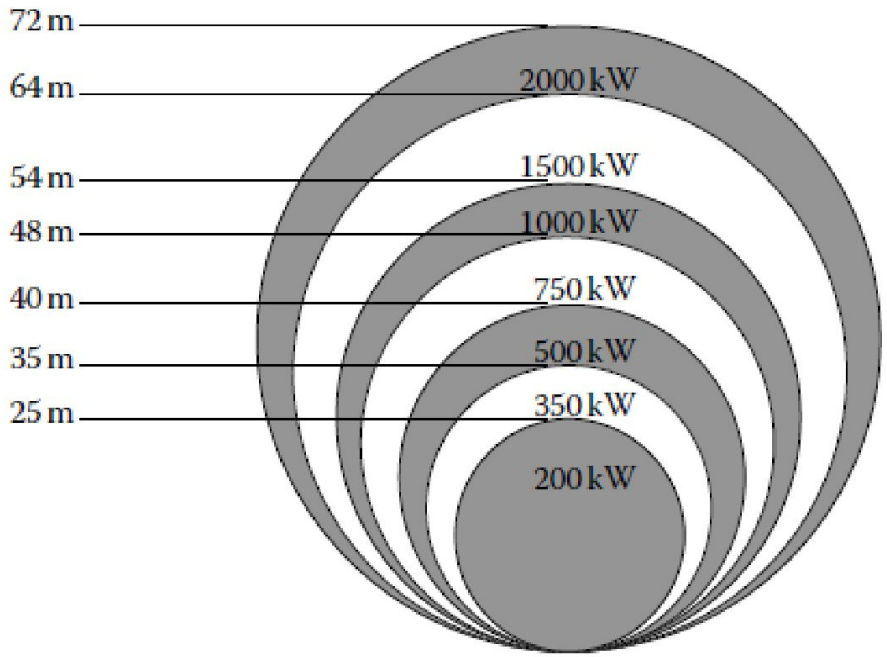
✓ به منظور دریافت موثر انرژی باد چند پارامتر کلیدی را بررسی کرد:

- چگالی هوا،
- مساحت روتور،
- سرعت باد،
- مساحت پره ها.

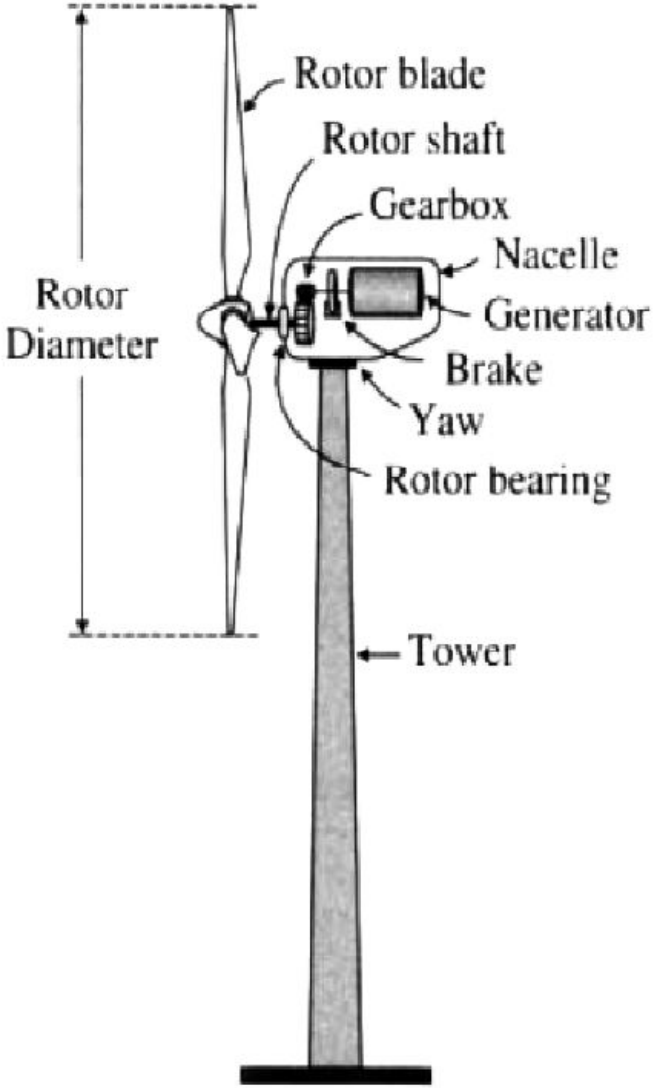
مساحت روتور


50kW
Ø 15m
H 24m
0.1MW
Ø 20m
H 43m
0.5MW
Ø 40m
H 54m
0.8MW
Ø 50m
H 80m
2MW
Ø 80m
H 104m
5MW
Ø 124m
H 114m
7.5MW
Ø 126m
H 138m
10MW
Ø 145m
H 162m
Boeing
747
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2012
Year

