نظارت و کنترل قسمتی از شبکه برق جنوب ایران در زمان پیک بار مصرفی توسط سیستم اسکادا

[۲،۱] محمد هادی ورهرام، [۲] امید کهنسال، [۳] غلامرضا ساور، [۳] ایرج خیری زاد

varahram@sharif.edu, kohansal_omid@yahoo.com, reza.savar@gmail.com, Kheirizad@hotmail.com

[۱] دانشگاه صنعتی شریف، [۲]،دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، [۳]سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران

کلمات کلیدی: سیستم اسکادا، پیک بار مصرف، بررسی نقاط ضعف سیستم، بررسی راهکارهای موجود

چکیده

سیستم اسکادا[1]SCADA ، امکان مونیتور کردن و کنترل پروسسهایی که در سایتهای دوردست قرار گرفته اند را به اپراتور می دهد. یک طراحی خوب سیستم اسکادا، با حذف نیاز بازرسی مکرر پرسنل از سایتها، باعث صرفه جویی زیادی در وقت و هزینه می گردد. در سالهای اخیر، این سیستمها از نظر کاربری، قابلیت گسترش و کارایی چشمگیری نموده و حتی برای پیچیده ترین سیستمهای توزیع، نیز گزینه ای بسیار مناسب به شمار می روند. پایین بودن ضریب توان از مهمترین مشکلات شبکه برق به ویژه در در زمان اوج مصرف است. تراکم بار بالا و دور دست بودن آن از مراکز تولید باعث قرار گرفتن خطوط در شرایط اضافه بار و افزایش تلفات میگردد. با استفاده از نرم افزار نمونه و نظارت و کنترل بر شبکه های توزیع توسط سیستم اسکادا می توان توسط خازن گذاری بهینه وکنتورهای دیجیتال ضریب توان شبکه را بهبود بخشید. از طرفی با استفاده از تولیدات پراکنده در سطوح مختلف ولتاژ نیز می توان از احداث خطوط انتقال جدید اجتناب و تلفات خطوط را کاهش داد.این مقاله به کارایی ومعرفی سیستم اسکادا، تحلیل قسمتی از شبکه برق جنوب کشور در زمان پیک بار مصرف، بررسی نقاط ضعف و بررسی راهکارهای آن می پردازد.

مقدمه:

نیاز به انرژی الکتریکی مطمئن در تمام جنبه های زندگی کنونی امری کاملاً روشن بوده و نقش بسیار بارز و چشمگیری را دارا می باشد و هدف اصلی در ارایه بهینه این انرژی، جلب رضایت و اطمینان مصرف کنندگان است. بنابراین برای دستیابی به این هدف، باید سیستم الکتریکی، تحت نظارت و بررسی همه جانبه و بطور دقیق و دائمی قرار گیرد کاربرد انرژی الکتریکی در زندگی روزمره امری اجتناب ناپذیر است و با توجه به اختراعات و نوآوری های علمی محققان و دانشمندان، هر روز بر دامنهٔ وسعت آن نیز افزوده می شود.

از نقطه نظر دیگر، با رشد فزاینده جمعیت و طرحهای گوناگون توسعه، باید با گسترش شبکه های الکتریکی، شرایطی را فراهم کرد که همگان بتوانند از این انرژی استفاده کنند. نکتهٔ مهم و حائز اهمیت در این خصوص، افزایش کیفیت و رعایت محدوده های مجاز و استاندارد انرژی مورد تقاضای مصرف کنندگان است.

قدر مسلم آنچه مورد نیاز همه مصرف کنندگان است و هدف اصلی در ارایهٔ بهینهٔ انرژی الکتریکی می باشد، دسترسی به انرژی الکتریکی مطمئن و رضایت و اطمینان مشترکان و مصرف

