



مبحث پنجم:

آشنایی با گرایش قدرت





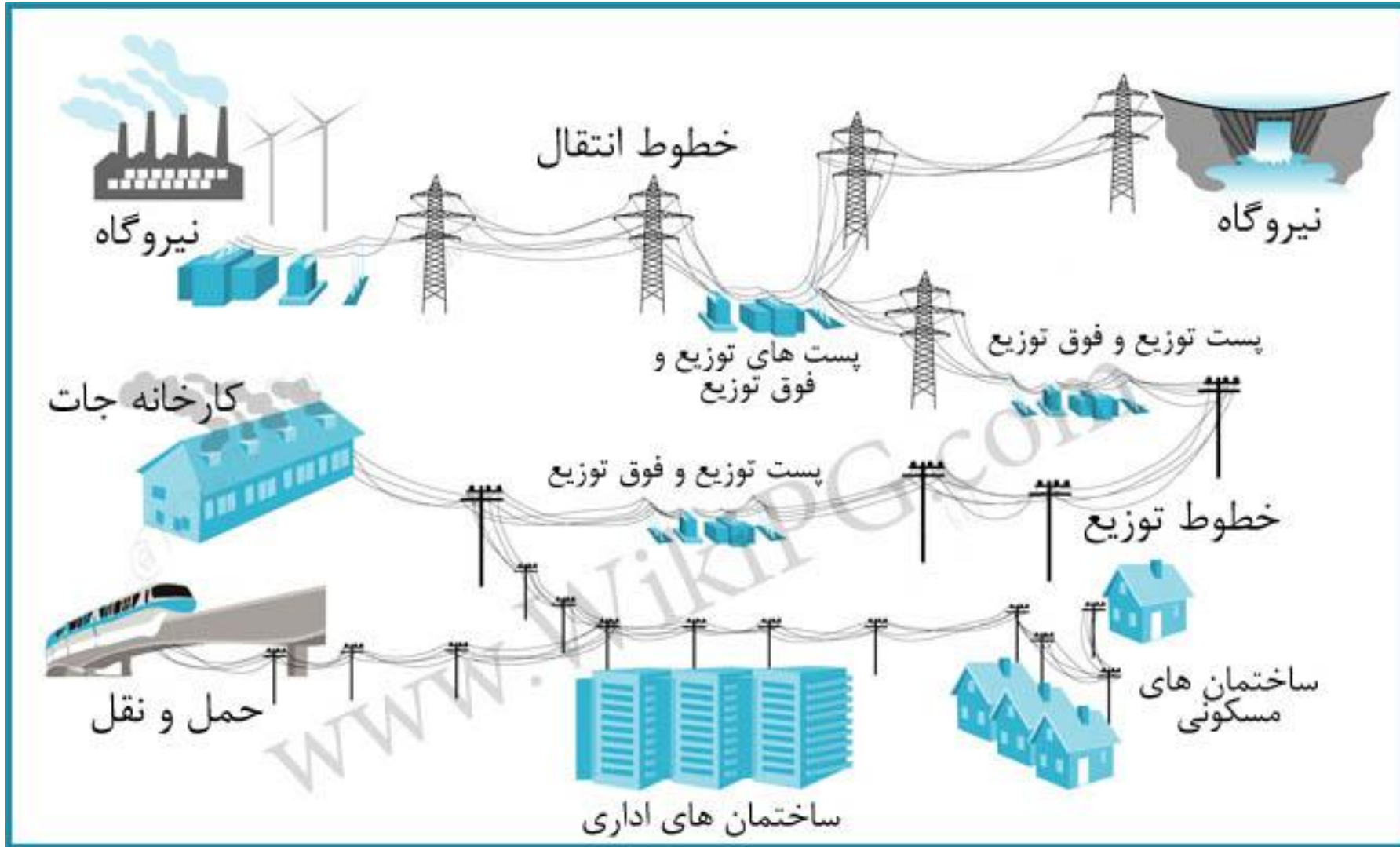
✓ گرایش قدرت از گرایش های قدیمی، پرکاربرد، سهل، و پرتعداد در بین گرایشهای مهندسی برق می باشد.

✓ مهندسی قدرت تنها شاخه ای از رشته مهندسی برق است که به طور مستقیم با سه مبحث:

- تولید انرژی الکتریکی
  - انتقال انرژی الکتریکی
  - تبدیل موثر آن به سایر انرژی ها
- سر و کار دارد.

✓ شبکه قدرت (یا شبکه توان الکتریکی)، به لحاظ وسعت از بزرگ ترین شبکه های دنیاست که شامل مجموعه ای منظم از تولید کننده ها، خطوط انتقال و توزیع و مصرف کننده های انرژی الکتریکی است.





شبکه گسترده قدرت



✓ لذا عمده مباحث در رشته مهندسی قدرت در رابطه با انرژی الکتریکی در سه زمینه زیر است:

○ تولید

○ توزیع

○ مصرف

✓ آشنایی با چگونگی تولید انرژی الکتریکی در نیروگاههای مختلف اعم از نیروگاههای بزرگ سنتی، انرژی های تجدیدپذیر نظیر خورشیدی، بادی و ...

✓ آشنایی با روش های توزیع و پخش انرژی الکتریکی در بین شهرها، داخل شهرها، داخل کارخانه ها و ساختمانهای اداری و مسکونی

✓ آشنایی با روشهای تبدیل انرژی الکتریکی به سایر صورتهای انرژی و تولید مصرف کننده های انرژی الکتریکی نظیر انواع دستگاههای صنعتی، لوازم برقی خانگی و ...







## □ زیرشاخه های مهندسی قدرت

- تولید انرژی الکتریکی
- انتقال و توزیع
- حفاظت
- ماشین های الکتریکی
- الکترونیک قدرت
- سیستم های قدرت





✓ اگرچه تولید توان الکتریکی در نیروگاهها حاصل کارگروهی مهندسان رشته های مختلف است، اما مهندسی قدرت در این زمینه جایگاه خاص خود را دارد.

### ➤ انواع نیروگاههای تولید توان الکتریکی:

- نیروگاه های حرارتی
- نیروگاه های آبی
- نیروگاه های گازی
- نیروگاه های سیکل ترکیبی
- نیروگاه های برق خورشیدی (Photovoltaic)
- نیروگاه های بادی
- سایر نیروگاه های تجدیدپذیر نظیر موج دریا، زمین گرمایی، ...





## تولید انرژی الکتریکی

➤ نیروگاه های حرارتی

✓ نیروگاه های حرارتی بالاترین ظرفیت تولید انرژی الکتریکی را در بین تمام انواع نیروگاهها دارا هستند.



نیروگاه ۱۶۰۰ مگاواتی شهید منتظری اصفهان

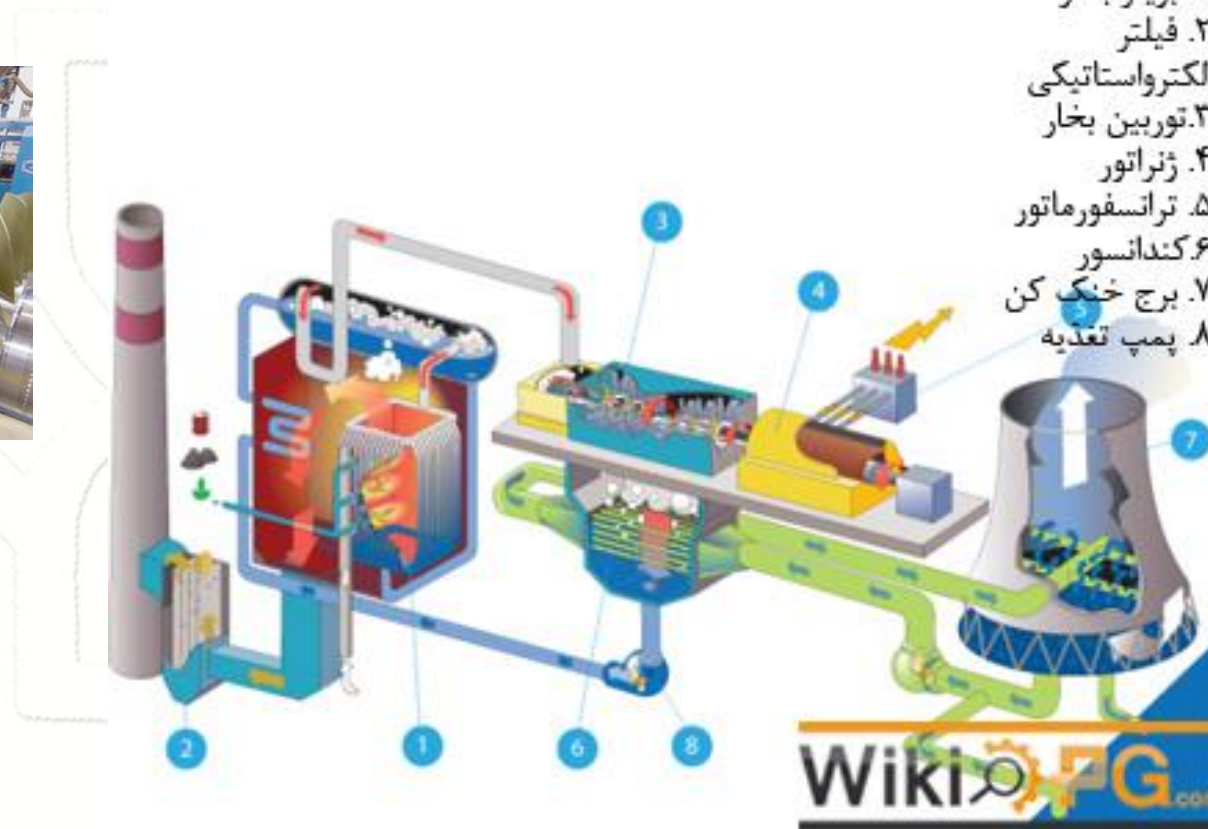




✓ در این نیروگاه ها از سوخت مازوت یا گاز طبیعی، بخار آب ایجاد می شود و بخار آب، پس از برخورد به پره های توربین، آنرا به چرخش وا می دارد. چرخش توربین سبب چرخش ژنراتور شده و ژنراتور نیز برق تولید می کند.



توربین بخار



بخشهای مختلف در نیروگاه حرارتی





□ تولید انرژی الکتریکی

➤ نیروگاه های حرارتی



ژنراتور نیروگاه حرارتی



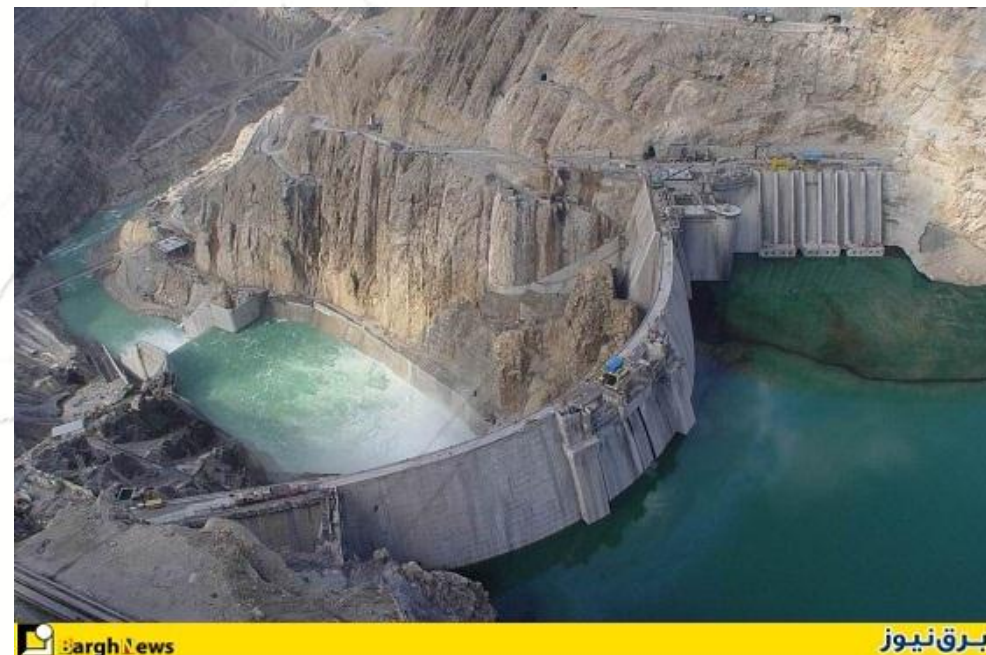




## تولید انرژی الکتریکی

### ➤ نیروگاه های آبی

✓ در نیروگاه های آبی با احداث سد بر روی رودخانه ها و ذخیره آن در پشت سد، از آب برای به حرکت در آوردن توربین آبی و چرخش ژنراتور استفاده می شود.