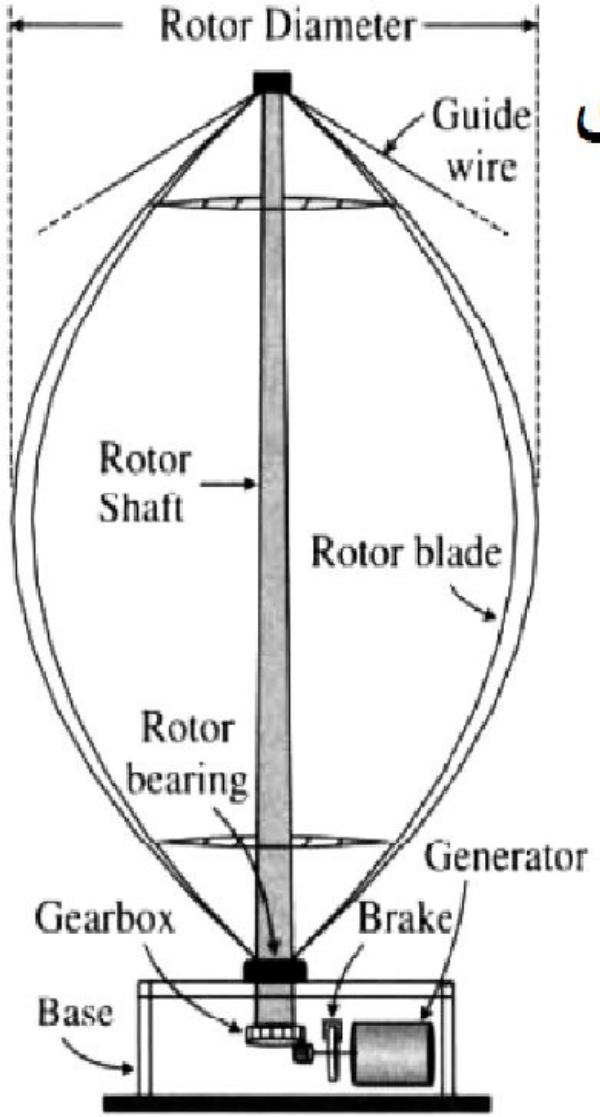

N
W
E
S


72 m
64 m
54 m
48 m
40 m
35 m
25 m
2000 kW
1500 kW
1000 kW
750 kW
500 kW
350 kW
200 kW

