فناوری های نوین در پایش و کنترل شبکه سراسری برق

شرکت مدیریت شبکه برق ایران

۱۴ دی ماه۱۴۰۲

آنچه در این نشست بیان خواهد شد:

- انتظارات و ماموریت های صنعت برق
- محدودیت ها و چالش های سیستم قدرت
- توابع عملکردی مدیریت شبکه
- ابزارهای فناورانه موجود در شبکه انتقال و توزیع
- نمونه ای از پایش های مستمر شبکه

ویژگی‌های شبکه سراسری برق کشور

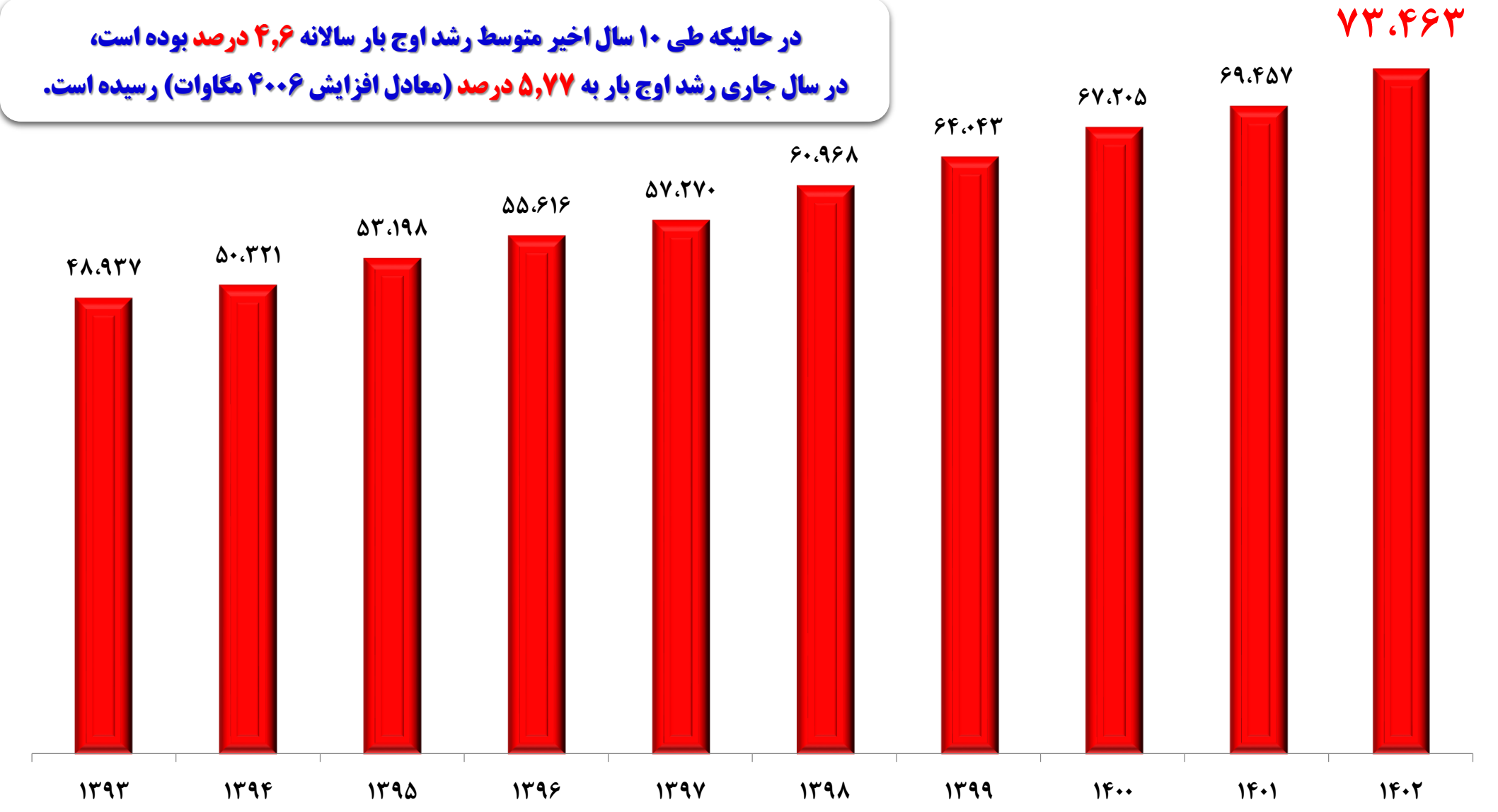
- افزایش بیش از ۱۰ برابری ظرفیت تولید برق پس از انقلاب
- ظرفیت تولید برق: جزو ۲۰ کشور نخست در جهان
- پراکندگی ، وسعت و توسعه شبکه
- ارتباط الکتریکی با تمامی کشورهای با مرز خاکی

ظرفیت تولید نصب شده	۸۹۷۱۰ مگاوات
طول مدار انتقال ۲۳۰ و۴۰۰KV	۵۵۱۷۵ کیلومتر
ظرفیت ترانسفورماتورهای انتقال	۱۷۴۵۲۱ مگاولت آمپر
طول شبکه فیبر نوری	۲۹۰۰۰ کیلومتر
تقاضای پیک	۷۳۵۰۰ مگاوات

تنظیم عملکرد نیروگاه‌ها و اجزاء بی شمار شبکه سراسری برق کشور توسط شرکت مدیریت شبکه برق ایران صورت می‌پذیرد.

رشد اوج نیاز مصرف برق کشور (مگاوات)

در حالیکه طی ۱۰ سال اخیر متوسط رشد اوج بار سالانه ۴,۶ درصد بوده است،
در سال جاری رشد اوج بار به ۵,۷۷ درصد (معادل افزایش ۴۰۰۶ مگاوات) رسیده است.



شاخص امنیت کلی شبکه

از سال ۱۳۸۲ تاکنون در شبکه برق کشور فروپاشی سراسری اتفاق نیفتاده است، به عبارت دیگر ظرف ***بیست سال*** اخیر، شبکه برق کشور دارای **پایداری سراسری** بوده است که این بهبود، موفقیت بزرگی برای وزارت نیرو به شمار می‌آید.

این در حالی است که در سالیان اخیر بسیاری از کشورها، خاموشی سراسری یا عمده را تجربه نموده‌اند.

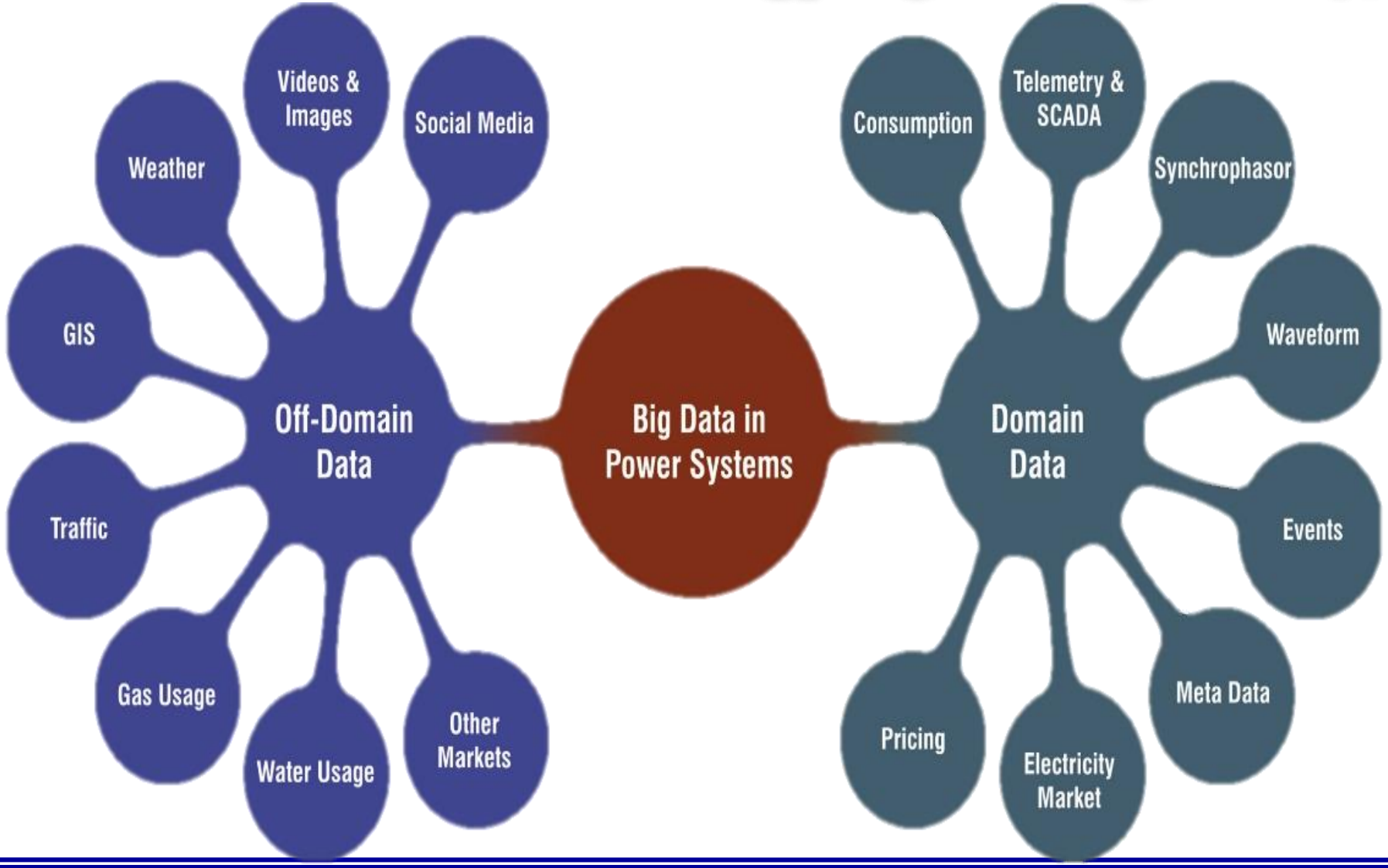
انتظارات و ماموریت های سیستم قدرت

- تامین لحظه ای بار و کنترل فرکانس
- حفظ حد بارگذاری تجهیزات در محدوده استاندارد و مجاز
- تامین شاخص ولتاژ در محدوده مجاز
- حفظ کیفیت توان در محدوده استاندارد
- مدیریت حوادث و اتفاقات
- تامین امنیت و قابلیت اطمینان شبکه
- بهره برداری ایمن و اقتصادی از سیستم قدرت

محدودیت ها و چالش های سیستم قدرت

- تغییرات لحظه ای بار، خرابی های ناخواسته مولدها، ورود و خروج بارهای بزرگ سبب اغتشاش فرکانس می گردد
- خروج خوکار و غیرقابل پیش بینی المانهای شبکه سبب تنش به سایر تجهیزات می شود (اضافه بار و افت ولتاژ)
- محدودیت سوخت در زمستان و مشکل تبدیل انرژی به جهت عدم تامین کافی سوخت
- محدودیت تامین پیک مصرف در تابستان به جهت فزونی مصرف از ظرفیت های تولید
- محدودیت بهره برداری از نیروگاه های آبی به جهت خشکسالی های اخیر

تحلیل لحظه ای داده های متنوع



ضرورت فناوری های نوین؟

- حجم بالای اطلاعات در صنعت برق
- پیچیدگی مسائل
- نیازمندی به اطلاعات تفصیلی و قابل اتکا
- تحلیل سریع و صحیح داده‌های پیچیده و متنوع
- نیاز به تصمیم‌گیری آگاهانه، هوشمندانه و سریع
- نیاز به تبدیل برخی از فرآیندهای آفلاین به فرآیندهای زمان واقعی

ضرورت فناوری های نوین؟

- شناسایی بار و مؤلفه های آن، وضعیت ذخایر آبی و تولید منابع تجدیدپذیر
- استفاده بهینه از تجهیزات شبکه (خطوط و واحدهای نیروگاهی) و برنامه ریزی بهینه تعمیرات تجهیزات
- بهینه سازی عملکرد نیروگاه ها و مدیریت بهینه منابع سوخت
- بهینه سازی توزیع زمانی بار در دوره های ناترازی
- پیش‌بینی قیمت بازار برق، بورس انرژی و رفتار بازیگران
- نظارت زمان واقعی، تحلیل رفتار سیستم قدرت و پیش‌گیری از شرایط غیر نرمال

محدودیت ها و چالش های سیستم قدرت

- بهره وری پایین در امر تبدیل انرژی
- تلفات بالای شبکه های توزیع نیروی برق
- وابستگی بالا به سوخت های فسیلی در امر تولید انرژی
- ساختار کنترل و بهره برداری سنتی از سیستم های قدرت و ضرورت تغییر ساختار
- بهره وری پایین مصارف (ضرورت توجه به شاخص شدت انرژی در صنایع و ....)
- عدم توجه کافی به فرهنگ سازی مصرف انرژی
- ضرورت توجه به برچسب انرژی در ساختمان های
- قیمت تکلیفی برق و...

با عنایت به انتظارات از صنعت برق و ماموریت های آن از یک سو و محدودیت ها و چالش ها از سوی دیگر، چه باید کرد؟ اولویت ها کدام است؟

توابع عملکردی مدیریت شبکه

تولید برق

اطلاعات موجود

- نرخ تولید برق
- عملکرد توربین ها
- دما
- ارتفاع آب پشت سدها
- میزان بخار
- سوخت مصرفی
- توان نیرو گاه ها
- و...

بهینه سازی عملکرد نیروگاه‌ها
مدیریت منابع سوخت
تعمیرات پیش گیرانه
پیشگیری از بروز خطاها
بهبود بهره‌وری

انتقال و توزیع

اطلاعات موجود

- مشخصات خطوط
- ظرفیت خطوط
- جریان عبوری
- ولتاژ خطوط
- مشخصات دکلها
- مقاومت خاک
- ....

پایش و کنترل شبکه
تشخیص و پیشگیری از خطاها
تعمیرات پیش دستانه
بهینه‌سازی پخش توان
بهبود عملکرد شبکه

مصرف انرژی

اطلاعات موجود

- مصارف خانگی، صنعتی، تجاری، کشاورزی، عمومی و اداری
- پروفیل بار
- اطلاعات کنتورها

پیش‌بینی بار (زمان واقعی)

بهینه‌سازی مصرف انرژی

ایجاد الگوهای مصرف هوشمند

مدیریت مصرف

تعامل با مشتری و برنامه‌های تشویقی

کیفیت برق

اطلاعات موجود

- داده های ولتاژ و جریان
- داده های شبکه و نوع مصرف

پایش و کنترل شبکه

پیشگیری و تشخیص خطاها

بهینه‌سازی توزیع بار

بهبود عملکرد شبکه و بحث کیفیت توان

سنجش از راه دور

اطلاعات موجود

- شرایط جوی
- تغییرات دما
- میزان بارش
- ...

