



**CLEAN  
ENERGY**



این قسمت: چرخش پره‌های بزرگ



# در این قسمت

## 01 توربین بادی از نزدیک...

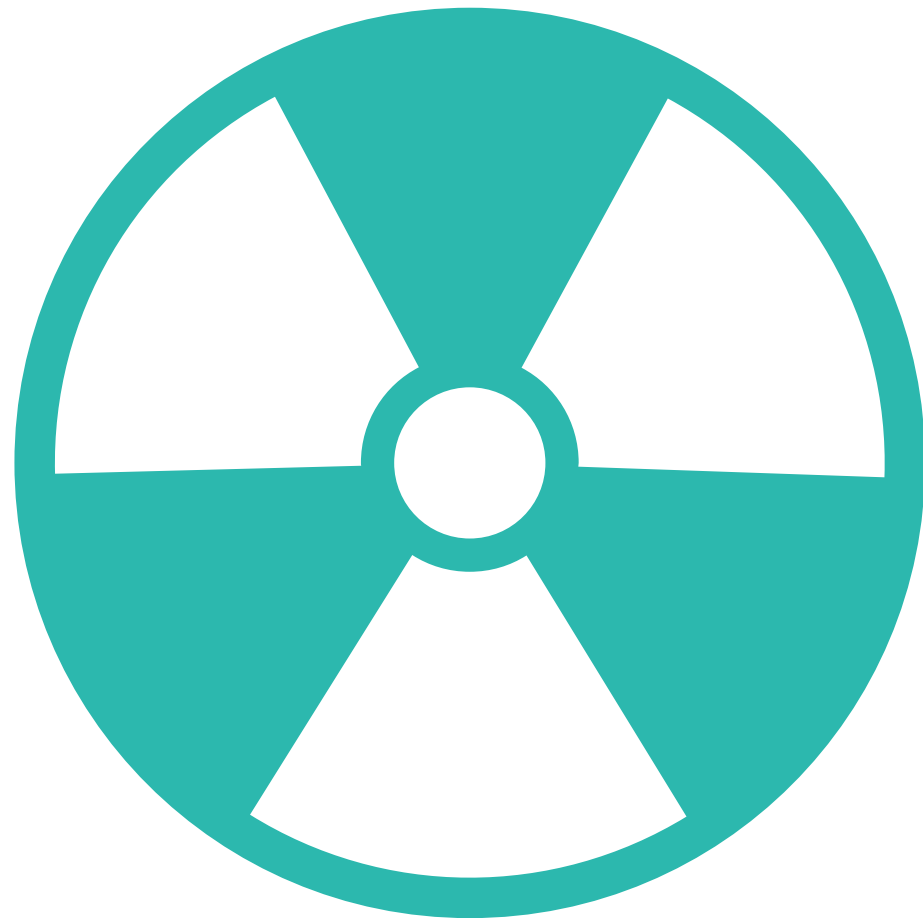
میدونید توربین بادی چه بخش‌هایی داره؟؟

## 02 عملکرد توربین بادی!!

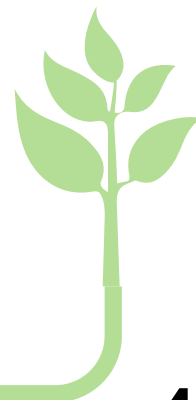
باد میخوره و میچرخه به همین سادگی؟؟؟.

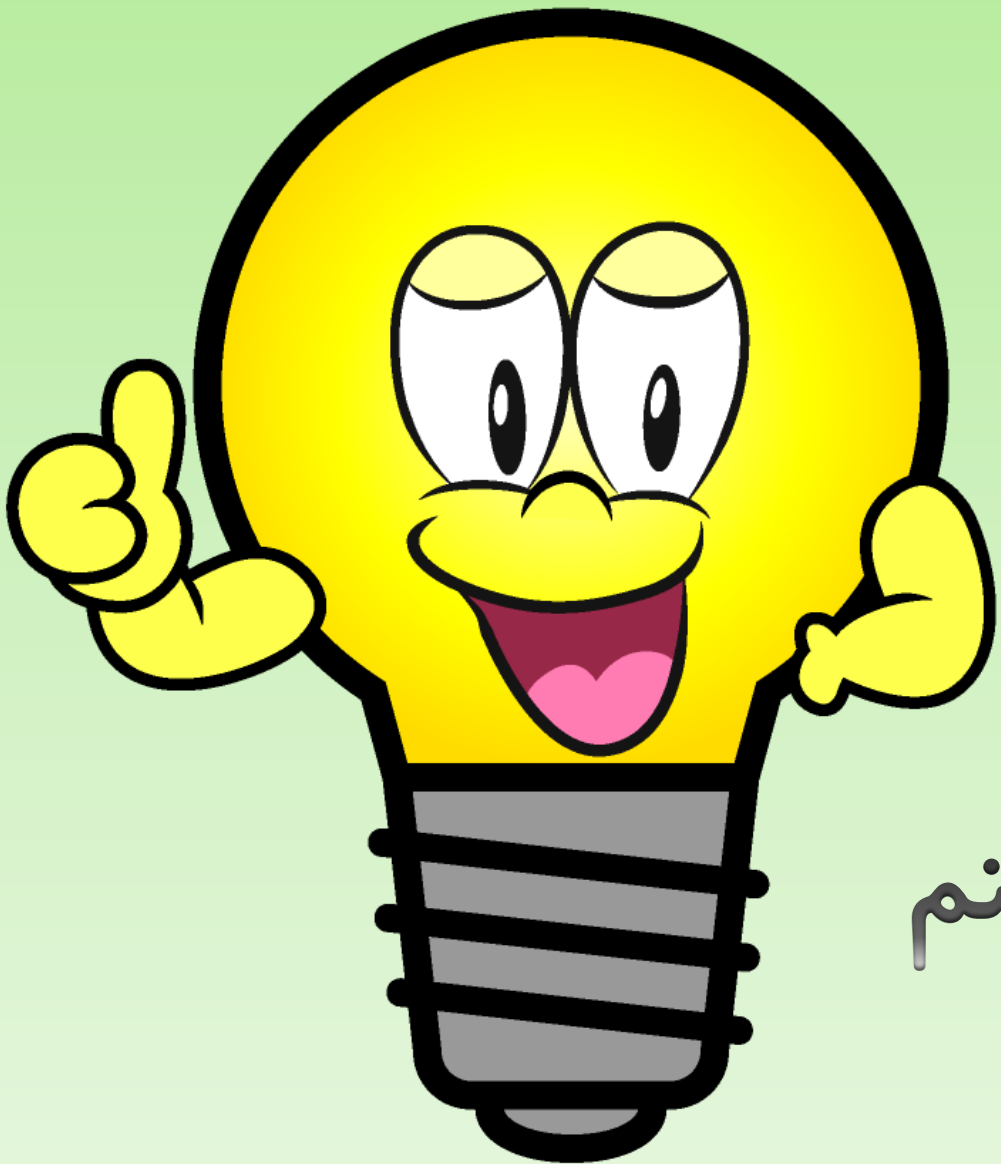
## 03 ابعاد و اندازه‌ها....