سد نیروگاه کارون ۳



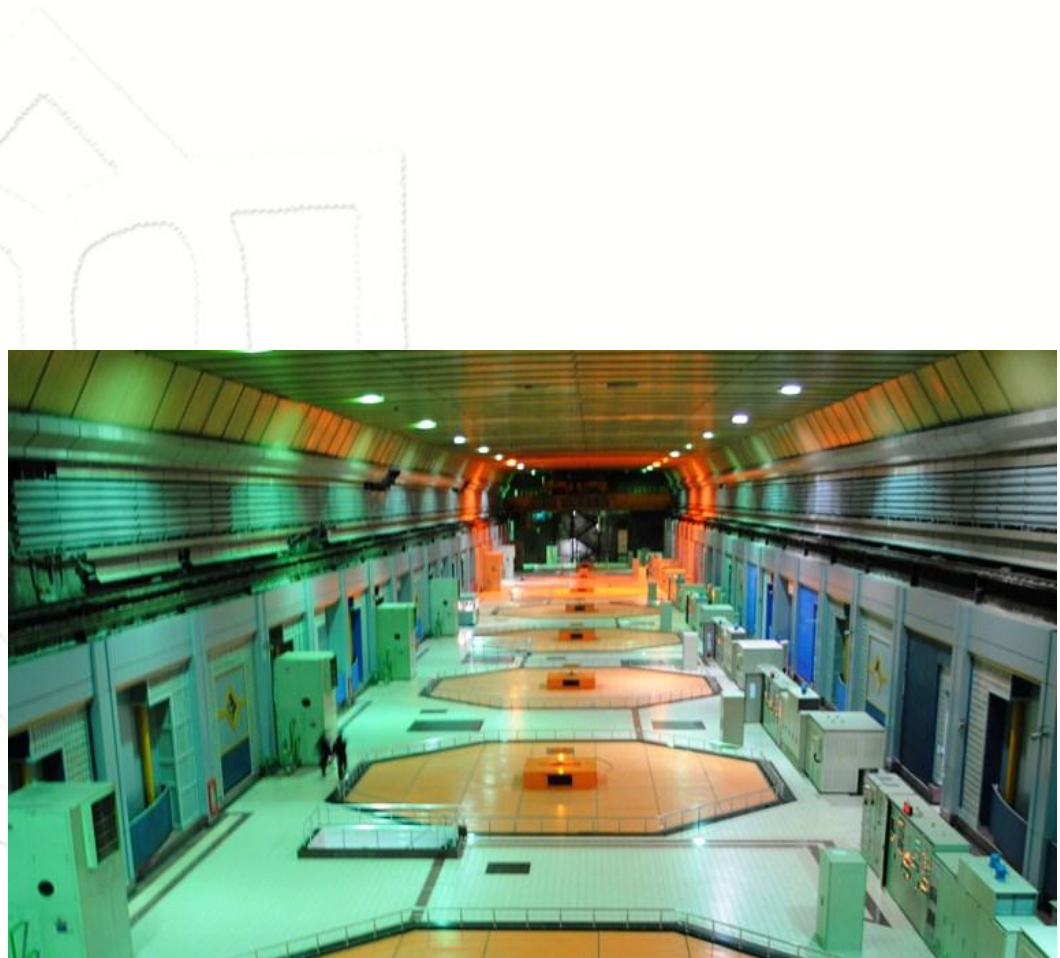
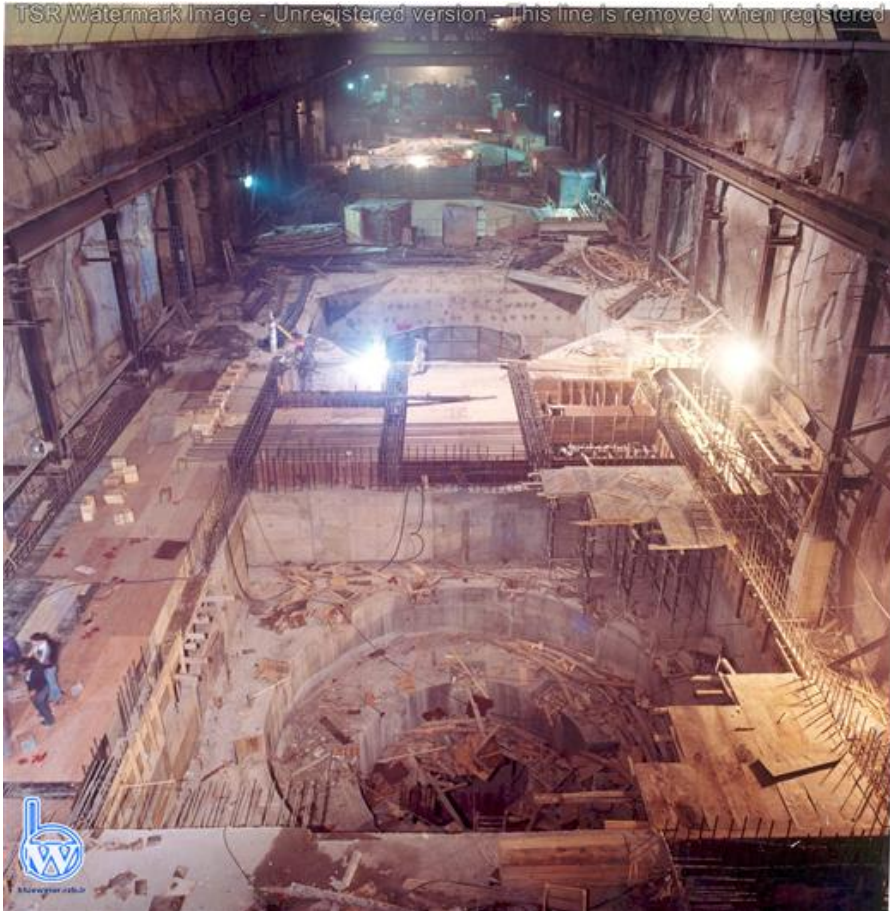




# تولید انرژی الکتریکی

## نیروگاه های آبی

توان ژنراتور نیروگاه های آبی معمولا کمتر از توان نیروگاههای حرارتی است. ✓



نمایی از نیروگاه کارون ۳ قبل از نصب ژنراتورها

نمایی از نیروگاه کارون ۳ پس از اتمام پروژه و نصب ژنراتورها







## تولید انرژی الکتریکی

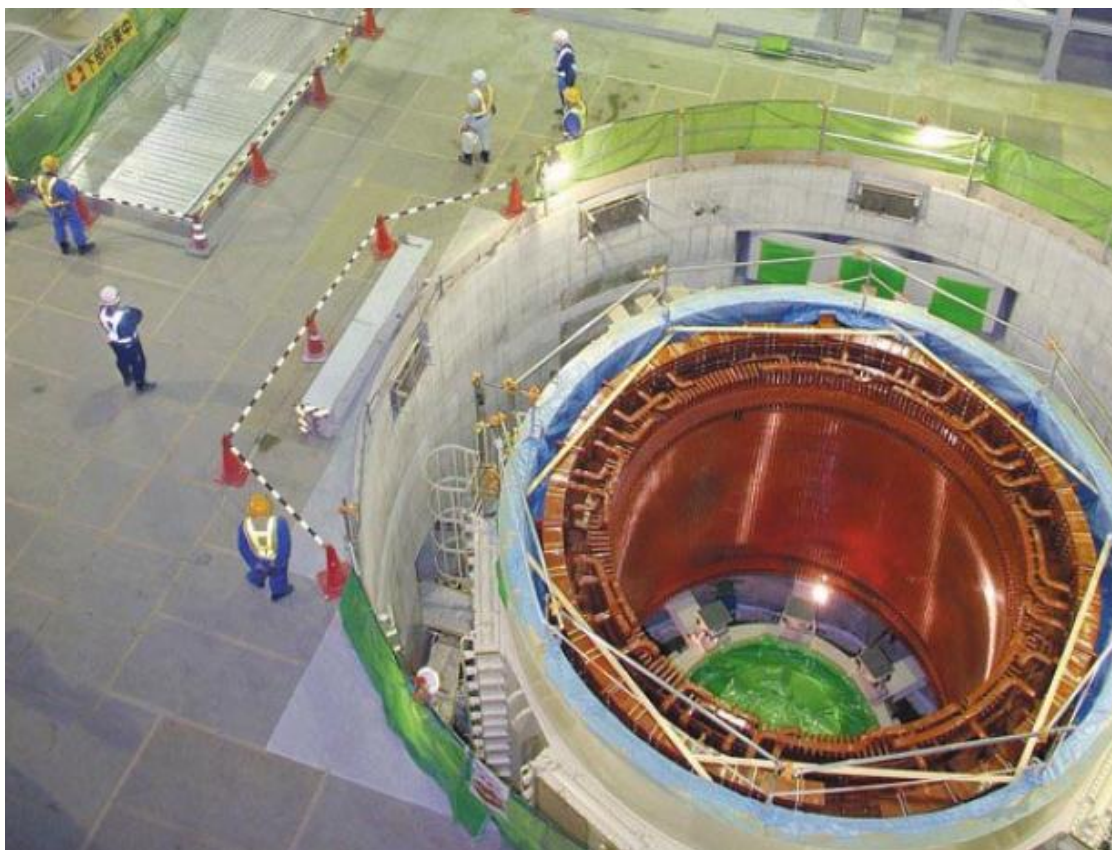
### ➤ نیروگاه های آبی

- ✓ سرعت چرخش محور ژنراتور نیروگاه های آبی خیلی کمتر از نیروگاه های بخاری است.
- ✓ لذا برای ایجاد فرکانس ۵۰ هرتز، معمولا تعداد قطب های ژنراتور های نیروگاه های آبی زیاد (تا ۴۰ قطب) است



نصب روتور ژنراتور نیروگاه آبی





ژنراتور نیروگاه آبی کاناگوا در کشور ژاپن:

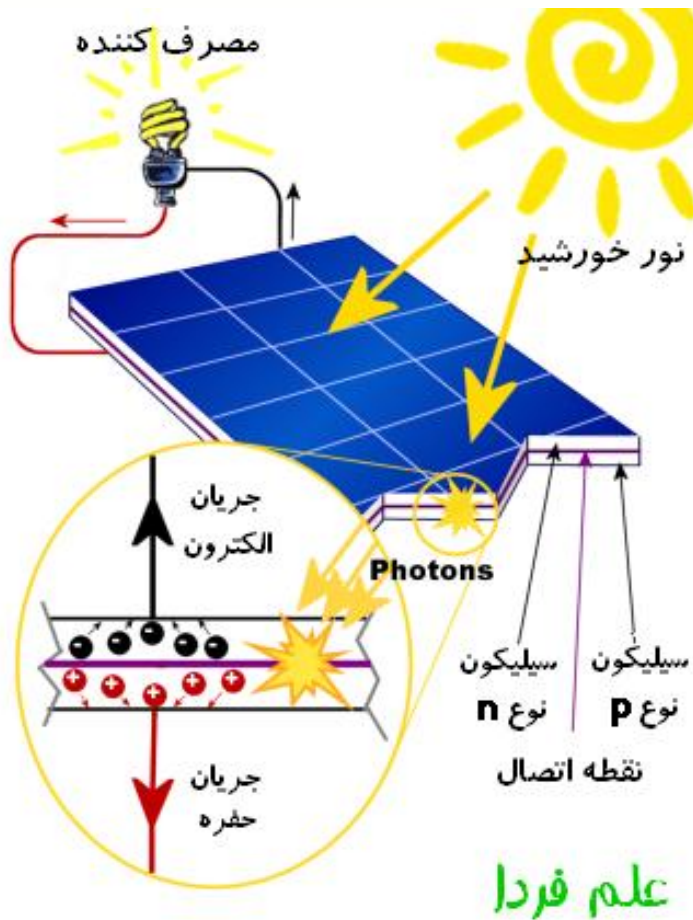
۵۲۵ MVA، ۱۸ kV با سرعت دورانی ۵۰۰ rpm





## نیروگاه های برق خورشیدی یا فوتوولتائیک

- ✓ انرژی نور خورشید پس از برخورد با سلولهای فوتوولتائیک به انرژی الکتریکی از نوع DC تبدیل می شود.
- ✓ این انرژی یکی از انواع انرژی پاک است که هیچ وقت هم تمام شدنی نیست.
- ✓ اقلیم ایران مستعدترین مکان برای تولید انرژی الکتریکی از نور خورشید است.