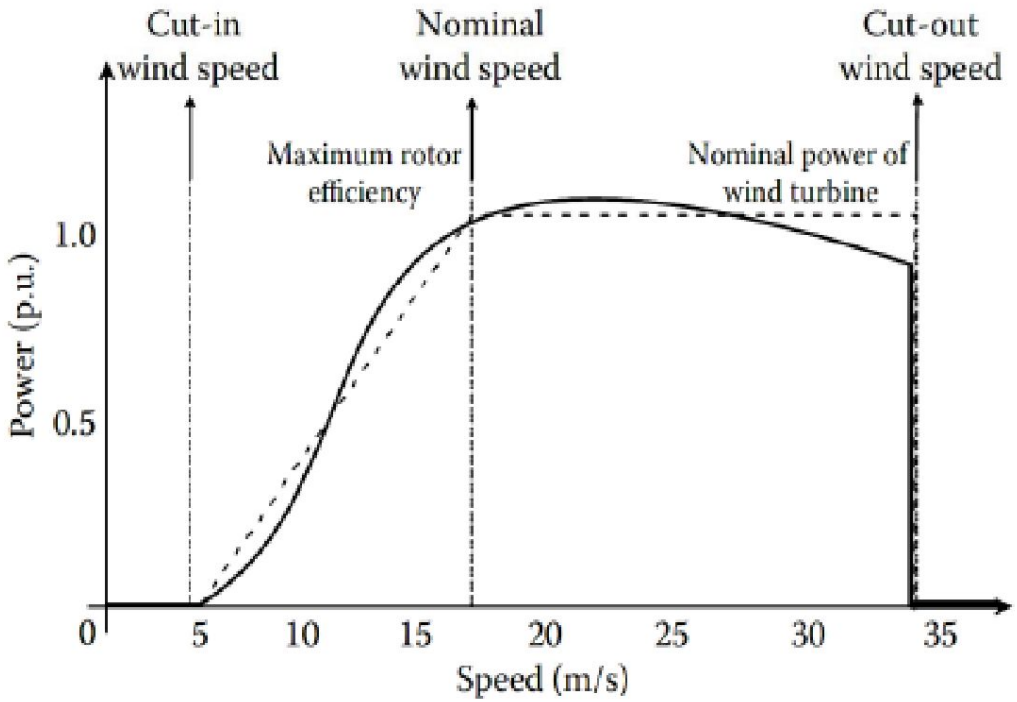
توربین های بادی



(a) Horizontal-axis turbine

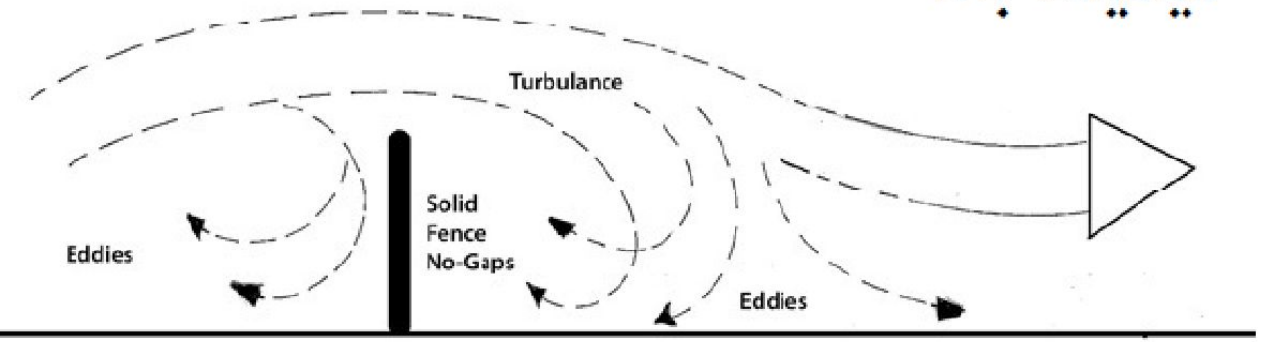


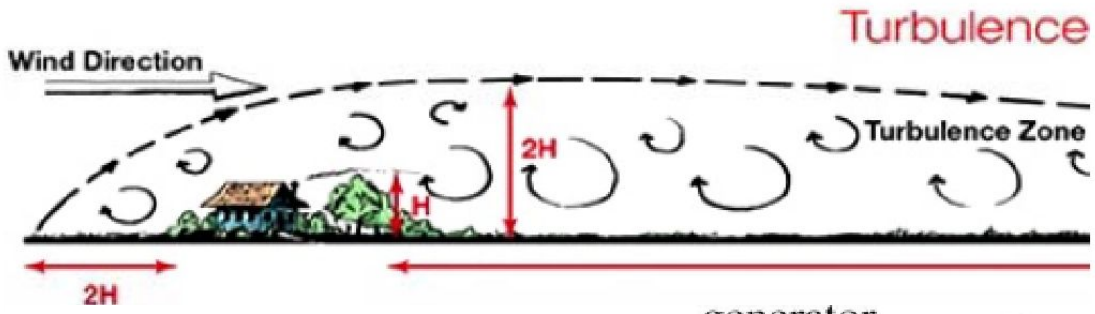
