



جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی مدیریت شبکه برق ایران

پیاده سازی طرح مطالعات جامع شبکه
در شرکتهای برق منطقه ای

دستورالعمل و راهنمای شماره ۳

دستورالعمل نحوه تهیه و ثبت تصویر لحظه ای شبکه سراسری انتقال و فوق توزیع برق ایران

ویرایش ۲

۱۳۹۴/۴/۱۵

معاونت برنامه ریزی و نظارت بر امنیت شبکه

دفتر برنامه ریزی و مطالعات امنیت شبکه

۱- مقدمه

شبیه سازی کامپیوتری یک سیستم قدرت به مثابه ایجاد یک زیربنای مجازی از شبکه برق جهت بررسی رفتار آن در حالت‌های استاتیک و دینامیک می باشد که با استفاده از آن اهداف مهمی از جمله برنامه ریزی، طراحی و بهره برداری از سیستم‌های قدرت میسر می گردد.

از طرف دیگر اساس شبیه سازی کامپیوتری سیستم‌های قدرت را مدل سیستم قدرت تشکیل می دهد که انعکاس دهنده واقعیت‌های شبکه به صورت مجازی در شرایط عادی و غیرعادی سیستم می باشد.

طبیعی است برای تشکیل مدل سیستم قدرت نیاز به جمع آوری مقادیر قابل توجهی اطلاعات ثابت و متغیر و ورود آن به نرم افزار مطالعات سیستم می باشد که اصطلاحاً به آن "دک مطالعاتی" اطلاق می گردد. بدیهی است دقت هر کدام از این عوامل به ویژه اطلاعات مربوط به بهره برداری شبکه که ذاتاً متغیر می باشد و عمدتاً به صورت همزمان و در مواردی به طور غیر همزمان (جهت بررسی حوادث) تهیه می گردد می تواند روی نتایج خروجی مطالعات تاثیر قابل توجهی داشته باشد. لذا اهداف تهیه این دستورالعمل عبارتند از:

- سازماندهی و ضابطه مند شدن فرایند تهیه تصویر لحظه ای شبکه
- حصول اطمینان از بکارگیری روش استاندارد در فرایند اندازه گیری و ثبت اطلاعات مورد نیاز
- شفاف سازی مسئولیتها و وظایف هر یک از دست اندرکاران تهیه تصویر لحظه ای شبکه
- کمک به مستند سازی فرایند تهیه تصویر لحظه ای شبکه
- اعتبار سنجی دوره ای دک مطالعاتی با توجه به تغییر و توسعه شبکه
- هماهنگی دک مطالعاتی مورد استفاده در واحدهای ستادی صنعت برق و شرکت‌های برق منطقه ای
- ایجاد پایگاه داده مشترک و بروزرسانی آن با استفاده از تصویر لحظه ای شبکه دبصورت دوره ای
- استخراج مغایرت‌های احتمالی مقادیر محاسباتی با مقادیر ثبت شده در تصویر لحظه ای شبکه و اصلاح آنها بعنوان مهمترین هدف تهیه تصویر لحظه ای شبکه.

بدیهی است در صورت رسیدن به این هدف مشترک که ممکن است در ابتدای امر زمان بر نیز باشد، دارای دک معتبری خواهیم بود که نتایج هر گونه مطالعات انجام گرفته اعم از برنامه ریزی، طراحی و بهره برداری از شبکه سراسری، انعکاس دهنده اطلاعات واقعی سیستم قدرت خواهد بود.

ضمناً در صورت استفاده از یک نرم افزار مشترک و هماهنگ و همچنین دک مطالعاتی معتبر و یکسان، رسیدن به اهداف مورد نظر از جمله پیشگیری از اعلام نظرات کارشناسی متفاوت در حوزه های برنامه ریزی و بهره برداری شبکه امکان پذیر خواهد بود.

مهمترین مراحل جهت تشکیل دک مطالعات سیستم به شرح زیر است:

۱-۱- تهیه اطلاعات عناصر تشکیل دهنده سیستم قدرت (Element Data) شامل: ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط، منابع راکتیو و سایر تجهیزات

بدیهی است اطلاعات عناصر تشکیل دهنده سیستم قدرت در قالب ساختار شبکه مورد مطالعه فقط یک بار وارد نرم افزار گردیده و بعد از آن در صورت توسعه و یا تغییر در ساختار شبکه بروز رسانی می گردد. لازم به توضیح است که با فراهم شدن بسترهای مورد نیاز مخابراتی و اتصال تدریجی شرکت های برق منطقه ای به محیط چند کاربره نرم افزار موجود در شرکت مدیریت شبکه برق ایران بروز رسانی همزمان شبکه ها میسر خواهد گردید.