[1] Supervisory Control and Data Acquisition

کنندگان انرژی الکتریکی است. ویژگیهایی همچون تداوم و تأمین انرژی، عدم تغییر ولتاژ و یکنواختی آن بطور معمول برای مصرف کنندگان اهمیت دارد. از دیدگاه تولید کننده نیز، آنچه که علاوه بر موارد فوق حائز اهمیت است، ارایه انرژی الکتریکی با کمترین هزینه می باشد.برای دستیابی به این موارد باید مطالعات و بررسی هایی در خصوص چگونگی تأمین انرژی مطمئن صورت پذیرفته و با توجه به محاسبه های پیچیده و دقیق علمی، کنترل های لازم انجام شود. با توجه به آنچه که در مقدمه فوق ذکر شد، آنچه که در بهره برداری از شبکه قدرت بعنوان هدف دنبال می شود سه مورد اساسی زیر است:

ارایه انرژی الکتریکی با کیفیت مطلوب

انرژی الکتریکی مطمئن

کمینه کردن هزینه ها در تولید، انتقال و...

ارایهٔ انرژی الکتریکی با کیفیت مطلوب

در مباحث مربوط به بهره برداری از شبکه های قدرت، آنچه که به عنوان «کیفیت» انرژی الکتریکی از آن نام برده می شود، با دو عامل مشخص می شود:

اول اینکه دامنه ولتاژ در محدودهٔ قابل قبول و مجاز، قرار گیرد. دوم تغییرات فرکانس در محدوده مجاز بوده و عاری از نوسان باشد. در وضعیتهای مختلف شبکه، ولتاژ بایستی در سطح مجاز نگه داشته شود. اساساً تنظیم ولتاژ در شبکه یعنی تنظیم توان راکتیو. ابزارهای تنظیم توان راکتیو نیز جریان تحریک ژنراتورها، بانک های خازنی و راکتورها می باشند. البته در اینجا، یک سیستم کنترل همه جانبه، با مونیتورینگ کمیاب مهم در شبکه، در مورد تزریق توان راکتیو و یاجذب آن در قسمتهای مختلف شبکه تصمیم می گیرد و بدین ترتیب می تواند در بهبود کیفیت انرژی، مؤثر واقع شود.در هر لحظه، انرژی الکتریکی که تولید می شود بایستی با انرژی مصرفی در موازنه باشد با این اصل، هر گونه تغییر در بار، بایستی یک تغییر در تولید نیز به دنبال داشته باشد. در غیراینصورت در سیستم عدم تعادل بوجود خواهد آمد. بعنوان مثال؛ اگر افزایش بار در نقطه ای از شبکه رخ دهد و در سیستم تولید، به منظور جبران آن تغییری صورت نپذیرد، شبکه انرژی مورد نیاز خود را از انرژی جنبشی قسمتهای دوارسیستم خواهد گرفت و این امر، یعنی افت فرکانس شبکه. بدین ترتیب دستیابی به کلیه نقاط تولید در هنگام بهره برداری از شبکه، امری ضروریست و برای نیل به این هدف استفاده از یک سیستم کنترلی قوی، همه جانبه و کارآمد در جهت حفظ پایداری سیستم قدرت اجتناب ناپذیر خواهد بود.

کمینه کردن هزینه ها

هزینه های تولید در شبکه قدرت، کاملاً مرتبط با منابع انرژی موجود و در دسترس و همچنین ترکیب نیروگاههای مختلف در یک سیستم قدرت می باشد. با توجه به منابع انرژی موجود و همچنین سیاستگذاری کلان سوخت در یک کشور، با ترکیب تولید نیروگاههای مختلف، می توان هزینه های تولید را به طور مؤثر کنترل نمود. با توجه به این که ۳۰ درصد هزینه کل انرژی الکتریکی مربوط به انتقال توان است ، کاهش خطوط انتقال باعث سود بیشتری می شود ، علاوه بر آن در کاهش تلفات انرژی موثر است.

انرژی الکتریکی مطمئن

وضعیت یک شبکه الکتریکی را در شرایط مختلف بهره برداری، می توان در چهار وضعیت یا مد خلاصه کرد.

