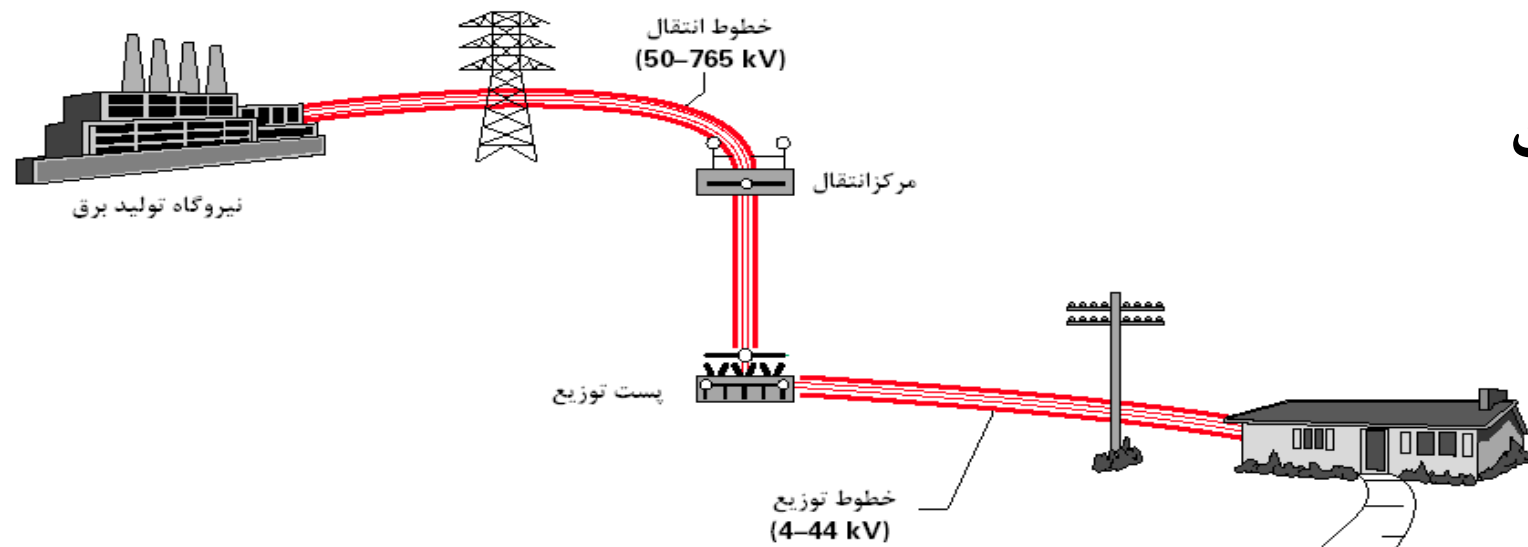


دوره آموزشی

آشنایی با مفاهیم شبکه‌های هوشمند الکتریکی

تعاریف مقدماتی شبکه‌های هوشمند



ویژگیهای انحصاری برق:

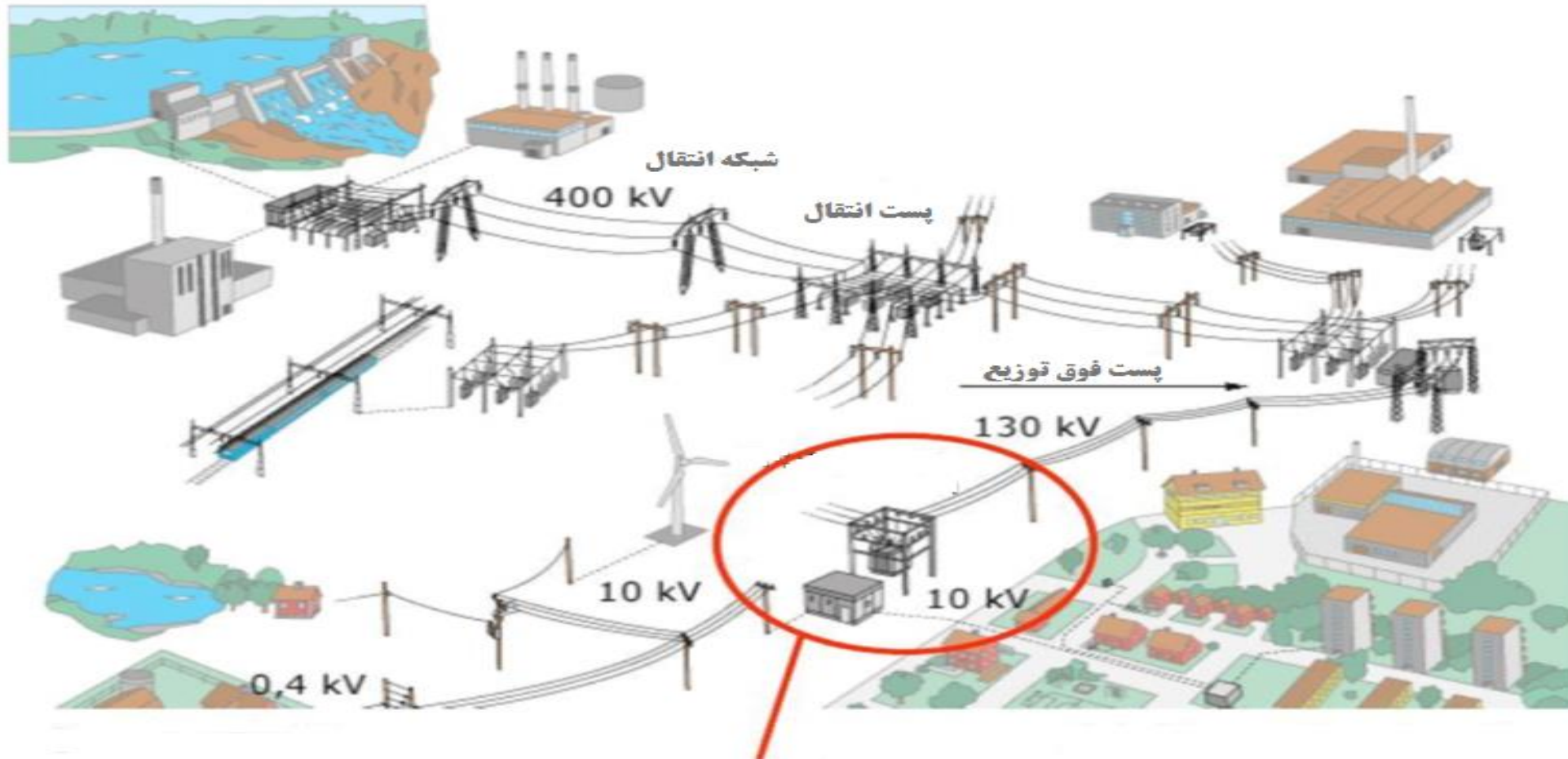
❖ تولید و مصرف لحظه‌ای

❖ مسئولیت کمیت و کیفیت

❖ هزینه دیمانند

❖ توان اکتیو و راکتیو

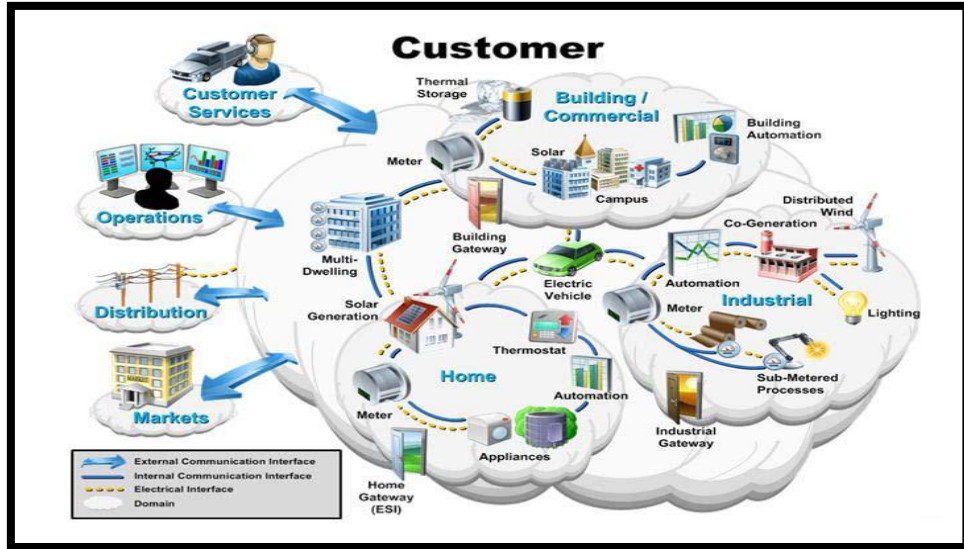
تعاریف مقدماتی شبکه‌های هوشمند



تولید
|
انتقال
|
توزیع
|
مصرف



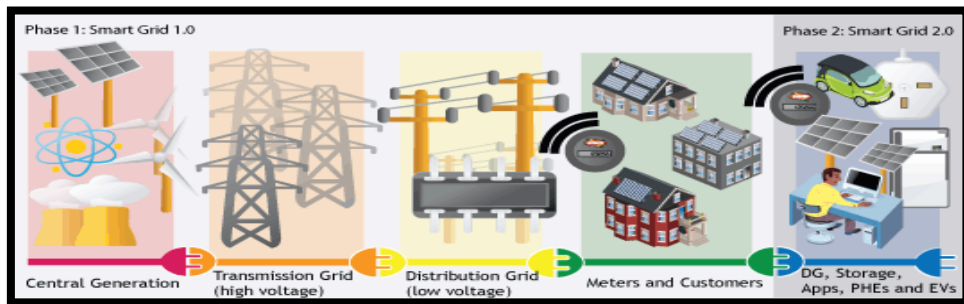
تعاریف مقدماتی شبکه‌های هوشمند



Smart : هوشمند شبکه‌ای که Computerize شده

Grid : به یک شبکه‌ی الکترونیکی گفته می‌شود. (شامل کابل‌ها، پست‌های برق، ترانسفورماتورها و ...)

یک شبکه هوشمند با استفاده از فناوری دیجیتال دوطرفه، انرژی را از تولیدکنندگان به مشتریان منتقل می‌کند، تا با کنترل وسایل منازل مصرف کنندگان در مصرف انرژی صرفه جویی شود، هزینه کاهش یابد و قابلیت اطمینان و شفافیت بالا برود.



شبکه هوشمند چیست؟

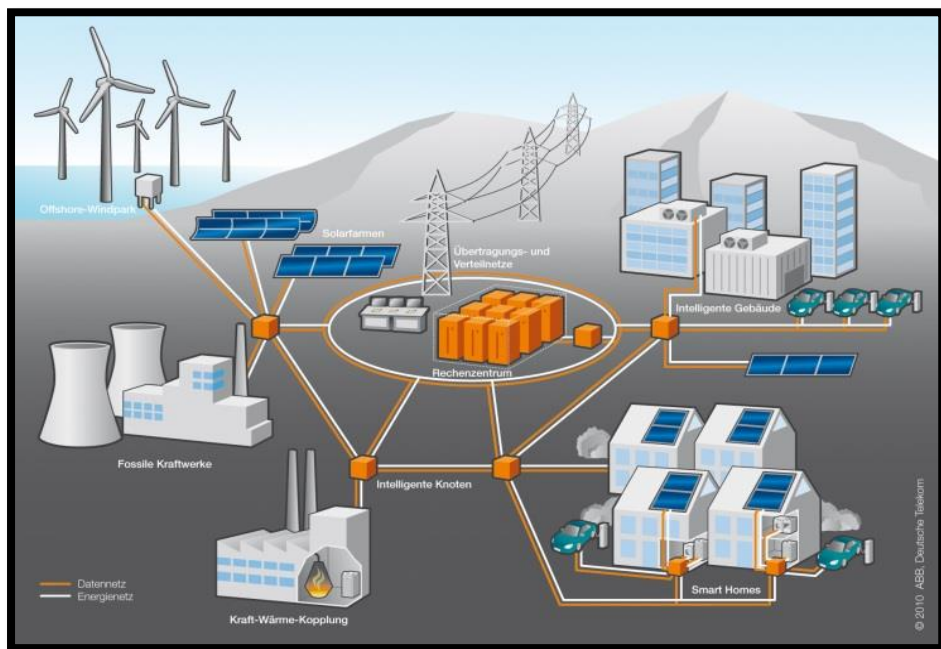


شبکه‌های هوشمند به طور کلی به دسته‌ای از فناوریها اطلاق می‌شود که با استفاده از سیستم مبتنی بر کامپیوتری که از راه دور کنترل می‌کند و همچنین اتوماسیون، نسل جدیدی از مبادلات برق را برای قرن ۲۱ رقم زده است.

مزایا و معایب شبکه‌های هوشمند در مقایسه با شبکه‌های متداول

شبکه‌های هوشمند	شبکه‌های فعلی	
توسط سنسور	دستی و به وسیله‌ی کارمندان	خواندن کنتور، بررسی خرابی، اندازه‌گیری ولتاژ و ...
عموماً هم مصرف‌کننده و هم تولید کننده‌ی برق	عموماً مصرف‌کننده‌ی برق	خانه‌ها، وسایل نقلیه، صنایع و ...
ارتباط دوطرفه‌ی دیجیتالی بین مولد و مصرف‌کننده	ارتباط صرفاً در حد کابل توزیع برق	نوع ارتباط
توانایی تنظیم یا کنترل مصرف تک‌تک مصرف‌کنندگان	قطع-وصل یا کاهش-افزایش مصرف مصرف‌کنندگان	میزان کنترل سیستم مدیریت

شاخص‌های کمی و کیفی برق در شبکه‌های هوشمند



- ❖ قابلیت اعتماد (Reliability)
- ❖ امنیت (Security)
- ❖ حفاظت (Protection)
- ❖ کیفیت (Quality)
- ❖ راندمان (Efficiency)
- ❖ پایداری (Stability)
- ❖ پایداری (Sustainability)
- ❖ انعطاف در ساختار شبکه توزیع (Flexibility)
- ❖ بهینه‌سازی اقتصادی (Optimization)

