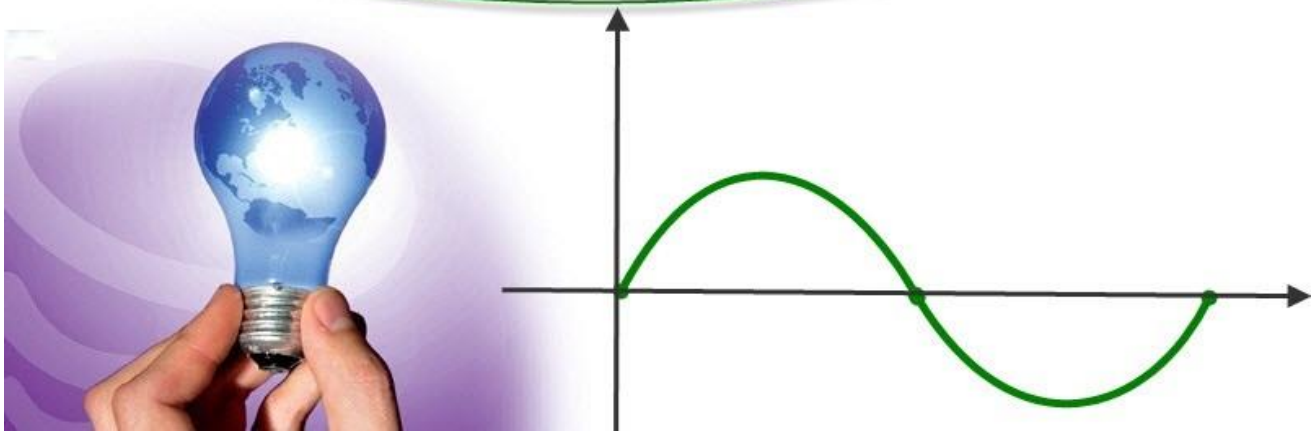
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

تحلیل شبکه های نامتقارن

Analysis Unbalance Networks

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.
(شماره پروژه = ۴۱۹)
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست :

عنوان

صفحه

چکیده.....۵

۱- فصل اول

۱-۱-

مقدمه.....۶

۱-۲- مقایسه شبکه متعادل و

نامتعادل.....۸

۲- فصل دوم

۲-۱- محاسبه ی

تلفات.....۱۰

۲-۲- مقایسه تلفات بین شبکه تک فاز و سه

فاز.....۱۱

WikiPower.ir

۲-۳- آیا با یکسان نمودن بار فازها شبکه متعادل خواهد شد

؟.....۱۲

۲-۴- محاسبات مربوط به تلفات و نامتعادل توان ناشی از نامتعادلی

بار.....۱۳

۲-۵- محاسبات مربوط به تلفات توان ناشی از نامتعادلی بار در شبکه های با بار مختل.....۱۵

۲-۶- محاسبه افت ولتاژ و تلفات توان در حالت کلی برای بارهای نامتعادل در طول خط..۱۷

۲-۷- اثر نامتعادلی بار در کار عادی موتورهای سه

فاز.....۱۸

۳- فصل سوم

۳-۱- عوارض ناشی از نامتعادلی بار در

شبکه.....۲۴

۴- فصل چهارم

۴-۱- معرفی نرم افزار شماره

۱.....۲۶

۴-۲- مدلسازی اجزاء سیستمهای

قدرت.....۲۶

۴-۳- برنامه حل معادلات پخش

بار.....۳۴

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۴- فلوچارت برنامه کامپیوتری..... ۳۷
۴-۵- نتیجه گیری و حل مشکلات برنامه..... ۳۸
4-6- معرفی نرم افزار۲..... ۳۹
4-7- استفاده از Digsilent در خصوص محاسبات قابلیت اطمینان..... ۴۰
۴-۸- **Voltage Sag Analysis**..... ۴۴
۴-۹- **Network Reliability Assessment**..... ۴۶
۴-۱۰- محاسبات قابلیت اطمینان سیستم **RTS** در نرم‌افزار **Digsilent**..... ۴۷
۴-۱۱- بررسی نتایج..... ۵۲
۴-۱۲- جدول باس بارها..... ۶۲
۴-۱۳- **Roy Belington Test System**..... ۶۷
۴-۱۴- تحلیل نمونه ای از شبکه های نامتقارن با نرم افزار **DIgSILENT**..... ۷۳

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۱۵- نحوه ی ایجاد یک شبکه ی نامقارن در DIgSILENT ۷۵

۵- فصل پنجم

۵-۱-

پیشنهادات..... ۷۹

۵-۲- راه حلهای عملی جهت کاهش اثرات نا متعالی

بار..... ۸۰

منابع .....

۸۲.....

WikiPower.ir

چکیده:

مبحث تلفات انرژی الکتریکی بعلت صدها میلیارد ریال زیان سالیانه به صنعت برق چند سالی است در کانون توجه وزارت نیرو و متخصصان برق قرار دارد و تبعات و آثار زیان بار آن در شبکه چه از لحاظ فنی چه از لحاظ بار مالی ایجاب می کند بطور گسترده ای مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و راههای عملی کاهش آن مشخص می گردد.

یکی از معضلات در شبکه های توزیع که باعث ایجاد عوارض و اثرات نامطلوبی در سیستم می گردد نا متعادلی بار می باشد . در واقع امروزه میزان عدم تعادل بار به عنوان یکی از شاخص های کیفیت انرژی الکتریکی مطرح می باشد.

عدم تعادل بار در سیستم های قدرت از یک طرف و عدم تقارن خود سیستم نظیر مواقعی که از خطوط چند مداره ،ترانسپوز نشده و یا از ترانس هایی که با اتصال مثلث باز استفاده میشود اغلب موجب مسایل ناخواسته و غیر قابل پیش بینی در سیستم می شود.

در این مقاله به مشکلات ناشی از نامتعادلی بارها و تاثیر این عوامل بر کارکرد موتورها ، ترانسهای توزیع و ایمنی مصرف کننده ها پرداخته شده و در انتها ی مقاله جهت کاهش اثرات نامتعادلی بارها راه حلهای عملی ارائه شده و نرم افزاری جهت تجزیه و تحلیل شبکه در شرایط نامتعادل در سیستمهای نامتقارن معرفی گردیده است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول :

مقدمه:

از عوامل ایجاد کننده نا متعادلی بار در شبکه های توزیع می توان به توزیع نا همگون و غیر یکنواخت مشترکین تک فاز بین فازهای فیدر و رفتار تصادفی و غیر همزمان مشترکین تک فاز اشاره کرد.