پیش‌بینی تولید منابع تجدیدپذیر
مدیریت منابع تجدیدپذیر
پیش‌بینی بار مصرفی
مدیریت تولید
مدیریت سیستم‌های ذخیره‌ساز

مدیریت و کنترل شبکه

اطلاعات موجود

- اطلاعات تولید
- اطلاعات شبکه
- اطلاعات بار
- اطلاعات محیطی
- ....

نظارت زمان واقعی
تصمیم‌گیری آگاهانه
هشدار زود هنگام
قیمت‌گذاری پویا
مدیریت بار هوشمند
حذف بار هوشمند
امنیت سایبری
برنامه ریزی تلفیقی تولید (تولید سنتی، تجدیدپذیر، ذخیره‌ساز و پاسخگویی بار)

نیازمندی های فناورانه

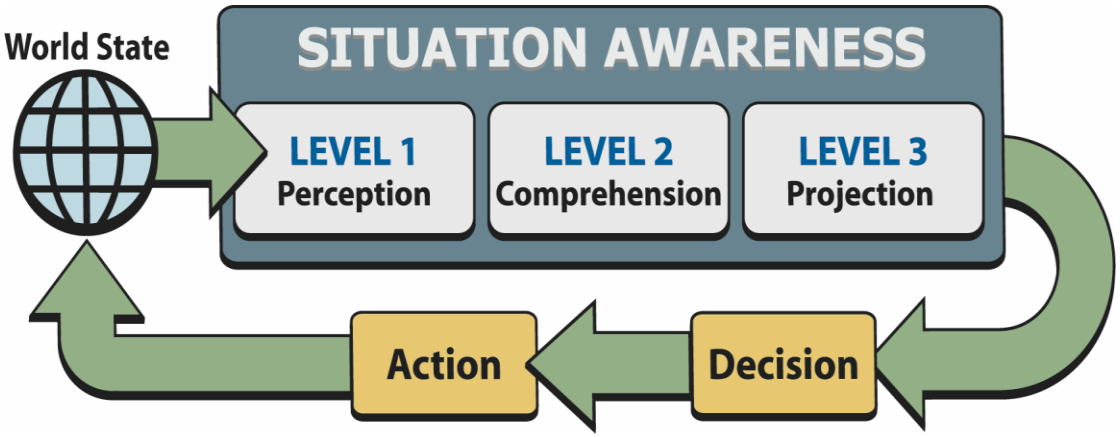
- **منابع اطلاعات: تجهیزات هوشمند، حسگرها و ثبات های شبکه، اندازه گیری لحظه ای، تجهیزات کنترل پذیر**
- **انتقال داده ها: بستر مخابراتی به منظور تبادل دو سویه داده ها**
- **پردازش: نرم افزارهای تحلیل لحظه ای**
- **بهینه کاوی: یافتن بهترین نقطه کار سیستم**
- **کنترل و اجرا (شامل SCADA، منابع انرژی، شبکه انتقال و توزیع و...)**

پیش نیازهای مذکور متکی بر اتوماسیون شبکه، توسعه فناوری و بسترهای امن ارتباطات مخابراتی و تحلیل وضعیت لحظه ای است.

ابزارهای فناورانه موجود در شبکه انتقال و توزیع

Situation Awareness (SA)

آگاهی از وضعیت شبکه، المان‌ها و تجهیزات شبکه، درک معنای آن‌ها و پیش‌بینی وضعیت آن‌ها در آینده نزدیک.



دستیابی به آگاهی وضعیتی مناسب:

- ✓ آگاهی از وضعیت فعلی و آینده ناحیه‌ای که مسئولیت بهره‌برداری از آن را دارند.
- ✓ آگاهی از وضعیت شبکه‌های مجاور
- ✓ در دسترس بودن مجموعه واکنش‌هایی برای وضعیت‌های مختلف شبکه
- ✓ آگاهی از ماکزیمم زمان در دسترس برای اجرای اقدامات لازم

نمونه‌ای از الزامات SA برای شبکه‌های انتقال و توزیع:

سطح ۱ آگاهی از وضعیت شبکه	سطح ۲ درک معنی	سطح ۳ پیش‌بینی
اندازه جریان و توان عبوری از خطوط	اثر مقدار تبادلات بین نواحی	پیش‌بینی وضعیت آینده شبکه
جهت پخش توان در شبکه	اثر در مدار بودن یا ایزوله بودن تجهیزات بر شبکه	پیش‌بینی بار روز
وضعیت تجهیزات	اثر هر کلیدزنی در شبکه	پیش‌بینی تخطی‌های محتمل
حدود حرارتی تعریف شده	تأثیر تخطی‌ها روی شبکه و امنیت آن	پیش‌بینی میزان قدرت و اثرگذاری هر تخطی
پیک بار	اثر وضعیت آب و هوایی	پیش‌بینی ذخیره اکتیو و راکتیو شبکه
وضعیت آب و هوایی	اثر خروج تجهیزات	پیش‌بینی خرابی تجهیزات
آگاهی از مقادیر برنامه‌ریزی شده	اختلاف بین وضعیت فعلی شبکه با مقدار برنامه‌ریزی شده	حداکثر زمان در دسترس برای انجام اقدامات

اهمیت آگاهی وضعیتی در سیستم‌های قدرت

- احتمال وقوع انواع اغتشاشات در سیستم‌های قدرت
- بحران‌های بهداشت جهانی نظیر Covid 19 ⇦ ایجاد اختلال احتمالی در نیروی کار و قطع زنجیره تأمین
- افزایش روز افزون داده‌های اطلاعاتی
- اسکن منظم صدها صفحه از جداول داده‌های SCADA در مراکز دیسپاچینگ

معمولاً اپراتورها در درک یک تصویر کامل و دقیق از وضعیت سیستم در زمان حقیقی با مشکلاتی همراه هستند.

ابزارهای فناورانه

- **منابع اطلاعات: تجهیزات سنجش SCADA، PMUها، کنتورهای دیجیتالی، داده های هواشناسی، سنجش وضعیت مخازن مایع، داده های سوخت گاز، ارتفاع آب سدها،**
- **انتقال داده ها: شبکه مخابرات صنعت برق از جمله بستر فیبر نوری صنعت برق ، شبکه مخابرات اپراتورها**
- **پایش و پردازش: نرم افزارهای تحلیل لحظه ای NM، نرم افزارهای PMU، سامانه مدام، سپاک، BI، نرم افزارها و پایگاه های داده تخصصی نظیر دیگسایلنت، PSSE، EMIS، PGDS**
- **بهینه کاوی: یافتن بهترین نقطه کار سیستم با قید حفظ امنیت و پایداری شبکه**
- **کنترل و اجرا (آرایش تولید، برنامه تعمیرات شبکه، استفاده از SCADA در فرامین اجرایی و...)**
- **نظارت و مراقبت(تنظیمات هماهنگ ادوات حفاظتی، حفاظت های ویژه شبکه، بازتنظیم PSSها، و...)**

سیستم اسکادا

- زمان تازه سازی داده‌ها : ۱ الی ۳ ثانیه
- داده‌های آنالوگ پست‌های متصل به بارهای بزرگ صنعتی: ولتاژ خطوط، ولتاژ شینه ها، توان اکتیو و راکتیو خطوط، توان اکتیو و راکتیو ترانسفورماتورها، تپ ترانسفورماتورها و پست‌ها
- داده های دیجیتال پست‌های متصل به بارهای بزرگ صنعتی : وضعیت کلیدها، وضعیت سکسیونرها، آلارم های مهم

سامانه نرم افزاری: سامانه Network Manager

سیستم سنجش انرژی (کنتورهای بازار برق)

- نرخ جمع آوری داده‌ها : سامانه سپاک : ۱۵ دقیقه – سامانه مدام : ۵ دقیقه
- رویت پذیری تمام مشترکین برق مناطق، تمامی مشترکین اختصاصی متصل به سطح ۲۰ کیلوولت، تمامی شهرک های صنعتی

سامانه نرم افزاری: سامانه های مدام و سپاک و BI

سیستم اسکادا

- **تعداد RTU ها: ۶۰۰ دستگاه**
- **زمان تازه سازی داده‌ها : ۱ الی ۳ ثانیه**
- **داده‌های آنالوگ پست‌ها: ولتاژ خطوط، ولتاژ شینه ها، توان اکتیو و راکتیو خطوط، توان اکتیو و راکتیو ترانسفورماتورها، تپ ترانسفورماتورها و پست‌ها**
- **داده های دیجیتال پست‌ها: وضعیت کلیدها، وضعیت سکسیونرها، آلارم های مهم**
- **داده های آنالوگ نیروگاه ها: شامل ولتاژ شینه، توان، دما، حجم سوخت، وضعیت ذخایر آبی سدها**
- **داده های دیجیتال نیروگاه ها : وضعیت کلید ها و آلارم های مهم**

سامانه نرم افزاری: سامانه Network Manager

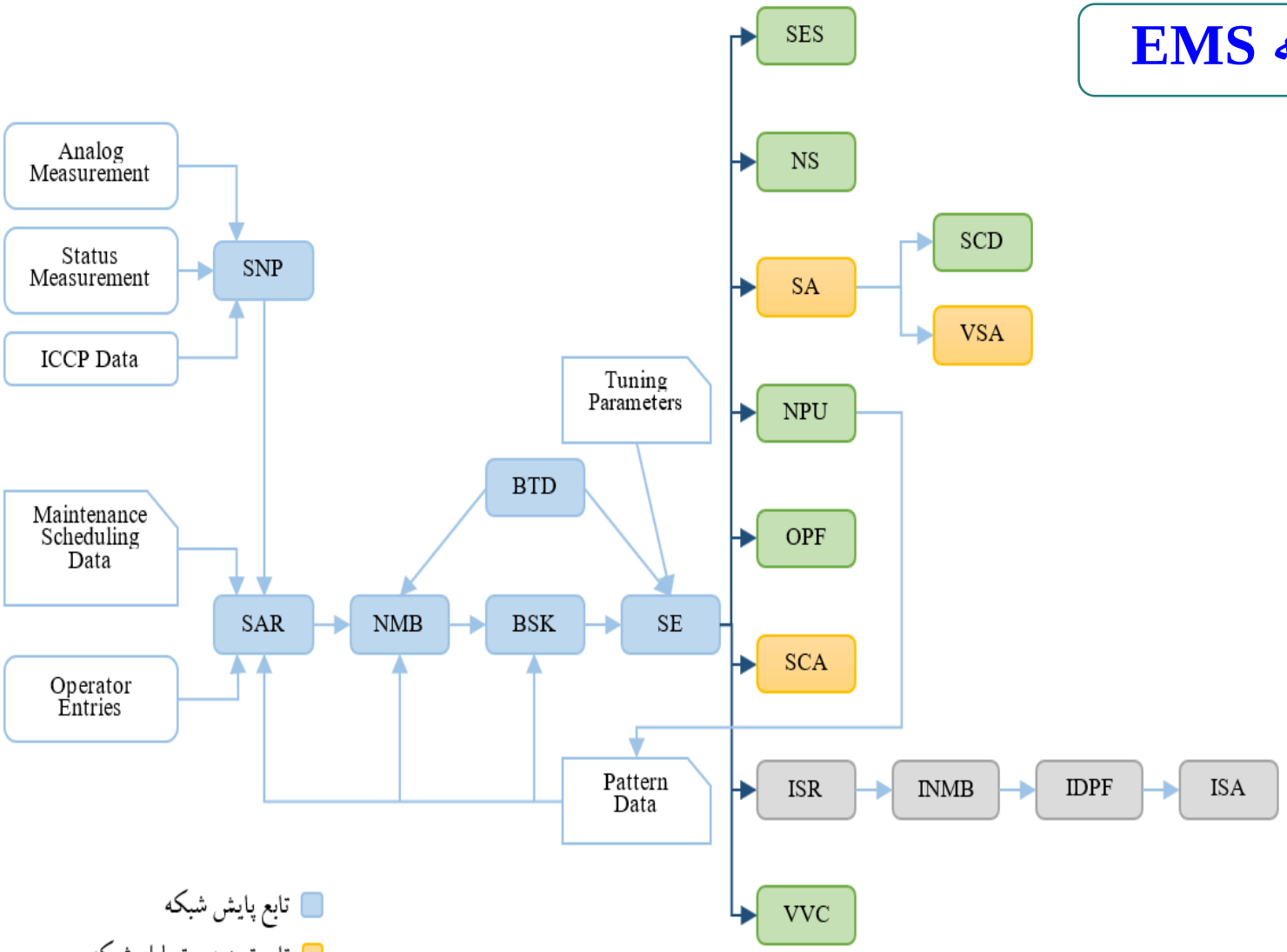
سامانه (EMS) Energy Management System

سامانه EMS با در اختیار قراردادن اطلاعات قابل‌اعتماد به بهره‌برداران می‌تواند سبب افزایش آگاهی وضعیتی آن‌ها از شبکه و خطوط انتقالی شود.