(b) Vertical-axis turbine

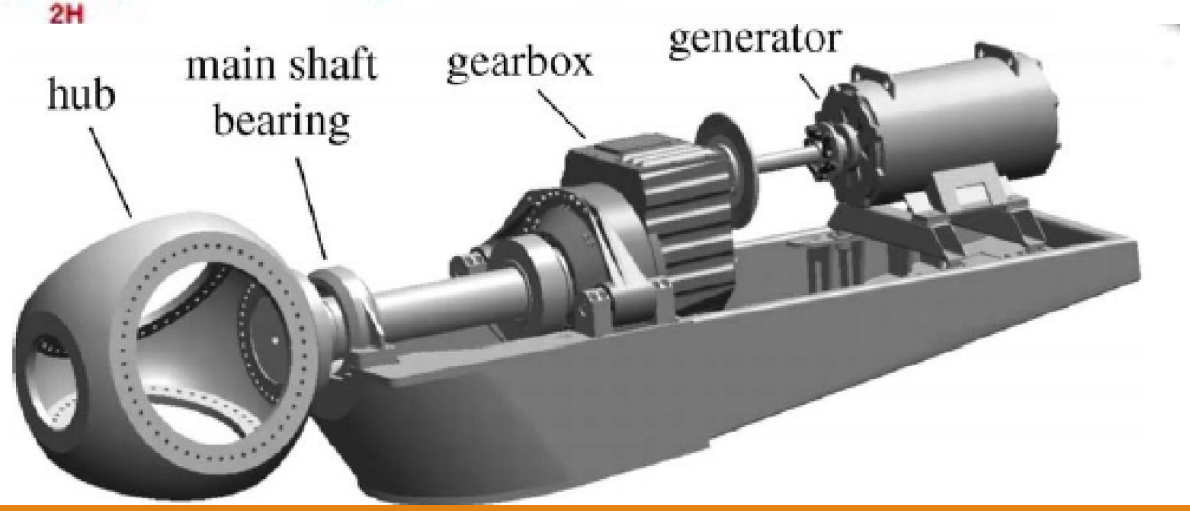


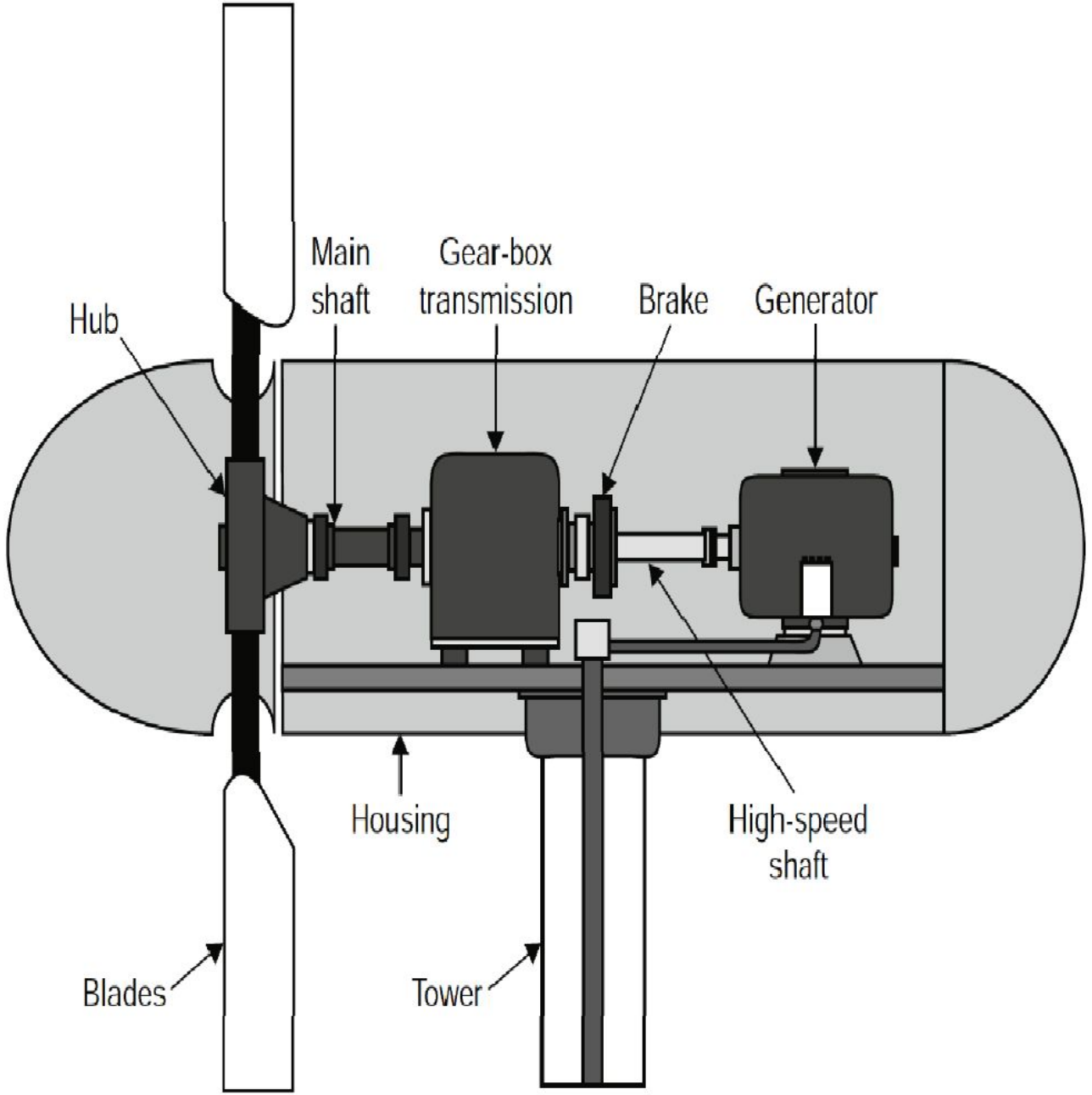
توربین های بادی عمود محور

کیفیت باد

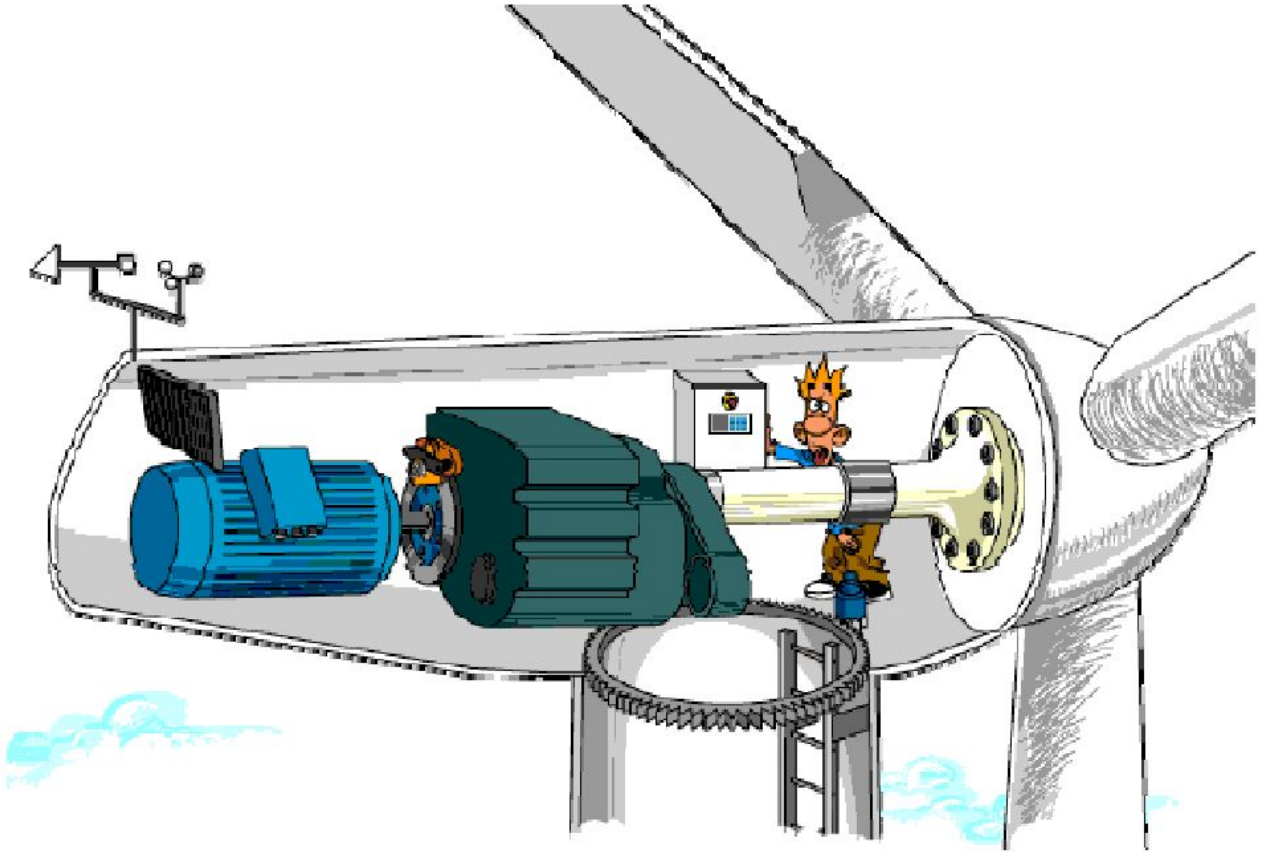