به طوری که حتی اگر بار به طور یکنواخت بین مشترکین توزیع گردد باز هم نا متعادلی بار تا حدودی ظاهر می گردد. در این مقاله با بررسی روشهای متفاوت متعادل سازی بار و با استفاده از نتایج اندازه گیری شده بر روی چند فیدر از شبکه واقعی روش های مختلف مقایسه و بهتر یک روش انتخاب گردیده است .

به دلیل عدم آشنایی از الگوی بار مشترکین مختلف ، و جود مشترکین سه فاز نا متعادل ، غیر یکنواخت بودن مصرف مشتر کین و عدم توزیع مناسب مشترکین بین فاز های مختلف شبکه بار فازهای شبکه برابر نبوده و سبب ایجاد نا متعادلی می گردد.

از اثرات و عوارض سوء ناشی از نا متعادلی بار می توان به افزایش تلفات انرژی الکتریکی ، اشغال ظرفیت شبکه ، برق دار شدن سیم نول ، نا متعادلی ولتاژهای سه فاز و افزایش تلفات مسی و آهنی ترانسفور ماتور اشاره کرد . برخی از این اثرات نامطلوب عدم تعادل بار در زیر شرح داده شده و با توجه به عدم امکان محاسبات در هر مورد به خاطر محدودیت پروژه تنها به ذکر پاره ای از محاسبات پرداخته میشود.

تلفات توان:

در اثر عدم تعادل بار در دو قسمت عمده شبکه یعنی فازها و سیم نول تلفاتی ایجاد میگردد.در عدم تعادل بار مقدار تلفات در سیمهای فازها بیشتر از حالت متعادل بوده وضمناً تلفات سیم نول به آن افزوده میشود. و بدلیل اینکه اصولاً سطح مقطع سیم نول کمتر از سیمهای فاز میباشد بنابراین تلفات سیم نول بیشتر از سیمهای فاز است.

افت ولتاژ:

در حالت نا متعادلی چون سیم نول دارای جریان میباشد،لذا علاوه بر افت ولتاژ طبیعی در فازها که به خاطر جریان بار وجود دارد،مقدار ولتاژ نول نیز افزایش یافته و اختلاف پتانسیل فاز و نول مقدار کمتری از حالت متعادل میباشد.

WikiPower.ir

نامتعادلی ولتاژهای سه فاز:

چون در حالت عدم تعادل بار ، با وجود یکسان بودن امپدانس فازها ، جریان عبوری از آنها متفاوت میباشد لذا افت ولتاژهای مختلفی در آنها بوجود آمده و در نتیجه ولتاژ نامتعادلی در نقطه بار خواهیم داشت که اثرات سوئی برای موتورها دارد که عبارتند از :

- کاهش گشتاور بار در نتیجه توان موتور
- افزایش تلفات آهن در موتور
- افزایش لرزش

کاهش ظرفیت شبکه و ترانسفورماتورها :

بر اثر عدم تعادل بار ممکن است یکی از فازهای شبکه و یا تراسفورماتور دارای شدت جریان بیشتر از ظرفیت آن شود.در صورتی که دو فاز دیگر دارای شدت جریانی کمتر از شدت جریان نامی آن گردد ، بنابراین در این حالت نمیتوان از ظرفیت کامل شبکه و یا ترانسفورماتور استفاده نمود،علاوه بر این که عمر دستگاه و یا شبکه نیز کاهش میابد.

کاهش ایمنی مصرف کننده:

افزایش نامتعادلی سبب افزایش نول شبکه گشته و در پی آن ولتاژ نول نسبت به زمین افزایش میابد و چ.نکه مصرف کنندگان نول را بی خطر میدانند ممکن است در اثر تماس با آن سبب برق گرفتگی آنان شده و یا در بعضی از موارد منجر به مرگ شود.

کاهش ایمنی برق رسانی به مشترکین :

با توجه به مسائل فوق مشاهده می شود عدم تعادل بار سبب میگردد که مصرف کنندگان از یک سیستم ایمنی و مطمئن برخوردار نبوده و این مسئله دقیقاً در آماری که از شبکه ی خراسان توسط گروههای ستاد سازندگی و آموزش وزارت نیرو در سال ۱۳۸۳ تهیه شده ، بخوبی مشهود میباشد.

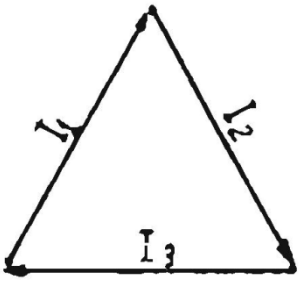
اثرات اقتصادی :

با افزایش تلفات در شبکه ، افزایش حرارت نیز همراه میباشد ، لذا از نظر طول عمر تجهیزات و تعمیر و نگهداری آنها ، هزینه ها افزایش یافته و ضمناً مقدار زیادی از توان که باید به مصرف کنندگان انتقال یابد و به فروش برسد به حرارت تبدیل و تلف میشود.

برای شناخت اثرات نامتعادلی و زیانهای ناشی از تلفات حاصله ابتدا تفاوت بین شبکه ی متعادل و شبکه ی نامتعادل را مورد بررسی قرار میدهیم :

مقایسه ی شبکه ی متعادل و نامتعادل :

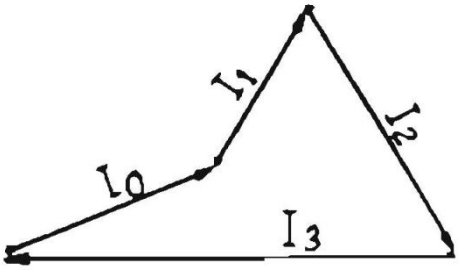
در شبکه متعادل شدت جریان در فازها و همچنین ضریب قدرت در فازها یکسان می باشد که دیاگرام الکتریکی آن بصورت یک مثلث متساوی الاضلاع ظاهر می شوند که در نهایت جمع برداری جریان فازها برابر صفر خواهد بود و بدان معنی است که جریان برگشتی در سیم نول وجود



$$I_1 = I_2 = I_3$$

$$\bar{I}_0 = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3 = 0$$

در شبکه نامتعادل بارها با ضریب قدرت یکسان با هم اختلاف داشته و مثلث بار بصورت زیر قابل نمایش است :