«مد عادی»

«مد آستانه خطا»

«مد اضطراری»

«مد بازیابی»

سیستم قدرت، در صورتی می تواند انرژی الکتریکی را بصورت مطمئن به مصرف کننده برساند که در وضعیت نرمال بهره برداری باشد. با توجه به گستردگی و اهمیت آلارمها در شبکه های قدرت، نگهداری سیستم در وضعیت نرمال زمانی عملی خواهد بود که آلارمها را به موقع دریافت کرده و سریعاً تحلیل کنیم. در واقع کشف سریع مد آستانه خطا می تواند از رفتن سیستم به وضعیت اضطراری جلوگیری کرده و سریعاً به وضعیت نرمال برگرداند.

از طرف دیگر، در صورت سقوط سیستم به حالت اضطراری بایستی آنرا سریع، حساب شده و با برنامه ریزی به وضعیت «بازیابی» و سپس به وضعیت نرمال برد.

با توضیحات فوق می بینیم که داشتن یک سیستم کنترل کارآمد، دقیق و سریع چقدر می تواند در نگهداری سیستم در

وضعیت نرمال کمک کند.بنابراین وجود یک سیستم SCADA برای مدیریت انرژی الکتریکی لازم است.

اطلاعات جمع آوری شده درایستگاههای شبکه برق ، توسط پایانه های راه دور به مرکز دیسپاچینگ و نرم افزار اسکادا ارسال اسکادا می شوند. نرم افزار اسکادا به جمع آوری اطلاعات شبکه به صورت بلادرنگ در پایگاه داده و نمایش تمام گرافیکی وضعیت شبکه پرداخته و امکان تصمیم گیری کاربرها و سیستمهای نرم افزاری دیگر را برای ارسال انواع فرمانهای کنترلی فراهم می کند.

تحلیل قسمتی از شبکه برق جنوب کشور در زمان پیک بار مصرف

همانطور که می دانیم بسیاری از مشکلات شبکه برق کشور در زمان اوج مصرف اتفاق می افتد. در این شرایط بحرانی قطع شدن یکی از خطوط ممکن ناحیه وسیعی از کشور را در خاموشی فرو ببرد ، بنابراین باید در زمان پیک مصرف کمیت های مختلف انرژی الکتریکی در مورد مولدها و خطوط انتقال و ادوات دیگر مورد آنالیزقرار داد. بدین طریق نقاط بحرانی شبکه از نظر ولتاژ و فرکانس مشخص می شود[۱].

برای بررسی مشکلات شبکه برق اولین گام در اختیار داشتن اطلاعات صحیح دز زمان پیک در مورد نمونه ای ناحیه موردنظر است. گام دوم تجزیه تحلیل کردن اطلاعات موردنظر است. که با توجه به پیشرفت روز افزون نرم افزارها در زمینه مدیریت انرژی ما را قادر می سازد.که گام دوم بسیار سریعتر و با دقت بیشتری برداشته شود.

گام اول: ورود اطلاعات به نرم افزار می باشد. البته اطلاعات مربوط به زمان پیک بار در ناحیه ای از جنوب کشور است. در شکل ۱ توپولوژی شبکه ونمایی از پخش بار نشان داده شده است.

گام دوم: ولتاژ، زاویه و میزان توان تولیدی ومصرفی هر شین توسط نرم افزار مخاسبه و در سیستم اسکادا بصورت شکل۲ نشان داده شده است.

گام سوم: اطلاعات مربوط به تلفات ، در صد بار گیری و دیگر کمیت های خطوط توسط نرم افزار مخاسبه و در سیستم اسکادا بصورت شکل ۳ نشان داده شده است.

آنالیز عددی و بررسی نقاط ضعف سیستم

اولین مشخصه پایین بودن ضریب توان بار است، یعنی به ازا هر مگا ولت آمپر ۲/۳ توان اکتیو ، ۱/۳ توان راکتیو وجود دارد. این موضوع باعث می شود که بطور مطلوب از ظرفیت خطوط انتقال در عبور توان راکتیو استفاده نشود. تامین توان راکتیو از نواحی دوردست باعث افزایش تلفات در خطوط انتقال می شود. همانطور در شکل ۳ مشخص شده است، خط انتقالی که از شین ۴ به شین ۳ انتقال توان را انجام می دهد ، ۸۰ درصد بار گیری شده است و تلفات آن ۲۱,۵ مگا وات است که این مقادیر در شرایط نامطلوبی است و هر لحظه امکان قطعی در پیک بار وجود دارد. در شین شماره ۵ و۱۰ کمترین دارای ولتاژ هستند و باید برای جبران این افت ولتاژ باید توان تزریق کرد و عمل تثبیت ولتاژ را انجام داد.