تصوری از اندازه یه توربین بادی دارین؟؟؟.



یه خبر مهم





این لایت یکی از آخرین لامپ‌های رشته‌ایه. اون انرژی‌های جدید رو دوست داره. لایت اومده سر کلاس ما تا راجع به انرژی‌های سبز یاد بگیره. از امروز لایت عضو کلاس ماست...

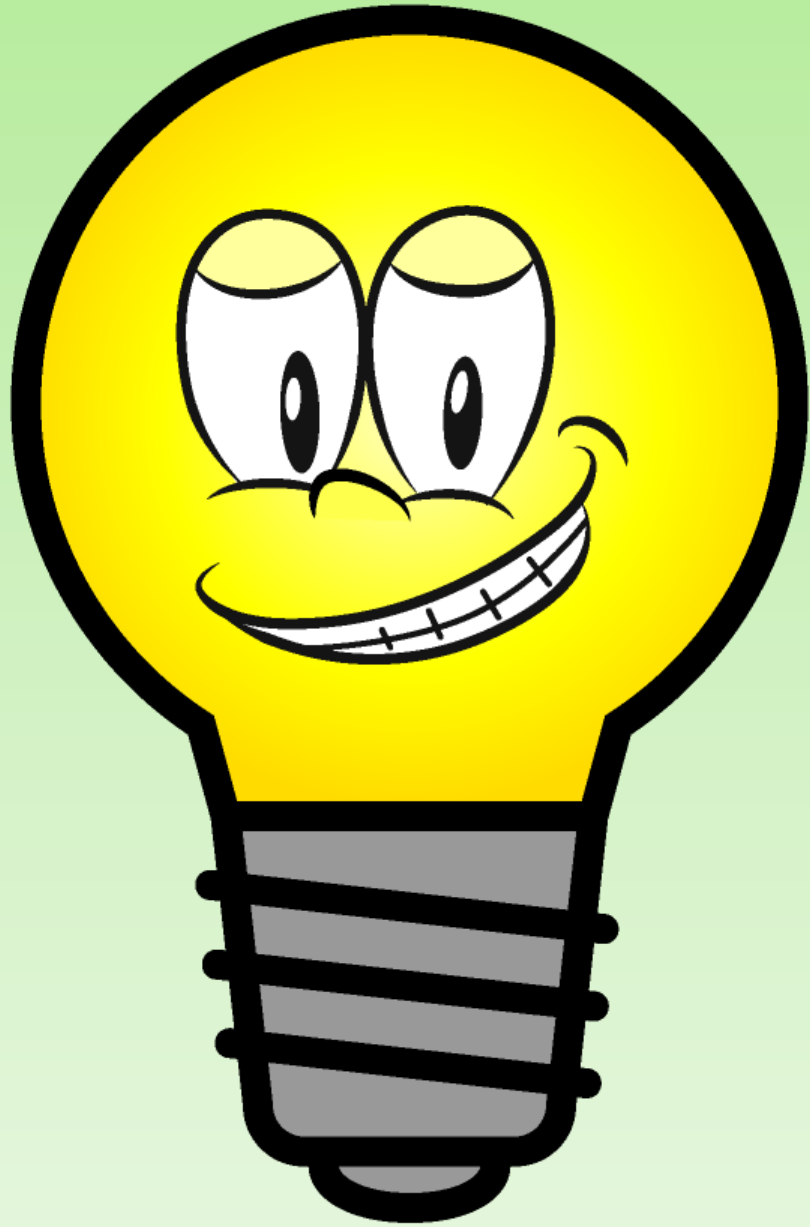
سلام همگی خوشبختم

بریم سر درس‌مون.....