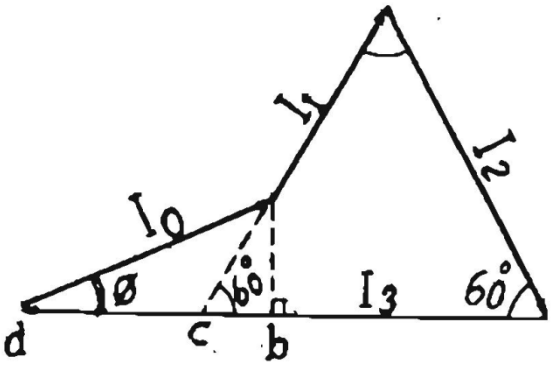


$$\bar{I}_0 = \bar{I}_1 + \bar{I}_2 + \bar{I}_3$$

WWW.WikiPower.ir

چون جریان نول یک کمیت برداری است و محاسبه آن ازاین طریق نیاز به رسم موقعیت بردارهای جریان دارد و کاری است وقت گیر و غیر دقیق .

ضرورت دارد رابطه برداری فوق بصورت یک کمیت عددی و مقدار آن مشخص شود که با استفاده از کل فوق موارد زیر قابل حصول است :



$$ac = I_2 - I_1$$
$$cd = I_3 - I_2$$
$$I_0.Cos\phi = bd = (I_2 - I_1)Cos60 + (I_3 - I_2)$$
$$I_0.Sin\phi = ab = (I_2 - I_1)Cos30$$

در نتیجه :

$$\tan\phi = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}(I_2 - I_1)}{I_3 - \frac{1}{2}(I_1 + I_2)}$$

$$I_0 = \sqrt{I_1^{\,2} + I_2^{\,2} + I_3^{\,2} - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3}$$

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل دوم :

محاسبه تلفات :

در حالتی که ضریب قدرت در هر سه فاز یکسان باشد :

۱) تلفات انرژی در حالت تعادل بار (۱)

$$P_s = 3RI^2 = 3R(\frac{I_1 + I_2 + I_3}{3})^2$$

۲) تلفات انرژی در نامتعادلی بار در حالی که سیم نول هم سطح با سیم های فاز باشد :

WikiPower.ir

با جایگزینی مقدار I و کم کردن رابطه ۱ از رابطه ۲ خواهیم داشت :

$$\Delta P = P_{as} - P_s = \frac{5}{3}R(I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3)\frac{5}{3}RI_0^2$$

یعنی اختلاف تلفات انرژی الکتریکی در حالت تعادل و نامتعادلی بار برابر ($\frac{5}{3}$) تلفات در سیم نول می باشد .

با توجه به اینکه در اکثر قریب باتفاق شبکه های توزیع فشار ضعیف بار بطور گسترده تقسیم می شود با تقریب قابل قبولی می توان مقاومت کل هادی را در وسط طول هادی منظور نمود و رابطه اختلاف تلفات را بصورت زیر تصحیح کرد :

$$\Delta P = \frac{5}{3} \times \frac{R}{2} I_0^2 = \frac{5}{6} RI_0^2$$

بدیهی است این محاسبات در حالت ساده شبکه و با فرض همسان بودن مقاطع سیم های شبکه و ضریب قدرت مساوی در فازها انجام یافته است و در حالی که این دو شرط برقرار نباشد امکان محاسبه با حجم گسترده شبکه حتی با محاسبات کامپیوتری نیز نتیجه قابل قبولی را در بر نخواهد داشت . در اینجا هدف صرفاً نمایش تقریبی افزایش تلفات انرژی در اثر عدم تعادل بار و زیانهای ناشی از آن مد نظر قرار دارد که توجه شرکتهای توزیع را به تعدیل بار فازها معطوف دارد و با اندازه گیری جریان سیم نول یا جریان سیمهای فاز میزان تلفات ناشی از نامتعادلی بار را محاسبه و بار مالی آنرا تعیین نماید .

مقایسه تلفات بین شبکه تک فاز و سه فاز :

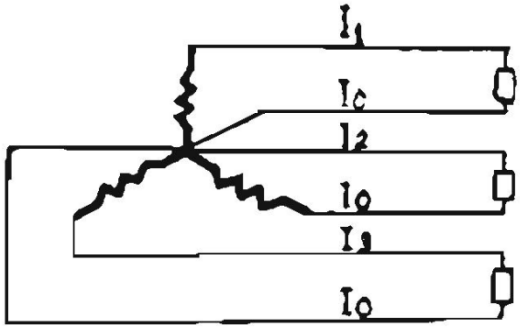
در اینجا ضروری است تفاوت توزیع انرژی در حالت سه فاز نسبت به یک فاز مورد سنجش قرارگیرد و اثرات این دو نوع سیستم از نظر تلفات انرژی و افت ولتاژ مشخص گردد .

۱) در حالی که توزیع انرژی بصورت سه فاز (چهار سیمه) برقرار گردد :

تلفات انرژی :

$$P_{3\phi} = 3RI^{2}$$

و چنانچه انرژی بصورت تک فاز (دو سیمه) توزیع گردد (در مجموع ۶ رشته سیم) با وجود مساوی بودن جریانهای هر فاز (تعادل بار در پست توزیع) افت انرژی عبارت خواهد بود از :



$$I_0 = I_1 = I_2 = I_3 = I$$

$$p = 2R\,I_1^{2} + 2R\,I_2^{2} + 2R\,I_3^{2} = 6RI^{2}$$

$$\frac{P}{P3\phi} = 2$$

ملاحظه می گردد در حالی که شبکه یا خطوط سرویس بصورت تک فاز احداث گردند که در اکثر شرکتها خطوط سرویس به این صورت معمول است ، تلفات انرژی دو برابر حالتی است که توزیع انرژی بصورت سه فاز باشد و بدتر از آن زمانی است که انرژی فقط با یک سیم فاز و نول منتقل شود :