۲-۱- تهیه اطلاعات نوعی عناصر تشکیل دهنده سیستم قدرت (**Type Data**) و ورود آنها به نرم افزار. این اطلاعات نیز فقط یک بار و موقع تشکیل دک مطالعاتی وارد نرم افزار گردیده و در صورت توسعه شبکه، ممکن است تیپ های جدیدی به آنها اضافه گردد.

۳-۱- تهیه اطلاعات مقادیر لحظه ای عناصر تشکیل دهنده سیستم قدرت (**Operational Data**) و ثبت آنها در دیاگرام های تهیه شده، موسوم به **Flow sheet** یا **Snapshot**. این اطلاعات برای نقاط کاری مختلفی از جمله حداکثر، متوسط و حداقل بار شبکه و بصورت دوره ای تهیه و مورد استفاده قرار می گیرد.

با توجه به موارد فوق الذکر، تمرکز این دستورالعمل در حال حاضر روی نحوه تهیه تصویر لحظه ای شبکه (**Snapshot**) می باشد و برای نقطه کاری خاصی از سیستم، به صورت دستی، مکانیزه و یا ترکیبی و بر اساس نیاز به صورت آنلاین و یا آفلاین تهیه می گردد. بدیهی است بروز بودن نمودارهای مورد استفاده و دقت در پر کردن اطلاعات تصویر لحظه ای شبکه اعم از اطلاعات مربوط به اندازه گیری (**Measuring**) و اطلاعات وضعیت تجهیزات (**Status**) از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

عمده ترین هدف در تهیه این دستورالعمل، هماهنگ نمودن فرایند تهیه تصویر لحظه ای دقیق شبکه و قابل اعتماد در سطح دیسپاچینگ های ملی، منطقه ای و نواحی می باشد. در این خصوص، هماهنگی و همکاری کارشناسان شرکت های برق منطقه ای بویژه اعضای کارگروه مطالعات جامع با نیروگاهها و دیسپاچینگ مناطق، جهت پیشبرد اهداف مورد نظر، ضرورت دارد.

۲- عناوین اطلاعاتی مورد نظر

مهمترین مواردی که می بایست به صورت همزمان در تصویر لحظه ای ثبت شود عبارتند از:

۱-۲- ولتاژ باسبارها در سطوح ولتاژی موجود در هر پست

۲-۲- زاویه ولتاژ باسبارها در پست هایی که **PMU** نصب شده است.

تبصره: در صورت مجزا بودن باسبارها، ولتاژ هر باسبار بطور جداگانه روی دیاگرام ثبت گردد.

۲-۳- توان اکتیو، راکتیو و ولتاژ ترمینال ژنراتورها و شماره تپ چنجر ترانسفورماتور به تفکیک واحدها

تبصره: موکدا توصیه می شود حد قابل تولید توان اکتیو و راکتیو واحدها هم از طرق مناسب تهیه و ثبت گردد.

۲-۴- مجموع توان اکتیو و راکتیو تحویلی به شبکه انتقال یا فوق توزیع، مجموع مصرف داخلی نیروگاه در دیاگرام ثبت گردد.

۲-۵- توان اکتیو و راکتیو ترانسفورماتورهای انتقال و فوق توزیع در اولیه و ثانویه و ثالثیه (در صورت وجود) با لحاظ جهت بارها (ورودی ها منفی و خروجی ها مثبت)

تبصره:

- در صورت عدم تشابه مشخصات ترانسفورماتورها یا بهره برداری مجزا، اطلاعات مربوطه به صورت جداگانه ثبت شوند.

- در صورت تحت تانسیون بودن ترانسفورماتور، ولتاژ سمت باز، در محل مربوطه ثبت گردد.

- اطلاعات ترانسفورماتورهای موجود در هر پست (پارالل یا غیر پارالل)، بصورت جداگانه ثبت شوند.