شاخص‌های کمی و کیفی برق در شبکه‌های هوشمند

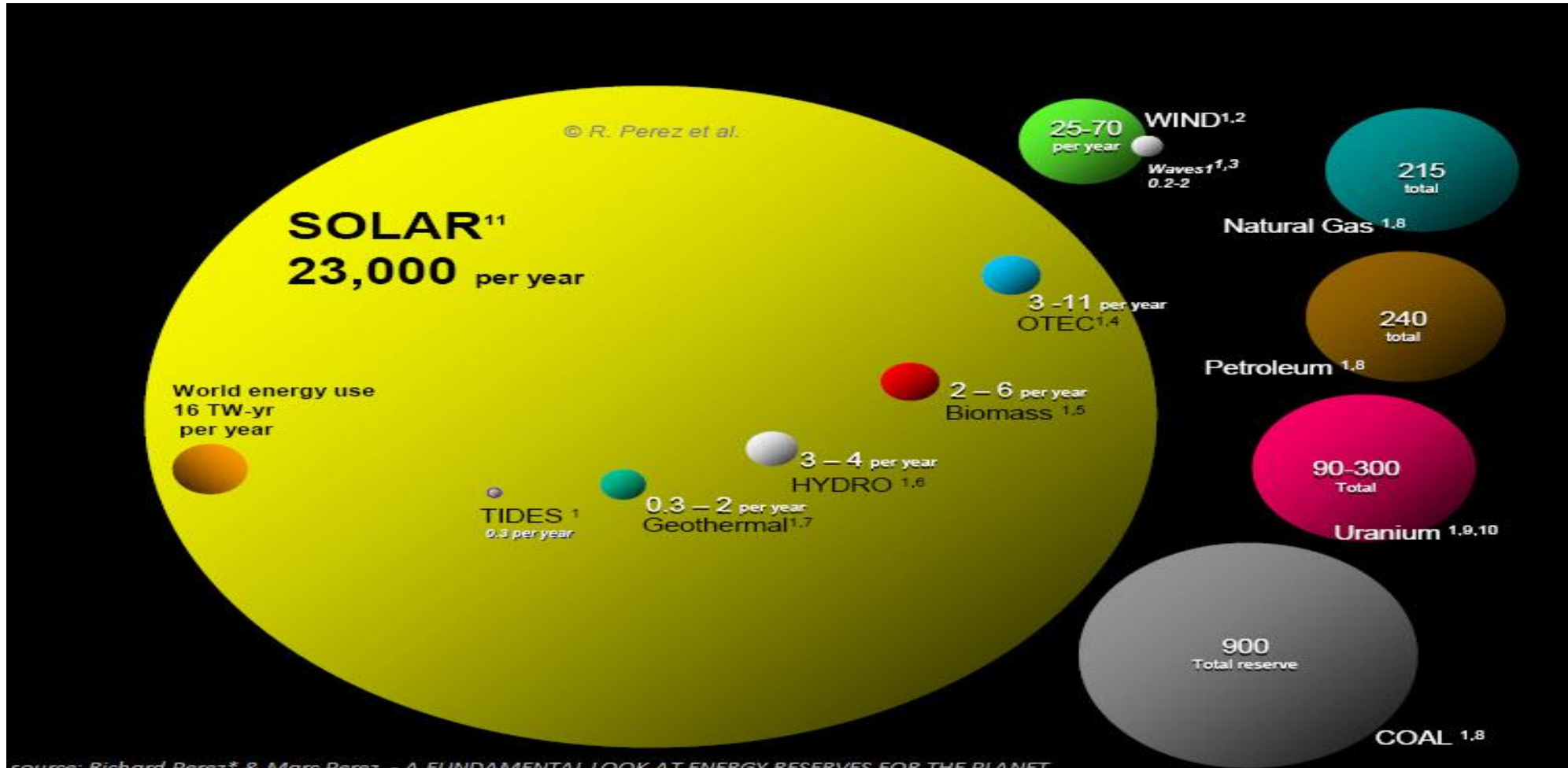
• تنظیم بار (Load adjustment)

- بار کلی شبکه که مجموع بار تک تک مصرف‌کنندگان است، می‌تواند تغییرات زیادی داشته باشد.
- در سیستم‌های متداول ژنراتورها توانایی تغییر تولید متناسب با تغییر مصرف را ندارند.
- با استفاده از الگوریتم‌های پیش‌بینی ریاضی می‌توان تعداد ژنراتوهایی را که برای جبران بار نیاز است محاسبه نمود.
- شبکه‌ی هوشمند می‌تواند در موقع افزایش ناگهانی مصرف تعدادی از مصرف‌کننده‌ها را موقتاً یا برای مدت طولانی از کار بپندازد.

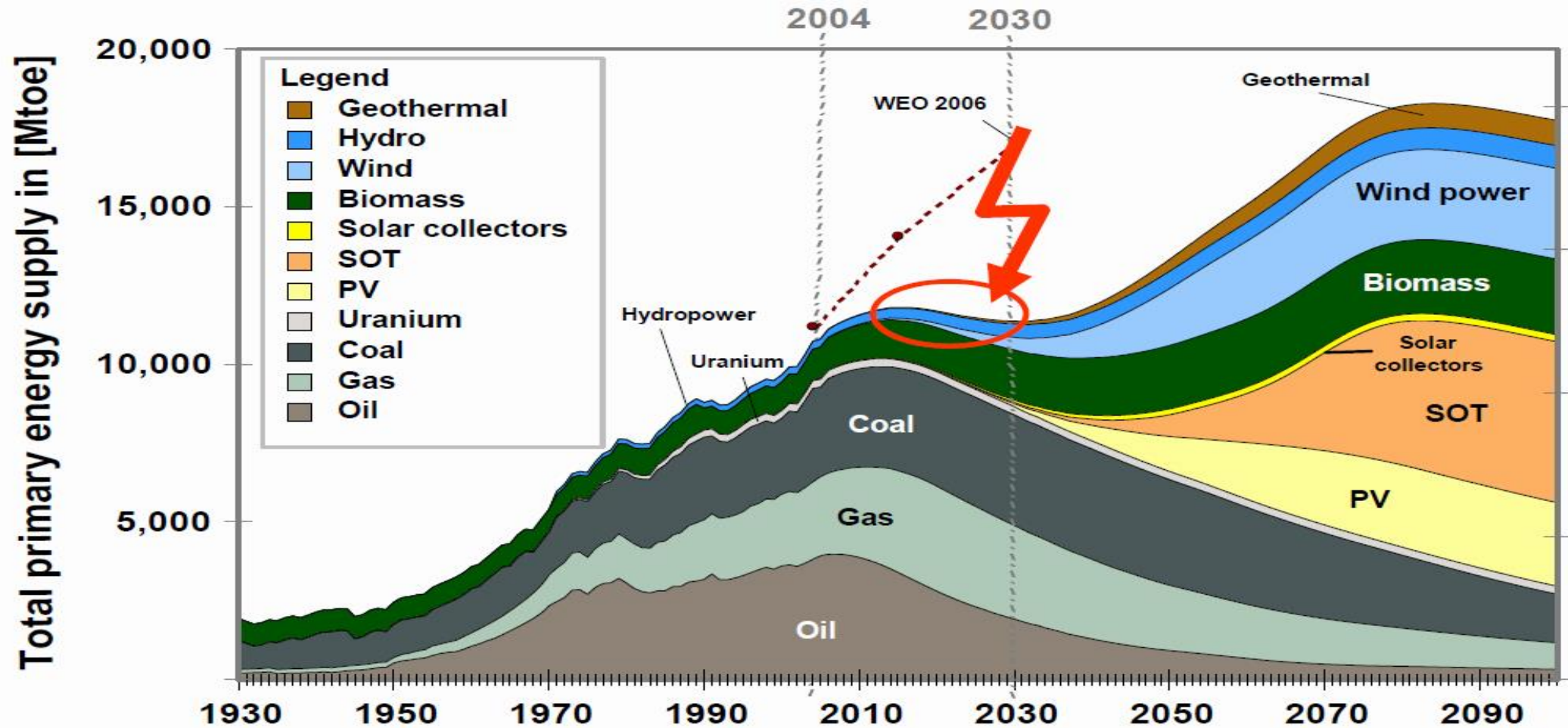
• کاهش هزینه با توجه به مدیریت مصرف در زمان اوج مصرف

- می‌توان از طریق شبکه‌ی ارتباطی بین سرور شبکه و مصرف‌کنندگان، آنها را از موقع و مقدار مصرف بهینه آگاه کرد.
- به طور بدیهی مصرف‌کنندگان استفاده از برق را در زمانی غیر از اوج مصرف، به علت ارزان بودن ترجیح می‌دهند.

تجدید ساختار، منابع تجدیدپذیر و شبکه‌های هوشمند



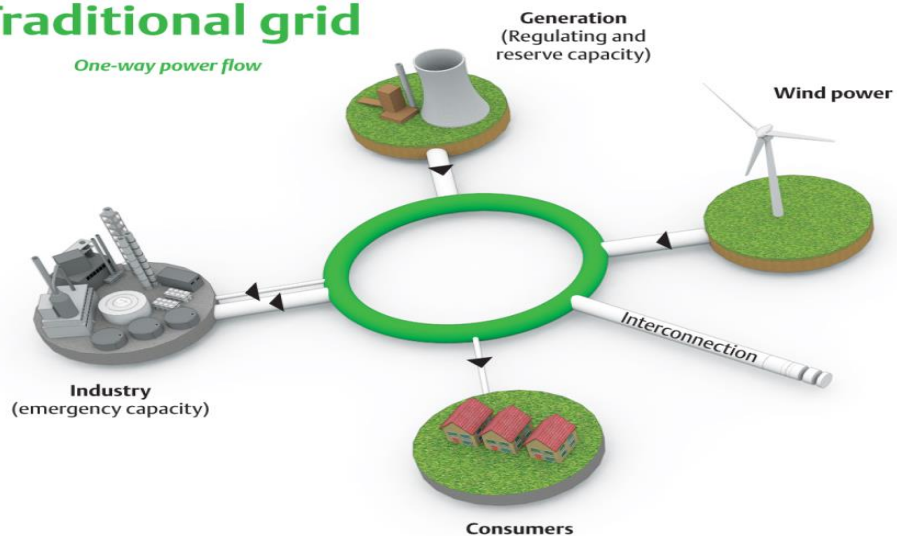
تجدید ساختار، منابع تجدیدپذیر و شبکه‌های هوشمند