توزیع قدرت در شبکه سه فاز :

$$P = \sqrt{3} I_3 \phi (\sqrt{3} U)$$

توزیع قدرت بصورت یک فاز :

$$P = I_1 \phi . U$$

$$I_1 \phi . U = 3 I_3 \phi . U$$

$$I_1 \phi = 3 I_3 \phi$$

$$P_3 \phi = 3 R I_3^{\,2} \phi$$

افت انرژی سه فاز :

$$P_1 \phi = 2 R I_1^{\,2} \phi = P_3 \phi = 18 R I_3^{\,2} \phi$$

افت انرژی یک فاز :

$$\frac{P_1 \phi}{P_3 \phi} = 6$$

یعنی انتقال انرژی از طریق شبکه تک فاز بجای شبکه سه فاز ۶ برابر افت انرژی را افزایش خواهد داد و این امر توجّه خاصّی را می طلبد که تا جائی که ممکن است شرکتهای توزیع از احداث شبکه بصورت تک فاز جداً اجتناب ورزند .

$$\Delta U_3 \phi = \sqrt{3} . I_3 \phi . (R . COS\phi + X . SIN\phi)$$

مقایسه افت ولتاژ بین شبکه تک فاز و سه فاز :

$$\Delta U_1 \phi = 2 . I_1 \phi . (R . COS\phi + X . SIN\phi)$$

افت ولتاژ در شبکه سه فاز متعادل :

$$I_1 \phi = 3 I_3 \phi$$

$$\Delta U_1 \phi = 2 (3 I_3 \phi) . (R . COS\phi + X . SIN\phi)$$

افت ولتاژ در شبکه تک فاز :

$$\frac{\Delta U_1 \phi}{\Delta U_1 \phi} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 2 . \sqrt{3} = 3.46$$

برای انتقال انرژی یکسان :

یعنی افت ولتاژ سیستم تک فاز نسبت به سه فاز برای انتقال یک انرژی یکسان ۳/۴۶ برابر در حالت سه فاز است .

آیا با یکسان نمودن بار فازها شبکه متعادل خواهد شد ؟

ذکر این نکته ضروری است که مساوی کردن بار فازها و متعادل نمودن آن برای صفر کردن یا کاهش جریان نول ممکن نیست و ضریب قدرت هر فاز تأثیر بسزائی در جریان نول دارد . باین معنی که با متعادل کردن بار فازها زمانی جریان در سیم نول صفر خواهد شد که ضریب قدرت هر سه فاز نیز یکسان باشد . برای روشن نمودن مطلب ذکر یک مثال ضروری است :

۱) بار قدرت فازها متعادل و برابر ۱۰۰ آمپر منظور می شود یعنی :

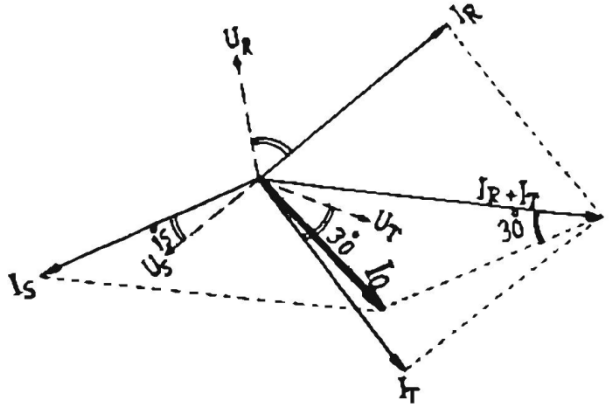
$$I = I_R = I_S = I_T = 100A$$

۲) ضریب قدرت فازها عبارت باشند از :

$Cos\phi_R = 0.5$ $\quad \phi_R = 60^\circ$

$Cos\phi_S = 0.966$ $\quad \phi_S = 15^\circ$

$Cos\phi_T = 0.866$ $\quad \phi_T = 30^\circ$



$$\bar{I}_R + \bar{I}_T = \sqrt{2}I$$
$$\bar{I}_O = \bar{I}_R + \bar{I}_S + \bar{I}_T$$

با استفاده از روابط مثلث نامشخص :

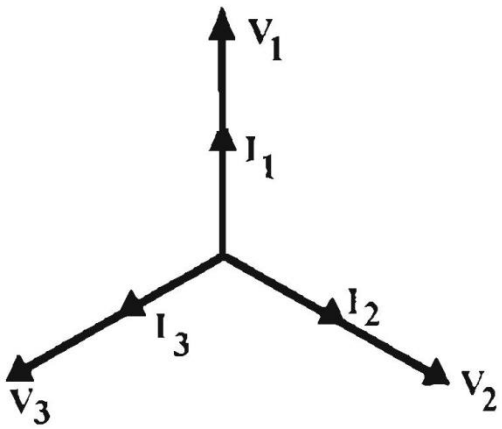
$$\bar{I}_O = \sqrt{(\sqrt{2}I - I^2) + 4\sqrt{2}I^2 \cdot Sin^2(\frac{30}{2})} = 0.74I = 74$$ آمپر

ملاحظه می گردد با وجودی که بار هر سه فاز متعادل و مساوی است ، بعلت ضریب قدرتهای مختلف جریان نول صفر نخواهد شد .

۱- محاسبات مربوط به تلفات و نامتعادل توان ناشی از نامتعادلی بار :

۱-۱- بررسی تلفات در حالات متعادل و نامتعادل و مقایسه بین این دو حالت در شبکه ای با بار کاملاً واته و متمرکز در یک نقطه

اگر دیاگرام برداری ولتاژ و جریان مطابق شکل زیر باشد :



شکل ۱

پس از تصویر کردن بردارهای جریان بر محور افقی و عمودی مقدار جریان نول برابر خواهد بود با :

$$In = \sqrt{(In)_x^{\,2} + (In)_y^{\,2}} \qquad I_n = \sqrt{I_1^{\,2} + I_2^{\,2} + I_3^{\,2} - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3}$$

اگر جریانها متعادل باشند در آن صورت جریان جاری شده در سیم نول صفر و مقدار تلفات برابر است با :

$$\Delta P \text{ (تلفات متعادل)} = 3RI^2 = R/3\,(I_1 + I_2 + I_3)^2$$

اگر جریانها متعادل نباشند با این فرض که سطح مقطع سیم فازها یکسان باشد مقدار تلفات برابر است با :

$$\Delta P \text{ (تلفات متعادل)} = RI_1^{\,2} + RI_2^{\,2} + RI_3^{\,2}$$

WikiPower.ir

تفاوت تلفات فازها در دو حالت متعادل و نامتعادل برابر است با :

$$\Delta P \text{ نامتعادل} - \Delta P \text{ متعادل} = 2R/3\,(I_1^{\,2} + I_2^{\,2} + I_3^{\,2} - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3)$$