- چنانچه در زمان ثبت اطلاعات تصویر لحظه ای شبکه، خاموشی در پست مربوطه اعمال شده باشد، مقدار خاموشی اعمال شده (مگاوات و مگاوار) در کنار نام پست نوشته شود.

۲-۶- شماره تپ چنجر ترانسفورماتورها (**off-load** و **on-load**) در سمت مربوطه ثبت گردد.

تبصره: شماره تپ اعلام شده می بایست بر مبنای اطلاعات پلاک ترانسفورماتور باشد.

۲-۷- توان اکتیو و راکتیو خطوط با لحاظ هماهنگی جهت در ابتدا و انتهای هر خط ثبت گردد.

تبصره:

- احتمال ناهماهنگی جهت توان راکتیو در طرفین خطوط بلند وجود دارد.

- اطلاعات خطوط دو یا سه مداره، جداگانه ثبت شوند.

- در صورت تحت تانسیون بودن خطوط، ولتاژ انتهای خط در محل مربوطه ثبت گردد.

۲-۸- مقدار لحظه ای توان منابع راکتیو به تفکیک راکتورها و خازنهای در مدار (**MVar**) ضروری است.

تبصره: علاوه بر راکتورها و خازن هایی که مستقیماً به شبکه انتقال و فوق توزیع متصل هستند، مقادیر مربوط به راکتورهایی که روی ثالثیه ترانسفورماتورهای انتقال قرار دارند نیز لازم است ثبت گردند.

۲-۹- مشخص نمودن خارج از مدار بودن تجهیزات بشرح ذیل ضروری می باشد:

- خارج از مدار بودن ژنراتور، راکتور و خازن، با تیره کردن شماره المان مربوطه

- خارج از مدار بودن خطوط و ترانسفورماتورها با ثبت کلمه "باز" در دو طرف

- تحت ولت بودن خطوط و ترانسفورماتورها با ثبت کلمه "باز" در یک طرف

- باز بودن کلید باسکوپلر و باس سکشن با تیره کردن کلید مربوطه مشخص گردد.

۲-۱۰- خلاصه وضعیت منطقه

علاوه بر ثبت اطلاعات لحظه ای تجهیزات فوق الذکر، صفحه جداگانه ای با عنوان "خلاصه وضعیت منطقه" مشتمل بر اطلاعات زیر برای نشان دادن وضعیت کلی مناطق تحت پوشش ثبت می گردد:

- مقدار تولید تحویلی به شبکه (مگاوات و مگاوار)

- مقدار جمع جبری تبادل با مناطق همجوار (مگاوات و مگاوار) در کلیه سطوح ولتاژی

- مقدار جمع جبری تبادل برون مرزی (مگاوات و مگاوار) در کلیه سطوح ولتاژی
- مقدار خاموشی (مگاوات و مگاوار) در لحظه تهیه تصویر لحظه ای شبکه
- مجموع بار برون مرزی (مگاوات و مگاوار) در کلیه سطوح ولتاژی
- مجموع مصرف داخلی نیروگاههای منطقه
- مقدار تلفات شبکه انتقال و فوق توزیع (مگاوات و مگاوار)
- مقدار بار مصرفی صنایع مهم منطقه و میزان اعمال مدیریت بار (مگاوات و مگاوار)
- مقدار نیاز مصرف منطقه و شرکتهای تحت پوشش به تفکیک (مگاوات و مگاوار)
- مجموع منابع راکتیو در مدار به تفکیک راکتور و خازن
- مقدار فرکانس در لحظه تهیه تصویر لحظه ای شبکه و توان معادل افت فرکانس
- حداکثر و حداقل درجه حرارت لحظه مربوطه

مراکز کنترلی که مسئولیت چند شرکت برق منطقه ای را به عهده دارند، لازم است علاوه بر موارد فوق الذکر، وضعیت کلی هر کدام از مناطق تحت پوشش خود را نیز به تفکیک محاسبه و اعلام نمایند. در نهایت ساعت و تاریخ و اسامی همکاران تهیه کننده تصویر لحظه ای شبکه ثبت می گردد.