Turbulance
Solid
Fence
No-Gaps
Eddies
Eddies

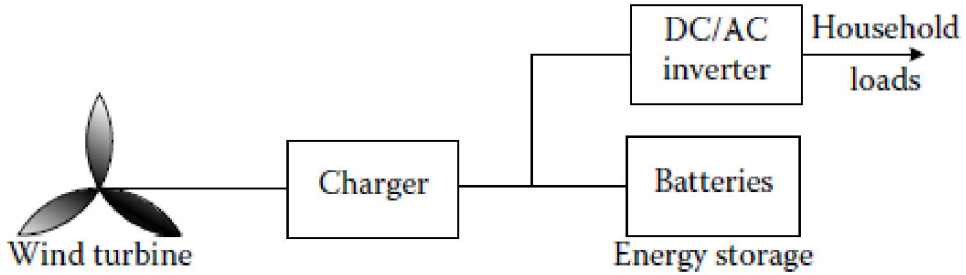

Turbulence
Wind Direction
2H
Turbulence Zone
H
2H

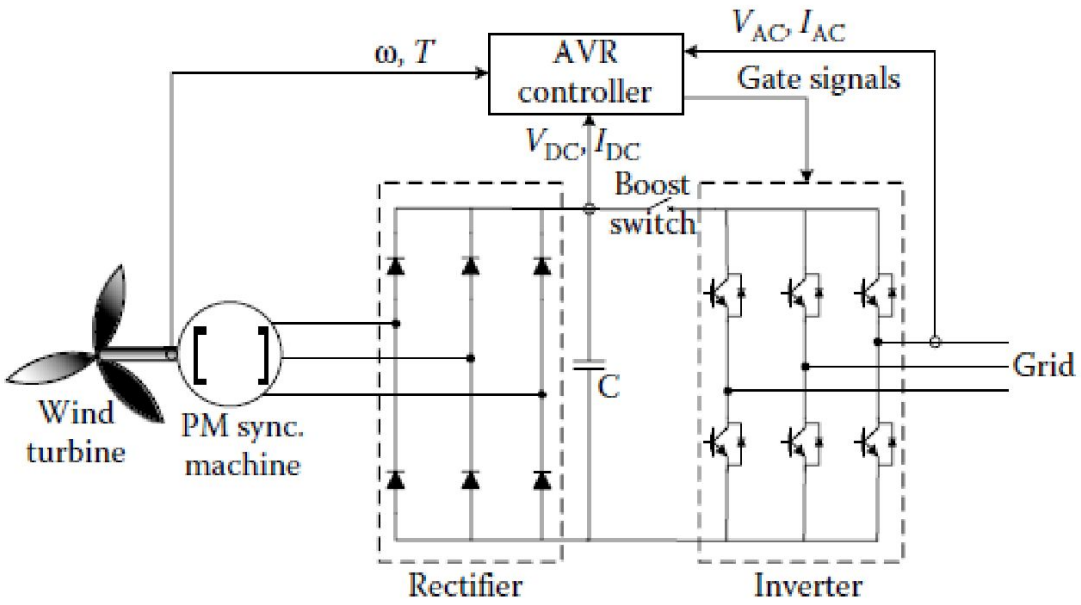