تجدید ساختار، منابع تجدیدپذیر و شبکه‌های هوشمند

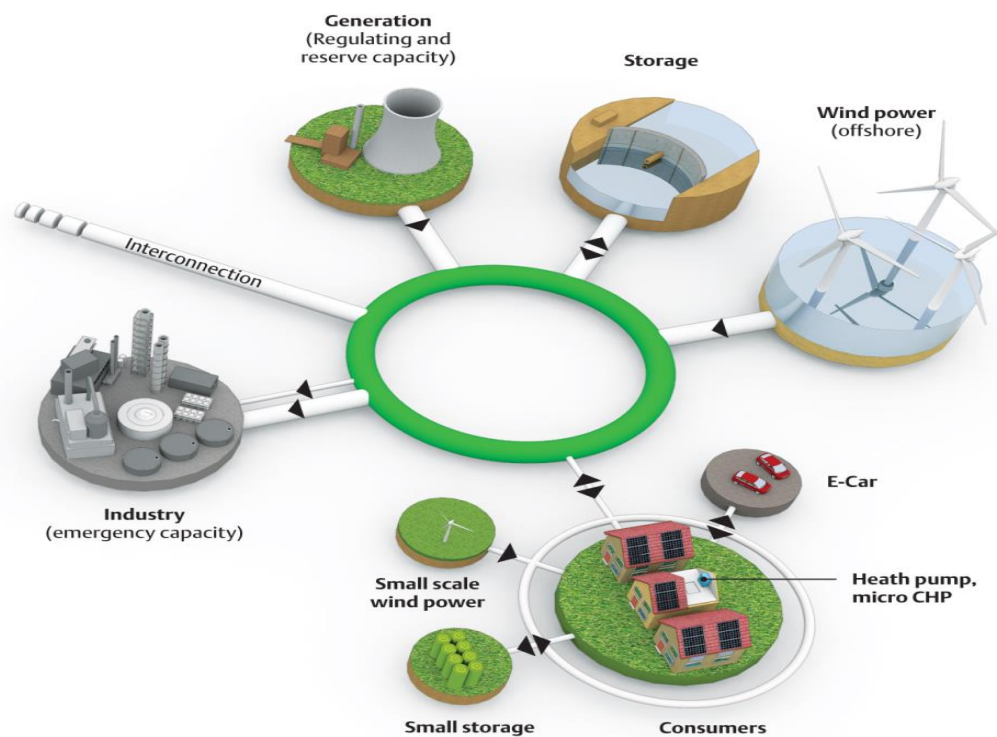
Traditional grid

One-way power flow

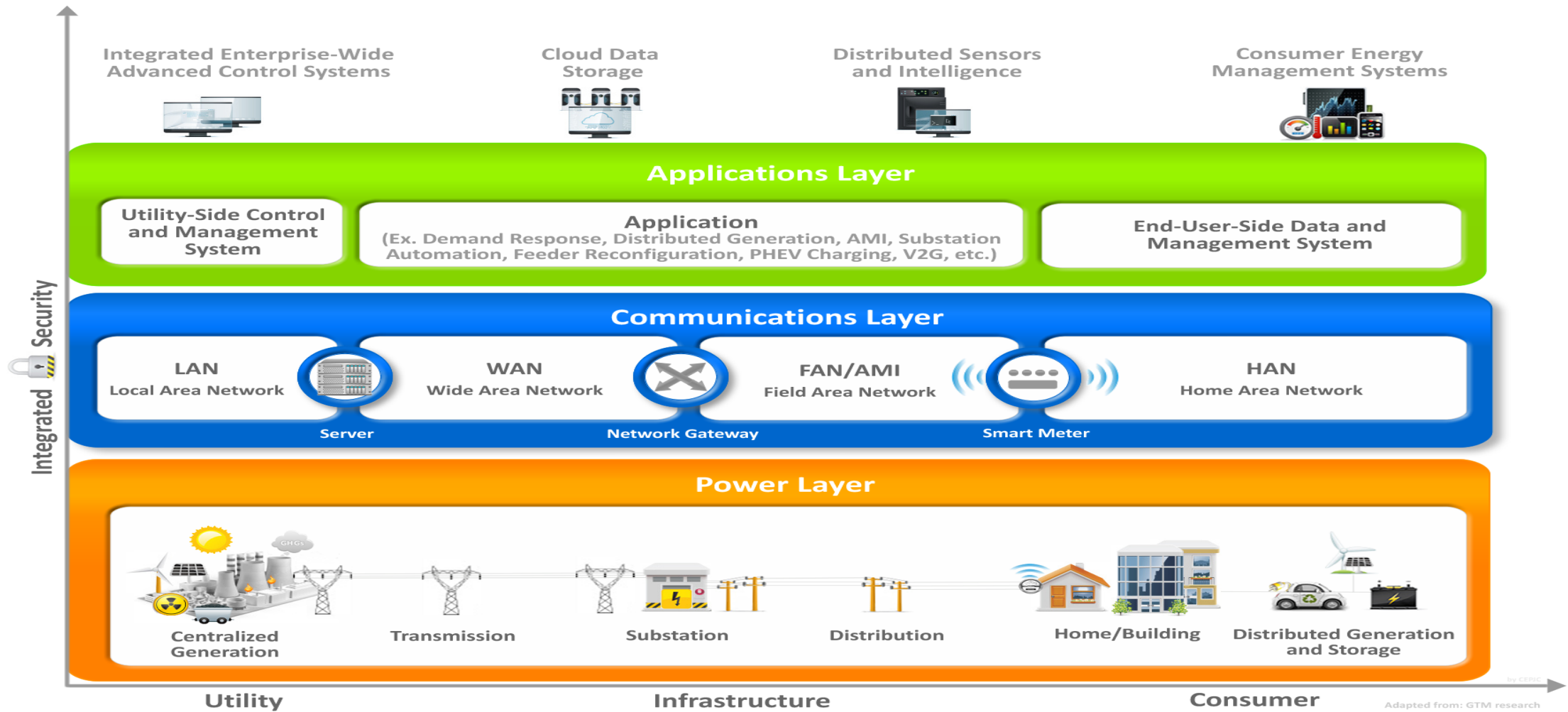


Future grid

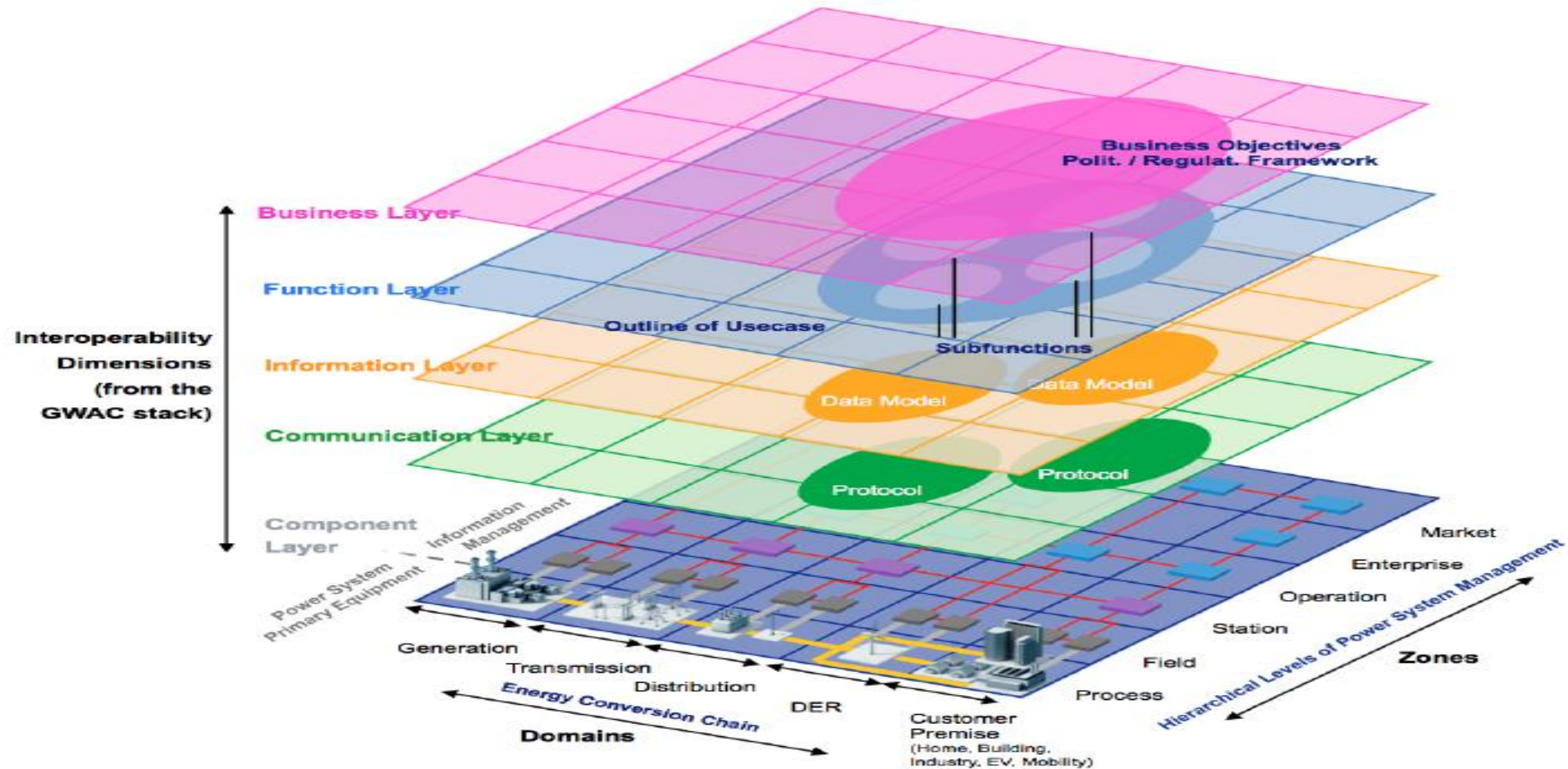
Multi-way power flow



زیرساختهای مخابراتی، ارتباطی و فناوری شبکه‌های هوشمند



زیرساختهای مخابراتی، ارتباطی و فناوری شبکه‌های هوشمند

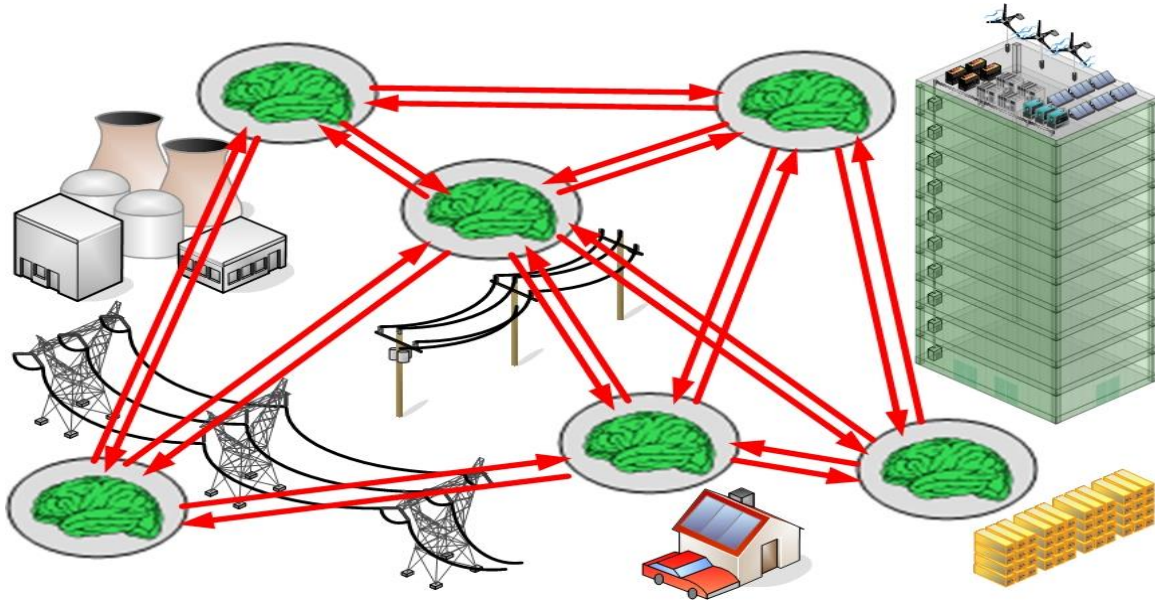


زیرساختهای مخابراتی ، ارتباطی و فناوری شبکه‌های هوشمند

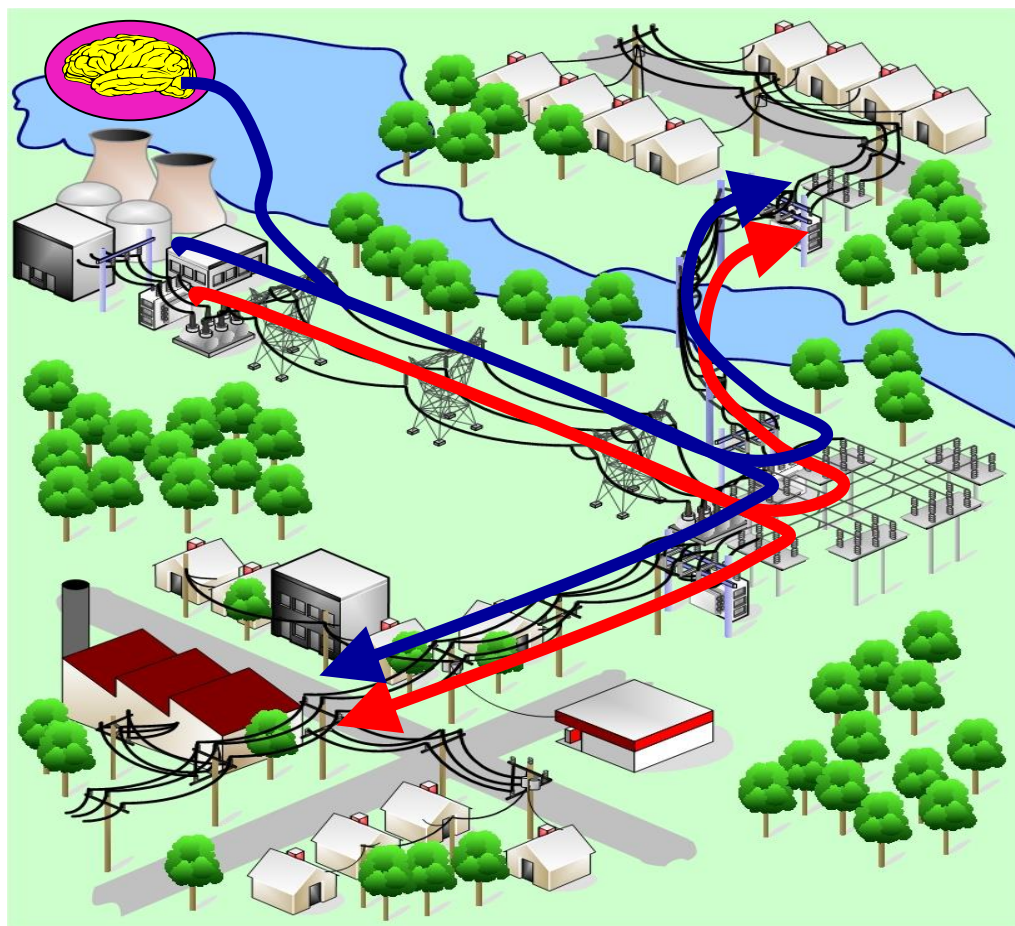
- ارتباطات یک پارچه (Integrated communications)
- سنسورینگ و اندازه‌گیری (Sensing and measurement)
- اندازه‌گیری هوشمند (Smart meters)
- واحدهای اندازه‌گیری فازوری (Phasor measurement units)
- اجزاء پیشرفته (Advanced components)
- کنترل پیشرفته (Advanced control)
- ژنراتورهای هوشمند (Smart power generation)

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

- تعارضهای مفهومی درباره شبکه‌های هوشمند (از هوشمند سازی اندازه‌گیری تا هوشمندی شبکه)
- مفهوم اینترنت انرژی (کنترل پیشرفته، منابع انرژی پراکنده DER، ساختار انعطاف‌پذیر)
- ریزشبکه‌های هوشمند (**Smart Microgrids**)

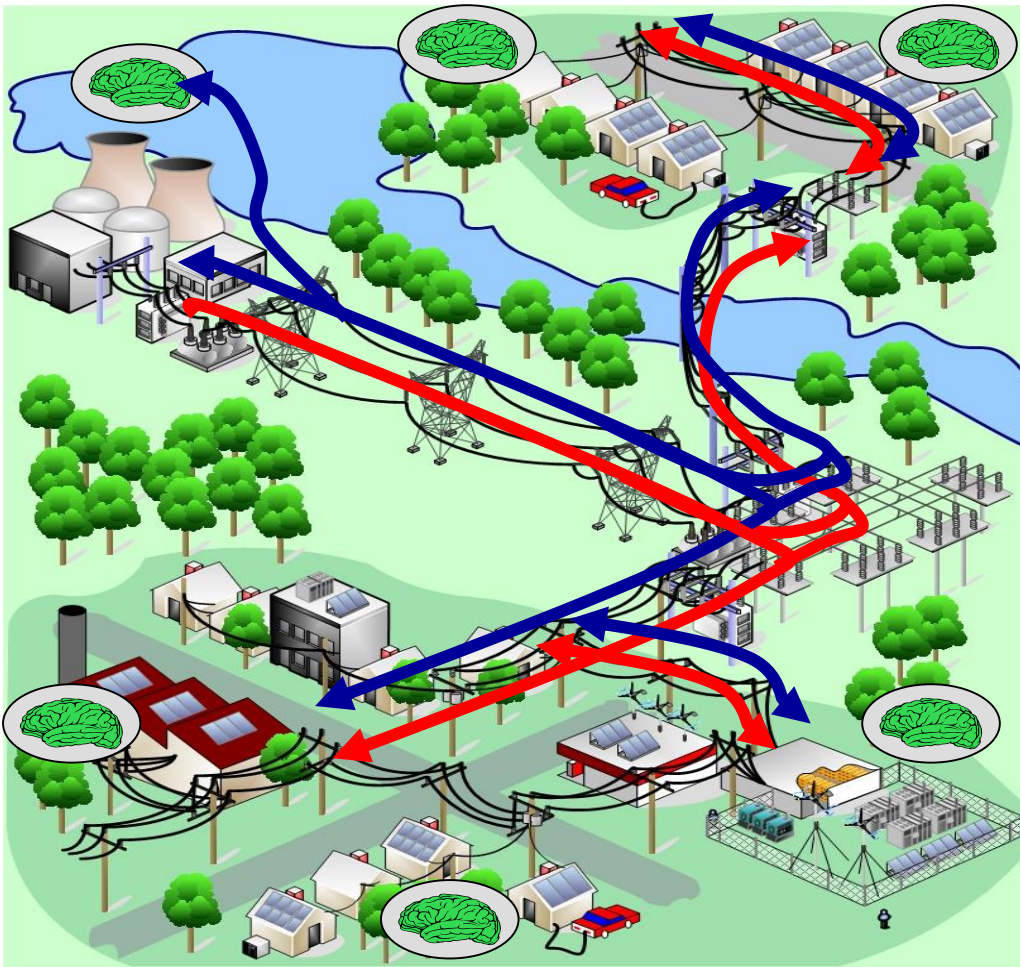


بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند



- قابلیت کنترل متمرکز یا نامتمرکز؟
- انتقال و توزیع فعال یا غیرفعال؟
- اهمیت انعطاف‌پذیری
- آسیب‌پذیری