چون نامساوی زیر همواره برقرار است . بنابراین رابطه بالا همواره مثبت و تلفات در حالت نامتعادل :

$$I_1^{\,2} + I_2^{\,2} + I_3^{\,2} \geq I_1.I_2 + I_1.I_3 + I_2.I_3$$

بیشتر از تلفات در حالت متعادل می باشد . این محاسبه بدون احتساب تلفات در سیم نول می باشد و چنانچه سطح مقطع سیم نول را برابر سیم فاز در نظر بگیریم . در آن صورت تلفات سیم نول نیز اضافه می شود .

$$(\Delta P) \text{ نول} = RI_n^2 = R(I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3) \quad (۱)$$

$$(\Delta P) \text{ نامتعادل} - (\Delta P) \text{ متعادل} = 5R/3(I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 - I_1.I_2 - I_1.I_3 - I_2.I_3)$$

و برای حالتی که سطح مقطع سیم نول نصف سیم فاز باشد .

(تلفات سیم نول) ۸/۳ = ازدیاد تلفات

۲-۱- رسم نمودار چگونگی رابطه بین افزایش عبور جریان از سیم نول و میزان تلفات در شبکه (بار کاملاً واته) اگر a درصد متوسط سه فاز باشد که از سیم نول عبور می کند .

$$\text{In} = a/1000\left(\frac{I_1 + I_2 + I_3}{3}\right)$$

WikiPower.ir

با توجه به رابطه (۱) ازدیاد تلفات برابر خواهد بود با :

$$\text{ازدیاد تلفات} = 5/3\left(\frac{R.a^2}{10000}.\frac{(I_1 + I_2 + I_3)^2}{3}\right)$$

$(\frac{a^2}{180})$ = درصد ازدیاد تلفات و $(\frac{a^2}{18000})$ = (تلفات در حالت تعادل / درصد ازدیاد تلفات) و برای حالتی که سطح مقطع سیم نول نصف سیم فاز باشد :

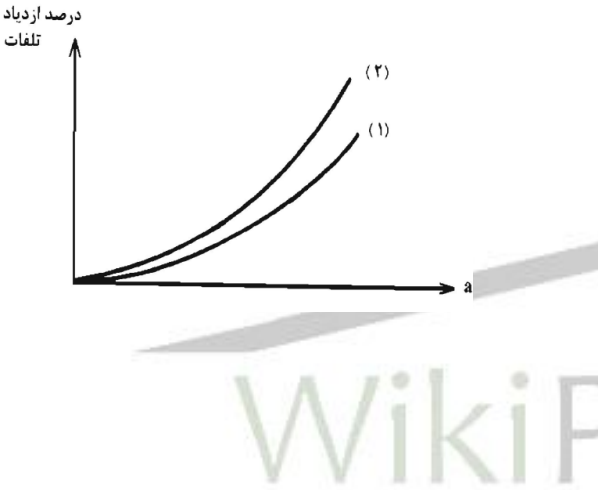
$$\text{درصد ازدیاد تلفات} = \frac{a^2}{112.5} \quad (۲)$$

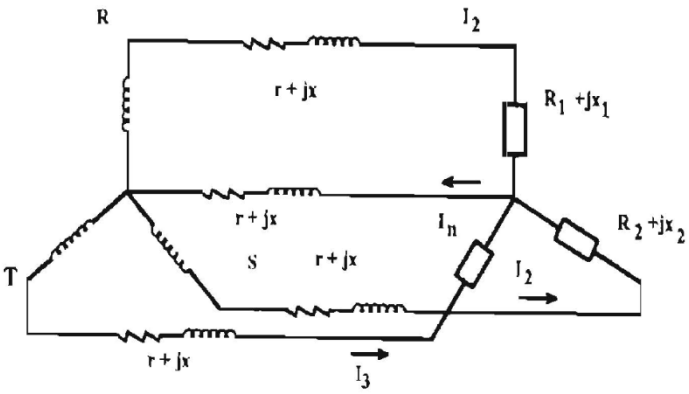
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در منحنی زیر ($\frac{In}{\bar{I}}$) = a می باشد .

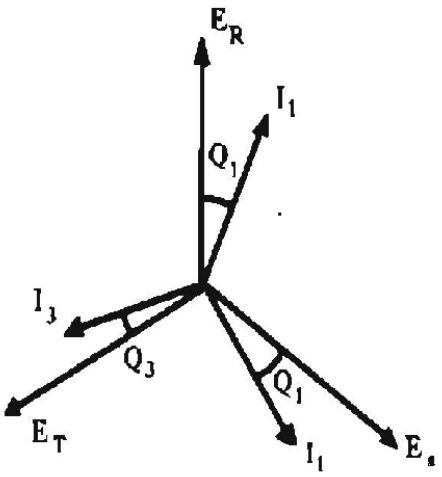
۳-۱- محاسبات مربوط به تلفات توان ناشی از نامتعادلی بار در شبکه های با بار مختلط:

فرض کنیم که بارهای مختلط در یک نقطه از خط متمرکز باشند . در این صورت شما و دیاگرام برداری ولتاژها و جریانها به شکل زیر است :





شکل (۳)



$$\vec{I}_1 = I_1 Sin\theta_1 + jI_1 Cos\theta_1 \qquad \vec{I}_2 = I_2 Sin(60-\theta_2) - jI_2 Cos(60-\theta_2)$$

$$\vec{I}_3 = -I_3 Cos(30-\theta_3) - j\vec{I}_3 Sin(30-\theta_3)$$

$$\vec{I}_n = \vec{I}_1 + \vec{I}_2 + \vec{I}_3$$

WikiPower.ir

حالت اول اگر θ برای هر سه جریان مساوی باشد بطوری که $\theta_3 = \theta_2 = \theta_1 = \theta$.

$$\vec{I}_n = (I - \tfrac{1}{2}\ I_2 - \tfrac{1}{2} I_3)Sin\theta + \frac{\sqrt{3}}{2}(I_2 - I_3)Cos\theta + j\left[(I_1 - \frac{1}{2}I_2 - \frac{1}{2}I_3)Cos\theta\right] - j\left[\frac{\sqrt{3}}{2}(I_2 - I_3)Sin\theta\right]$$