مزایا و کاربردها:

۱. **نظارت دقیق بر پارامترهای سیستم که می‌تواند به بهره‌بردار در تصمیم‌گیری آگاهانه کمک کند.**
۲. **کنترل و اتوماسیون خودکار یک سیستم قدرت با درنظرگرفتن قیود بهره‌برداری و اقتصادی**
۳. **شبیه‌سازی انواع سناریوها شامل خروج خطوط و واحدهای نیروگاهی و بررسی اثرات آن روی شبکه واقعی**
۴. **تخصیص و مدیریت بهینه منابع**
۵. **بهبود کیفیت تأمین انرژی و قابلیت اطمینان سیستم**
۶. **ابزار مدیریت بار شبکه**
۷. **ابزار پایش محدوده‌های مجاز تجهیزات شبکه در زمان حقیقی**

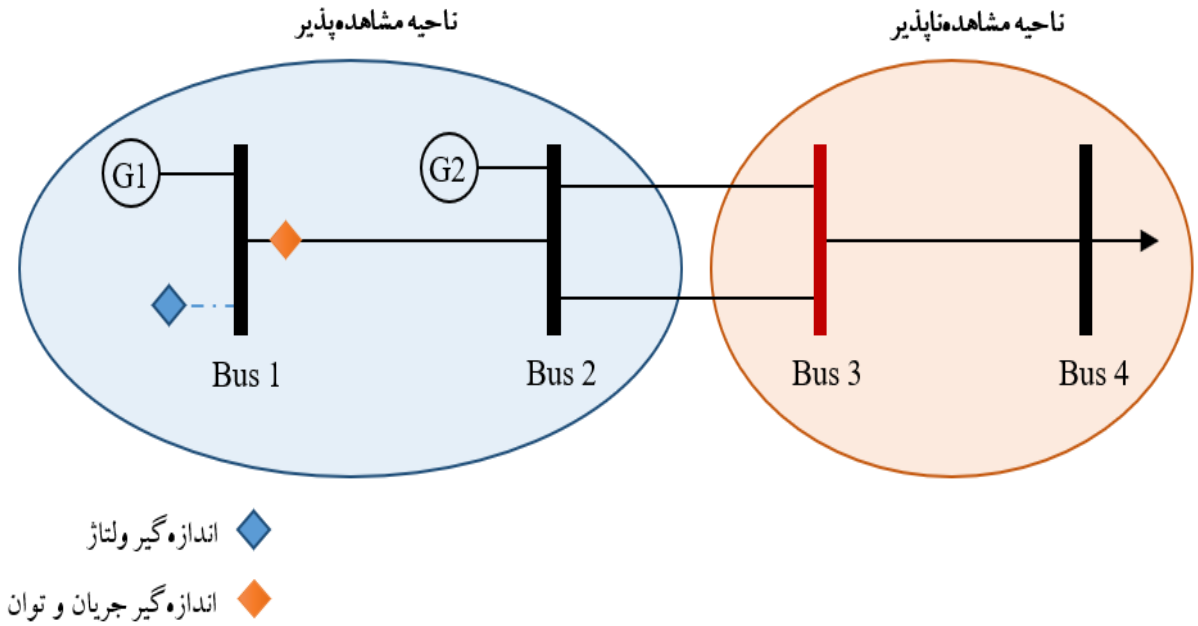
توابع سامانه EMS



State Estimation (SE):

- ✓ مشاهده پذیری
- ✓ شناسایی داده های اشتباه

مشاهده‌پذیری در سیستم‌های قدرت:



توابع سامانه EMS

(SA) Security Analysis:

در سامانه EMS، آنالیز پیشامدها بر اساس خروج هر یک از تجهیزات خطوط انتقال، ترانسفورماتورها، ژنراتورها، بارها و شنت‌ها بررسی و مطالعه می‌شود و پس از وقوع پیشامد، یکبار پخش بار در سیستم اجرا می‌شود. لازم به ذکر است که آنالیز پیشامدها برای شبکه سراسری برق ایران با پیشامد N-1 صورت می‌گیرد.

- ✓ **امکان تعریف گروهی از تجهیزات وجود دارد به‌طوری‌که خروج مجموعه تجهیزات تعریف شده در گروه، به‌عنوان یک پیشامد در نظر گرفته شود.**
- ✓ **وجود قابلیتی تحت عنوان روش غربالگری خودکار پیشامدها در نرم‌افزار NM**
- ✓ **امکان شبیه‌سازی انواع طرح‌های اقدامات اصلاحی (SPS یا RAS)**

پس از انجام مطالعات SA لیستی از مقادیر که از مقدار مجاز تخطی (Violation) کرده‌اند، گزارش خواهد شد. در این گزارش مشخص می‌شود که وقوع کدام پیشامدها، سبب بروز انحراف در مقادیر مجاز تجهیزات می‌شود و میزان انحراف نیز نمایش داده می‌شود.

توابع سامانه EMS

PAS Interlock:

به‌منظور بررسی مجموعه‌ای از اقدامات که بهره‌بردار قصد انجام آنها در شبکه را دارد (انجام مطالعات قبل از انجام مانور)، تابع PAS Interlock در نرم‌افزار NM دیسپاچینگ تعبیه شده است تا بتوان شرایط بهره‌برداری سیستم پس از اجرای اقدامات موردنظر را شبیه‌سازی کرد و در صورت نیاز، به‌صورت عملی آن اقدامات را در شبکه واقعی پیاده‌سازی نمود.

درصورتی‌که به‌ازای وقوع پیشامد شبیه‌سازی شده توسط اپراتور، اضافه‌بار یا تخطی ولتاژی رخ دهد و یا اینکه شبکه در حالت غیرایمن قرار بگیرد، اپراتور باتوجه به نتایج حاصل از این تابع، از این موارد آگاهی پیدا می‌کند.

این اقدامات شامل انواع کلیدزنی‌ها، تغییر پارامترها یا تغییر توپولوژی شبکه می‌باشد.

WAMS versus SCADA

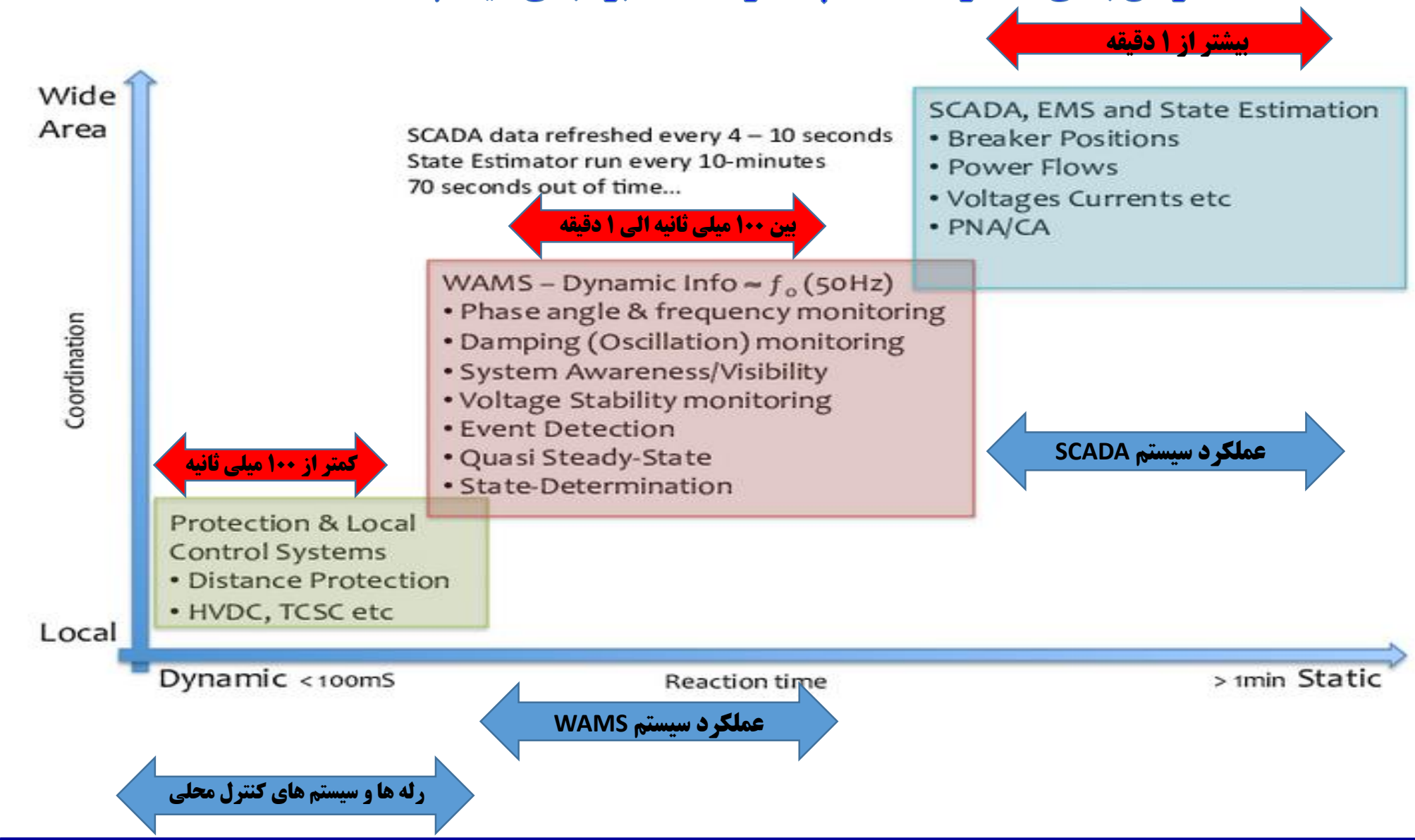
SCADA
(Supervisory Control and Data Acquisition)

- Update rate: each 2-5 seconds
- No time synchronization
- *Regular communication links*
- Allows stead-steaty system monitoring

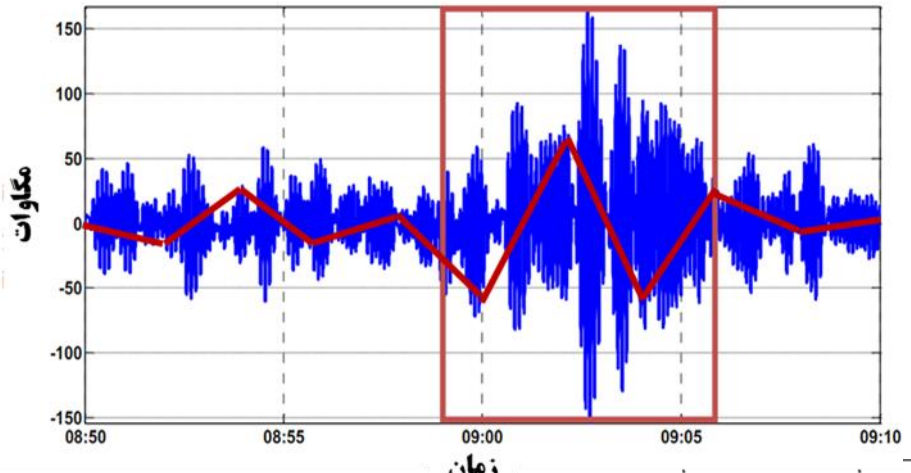
WAMS
(Wide-Area Measurement System)

- Update rate: 30-60 phasors per second
- Time synchronized data
- High-speed communication links
- Allows the dynamic system monitoring

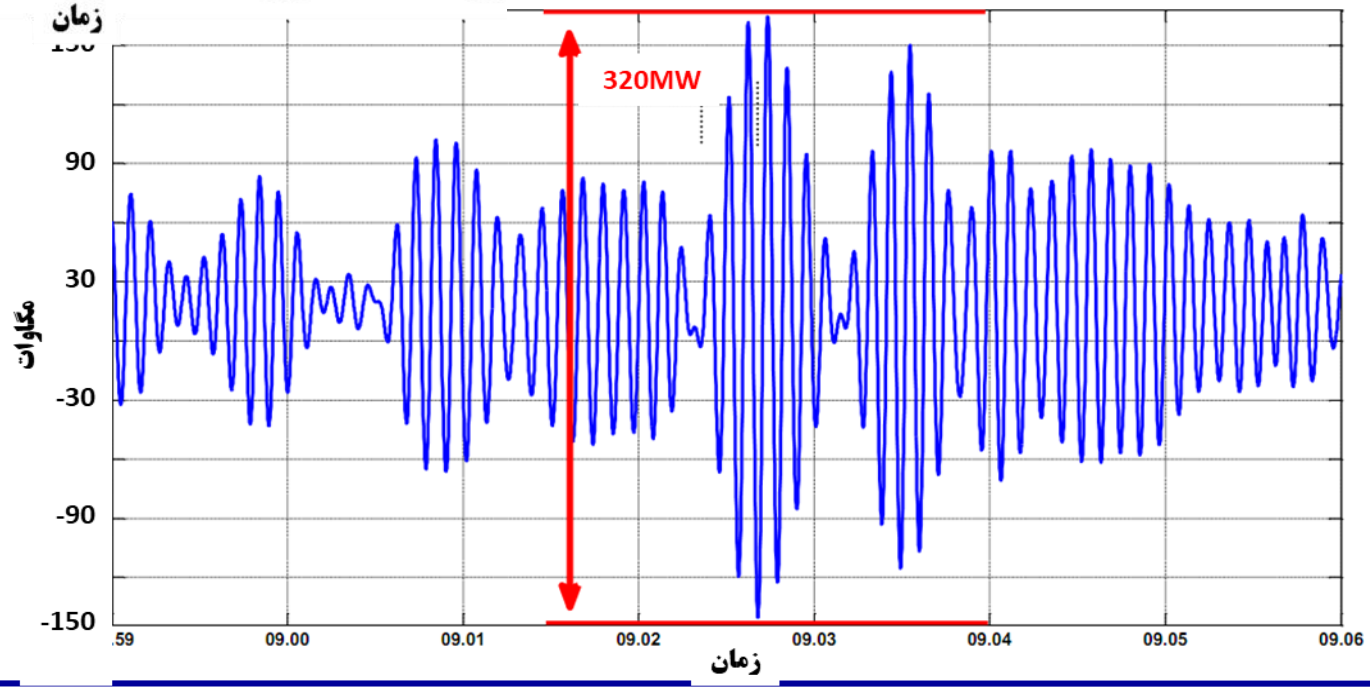
زمان بندی عملکرد حفاظت پست و حفاظت بر مبنای سیستم WAMS



