تولید پراکنده

فصل اول:

مقدمه

۱- تاریخچه:

شروع تولید انرژی برق:

- ✓ نامتمرکز و پراکنده برای محدوده های جغرافیایی محدود
- ✓ گسترش تعداد شرکت های خدماتی برق رسانی محلی.

ضرورتهای تولید متمرکز:

- ✓ اقتصادی بودن (هزینه تولید پایین)
- ✓ تولید پشتیبان و رزرو (کیفیت توان)
- ✓ قابلیت اطمینان بالا و ایمنی

باعث حرکت از تولید نامتمرکز به سوی تولید متمرکز گردید.

ضرورتهای جدید:

- ✓ رشد مصرف-محدودیتهای اقتصادی-جغرافیایی انتقال
- ✓ اقتصادی شدن تولید برق از منابع تجدید پذیر
  - تکامل تکنولوژیهای تولید برق از منابع تجدید پذیر
  - تکامل تکنولوژیهای الکترونیک قدرت
  - بازار رقابتی برق (خصوصی سازی و مقررات زدایی شرکتهای توزیع)
- ✓ مسائل زیست محیطی
- ✓ مشکلات امنیت و قابلیت اطمینان

باعث گرایش دوباره به سمت تولید نامتمرکز (پراکنده) گردید.

تعاریف:

۱- منبع تولید توان با ظرفیت محدود (؟!) ⟸ ناقص

۲- منبع تولید توان الکتریکی که مستقیماً به شبکه توزیع یا به مصرف کننده متصل است ⟸ کامل

کلمات کلیدی:

تولید پراکنده

تولید نامتمرکز

Distributed Generation

Dispersed Generation

Embedded Generation

Distributed Resources

Distributed Utility

۲- ویژگی های DG:

الف- سطح ولتاژ:

فشار متوسط: 11kV، 20kV، 33kV

فشار ضعیف: 400V

ب- ظرفیت تولید:

EPRI:	1kW < P < 50MW
Gas Research Ins.:	2MW < P < 25MW
Preston & Rostler:	1kW < P <100MW
Cardell:	500kW < P < 1 MW
Cigre:	50kW < P < 100 MW

ج- منابع اولیه انرژی:

1- تجدید ناپذیر (فسیلی)

2- تجدید پذیر

د- تکنولوژی تولید:

1- تکنولوژی قدیمی: موتورهای احتراقی، دیزل، توربین گاز،...

2- تکنولوژی نو: پیل های سوختی، مبدل های قدرت،...

ه- بهره برداری

مواردی که باید بررسی شوند:

- قابلیت دیسپاچینگ
- برنامه پذیری
- امکان عملکرد مستقل

نقش DG پس از بهره برداری:

1- نقش نیروگاه مستقل برق (IPP: Independent Power Producer)

2- نقش مدیریت بار (کاهش دهنده بار شبکه)

3- نقش رزرو چرخان

۳-دسته بندی

Micro DG: $P < 5kW$

Small DG: $5kW < P < 5MW$

Medium DG: $5MW < P < 50MW$

Large DG: $50MW < P$

فصل دوم:

معرفی منابع انرژی

۱-دسته بندی منابع انرژی

- منابع انرژی فناپذیر
- منابع انرژی تجدیدپذیر

۲-منابع انرژی فناپذیر

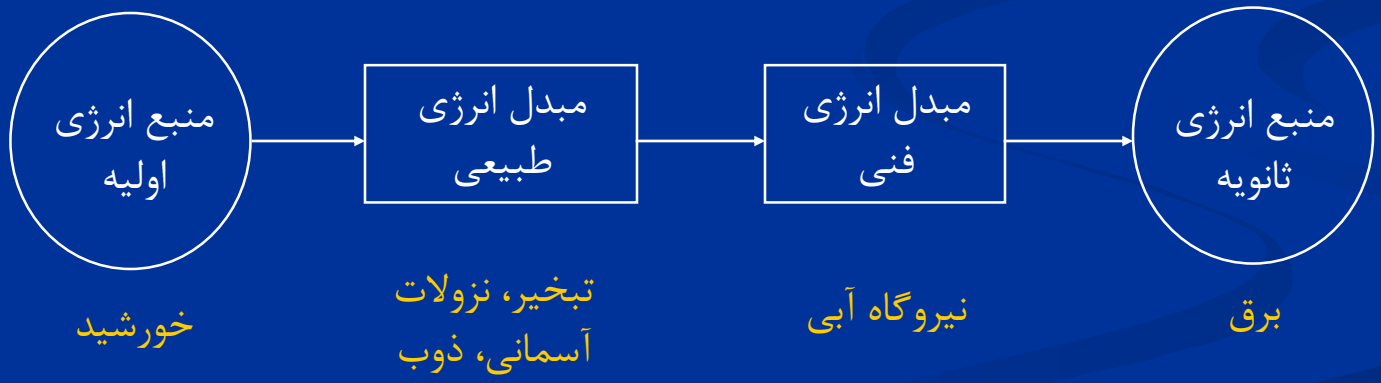
- ✓ انرژی زغال سنگ — عمر ۳۰۰ سال
- ✓ انرژی نفت خام — عمر ۵۰ سال
- ✓ انرژی گاز — عمر ۸۰ سال
- ✓ انرژی هسته‌ای — عمر ۱۰۰ سال
- ✓ سوختهای شیمیایی
- ➢ هیدروژن به عنوان سوخت — پیش بینی برای سال ۲۰۱۰
- ➢ گداخت هسته‌ای — پیش بینی برای سال ۲۰۵۰

توجه: با شروع مسئله بحران انرژی (۱۹۷۰) و امنیت انرژی و ...

- ✓ اهمیت انرژی هسته‌ای
- ✓ اهمیت کاربرد تکنولوژی پیشرفته
- ✓ اهمیت توسعه منابع تجدید پذیر
- ✓ افزایش تولید سوختهای فسیلی
- ✓ بهینه سازی مصرف (حمل و نقل-نزدیکی محل کار و زندگی)

۳-منابع انرژی تجدید پذیر

- ✓ خورشید
- ✓ زمین
- ✓ ماه



منابع انرژی وابسته به خورشید

- انرژی آب
- انرژی باد
  - باد
  - امواج
- انرژی تشعشعی
  - جریان اقیانوسها
  - گرمایش سطح اتمسفر زمین
  - تشعشع خورشیدی
- بیوماس

منابع انرژی وابسته به زمین

- انرژی زمین گرمایی

منابع انرژی وابسته به ماه

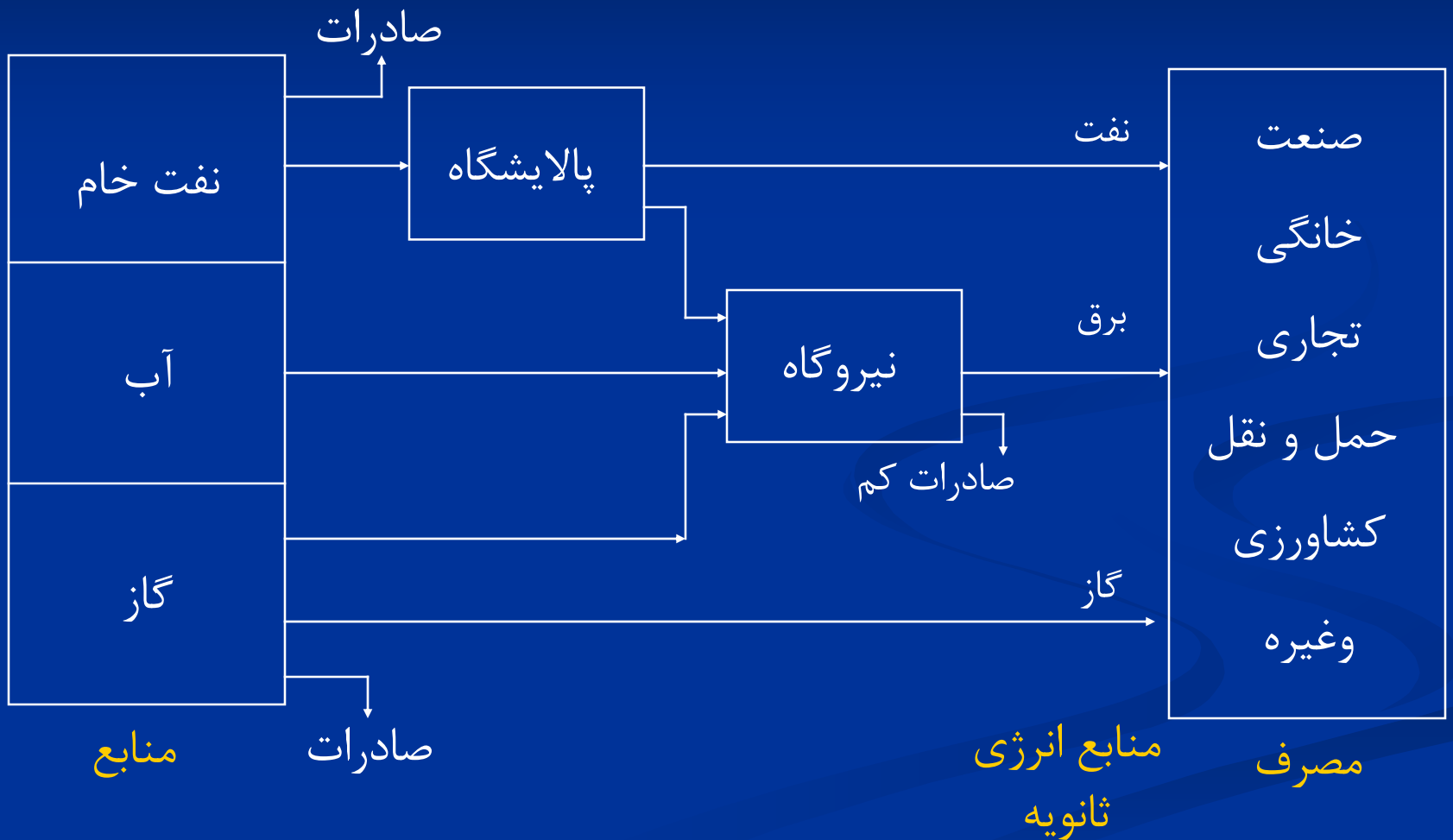
- انرژی جزر و مد

۳-ویژگیهای منابع انرژی تجدید پذیر

+ تجدید پذیر بودن
+ پتاسیل بالا
+ آلودگی زیست محیطی کم
+ تنوع در تولید

- هزینه سرمایه گذاری بالا
- محدود به موقعیت جغرافیایی خاص
- چگالی انرژی کم
- پیچیدگی تکنولوژیکی
- مشخصه خروجی متغیر