hub
main shaft
bearing
gearbox
generator

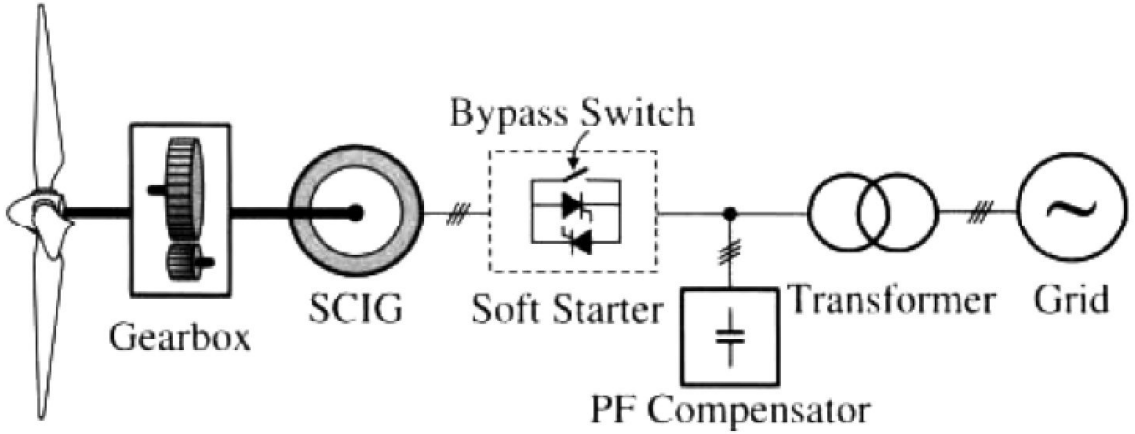

Hub
Main
shaft
Gear-box
transmission
Brake
Generator
Housing
High-speed
shaft
Blades
Tower