# و اما توربین‌های بادی محور افقی

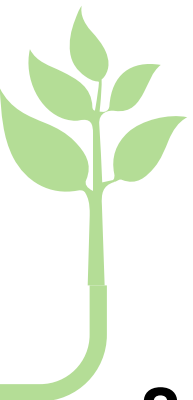
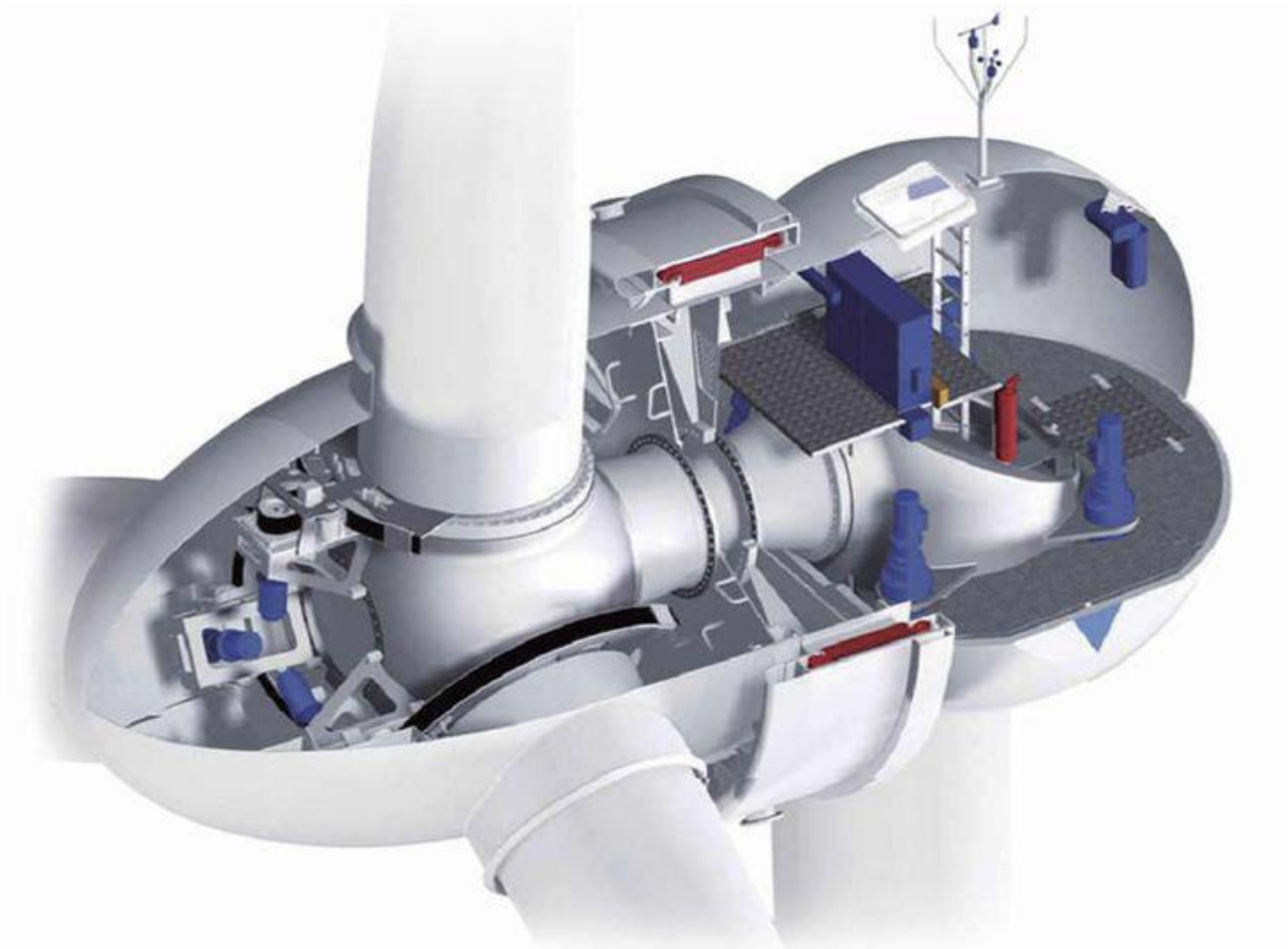
انقدر معروف هستن که وقتی می‌گیم توربین بادی معمولا این شکل  
در ذهن مردم تداعی میشه.....

ولی چه چیزایی راجع بهشون میدونید؟؟

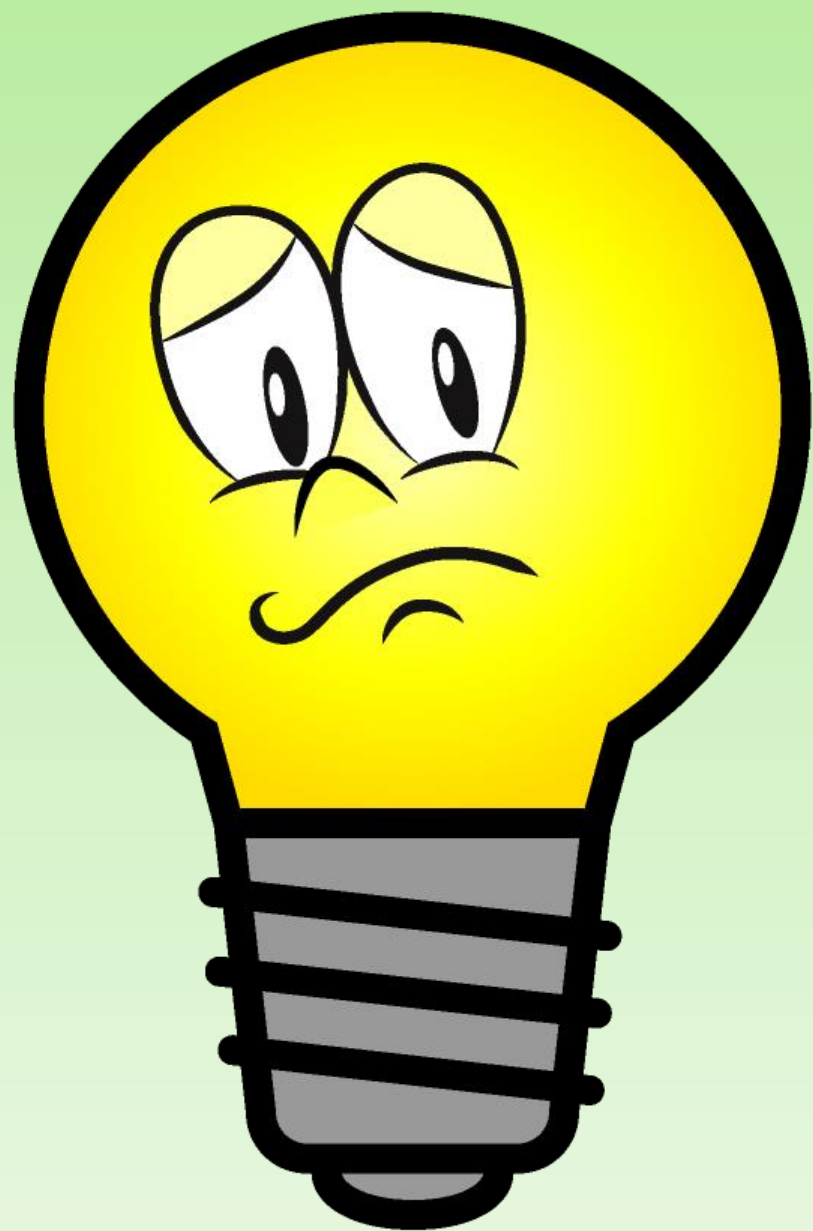


چیزی نیست که! یه ستون داره  
سه تا پره میچرخه....

# ترو بین بادی از نزدیک







اینا دیگه چین داخلش چرا  
اینهمه قطعه داره ؟؟؟؟

# اجزای توربین بادی

توربین بادی وسیله ای است که انرژی جنبشی موجود در باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می نماید. فرآیند تبدیل انرژی عبارت است از تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی جنبشی مجموعه روتور و سپس تبدیل آن به انرژی الکتریکی در ژنراتور است. امروزه بیشترین توربین های بادی، توربین هایی با محور افقی می باشند که در این قسمت اجزا این توربین ها معرفی می شوند. منظور از عبارت "محور افقی" این است که محور اصلی توربین بادی که نیرو محرکه را تولید می کند افقی است.