همانطور که از توپولوژی شبکه معلوم است ، فواصل زیادی بین مراکز تولید و بار وجود دارد. به ویژه در نقاط پر تراکم بار مثل شین شماره ۵ که توان اکتیو و راکتیو زیادی جذب می کند ، فواصل نیروگاهها فواصل زیادی دارد. که این موضوع باعث صرف هزینه زیادی برای احداث خطوط انتقال جدید می شود. از طرفی انتقال توان با مقادیر بالا باعث افزایش تلفات در خطوط انتقال می شود.

بررسی راهکارها

از مهمترین مسائل شبکه الکتریکی موردنظر مربوط به ضریب توان پایین و افت ولتاژ است. بدیهی است که با اصلاح ضریب توان و متعادل سازی بار تا حدود زیادی عمل تثبیت ولتاژ محقق خواهد شد.

استفاده از کنتورهای دیجیتال که علاوه بر توان اکتیو ،توان راکتیو مصرف کننده را نشان می دهد، نقش مهمی در افزایش ضریب توان شبکه ایفا می کند. چنانچه ضریب زمانی مصرف در بها مصرفی تاثیر داشته باشد ، در کاهش پیک مصرف موثر است. (پیک سایی)

یکی از راهکارهای اصلاح ضریب توان ، خازنگذاری در پست های انتقال ، فوق توزیع و توزیع است. با این تا حدود زیادی ظرفیت خطوط احیا شده و ظرفیت بیشتری برای عبور توان اکتیو اختصاص می یابد. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می کنید ،

با استفاده از ابزار های گرافیگی نرم افزار می توان تاثیر خازنگذاری را در مقدار ولتاز شین ۵و۱۰ تشخیص داد.

به دلیل ملاحضات پایداری گذرا ، دینامیک و ولتاژ ، به ندرت می توان از خطوط حامل توان الکتریکی در حد ظرفیت حرارتی استفاده کرد و با توجه به شرایط موجود که مبلغ پرداختی به نیروگاهها برای تولید توان راکتیو ناچیز است ، نیروگاهها انگیزه چندانی برای تولید توان راکتیو ندارند ، بنابراین استفاده از جبران کننده های استاتیکی راکتیو ما را در رسیدن مرحله ای کمک می کند.

استفاده از تولیدات پراکنده ما را در جهت نزدیک کردن مراکز تولید به مراکز بار نزدیک می کند. و هزینه های مربوط به به احداث خطوط انتقال کاهش می یابد. از طرفی دیگر قابلیت اطمینان بالا ، افزایش بهروری ، کاهش تلفات خطوط انتقال و سوخت مصرفی نیروگاه ها و ملاحضات زیست محیطی ما را به سوی تولیدات پراکنده راهنمایی می کند.

نتیجه گیری

اسکادا تکنولوژی است که امکان جمع آوری داده از یک یا چند سایت دوردست و ارسال فرمان به این محلها را در اختیار کاربر قرار می دهد. اسکادا نیاز حضور پرسنل در محل سایت صنعتی را از میان میبرد. هنگامی که ابعاد پروژه گسترده تر شود و قسمتهای مختلف صدها و یا حتی هزاران کیلومتر با هم فاصله داشته باشند، کاهش هزینه های رفت و آمد و بازرسی قابل توجه خواهد بود. بهترین پروسسهای قابل کنترل با اسکادا، آنهایی هستند که در محدوده جغرافیایی وسیعی گسترده شده باشند، نسبتاً آسان مونیتور و کنترل شوند و نیاز به سرپرستی منظم و یا فوری داشته باشند. یک سیستم اسکادا که به درستی طراحی و نصب شده باشد و سخت افزار دور سنجی قابل استفاده داشته باشد، باعث صرفه جویی در وقت و هزینه می شود. زیرا در عمل نیاز به پرسنل اضافی جهت بازرسی، حفظ و نگهداری دیتا و حتی انجام تنظیمات را حذف می کند. به علاوه، امکان تهیه گزارشهای منظم، جلوگیری از از کارافتادن سیستم و ایجاد تغییرات و تعدیلات مناسب، همه از یک مکان فراهم می گردد.