یک نیروگاه برق خورشیدی

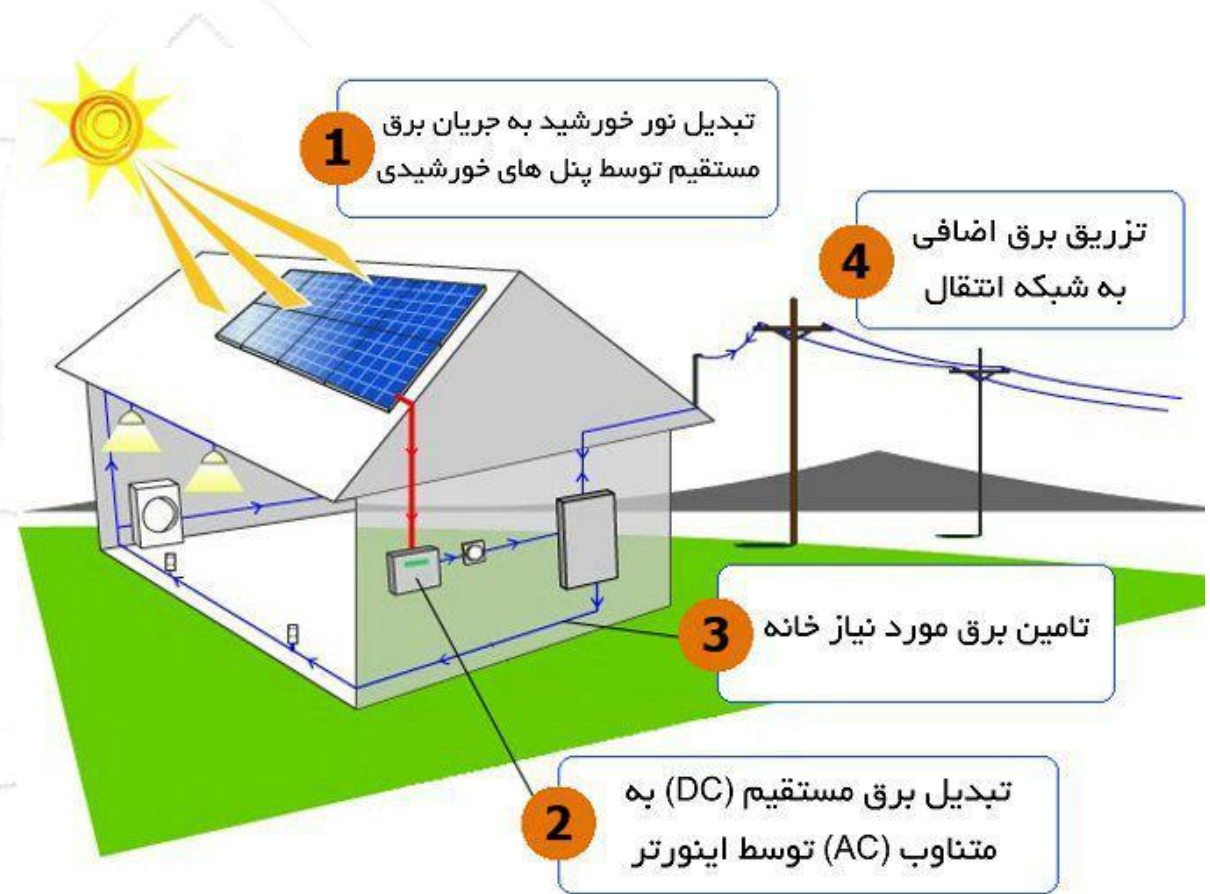
نحوه تولید برق از سلول خورشیدی



# تولید انرژی الکتریکی

## نیروگاه های برق خورشیدی یا فوتوولتائیک

- ✓ می توان حتی در منزل های مسکونی نیز یک نیروگاه کوچک توان الکتریکی با استفاده از پانلهای خورشیدی ایجاد نمود.
- ✓ دولت هم اکنون اقدام های حمایتی در جهت تولید برق از سیستمهای فوتوولتائیک در دست انجام دارد و حتی مصرف کنندگان خانگی می توانند تولید کننده و فروشنده برق باشند.



پوشش فوتوولتائیک بام منزل برای تولید برق

تولید و مصرف و فروش برق در منزل





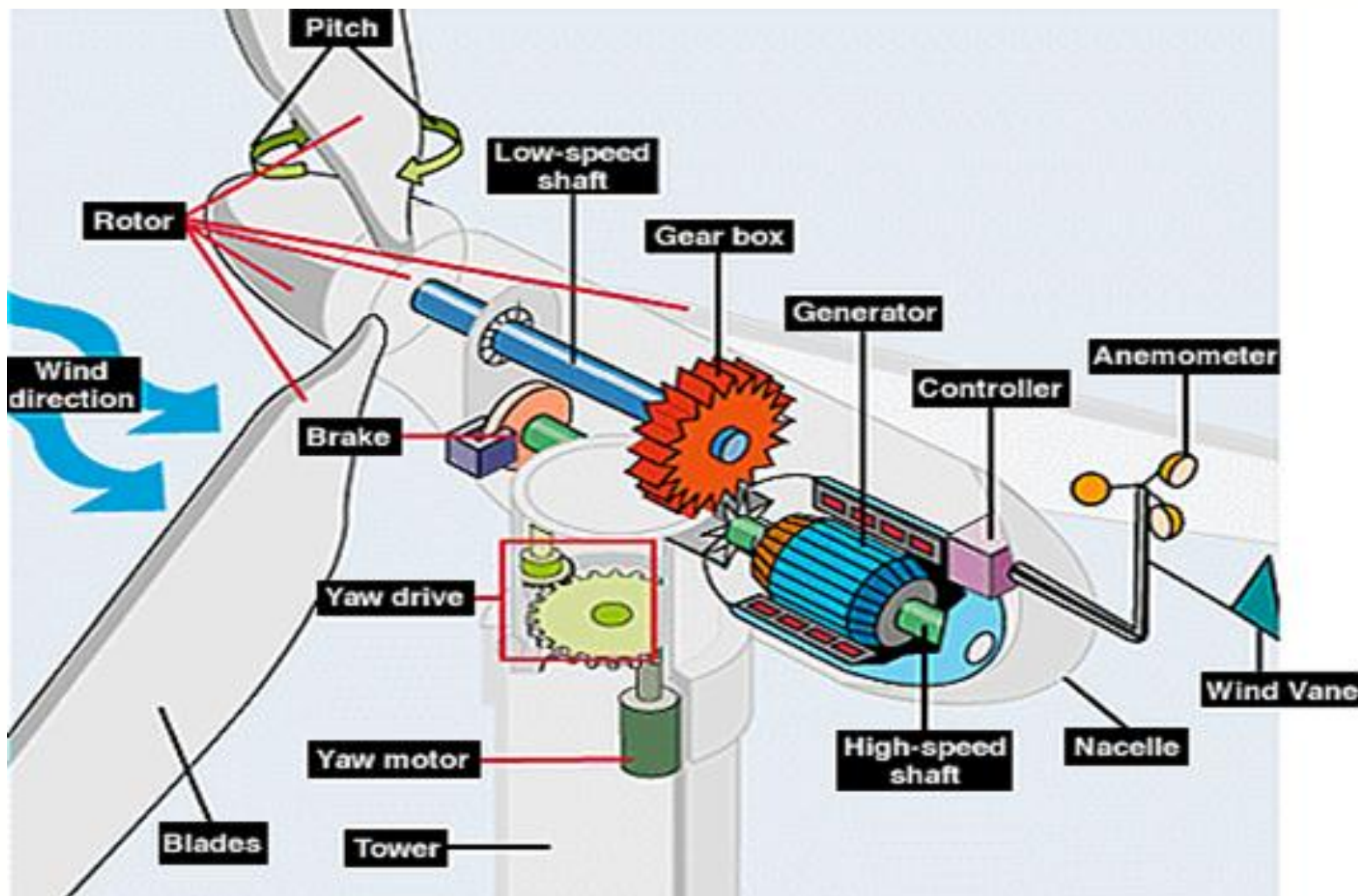
## تولید انرژی الکتریکی

### ➤ نیروگاه های بادی

- ✓ در این نیروگاهها، نیروی باد سبب چرخش محور ژنراتور می گردد و برق تولید می شود.
- ✓ این نوع انرژی مختص به نواحی بادخیز مثل منجیل و بینالود است و جزو انرژی های پاک است.