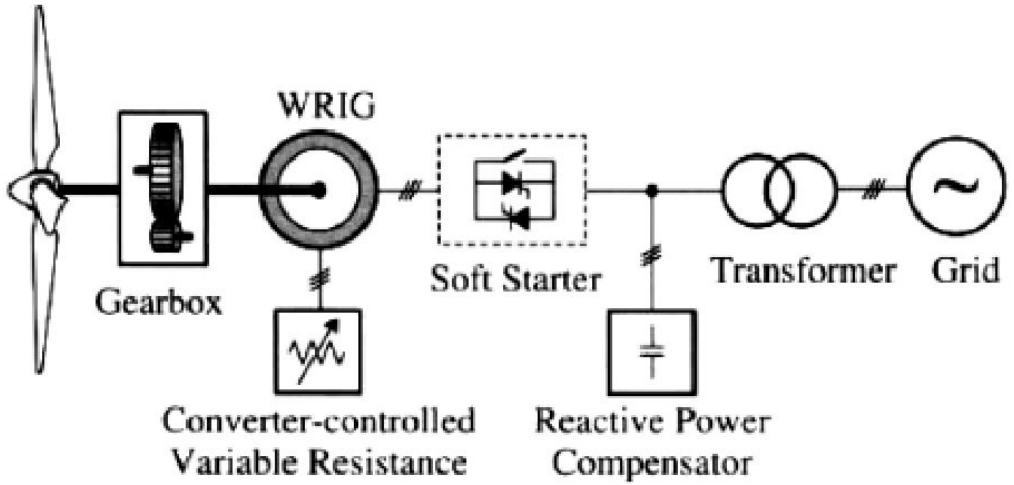
ناسل

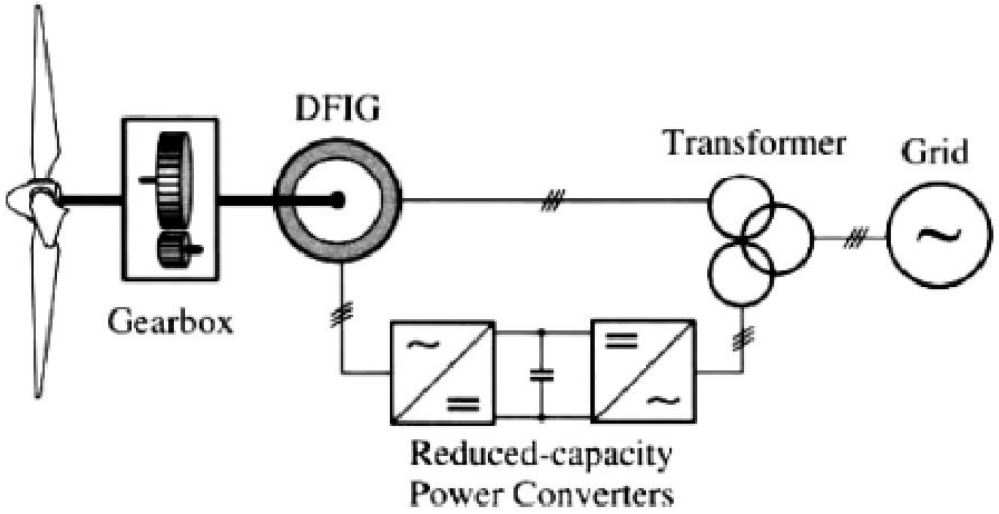


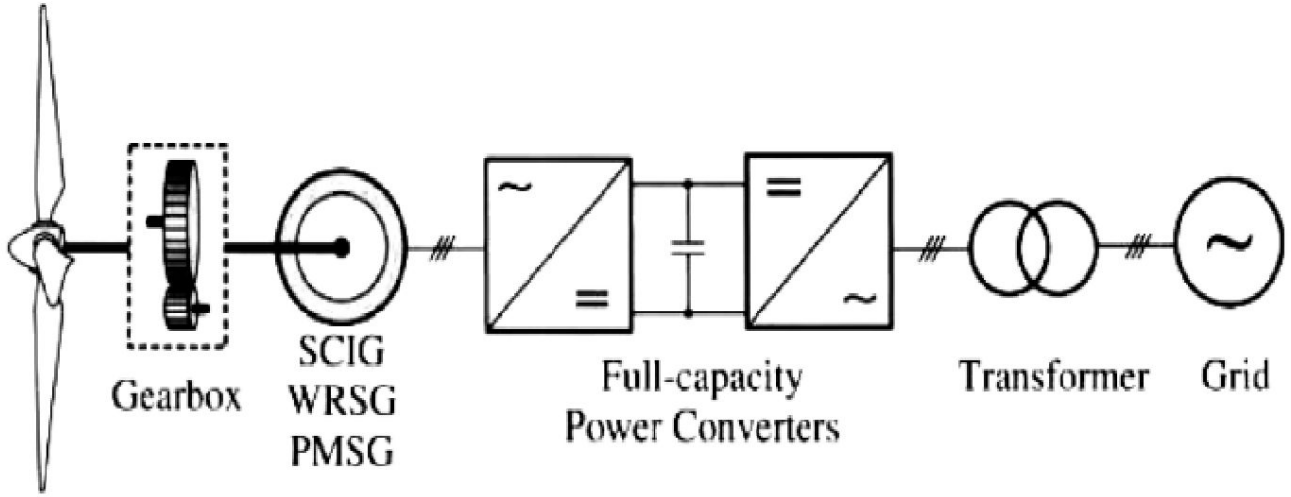

DC/AC
inverter
Household
loads
Charger
Batteries
Wind turbine
Energy storage


ω, T
AVR
controller
V_{AC}, I_{AC}
Gate signals
V_{DC}, I_{DC}
Boost
switch
Grid
C
Wind
turbine
PM sync.
machine
Rectifier
Inverter

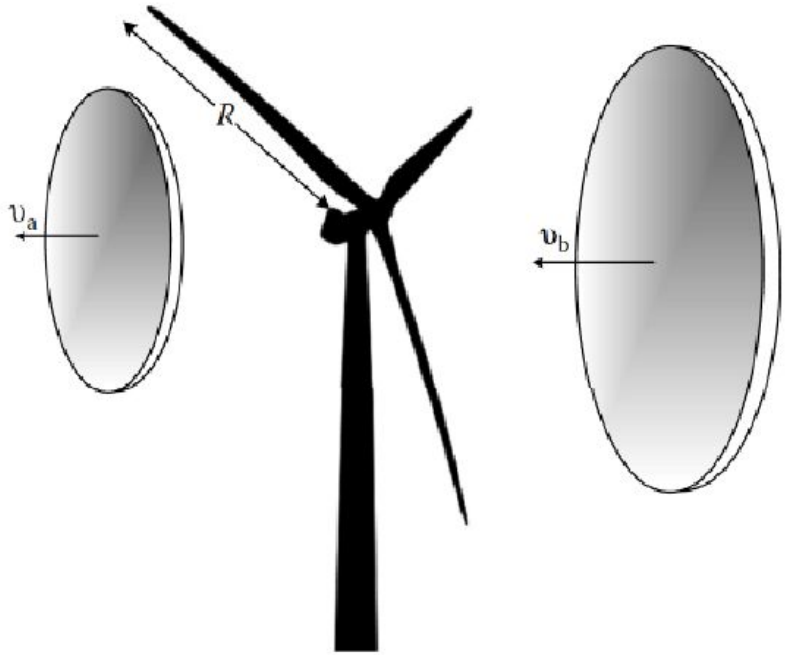

Bypass Switch
Gearbox
SCIG
Soft Starter
Transformer
Grid
PF Compensator


WRIG
Gearbox
Soft Starter
Transformer
Grid
Converter-controlled
Variable Resistance
Reactive Power
Compensator


DFIG
Transformer
Grid
Gearbox
Reduced-capacity
Power Converters


Gearbox
SCIG
WRSG
PMSG
Full-capacity
Power Converters
Transformer
Grid

قانون بتز



$$\frac{d(P_{extract}/P_{total})}{d(v_a/v_b)} = 0,$$