روتور توربین بادی  
پره ها (blades)

هاب (Hub)

دماغه (nose cone)

ناسل (nacelle)/موتور خانه یا گهواره

شافت (shaft)

سیستم انتقال قدرت / جعبه دنده (gearbox)

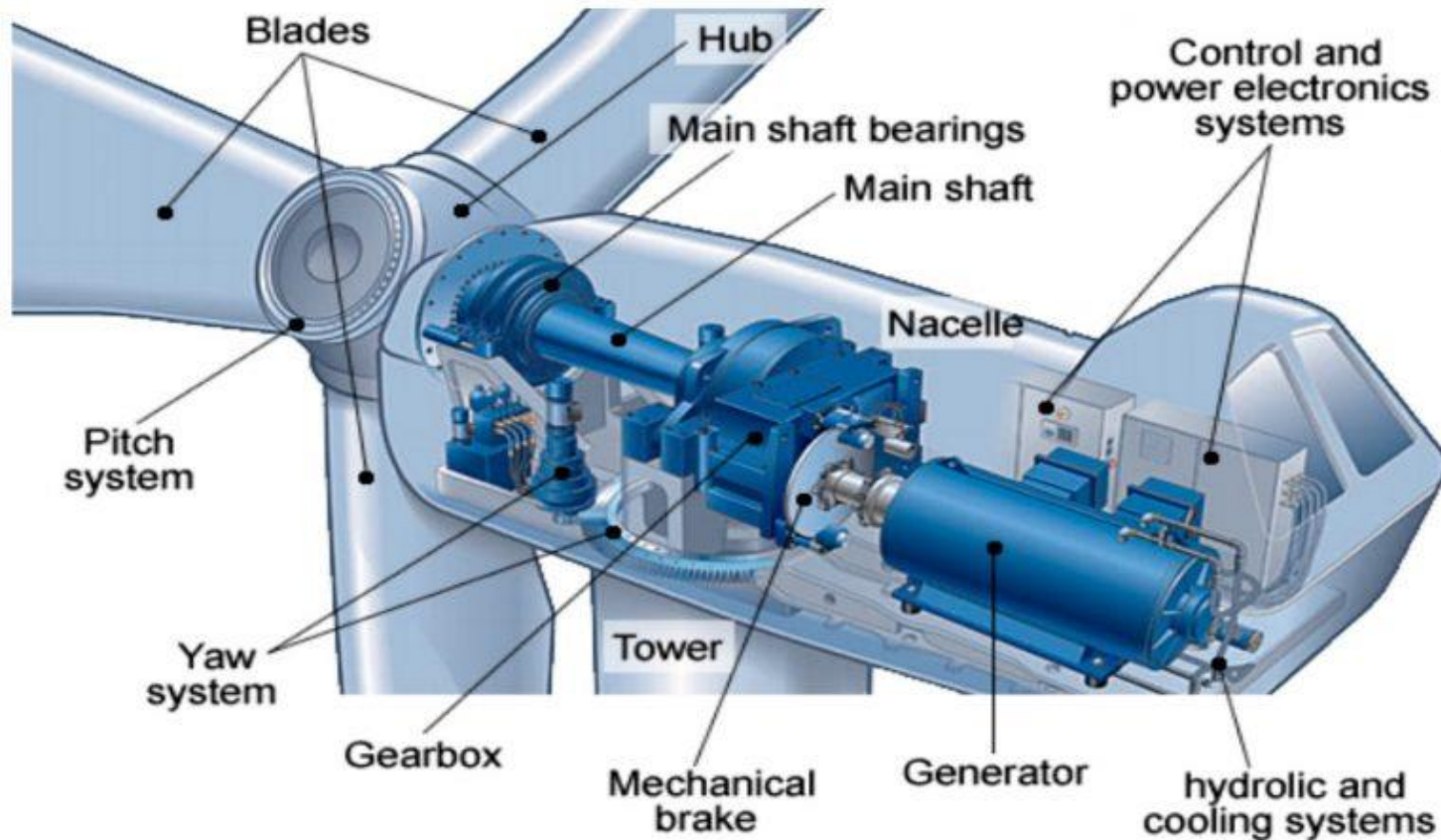
ژنراتور

سیستم جهت دهی (yaw system)

سیستم هیدرولیک

سیستم های الکتریکی

باد سنج و باد نما





خوب اینا چی هستن  
چیکار می کنند؟؟

# روتور توربین بادی

روتور توربین باد شامل پره، هاب، دماغه و یاتاقان های پره می باشد. روتور یک توربین بادی محور افقی بطور خلاصه متشکل از تعدادی پره می باشد که بطور شعاعی در اطراف یک شفت که موازی باد قرار می گیرد نصب شده اند و بدین ترتیب روتوری را تشکیل می دهند که عمود بر جهت باد دوران می کند. روتور ها انرژی جنبشی باد را دریافت کرده و آن را تبدیل به نیروی مکانیکی محور می کند

پره ها : **(blades)** یکی از مهمترین بخش های توربین بادی بوده و وظیفه آن تولید نیروی لازم برای چرخاندن شفت اصلی توربین باد است. پره ها تعیین کننده ترین عامل اصلی مقدار انرژی جذب شده از باد و همچنین بار وارده بر توربین هستند. پره ها به گونه ای ساخته می شود که استحکام و استقامت بسیار بالا در برابر نیروهای دینامیکی و آیرودینامیکی داشته باشد. پیشرفت های اخیر در زمینه تحلیل سازه موجب سبک تر شدن پره ها شده است. ساختن پره که از مواد کامپوزیتی به خصوص اپوکسی و فایبرگلس یا الیاف کربن ساخته می شود کماکان طولانی ترین فرآیند در ساخت توربین بادی است. بزرگ ترین کارخانه ساخت پره توربین شرکت LM در امریکا است