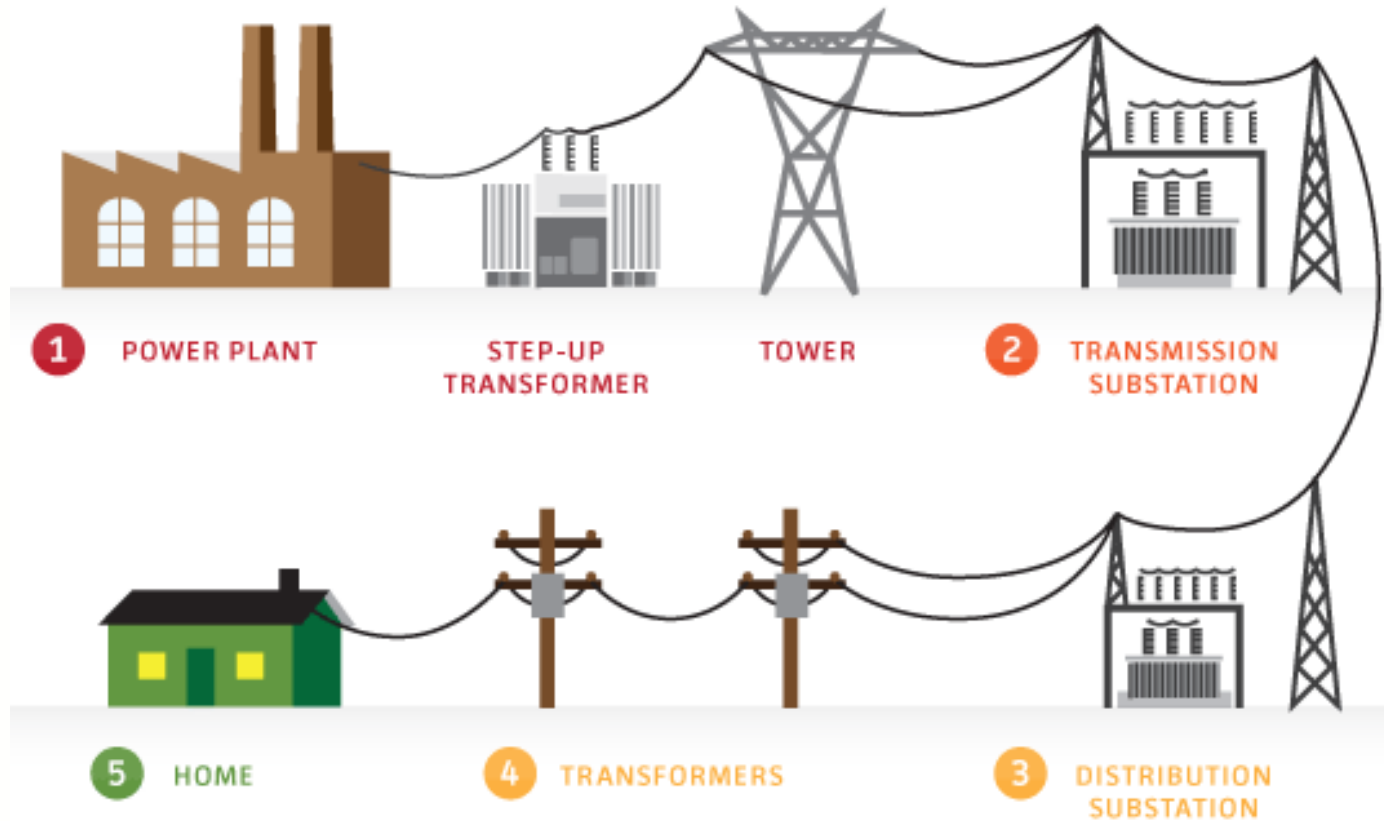
اجزای داخلی یک توربین ژنراتور بادی



# انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

## شبکه قدرت (Power Grid)

- ✓ انرژی الکتریکی پس از تولید در نیروگاه ها باید توسط خطوط انتقال و توزیع به محل مصرف برسد.
- ✓ برای این منظور از پست های برق و خطوط انتقال استفاده می شود.
- ✓ سطح ولتاژ توان الکتریکی از محل تولید به مصرف به منظور کاهش تلفات توان و همچنین کاهش افت ولتاژ، ابتدا افزایش می یابد و سپس در محل مصرف کاهش می یابد. اینکار توسط ترانسفورماتورها انجام می شود.



انتقال و توزیع توان الکتریکی از محل تولید به مصرف

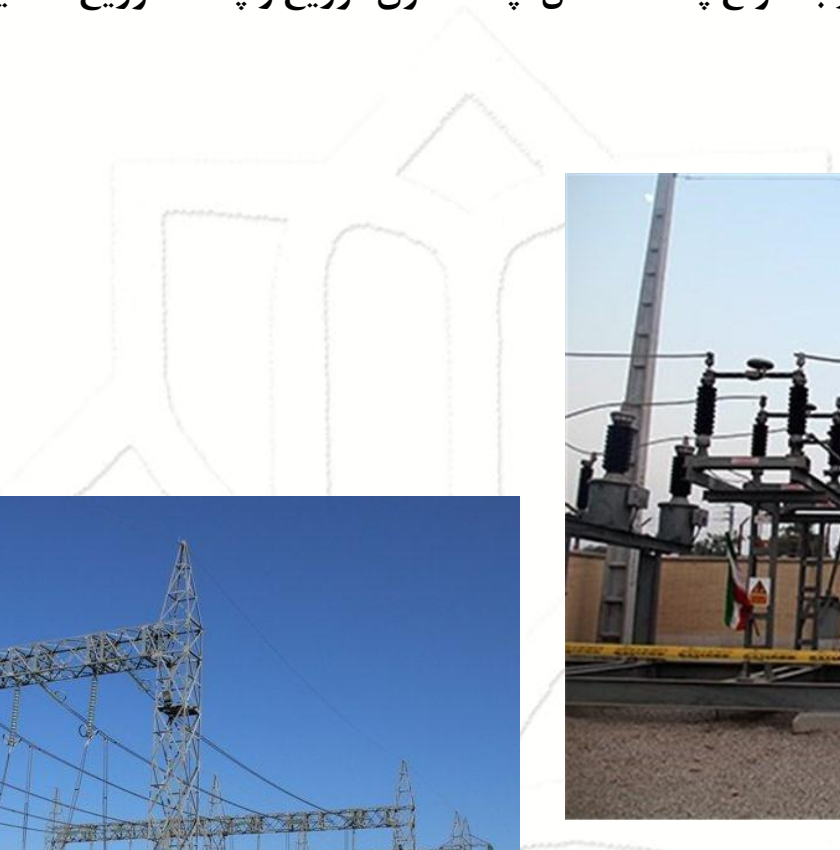




# انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

## ➤ پست برق (Substation)

- ✓ پست برق، مکانی است که در آن ولتاژ از یک سطح به سطحی دیگر تبدیل می شود و برای محل مصرف ارسال می گردد.
- ✓ پست ها بسته به سطح ولتاژ به انواع پست انتقال، پست فوق توزیع و پست توزیع تقسیم بندی می شوند.



پست توزیع ۶۳/۲۰ کیلوولت



پست انتقال ۴۰۰ کیلوولت فیروزکوه





## انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

### خطوط قدرت

- ✓ انتقال و توزیع برق اغلب توسط خطوط هوایی انجام می شود.
- ✓ بسته به سطح ولتاژ از دکل های با اندازه های مختلف استفاده می شود.
- ✓ در برخی موارد و بویژه در شهرها، خطوط قدرت بصورت زیرزمینی بکار برده می شوند.

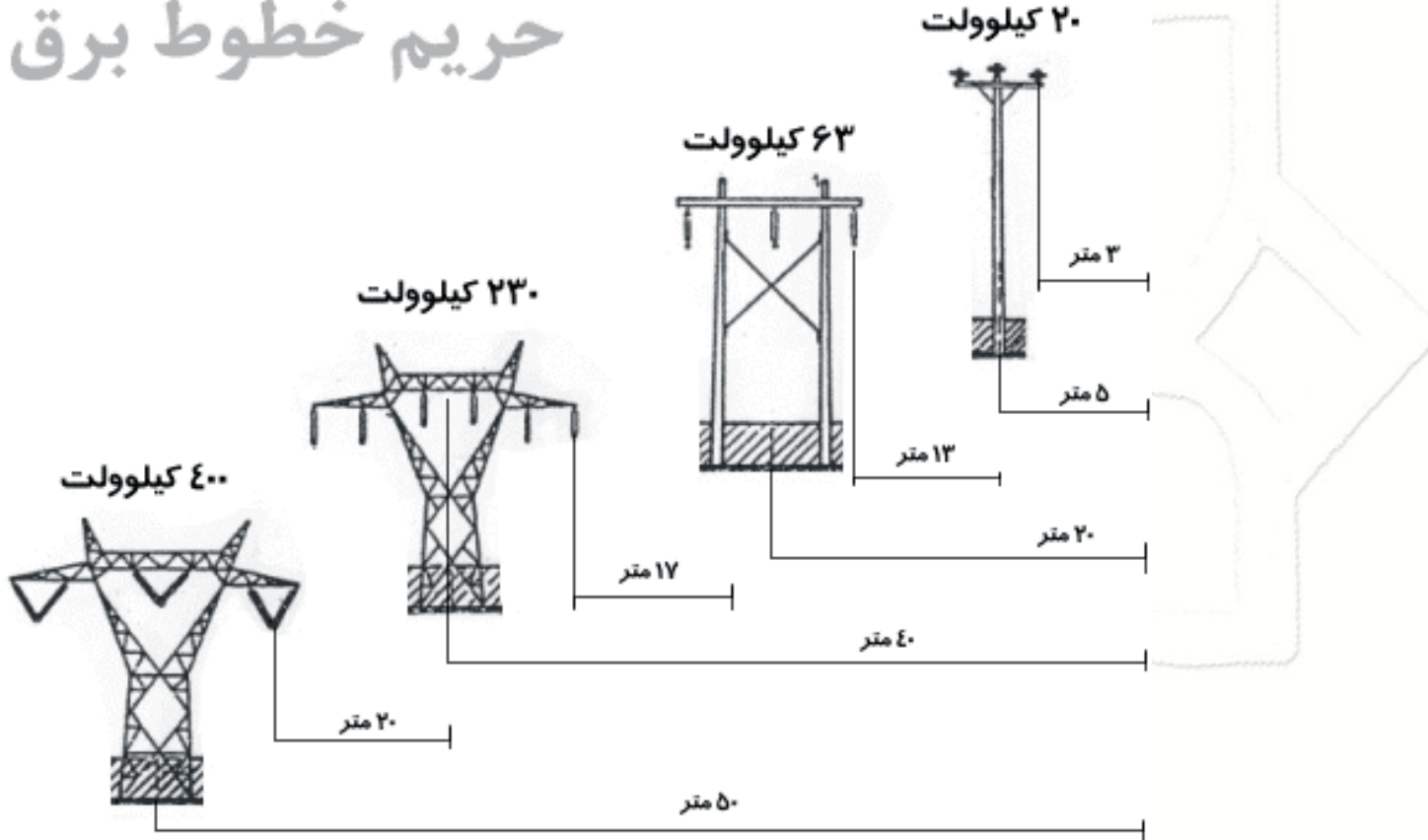






روشهای مختلف انتقال برق اعم از کابل های هوایی و زیرزمینی، اصول مهندسی فشار قوی و حفاظت از سیستم های برقی و همچنین مدیریت شبکه توزیع از جمله مباحث مطرح در این شاخه است.

### حریم خطوط برق



شکل دکل های برق فشار قوی و حریم خطوط مربوطه



ترانس توزیع (۲۰ kV و کمتر)



ترانس انتقال (ولتاژ ۲۳۰ kV و ۴۰۰)



ترانس فوق توزیع (ولتاژ ۶۳ kV و ۱۳۲)





**ترانس روغنی**

در این ترانسفورماتورها روغن به عنوان عایق، خنک کننده و جاذب رطوبت هوا عمل می کند. سیم پیچ ها و هسته ترانس در داخل مخزن روغن قرار می گیرند. روغن مورد استفاده از نوع معدنی است.



**ترانس هرمتیک  
(بدون مخزن انبساط)**

مخزن روغن این نوع ترانس دارای خاصیت ارتجاعی بوده و در قدرت های کم افزایش حجم روغن بدین وسیله جبران می شود. از مزایای این ترانس کاهش هزینه مراقبت و نگهداری، حذف رطوبت گیر و رله بوخهولتز (روغن) و منبع انبساط و در نتیجه کاهش ارتفاع ترانس است.



**ترانس خشک (رزینی)**

در این نوع ترانس از عایق های رزینی همچون صمغ ریختگی برای انتقال حرارت به محیط بیرون استفاده می شود. ابعاد این نوع ترانس نسبت به ترانس های روغنی بزرگتر است. به دلیل عدم نیاز به حفاظت های خاص خطر آتش سوزی در آنها وجود ندارد. کاربرد این نوع ترانس در سیستم های توزیع، ساختمان های بلند، فروشگاه های بزرگ، صنایع نفت و سیمان، معادن، راه آهن و... می باشد.