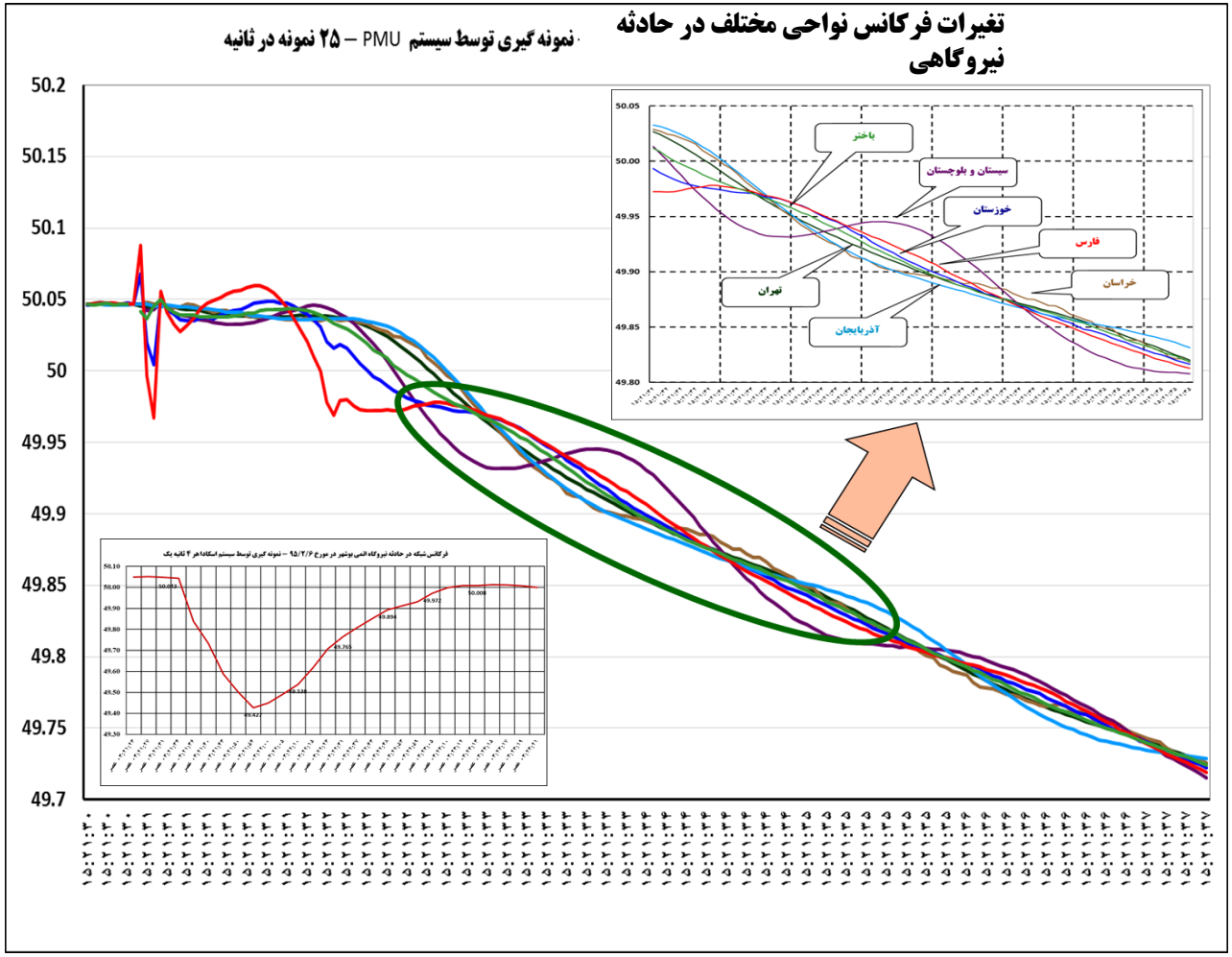
مقایسه کیفیت و دقت پدیده های سریع شبکه در سیستمهای WAMS و SCADA



تشخیص دقیق نوسانات فرکانس
و مدهای نوسانی در شبکه



مطالعه دقیق پدیده های سریع شبکه در سیستم WAMS



دستگاههای اندازه گیری فازوری (PMU)

- تعداد PMU نصب شده : ۹۳ دستگاه
- تعداد نمونه برداشت شده در یک ثانیه: ۲۵ و ۵۰ نمونه
- تعداد نمونه دادهٔ برداشت شده در یک ساعت، هر PMU: ۹۰،۰۰۰
- تعداد نمونه داده ی برداشت شده در یک شبانه روز، هر PMU:

۲،۱۶۰،۰۰۰

- تعداد نمونه داده ی برداشت شده در سال، هر PMU: ۷۸۸،۴۰۰،۰۰۰
- حجم داده‌های ذخیره شده در یک سال: ۳۰۵ ترابایت

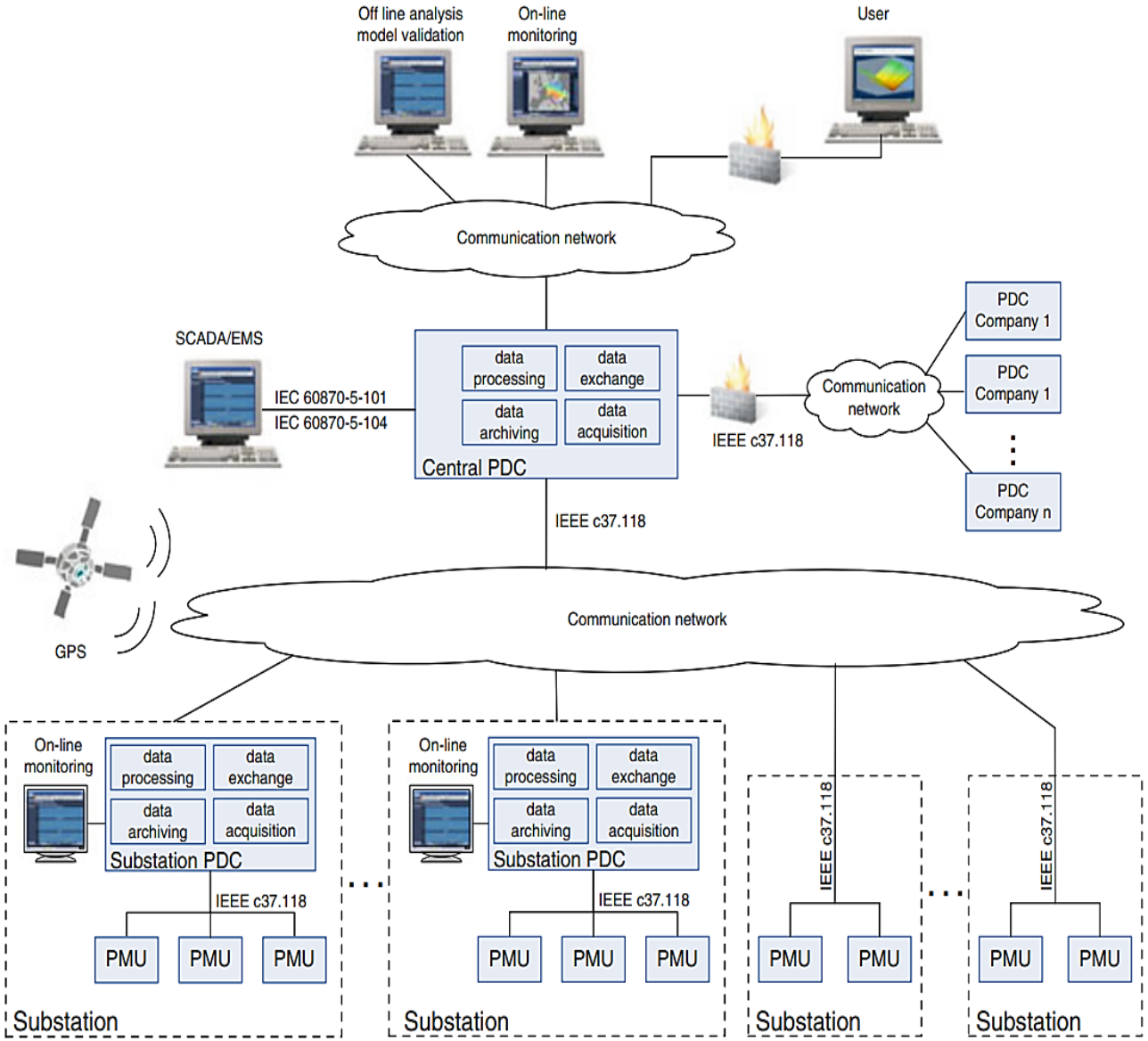
سامانه نرم افزاری WAMS

سیستم سنجش انرژی (کنتورهای بازار برق)

- تعداد: حدوداً ۳۲۰۰۰ عدد
- نرخ جمع آوری داده‌ها : سامانه سپاک : ۱۵ دقیقه – سامانه مدام : ۵ دقیقه
- حجم داده‌های روزانه: سپاک : ۵ گیگابایت، مدام : ۴ گیگابایت
- حجم داده‌های ذخیره شده در یک سال: سپاک : ۱,۸ ترابایت – مدام : ۱,۵ ترابایت

سامانه نرم افزاری: سامانه های مدام و سپاک

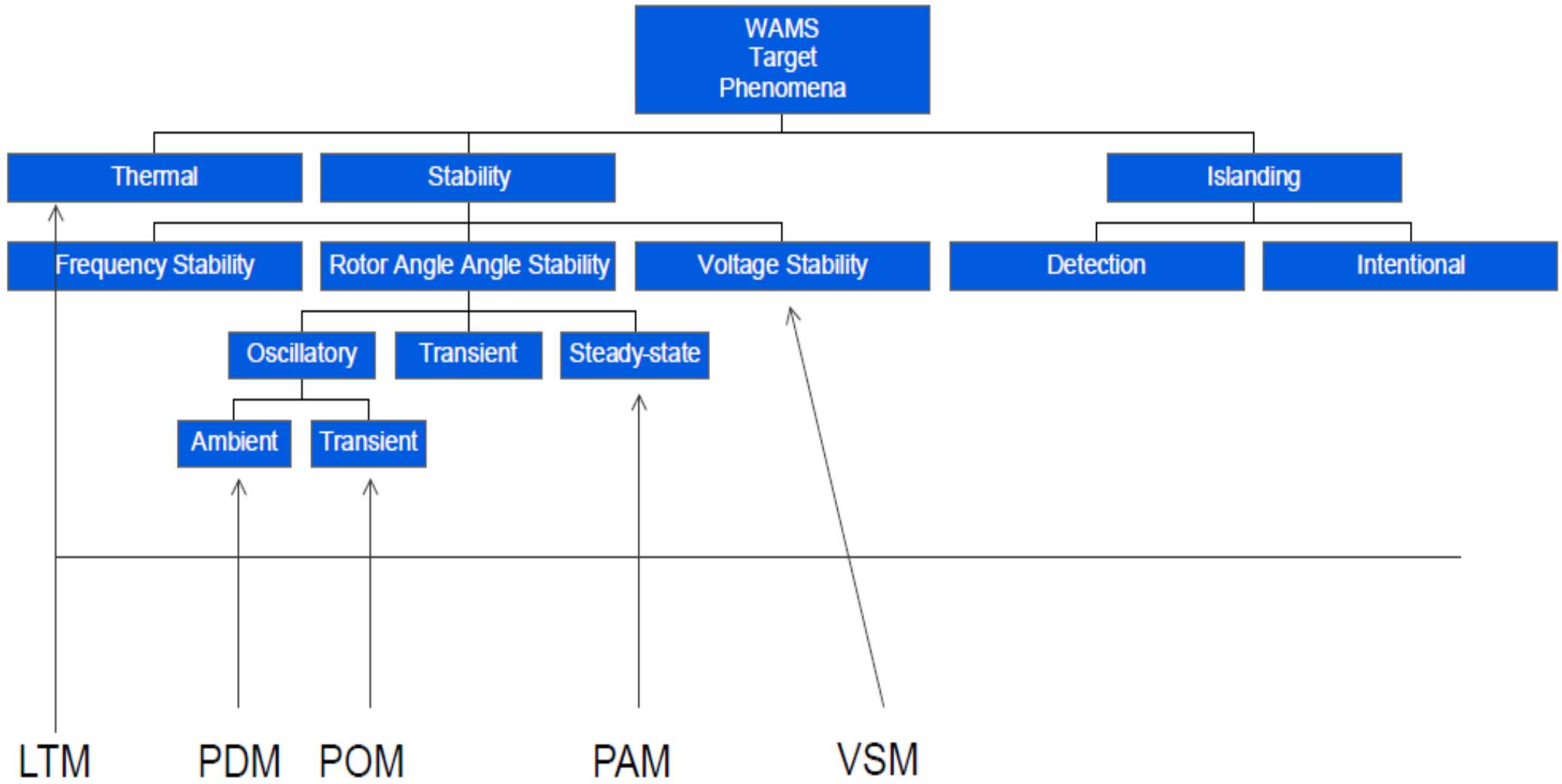
سامانه WAMS



سامانه WAMS **با در اختیار قرار دادن توابع مختلف به اپراتورها، در حفظ امنیت و پایداری سیستم کمک شایانی می‌کند. در مقایسه با سامانه SCADA که با رزولوشن ثانیه نسبت به جمع‌آوری داده‌ها می‌پردازد، سامانه WAMS در هر ۱۰۰ میلی ثانیه اطلاعات را از** PMU**ها جمع‌آوری و پردازش می‌کند.**

از جمله امکانات آگاهی وضعیتی سامانه WAMS:

- ✓ پایش وضعیت ولتاژی شبکه
- ✓ پایش وضعیت بارگذاری خطوط انتقال
- ✓ پایش وضعیت فرکانس و نرخ تغییرات فرکانس
- ✓ وضعیت به هم پیوستگی شبکه
- ✓ پایش وضعیت استرس شبکه: فاز ولتاژ در شین های شبکه و اختلاف فاز نواحی، اصلی ترین شاخص بررسی وضعیت استرس شبکه است.
- ✓ وضعیت استقامت شبکه: نوسانات و روند میرایی آنها را پایش کرده و وضعیت استقامت شبکه در مقابل اغتشاشات را ارزیابی می کند.