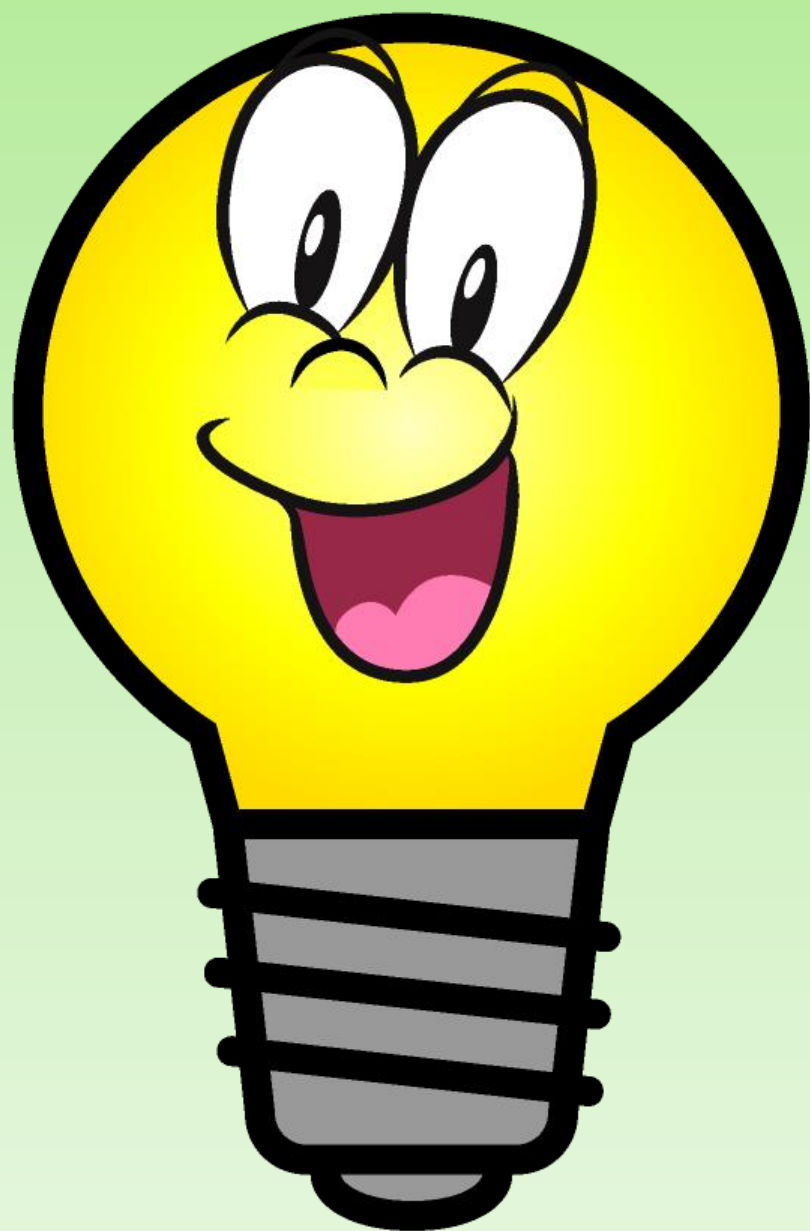


# هاب و پوشش هاب

هاب (Hub) : هاب یا تویی توربین بادی کار اتصال پره های توربین بادی را به محور اصلی به عهده دارد. از لحاظ بار گذاری مکانیکی هیچ یک از قطعات توربین به اندازه هاب تحت تاثیر بارگذاری های متعدد و پیچیده نمی باشند. در داخل هاب سیستم گام یا پیچ قرار دارد که با تغییر زاویه پره مقدار نیروی وارده به روتور را کاهش یا افزایش می دهد. در سرعت های باد بالا با افزایش زاویه پره ها می توان توان روتور را در یک مقدار نامی توربین، ثابت نگه دارد

در سرعت باد های متفاوت نیازمند زاویه پره های متفاوت هستیم برای همین پره های توربین میتوانند تغییر زاویه بدنند.

کنترل کننده جهت پره ها



چه جالبه این هاب چرا اسمش  
شبيه هاب شبکه و هاب  
راینه است؟؟؟

# دماغه

## nose cone

دماغه توربین بادی سازه ای مخروطی است که برای اصلاح جریان باد و کاهش مقاومت باد در نوک روتور طراحی می شود و معمولا برای کاهش وزن از کامپوزیت ساخته می شود. اتصال پره توربین به هاب دارای طرح های مختلفی می باشد

طرح حلقه ((Hutter

طرح فلنج فولادی

طرح پیچ صلیبی ((cross bolt

طرح فلنج ( bonded in flange

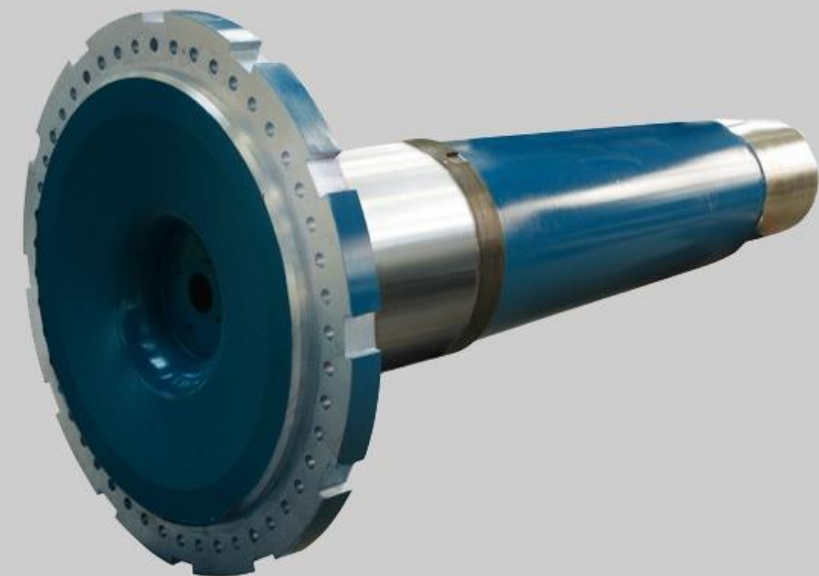
غلاف پیوندی ((bonded in sleeve



# ناسل nacelle

موتور خانه یا گهواره

شامل پوشش خارجی مجموعه توربین، شاسی و سیستم دوران حول محور برج می باشد که روتور به آن متصل است. ناسل در بالای برج قرار دارد. بعضی از ناسل ها آنقدر بزرگند که تکنسین ها می توانند داخل آن بایستن



شافت (shaft)

شافت توربین بادی گشتاور روتور را به جعبه دنده و در حالت محرک مستقیم به ژنراتور متصل می کند.