## انتقال و توزیع انرژی الکتریکی

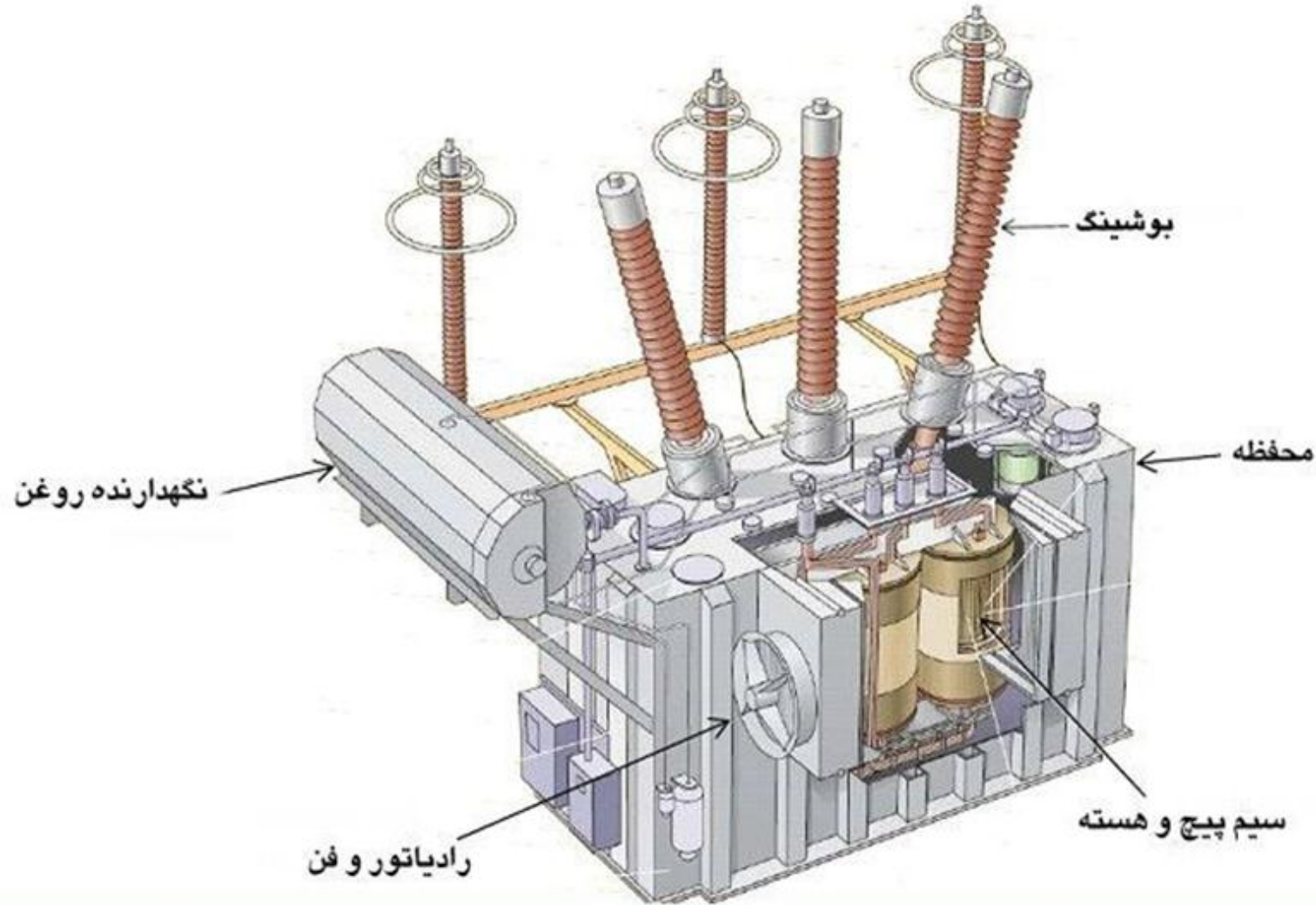
### ➤ ترانسفورماتورهای قدرت

✓ ترانسفورماتور یکی از مهم ترین اجزای شبکه قدرت هستند که حفظ و نگهداری آنها نیازمند مراقبت بسیار است.



خطر آتش سوزی بخاطر وجود روغن



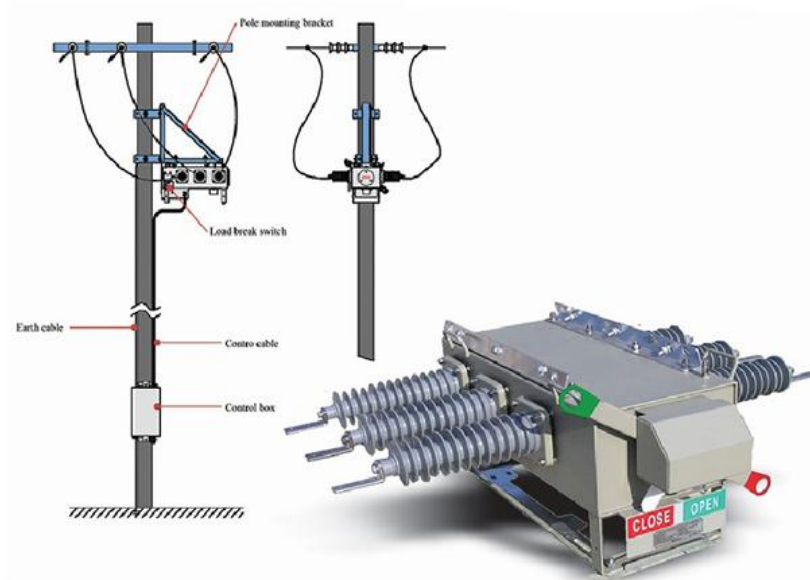




✓ آشنایی با انواع تجهیزات و وسایل حفاظتی در کلیه مراحل تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی که انسان‌ها و تأسیسات الکتریکی را در برابر حوادث مختلف مراقبت می‌کنند.



✓ حفاظت از ژنراتورها و ترانسفورماتورها و خطوط قدرت در برابر اتصالات کوتاه با استفاده از انواع مختلف رله ها انجام می گیرد.



رله ریکلوزر برای حفاظت خطوط



رله بوخهلتس برای حفاظت ترانس



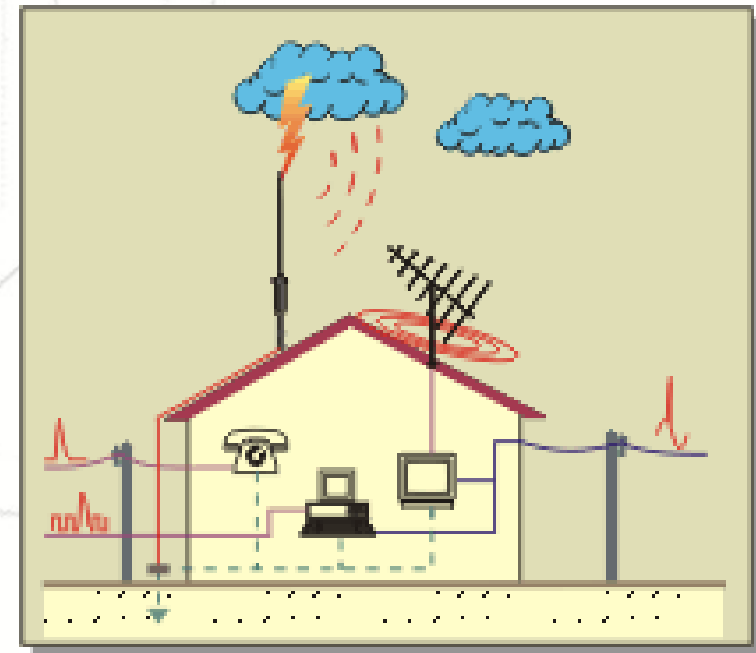


✓ حفاظت از ژنراتورها و ترانسفورماتورها و خطوط قدرت در برابر اتصالات کوتاه با استفاده از انواع مختلف رله ها انجام می گیرد.





✓ تجهیزات شبکه قدرت بویژه آنهایی که در فضای باز قرار دارند، در مقابل صاعقه باید حفاظت شوند.







➤ حفاظت از تجهیزات در کارخانه ها

✓ جهت حفاظت از تجهیزات و مصرف کننده های برقی در برابر اضافه بار و یا اتصال کوتاه داخلی از تجهیزاتی نظیر بریکر، فیوز، بی متال و ... استفاده می شود.



انواع مختلف فیوزها جهت حفاظت مصرف کننده های الکتریکی



نمایی از داخل یک تابلوی برق و انواع فیوزها و کلیدها و رله ها





## ➤ حفاظت از انسان در برابر برق گرفتگی

- ✓ یکی از مهمترین مباحث در حفاظت، حفاظت انسان در برابر برق گرفتگی است.
- ✓ وظیفه مهندسين قدرت چه در زمينه طراحي و چه در زمينه نظارت، آنست که اين نوع حفاظت را به بهترين نحو اجرا نمايند.







دانشگاه کاشان

## حفاظت □

### ➤ حفاظت از انسان در برابر برق گرفتگی

✓ کوتاهی در اجرای سیستمهای حفاظتی نتایج فاجعه بار و دردناکی را به همراه دارد.



**بالا رفتن از پایه های برق، به هر دلیل و منظوری غیر مجاز و بسیار خطرناک است.**

[WWW.Electricalsafety.blogfa.com](http://WWW.Electricalsafety.blogfa.com)



✓ مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان بطور کامل به قوانین لازم الاجرا در طراحی و اجرا و نظارت تاسیسات برقی ساختمانها پرداخته است.



موسسه آموزش و مهندسی ۸۰۸  
آموزشهای تخصصی عمران و معماری

جزوه تاسیسات برقی ویژه  
آمادگی آزمون ورود به حرفه

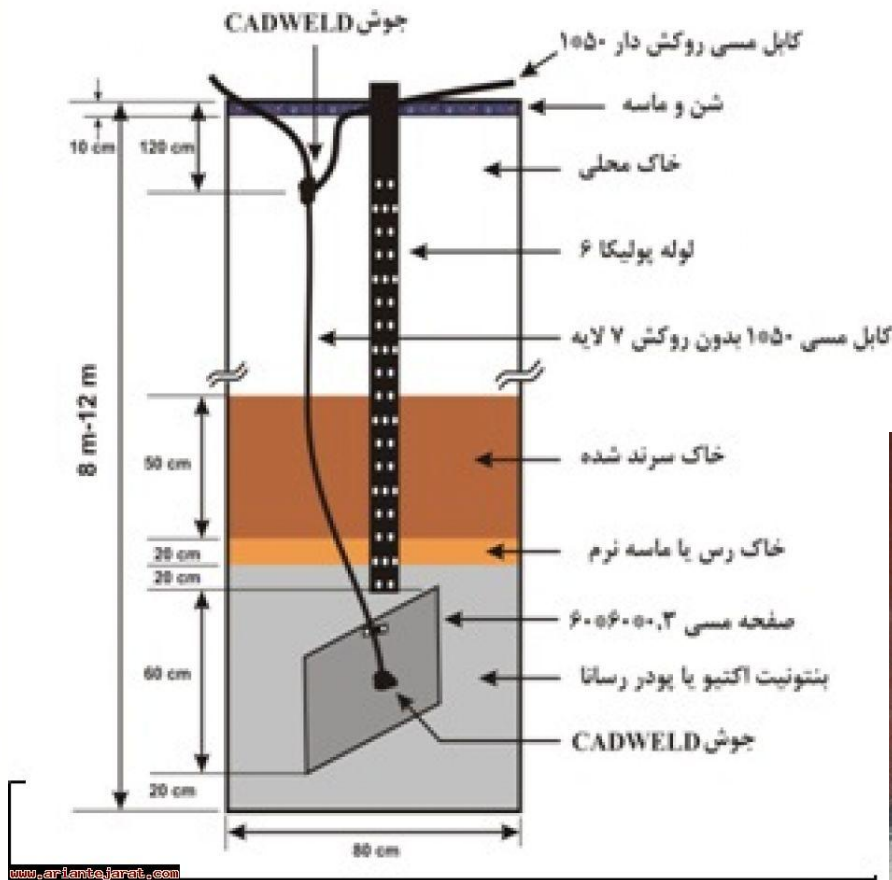
مبحث ۱۳ مقررات ملی  
www.civil808.com



✓ تمهیداتی نظیر سیستم زمین (ارتینگ)، هم بندی در ساختمانها و نصب کلیدهای RCCD (حفاظ جان) از جمله این موارد است.