۴- ترکیب منابع انرژی در سمت مصرف

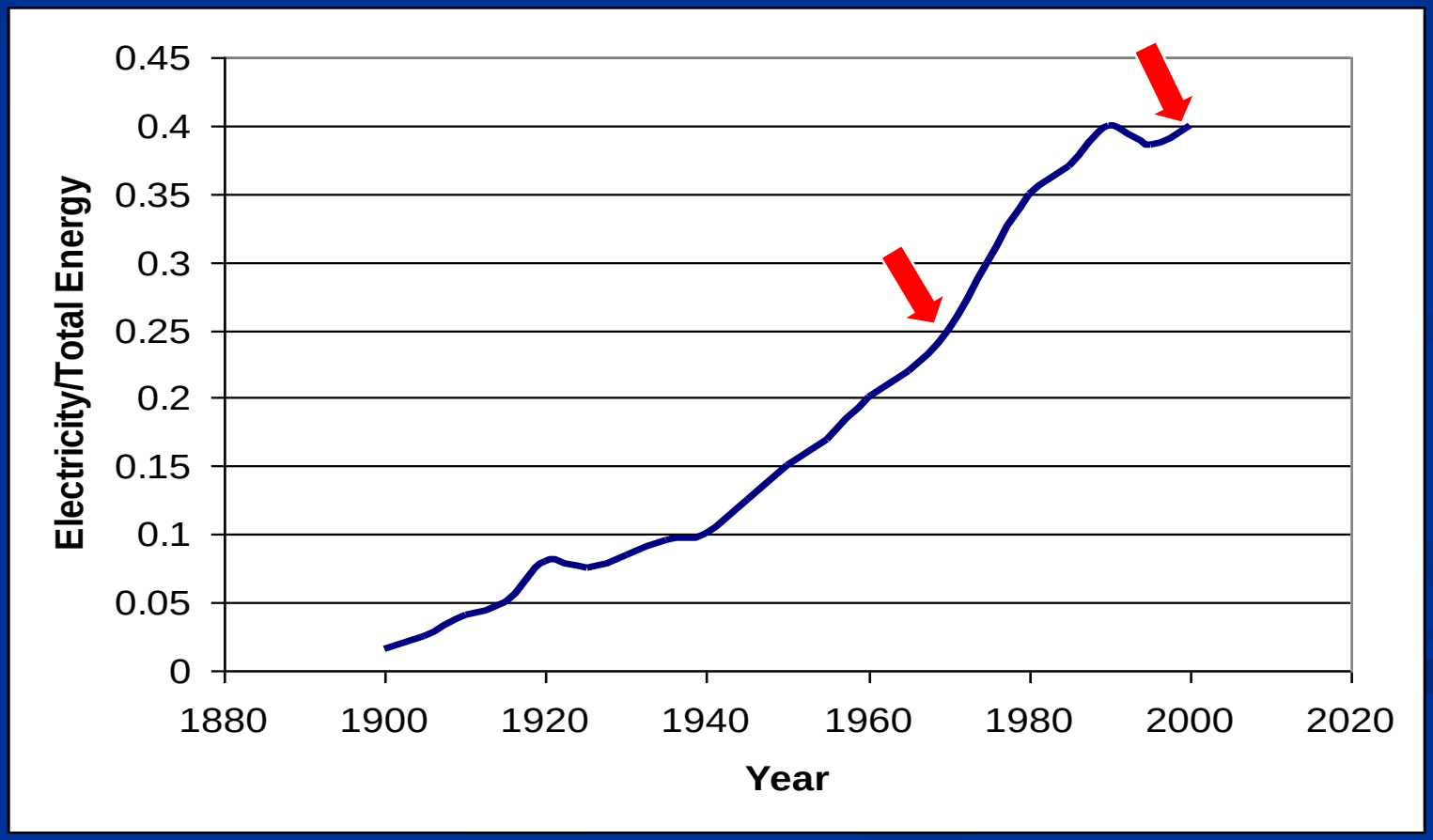


چرا مصرف کنندگان برق را انتخاب می کنند ؟

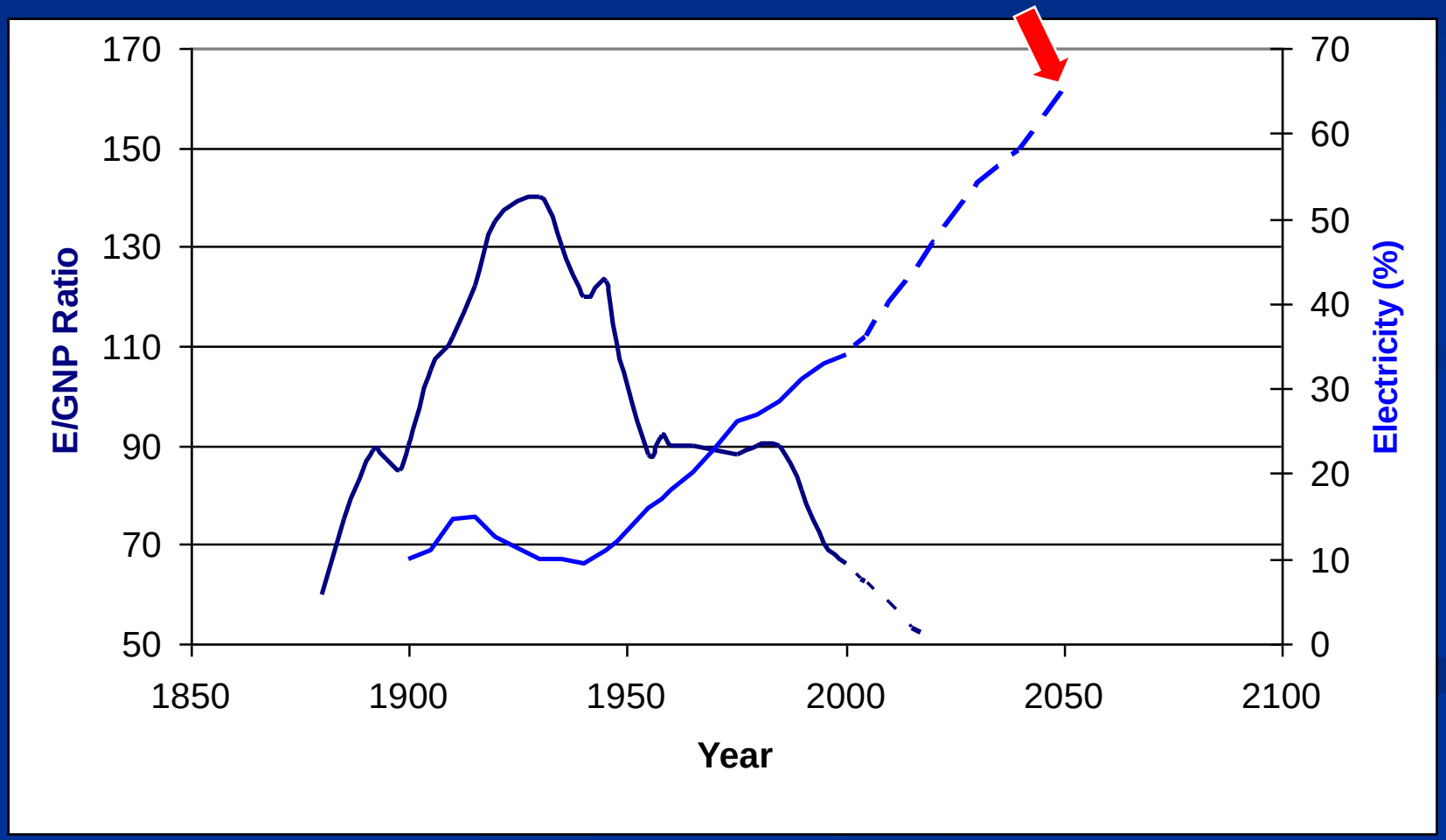
- ✓ کنترل آسان مصرف برق
- ✓ امکان انتقال سریع این نوع انرژی
- ✓ عدم آلودگی در محل مصرف
- ✓ سهولت در تغییر شکل آن به اشکال دیگر انرژی

مصرف برق در آمریکا

۴۰٪ مصرف انرژی برقی است.



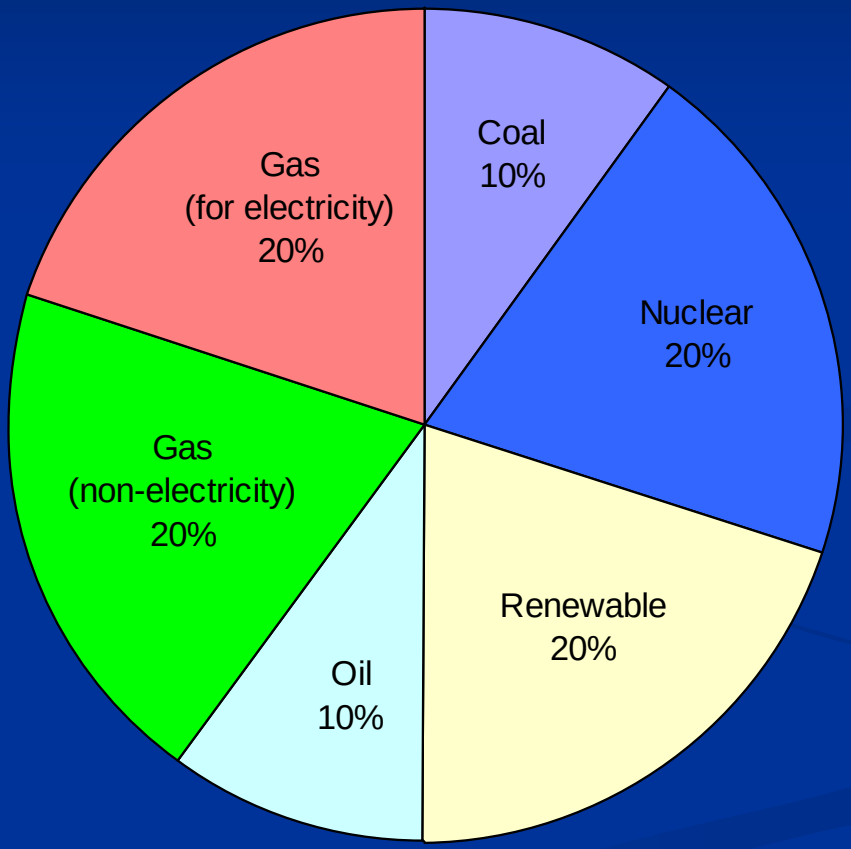
۶۵٪ مصرف انرژی تا سال ۲۰۵۰ از نوع انرژی الکتریکی است



پیش بینی مصرف انرژی در سال ۲۰۵۰

- فسیلی 60%
  - گاز برای مصارف برقی 20%
  - گاز برای مصارف غیر برقی 20%
  - نفت 10%
  - زغال سنگ 10%
- هسته‌ای 20%
- تجدید پذیر 20%

پیش بینی مصرف انرژی در سال ۲۰۵۰



پیش بینی‌های آژانس بین المللی انرژی

- ✓ افزایش تقاضای انرژی
- ✓ حفظ برتری سوختهای فسیلی
- ✓ اهمیت مسئله امنیت انرژی
- ✓ سرمایه گذاری ۱۶۰۰۰ میلیارد دلاری در بخش انرژی
- ✓ افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2)
- ✓ تغییر شاخص توسعه
  - سرانه مصرف انرژی
  - سهم انرژی صنعتی در کل انرژی
  - افزایش سهم جمعیت برق‌دار از کل مصرف

فصل سوم:

مزایا و معایب کاربرد DG

۱- مزایای کاربرد تولید پراکنده

۱- کارکرد به عنوان پشتیبان ظرفیت شبکه Capacity Support

تولید DG ⟸ آزادسازی ظرفیت انتقال

۲- پشتیبانی ظرفیت اضطراری شبکه ⟸کاهش حجم خاموشی

۳- راه اندازی Black Start

تولید DG ⟸ ایجاد جزیره های کوچک ⟸ راه اندازی ساده تر شبکه

۴- تولید همزمان برق و گرما(CHP)

استفاده از حرارت تولید شده هنگام تولید برق

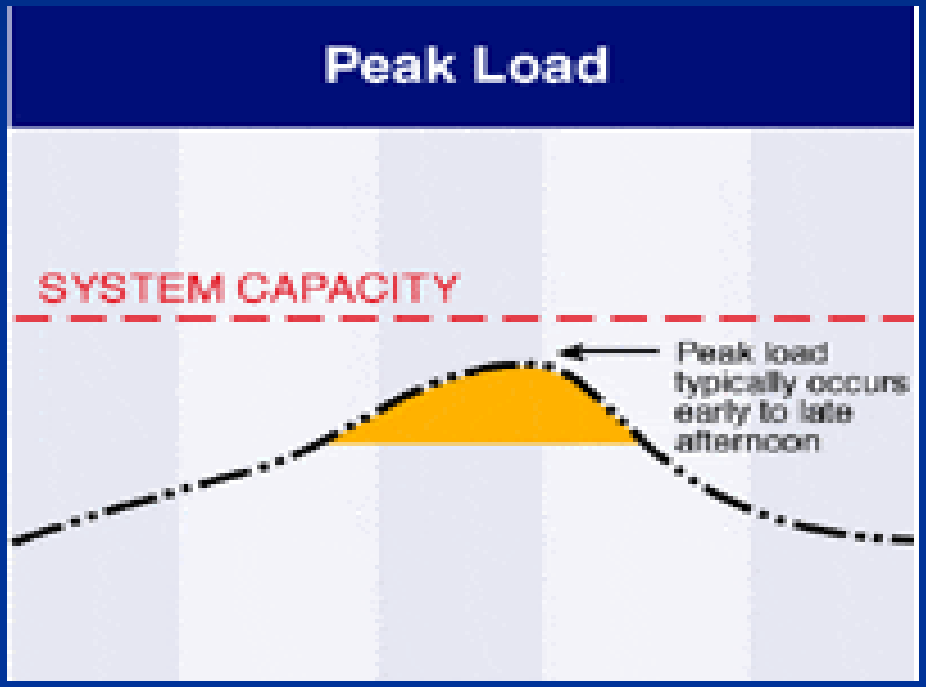
$$\eta = \frac{P_e + P_{Thermal}}{P_{in}} \uparrow$$

۵- پیک سایی Peak Shaving

هزینه تولید برق در حالت پیک ↑ ⬅ DG منبع کم هزینه برای بار پیک

تولید DG درشرایط پیک ⬅ کاهش بارگزاری ⬅کاهش حرارت تجهیزات

⬅↑ طول عمر تجهیزات



۶- قابلیت اطمینان بالا، مناسب برای تغذیه بارهای حساس

۷- ذخیره چرخان (Spinning Reserve)

DGسنکرون شده با شبکه به صورت بی بار ⟸ تولید سریع در مواقع ضروری

۸- ذخیره نیمه چرخان (Non-Spinning Reserve)

DG با راه اندازی سریع به عنوان ذخیره غیر چرخان اما مؤثر

۹- تعادل پخش بار

کنترل DG در جهت متعادل کردن شرایط دائم

۱۰-پشتیبانی Q,V

هدف اصلی تولید P اما در کنار آن تولید Q(در بعضی تکنولوژی ها)

کنترل V یا Q ⟸ بهبود پروفیل ولتاژ ⟸ کاهش تلفات

۱۱- بهبود کیفیت توان (دربعضی موارد)

۱۲- به تأخیر انداختن سرمایه گذاری در سیستم انتقال

۱۳- نصب و راه اندازی سریع

۱۴- آلودگی کمتر محیط زیست نسبت به تولید متمرکز

قابل نصب در محل مصرف

...