ژنراتور های القایی (آسنکرون)  
ژنراتور های سنکرون

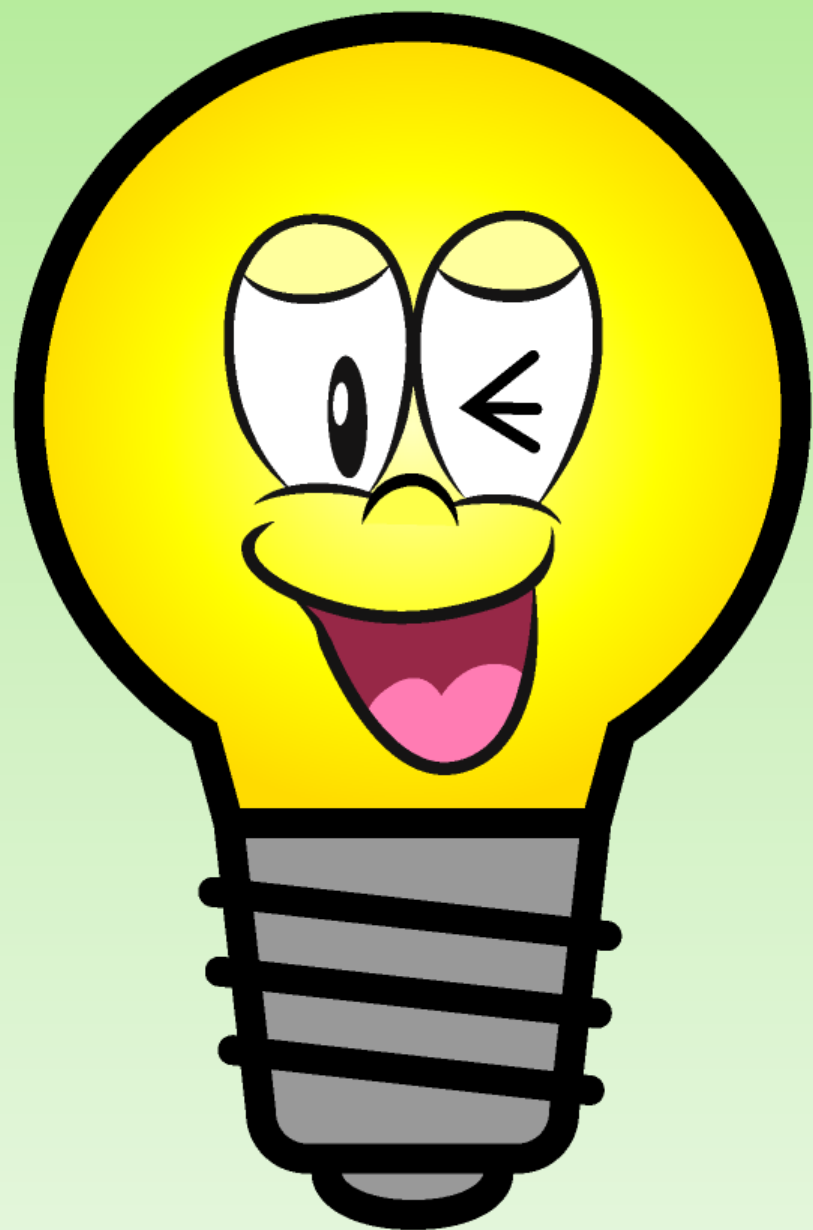


ابعاد سیم پیچ ژنراتو  
توربین بادی



## ژنراتور

ژنراتور: ژنراتور هایی که در توربین بادی به کار گرفته می شوند بر خلاف دیگر ژنراتور هایی که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند می بایست توانایی کارکرد را تحت شرایط نوسانی توان که از ماهیت نوسانی سرعت باد ناشی می شود داشته باشند. در توربین های کوچک از ژنراتور های جریان مستقیم ( DC با ظرفیت محدود چند وات تا چندین کیلو وات استفاده می شود و در سیستم های بزرگتر از ژنراتور های جریان متناوب ( AC تک فاز و یا سه فاز استفاده می شود. ژنراتور های متناوب خود می توانند به دو صورت باشند



من میدونتم سیستم جهت دهی  
چی کار میکنه  
جهت میده....

خسته نباشی پهلوان

# سیستم جهت دهی yaw system

چرخاندن پره های توربین به سمت باد

سیستم جهت دهی وظیفه دارد همواره توربین را در جهت وزش باد برای بدست آوردن حداکثر راندمان از یک توربین بادی سمت دهی کند که باید بتوان همواره صفحه روتور توربین را عمود بر جهت وزش باد قرار دهد. این سیستم از لحاظ عملکرد کمترین ارتباط را با مجموعه سیستم های داخل ناسل دارد و می توان آن را یک سیستم با عملکرد مستقل حساب کرد. این سیستم به دو صورت است، سیستم که به صورت دم در انتهای (passive yaw یا آزاد) ناسل نصب می گردد (فقط در توربین های کوچک) و یا که محل اتصال ناسل با (active yaw سیستم یا فعال) برج است و وظیفه اتصال ناسل به برج را به عهده دارد. سیستم یاو برای اندازه گیری جهت باد از باد نما استفاده می کند. برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد جهت باد و تاثیر آن در توان خروجی، مقاله [جهت باد](#) را مطالعه کنید. به علت سنگینی توربین های بادی بزرگ از چند موتور الکتریکی برای چرخاندن توربین استفاده می شود.

## سیستم های اکتريکی

### سیس تم های الکترونیم

علاوه بر ژنراتور ها در توربین های بادی از دیگر اجزا الکتريکی نیز استفاده می شود. این اجزا شامل موارد

زیر می باشند:

کابل ها

کلید ها

ترانسفورماتورها

خازن ها

موتورهای سیستم جهت دهی ( yaw system) و گام

### باد سنچ (Anemometer)

این وسیله سرعت باد را اندازه گرفته و اطلاعات حاصل از آن را به کنترل کننده ها انتقال می دهد