برخی محا سن دیگر یک سیستم اسکادا عبارتند از[۲]:

- کاهش هزینه های عملیاتی
- اطلاعات بلادرنگ از وضعیت عملکرد سیستم
- بالا بردن بازدهی سیستم
- افزایش عمر مفید قطعات و دستگاهها
- کاهش هزینه های تعمیرات
- کاهش تعداد نفر / ساعت لازم برای رفع عیب یا سرویسهای مکرر
- ایجاد امکان هماهنگی با واحدهای تنظیم از طریق تهیه گزارشهای اتوماتیک

پایین بودن ضریب توان از مهمترین مشکلات شبکه برق به ویژه در در زمان اوج مصرف است. تراکم بار بالا و دور دست بودن آن از مراکز تولید باعث قرار گرفتن خطوط در شرایط اضافه بار و افزایش تلفات میگردد. با استفاده از نرم افزار نمونه و نظارت و کنترل بر شبکه های توزیع توسط سیستم اسکادا می توان توسط خازن گذاری بهینه وکنتورهای دیجیتال ضریب توان شبکه را بهبود بخشید. از طرفی با استفاده از تولیدات پراکنده در سطوح مختلف ولتاژ نیز می توان از احداث خطوط انتقال جدید اجتناب و تلفات خطوط را کاهش داد.

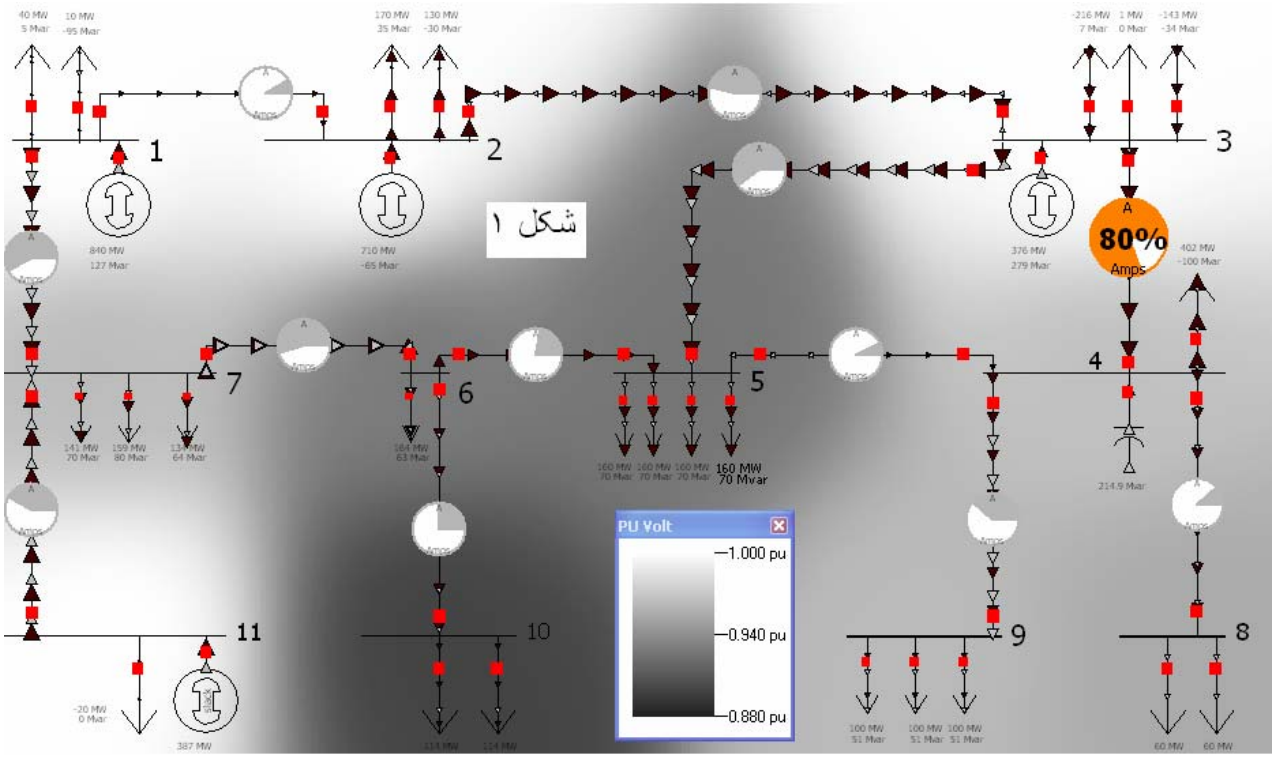
به این ترتیب، با پیشرفت تکنولوژی، کارایی سیستم SCADA جهت نظارت و کنترل بر شبکه های توزیع به صورت یک استاندارد برای هر گونه واحد پردازش در می آیند[۳].