چاه ارت دوغاب ریزی شده



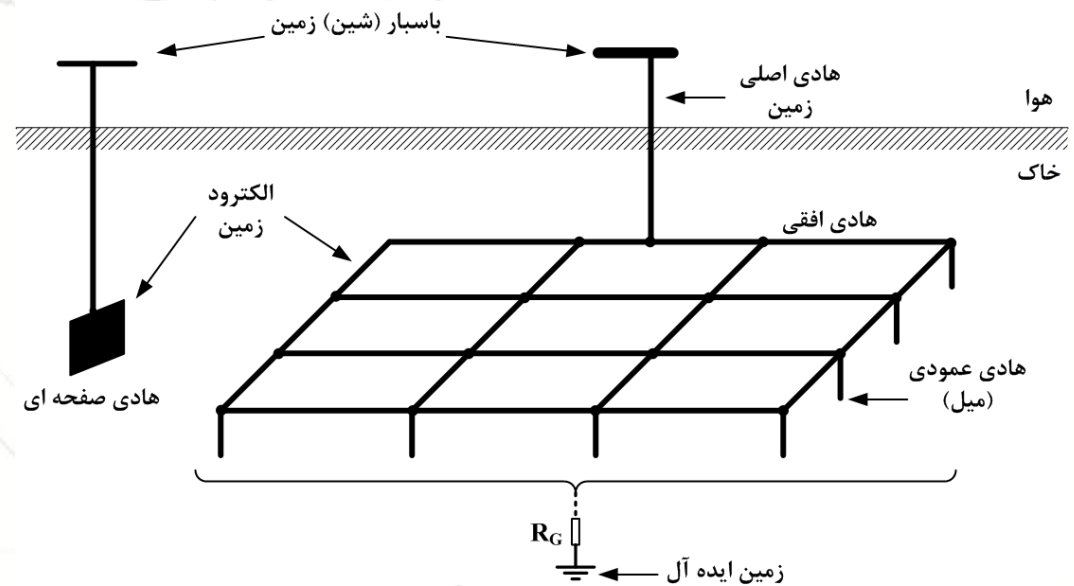
اجرای الزامی سیستم ارت در منزل



صفحه مسی

## ➤ حفاظت از انسان در برابر برق گرفتگی

- ✓ تمهیداتی نظیر سیستم زمین (ارتینگ)، هم بندی در ساختمانها و نصب کلیدهای RCCD (حفاظ جان) از جمله این موارد است.
- ✓ با هم بندی، پتانسیل سیستم ارت ساختمان و تمام هادیهای در دسترس کاهش یافته و خطر برق گرفتگی حداقل می شود.



شبکه همبندی ساختمان



شبکه همبندی در سازه های بتونی

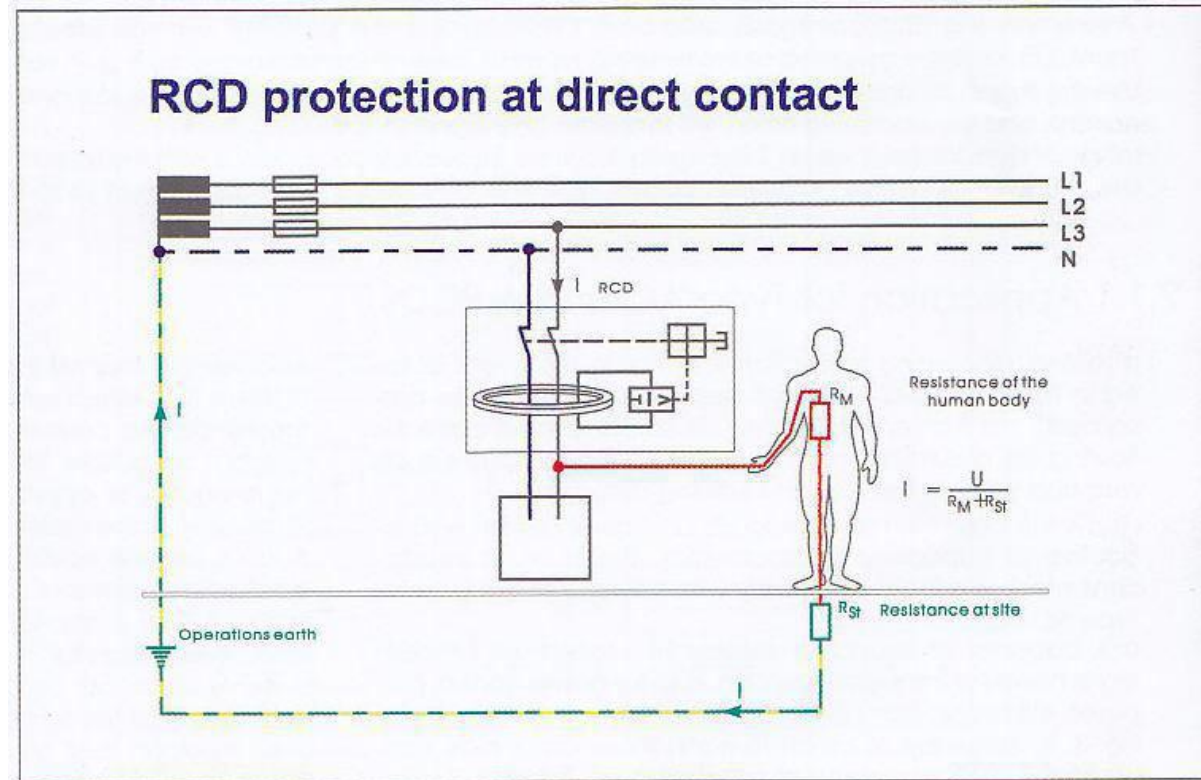


## ➤ حفاظت از انسان در برابر برق گرفتگی

- ✓ تمهیداتی نظیر سیستم زمین (ارتینگ)، هم بندی در ساختمانها و نصب کلیدهای RCCD (حفاظ جان) از جمله این موارد است.
- ✓ استفاده از کلید RCCD تا حد زیادی خطر اتصال به بدنه تجهیزات برقی را کاهش می دهد.



کلید حفاظ جان یا RCCD

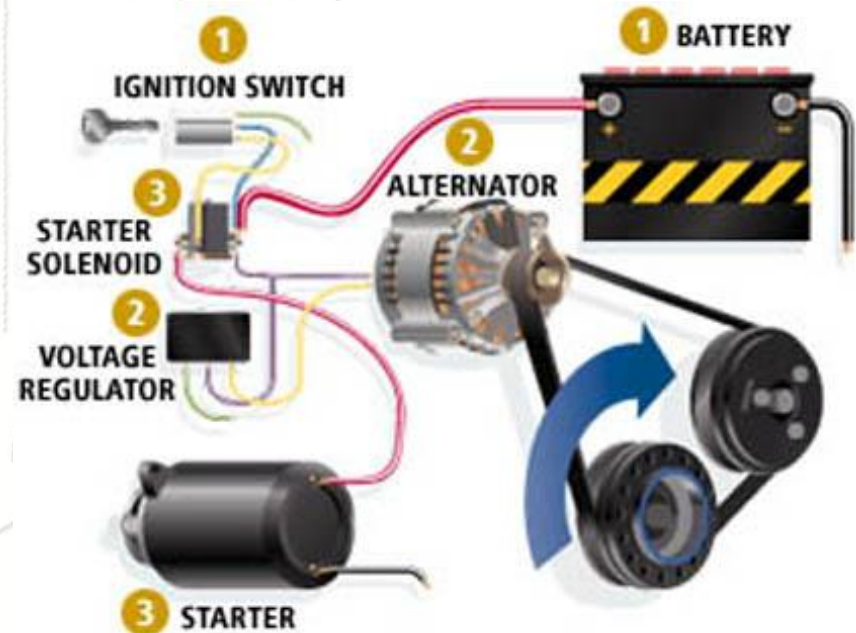


نحوه حفاظت کلید RCCD از انسان در هنگام تماس با بدنه برقدار شده تجهیزات

- ✓ این شاخه یکی از مهم ترین شاخه های مهندسی قدرت است که به مباحث موتورهای الکتریکی و ژنراتورها و ترانسفورماتورها می پردازد.
- ✓ طراحی و ساخت انواع این تجهیزات، تعمیرات و نگهداری و همچنین کنترل موتورها و ژنراتورها از مباحث اصلی این شاخه است.
- ✓ ژنراتورهای الکتریکی یا آلترناتورها (یا به اصطلاح عامیانه «موتور برق») تولید کننده بیش از ۹۹ درصد انرژی الکتریکی هستند.



یک ژنراتور الکتریکی توان بالا در حال نصب



ژنراتور (یا دینام برق) یک خودرو



✓ ترانسفورماتورها به عنوان مهم ترین بخش از شبکه های قدرت در شاخه ماشین های الکتریکی قرار می گیرند.



ترانسفورماتور 200 MVA ساخت شرکت ایران ترانسفو



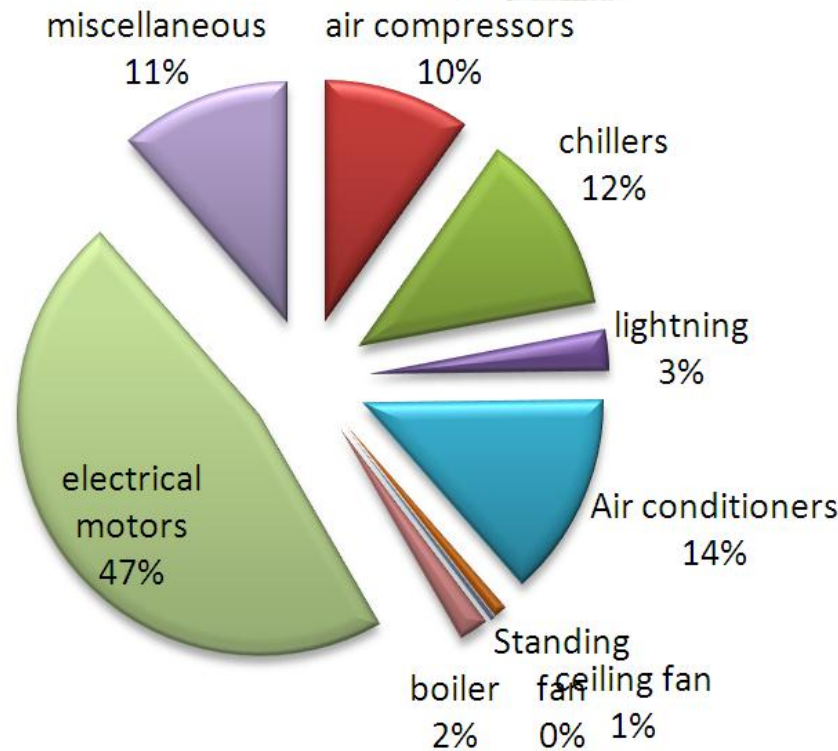
ترانسفورماتور 100 kVA توزیع 20kV/400V



# ماشین های الکتریکی

## موتورهای الکتریکی

- ✓ موتورهای الکتریکی به عنوان تجهیزات تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی نقش عمده ای را در صنایع و همچنین لوازم خانگی ایفا می کنند.
- ✓ بیش از ۵۰ درصد برق تولید شده در دنیا در موتورهای الکتریکی مصرف می شود.