### باد نما (Wind vane)

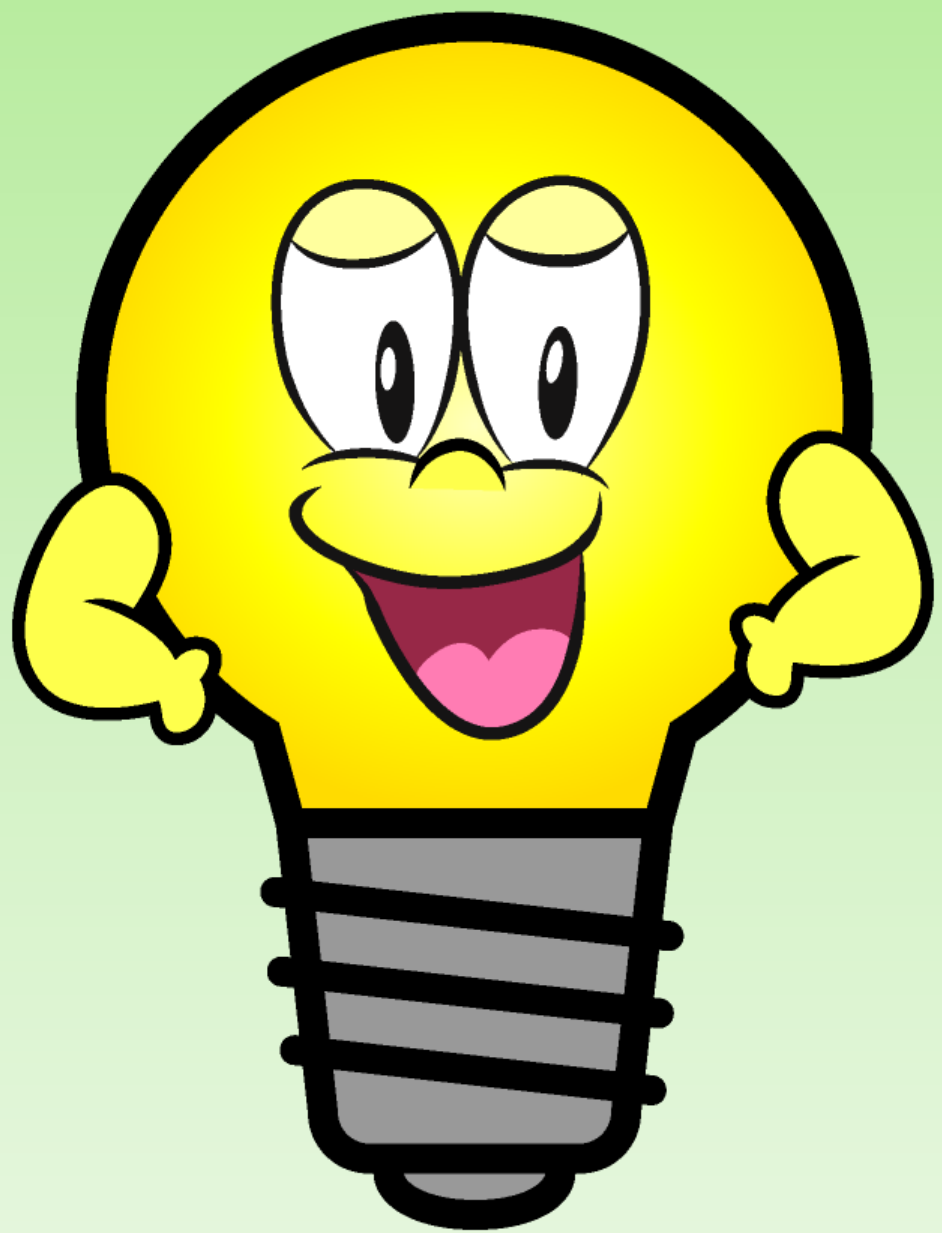
وسيله ای است که جهت وزش باد را اندازه گیری می کند و کمک می کند تا جهت توربین نسبت به باد در وضعیت مناسبی قرار داشته باش.



## باد نما و باد سنچ

# برج توربین (tower)

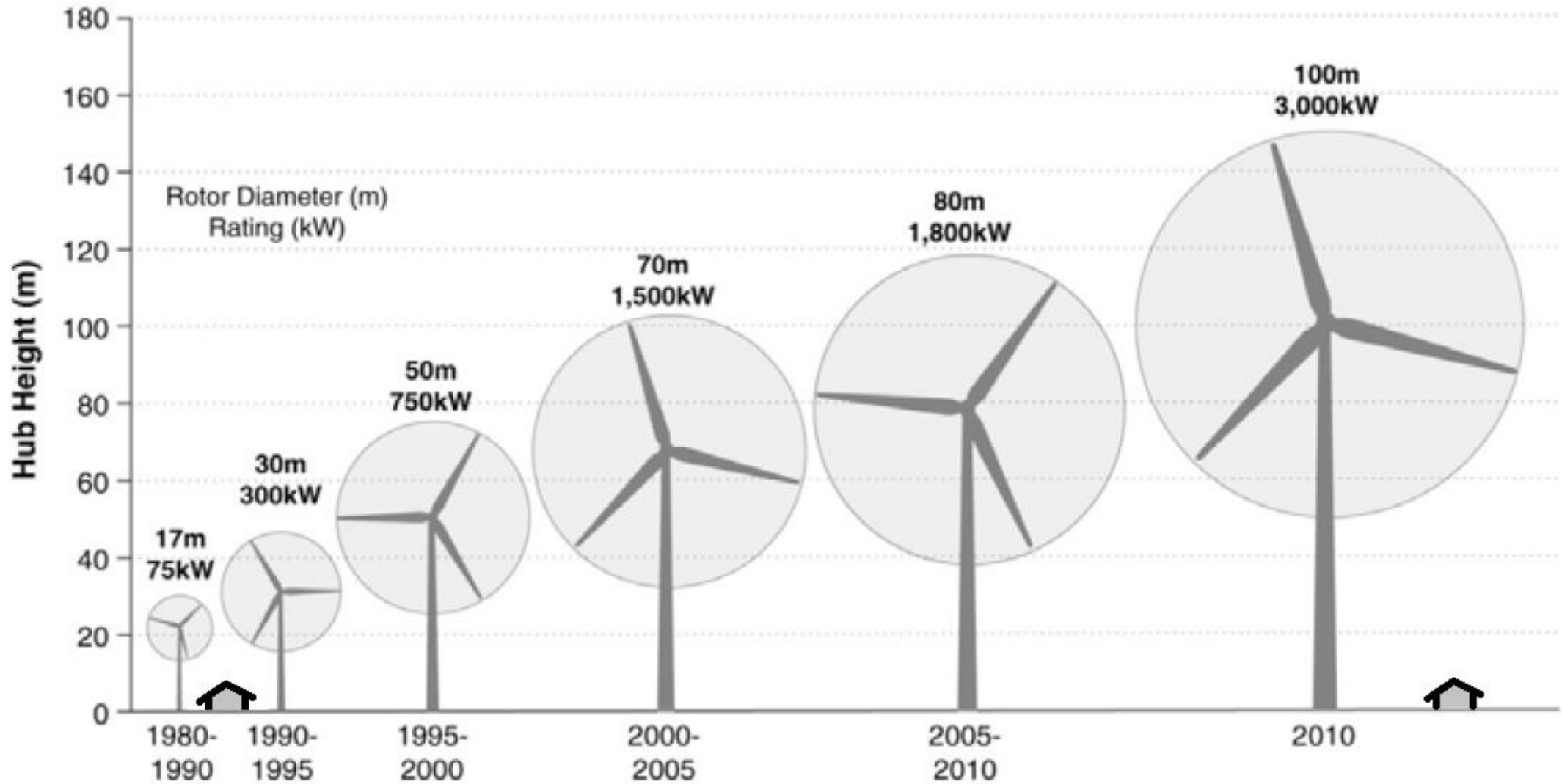
برج در توربین های محور افقی از عوامل تعیین کننده در تکنولوژی توربین است که ممکن است تا ۲۰ درصد هزینه ساخت توربین را به خود اختصاص دهد. با افزایش ارتفاع برج هزینه های ساخت، حمل و نقل و نصب توربین افزایش می یابد در حالی که موجب افزایش بازده توربین نیز می شود. تلاقی منحنی های هزینه و بازده، مشخص کننده ی ارتفاع بهینه برج است. توربین های بادی علاوه بر بار های ناشی از وزن تجهیزات، در معرض نیرو های ناشی از باد نیز می باشند که این نیرو ها بسیار متغیر بوده و به همین سبب مشکلات بار های دینامیکی و خستگی مصالح را موجب می شوند. در طراحی برج بدترین شرایط بار گذاری باید مد نظر قرار گیرد، همچنین خستگی سازه برای عمر بین ۲۰ تا ۳۰ سال می بایست در طراحی لحاظ گردد. برج های متداول امروزی شامل برج های استوانه ای، خرپایی، مهاری می باشند ارتفاع برج معمولاً بین یک تا یک و نیم برابر قطر روتور در نظر گرفته می شود. انتخاب نوع برج وابستگی به شرایط سایت دارد. همچنین استحکام برج فاکتور مهمی در دینامیک سازه توربین باد محسوب می گردد چرا که احتمال کویل شدن ارتعاشات بین برج و روتور که منجر به خطر رزونانس می گردد وجود دارد. برای حمل راحت برج ان را به صورت چند تکه طراحی کرده اند و هر قسمت به دیگری به وسیله پیچ و مهره متصل می شود. اندازه گشتاور هر پیچ به صورت استاندارد تعیین و اعمال می شود

