

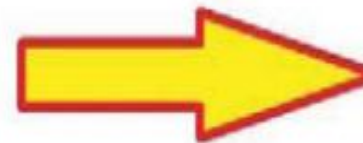
فصل دو

معماری شبکه هوشمند

Smart Grid Architecture

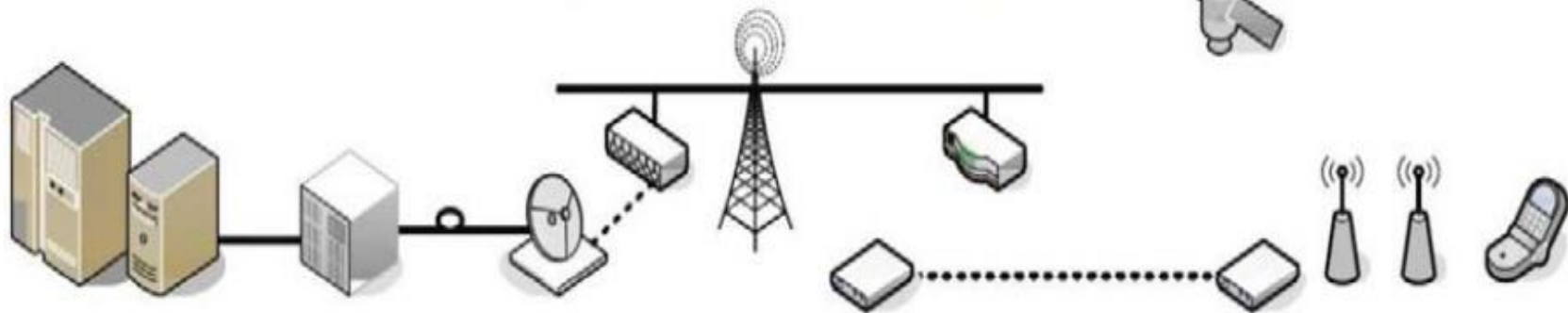


زیرساخت شبکه الکتریکی



شبکه هوشمند

زیرساخت شبکه مخابراتی و اطلاعاتی



Power quality

Load control & balancing/shifting

Automatic meter reading

**Flexible pricing/
incentives**

Load Management

Remote connect/disconnect

Intelligent home

Ripple Control

Process optimization

Theft detection

Demand response

Efficient maintenance

Energy Storage

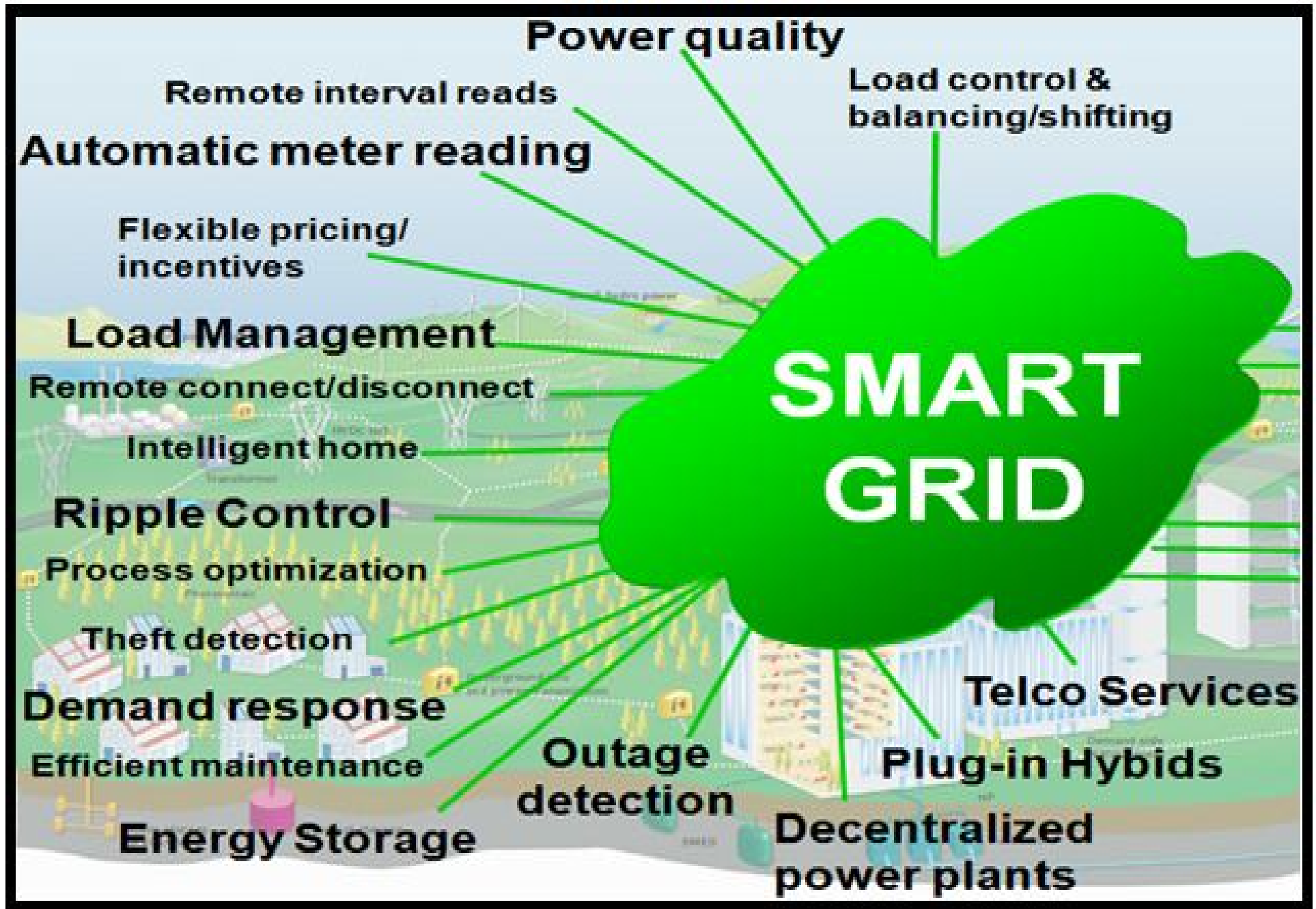
**Outage
detection**

**Decentralized
power plants**

Telco Services

Plug-in Hybrids

**SMART
GRID**



امنیت سیستم قدرت :

- یکی از مهمترین شاخص های شبکه قدرت، شاخص امنیت آن می باشد. امنیت يك سیستم قدرت به معنی تحویل برق به صورت مداوم و با کیفیت استاندارد به مشترکین چه در شرایط عادی و چه در شرایط اضطراری شبکه می باشد. لذا یکی از اولویت ها و اهداف هر بهره بردار شبکه قدرت حفظ امنیت شبکه و ارتقای سطح فعلی آن می باشد. برای مثال پروژه هایی نظیر ساخت نیروگاه های بزرگ، توسعه شبکه انتقال، اتوماسیون شبکه انتقال، استفاده از سیستم های هوشمند اندازه گیری و... موجب ارتقای سطح امنیت شبکه برق خواهند شد.
- روند استاندارد الویت بندی و انتخاب پروژه ها با هدف ارتقای امنیت شبکه به شرح زیر می باشد:

- 1- تعیین انگیزه اصلی از انجام پروژه ها:
- ارتقای امنیت شبکه

- 2- تعریف پروژه هایی که باعث تحقق انگیزه اصلی خواهند شد:
- ساخت نیروگاه های بزرگ
- توسعه شبکه انتقال
- اتوماسیون شبکه انتقال و توزیع
- نصب سیستم های پیشرفته حفاظتی
- (AMI) پیاده سازی زیرساخت اندازه گیری پیشرفته 1
- و...