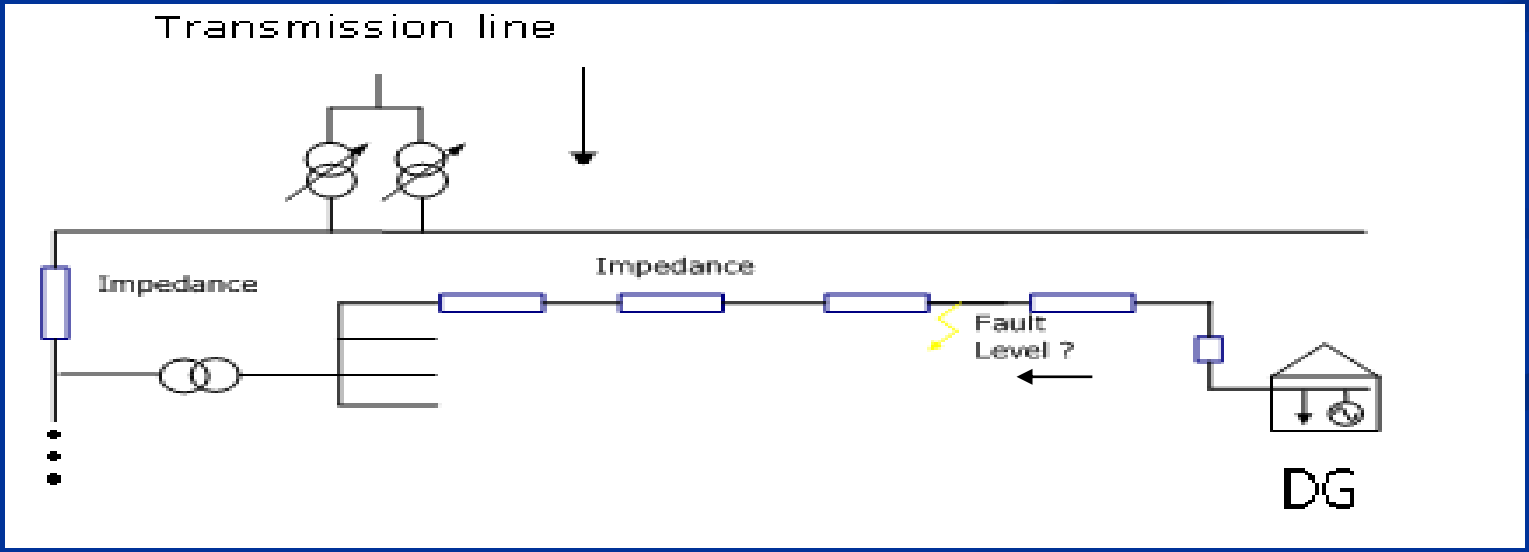
۲- معایب ومعضلات DG

۱- دشواری کنترل (خصوصاً در حالت مجزا /جزیره ای/ Stand alone)

۲- به هم زدن تنظیم تجهیزات حفاظتی

حضور DG درشبکه توزیع، ساختار درختی شبکه را بر هم میزند!

۳- افزایش جریان اتصال کوتاه



۴- دشواری سنکرون کردن با شبکه (از حالت کارکرد مجزا به حالت متصل)

۵- انتخاب محل نصبDG

محل نا مناسب ← افزایش تلفات

محل نا مناسب ← اضافه ولتاژ سر فیدر

افزایش تلفات، اضافه ولتاژ سر فیدر ← ضرورت جایابی DG

۶- نامیسر بودن بهره برداری در مناطق شهری (در پاره ای موارد)

۷- پایداری (باید در هرطرح بررسی شود)

۸- دیسپاچینگ

لزوم اسکادا در سطح توزیع ← بالا رفتن هزینه

۹- DGخصوصی (پیچیده شدن تجدید ساختار)

فصل چهارم:

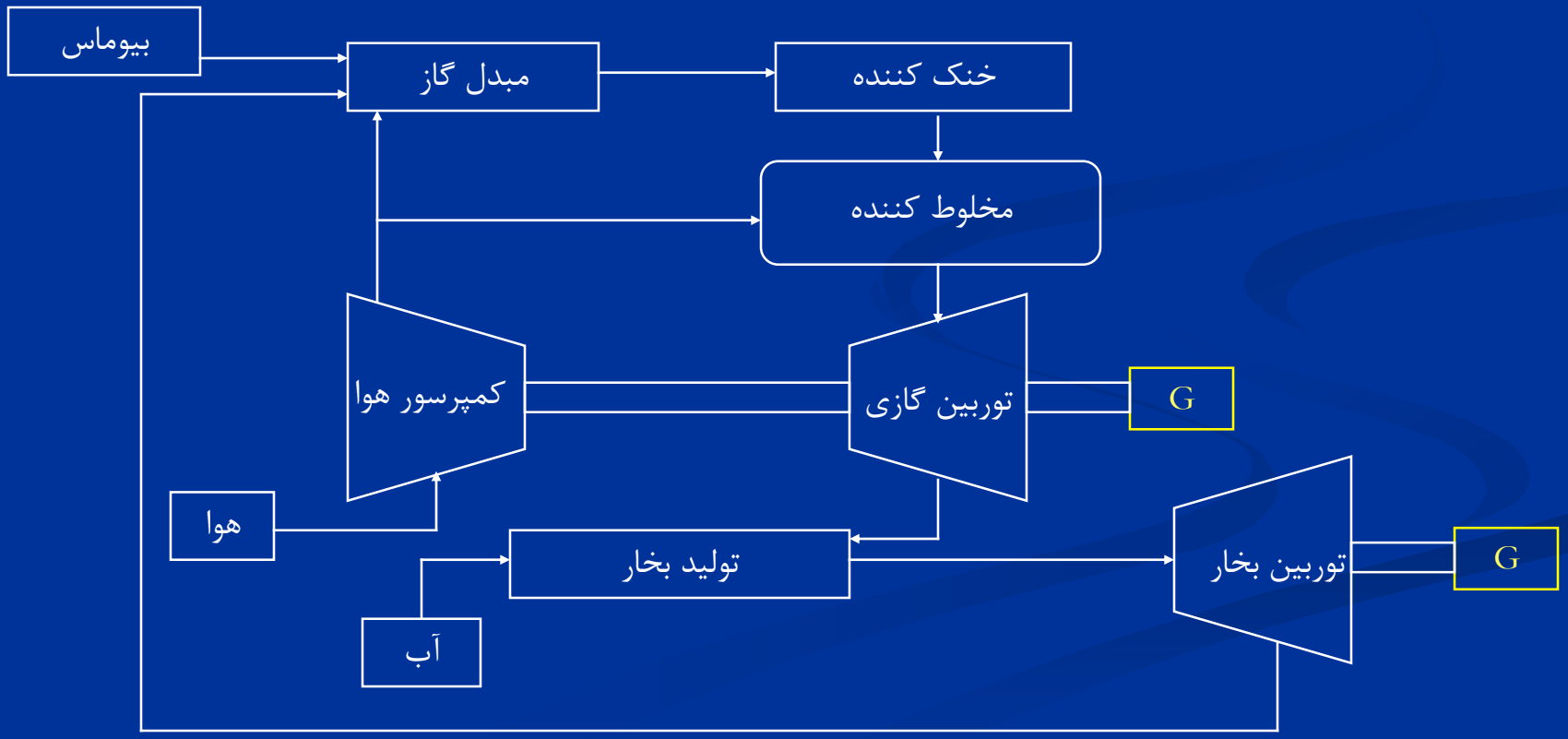
تکنولوژی های DG

- **Distributed Energy Sources:**
  - Photo Voltaic Energy
  - Wind Energy
  - Fuel Cells
  - Micro-Turbines
  - Storage Devices

....

Biomass-۱

- موادی هستند که از موجودات زنده به دست می‌آیند
- سوزاندن مستقیم بیوماس در کوره‌هایی شبیه کوره‌های سوخت زغال سنگ و در نتیجه تولید انرژی



۲-نیرو گاه زباله سوز

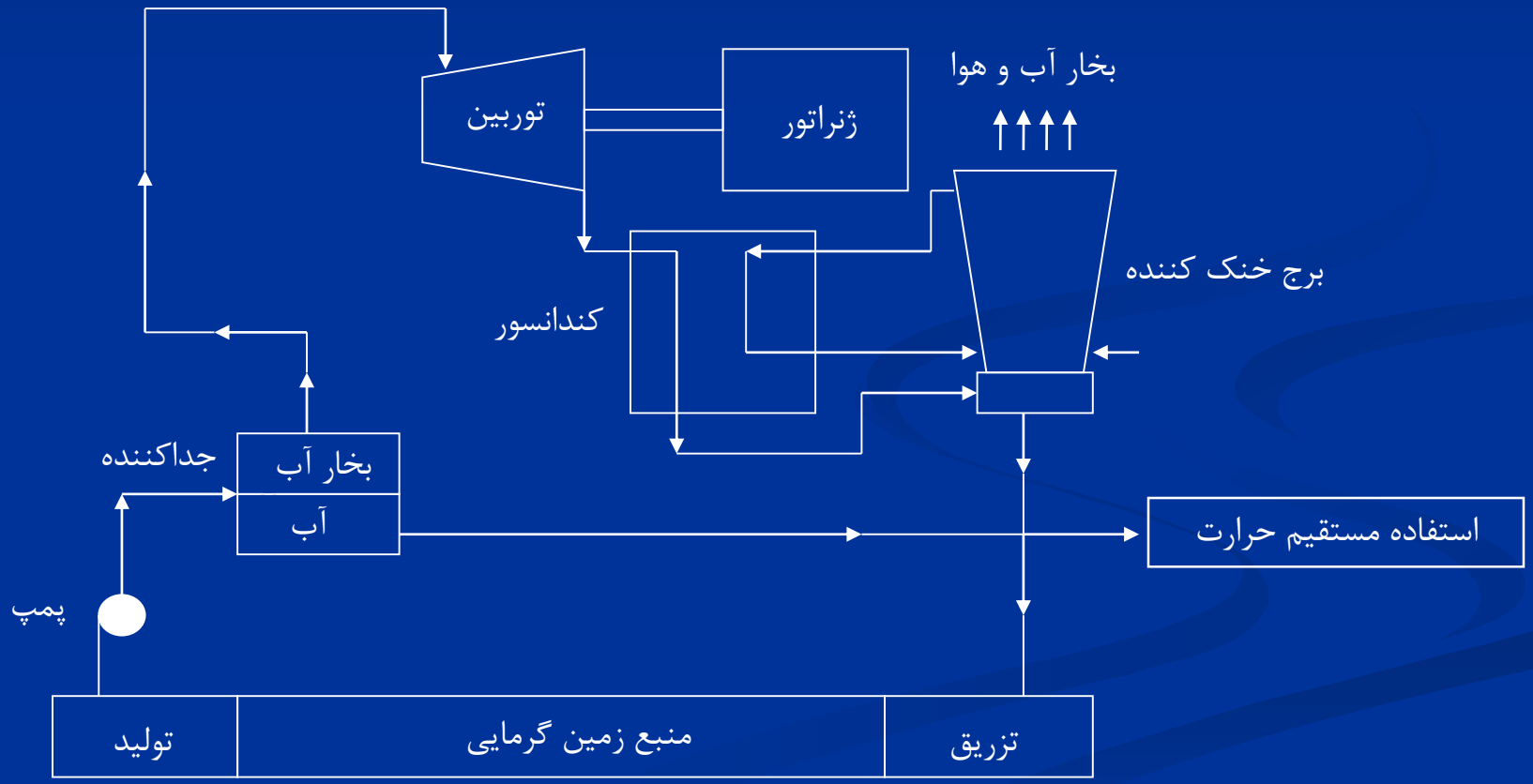
منابع زباله	درصد استفاده	ارزش گرمایی (Btu/Pound)
روزنامه-مجله	18	8900
کاغذ-مقوای نازک	20	8900
پلاستیک	4.5	12000
پلاستیک فشرده	4.2	16700
نخ	3.3	9000
شیشه	5.8	0
زباله های گیاهی	20.2	8200
زباله های آهنی	5.7	0
زباله های آلومینیومی	1	0
چوب	7.3	8400
لاستیک	-	15000
خاک روبه	10	0