۳- نحوه بررسی اطلاعات تصویر لحظه ای شبکه و اصلاح آن در صورت نیاز

همانطوری که در مقدمه این دستور العمل ذکر گردید، بدلیل لزوم بررسی وضعیت شبکه در حالتهای استاتیک و دینامیک و اطمینان از نتایج مطالعات انجام گرفته و استفاده از آنها در بهره برداری و برنامه ریزی سیستمهای قدرت، موضوع تهیه تصویر لحظه ای شبکه بصورت دوره ای به خاطر تغییراتی که در اثر توسعه در ساختار سیستم قدرت اتفاق می افتد، اهمیت فوق العاده ای دارد و همه تلاشها جهت تهیه تصویر لحظه ای با کمترین نقص در راستای تشکیل دک مطالعاتی معتبر می باشد که می تواند بستر لازم را جهت انجام مطالعات سیستم قدرت فراهم نماید.

با توجه به وجود خطاهای محتمل در فرایند ثبت اطلاعات شبکه از جمله نداشتن برخی اطلاعات (Missed Data) و یا اطلاعات بد (Bad Data)، ضروری است این موارد قبل از ورود به دک و استفاده از آنها جهت انجام مطالعات سیستم پالایش و اصلاح شوند.

با توجه به اهداف در نظر گرفته شده برای انجام انواع مطالعات سیستم استاتیک و دینامیک شبکه سراسری و اهمیت مطالعات پخش بار بعنوان آغازگر سایر مطالعات، اهمیت تهیه تصویر لحظه ای شبکه دقیق و دوره ای کاملاً محرز می باشد. اقداماتی که جهت کنترل و استخراج برخی از اطلاعات تصویر لحظه ای اولیه مورد نیاز است تا توسط کارشناسان دیسپاچینگها و کارگروه مطالعات جامع منطقه انجام گیرد، به شرح ذیل می باشد:

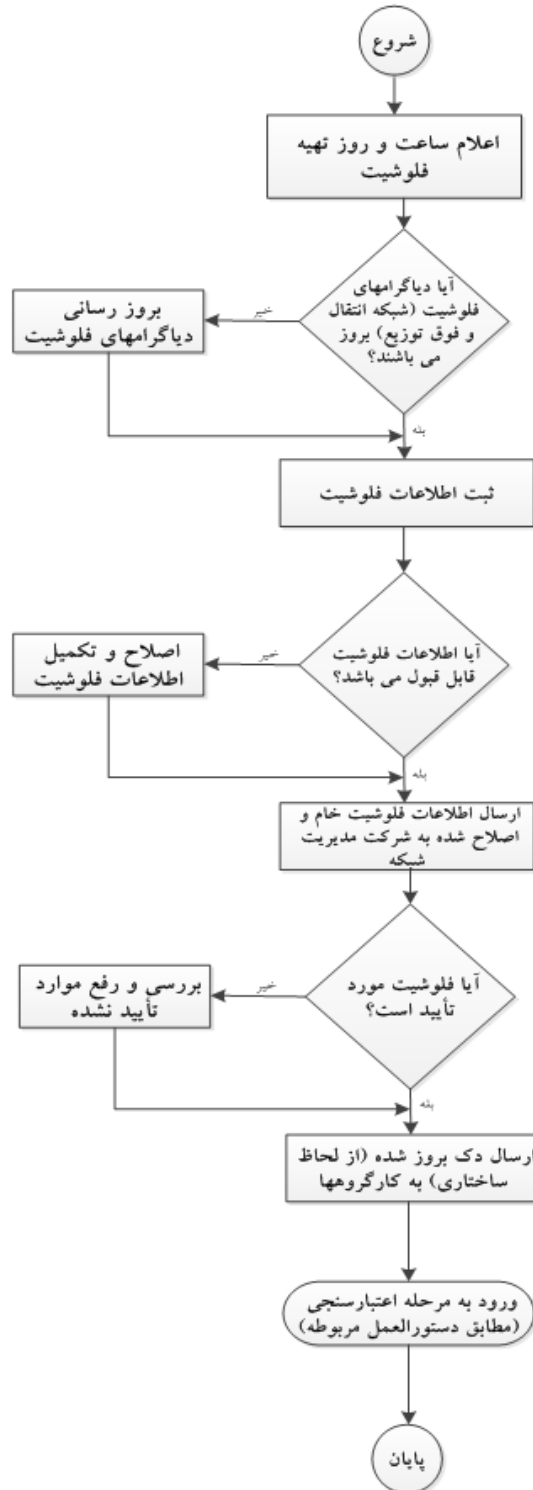
(۱) کنترل مطابقت دیاگرامهای مورد استفاده بر اساس آخرین وضعیت ساختار شبکه