- 3- انجام تحلیل اقتصادی یا ارزیابی هزینه به سود بر روی هر یک از پروژه ها:
- هزینه های اولیه و بهره برداری نظیر هزینه های سرمایه گذاری هر پروژه محاسبه می شوند.
- مزایای حاصل از اجرای هر پروژه مورد بررسی قرار گرفته و سود تقریبی حاصل از آن محاسبه می شود.
- زمان بازگشت سرمایه، میزان کاهش هزینه ها و سودآوری هر پروژه محاسبه می گردد
- پروژه ها بر اساس سودآوری و زمان بازگشت سرمایه الویت بندی می شوند.

- در حال حاضر الویت انجام پروژه پیاده سازی زیرساخت اندازه گیری پیشرفته (AMI) بالاتر از سایر پروژه ها است.

اولين قدم در دست يابي به يك شبکه هوشمند، پياده سازي يك سيستم اندازه گيري هوشمند مي باشد.



- سیستم قدرتی را هوشمند می نامند که دارای ویژگی های زیر باشد:

- 1- دارای سیستم اندازه گیری هوشمند باشد.

- 2- سهم قابل توجهی از تولید برق شبکه هوشمند از منابع تجدیدپذیر مانند نیروگاه های بادی و خورشیدی می باشد.

- 3- منابع تولید پراکنده به تعداد زیاد در سطح شبکه توزیع نصب و مورد بهره برداری قرار گیرند.

- 4- سهم انتشار گازهای آلاینده از نیروگاه های صنعت برق به کمترین میزان خود خواهد رسید.

- 5- خودروهای الکتریکی زیادی جایگزین خودروهای فعلی خواهند شد.

- 6- شبکه دارای قابلیت خودترمیمی می باشد، بدین معنا که در صورت بروز يك حادثه یا پیشامد در بخشی از شبکه، فرایندهایی بطور خودکار صورت خواهند گرفت تا بروز عیب کمترین تاثیر را بر روی مشتریان داشته باشد.

- و

- همانطور که دیده می شود، شبکه هوشمند دارای ویژگی های زیادی می باشد که یکی از آنها مجهز بودن به يك سیستم اندازه گیری و پایش هوشمند می باشد. به بیان دیگر لازمه هوشمند بودن يك شبکه قدرت، مجهز بودن آن به فراسامانه هوشمند اندازه گیری می باشد .

شبکه هوشمند



ارتباط سیستم اندازه گیری هوشمند با شبکه هوشمند

استاندارد IEC 62559 :

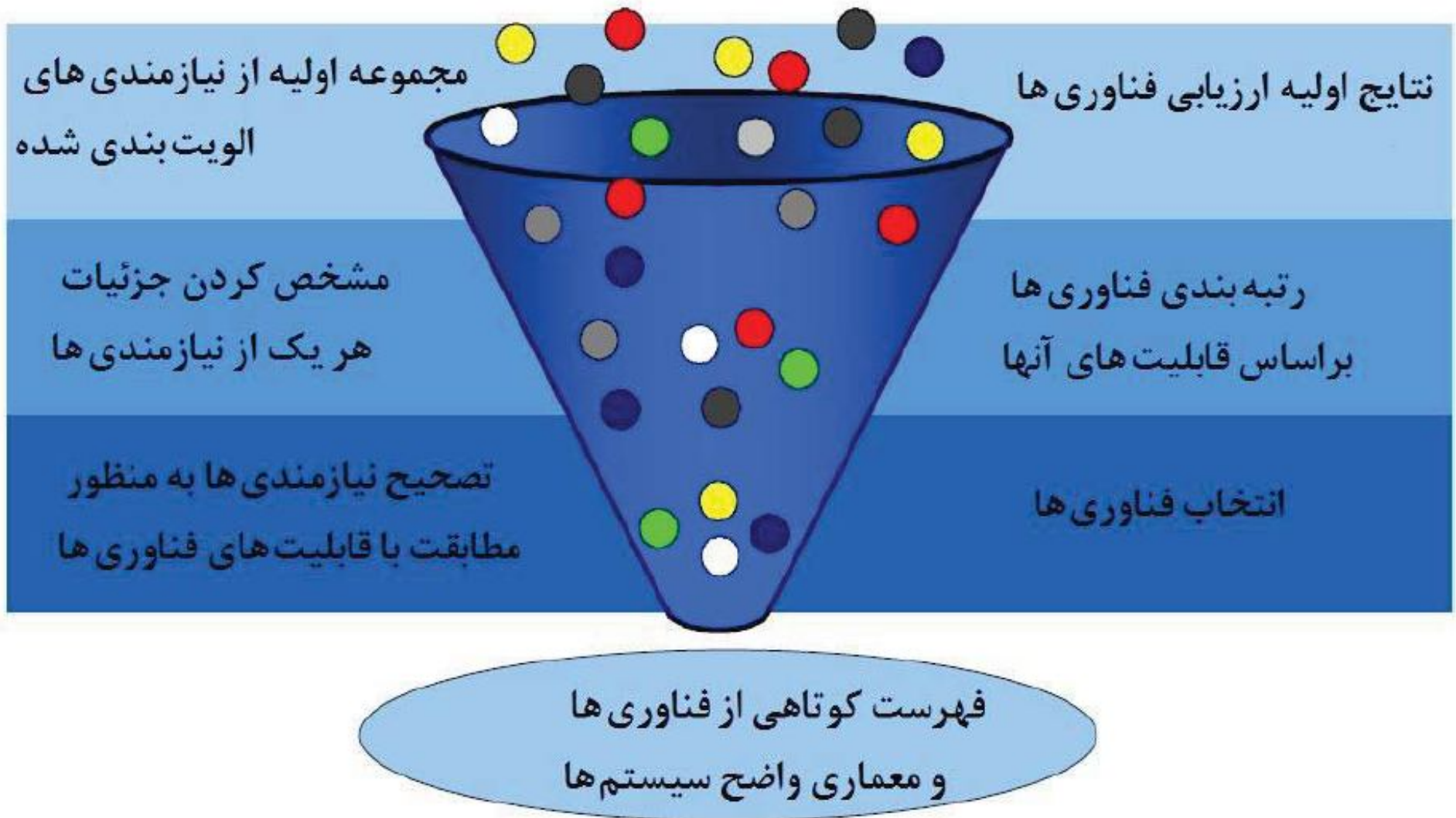
- تدوین سند الزامات عمومی، اقتصادی، عملکردی، فنی و مخابراتی فراسامانه هوشمند اندازه گیری و مدیریت انرژی بر اساس استاندارد IEC 62559 انجام می شود.
- استاندارد IEC 62559 در ابتدا به صورت یک سند اولیه برای پروژه IntelliGrid در آمریکا توسط موسسه EPRI تدوین و منتشر شد. سپس در سال 2008 این سند توسط IEC مورد بررسی قرار گرفته و به عنوان مشخصه های عمومی سند 62559 رایج شد.
- سند 62559 یک استاندارد نیست، بلکه یک روش پیشنهادی برای تعریف نیازمندی های عملکردی می باشد که در آن سعی بر آن است تا سیستم های کامپیوتری و مخابراتی جدیدی را به شبکه قدرت اضافه نمود.