محاسبه افت ولتاژ – در این قسمت به دلیل این که علاوه بر مقاومت اهمی باید راکتانس سلفی آنها را نیز در نظر گرفت . بنابراین افت ولتاژ هم در سیم فاز و هم در سیم نول بیشتر از حالت قبلی است .

$$I_1 = I_2 + I_3 = I$$

$\theta_3 \neq \theta_2 \neq \theta_1$ حالت دوم اگر

در آن صورت جریان سیم نول برابر خواهد بود با :

$$I_n = I\sqrt{3-2[Cos(\theta_1-\theta_2+60)+Cos(60+\theta_3-\theta_1)+Cos(60+\theta_2-\theta_1)]}$$

بدترین حالت موقعی است که $\theta_3 = 300$ و $\theta_2 = 90$ و $\theta_1 = -90$ باشد در آن صورت جریان نول برابر است با :

$$I_n = I\sqrt{7} = 2.6I$$

بنابراین اگر در ظاهر جریانهای سه فاز مساوی باشند لیکن بارهای اهمی و سلفی به تعادل روی فازهای مختلف تقسیم نشده باشند دارای یک نوع نامتعادلی خواهیم بود که در بدترین حالت جریان در سیم نول تا ۲/۶ برابر جریان فازها می شود و تلفات در سیم نول تا هفت برابر تلفات فازها می شود .

۴-۱- محاسبه افت ولتاژ و تلفات توان در حالت کلی برای بارهای نامتعادل در طول خط.

الف – محاسبه افت ولتاژ :

اگر تعداد n سیم داشته باشیم a , b , c , d , ... , n و تعداد جریانهای جاری شده نیز Ia , Ib , Ic , Id , ..., In باشد برای یک سیستم سه فازه ، افت ولتاژ برای سیم بر حسب مایل و در فرکانس ۶۰ برابر است با :

$$I_aR_a + j[0.2794(I_aLog1/r + I_bLog1/Dab + I_cLog1/Dac + ... + I_nLog1/Dan) + 0.03034\mu I_a]$$

و در فرکانس ۵۰ می توان رابطه فوق را در ۶۰ / ۵۰ ضرب کرد جریانها بصورت فیزوری می باشند .

در این رابطه Ra مقاومت هادی a به ازاء هر مایل r شعاع هادی a بر حسب اینچ و برای هادی Dan , Dac , Dab , a فاصله بر حسب اینچ بین مراکز هادیهای n , a , c , b , a می باشد و μ قابلیت نفوذپذیری برای هادی a .

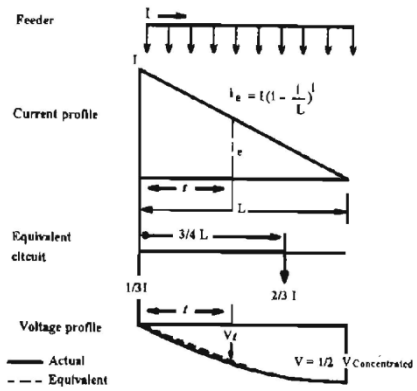
این معادله جواب می دهد افت ولتاژ را برای هر درجه از نامتعادلی و در ضریب قدرتهای مختلف .

ب – محاسبه تلفات توان در حالت کلی :

افت ولتاژ و تلفات توان هادی ناشی از بارهای متمرکز در یک نقطه از خط توزیع را می توان با توجه به مشخصات خط و جریانها را به راحتی محاسبه کرد . اما عملاً در خطوط بارها به صورت غیر یکنواخت توزیع شده اند به همین دلیل محاسبه تلفات توان و افت ولتاژ کاری مشکل است .

چند روش جهت حل این مشکلات ارائه می شود از جمله اینکه می توان فرض کرد که بارها در طول یک فیدر بطور یکنواخت توزیع شده باشند .که برای محاسبه افت ولتاژ می توان این فرض را کرد که مجموع بارها متمرکز شده اند .

در نصف فیدر و برای محاسبه تلفات توان می توان این فرض را کرد که بارها متمرکز شده اند در فاصله یک سوم از کل طول فیدر از ترانس توزیع . البته روشهای دیگری نیز وجود دارد همانند شکلهای زیر بطوری که در این متد جهت محاسبه تلفات توان می توان این فرض را کرد که ۱/۳ بار و در ابتدای فیدر و ۲/۳ دیگر بار در فاصله ۳/۴ از ترانس به صورت یکنواخت توزیع شده است و چگونگی محاسبات محاسبه افت ولتاژ نیز در شکل نشان داده شده :

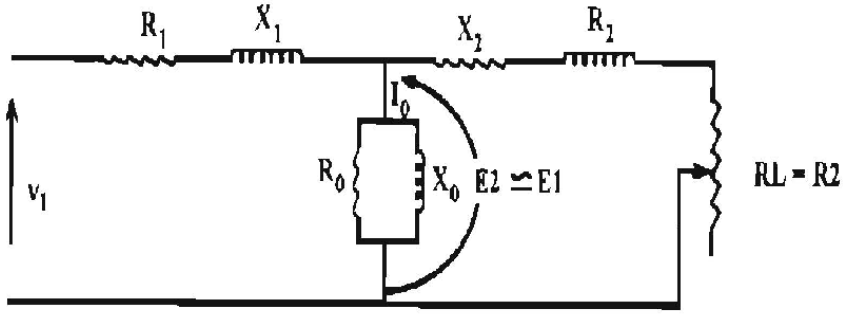


$$V_t = 2V\left[\frac{t}{L} - 1/2\left(\frac{t}{L}\right)\right]$$

شکل(۴)

۲- اثر نامتعادلی بار در کار عادی موتورهای سه فاز :

از اثرات سوء نامتعادلی بار در عملکرد موتورها کاهش ضریب بهره این وسایل می باشد . که در زیر بطور اجمال به بررسی این موضوع می پردازیم . مدار معادل یک موتور القاء مانند ترانسفورماتور است بطوری که مقادیر ثانویه (رتور) را می توان به اولیه (استاتور) ارجاع داد و برعکس .



شکل (۵)

بار مکانیکی موتور القاء را می توان با یک مقاومت غیر القائی $R_2(\frac{1}{S}-1)$ نشان وS لغزشی است که مقدار آن برابر است با $S=(\frac{n_1-n}{n})$ بطوری که در این رابطه n1 سرعت سنکرون و n سرعت رتور می باشد .