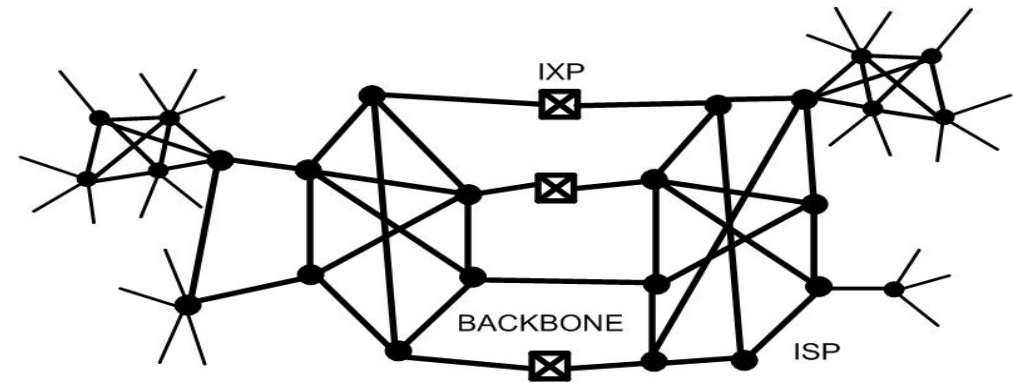
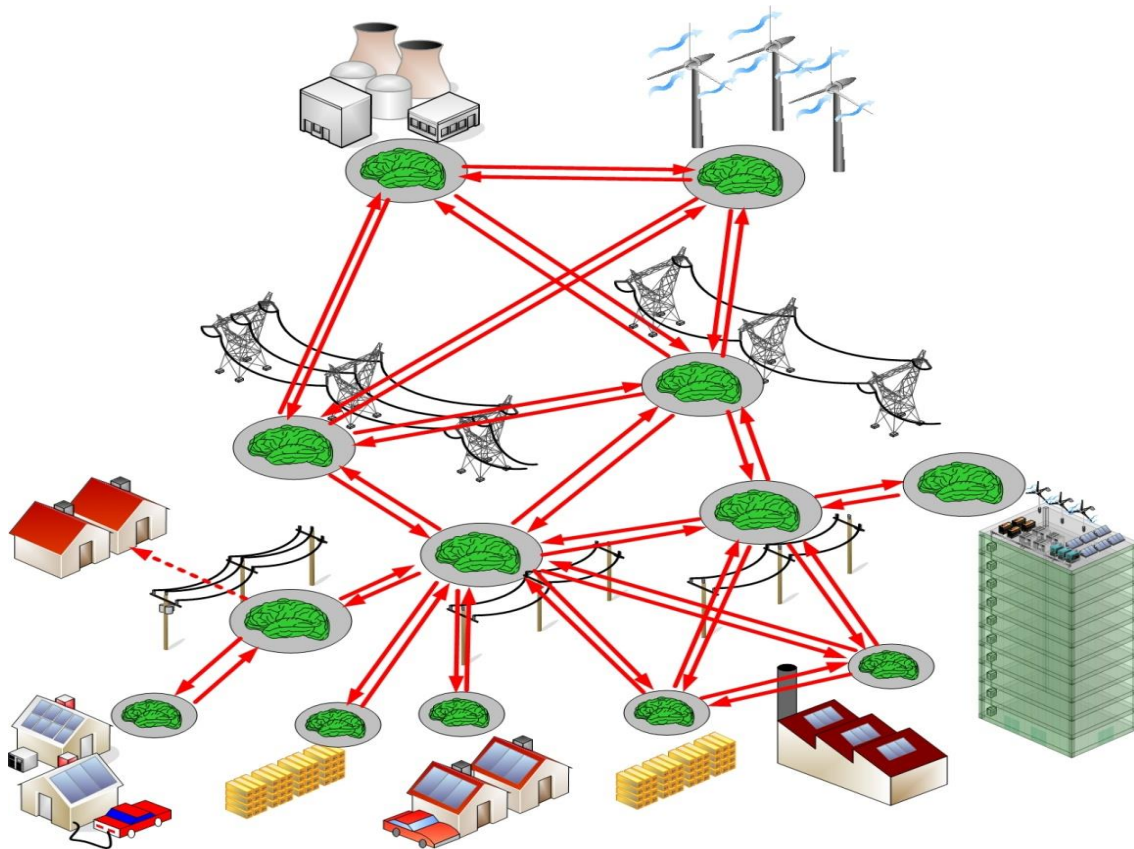
بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند



- کنترل کاملا نامتمرکز
- شبکه توزیع کاملا فعال (منابع انرژی پراکنده)
- کاملا انعطاف پذیر
- بازدهی بالای در همه بارهای شبکه

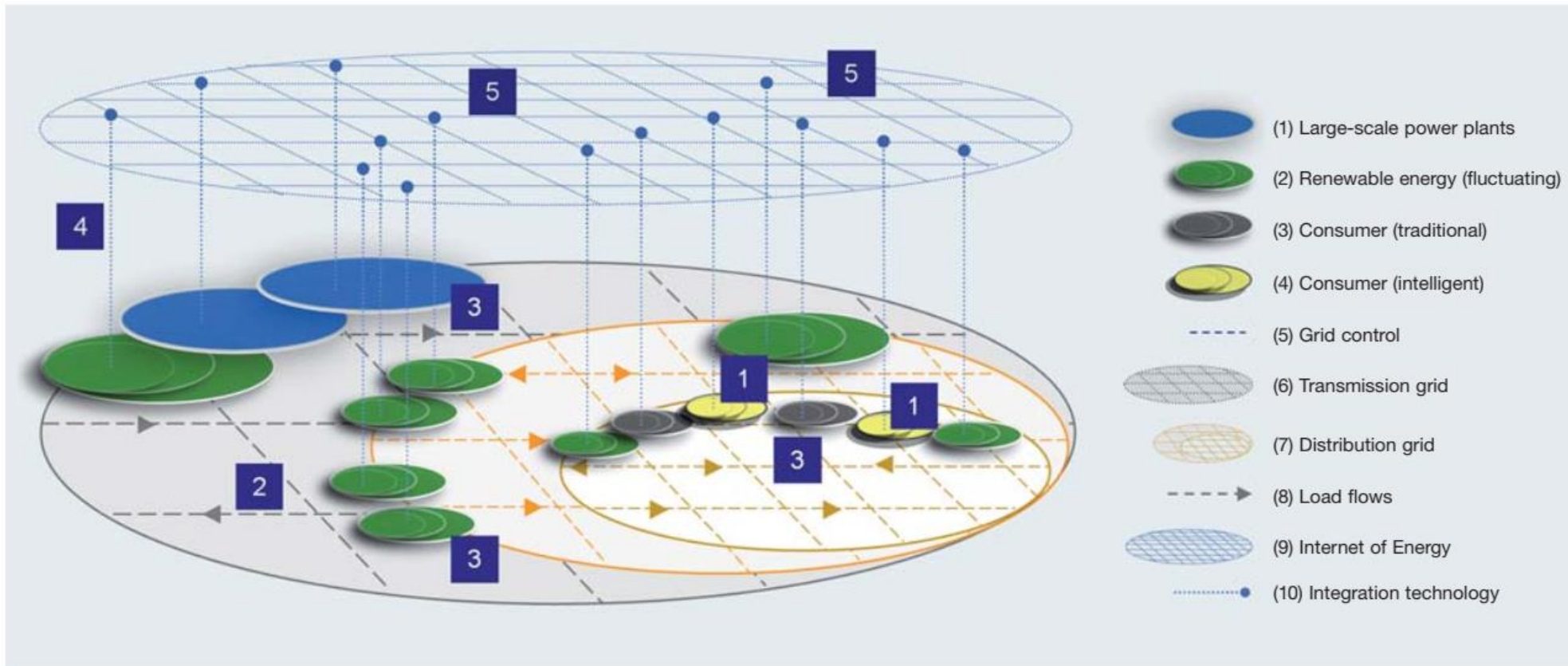
بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

- از اینترنت اطلاعات تا اینترنت انرژی (مفهوم Power-Net)



بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

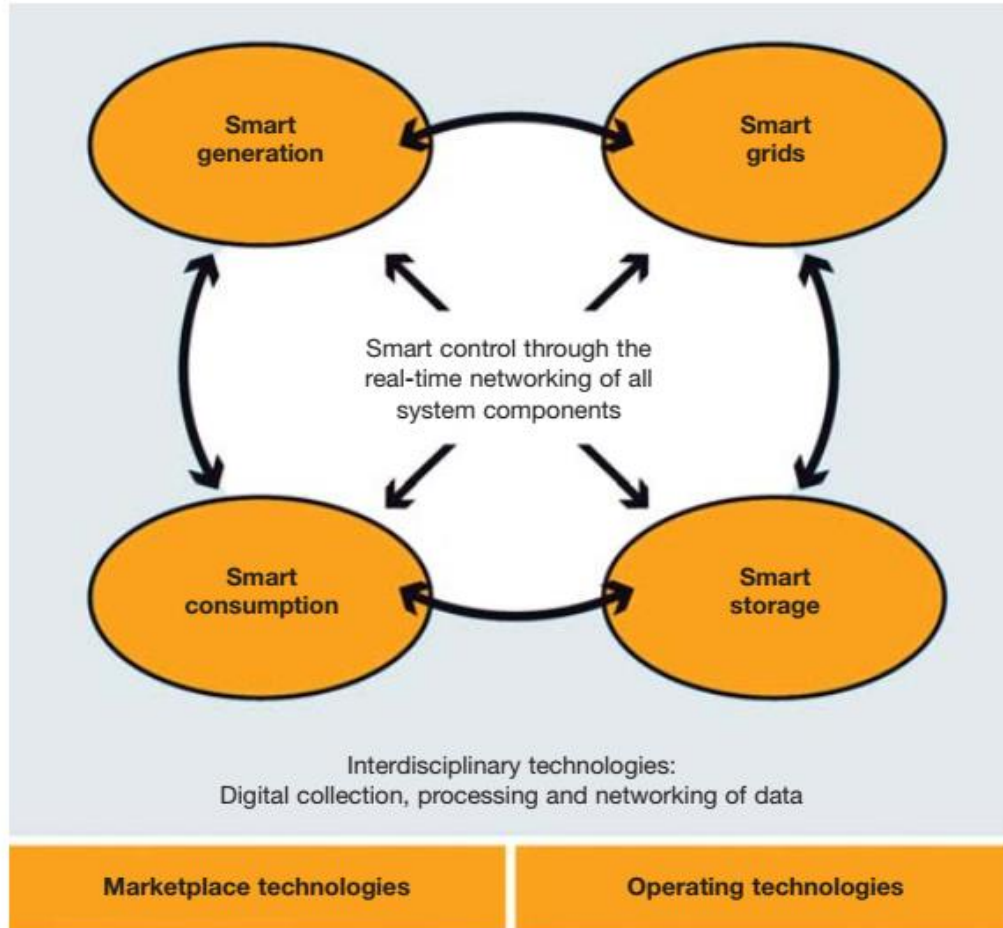
• ساختار اینترنت انرژی



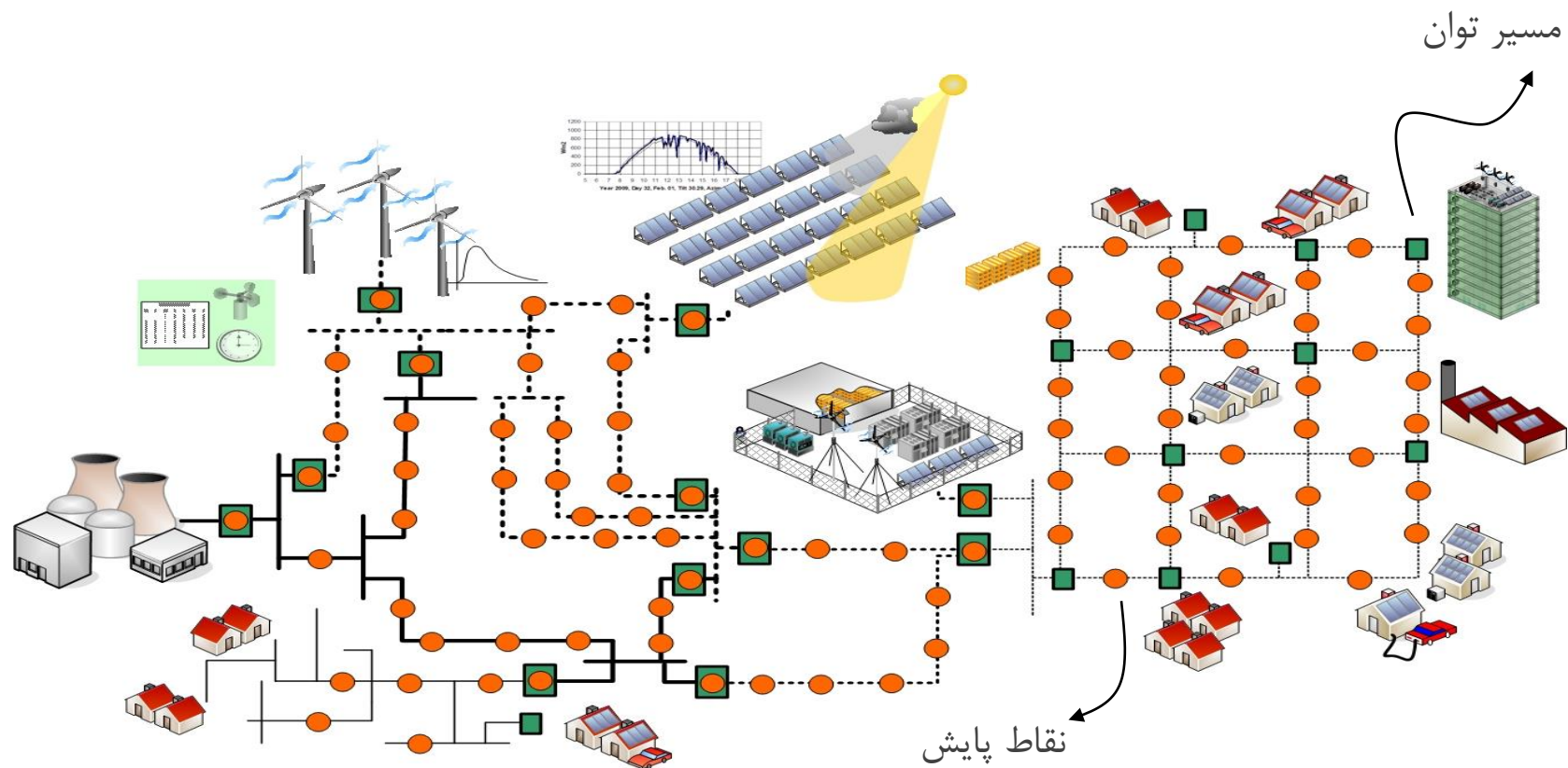
بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

Figure a: The Internet of Energy integrates all the elements in the energy supply chain to create an interactive system

هوشمندسازی زنجیره تامین در مفهوم اینترنت انرژی ❖



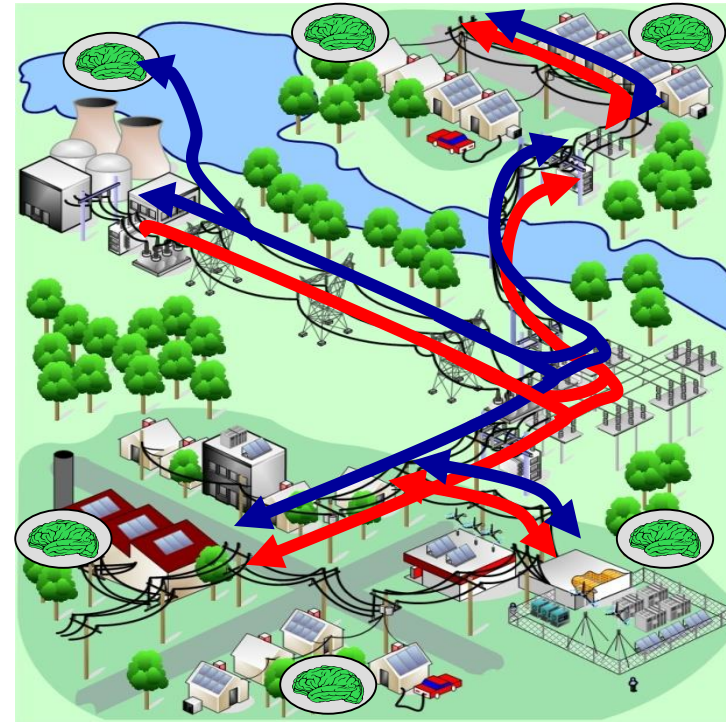
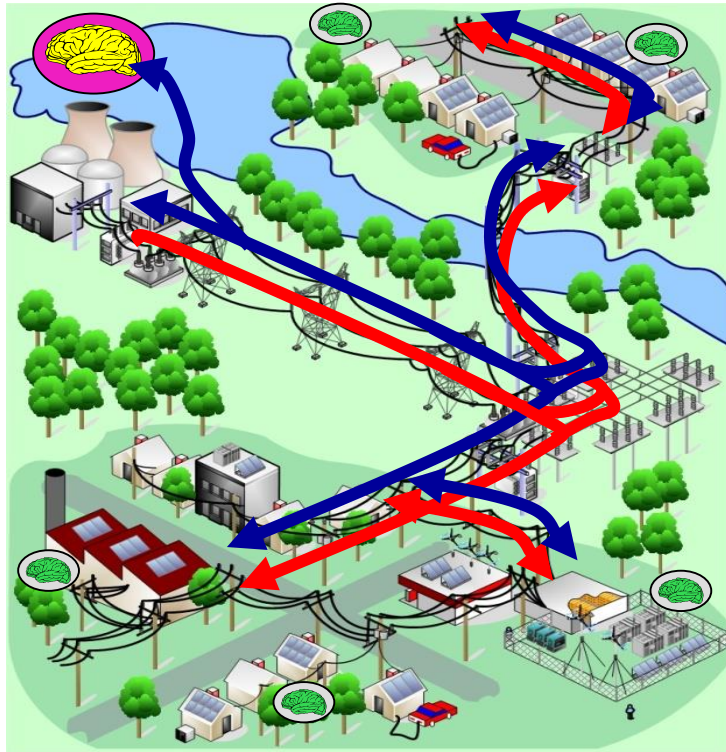
بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند



- شبکه توام DC و AC با منابع متمرکز و پراکنده انرژی

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

- بایدها و نبایدهای ارتباطی و کنترلی



بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

❖ حداقل الزامات اجباری شبکه هوشمند از دیدگاه اتحادیه اروپا

ردیف	قابلیت	Functionality
برای مشتریان:		
a	قرائت‌های کنتور را مستقیماً به مشترک و هر طرف سوم مشخص شده توسط مشترک ارائه دهد.	Provide readings directly to the customer and any third party designated by the consumer.
b	قرائت‌های ردیف (a) با تناوب کافی به روز رسانی شود تا بتوان از آن اطلاعات برای دستیابی به صرفه جویی انرژی استفاده نمود.	Update the readings referred to in point (a) frequently enough to allow the information to be used to achieve energy savings.
برای اپراتور اندازه گیری:		
c	امکان قرائت از راه دور توسط اپراتور وجود داشته باشد.	Allow remote reading of meters by the operator.
d	مخابرات دوطرفه بین سیستم کنتور هوشمند و شبکه‌های خارجی برای نگهداری و کنترل آن ارائه گردد.	Provide two-way communication between the smart metering system and external networks for maintenance and control of the metering system.
e	امکان قرائت با تناوب کافی جهت استفاده از اطلاعات حاصل در برنامه ریزی شبکه وجود داشته باشد.	Allow readings to be taken frequently enough for the information to be used for network planning.
f	سیستم‌های تعرفه پیشرفته قابل اعمال باشد.	Support advanced tariff systems.
g	امکان کنترل قطع/وصل از راه دور، و یا محدودیت جریان/توان وجود داشته باشد.	Allow remote on/off control of the supply and/or flow or power limitation.
برای امنیت و حفاظت از داده:		
h	مخابرات داده امن باشد.	Provide secure data communications.
i	امکان تشخیص و جلوگیری از تقلب/سو استفاده وجود داشته باشد.	Fraud prevention and detection.
برای تولید پراکنده:		
j	توان ورودی/خروجی (دوطرفه) و غیرفعال قابل اندازه گیری باشد.	Provide import/export and reactive metering.

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

AMI/Smart Meters	زیرساخت اندازه گیری پیشرفته/ کنتور هوشمند	۱
Customer EMS/Display/Portal	سیستم مدیریت انرژی/صفحه نمایش/پرتال مشترکان	۲
Distribution Automation and Protection	اتوماسیون و حفاظت توزیع	۳
Distribution Management System	سیستم مدیریت توزیع	۴
Smart Appliances and Equipment (Customer)	لوازم خانگی و تجهیزات هوشمند	۵
Vehicle to Grid 2-way power converter	مبدل قدرت دوطرفه خودرو (برقی) و شبکه	۶
انتقال		
Advanced Interrupting Switch	سوئیچ قطع کننده پیشرفته	۷
Controllable/regulating Inverter	اینورتر کنترل شونده/تنظیم کننده	۸
Enhanced Fault Detection Technology	فناوری تشخیص خطا پیشرفته	۹
FACTS Device	تجهیز FACTS	۱۰
Fault Current Limiter	محدود کننده جریان خطا	۱۱
Microgrid Controller	کنترل کننده ریزشبکه	۱۲
Phase Angle Regulating Transformer (Phase Shifting Transformer)	ترانسفورماتور تنظیم کننده زاویه فاز (ترانسفورماتور شیفت دهنده فاز)	۱۳

• امکانات موجود در یک شبکه هوشمند

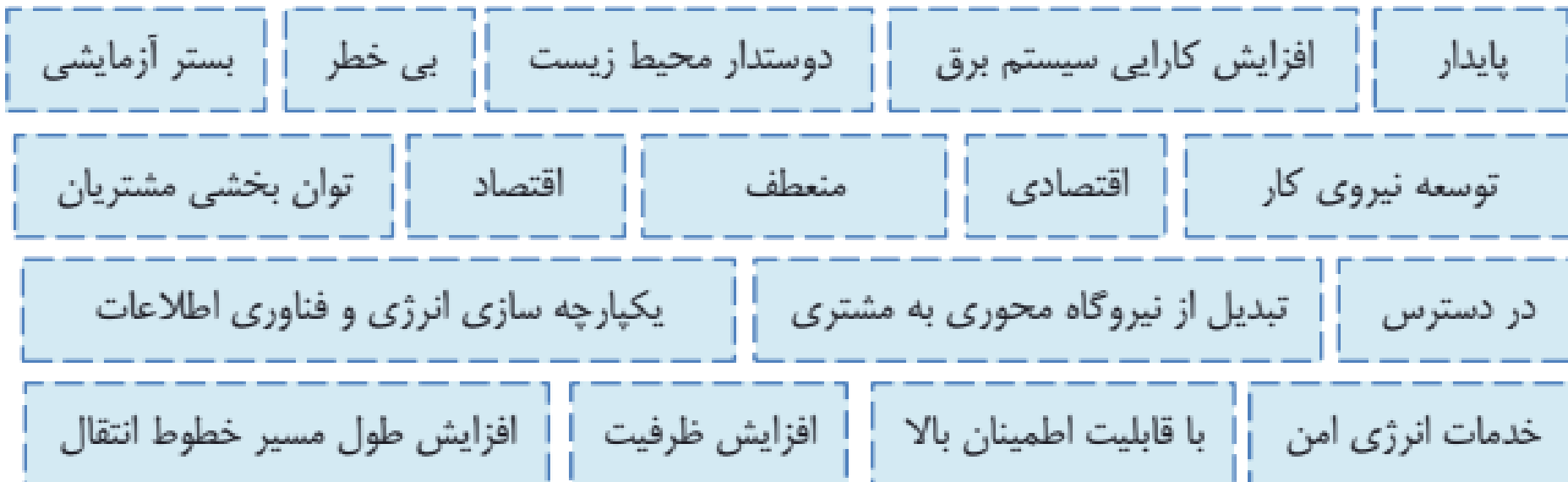
بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• امکانات موجود در یک شبکه هوشمند

Phasor Measurement Technology (Sychrophasor)	فناوری اندازه‌گیری فازور (فازور سنکرون)	۱۴
Advanced High Capacity Cables	کابل‌های ظرفیت بالای پیشرفته	۱۵
Substation Automation	اتوماسیون پست	۱۶
Advanced SCADA Systems	سیستمهای پیشرفته SCADA	۱۷
Energy Management System (EMS)	سیستم مدیریت انرژی	۱۸
HVDC Transmission	انتقال DC فشار قوی (HVDC)	۱۹
Equipment Sensor	حسگر تجهیزات	۲۰
Loading Monitor (Equipment)	پایش میزان بار تجهیزات	۲۱
Two-way Communications (high bandwidth)	مخابرات دوطرفه (پر سرعت)	۲۲
Advanced Analysis/Visualization (Software & Hardware)	تحلیل/ به تصویر کشیدن پیشرفته (نرم افزار و سخت افزار)	۲۳
Energy Resources		منابع انرژی
Distributed Generation	تولید پراکنده	۲۴
Stationary Electricity Storage	ذخیره ساز ثابت برق	۲۵

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• ارکان اولیه چشم‌انداز شبکه هوشمند برق ایران



بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• اسناد بالادستی شبکه هوشمند برق ایران

ردیف	نام سند
۱	سند توسعه بخش برق و انرژی های نو در برنامه چهارم توسعه
۲	اهداف و راهبردهای محیط زیست در برنامه چهارم توسعه
۳	سند راهبرد ملی توسعه فناوری پیل سوختی
۴	سند راهبرد ملی توسعه علوم و فناوری انرژی های تجدید پذیر
۵	نقشه جامع علمی کشور
۶	سیاست های کلی نظام
۷	قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی
۸	سیاست‌های کلی برنامه پنجم توسعه
۹	برنامه پنجم توسعه
۱۰	اهداف و راهبردهای محیط زیست در برنامه پنجم توسعه
۱۱	بسته اجرایی بخش برق در برنامه پنجم توسعه کشور
۱۲	سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران
۱۳	سند راهبردی وزارت نیرو
۱۴	برنامه وزارت نیرو در دولت دهم
۱۵	آرمان صنعت برق

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• اهداف فناورانه شبکه هوشمند برق ایران

اهداف کلان	اهداف خرد
توسعه تجهیزات	دستیابی به تکنولوژی ساخت PMU به طور بومی و با قابلیت رقابتی در منطقه
	دستیابی به تکنولوژی ساخت متمرکز کننده داده های فازوری (PDC) به طور بومی و با قابلیت رقابتی در منطقه
	ایجاد قابلیت هوشمندی در تجهیزات موجود در شبکه (به منظور تبادل داده و دریافت و اجرای فرامین)
	دستیابی به تکنولوژی تجهیزات و سخت افزارهای مربوط به تولید سنسورها و سایر دستگاه های اندازه گیری
	توسعه و تکمیل شبکه سینکروفازور با مکانیابی و نصب PMU ها و PDCها و ایجاد زیرساخت های ارتباطی
توسعه سامانه ها و برنامه های کاربردی	دستیابی به دانش فنی طراحی یک سیستم SCADA ملی
	دستیابی به دانش فنی طراحی سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل شبکه مانند WAPCA، WASA، WAMS
	ایجاد سامانه ملی پایش خطوط انتقال و فوق توزیع و سیستم گزارشدهی بلادرنگ وقایع و تعرضات
	ایجاد سامانه ملی مدیریت نگهداری و تعمیرات عناصر شبکه (Asset Management)
	ایجاد سامانه ملی پایش اضافه بار حرارتی و تعیین زمان واقعی ظرفیت حرارتی تجهیزات (RTTR)
	توسعه و پیاده سازی سامانه ملی تخمین حالت شبکه (state estimation)
توسعه سامانه ملی پایش پایداری شبکه و پایدارساز گسترده سیستم قدرت	

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• اهداف فناورانه شبکه هوشمند برق ایران

ایجاد سامانه ملی کنترل بلادرنگ شبکه با حذف عدم قطعیت ها	
طراحی الگوریتم های کنترل اصلاحی مبتنی بر پاسخ سیستم	
طراحی سامانه های حفاظت تطبیقی متناسب با نقطه کار شبکه	
طراحی الگوریتم های بازیابی شبکه با توجه به دسترسی به اطلاعات در سطح وسیع	
طراحی معماری توزیع شده برای کاوش داده و استخراج اطلاعات کلیدی جهت مدیریت و کنترل داده‌های عظیم	توسعه معماری
دستیابی به دانش فنی طراحی شبکه های ارتباطی شامل Power line carrier, WIMAX, LTE, RF mesh	توسعه تجهیزات ارتباطی
دستیابی به تکنولوژی ساخت سخت افزار و نرم افزار Concentrator	
طراحی و ساخت یک شبکه مرکز داده ملی با قابلیت اطمینان بالا به منظور پیاده سازی نرم افزارهای کنترلی و مدیریتی	زیرساخت اطلاعاتی
طراحی و ساخت سیستم های توزیع شده ذخیره، بازیابی و آرشیو کلان داده به طور ملی و با قابلیت رقابتی	
طراحی معماری استاندارد نرم افزاری مناسب جهت تعامل برنامه های کاربردی مختلف در مراکز داده توزیع شده	معماری
طراحی معماری و پیاده سازی تجهیزات شبکه مش	
ایجاد دانش فنی تحقیقات کاربردی در تجهیزات HVDC و FACTS	مدرن سازی شبکه
ایجاد دانش فنی تحقیقات کاربردی فناوری های ابررسانا (superconductors)	
ایجاد قابلیت هوشمند در تجهیزات موجود در شبکه (به منظور تبادل داده و دریافت و اجرای فرامین و قرارگیری در بستر	هوشمندسازی شبکه

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• اهداف فناوریانه شبکه هوشمند برق ایران

(WAMPAC)	
دستیابی به دانش فنی امنیت دارایی ها، مناطق امنیتی و تهدیدات موجود در حوزه شبکه هوشمند	امنیت اطلاعات و جلوگیری از تهدیدات
دستیابی به دانش افزایشی طرح امنیتی و چرخه کنترل امنیت و ارزیابی در حوزه های مختلف شبکه هوشمند	
دستیابی به دانش ایجاد زیرساخت های امنیت سایبری حفاظت و مدیریت شبکه	
طراحی و ساخت سخت افزاری سامانه های مربوط به مشترکین مانند کنتور هوشمند، نمایشگر خانگی، شبکه ارتباطی خانگی	فعالسازی مشترکین
دستیابی به توسعه سیستم های پایش مصرف محسوس و نامحسوس (NILAM & ILAM)	آماده سازی زیرساخت ها
توسعه سخت افزاری متمرکزکننده های محلی داده کنتورها و شبکه های ارتباطی محلی (LAN) و منطقه ای (WAN)	
طراحی و توسعه سیستم های مدیریت شبکه ارتباطی (NMS) و مدیریت داده های اندازه گیری شده (MDMS)	
تکمیل پروژه های پایلوت، ارزیابی مشاهدات و تعمیم نصب کنتورهای هوشمند در سطح وسیع در شبکه	توسعه سامانه های مدیریتی
ایجاد سامانه ملی مدیریت انرژی (EMS)	
ایجاد سامانه ملی مدیریت شبکه توزیع (DMS)	
ایجاد سامانه ملی GIS	توسعه تجهیزات
دستیابی به فناوری های ذخیره سازی انرژی	
ایجاد سیستم های مانیتورینگ، تبادل داده و اعمال فرمان به منابع تولید پراکنده	هوشمندسازی

بایدها و نبایدهای شبکه‌های هوشمند

• اهداف فناورانه شبکه هوشمند برق ایران

ایجاد ریزشبکه‌ها و توسعه سامانه‌های مدیریت ریزشبکه	
دستیابی به دانش فنی سخت افزارهای کلیدی هوشمندسازی خانه‌ها شامل روترها، سیستم اتوماسیون ساختمان، تجمیع کننده‌های حرارتی و ترموستات‌های هوشمند	هوشمندسازی خانه
دستیابی به فناوری‌های لوازم خانگی هوشمند (Smart Appliance)	
ایجاد سامانه‌های خدمت‌رسانی به کاربران شامل پورتال کاربر، ایمیل، SMS و غیره	
ایجاد نرم افزارهای مدیریت انرژی مانند داشبورد انرژی برای گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها	پاسخگویی تقاضا
دستیابی به دانش فنی طراحی و ایجاد زیرساخت‌های ارتباطی بین مشترکین و سیستم مدیریت توزیع	
تدوین استراتژی‌های تشویقی برای جلب مشارکت مشترکین به مشارکت در سامانه‌های پاسخگویی تقاضا (DR)	خودروی برقی
طراحی و ساخت تجهیزات رابط خودروهای برقی و شبکه هوشمند برق	
دستیابی به دانش فنی طراحی زیرساخت‌های شارژ مدیریت شده خودروهای برقی	
طراحی الگوریتم‌ها و برنامه‌های کاربردی مانند MDMS (سیستم مدیریت داده اندازه‌گیری شده)	
گسترش و تکمیل سامانه‌های اتوماسیون توزیع	
دستیابی به دانش طراحی سامانه ملی OMS (مدیریت اتفاقات و خاموشی)	
دستیابی به دانش فنی سامانه ملی DR در مدیریت شبکه توزیع	
تکمیل زیرساخت ارتباطی بین مدیریت شبکه توزیع با منابع پراکنده و بارها	
دستیابی به دانش فنی سیستم مدیریت انرژی/تقاضا و کنترل ولت-وار	

اعمال مدیریت در حوادث غیر مترقبه

- ❖ انواع حوادث و بلایای طبیعی (سیل، زلزله، طوفان و ...)
- ❖ انواع حملات خرابکارانه و تروریستی (بمباران، انفجار، حملات سایبری و ...)