$$\frac{d(P_{extract}/P_{total})}{d(v_a/v_b)} = \frac{1}{2}\left[-3\left(\frac{v_a}{v_b}\right)^2 - 2\left(\frac{v_a}{v_b}\right) + 1\right]$$

$$\frac{v_a}{v_b} = \frac{1}{3} \qquad \left.\frac{P_{extract}}{P_{total}}\right|_{\frac{v_a}{v_b}=\frac{1}{3}} \approx 59.3\%$$

✓ مقدار کاهش سرعت باد توسط توربین می تواند بصورت زیر منجر به محاسبه توان قابل دریافت از باد شود:

$$P_{extract} = \frac{E_k}{t} = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi \frac{d}{t}(v_b^2 - v_a^2) = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi \frac{v_a + v_b}{2}(v_b^2 - v_a^2)$$

✓ کل انرژی باد قبل از توربین هم عبارتست از:

$$P_{total} = \frac{1}{2}\rho R^2 \pi v_b^3$$

✓ بنابراین نسبت توان قابل استحصال به توان کل برابر است با:

$$\frac{P_{extract}}{P_{total}} = \frac{(v_a + v_b)/2(v_b^2 - v_a^2)}{v_b^3} = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{v_a^2}{v_b^2}\right)\left(1 + \frac{v_a}{v_b}\right)$$