آمار برق مصرفی نمونه کشورهای آفریقایی



آمار برق مصرفی در بخش غیرصنعتی و خانگی در ایران





- ✓ لذا طراحی و ساخت موتورهای پربازده یکی از نیازهای صنعت و بخش غیرصنعتی است که این موضوع در حیطه مهندسی برق قدرت است.
- ✓ برای مثال، در کشور ما ایران، طبق آمار شرکت دولتی سابا، حدود ۱۷ میلیون کولر آبی در حداقل ۶ ماه از سال کار می کنند که توانی در حد ۸ گیگا وات (معادل ۱۵ درصد کل مصرف برق کشور) را به خود اختصاص داده اند.
- ✓ حساب کنید اگر اندکی در عملکرد موتور تکفاز این کولرها بهبود حاصل شود چه صرفه جویی عظیمی در مصرف برق اتفاق می افتد. این مهم بر عهده مهندسان قدرت است.



کولر آبی مجهز به موتور دایرکت درایو نوع براشلس DC با راندمان بالای ۸۵ درصد



20170717\_174934.mp4



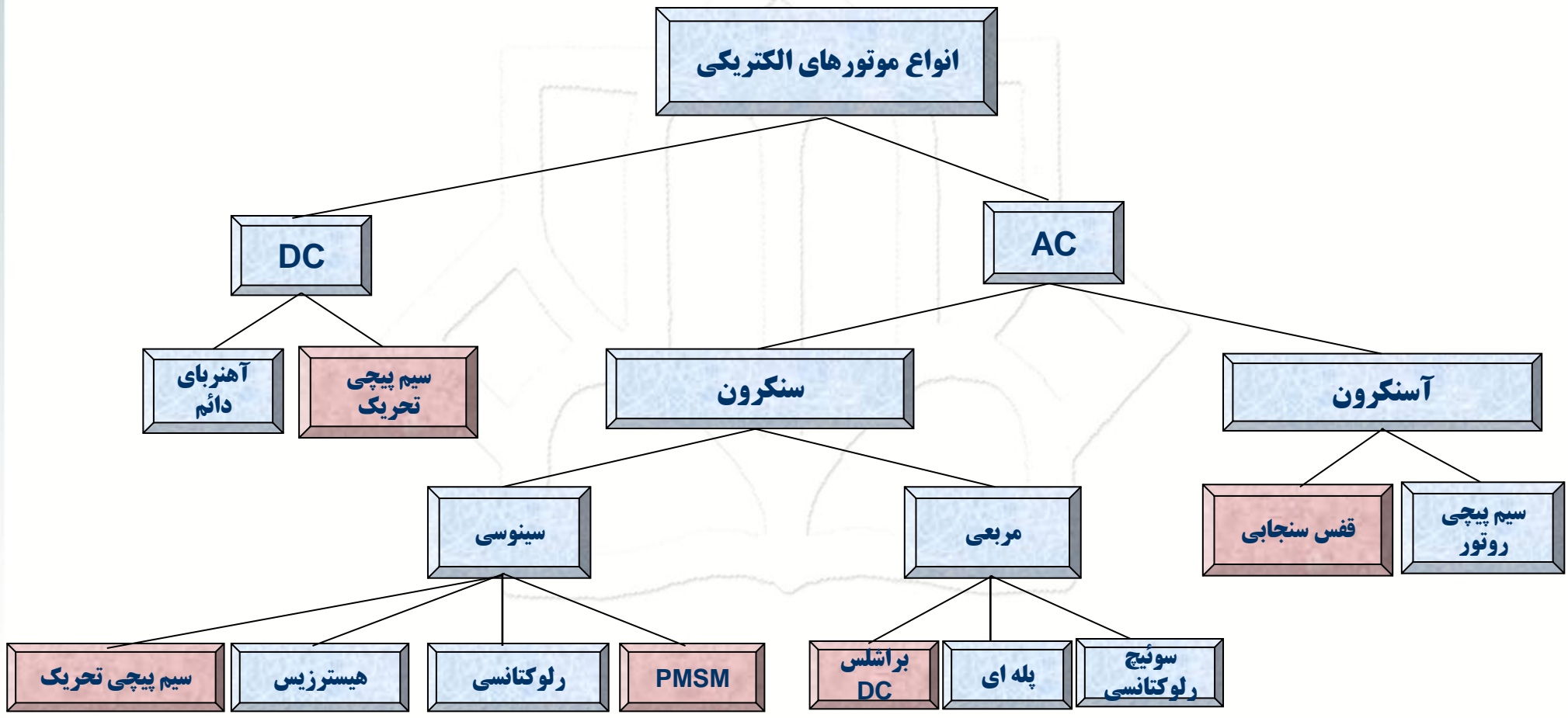
کولر آبی با موتور القایی تکفاز با راندمان کمتر از ۵۰ درصد

مبحث پنجم: آشنایی با گرایش قدرت





موتورهای الکتریکی دارای انواع بسیار زیادی هستند که اغلب آنها را در چهار درس کارشناسی دانشجویان فرا می گیرند و باقیمانده آنها را هم در دوره های کارشناسی ارشد.



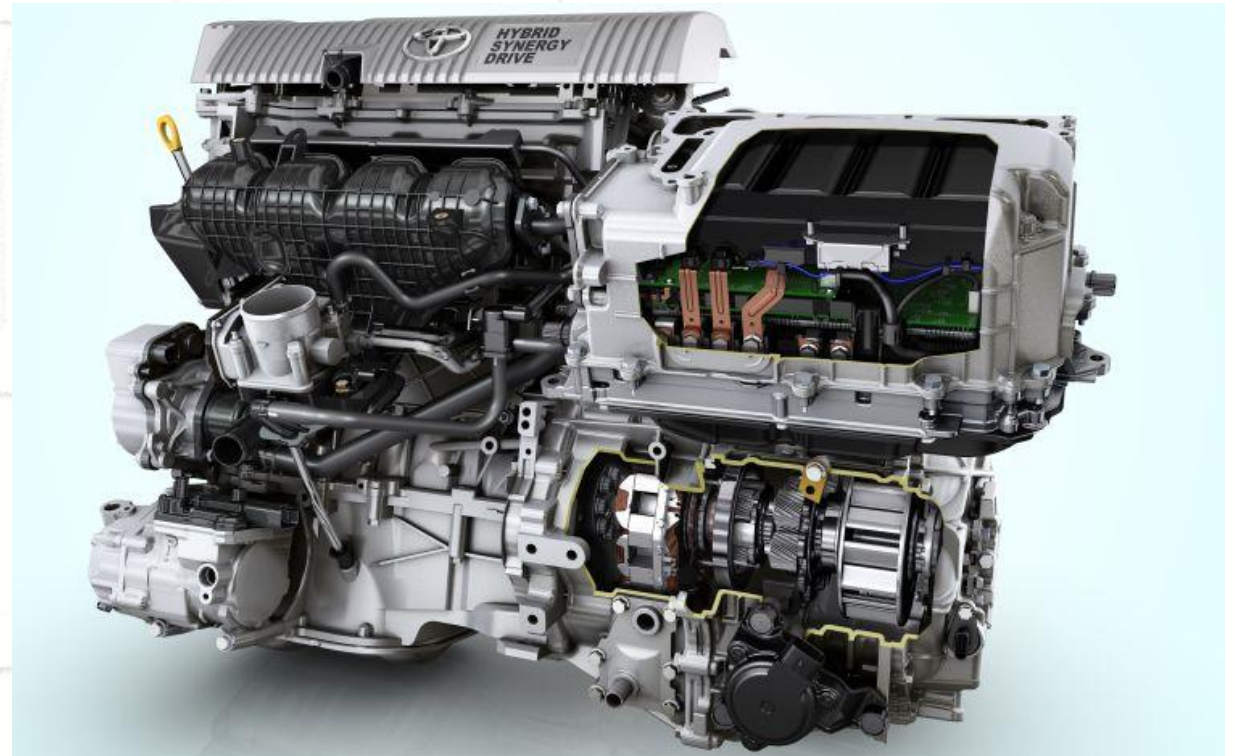
انواع متداول موتورهای الکتریکی



- ✓ وسایل خانگی نظیر ماشینهای لباسشویی، ظرفشویی، کمپرسور یخچال، کولرهای آبی و گازی، چرخ گوشت و فن ها و ...
- ✓ وسایل حمل و نقل الکتریکی نظیر خودروهای برقی و هیبریدی، قطارهای مترو، موتور سیلکت برقی و دوچرخه برقی
- ✓ در صنعت به عنوان فن ها، خطوط تولید سرعت متغیر، کانویرها، کمپرسورها و ...



جایگاه موتور الکتریکی در دوچرخه برقی



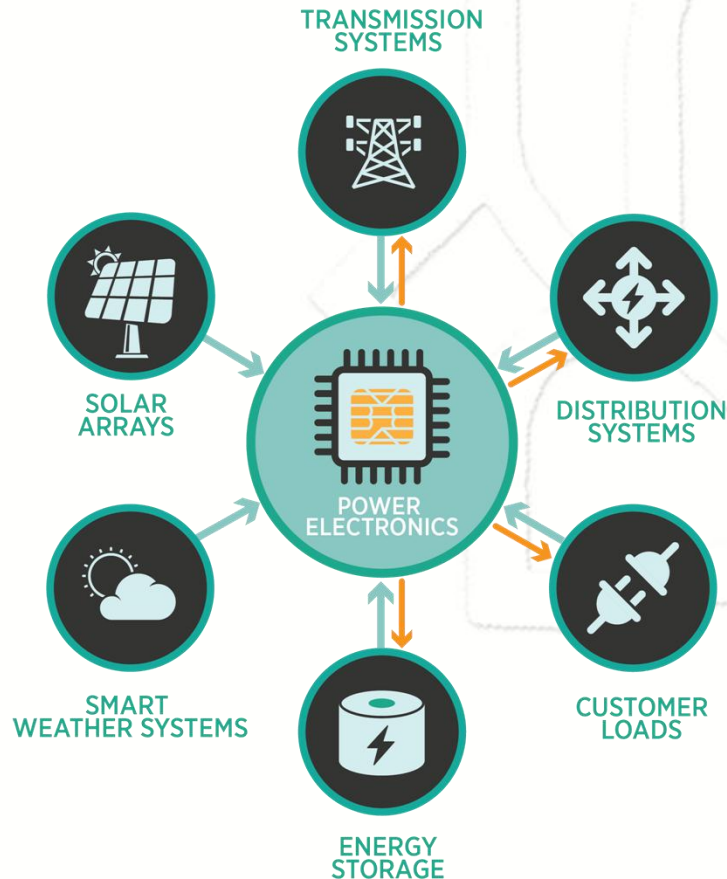
جایگاه موتور الکتریکی در خودروی هیبریدی پریوس تویوتا

این شاخه کاربرد سوئیچهای الکترونیکی در سطوح بالای ولتاژ و توان است. ✓

این شاخه ارتباط بسیار نزدیکی با شاخه ماشین های الکتریکی دارد. ✓

کاربرد این شاخه چه در بحث کنترل موتورها، منابع تغذیه و همچنین سیستم قدرت بسیار زیاد شده است و از شاخه های جذاب و پرکاربرد رشته قدرت است. ✓

گرایش الکترونیک قدرت همراه با ماشین یکی از گرایشهای اصلی رشته قدرت در دوره کارشناسی ارشد در کنار گرایش سیستم است. ✓







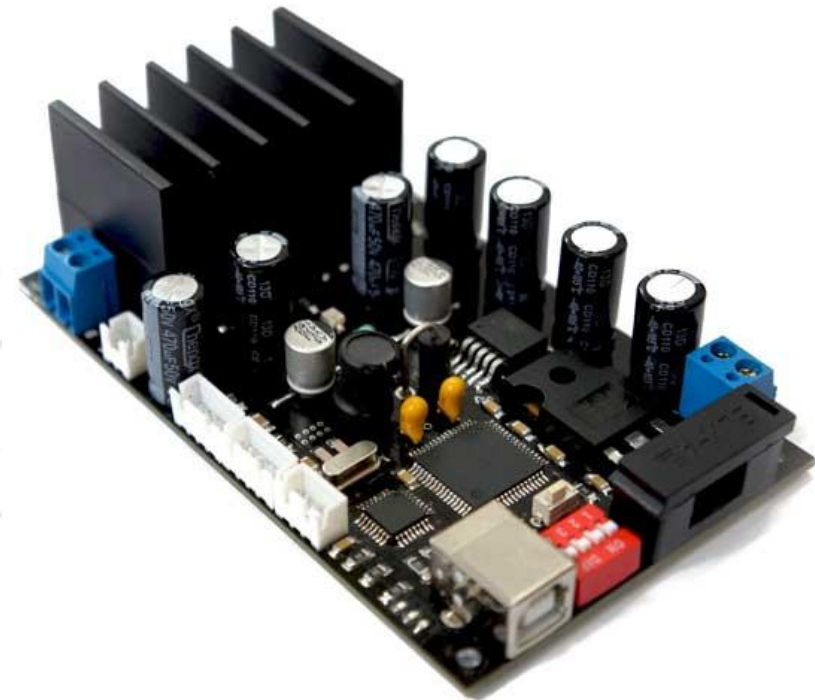
## □ الکترونیک قدرت

### ➤ درایوهای الکتریکی

- ✓ یکی از پر استفاده ترین جنبه های الکترونیک قدرت، در درایوهای الکتریکی چه در کاربردهای صنعتی و چه در کاربردهای خانگی است.
- ✓ از کاربردهای دیگر می توان به حمل و نقل الکتریکی، ربات ها، ماشین های ابزار و خلاصه هر چیزی که قرار است سرعت موتور قابل تنظیم باشد، اشاره نمود.