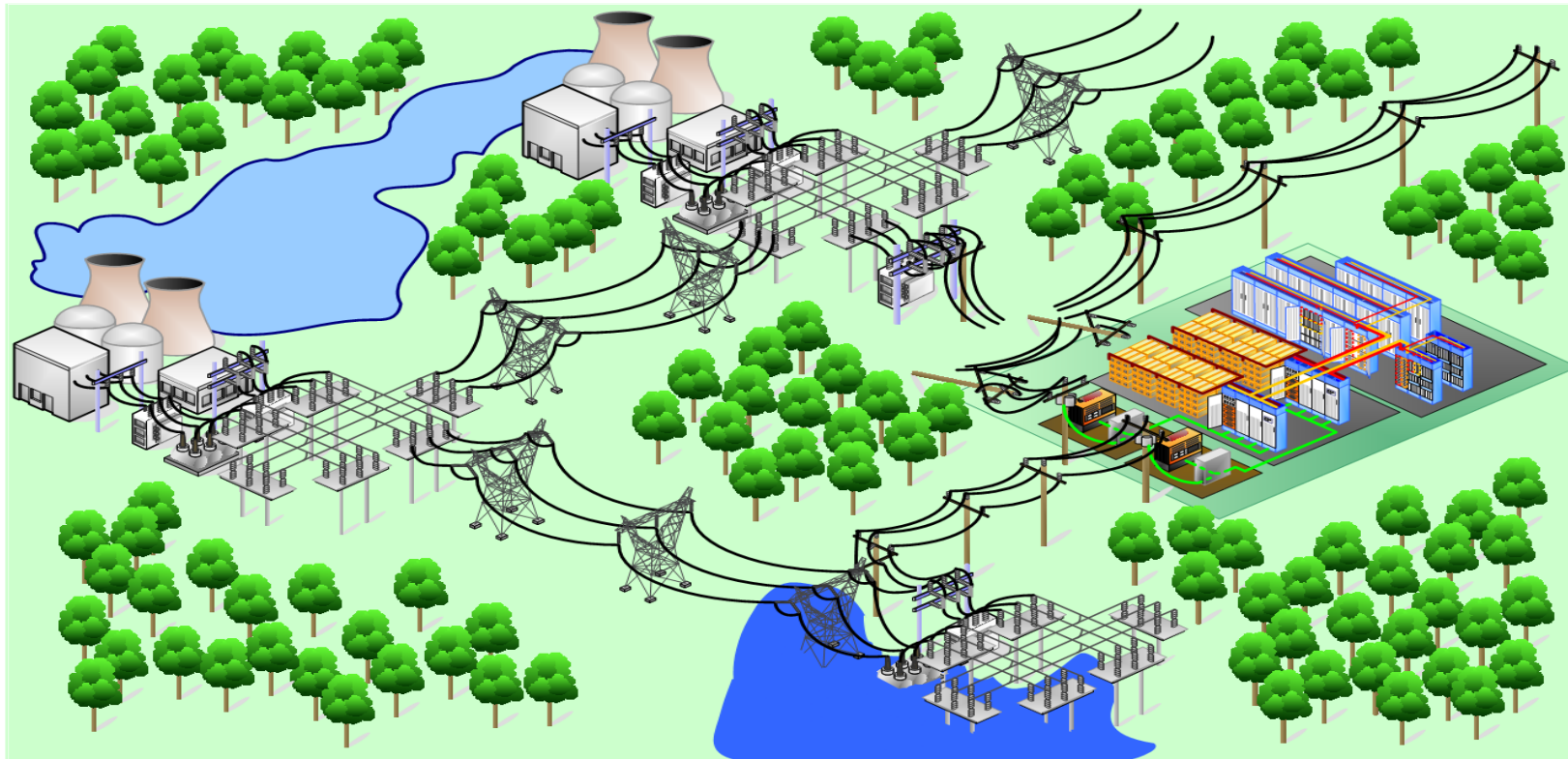
اعمال مدیریت در حوادث غیر مترقبه

❖ در حوادث و بلایای طبیعی ۹۰٪ خسارتهای دائمی و غیرقابل تعمیر است
❖ انواع حوادث (کم شدت، حوادث خاکستری و سیاه)



اعمال مدیریت در حوادث غیر مترقبه

❖ ویژگیهای مهم تاب آوری (Resiliency) و خودترمیمی (Self Healing) در شبکه‌های هوشمند



اعمال مدیریت در حوادث غیر مترقبه

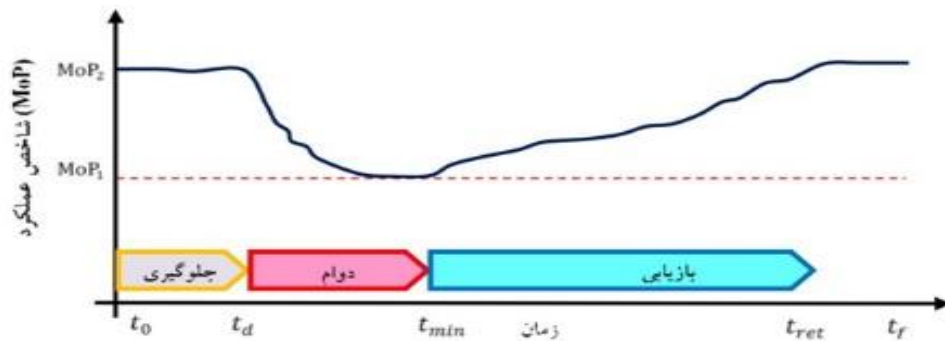
❖ تاب آوری مربوط به حوادث خاکستری و سیاه است.

❖ پیش از حادثه (هوشیاری وضعیتی و پایش، آمادگی و استقامت در برابر حوادث خاکستری)

❖ حین حادثه (قابلیت انطباق، قابلیت دوام و تحمل)

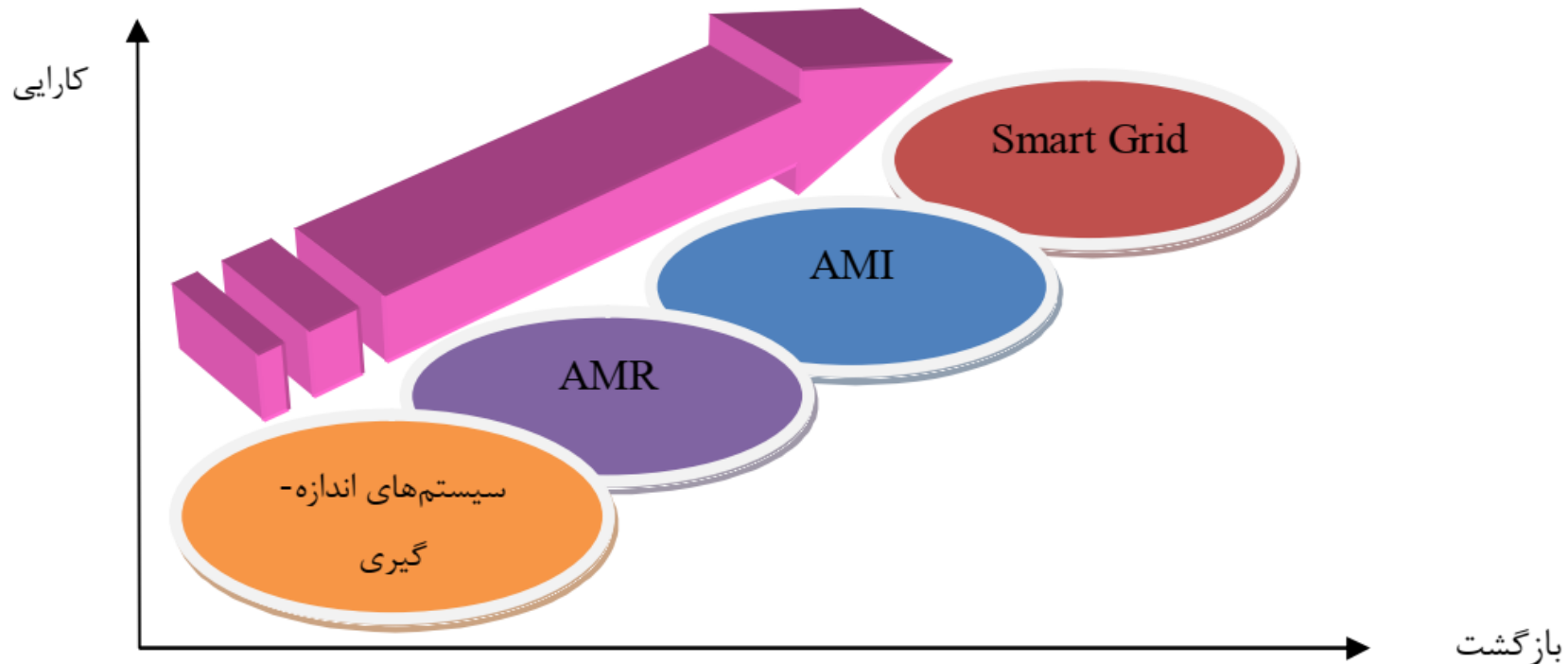
❖ بعد از حادثه (بازیابی و خودترمیمی، تشخیص و مکان‌یابی و رفع خطا و بازیابی خودکار، سرعت عمل

❖ شاخصهای تاب‌آوری مثل بار تامین نشده



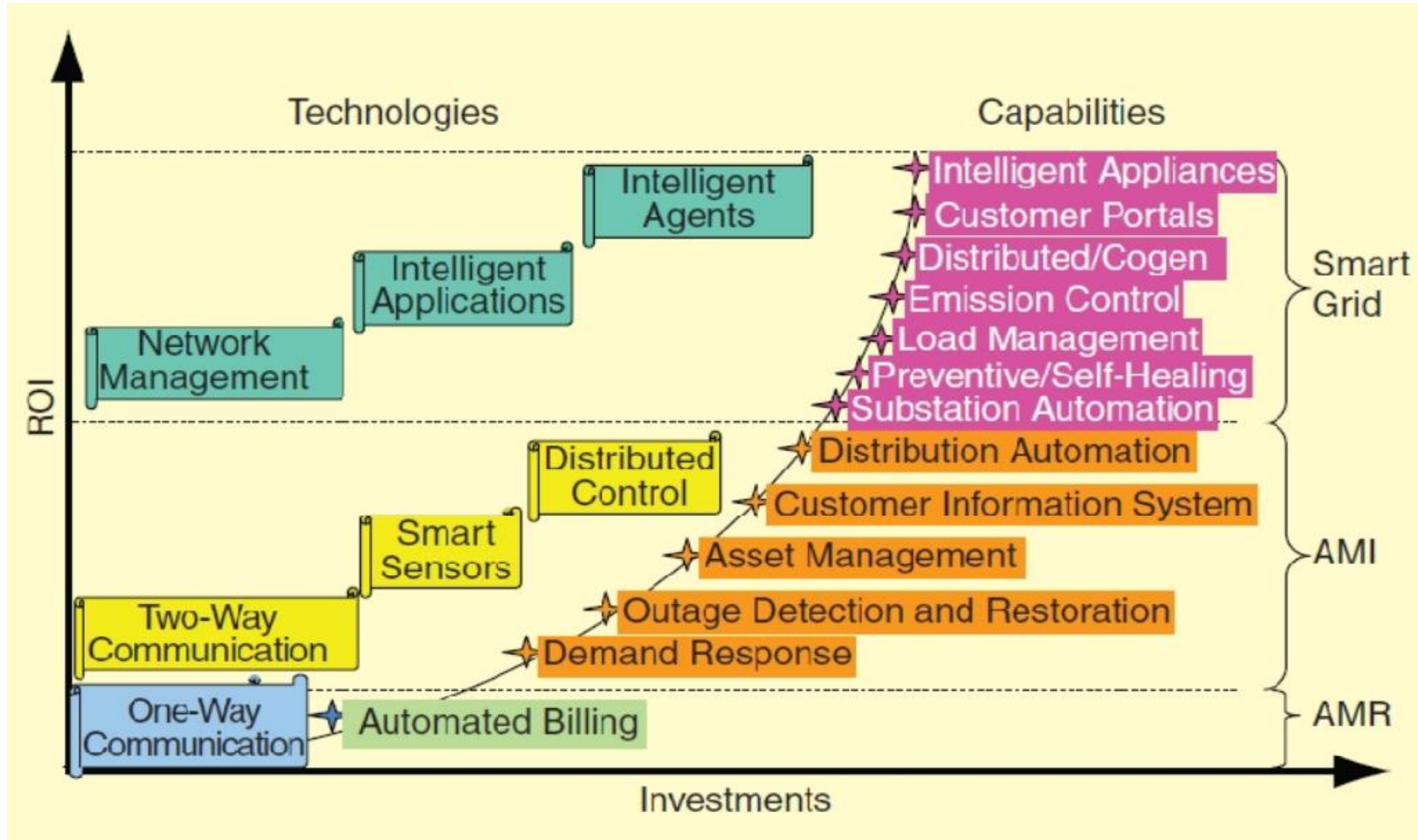
اندازه‌گیری هوشمند و ارتباطات زیرساخت

- ❖ خواندن خودکار اندازه‌گیری (Automated Meter Reading=AMR)
- ❖ فراساختار اندازه‌گیری پیشرفته (Advanced Metering Infrastructure=AMI)