مراجع

[۱] امید کهنسال" تحلیل قسمتی از شبکه برق جنوب ایران در زمان پیک بار مصرف" سمینار کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۴.

[۲] مرکز تحقیقات نیرو- بخش دیسپاچینگ، "پروتکلهای انتقال داده در سیستمهای دیسپاچینگ"، تهران، ۱۳۸۳

[۳]Ward, M. “An Architectural Framework for Describing Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems”, September 2004



شکل ۱ توپولوژی شبکه و نمایی از پخش بار در قسمتی از شبکه برق جنوب کشور در زمان پیک بار مصرف

Bus Records

	Numb	Nom kV	PU Volt	Volt (kV)	Angle (Deg)	Load MW	Load Mvar	Gen MW	Gen Mvar	Switched Shunts Mvar
1	1	400.00000	1.00000	400.00000	18.96841	50.00000	-90.00000	839.99996	126.60005	0.00000
2	2	400.00000	1.00000	400.00000	18.13360	300.00000	5.00000	709.99999	-64.74497	0.00000
3	3	400.00000	1.00000	400.00000	14.75551	-357.99999	-27.00000	376.00000	279.48925	0.00000
4	4	400.00000	0.96666	386.66453	1.03969	402.00000	-100.00000			214.91983
5	5	400.00000	0.92644	370.57433	6.70317	640.00001	280.00000			0.00000
6	6	400.00000	0.92867	371.46864	7.54482	164.00000	63.00000			0.00000
7	7	400.00000	0.96403	385.61087	14.16129	434.00002	213.59999			0.00000
8	8	400.00000	0.95451	381.80468	0.28345	120.00000	112.00000			0.00000
9	9	400.00000	0.96301	385.20324	0.74683	300.00000	153.00000			-20.40246
10	10	400.00000	0.89863	359.45094	3.53767	228.00000	102.00000			0.00000
11	11	400.00000	1.00000	400.00000	18.13439	-20.00000	0.00000	387.18414	152.50212	0.00000