۲-۱- منحنی کوپل – سرعت موتور القائی سه فاز :

میزان کوپلی که یک موتور در هر سرعت ایجاد می کند یکی از مشخصات مهم موتور می باشد . زیرا معین کننده این است که چه نوع بارهائی را موتور قادر است بگرداند .

برای محاسبه کوپل مکانیکی تولید شده T ، با توجه به اینکه سرعت ماشین با لغزش S برابر با (1 – S) Ws بر حسب رادیان بر ثانیه می توان چنین نتیجه گرفت .

$$T=\frac{K_1 S E^2{}_2 R_2}{(R_2)^2+(SX_2)^2_{۲۴}}$$

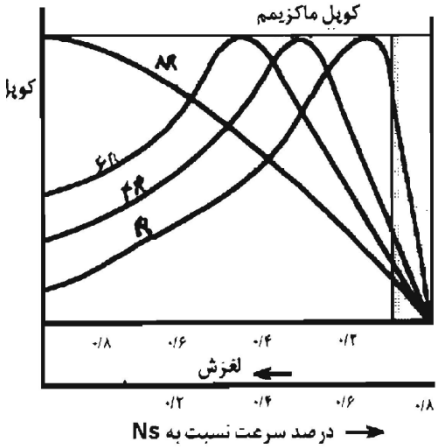
مطابق رابطه فوق که $T \sim V^2, E_2 \sim V$

بنابراین تغییر ولتاژ منبع نه تنها بر کوپل راه اندازی T اثر دارد بلکه بر کوپل عادی نیز مؤثر است .

بنابراین جهت ثابت نگهداشتن رابطه بالا (با کم شدن ولتاژ استاتور) لغزش باید افزایش یابد یعنی سرعت افت کند که این مسأله باعث کاهش ضریب بهره موتور می گردد . که این مطلب را باید در راه اندازی توسط روشهای ستاره – مثلث و اتوتر این در نظر گرفت .

۲-۲- محاسبه گشتاور درحالت نامتعادلی جریانها :

می دانیم در حالتی که جریان فازها نامتعادل باشند جریانهای ترتیب منفی و صفر وجود خواهد داشت و به دلیل این که در اکثر موارد استاتور موتورهای سه فاز به صورت مثلث و یا ستاره بدون سیم زمین وصل می شوند بنابراین جریان مؤلفه صفر نمی تواند عبور کند .



بنابراین ما فقط واکنش موتور را در برابر مؤلفه مثبت و منفی مطالعه می کنیم . در حالت نامتعادل جریان مؤلفه منفی تولید میدان دوار با دامنه ثابت ولی در جهت مخالف می نماید که سرعت این میدان نسبت به سیم پیچی رتور $n1\,(2-S)$ خواهد بود و ولتاژی با فرکانس دو برابر در سیم پیچهای رتور القاء می نماید . و گشتاور کل از تفاضل دو گشتاور مثبت و منفی حاصل می شود .

$$I_f{}^2.R_2/s - I_b{}^2 - \frac{R_2}{(2-S)}$$

بنابراین در صورت عدم تعادل جریانها مقدار کل گشتاور کاهش می یابد .

از معایب دیگر نامتعادلی بار می توان به این نکته اشاره نمود که در اثر ولتاژ نامتقارن یک میدان دوار کامل در موتور ایجاد نمی شود و دامنه آن تغییر می کند در نتیجه قدرت موتور نیز با زمان تغییر می کند که سبب لرزش موتور می گردد .

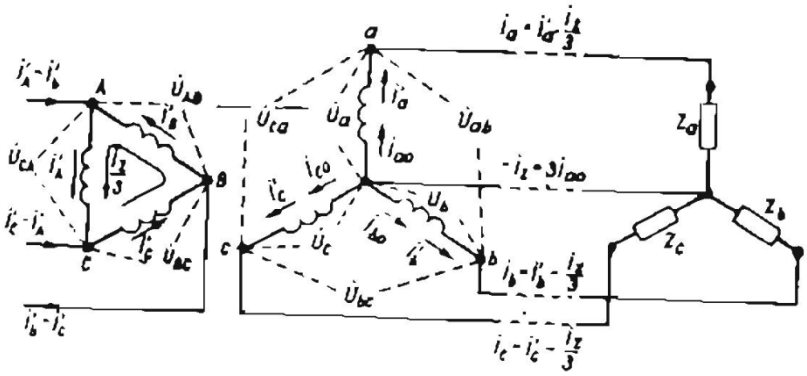
که در نهایت اگر گشتاور موتور از مقدار معینی کاهش یابد موتور از گردش ایستاده و حالت اتصال کوتاه در آن پدید آمده سیم پیچهای استاتور می سوزد که این حالت مانند دو فاز شدن موتور می باشد .

۳- رفتار ترانسهای توزیع و قدرت در برخورد با نامتعادلی بار :

مطابق آمار رکوردگیری در پیک بار که از ۱۲۵ عدد ترانس توزیع با ظرفیت های مختلف در یکی از شهرهای خراسان انجام گرفت مشاهده گردید که اولاً اکثر قریب به اتفاق ترانس ها با توجه به جریان سه فاز عبوری دارای نامتعادلی شدید بار هستند و ثانیاً چنانچه جریانهای هم فاز همه این ترانسها را با هم جمع کنیم باز عدم تعادل را در فیدرهای ۳۳ کیلو ولت خواهیم داشت .

بنابراین لازم است که رفتار ترانس های توزیع و قدرت را در برابر نامتعادلی بار با استفاده از روش کاربرد مؤلفه های متقارن مورد مطالعه قرار دهیم و برای این کار ترانسی را با گروه برداری D Yo - ۱۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهیم . می دانیم هر سیستم سه فاز نامتعادل را می توان به سه سیستم متقارن مستقیم

و معکوس و هموپلر تجزیه نمود و همچنین باید در نظر داشت که Z0 , Z1 , Z2 امپدانسهای (معادل) دستگاه مستقیم و معکوس و صفر ترانسفورماتور می باشند که در ترانسها Z1 – Z2 = Zsc است .



شکل (۷)

چون سیم طرف ثانویه به زمین وصل شده است در هنگام نامتعادلی در مدار ثانویه مؤلفه های جریان مستقیم و معکوس و صفر جاری می شود و به دلیل اتصال مثلث در اولیه جریان های هم فاز (صفر) با هم و در اولیه و در داخل مثلث بسته می شوند .