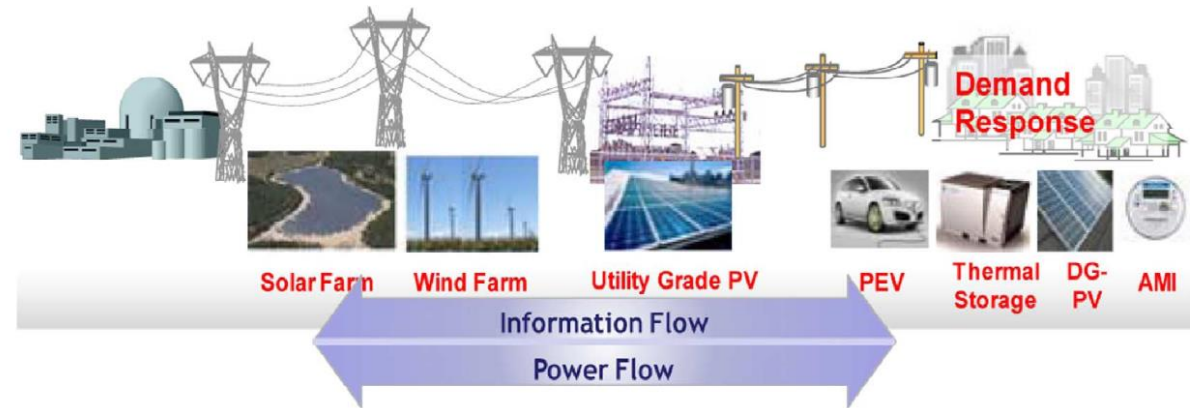
اندازه‌گیری هوشمند و ارتباطات زیرساخت

• فرآیند بازگشت سرمایه



اندازه‌گیری هوشمند و ارتباطات زیرساخت

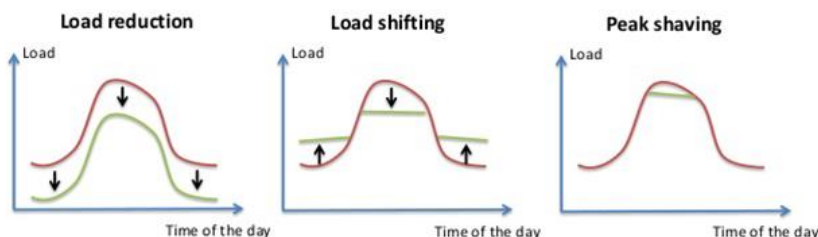
- ❖ اهمیت پاسخگویی بار (Demand Response) در شبکه‌های هوشمند
- ❖ جایگاه پاسخگویی بار در ساختار شبکه هوشمند



اندازه‌گیری هوشمند و ارتباطات زیرساخت

❖ بنابر تعریف ارائه شده از سوی اداره انرژی آمریکا (DOE) در سال ۲۰۰۶:
❖ پاسخگویی بار عبارت است از تغییر در مصرف انرژی الکتریکی توسط مصرف کنندگان از مقدار عادی الگوی مصرفشان در پاسخ به تغییر قیمت برق در ساعاتی که قیمت برق در بازار بالا و یا قابلیت اعتماد سیستم در خطر است.

How to Achieve Energy Efficiency?



❖ انواع برنامه های پاسخگویی بار:
❖ برنامه های پاسخگویی بار بر مبنای قیمت
❖ برنامه های پاسخگویی بار بر مبنای پرداخت های تشویقی

اندازه‌گیری هوشمند و ارتباطات زیرساخت

❖ برنامه‌های پاسخگویی بار بر مبنای قیمت شامل:

❖ زمان استفاده (TOU)

❖ قیمت‌های اوج بحرانی (CPP)

❖ قیمت‌های زمان حقیقی (RTP)

❖ برنامه‌های پاسخگویی بار بر مبنای پرداخت تشویقی شامل:

❖ کنترل مستقیم بار (DLC)

❖ قطع یا کاهش بار (I/C)

❖ مزایده بار (DPB)

❖ پاسخگویی بار اضطراری (EDRP)

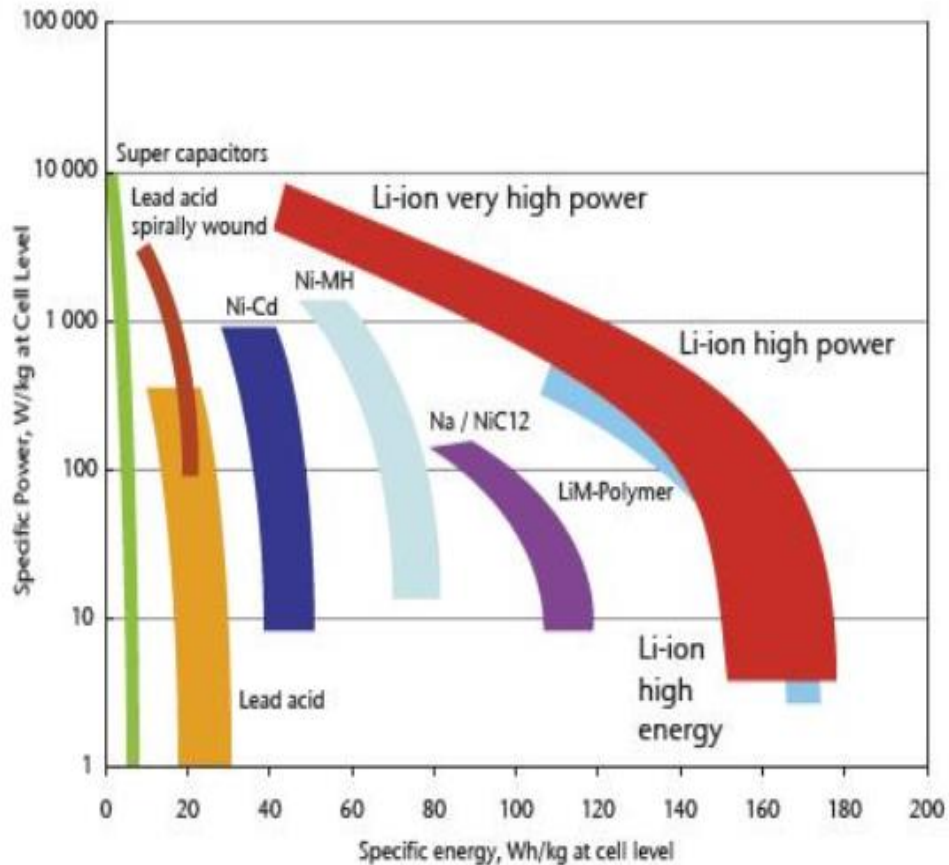
❖ برنامه‌های بازار ظرفیت (CMP)

❖ خدمات جانبی بازار (ASMP)

فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند

- ❖ فناوریهای ذخیره انرژی قابل استفاده در شبکه‌های برق:
- ❖ باتریهای شیمیایی (Battery Energy Storage System=BESS)
- ❖ پیل‌های سوختی (Fuel Cells)
- ❖ سیم‌پیچ‌های مغناطیسی ابررساناها (Super Magnetic Energy Storage System=SMES)
- ❖ ابرخازنها (Super Capacitors)
- ❖ چرخ طیار (Flywheels Energy Storage= FES)
- ❖ سیستم‌های هوای فشرده (Compressed Air Energy Storage=CAES)
- ❖ ذخیره گرمایی انرژی (Thermal Energy Storage=TES)

فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند



- ❖ فناوریهای ذخیره انرژی در شبکه‌های هوشمند
- ❖ ابرخازنها
- ❖ باتری اسید-سرب
- ❖ باتری نیکل-کادمیوم
- ❖ باتری نیکل-هیبرید متال
- ❖ باتری سدیم-نیکل کلراید
- ❖ باتری لیتیوم-پلیمر
- ❖ باتری لیتیوم-یون پرتوان

فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند

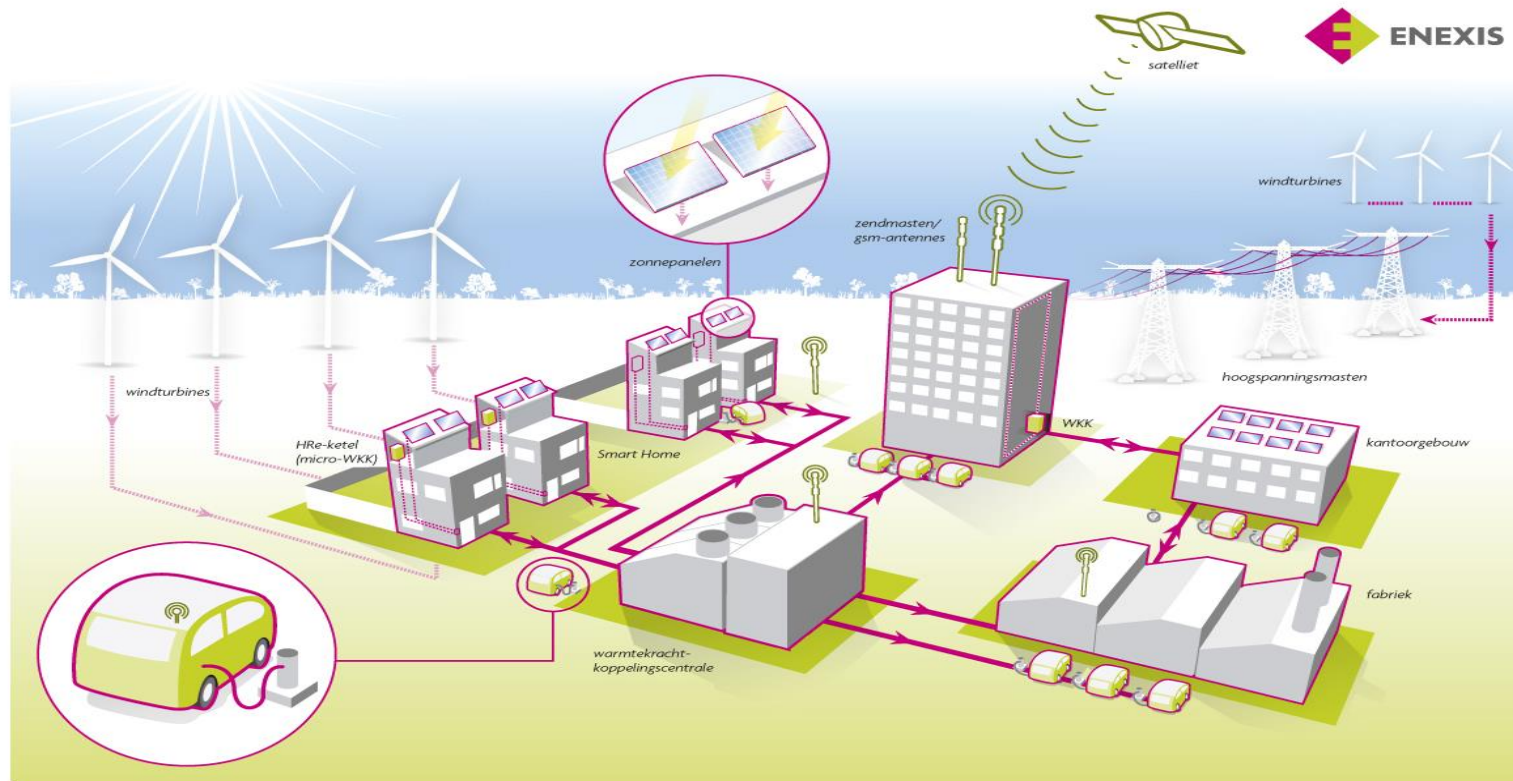
جدول ۱ - ویژگی‌های انواع باتری

	Lithium cobalt oxide (LiCoO ₂)	Nickel, cobalt and aluminum (NCA)	Nickel-manganese-cobalt (NMC)	Lithium polymer (LiMn ₂ O ₄)	Lithium iron phosphate (LiFePO ₄)
Energy Wh/kg or L	Good	Good	Good	Average	Poor
Power	Good	Good	Good	Good	Average (lower V)
Low T	Good	Good	Good	Good	Average
Calendar life	Average	Very Good (if charge at 4.0 V)	Good	Poor	Poor above 30°C
Cycle life	Average	Very good (if charge at 4.0 V)	Good	Average	Average
Safety*	Poor	Poor	Poor	Average	Good
Cost/kWh	Higher	High	High	High	High
Maturity	High	High	High	High	Low

Source: Guibert, Anne de (2009), "Batteries and supercapacitor cells for the fully electric vehicle", Saft Groupe SA.

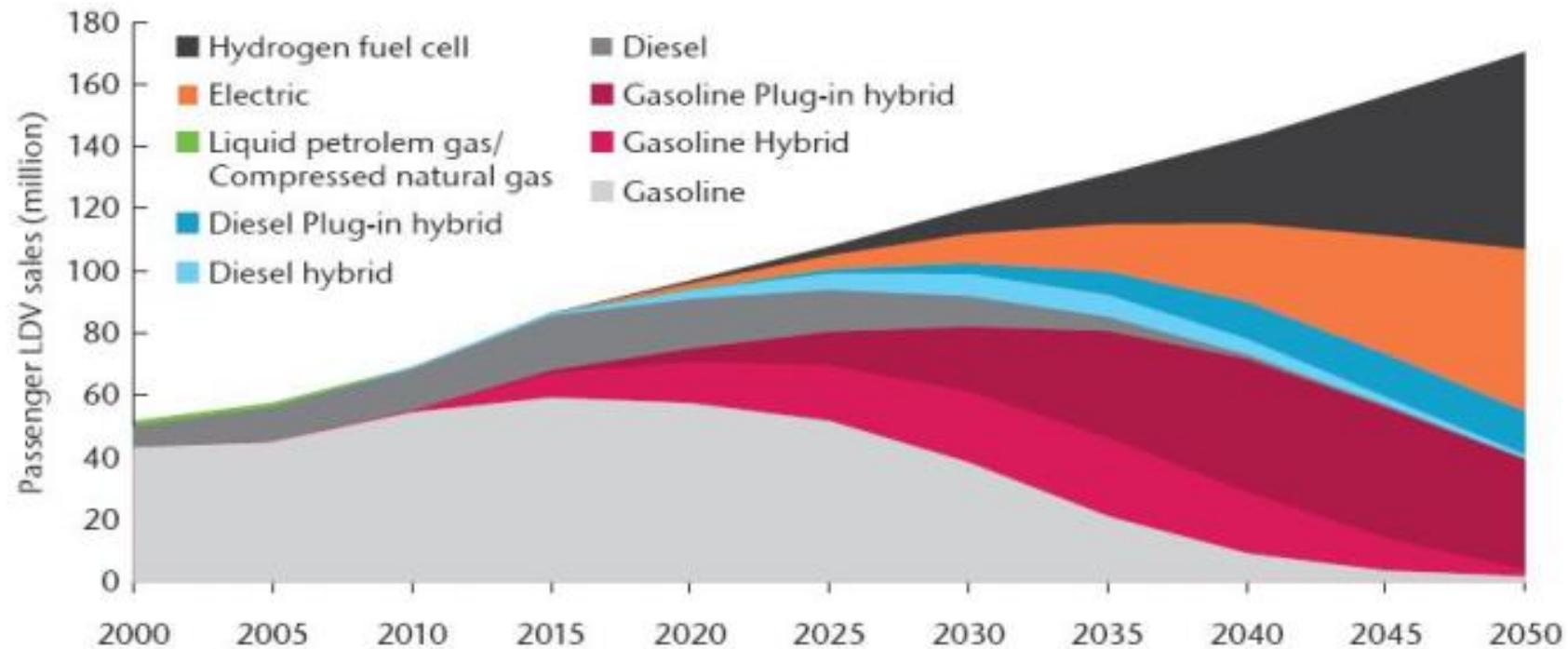
فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند

❖ انواع خودروهای الکتریکی در شبکه‌های هوشمند (PEV و PHEV)
❖ مفهوم V2G و G2V



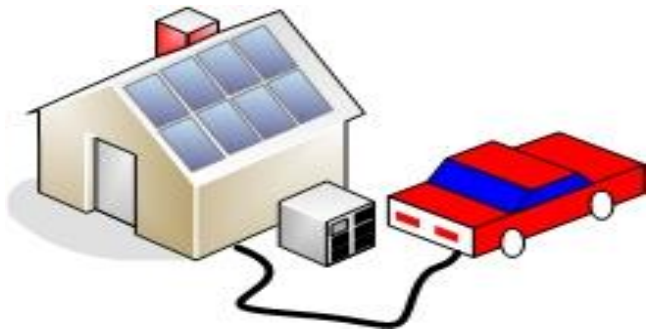
فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند

• انواع خودروهای الکتریکی در شبکه‌های هوشمند (PEV و PHEV)

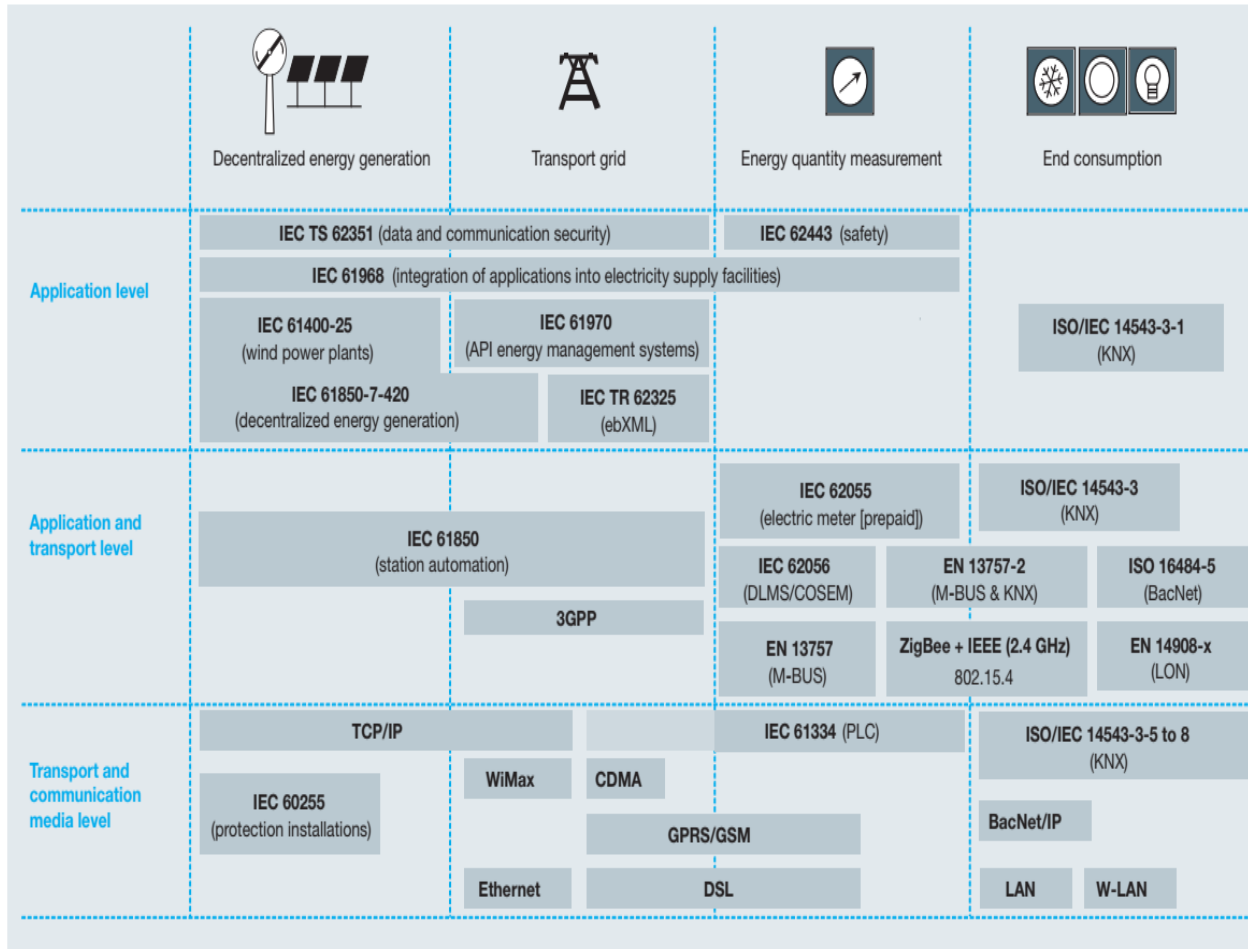


فناوریهای ذخیره انرژی و نقش خودروهای هیبریدی در شبکه‌های هوشمند

- اضافه شدن خودروهای الکتریکی هر یک از بارهای خانگی را حداقل به میزان ۲۰٪ در طول ۸ ساعت یا به همین نسبت در فواصل شارژ کوتاه‌تر افزایش می‌دهد.
- اضافه‌بار در ترانسفورماتورهای شبکه توزیع اجتناب ناپذیر است.
- راه حل ۱: ترکیب با منابع تجدیدپذیر و منابع انرژی پراکنده
- راه حل ۲: پارکینگ‌های متمرکز برای شارژ خودروها و استفاده از آنها در مدیریت توانهای اکتیو و راکتیو در شبکه



استانداردهای شبکه هوشمند



سطح کاربردی ❖
 سطح انتقالی و کاربردی ❖
 سطح رسانه‌های ارتباطی و انتقالی ❖

استانداردهای شبکه هوشمند

- ❖ مسیر طی شده در استانداردسازی
- آلمان E-energy: در ورژن اول این استاندارد استانداردهای اساسی ICT شناسایی شده اند، در ورژن دوم که در حال تدوین است خدمات چندگانه (آب، برق، گاز) در حال بررسی است بعلاوه استانداردهای ارتباطات بازار، HVDC و FACTS شناسایی خواهند شد.
- NIST IOP آمریکا: ورژن اول آن خلاصه ۸۰ استاندارد مرجع شبکه هوشمند (ارتباط مستقیم یا فرای آن) را شامل می شود. ۱۵ حوزه کلیدی که نیاز به مطالعات استانداردسازی بیشتر دارند نیز شناسایی شده اند. در این استاندارد ۱۶ استاندارد اساسی پیشنهاد شده اند.
- IEC SMB SG 3: تمرکز اصلی آن بر مانیتورینگ و کنترل اجزای شبکه است. سایر نیازمندیها غالباً براساس استاندارد SIA شناسایی می شوند. در استاندارد SG 3، ۱۰۰ استاندارد شناسایی شده که ۵ استاندارد اساسی و با اولویت بالا شناخته شده اند. در این مطالعه ۱۲ حوزه کاری و ۶ موضوع در مطالعات شبکه هوشمند معرفی شده اند.
- BMWi E-Energy آلمان: این برنامه ۶ برنامه منطقه ای را شامل می شود. ۱۱ استاندارد برای ۸ حوزه به عنوان استاندارد اساسی پیشنهاد شده اند.
- اینترنت انرژی آلمان BDI: در این مطالعات استانداردهای متعدد به ۴ حوزه (مولدهای غیرمتمرکز، شبکه حمل و نقل، اندازه گیری انرژی و مصرف کننده نهایی) مربوط شده اند.

استانداردهای شبکه هوشمند

❖ مسیر طی شده در استانداردسازی

- مایکروسافت SERA: یک مرجع یکپارچه سازی براساس NIST و محصولات مایکروسافت است. برای تدوین آن با شرکای مهم بخش انرژی (اکسنچر، آلتوم، ا.ب.ب، ا.س.ری، ایترون و ازیسافت) مشورت شده است.
- CIGRE D2.24: این معماری یک استاندارد نیمه رسمی است که در آن سیستمهای لحظه ای بایستی با شبکه انتقال و سیستمهای بازار مرتبط شوند به طوری که عملیات متقابل و استفاده مجدد الزامات غیر عملکردی تلقی شده اند. ۱۰ قاعده طراحی برای توسعه معرفی شده است. این استاندارد همراه با استاندارد IEC TC 57 مورد استفاده قرار می گیرد.
- اتحادیه اروپا الزام CEN/CENELEC M/441: الزام این اتحادیه استانداردهای موجود را در ۶ طبقه دسته بندی کرده است. الزام M/441 استاندارد قابلیت‌های کنتورهای هوشمند و ارتباطات را شامل می شود. این الزام به موسسه استاندارد ارتباطات اروپا (ETSI) نیز ارائه شده است.
- سایر مطالعات و چارچوبها: IEEE P2030 نیز استاندارد را به صورت ویرایش اولیه منتشر کرده است. کشورهای مختلف نیز استانداردهایی را منتشر کرده اند (اسپانیا، اتریش، بریتانیا، ژاپن، فرانسه، آلمان). همچنین ITU یک گروه مطالعاتی خاص برای استاندارد ارتباطات تشکیل داده است.

استانداردهای شبکه هوشمند

❖ استانداردهای پیشنهادی توسط OFFIS آلمان

موسسه OFFIS استانداردهای زیر را به عنوان استاندارد اساسی ارتباطات توصیه نموده است:

- IEC 61970/61968: common Information Model (CIM)
- IEC 61850: substation automation system (SAS) and DER
- IEC 62351: Security for the smart grid
- IEC 62357: TC 57 seamless Integration Architecture
- IEC 60870: communication and monitoring for wind power plants
- IEC 61334: DLMS
- IEC 62056: COSEM
- IEC 62325: Market Communication using CIM

استانداردهای شبکه هوشمند

❖ استانداردهای بخشهای مختلف شبکه هوشمند

نام استاندارد	توضیحات	تولید انرژی	انتقال	ذخیره کننده	توزیع	کنترل	مصرف
AMI-SEC System Security Requirements	سیستم AMI و امنیت انتها به انتها در SG						
ANSI C12.19/MC1219	مدل اطلاعات در کنتورهای هوشمند						
BACnet ANSI ASH-RAE 135-2008/ISO 16484-5	اتوماسیون ساختمان						
Digital meter / Home gateway	استاندارد اجباری M441 از CEN/CENELEC						
IEC 60870	پروتوکل های مخابراتی						
IEC 60870-5	EMS, DMS, DA, SA						
IEC 61334	پروتوکل DLMS برای پیام های خطوط توزیع						
IEC 61850	حفاظت و اتوماسیون پست ها، تولید پراکنده، پارک بادی، E-mobility						
IEC 61850-7-420	ارتباطات انرژی توزیع شده، DMS, EMS, DER, SA, DA						
IEC 61851	ارتباطات خودروهای برقی، خانه هوشمند و E-mobility						

استانداردهای شبکه هوشمند

❖ استانداردهای بخشهای مختلف شبکه هوشمند

IEC TC 57 SIA 62357 حاوری معماری استانداردهای شبکه هوشمند برق است. (IEC, 2015)

SIA شامل مدلهای مدل داده ها و آبجکت ها، خدمات و پروتوکولها است. مدل داده های پایه شبکه هوشمند آینده

(IEC 61970/61968) CIM است. پرتکل ارتباطات اصلی IEC 60870 و IEC 61850-7-4xx هستند. SIA

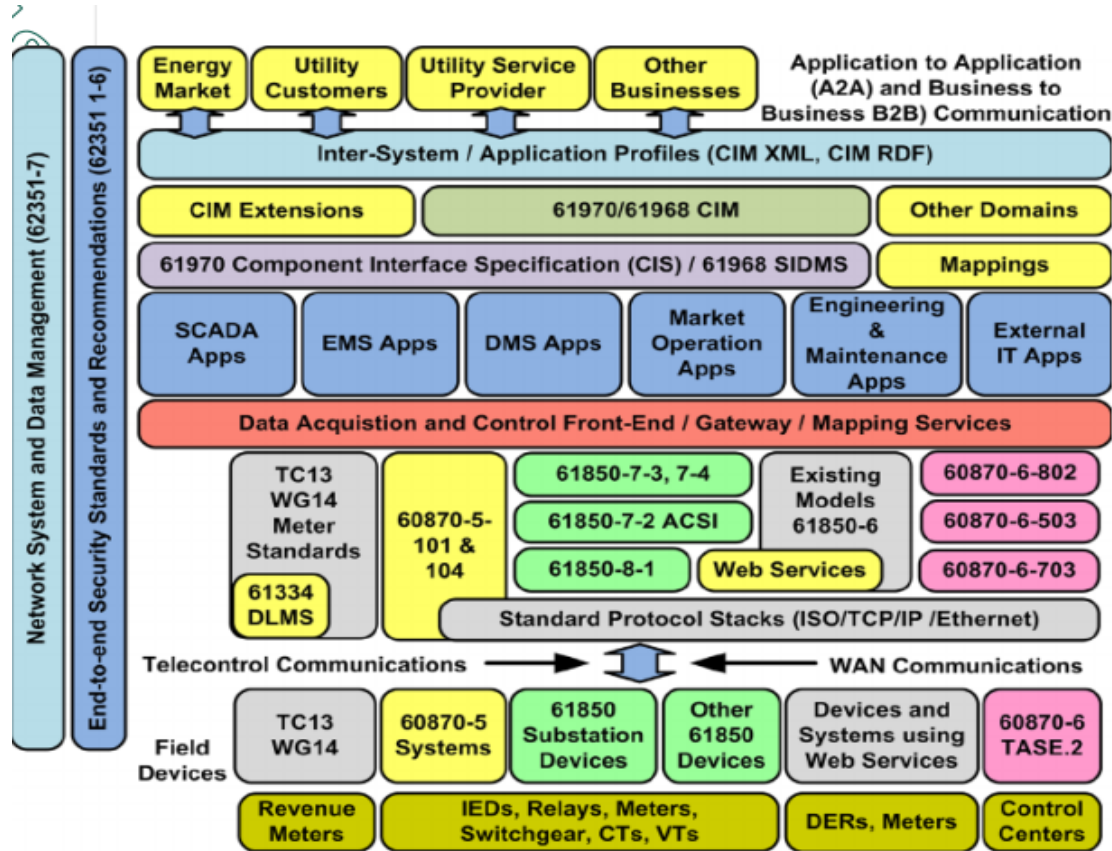
چندان استاندارد کنتورهای هوشمند را سخت نگرفته است تا فضایی برای خلاقیت و ویژگیهای خاص سازندگان کنتورها (وندورها) بگذارد.

استاندارد IEC TC 57 SIA مجموعه ای بسیار خوب به عنوان استاندارد پایه برای توسعه استانداردهای شبکه

هوشمند برق است. البته یک گروه مطالعاتی برای یکپارچه سازی استانداردهای SIA با یکدیگر نیاز است.

استانداردهای شبکه هوشمند

❖ استانداردهای بخشهای مختلف شبکه هوشمند



معماری مرجع TC 57 برای استانداردهای شبکه هوشمند برق