WAMS
Target
Phenomena
Thermal
Stability
Islanding
Frequency Stability
Rotor Angle Angle Stability
Voltage Stability
Detection
Intentional
Oscillatory
Transient
Steady-state
Ambient
Transient
LTM
PDM
POM
PAM
VSM

توابع متداول در سامانه WAMS:

۱. (PAM) Phase Angle Monitoring

۲. (VSM) Voltage Stability Monitoring

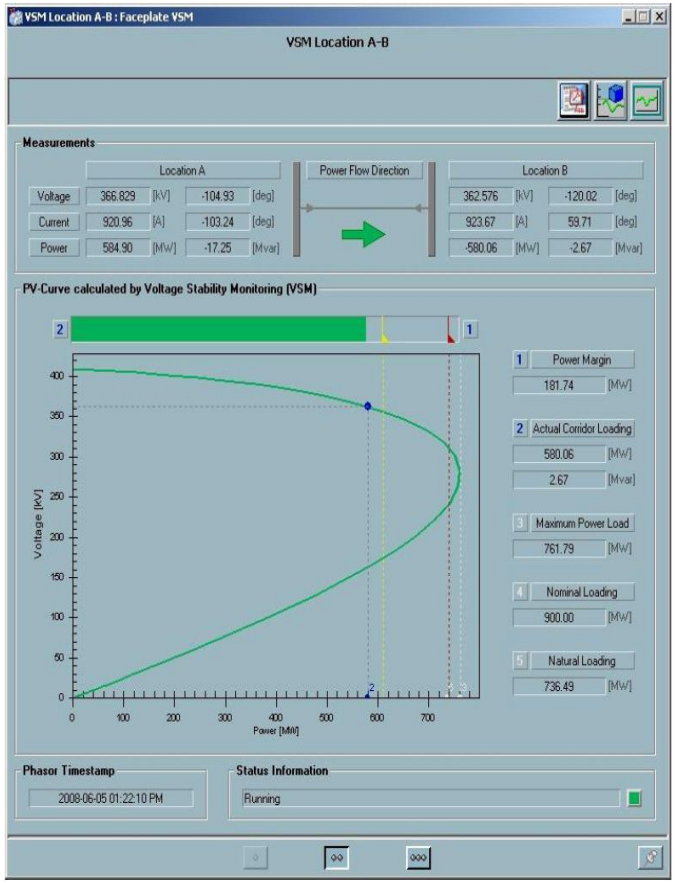
۳. (LTM) Line Thermal Monitoring

۴. (POM) Power Oscillation Monitoring

۵. (PDM) Power Damping Monitoring

۶. (EDDA) Event Driven Data Archiving

تابع Voltage Stability Monitoring (VSM):



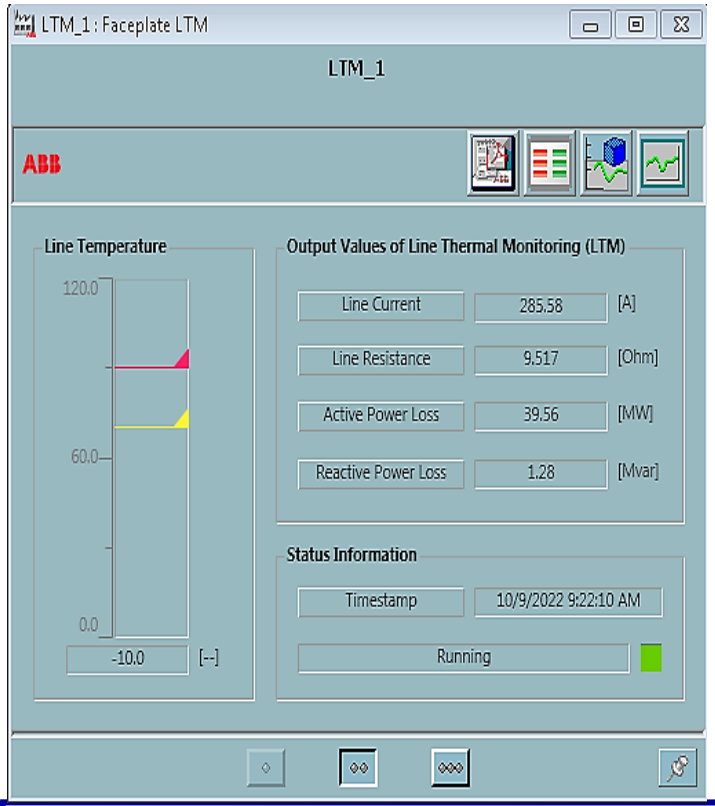
تابع VSM برای پایش پایداری ولتاژ در سطح انتقال است. این تابع محدوده توان قابل انتقال از خطوط را با توجه به پایداری شبکه ارزیابی و سپس مشخص می‌کند که تا چه مقدار توان اکتیو اضافی می‌تواند از یک خط انتقال عبور کند بدون اینکه پایداری ولتاژی را نقض کند.

تابع VSM برای پایش پایداری ولتاژ سیستم، نیاز به دسترسی به فازورهای ولتاژ و جریان طرفین هر خط انتقال دارد. این ماژول توان‌های اکتیو و راکتیو را محاسبه می‌کند.

تابع Line Thermal Monitoring (LTM):

این تابع برای محاسبه حد حرارتی خطوط به صورت آنلاین بر اساس فازورهای اندازه‌گیری شده از دو طرف خط انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرد. اصلی‌ترین کاربرد تابع LTM، ارائه اطلاعات کافی به اپراتور برای ارزیابی بارگذاری خط با توجه به محدوده حرارتی آنها است.

سیگنال‌های ورودی این تابع، شامل داده‌های فازوری دریافت شده از PMUهای طرفین خط است.

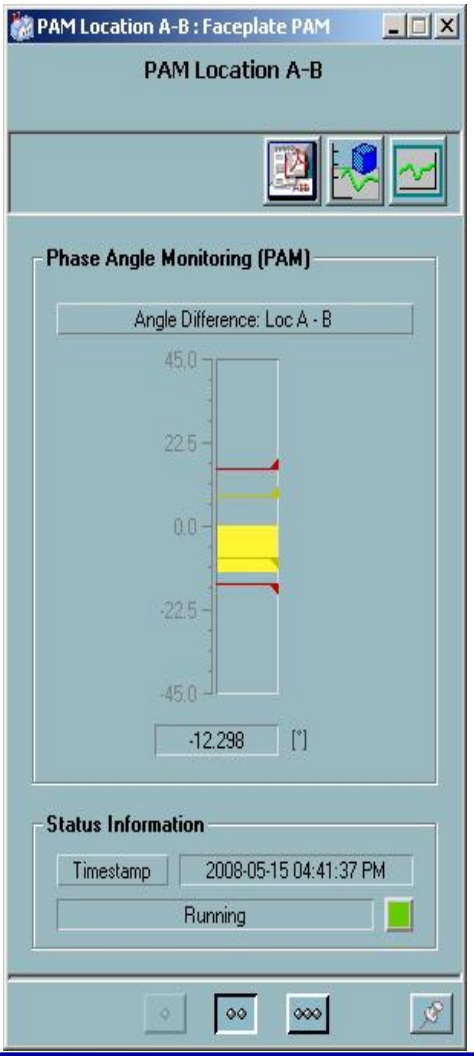


خروجی‌های این تابع شامل موارد زیر می‌شوند.

- **محدوده حرارتی خط**
- **محاسبه مقاومت واقعی خط**
- **جریان عبوری از خط**
- **توان اکتیو و راکتیو عبوری از خط**

تابع Phase Angle Monitoring (PAM):

کاربرد تابع PAM، نظارت بر اختلاف زاویه ولتاژ بین دو منطقه مورد نظر است. اقداماتی که اپراتور ممکن است بگیرد تا پایداری شبکه را افزایش دهد می‌تواند شامل تغییر در برنامه‌ریزی تولید یا اقداماتی روی جبران توان راکتیو، بلاک کردن تپ پنجر در ناحیه بار و حذف بار در مواقع بحرانی است.



1. Loc A-B --
2. Loc A-B 4.04°
3. Loc A-B 8.69°
4. Loc A-B 15.65°

تابع Power Oscillation Monitoring (POM):

نوسانات توان توسط تعاملاتی که بین ژنراتورها در سیستم‌های قدرت رخ می‌دهد، ایجاد می‌شود. اگر نوسانات به خوبی میرا نشوند، احتمال وقوع حوادثی شدید وجود دارد، مانند غیر سنکرون شدن ژنراتورها، تریپ خطوط و ... که ممکن است فروپاشی شبکه و خاموشی را در پی داشته باشد.

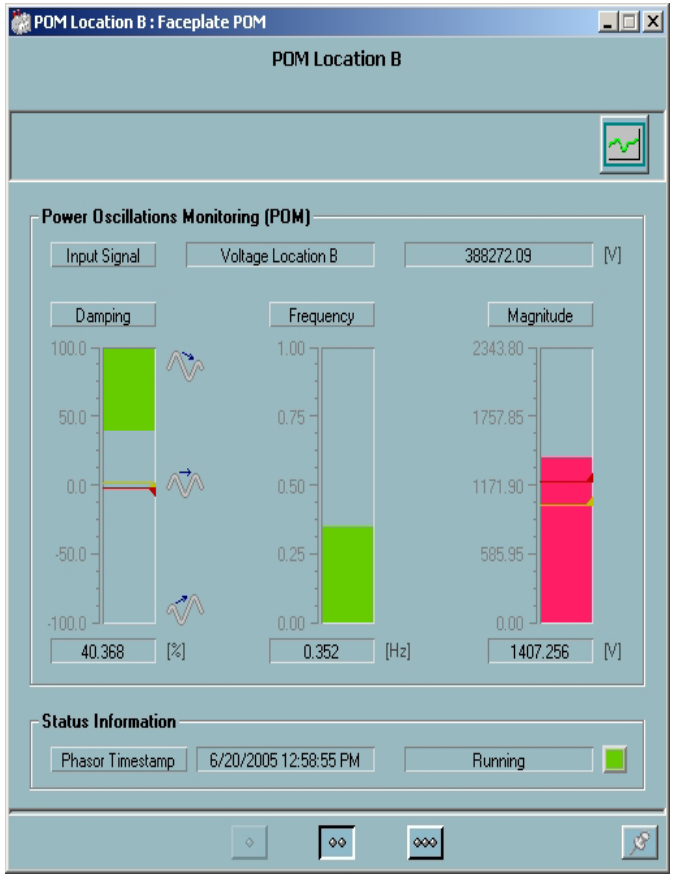
تابع POM، نوسانات در سیگنال‌های اندازه‌گیری شده را با استفاده از الگوریتم تکنیک فیلتر کالمن شناسایی می-کند.

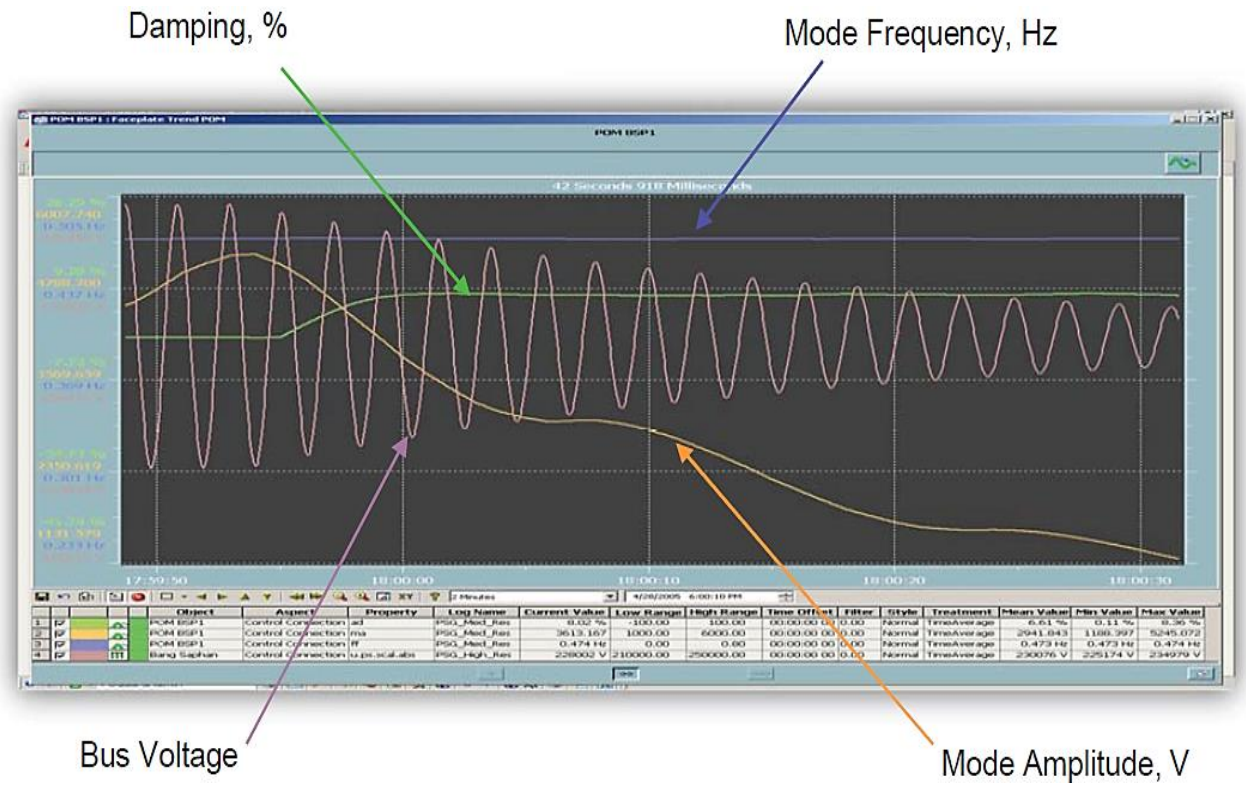
انواع سیگنال‌هایی که توسط آنها می‌توان نوسانات را بهتر پایش کرد شامل اندازه ولتاژ، اختلاف زاویه فازور ولتاژ (در این مورد دو سیگنال ورودی نیاز دارد)، فرکانس و اندازه جریان هستند. با این حال، فقط یک سیگنال توسط تابع POM دریافت می‌شود.

هدف از به کارگیری تابع POM، تشخیص نوسانات فرکانس پایینی است که به خوبی میرا نشده‌اند. اگر دامنه این نوسانات بزرگ باشد یا به خوبی میرا نشوند، امنیت سیستم را به حاشیه می‌برند.

تابع Power Oscillation Monitoring (POM):

تابع POM با سیگنال منتخب PMU و یا اختلاف زاویه ولتاژ اندازه‌گیری شده توسط تابع PAM را به عنوان ورودی دریافت می‌کند. از تابع POM می‌توان برای تشخیص نواسانات محلی یا بین ناحیه‌ای استفاده کرد.





از جمله امکانات هوشیاری وضعیتی سامانه WAMS:

شناسایی نوسانات فرکانس پایین شبکه:

تشخیص وقوع نوسانات از جمله کاربردهای سامانه WAMS است. با وقوع یک خطای اتصال کوتاه، امکان دارد ژنراتورهای نواحی مختلف شروع به نوسان کنند. برخی از این نوسانات میتوانند زودگذرا باشند و میرا شوند. در مقابل، برخی از نوسانات شدید بوده و منجر به Out of Step شدن ژنراتور می شوند. سامانه WAMS امکان پایش تمامی این نوسانات را دارد.

نوسانات در سامانه WAMS توسط توابع POM و PDM پایش می شوند.