روند اجرایی سند 62559 در پروژه IntelliGrid :



روند انتخاب فناوری ها:

سناریوهای کاربری، نیازمندی ها، ارزیابی فناوری و تحلیل هزینه/سود



تدوین قوانین و سیاست ها:

- تغییر نگرش در قوانین و سیاست ها به دو دسته کلی تقسیم می شوند:

- 1. قوانینی که باید متناسب با شرایط سیستم های هوشمند تغییر داده شوند.
- 2. قوانینی که باید حذف شوند.
- 3. قوانین و سیاست های جدیدی که در راستای بهره برداری بهینه از سیستم های هوشمند اندازه گیری باید ایجاد و تصویب شوند.
- برای روشن شدن این مطلب مثالی را مورد بررسی قرار می دهیم:

- یکی از انگیزه های اصلی در پیاده سازی شبکه هوشمند اجرای برنامه های مدیریت مصرف و پاسخگویی بار می باشد. در همین راستا باید قوانین فعلی اجرای مدیریت بار در کشور مورد بررسی مجدد قرار گرفته و نقاط ضعف و قوت آن مشخص گردد.

- برای مثال، برای تدوین قوانین و سیاست ها کافی است به سوالات زیر پاسخ داده شود:

- چه مصرف کنندگانی می توانند در برنامه های مدیریت بار شرکت کنند؟
- نحوه و میزان پرداخت های تشویقی به مصرف کنندگانی که در برنامه های پاسخگویی بار شرکت کرده اند به چه صورت خواهد بود؟
- جریمه مصرف کنندگانی که به تعهدات خود عمل نمی کنند به چه شکل خواهد بود؟
- چه نهادهایی مسئول اجرای برنامه های مدیریت مصرف و پاسخگویی بار خواهند بود؟
- و

- همچنین در مرحله تدوین سناریوهای کاربری (برای انگیزه ی اصلی مدیریت بار) نیز نیاز به وجود برخی قوانین خواهد بود:

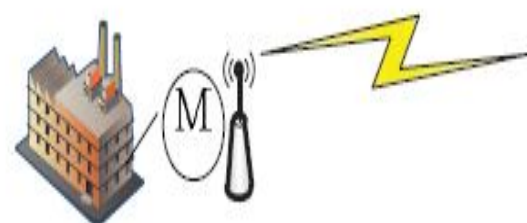
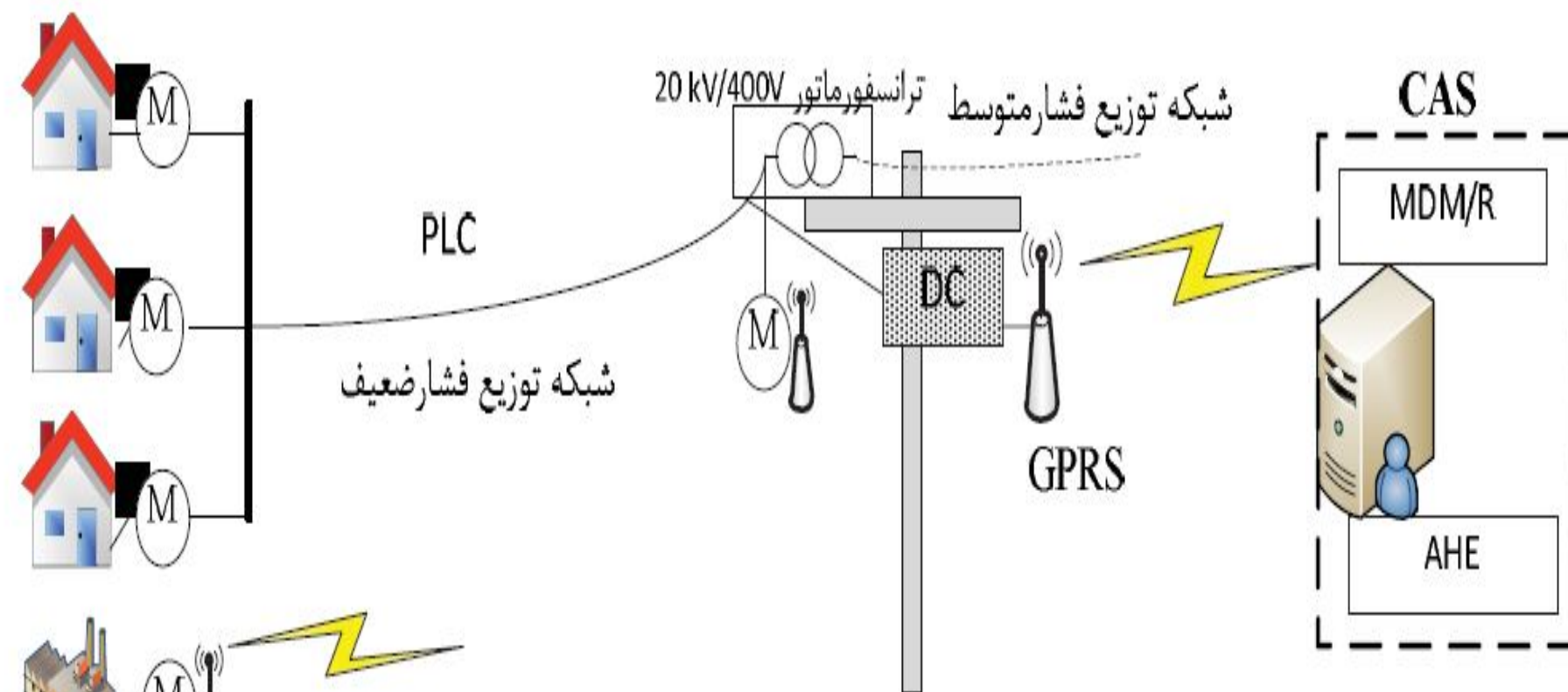
- چه نهاد هایی حق دسترسی به داده های مصرف مشترکین را دارند؟
- اجازه قطع انفرادی و یا گروهی مشترکین را چه نهادی صادر می کند؟
- آیا همه مشترکین به صورت اجباری موظف به شرکت در برنامه های مدیریت مصرف می باشند؟
- و

انگیزه های اصلی و محرک های اجرا شدن شبکه هوشمند:

- • فراهم شدن بستر اصلاح الگوی مصرف
- • بسترسازی مناسب برای حذف یارانه ها در شبکه برق سنتی
- • امکان اعمال مدیریت بار توسط بهره بردار شبکه در شرایط عادی و اضطراری
- • کاهش دخالت و خطای نیروی انسانی در قرائت و صدور قبض و بهبود وصول مطالبات
- • کاهش تلفات غیر فنی و مشخص سازی و پایش تلفات فنی شبکه توزیع
- • افزایش کیفیت خدمات و کاهش زمان قطعی و نظارت بر کیفیت برق
- • ایجاد بستر برای گسترش استفاده از تولیدات پراکنده و انرژی های پاک
- • امکان پیش فروش برق و راه اندازی بازار خردهفروشی برق
- • بهینه کردن هزینه های بهره برداری و نگهداری
- • فراهم آوردن بستر مناسب جهت قرائت مکانیزه کنتورهای آب و گاز
- • و

بیان یک مثال برای معماری شبکه هوشمند:

- اجزای مورد استفاده در معماری این سیستم اندازه گیری هوشمند به شرح زیر می باشد:
- کنترل هوشمند که با علامت اختصاری M مشخص شده و جهت اندازه گیری و ثبت مصرف انرژی الکتریکی بکار می رود.
- متمرکز کننده داده که با علامت اختصاری DC مشخص شده است و به منظور جمع آوری و یکپارچه کردن مقادیر قرائت شده گروهی از کنترلرها بکار می رود.
- سیستم مرکزی که با علامت اختصاری CAS مشخص شده و به عنوان محلی برای جمع آوری داده های اندازه گیری شده از کنترلرها شناخته می شود.
- رابط های مخابراتی که در اینجا دو رابط PLC و GPRS بطور نمونه نمایش داده شده است. این دو رابط وظیفه انتقال داده ها را بین دو تجهیز مختلف بر عهده دارند.

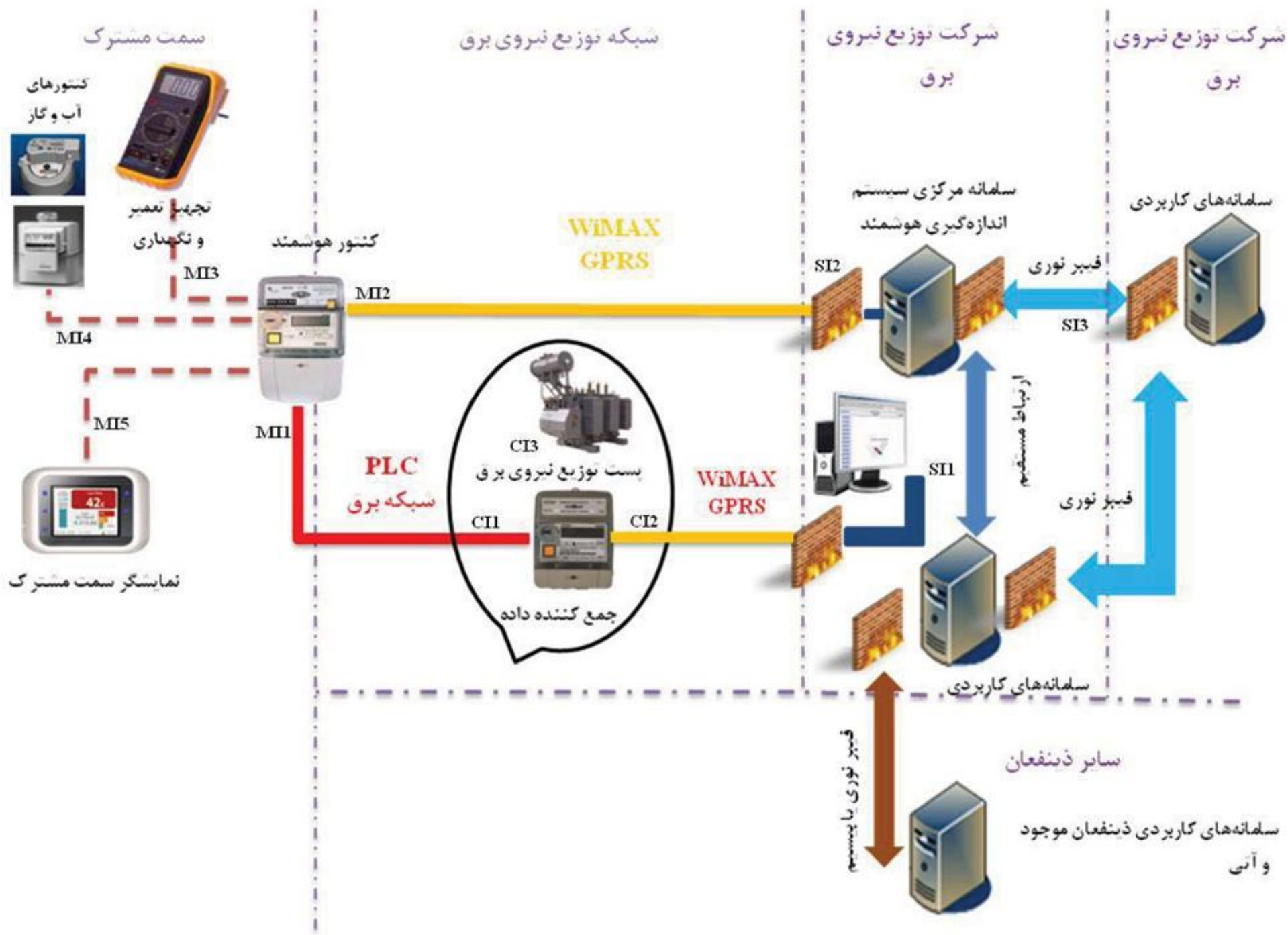


مشترکین دیماندی



نحوه عملکرد:

- هدف اصلی از پیاده سازی زیرساخت هوشمند اندازه گیری، انتقال داده های قرائت شده مشترکین به سیستم مرکزی در بازه های زمانی دلخواه می باشد. به بیان ساده، کنتورهای هوشمند میزان مصرف برق مشترکین را اندازه گیری نموده و در خود ذخیره می نمایند. سپس داده ها به متمرکزکننده داده ارسال می شود. بنا به درخواست سیستم مرکزی، داده های ذخیره شده در متمرکزکننده داده برای سیستم مرکزی ارسال می شود. البته کنتور هوشمند برخی از مشترکین به طور مستقیم با سیستم مرکزی در ارتباط بوده و داده های قرائت شده خود را از طریق شبکه رابط مخابراتی برای سیستم مرکزی می فرستد. علاوه بر کنتورهای نصب شده برای هر مشترک، کنتورهای هوشمند دیگری نیز در شبکه توزیع وجود دارد که در زیر هر ترانسفورماتور توزیع (20kV/400V) نصب می شود. این کنتورها پارامترهای خروجی هر ترانسفورماتور را اندازه گیری نموده و داده های قرائت شده خود را بطور مجزا برای سیستم مرکزی ارسال می نمایند.