درایو الکتریکی یک موتور



برد اصلی یک درایو الکتریکی نمونه



# الکترونیک قدرت

## درایوهای الکتريکی

✓ کاربردهای خانگی و غیرصنعتی درایوها روز به روز در حال افزایش است که نتیجه آن مصرف انرژی کمتر، و افزایش کارایی بیشتر تجهیزات است.

**Why the Inverter Direct Drive Technology is better?**

Conventional System	LG Inverter Direct Drive System
<p>Pulley, Drum, Motor, Bolt</p> <p>Belt and pulley cause vibration, noise and higher energy consumption.</p>	<p>Drum, Inverter Direct Drive Motor</p> <p>No Belt, No Pulley. Power is delivered directly to the drum.</p>

**Benefits of Inverter Direct Drive**

- Health
- Energy Saving
- Quiet
- Long Life

kim2day.com

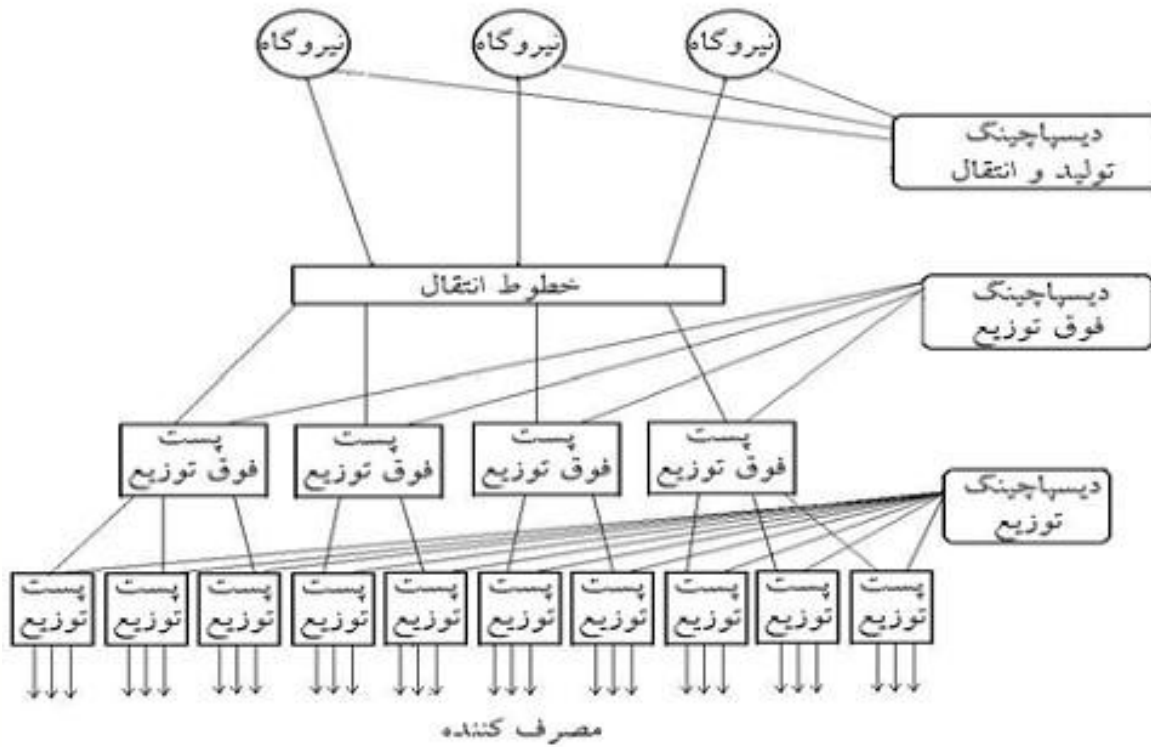




✓ در این شاخه مباحثی همچون

- بهره برداری از شبکه قدرت
- بازار برق و اقتصاد انرژی الکتریکی
- کنترل و دیسپاچینگ شبکه
- ریز شبکه ها
- شبکه های هوشمند توزیع برق
- قابلیت اطمینان
- تجدید ساختار

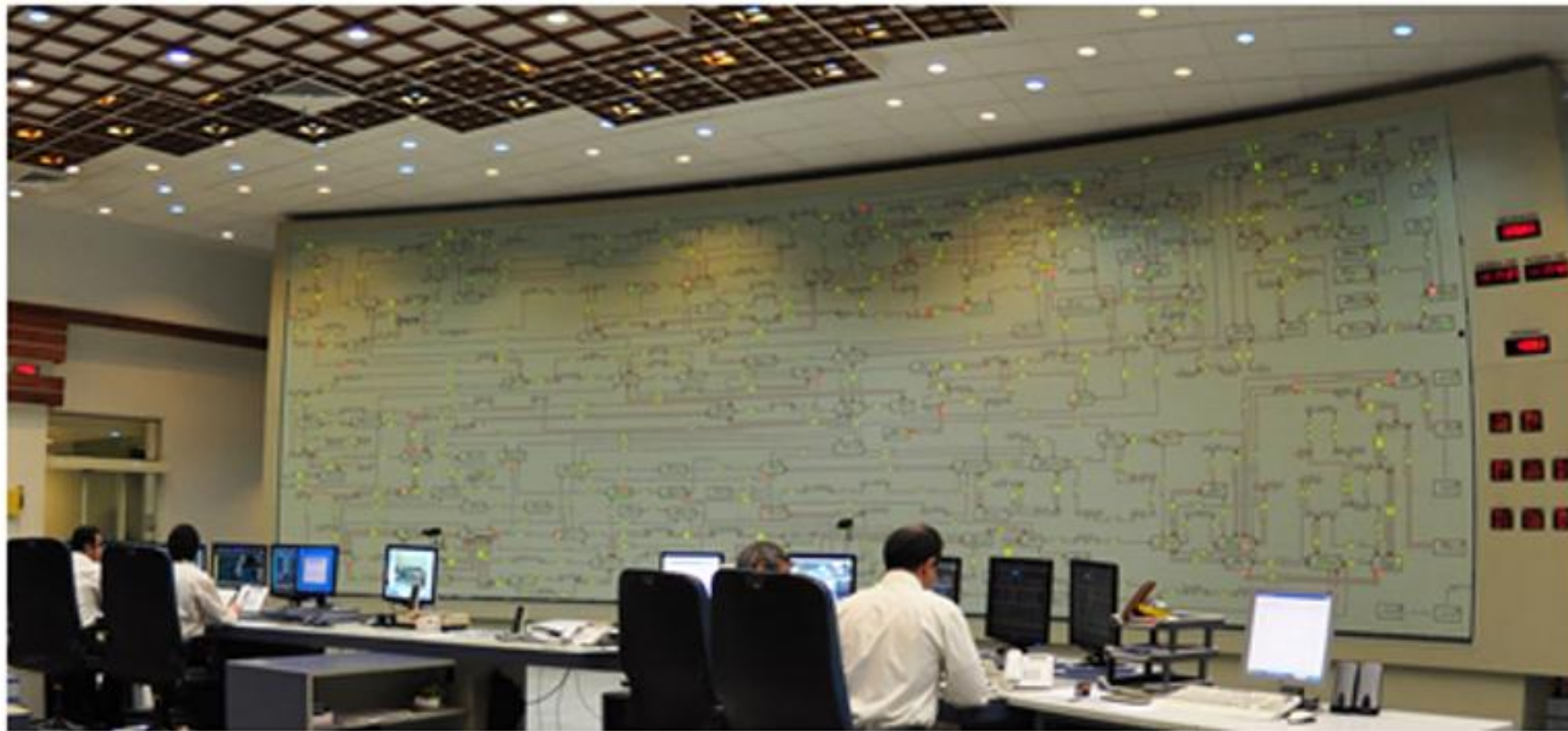
مدنظر است



شما تیک تقسیم وظایف مراکز دیسپاچینگ بر مبنای ماهیت عملکرد

### اهم وظایف دیسپاچینگ ملی عبارت است از:

- پیش بینی نیاز مصرف در مقاطع سالانه، ماهیانه، هفتگی، روزانه و لحظه‌ای
- برنامه‌ریزی و هماهنگی تولید مولدهای نیروگاهی شبکه با توجه به معیارهای اقتصادی
- حفظ ایمنی و پایداری شبکه تولید و انتقال
- بهره‌برداری بهینه و اقتصادی از منابع تولید و انتقال
- نظارت بر عملکرد دیسپاچینگ مناطق



مرکز دیسپاچینگ ملی





## □ زمینه های کاری و تحقیقاتی جدید در رشته قدرت

- ✓ ساختما نههای هوشمند
- ✓ ریز شبکه های هوشمند
- ✓ توسعه انرژی های تجدید پذیر نظیر فوتوولتائیک
- ✓ طراحی موتورهای الکتریکی پربازده و استفاده از آنها در کاربردهای استفاده انبوه
- ✓ درایوهای الکتریکی پیشرفته و استفاده از آنها در کاربردهای مختلف
- ✓ بازار برق
- ✓ حمل و نقل الکتریکی و خودروهای برقی و هیبریدی
- ✓ کاربردهای نظامی نظیر تسلیحات و بمب های الکترومغناطیس
- ✓ توسعه کاربردهای الکترونیک قدرت
- ✓ ....



## □ فرصت های شغلی و مراکز محتاج به رشته قدرت

- ✓ نیروگاه ها
- ✓ پست های برق
- ✓ **کارخانجات صنعتی که توان الکتریکی زیادی مصرف می کنند.**
- ✓ وزارت نیرو
- ✓ نصب و نگهداری و پشتیبانی از کلیه سیستم هایی که مصرف کننده توان الکتریکی دارند
- ✓ **مراکز R&D شرکتها و سازمانهایی که در زمینه های رشته قدرت فعالیت دارند.**
- ✓ تاسیسات برقی مراکز صنعتی
- ✓ **برق ساختمانها و حرفه نظام مهندسی تاسیسات برقی**
- ✓ تعمیرات و پشتیبانی از موتورهای الکتریکی
- ✓ طراحی و یا تعمیرات تجهیزات الکترونیک قدرت
- ✓ انرژی های تجدیدپذیر نظیر خورشیدی و بادی و ...
- ✓ .....