- ۲) محاسبه و کنترل جمع جبری توانهای اکتیو و راکتیو ورودی و خروجی در هر باسبار و مشخص نمودن میزان مغایرت (**Mismatch**) و علت احتمالی آنها
- تبصره: در قدم اول کنترل اطلاعات توسط بهره‌بردار انجام و نتیجه به کارگروه مطالعات جامع اعلام می‌گردد.
- ۳) بررسی موارد مغایرت و عدم ثبت شماره تپ چنجر ترانسفورماتورها
- ۴) بررسی مقادیر بار طرفین خطوط و ترانسفورمرها جهت مشخص کردن اطلاعات مشکوک شامل:
- مغایرت جهت اعلام شده بار در طرفین خطوط و ترانسفورماتورها
 - اختلاف غیر عادی در مقادیر بار در ابتدا و انتهای خطوط
 - اختلاف غیر عادی در مقادیر بار اولیه و ثانویه ترانسفورماتورها با لحاظ نمودن بار ثالثیه در صورت وجود
 - بالاتر بودن دریافت توان نسبت به طرف ارسال کننده توان در خطوط و ترانسفورماتورها
- ۵) بررسی مقادیری که خارج از محدوده مجاز تجهیزات می باشند.
- ۶) بررسی مغایرت‌های احتمالی بین سرجمع مقادیر ثبت شده تصویر لحظه ای شبکه در پستهای انتقال و پستهای فوق توزیع پایین دست آنها
- پس از بررسی های فوق‌الذکر کارگروه مطالعات جامع موظف است با همکاری بهره‌برداران دیسپاچینگ و پستها و سایر منابع اطلاعاتی در دسترس، تصویر لحظه ای شبکه را اصلاح نموده و به همراه فلوشیت خام (اولیه) جهت انجام اقدامات بعدی به شرکت مدیریت شبکه برق ایران ارسال نماید.

۴- خلاصه

- تعیین و ابلاغ ساعت و روز مناسب جهت تهیه تصویر لحظه ای از طرف شرکت مدیریت شبکه برق ایران حداقل از یک هفته قبل به شرکتهای برق منطقه ای جهت ایجاد آمادگی لازم صورت می‌پذیرد.
- اطلاعات تصویر لحظه ای شبکه (فلوشیت) در قالب دیاگرام‌های بروز شده ثبت گردد. اطلاعات علاوه بر مقادیر اندازه گیری شده، شامل وضعیت در مدار بودن تجهیزات نیز می‌گردد.
- درخصوص بروزسانی دیاگرام‌های شبکه های انتقال و فوق توزیع می‌بایست قبل از تهیه تصویر لحظه ای شبکه اقدام گردد.
- پس از تهیه تصویر لحظه ای شبکه، در خصوص اطلاعات بد (**Bad Data**) و اطلاعات ناقص (**Missed Data**) بر اساس رویه فوق (رفع اشکالات احتمالی تصویر لحظه ای شبکه) اقدام گردد.
- کارگروه‌های شرکتهای برق منطقه‌ای می‌بایست تصویر لحظه ای شبکه تهیه شده (فلوشیت خام و اصلاح شده) را حداکثر ظرف ۱۰ روز به شرکت مدیریت شبکه برق ایران ارسال نمایند.
- اطلاعات تصویر لحظه ای شبکه آفلاین که برای بررسی حوادث و تاریخ گذشته تهیه می‌گردد، می‌تواند مشابه ساختار تصویر لحظه ای شبکه آنلاین باشد.

- دک مطالعاتی شبکه سراسری بر اساس تصویر لحظه ای شبکه نهایی شده و مطابق با دستورالعمل مربوطه (درباره نحوه ورود اطلاعات به دک) با همکاری شرکت مدیریت شبکه و کلیه شرکت های برق منطقه ای، تشکیل و فایل نهایی جهت استفاده کارگروه های مناطق ارسال می گردد. سپس مراحل اعتبارسنجی مدل بر مبنای دستورالعمل ویژه آن پیگیری خواهد شد.



نمودار ۱: نمایش خلاصه فرایند تهیه تصویر لحظه ای شبکه