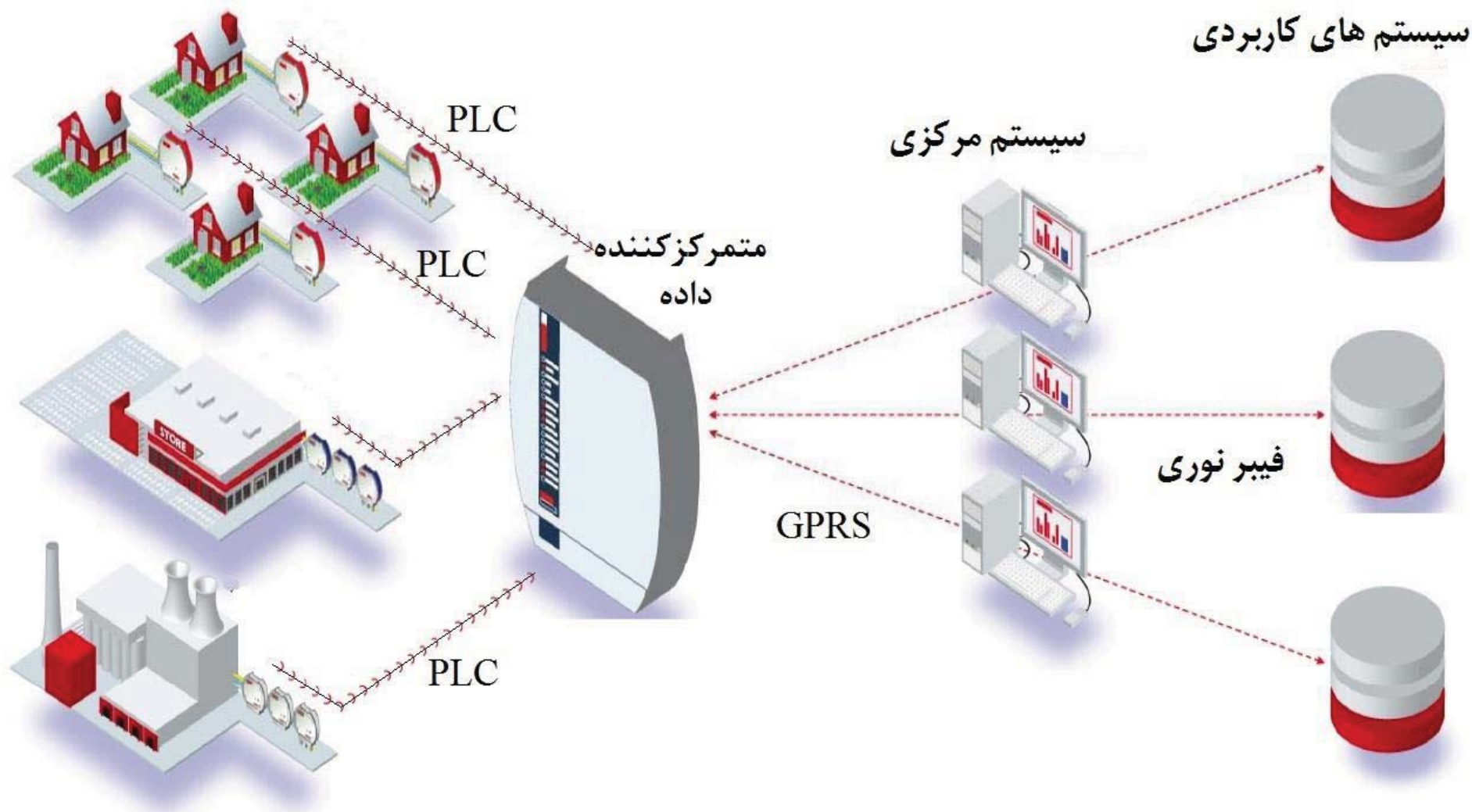
نمونه اي از يك كنتور هوشمند



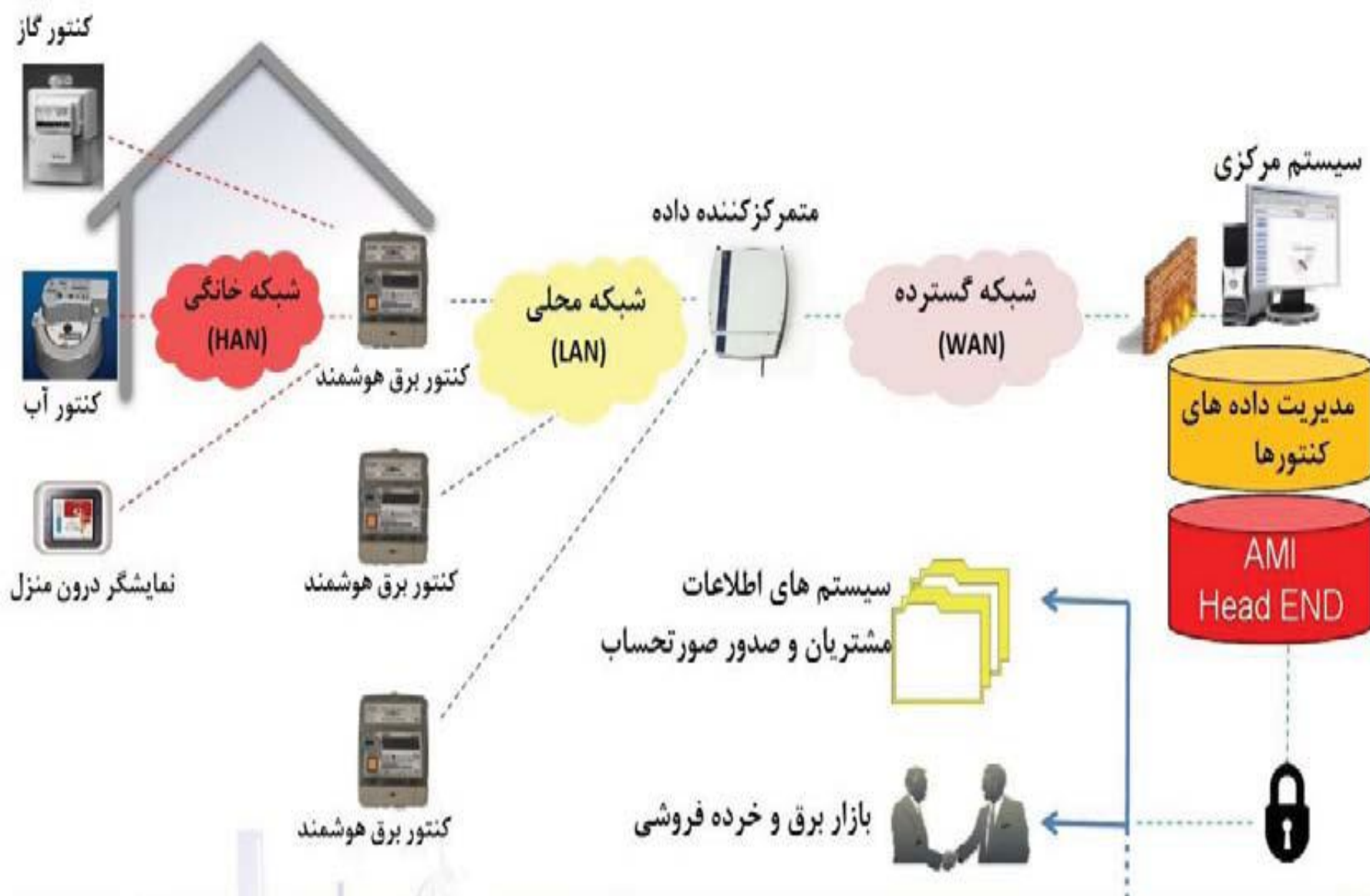
نمونه اي از يك نمايشگر هوشمند داخل منزل



ارتباط متمرکزکننده داده با سایر اجزا



ارتباط کنتورها و سیستم مرکزی



سیستم های کاربردی :