- واکنش سوختن زباله

$$C_m H_n O_p S_q N_x Cl_y + O_2 \rightarrow CO + \frac{n-y}{2} \times H_2O + SO_2 + N_2 + NO + HCl$$

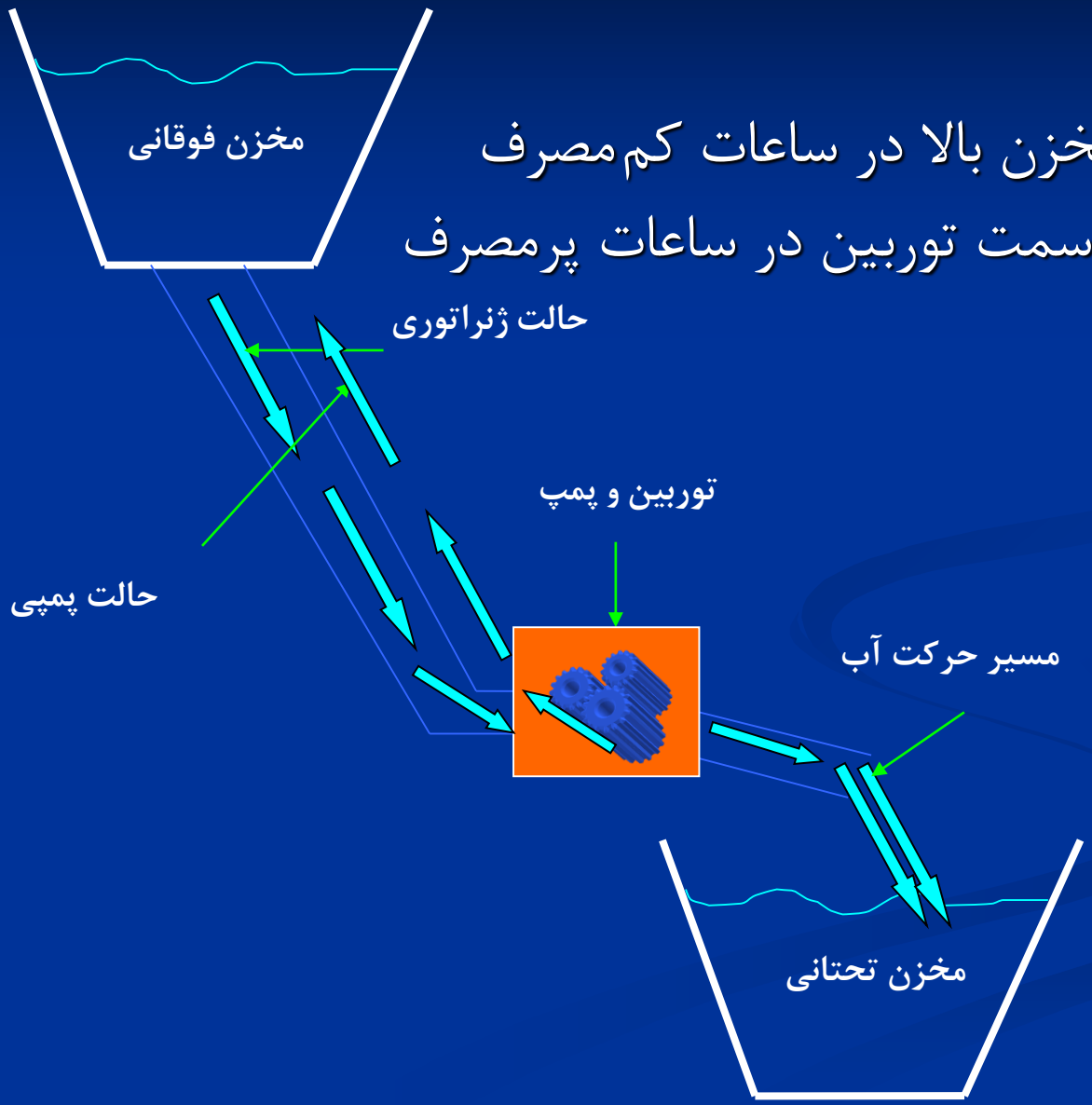
۳- نیروگاه زمین گرمایی

- گرمای طبیعی قسمت داخلی پوسته کره زمین
- استخراج انرژی زمین گرمایی و استفاده در بویلرها و در نتیجه تولید انرژی

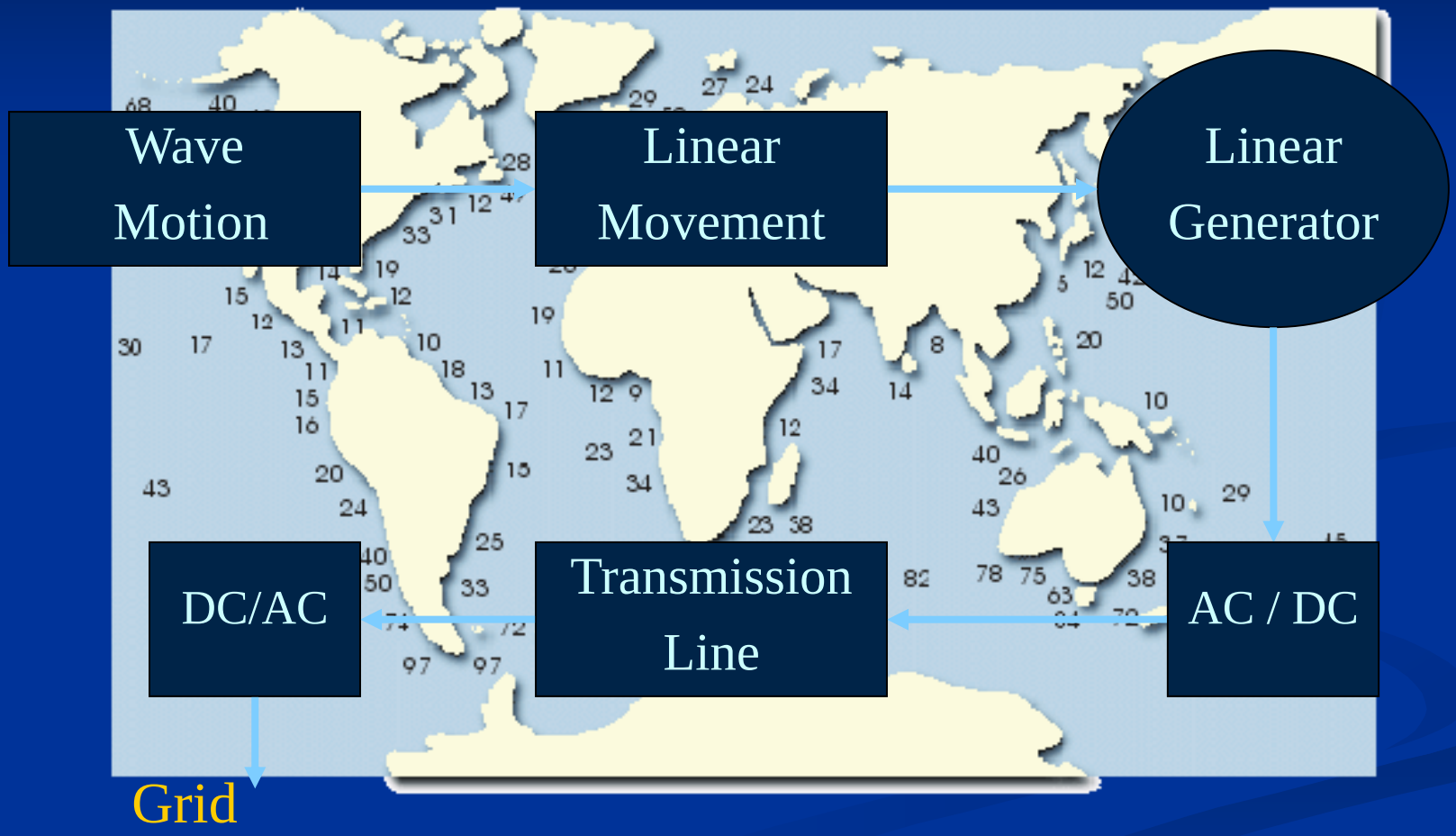


۴-نیروگاه تلمبه ذخیره ای

- پمپاژ آب به مخزن بالا در ساعات کم‌مصرف
- هدایت آب به سمت توربین در ساعات پرمصرف