از جمله امکانات هوشیاری وضعیتی سامانه WAMS:

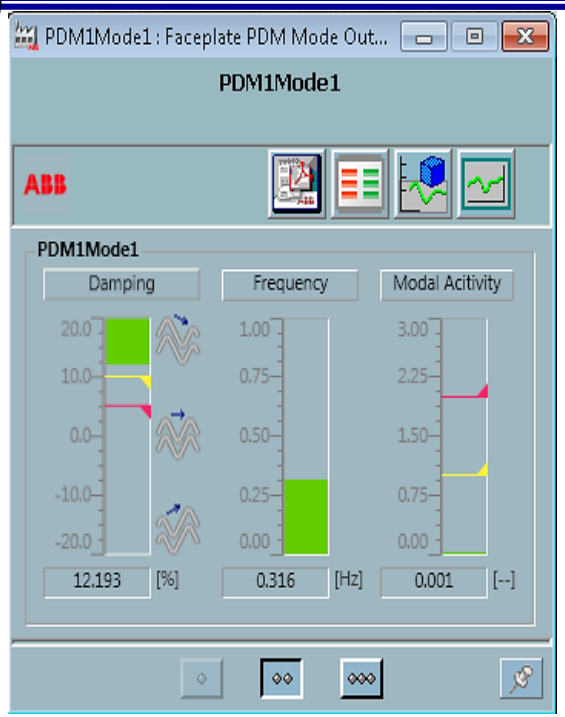
پایش پایداری ولتاژ شبکه:

اکثر سیستم های قدرت از دیدگاه پایداری ولتاژ با محدودیت انتقال توان مواجه هستند که در صورت عبور نقطه کار سیستم از حد پایداری، سریعاً ناپایداری ولتاژ رخ می دهد که در دو حالت اتفاق می افتد:

۱. عدم وجود ذخیره توان راکتیو کافی در سیستم

۲. عدم توانایی سیستم انتقال در تحویل توان راکتیو به شین های نیازمند

یکی از روش های کاربردی تعیین پایداری ولتاژ سیستم، تعیین حساسیت ولتاژ به تغییرات بار در شین های مختلف شبکه است (نسبت تغییرات ولتاژ به تغییرات بار). در این صورت، فاصله نقطه کار فعلی تا نقطه فروپاشی شبکه روی منحنی P-V مشخص می شود.



تابع Power Damping Monitoring (PDM):

اطلاعاتی که تابع PDM در اختیار اپراتور قرار می‌دهد:

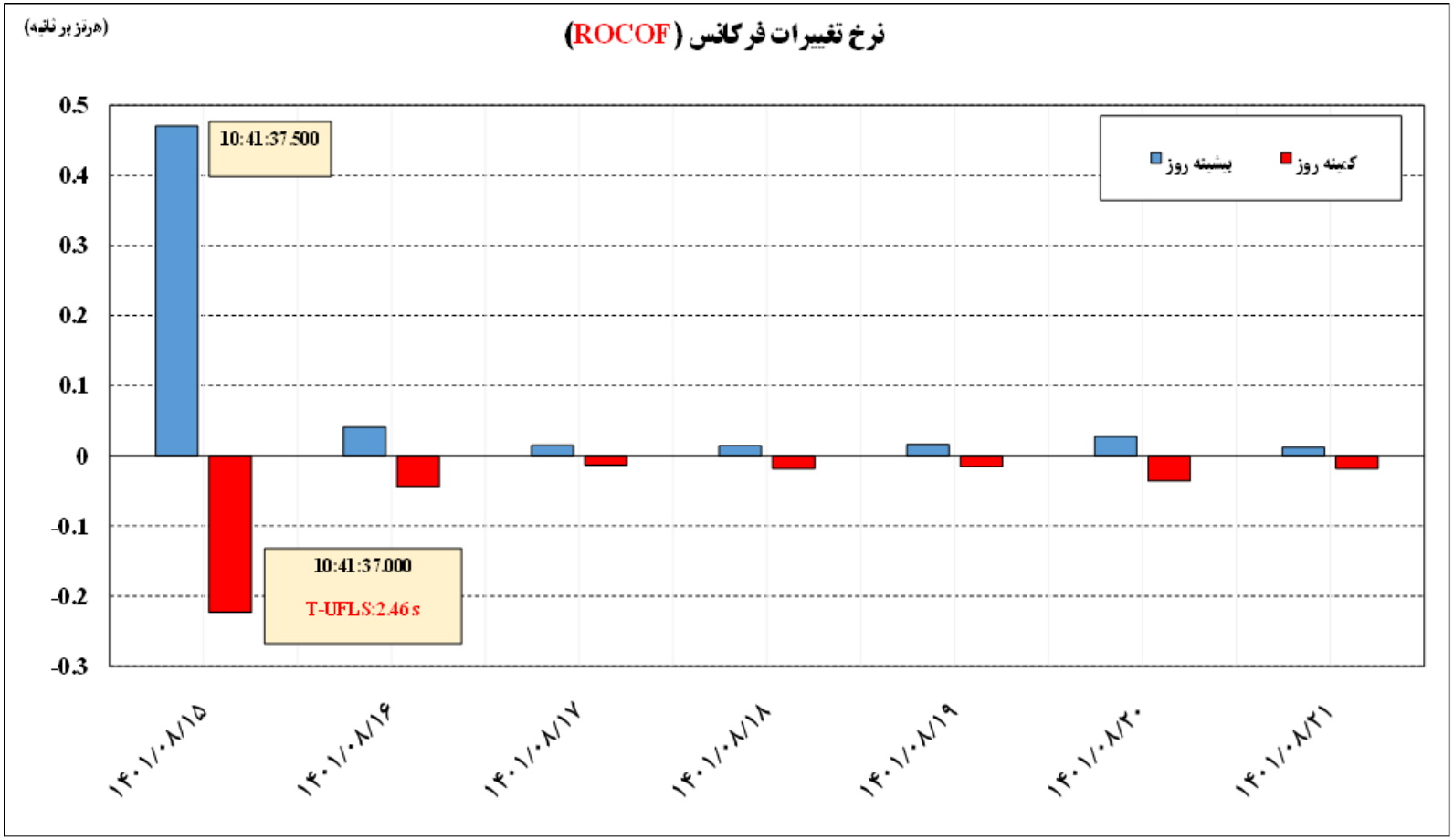
- تعداد مُدهای نوسانی فعال شناسایی شده
- فرکانس و میرایی هر مُد نوسانی
- دامنه نوسانات در هر مُد و در هر سیگنال اندازه‌گیری

تابع PDM در یک نقطه از شبکه نصب می‌شود اما سراسر شبکه را نظارت می‌کند و برای تنظیم آن، نیاز است که چندین اندازه‌گیر که صورت جغرافیایی در سراسر شبکه پخش شده‌اند را به عنوان ورودی دریافت کند.

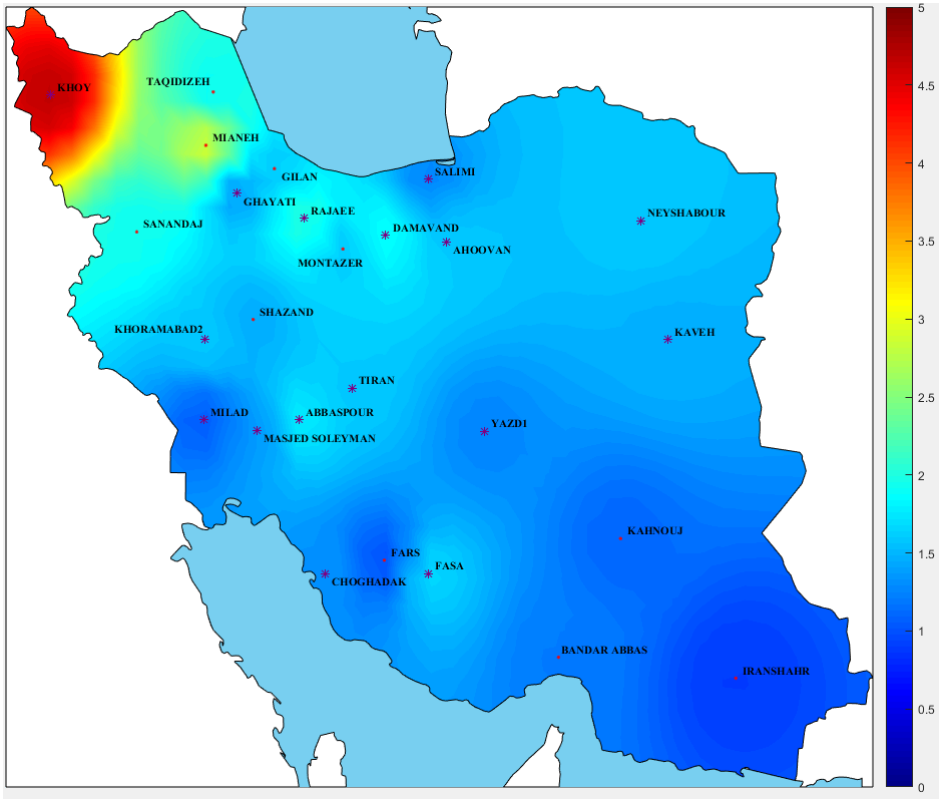
بر اساس تجربه پیشنهاد شده است که از سیگنال فرکانس نواحی مختلف یا سیگنال تابع PAM به عنوان ورودی تابع PDM استفاده شود. از آنجا که هدف شناسایی شکل مُدهای سیستم است، به کارگیری فرکانس به عنوان یک کمیت سراسری برای تابع PDM بهتر از اختلاف زاویه است.

نمونه ای از پایش گسترده شبکه انتقال

Iran WAMS Software

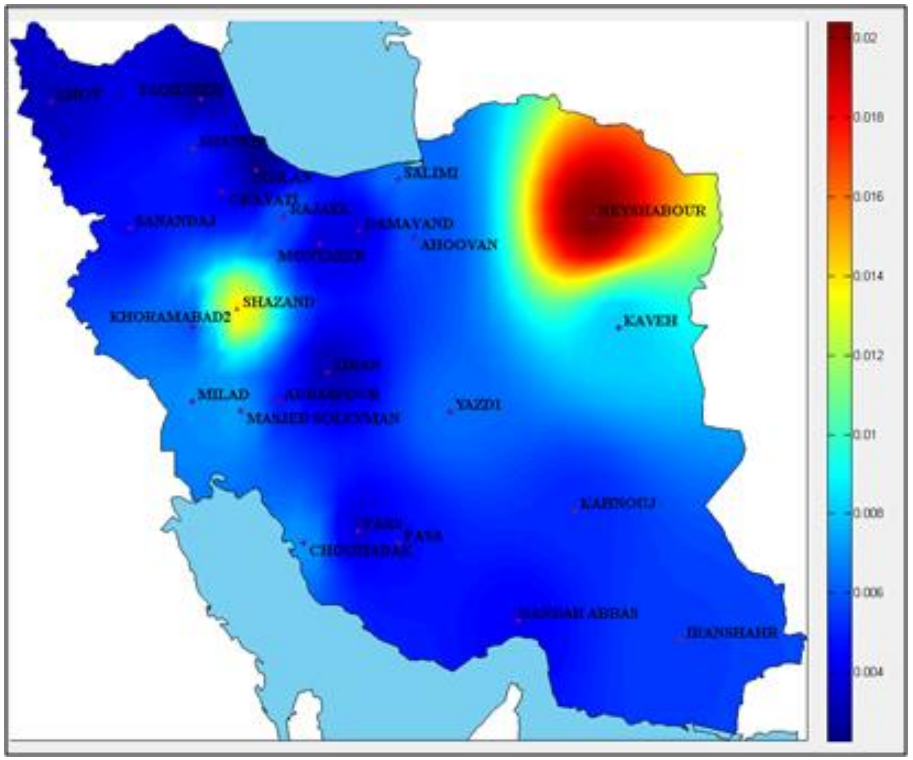


Monitoring the quality of power system



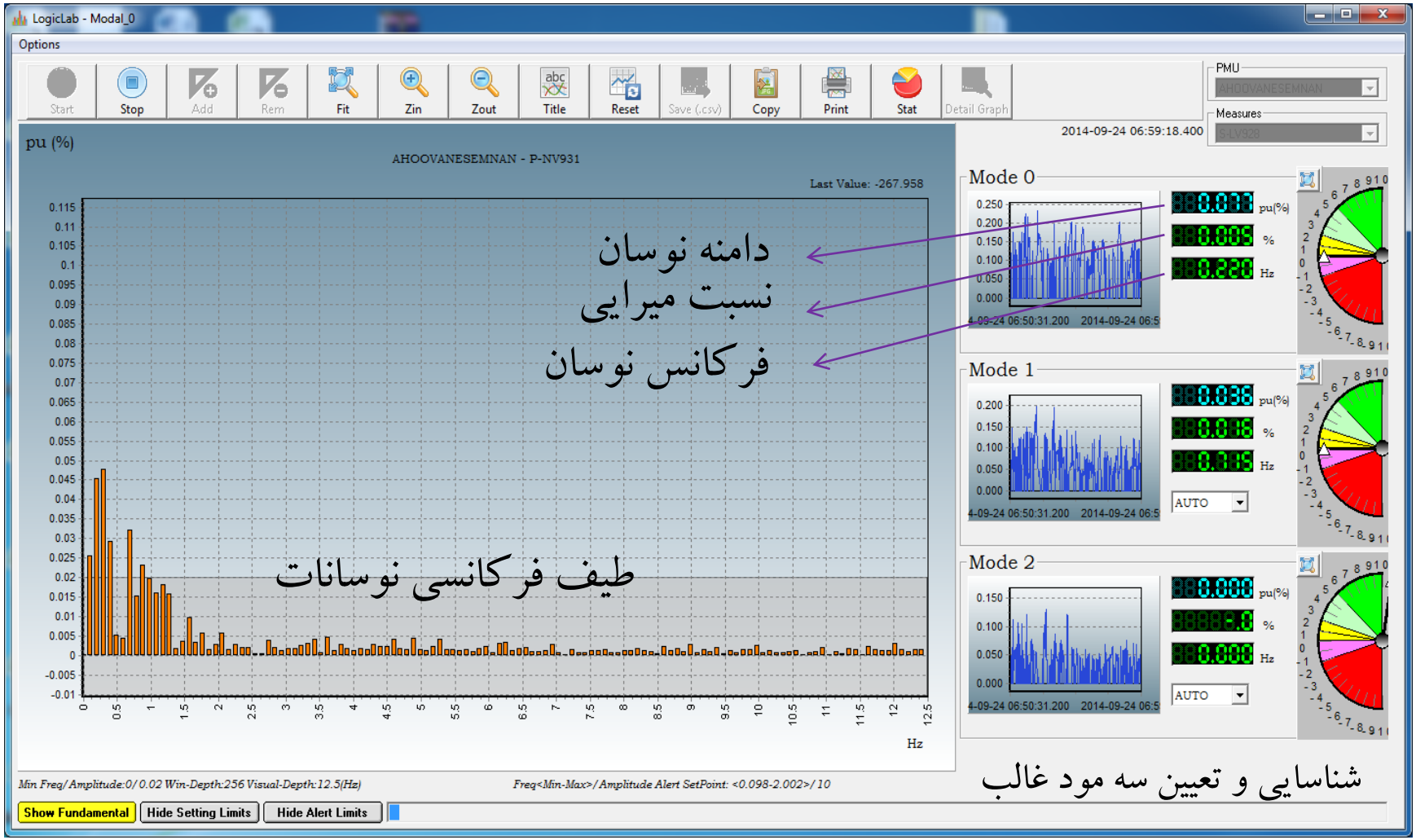
- **Real-Time monitoring of power system quality across the network (such as THD of voltage)**
- **Discovering the direction of harmonics flows and their geographical distribution and the source of harmonics**