- شامل سیستمهای فنی و تجاری می باشد که می توانند از داده های به دست آمده از سیستم اندازه گیری هوشمند در راستای بهره برداری، کنترل و مدیریت شبکه استفاده نمایند. این سیستم ها شامل سامانه ثبت کنتورها، سامانه تنظیم تعرفه، سامانه صدور صورتحساب، سامانه مدیریت انرژی، سامانه مدیریت خاموشی و ... می باشند که فرآیندهای موردنیاز بهره برداران شبکه را انجام میدهند. در حقیقت سیستم های کاربردی را می توان به عنوان مغز سیستم هوشمند اندازه گیری نام برد.

- ویژگی های سیستم های کاربردی:

- پیام هایی به منظور آگاهی دادن به مشترکان توسط شرکت های توزیع به تجهیز سمت مشترك ارسال می گردد. سیستم کاربردی باید بتواند ارتباط لازم را با نمایشگر درون منزل (IHD) از طریق کنتور برقرار نماید و پیام ها و هشدارهای لازم را روی نمایشگر طرف مشترك ارسال نماید که این پیام ها و هشدارها می تواند شامل موارد زیر می باشد :

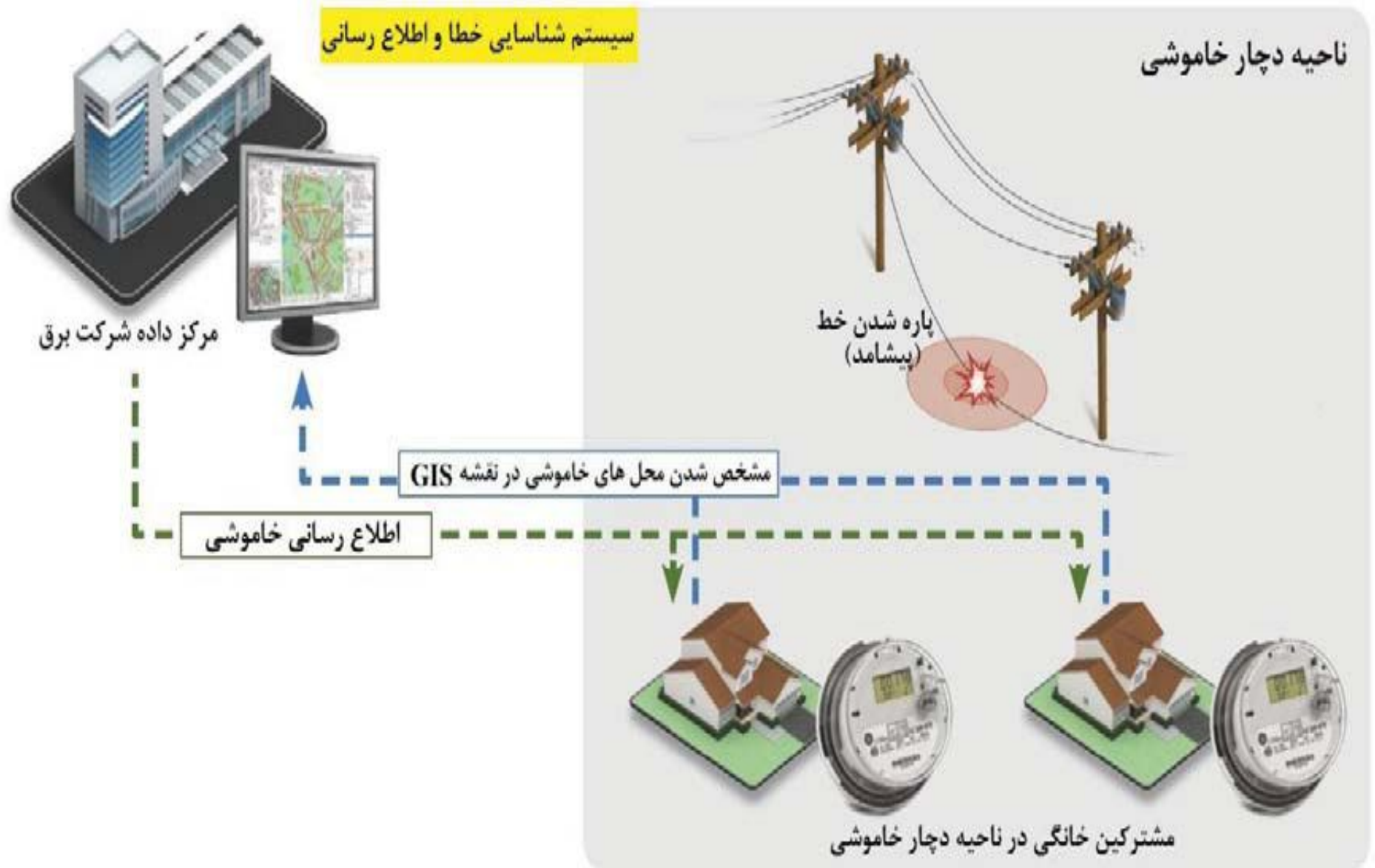
- • اعلام زمان اوج بار
- • اعلام خاموشی های با برنامه
- • پیام های تبلیغی
- • مقدار مصرف مجاز
- • اعلام شرایط اضطراری و تغییر مقدار مصرف مجاز
- • صورتحساب
- • تعرفه جاری

- سیستم کاربردی باید بتواند انرژی و توان مصرفی مشترکین را کنترل و مدیریت نماید.
- سیستم کاربردی باید بتواند به سیستم نگهداری تجهیزات اطلاعات لازم را بدهد.
- سیستم کاربردی باید بتواند به سیستم GIS شرکت های توزیع اطلاعات لازم را بدهد.
- مدیریت تمامی فعالیت های مرتبط با مبادلات مالی سیستم های توزیع با سطوح پایین دست (مصرف کنندگان) بر عهده ی سیستم های مربوط به خدمات مشترکین است. این سیستم ها برای سناریوی های کاربردی که مرتبط با دریافت و اعطای مبالغ به مصرف کنندگان یا سطوح بالاتر است، درگیر می باشند. برخی از درخواست های این سیستم ها به شرح زیر می باشند:

- • درخواست جمع آوری اطلاعات و صدور صورتحساب
- • تحلیل الگوی مصرف
- • درخواست اطلاع رسانی به مصرف کنندگان
- • بازپرداخت به مصرف کنندگان در ازای رخدادهای قطعی های برق
- • مدیریت دستکاری ها و سوء استفاده مصرف کنندگان از کنتورها
- • درخواست صدور فرمان های قطع و وصل کنتورها

• مدیریت خاموشی و مدیریت حوادث:

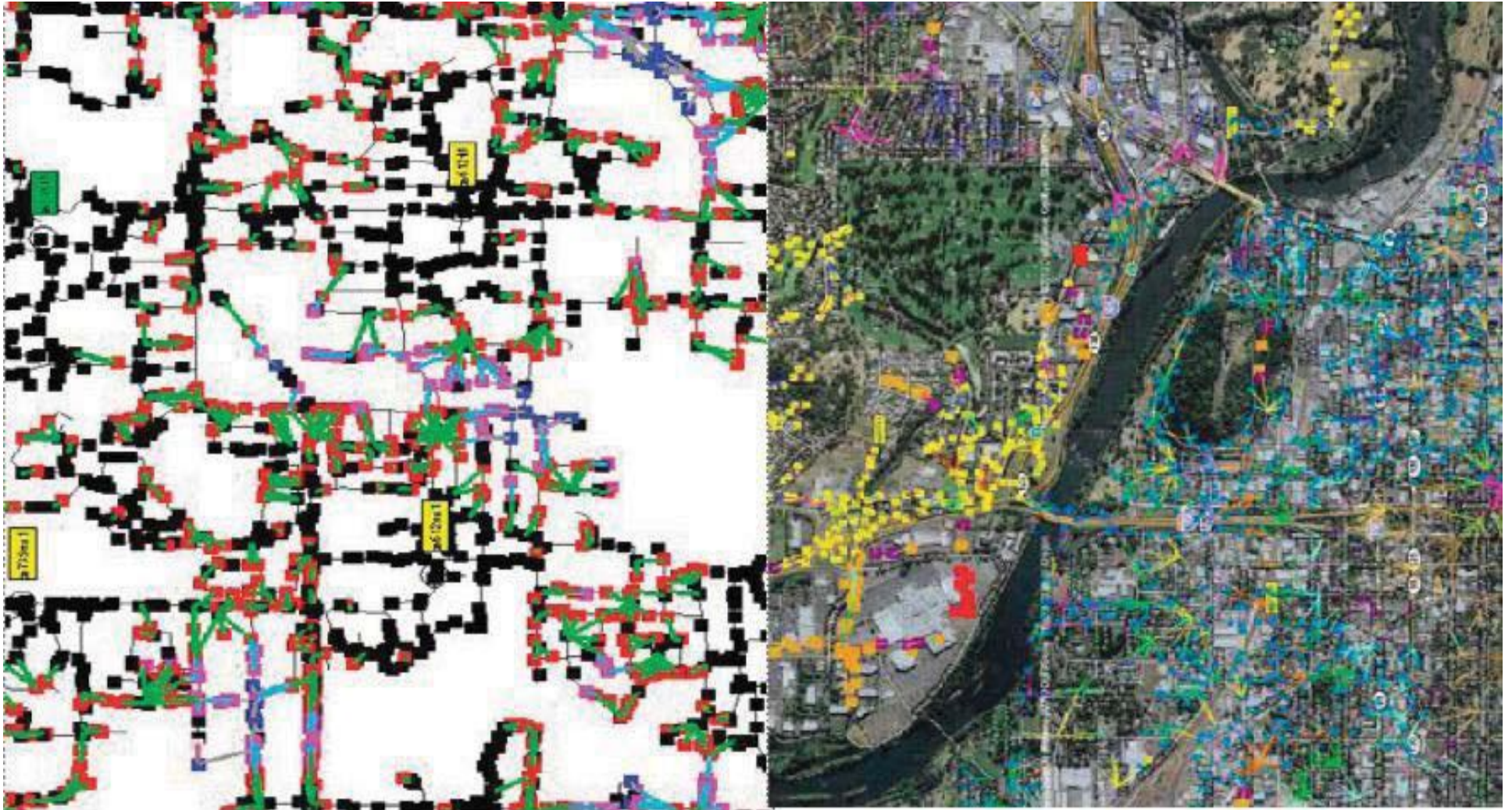
- به طور کلی مدیریت عملیات مربوط به شناسایی و رفع خاموشی بر عهده ی این سامانه کاربردی است. از جمله وظایف این سامانه می توان به شناسایی مکان و گستره ی خاموشی ، تخمین زمان و پرسنل مورد نیاز برای رفع خاموشی، فراهم کردن اطلاعات قطعی های برق و ... اشاره کرد. همچنین رخدادهای امکان پذیر در سامانه، که ممکن است الزاماً به خاموشی مشترکان نینجامند، تحت عنوان حوادث سامانه نامگذاری شده و مسئولیت مدیریت آنها بر عهده این نهاد قرار داده می شود. این سامانه ها در قسمت بهره برداری شرکت های توزیع نیروی برق قرار دارد.