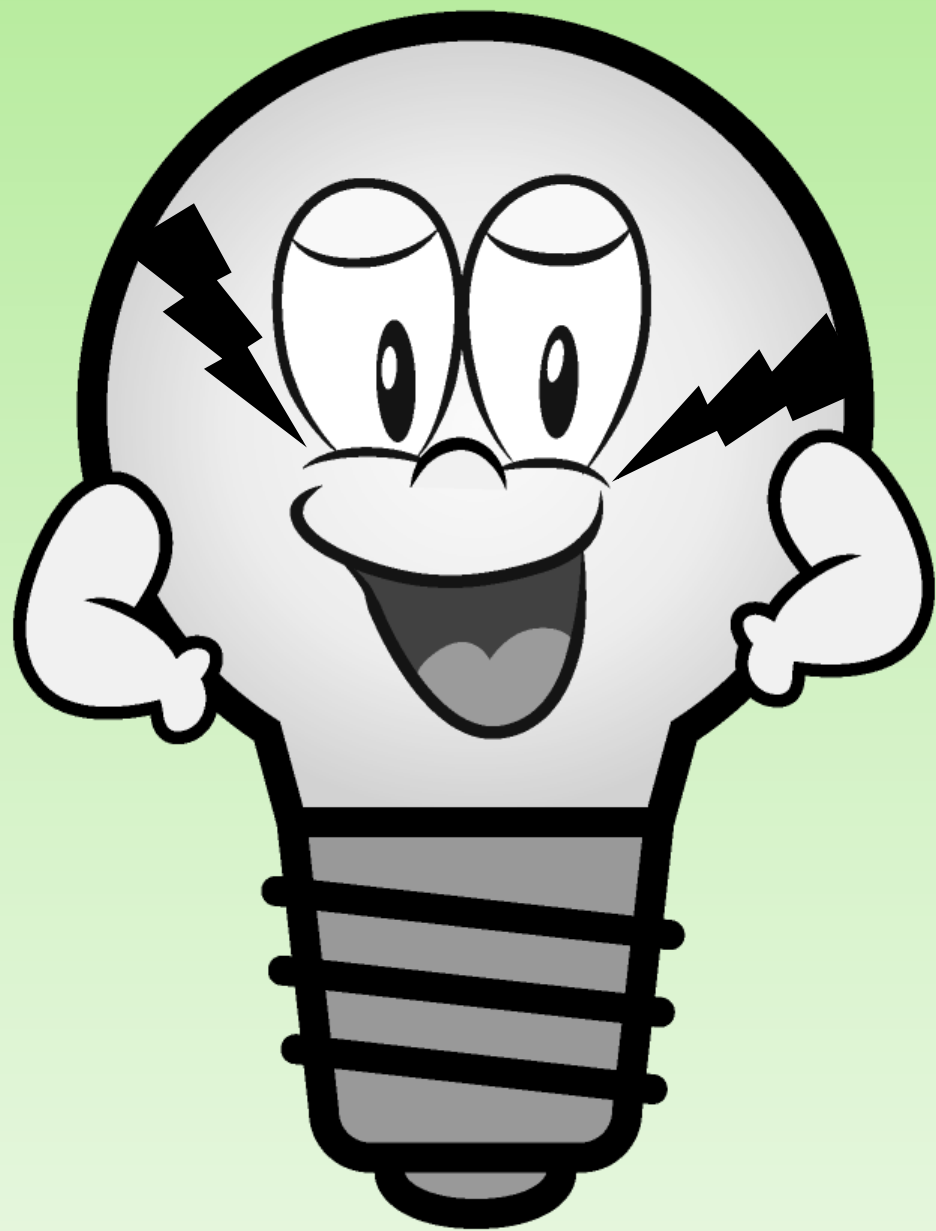


یه وجب توریین چقد قطعه  
داشت....

یه وجب؟؟؟؟؟

# یک ساختمان ۳ طبقه ۱۰ متر ارتفاع دار





سوخت ....





Thank You