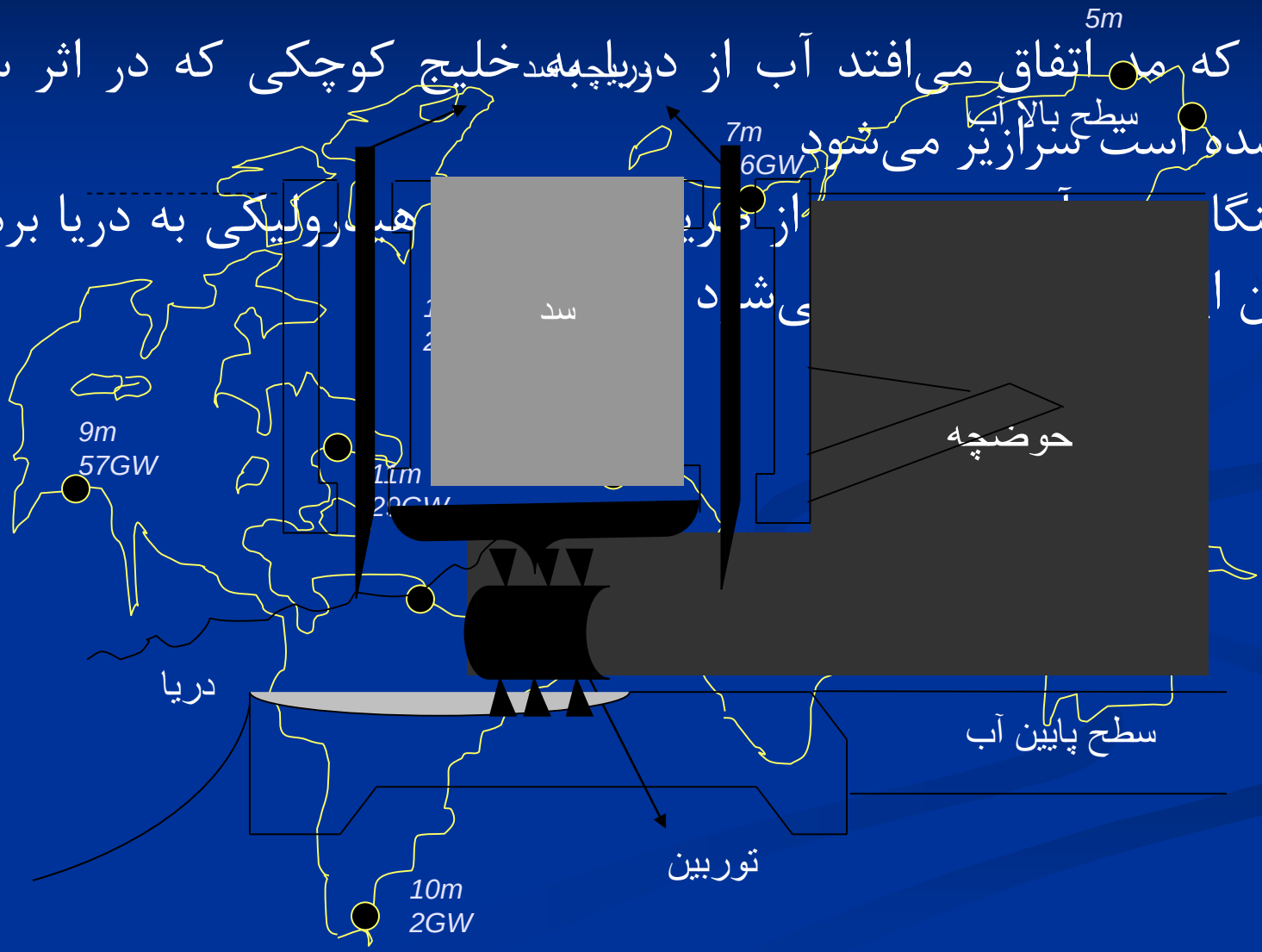


۵-نیروی امواج

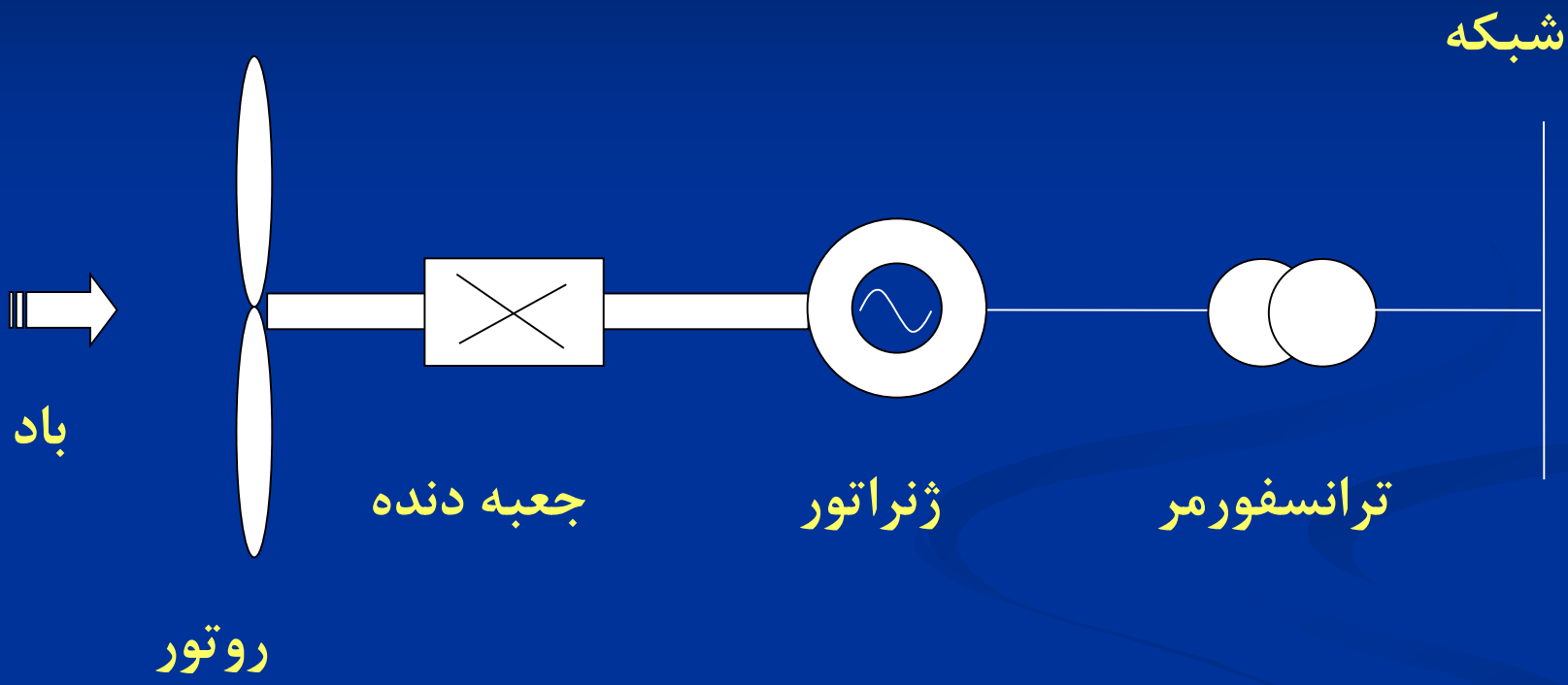


۶- نیروگاه جزر و مدی

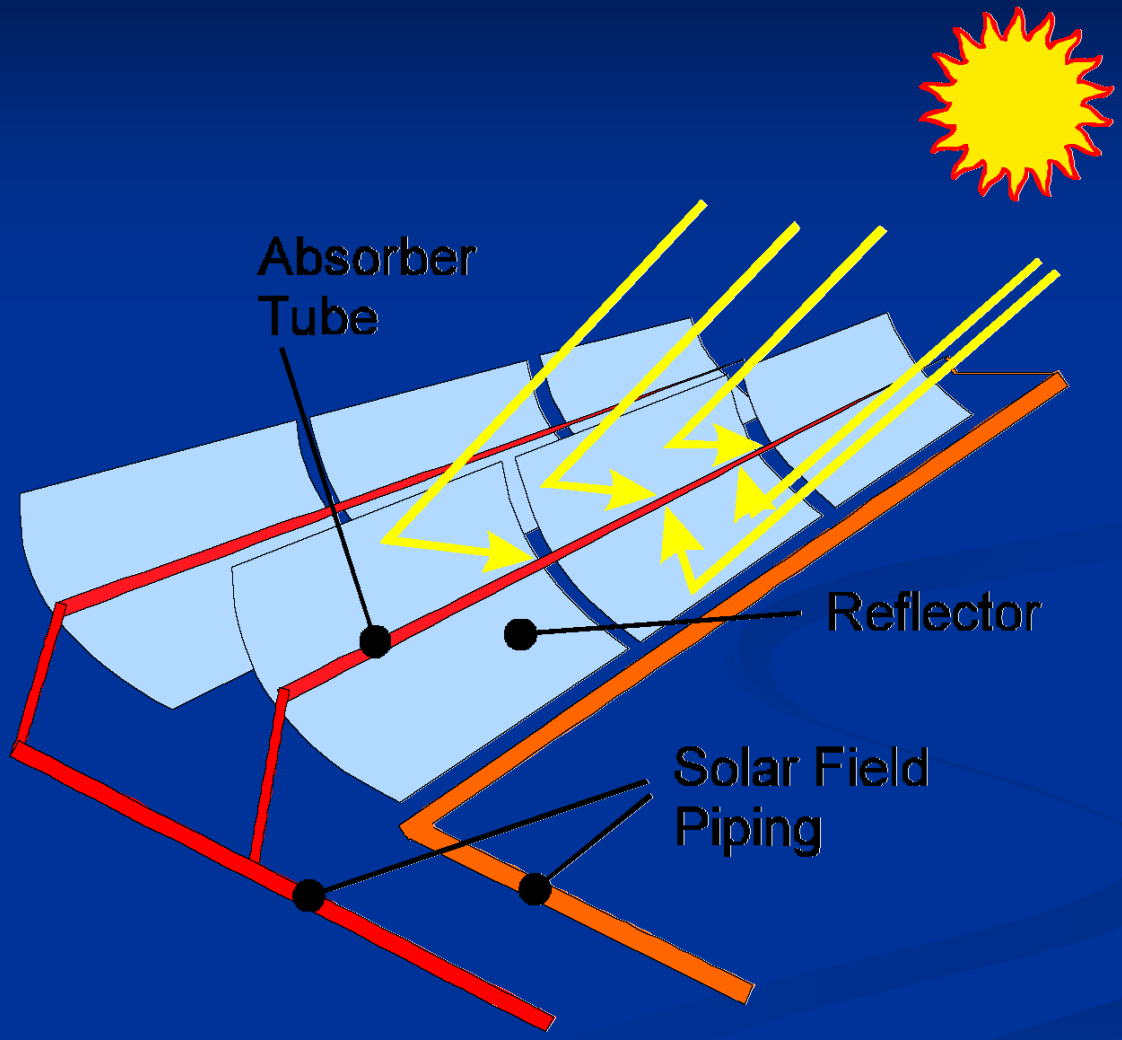
- زمانی که مد اتفاق می‌افتد آب از دریاچه سد خلیج کوچکی که در اثر سدبندی درست شده است سرازیر می‌شود
- در هنگا[illegible] هیدرولیکی به دریا برمی‌گردد و در حین ا[illegible]



۷-نیروگاه بادی



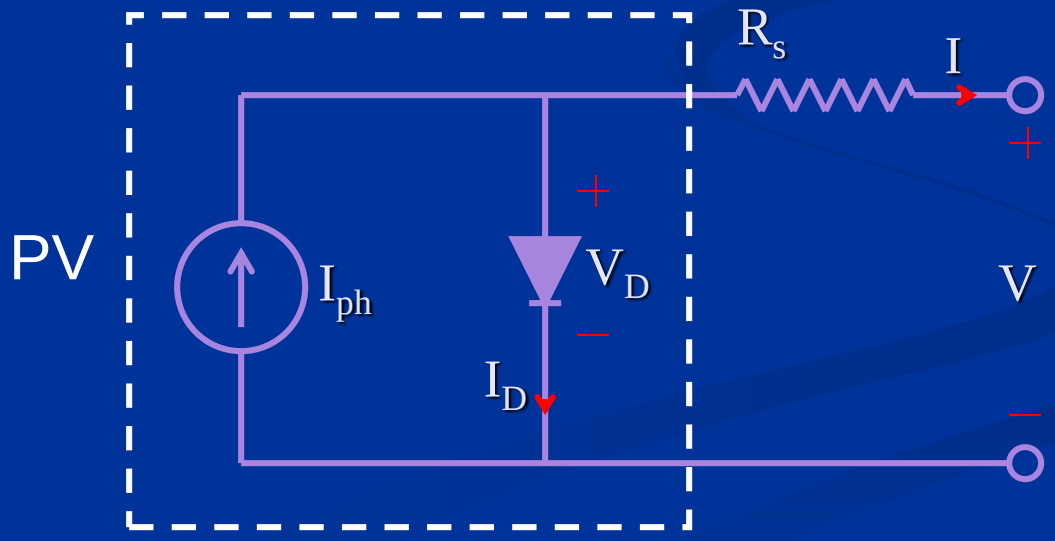
۸-نیروگاه خورشیدی-حرارتی



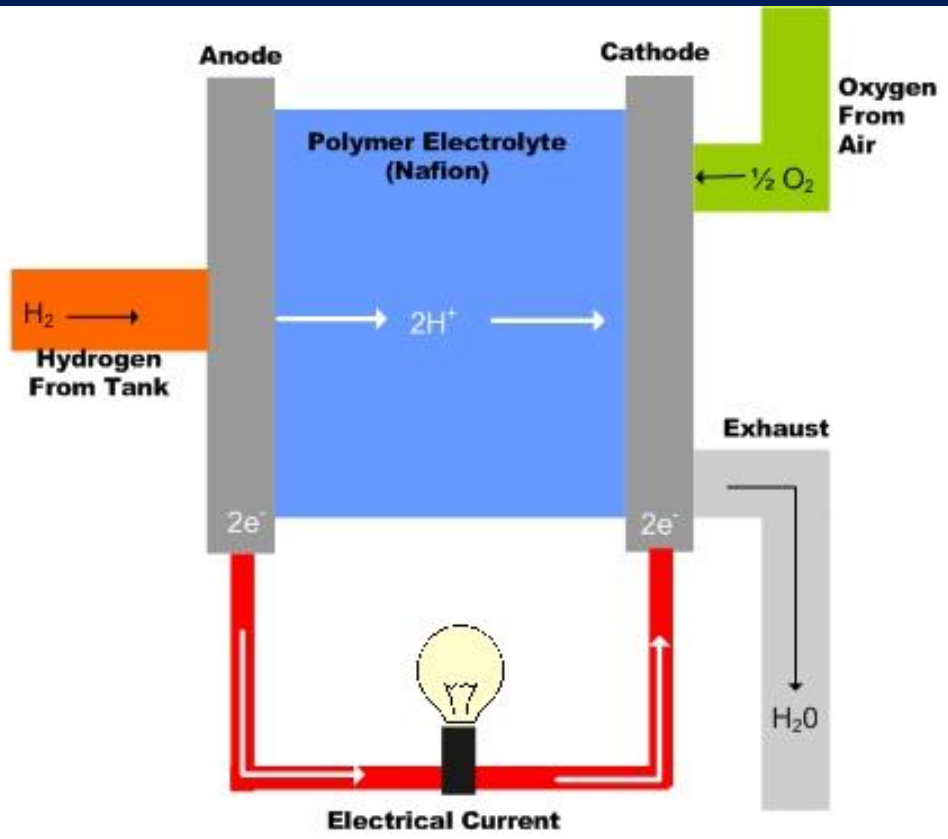
۹_سیستم Photovoltaic (PV)