شکل ۲

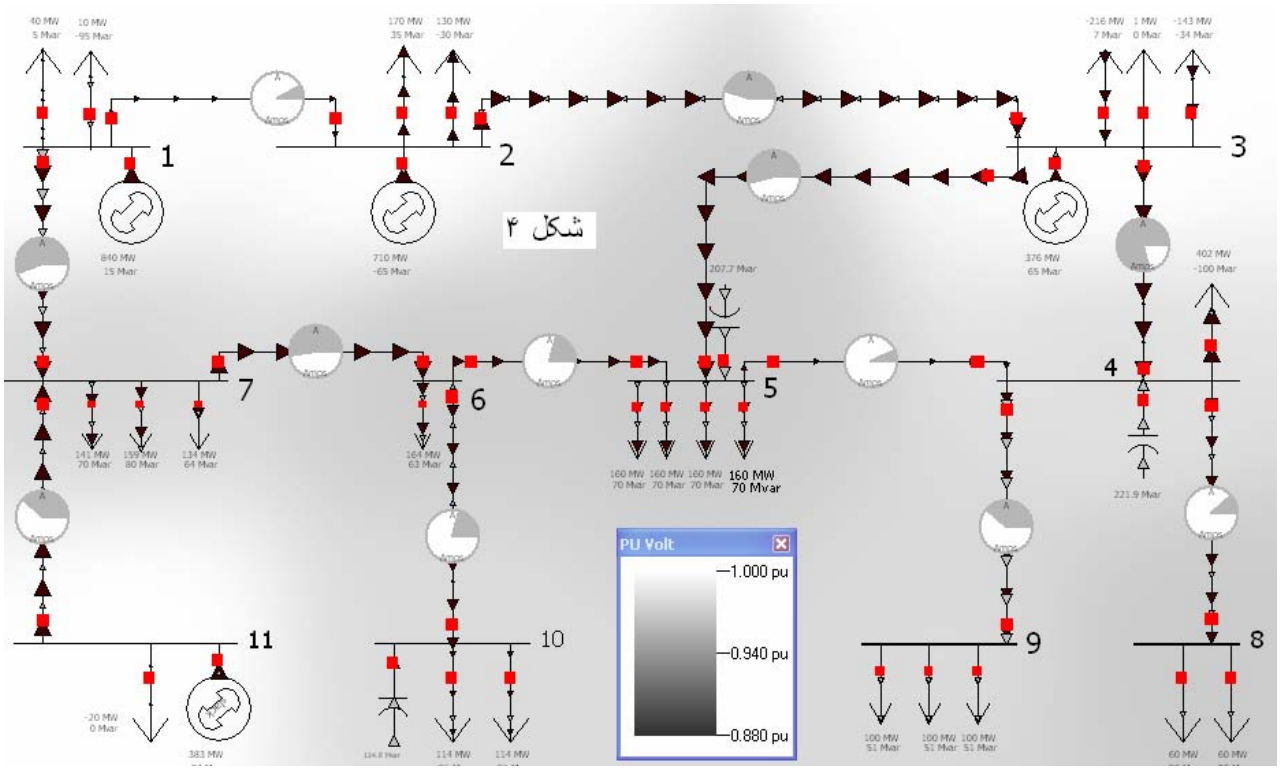
شکل۲:مخاسبه ولتاژ، زاویه و میزان توان تولیدی ومصرفی هر شین توسط نرم افزار در سیستم اسکادا

Line and Transformer Records

	From Number	To Number	Circuit	Status	Xfrmr	From MW	From Mvar	From MVA	% of MVA Limit (Max)	MW Loss	Mvar Loss
1	1	2	1	Closed	No	94.3	-33.7	100.1	9.1	0.14	-47.73
2	7	1	1	Closed	No	-690.2	-221.6	724.9	56.9	5.57	28.75
3	2	3	1	Closed	No	504.1	-55.7	507.2	46.0	3.07	-7.48
4	4	3	1	Closed	No	-714.0	32.5	714.8	80.2	21.50	90.63
5	5	3	1	Closed	No	-489.1	-186.2	523.4	57.4	10.41	13.91
6	5	4	1	Closed	No	108.6	-68.5	128.4	6.6	0.16	-42.69
7	4	8	1	Closed	No	120.2	86.0	147.8	12.6	0.21	-26.03
8	9	4	1	Closed	No	-300.0	-173.4	346.5	37.7	0.26	-2.77
9	6	5	1	Closed	No	259.8	16.9	260.3	20.1	0.32	-8.37
10	6	7	1	Closed	No	-653.6	-138.8	668.2	52.6	6.14	40.68
11	6	10	1	Closed	No	229.8	58.8	237.3	22.7	1.84	-43.17
12	7	11	1	Closed	No	-403.6	-171.5	438.5	39.8	3.57	-18.97

شکل ۳

شکل۳:مخاسبه توان اکتیو، توان راکتیو و تلفات در خطوط انتقال توسط نرم افزار در سیستم اسکادا



شکل۴: توپولوژی شبکه و تاثیر خازنگذاری در مقدار ولتاژ شین ۵و۱۰ در زمان پیک بار مصرف