Real time monitoring of voltage and current unbalances

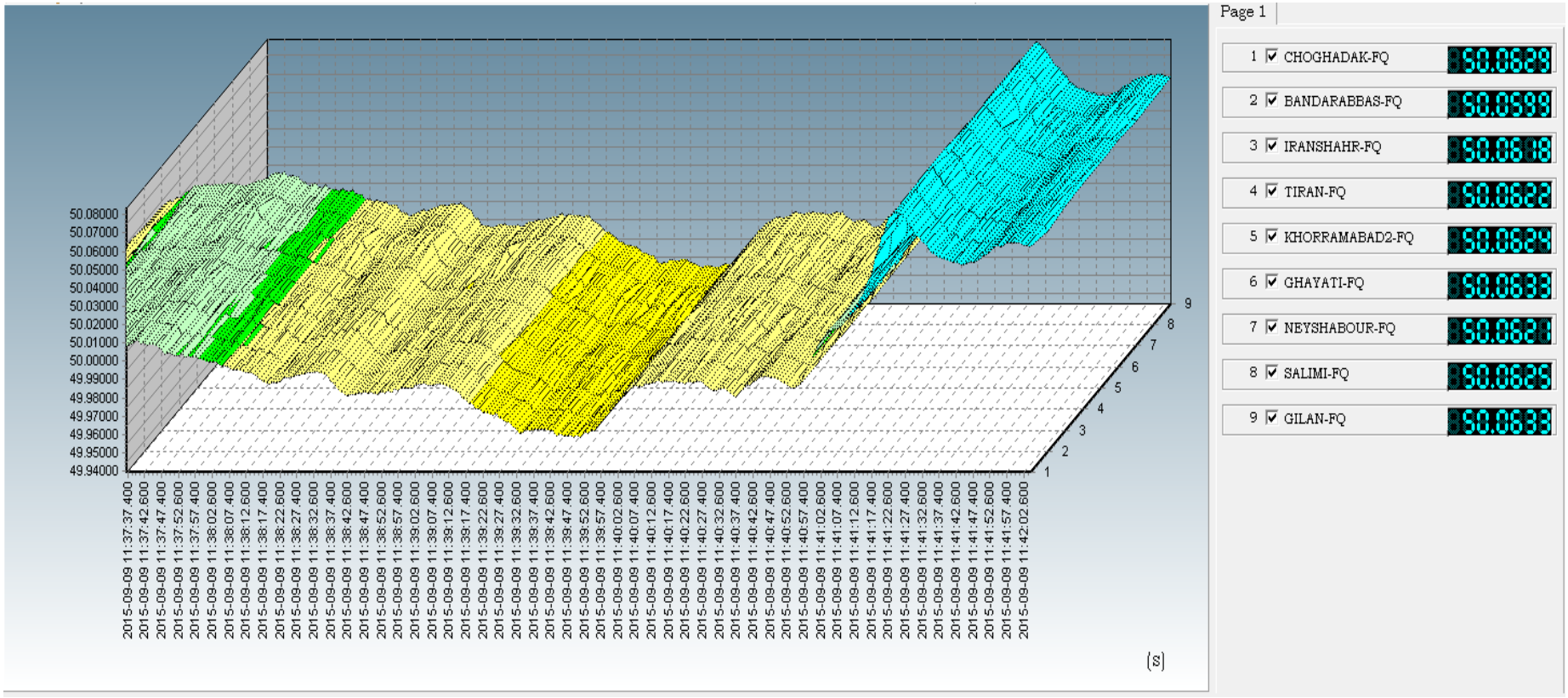


- 3-Phase voltages and currents are monitored. Therefore, positive, negative and zero sequence can be calculated
- VUF(voltage unbalance factor) and CUF (voltage unbalance factor) can be computed in real-time
- Detecting and locating of unsymmetrical faults can be done

Post disturbance analysis



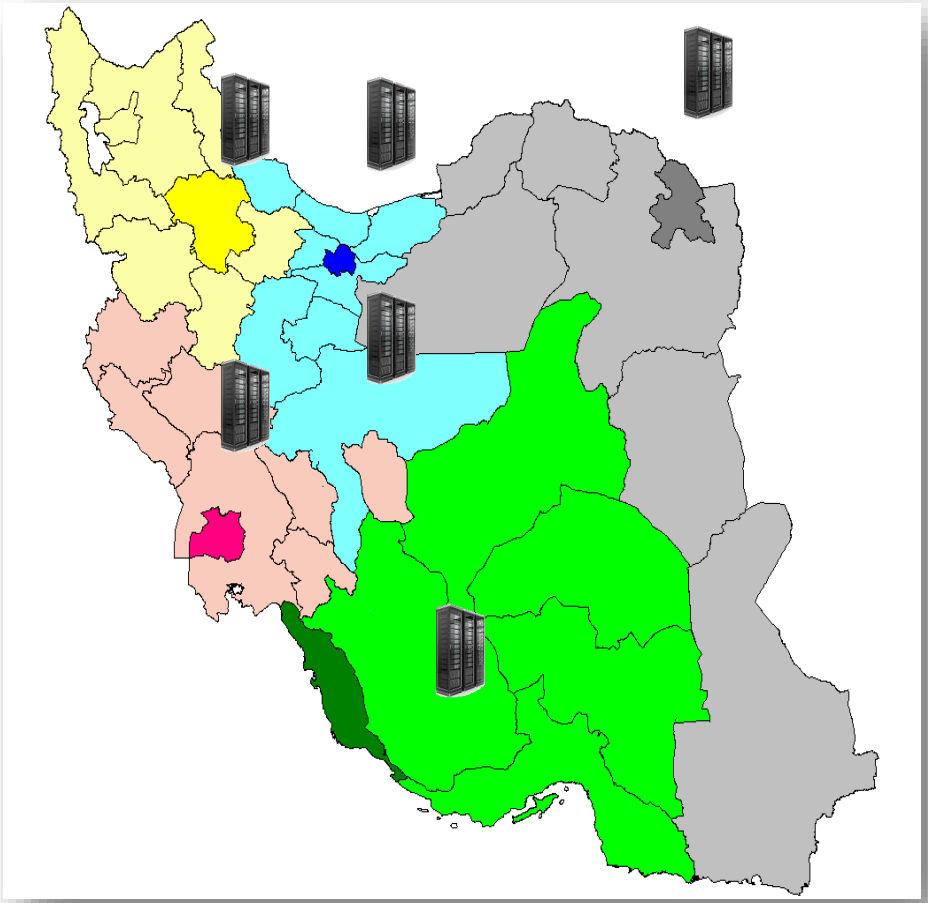
هشیاری وضعیتی (Situational Awareness) شبکه سراسری برق کشور



پایش مصرف مشترکین شرکت های توزیع

MDM: Meter Data Management

- تقسیم کشور به ۵ مرکز اصلی دریافت و پایش اصلاعات کنتورهای توزیع (براساس اقلیم دمایی و نقاط جغرافیایی)



جمع آوری تمام داده ها در سامانه پایش

ناحیهٔ ۱:
تهران بزرگ واستان البرز

ناحیهٔ ۲:
شهرستان مشهد

ناحیهٔ ۳:
شهرستان اهواز

ناحیهٔ ۴:
استان زنجان

ناحیهٔ ۵:
استان بوشهر

ناحیهٔ ۶:
استان اصفهان

بهینه سازان
(MDM شهاب)

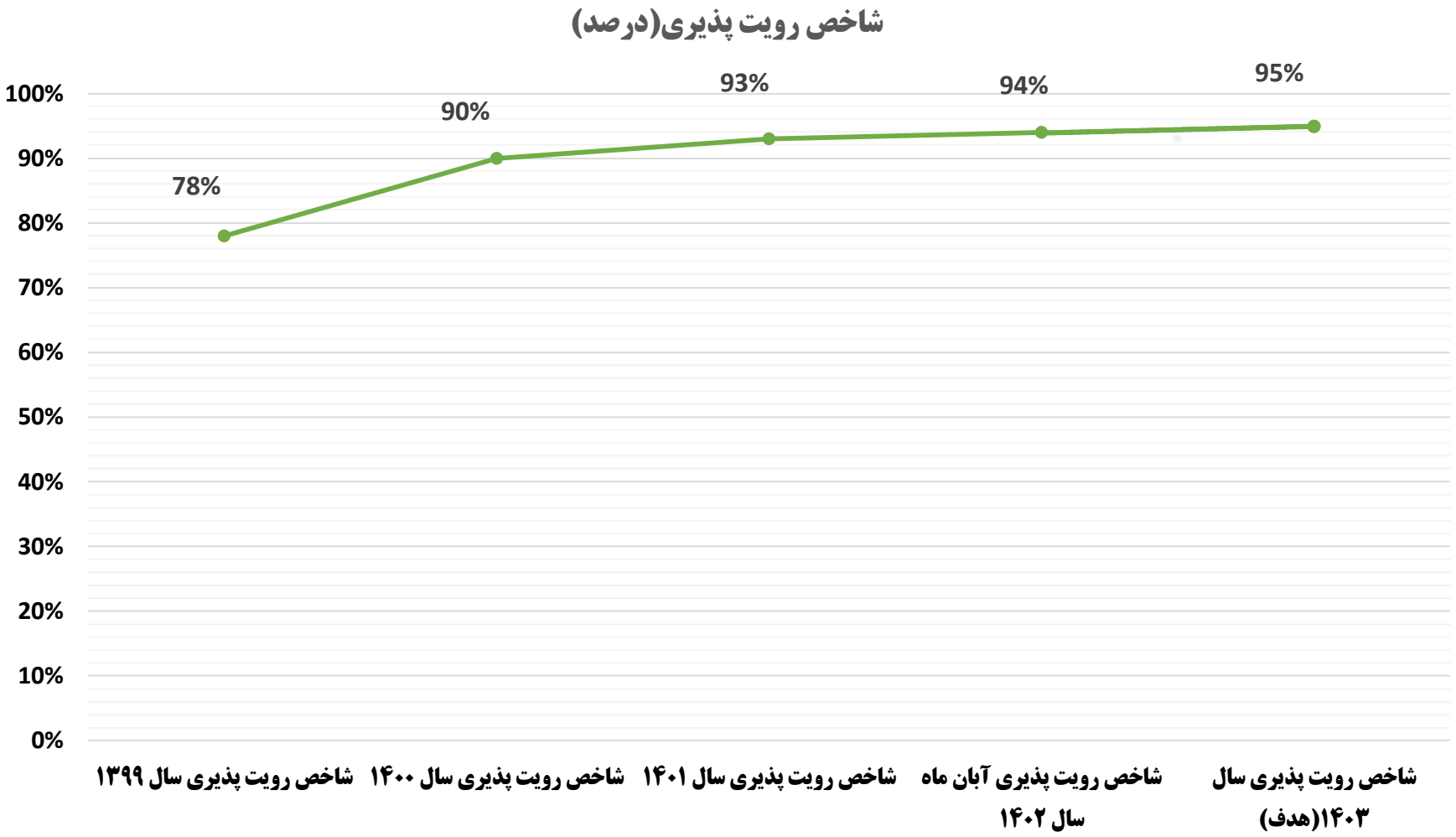
فراب
(MDM فراب)

پادرعد
(MDM پایا)