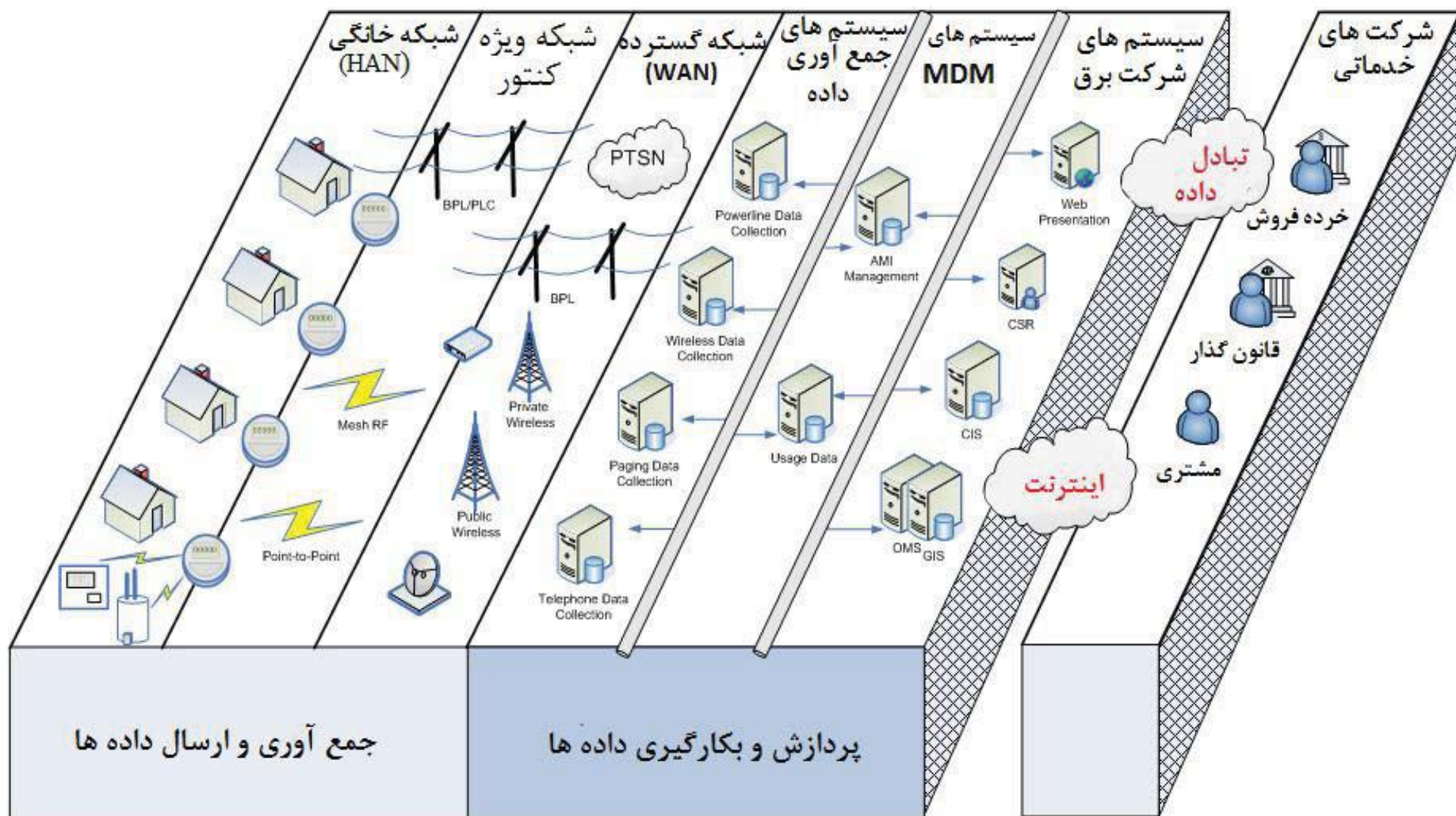


سیستم مدیریت خاموشی و اطلاع رسانی به مشتریان

- مدیریت سمت تقاضا: عملیات مدیریت سمت تقاضا شامل تغییر در الگوی مصرف مشترکین انتهایی از الگوی معمول مانند ایجاد محدودیت در بار مصرفی مشترکین، توسط این سامانه امکان پذیر خواهد بود.
- برنامه ریزی و مهندسی: برنامه ریزی ها و انجام عملیات مهندسی شرکت های توزیع نیروی برق از طریق این سامانه انجام می پذیرد.
- کیفیت برق: مسئولیت پایش و ثبت گزارش برای رخدادهای کیفیت برق موجود در شبکه ی توزیع برعهده ی این سامانه می باشد. منظور از رخدادهای کیفیت توان هر گونه انحراف شکل موج ولتاژ مصرف کننده از شکل موج ایده آل سینوسی یا رخداد قطعی برق در شبکه برق می باشد.
- مدیریت بار: عملیات مدیریت بار شامل قطع و وصل مشترکین، قطع و وصل فیدرهای فشار ضعیف و فشار متوسط توسط این سامانه انجام می پذیرد.
- مدیریت انرژی: مدیریت انرژی به مفهوم مدیریت اعتبار مشترکین، از طریق این سامانه کاربردی مدیریت می شود.
- سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS : وظیفه این سامانه کاربردی ارائه اطلاعات مکان فیزیکی تجهیزات می باشد.

نمایشگر سیستم GIS





نمونه ای از يك سیستم AMI

مزایای اقتصادی پیاده سازی:

- کاهش تلفات غیر فنی: شناسایی و اعلام دستکاری در کنتور و استفاده غیرمجاز از شبکه، کاهش خطای لوازم اندازه گیری و خطای قرائت
- مدیریت تقاضا با موافقت مشترك (مدیریت تعرفه): مدیریت تقاضا بر اساس اعمال تعرفه های متفاوت و متنوع و افزایش مشارکت در بازار برق و در نتیجه بهبود ضریب بار و بهره برداری اقتصادی از تاسیسات تولید، انتقال و توزیع.
- مدیریت تقاضا و اعمال محدودیت در شرایط بحرانی: اعمال محدودیت در دیماند و کاهش مصارف غیر ضروری در شرایط بحرانی از وقوع خاموشی های گسترده و ناخواسته
- برای مشترکین جلوگیری می نماید.
- اصلاح الگوی مصرف از طریق اطلاع رسانی به مشترك در ارتباط با میزان مصرف و قیمت برق در زمان های مختلف.
- بهبود سیستم وصول مطالبات و کاهش مطالبات معوقه، بدلیل امکان قطع و وصل از راه دور مشترك.
- کاهش هزینه های قرائت، سرویس و نگهداری و قطع و وصل مشتركین.
- امکان پیش فروش برق و آماده سازی برای بازار خرده فروشی برق.

تأثيرات كنطور هوشمند و برنامه هاي پاسخگويي بار بر بازار برق

- تسهيل در اجراي برنامه هاي پاسخ تقاضا و افزايش مشاركت مصرف كنندگان در بازار انرژي
- اجراي برنامه هاي پاسخگويي بار بر مبناي قيمت با هدف هموار كردن منحنى بار و قيمت :
- قيمت گذارى بر اساس زمان استفاده (TOU)
- قيمت گذارى پيك بحراني (CPP)
- قيمت گذارى زمان حقيقي (RTP)

مزایای اجتماعی:

- عدم نیاز به حضور مامور قرائت در محل مشترك و جلوگیری از ایجاد مزاحمت های احتمالی
- ایجاد بستر مناسب برای توسعه خدمات دولت الکترونیک
- افزایش گزینه های فروش برق با قیمت های متفاوت و امکان پیش فروش برق
- تحویل برق به مشترکین با کیفیت توان و قابلیت اطمینان بالاتر
- کاهش قیمت تمام شده برق بدلیل کاهش هزینه های بهره برداری
- افزایش دقت و سرعت در صدور صورتحساب با حذف عامل انسانی و خطای ناشی از آن و امکان اطلاع رسانی دقیق به مشترکین از طریق شبکه اینترنت
- کاهش عملیات انجام شده در مراکز پاسخگویی به مشترکین
- ارائه بهتر خدمات به مشترکین
- ایجاد بستر مناسب جهت مشارکت مشترکین در مدیریت مصرف و کاهش هزینه

مزایای زیست محیطی

- کاهش تولید گازهای آلاینده از طریق ایجاد زیرساخت لازم برای توسعه سیستم های تولید پراکنده، استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی از طریق ایجاد سامانه مدیریت و کنترل و خرید و فروش برق.
- کاهش مصرف سوخت های آلاینده در نیروگاه ها از طریق اعمال مدیریت مصرف انرژی در سمت تقاضا در مواقع کمبود گاز
- کاهش مصرف از طریق اعمال مدیریت انرژی و کاهش تلفات شبکه
- مدیریت تقاضا از طریق ارسال نرخ به مشترکین و تشویق آنها به کاهش مصرف

پایان فصل دوم