مراحل تولید الکتریسیته

1. برخورد فوتون به لایه های نیمه هادی P و N
2. حرکت حاملهای اقلیت
3. تراکم بار منفی در N
4. در صورت اتصال به بار جریان معکوس از سر P به سمت N به راه می افتد



۱۰-پیل سوختی



$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ (Anode Reaction)

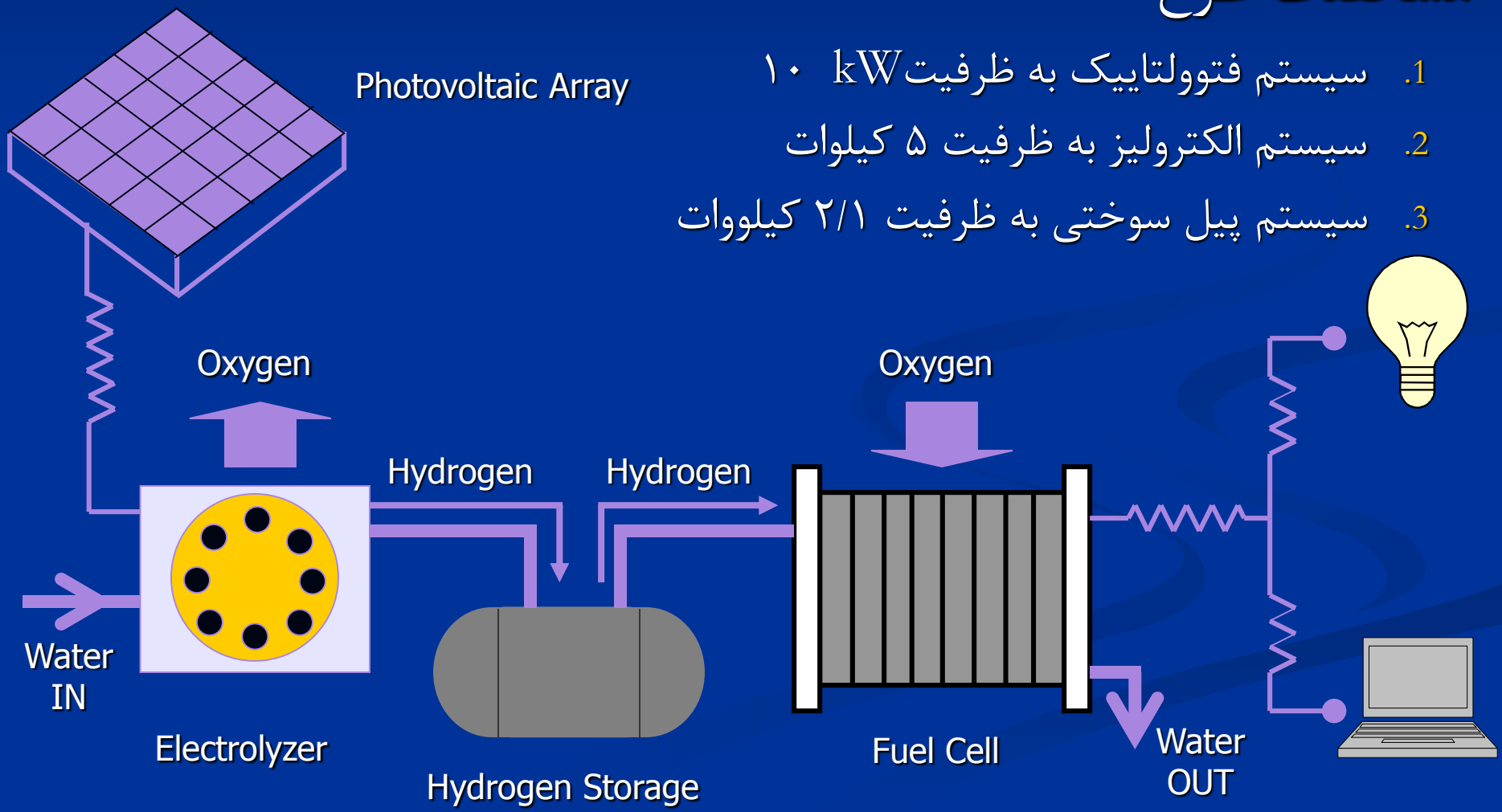
$\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$ (Cathode Reaction)

$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ (Total cell reaction)

پایلوت انرژی مستقل از شبکه بر پایه هیدروژن خورشیدی و پیل سوختی- سایت طالقان

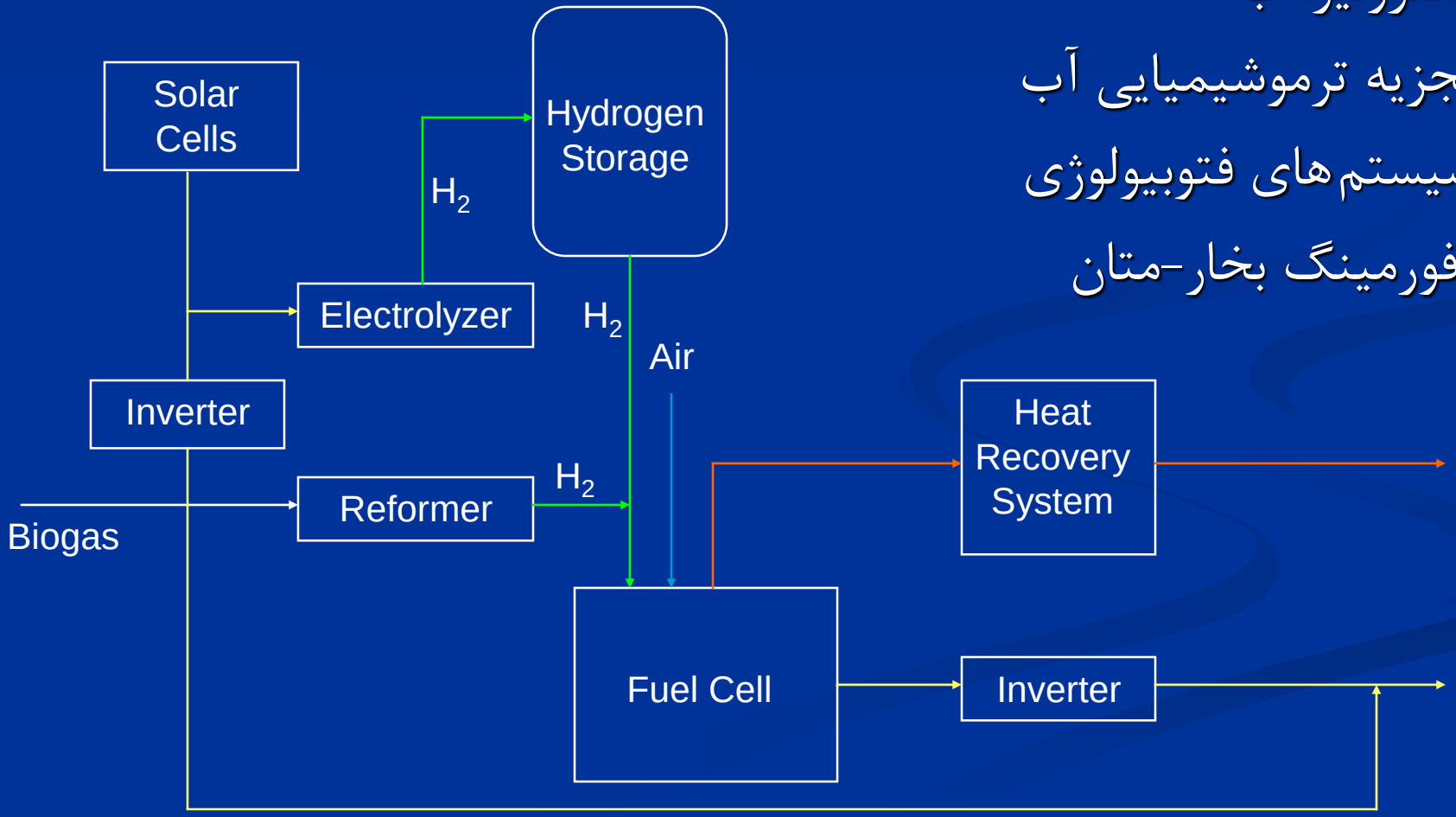
مشخصات طرح

1. سیستم فتوولتاییک به ظرفیت ۱۰ kW
2. سیستم الکترولیز به ظرفیت ۵ کیلوات
3. سیستم پیل سوختی به ظرفیت ۲/۱ کیلووات



هیدروژن، سوخت آینده

- ✓ راههای تولید هیدروژن
  - الکترولیز آب
  - تجزیه ترموشیمیایی آب
  - سیستم‌های فتوبیولوژی
  - رفورمینگ بخار-متان



۱۱-میکروتوربین

هدف:

افزایش P

$$P = T.\omega$$

راه حل مرسوم

افزایش T

توربین گاز

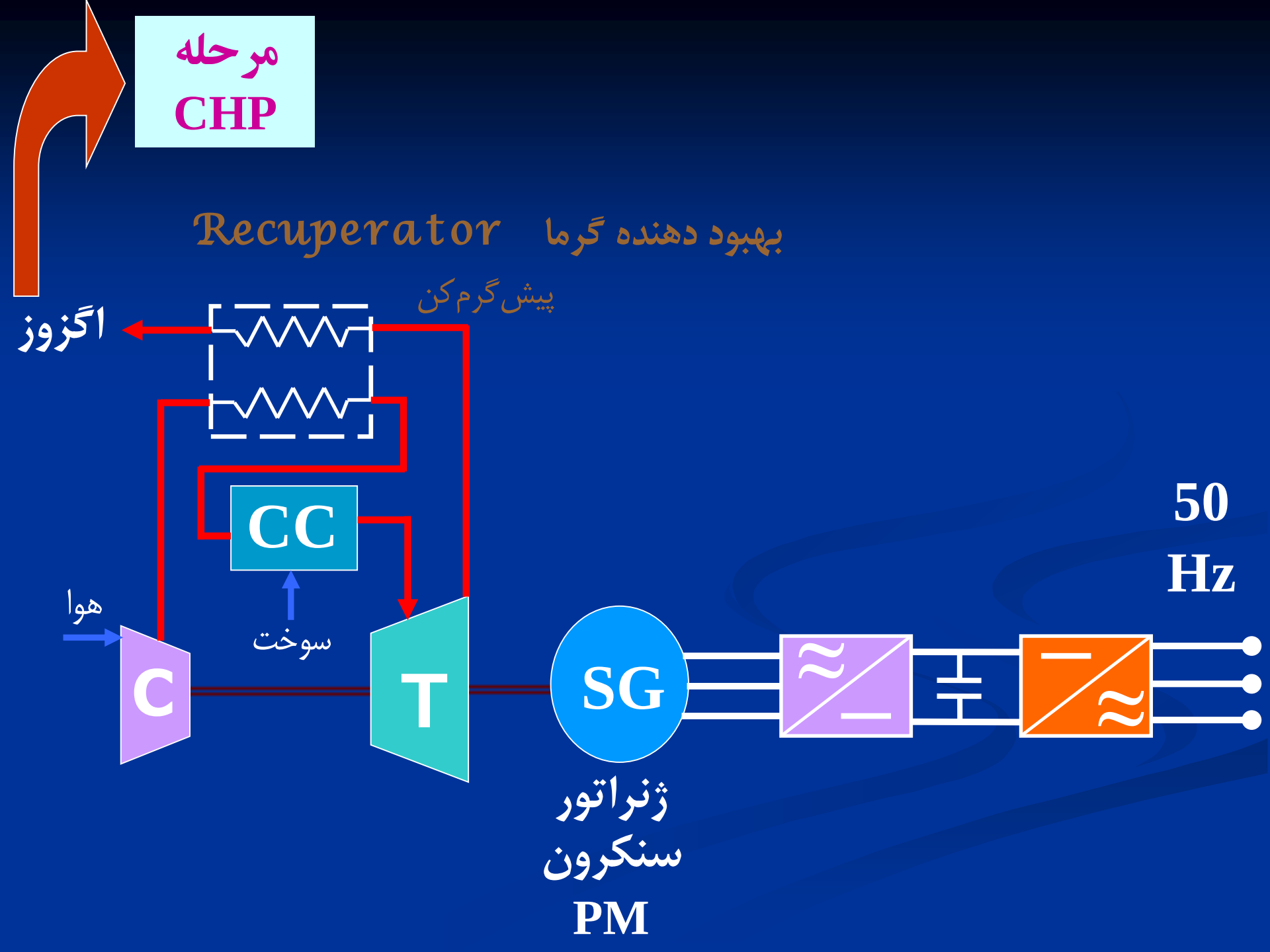
راه حل جدید

افزایش ω

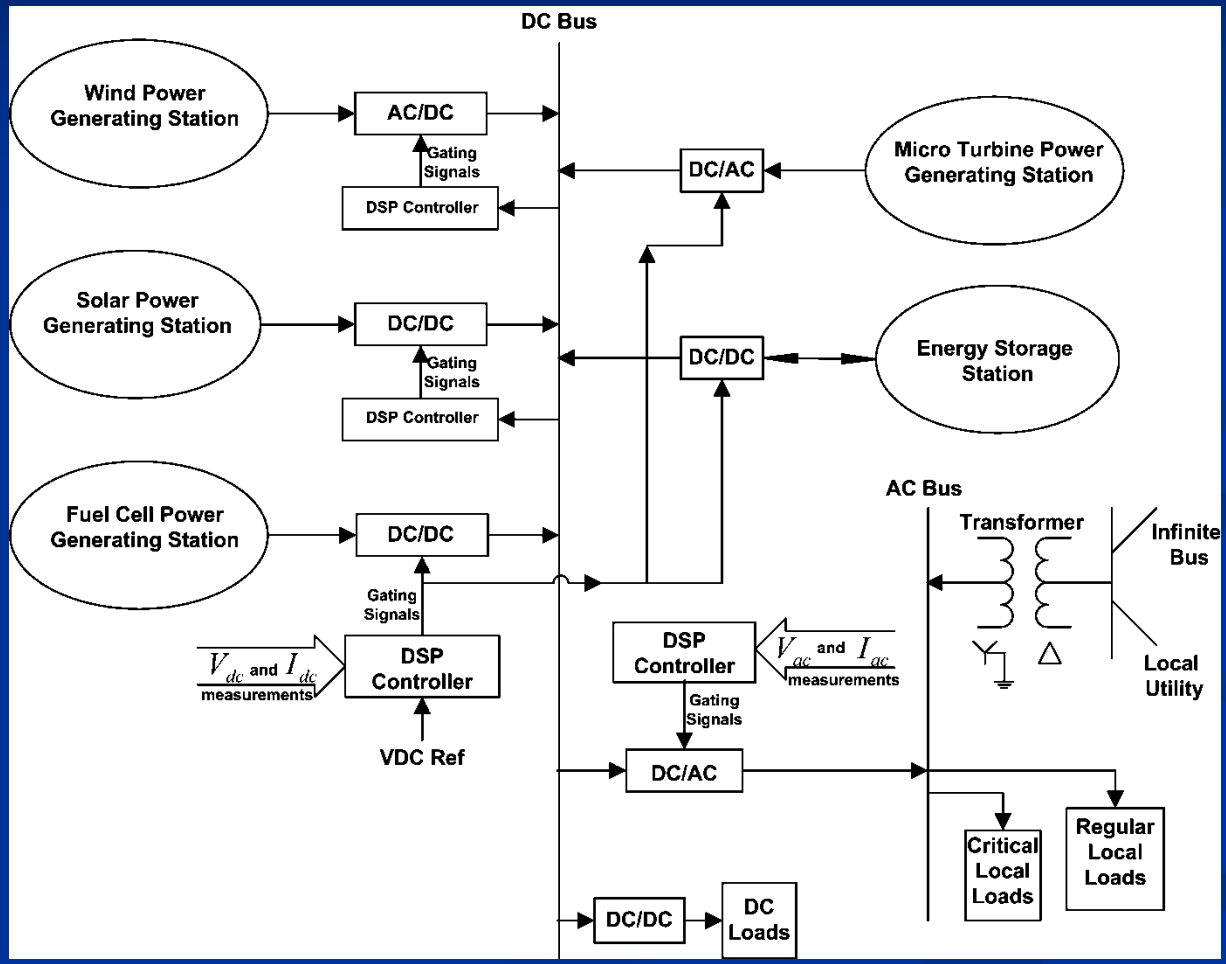
میکروتوربین

مرحله CHP

Recuperator بهبود دهنده گرما



Distributed Generation Systems



۱۲- مقایسه DG-ها

مقایسه کلی بین منابع مختلف تولید پراکنده

سلولهای خورشیدی	توربین بادی	پیل سوختی	میکروتوربین	توربین گاز	نوع تکنولوژی
۰/۲kW-۱MW	۰/۳-۵MW	۱kW-۱۰MW	۲۵-۵۰۰kW	۰/۵-۳۰MW	توان
۵-۱۵٪	۲۰-۴۰٪	۳۰-۶۰٪	۲۰-۳۰٪	۱۵-۲۰٪	بازدهی الکتریکی
		۸۰-۹۰٪	۸۰-۸۵٪	۸۰-۹۰٪	بازدهی کل
۶۰۰۰-۱۰۰۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰۰	۱۰۰۰-۵۰۰۰	۱۲۰۰-۱۷۰۰	۴۰۰-۱۲۰۰	هزینه نصب($/kW)
sunlight	wind	Hydrogen , natural gas, propane	natural gas, hydrogen, biogas, propane, diesel	natural gas, biogas, propane	نوع سوخت

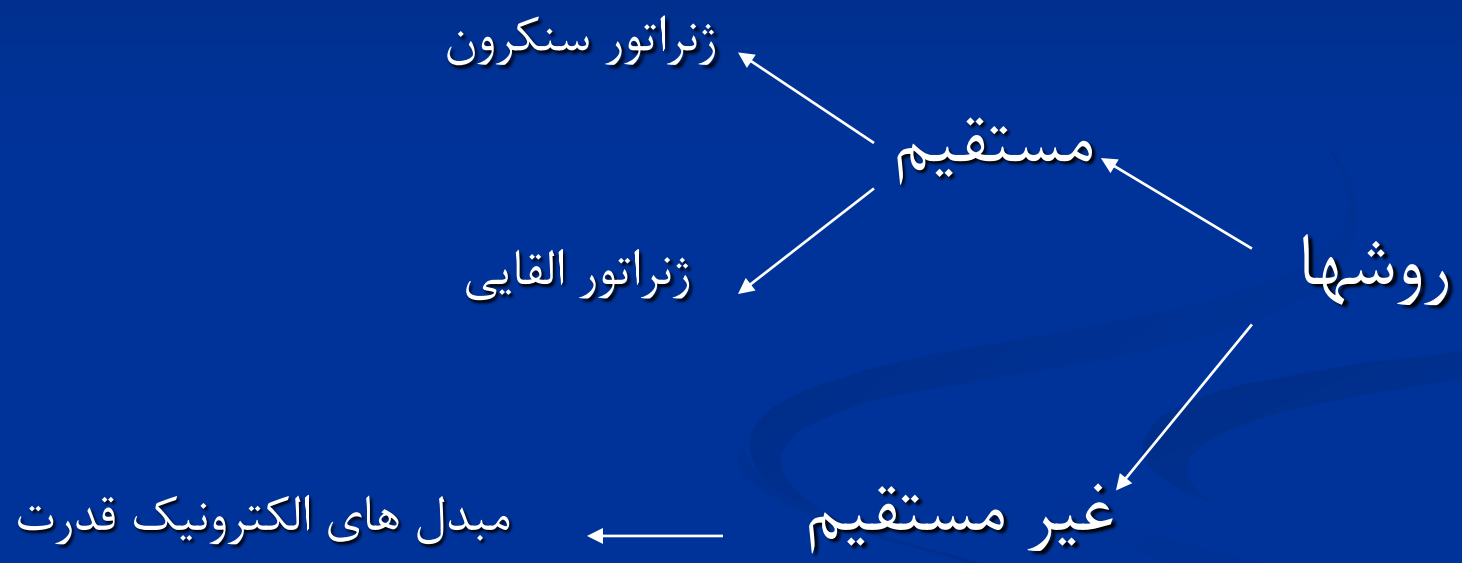
توانایی‌های انواع فن آوریها

	پیک زدایی	بهبود قابلیت اطمینان	بهبود کیفیت توان	کاربرد در CHP	انرژی سبز	سوخت ارزان	قابلیت دیسپاچینگ	آیا احتیاجی به ذخیره انرژی دارد؟
موتور احتراق داخلی	بله	بله- با دیسپاچینگ	بسته به مورد	بله	خیر – بجز سوخت بیوماس	خیر - بجز سوخت بیوماس	بله	خیر
توربین گازی	بله	بله- با دیسپاچینگ	بسته به مورد	بله	خیر – بجز سوخت بیوماس	خیر - بجز سوخت بیوماس	بله	خیر
میکروتور بین	بله	بله- با دیسپاچینگ	بسته به مورد	بله	خیر – بجز سوخت بیوماس	خیر - بجز سوخت بیوماس	بله	خیر
پیل سوختی	-	بله- با دیسپاچینگ	بسته به مورد	بله	خیر - بجز تولید هیدروژن با انرژی باد و خورشید	خیر	بله	خیر
PV	-	-	-	-	بله	بله	خیر	بله
توربین بادی	-	-	-	-	بله	بله	خیر	بله
دیگر انواع ژنراتور	-	فقط برق آبی	بسته به مورد	-	-	-	-	-

فصل پنجم:

روشهای اتصال DG

۱- دسته بندی


روشها
مستقیم
ژنراتور سنکرون
ژنراتور القایی
غیر مستقیم
مبدل های الکترونیک قدرت

۲- مستقیم - ژنراتورسنکرون

۱- توانایی عملکرد مجزا از شبکه یا متصل به آن

۲- پیچیدگیها

سنکرون کردن

کنترل میدان تحریک

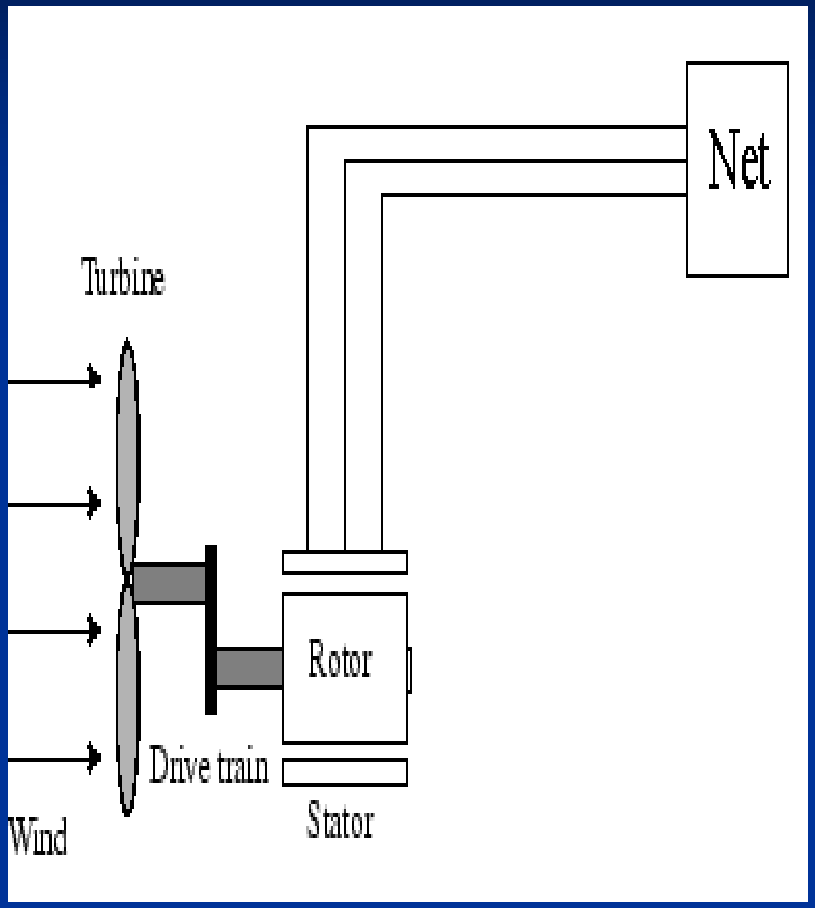
حفاظت در شرایط اتصال کوتاه

۳- مزایا

در مواقع فطع شبکه، می تواند به تولید ادامه دهد

قابلیت تولید Q را دارد

۳- مستقیم - ژنراتور آسنکرون



۱- مزایا

سیستم کنترل ساده تر نسبت به ژنراتور سنکرون

سنکرون کردن ساده تر نسبت به ژنراتور سنکرون

توقف خودکار در صورت بی برقی شبکه

۲- معایب

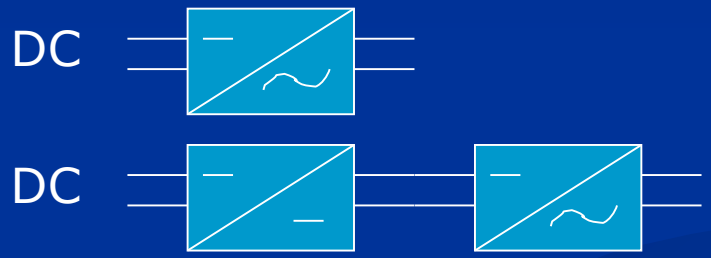
مصرف Q

در صورت راه اندازی در سرعت زیر سنکرون ⟸موتور ⟸جریان راه اندازی شدید

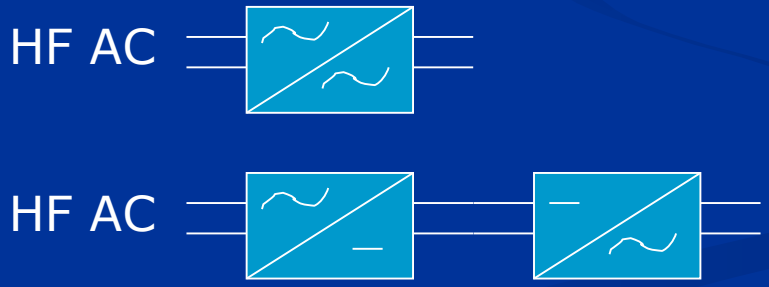
۴- غیر مستقیم -مبدل های الکترونیک قدرت

کاربرد ها:

۱- DG برق DC تولید کند (FC,PC,...)



۲- DG با فرکانسی غیر از فرکانس قدرت برق تولید کند (MT)



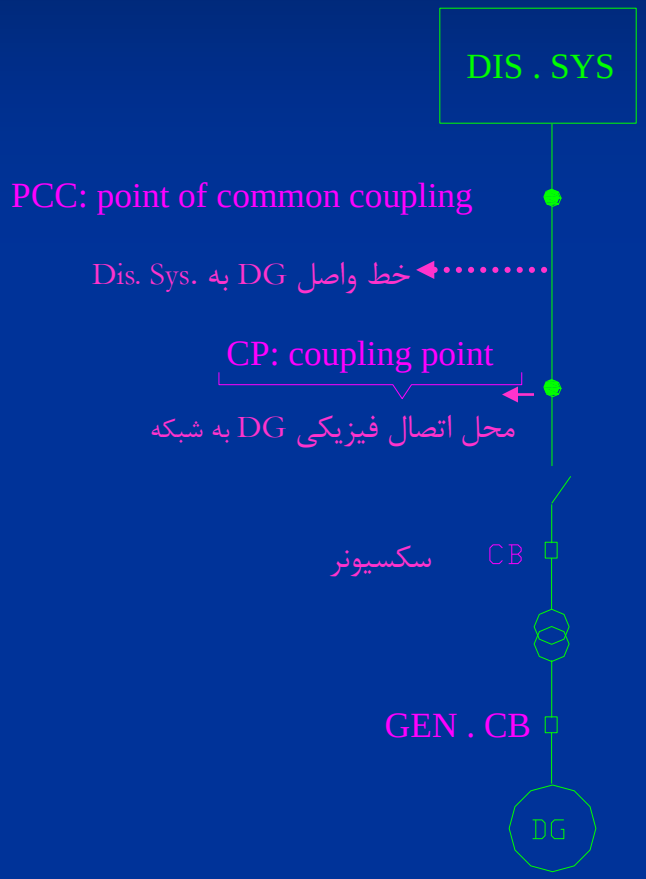
فصل ششم:

اتصال DG به شبکه توزیع

۱- مقدمه

- قبل از اتصال DG توپولوژی سیستم توزیع مشخص است و سیستم طراحی شده است و از نظر حفاظتی بین تجهیزات هماهنگی وجود دارد.
- بعد از اتصال احتمال تغییر در سیستم طراحی شده (تغییر جریان) و یا بهم خوردن هماهنگی تجهیزات حفاظتی وجود دارد.

۱-۱ الگوهای اتصال به شبکه

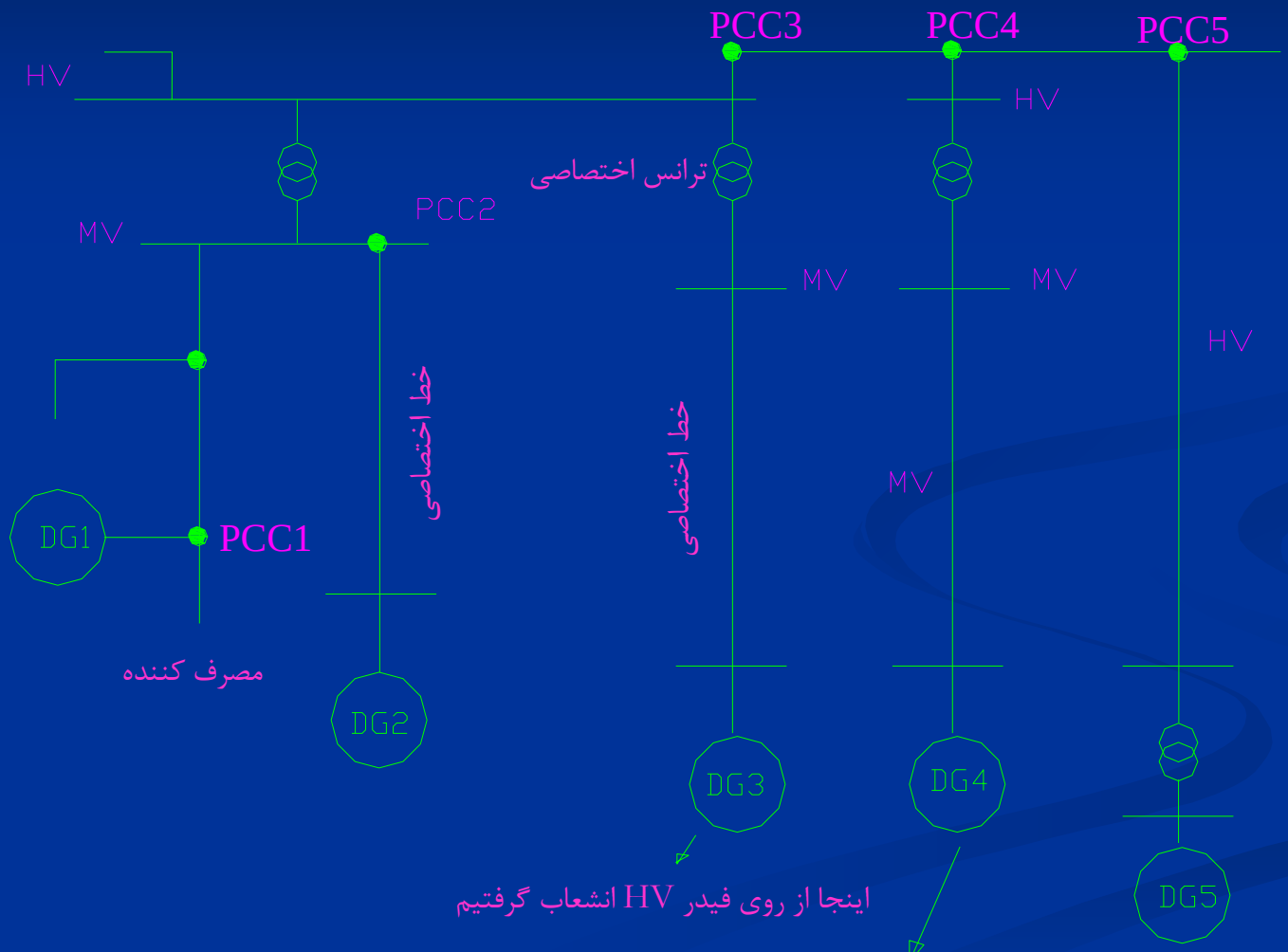


* طرح کلی

الگوی کلی در اتصال DG به شبکه توزیع که بعضی از المان ها می توانند حذف شوند.

PCC : محل اتصال با سایر مشترکین (اگر پدیده ای پیش آید همه مشترکین می بینند. از نظر کیفیت توان، PCC مهم است)

روش های ممکن


PCC3
PCC4
PCC5
HV
HV
HV
ترانس اختصاصی
PCC2
MV
MV
MV
MV
خط اختصاصی
خط اختصاصی
DG1
PCC1
مصرف کننده
DG2
DG3
DG4
DG5
اینجا از روی فیدر HV انشعاب گرفتیم
از روی باس HV انشعاب گرفتیم

۱-۲- اطلاعات مورد نیاز جهت اتصال DG

الف- اطلاعات شبکه:

- اطلاعات توپولوژیکی شبکه
- اطلاعات نامی تجهیزات
- محل قرارگیری و تنظیمات تجهیزات تنظیم ولتاژ
- محل قرارگیری و تنظیمات رله های اضافه جریان
- امپدانس تونن شبکه در محل اتصال (مشخص کردن سطح اتصال کوتاه)
- ظرفیت و محل نصب دیگر DG ها
- مشخصات سیستم زمین (مشخصات زمین نقش مهمی در عملکرد حفاظتی دارد)
- آرایش ترانس کوپلاژ DG

ب- اطلاعات DG:

- ظرفیت DG / مقادیر نامی DG
- نوع منبع انرژی اولیه و نحوه تبدیل قدرت در DG (آیا نوع سوخت در رفتار دینامیکی موثر است. مثلا FC کند است و دینامیک کندی دارد)
- DG Duty Cycle : یک DG در یک زمان خاص وارد شبکه می شود. فقط در پیک در شبکه باشد. در تمام طول روز باشد.
- نسبت مشارکت در جریان اتصال کوتاه
- هارمونیک های ولتاژ

- ضریب قدرت در شرایط تولید گوناگون
- آیا با تغییر P ضریب قدرت تغییر می کند. ضریب قدرت روی Q اثر می گذارد و Q روی ولتاژها تاثیر می گذارد.
- قدرت ظاهری DG $\frac{P/S_{DG}}{P/S_{BUS}}$
- قدرتی که در باس داریم $\frac{P_{DG}}{P_{Feeder}}$
- مشخصات سیستم زمین DG
- سیستم های حفاظتی و تنظیمات DG

۱-۳- فهرست مشکلات موجود در اتصال به شبکه

الف- حفاظتی :

- ناهماهنگی فیوز و رله
- سوختن بی موقع فیوز
- عملکرد بی موقع تجهیزات حفاظتی HV
- عملکرد نادرست سکسیونر
- عملکرد نادرست رله جهت دار
- خطا در تشخیص بار پست
- قطع DG بخاطر اتصال کوتاه بالا دست
- تغییر سطح اتصال کوتاه » تعویض CB- ها
- اتصال کوتاه بالادست و سوختن فیوز
- لزوم نصب رله های زیر فرکانس
- مطالعات اتوماسیون توزیع

ب- ولتاژی :

- اضافه ولتاژ (Over voltage) روی تجهیزات
- اضافه ولتاژ (Over voltage) ناشی از تشدید
- هارمونیک های ولتاژ
- عملکرد نادرست سیستم های تنظیم ولتاژ
- عملکرد نادرست سیستم های جبران ساز افت ولتاژ
- افت ولتاژ ناشی از اتصالی در سر DG
- افت ولتاژ ناشی از جریان هجومی (IG(Induction Generator در راه اندازی
- کلیدزنی خازن ها » خروج اینورترها
- هارمونیک های (Voltage Source Converter) VSC های DG
- فلیکر ناشی از آسیاب بادی (مزارع بادی)
- قطع تحریک SG- ها
- وصل مجدد سکسیونر در حال غیر سنکرون بعد از جزیره ای شدن
- مشکلات IG خود تحریک
- مشکلات پایداری و ...