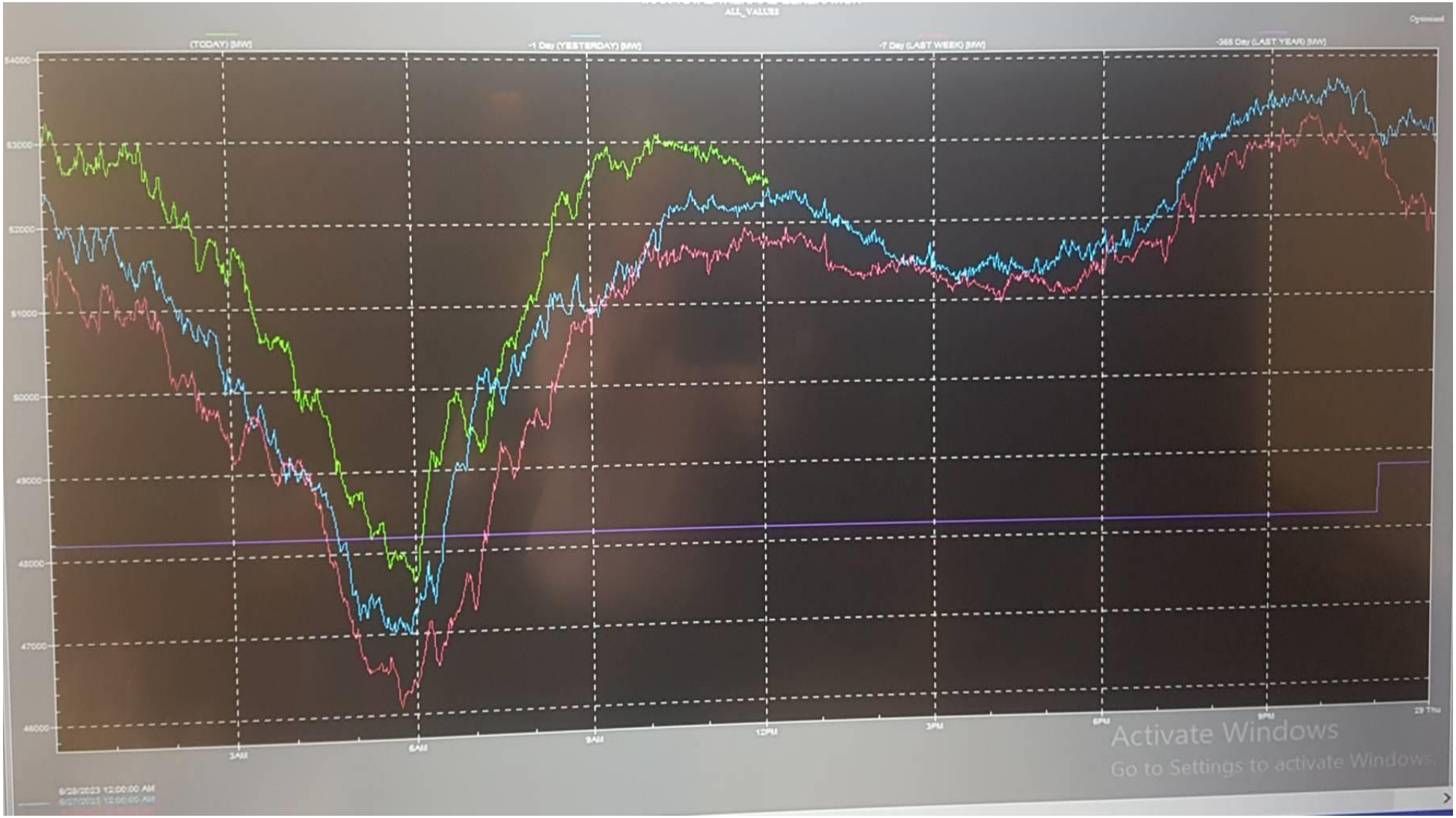
تکنولوژی قوی تر
تاخیرات کمتر
سرعت بالاتر

بالاترین رشد در افزوده شدن کنتور جدید

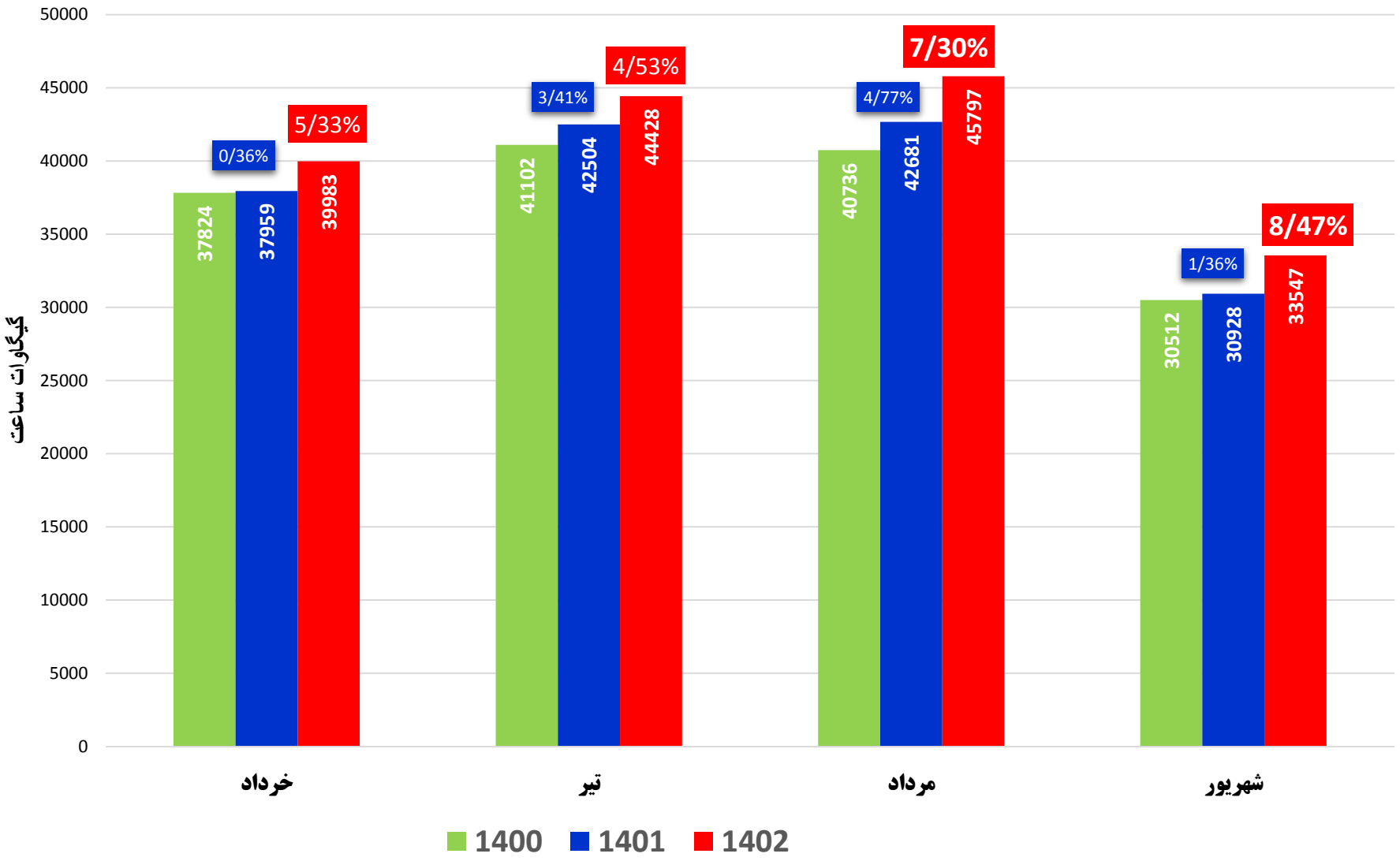
ارتقاء شاخص رویت پذیری کنتورهای هوشمند توزیع



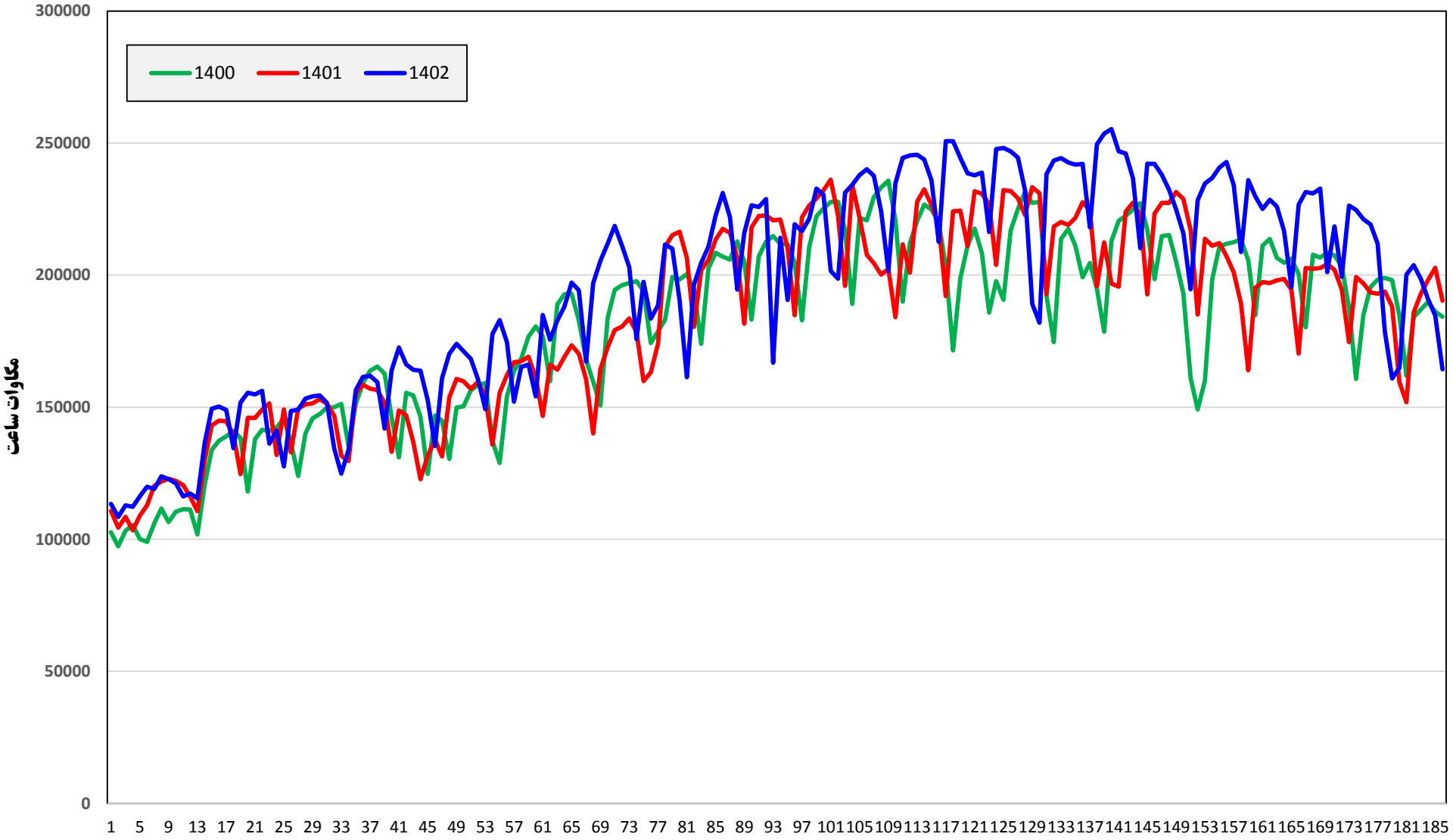
بررسی تولید برق واحدهای نیروگاهی حرارتی، اتمی، تجدید پذیر و تولید پراکنده



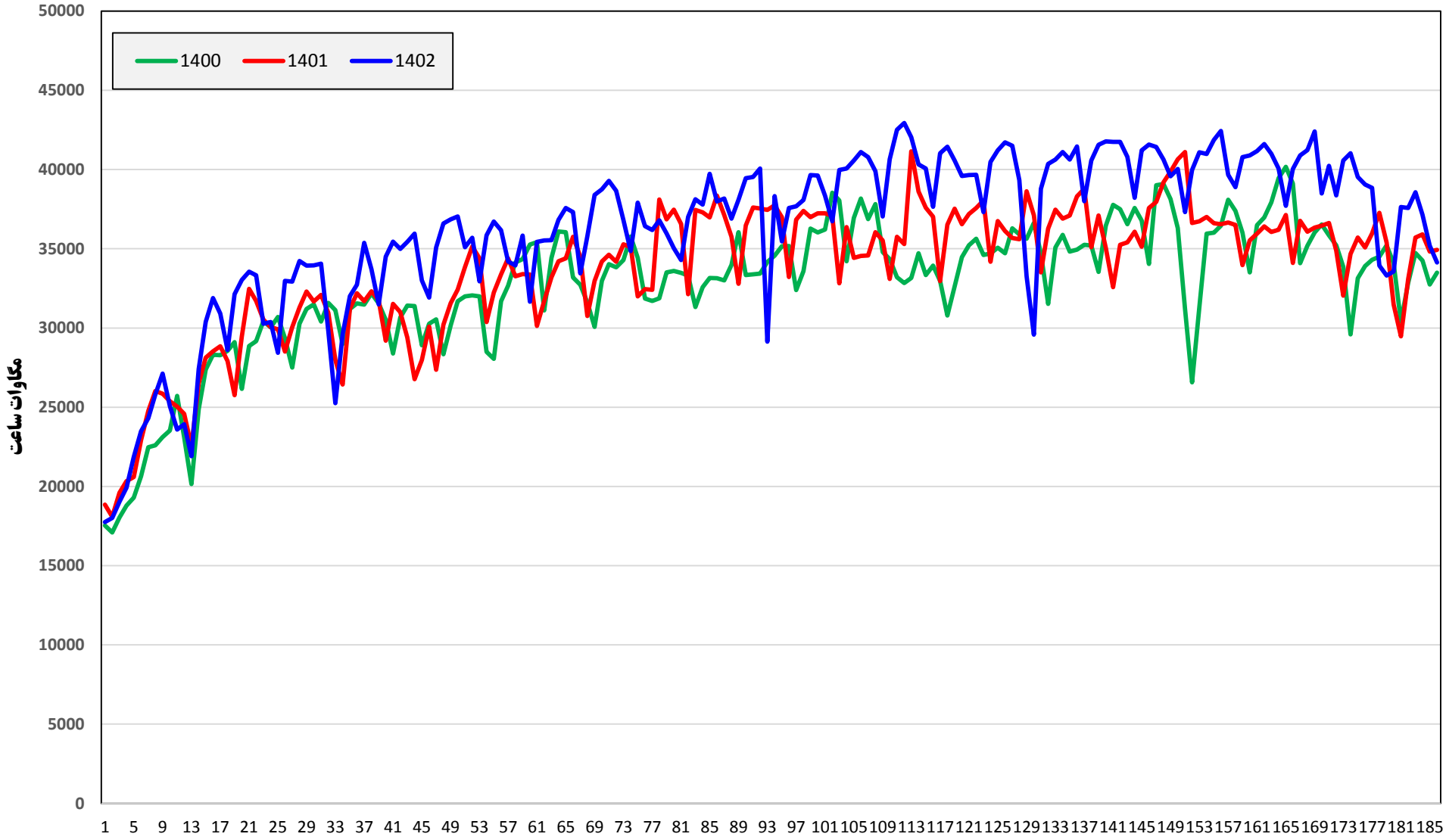
مقایسه تقاضای انرژی از ابتدای خرداد تا پایان شهریور سال های ۱۴۰۰و۱۴۰۱و۱۴۰۲



مقایسه انرژی روزانه برق منطقه ای نمونه ۱ در شش ماهه ابتدایی سالهای ۱۴۰۰ لغایت ۱۴۰۲



مقایسه انرژی روزانه برق منطقه ای نمونه ۲ در شش ماهه ابتدایی سالهای ۱۴۰۰ لغایت ۱۴۰۲



مقایسه انرژی روزانه برق منطقه ای نمونه ۳ در شش ماهه ابتدایی سالهای ۱۴۰۰ لغایت ۱۴۰۲