در این حالت روابط زیر بین جریان های فازی مدار ثانویه وجود دارد .

$$I_a^{\circ} = I_{a1}^{\circ} + I_{a2}^{\circ} + I_{a0}^{\circ} = I_a^{\circ} + I_{a0}^{\circ}$$

$$I_b^{\circ} = I_{c1}^{\circ} + I_{c2}^{\circ} + I_{c0}^{\circ} = I_c^{\circ} + I_{c0}^{\circ} = I_c^{\circ} + I_{co}^{\circ} = I_{a1}^{\circ} e^{j\frac{4\pi}{3}} + I_{a0}^{\circ} 2e^{j\frac{2\pi}{3}} + I_{an}^{\circ}$$

$$I_c^{\circ} = I_{c1}^{\circ} + I_{c2}^{\circ} + I_{c0}^{\circ} = I_c^{\circ} + I_{c0}^{\circ} = I_{a1}^{\circ} e^{j\frac{2\pi}{3}} + I_a^{\circ} 2e^{j\frac{4\pi}{3}} + I_{an}^{\circ}$$

Ia , Ib , Ic حاصل جمع هندسی جریان های مستقیم و معکوس فازهای مربوطه است . برای ولتاژهای فازی می توانیم بنویسیم با توجه به شکل ۷ .

$$U^{\circ}_a = -U^{\circ}_{CA} - I_{a.}Z_{sh} - I^{\circ}_{a0}Z_0$$

$$U^{\circ}_b = -U^{\circ}_{AB} - I_{b.}Z_{sh} - I^{\circ}_{b0}Z_0$$

$$U^{\circ}_c = -U^{\circ}_{BC} - I_{c.}Z_{sh} - I^{\circ}_{c0}Z_0$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ولتاژهای خطی ثانویه برابر است با :

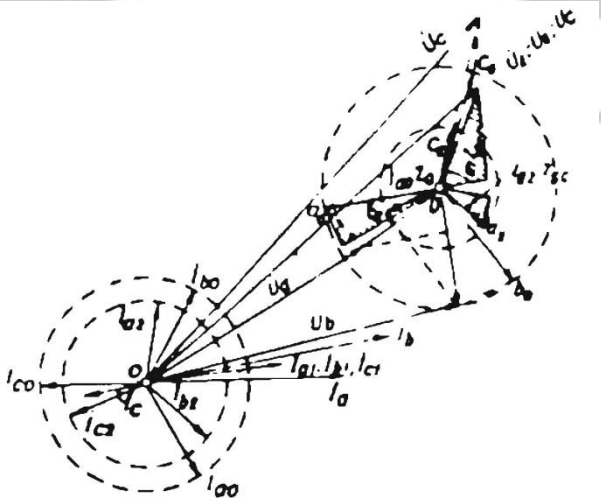
$$U^{\circ}_{ab}=U^{\circ}_{a}-U^{\circ}_{b}=U^{\circ}_{ab}-\sqrt{3}I^{\circ}_{a1}Z_{sho}e^{j\frac{\pi}{6}}-\sqrt{3}I^{\circ}_{a2}2Z_{sho}e^{-j\frac{\pi}{6}}$$

$$U^{\circ}_{bc}=U^{\circ}_{b}-U^{\circ}_{c}=U^{\circ}_{bc}-\sqrt{3}I^{\circ}_{b1}Z_{sho}e^{j\frac{\pi}{6}}-\sqrt{3}I^{\circ}_{b2}2Z_{sho}e^{-j\frac{\pi}{6}}$$

$$U^{\circ}_{ca}=U^{\circ}_{c}-U^{\circ}_{a}=U^{\circ}_{ca}-\sqrt{3}I^{\circ}_{c1}Z_{sho}e^{j\frac{\pi}{6}}-\sqrt{3}I^{\circ}_{c2}2Z_{sho}e^{-j\frac{\pi}{6}}$$

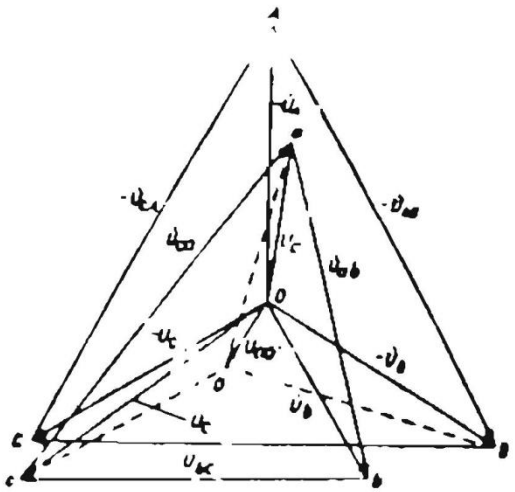
در این معادلات $U^{\circ}_{ab},U^{\circ}_{bc},U^{\circ}_{ca}$ ولتاژهای خطی ثانویه ترانسفورماتور در حالت بی باری است .

برای ترسیم دیاگرام ولتاژها باید در اثر جریان های صفر را نیز در نظر گرفت .



شکل (۸)

در دیاگرام بالا افت ولتاژهای Ic1 Zsc , Ib1 Zsc , Ia1 Zsc بر هم منطبق می گردد و افت ولتاژهای Ic0 Zsc , Ib0 Zs , Ia0 Zsc , I02 Zsc , Ia2 Zsc را باید ترتیب دوبدو با آنها جمع کرد . برای این منظور ابتدا بردارهای افت ولتاژ Ia2 Zsc و Ia0 Zsc را به انتهای بردار Ia1 Zsc می افزائیم و بعد دوائری به شعاعهای مساوی افت ولتاژهای مربوط می کشیم و روی این دوائر انتهای بردارهای Ib2 Zsc و Ic2 Zsc در جهت مستقیم و انتهای بردارهای Ib0 Zsc و Ic0 Zsc را در جهت معکوس تغییر مکان می دهیم . سپس حاصل جمع های هندسی Ic2 Zsc + Ic0 Zsc وIb2 Zsc I+b0Z0 را بدست می آوریم . با وصل کردن انتهای بردارهای بدست آمده به مبدأ مختصات می توان بردارهای فاز $U^{\circ}_{c}, U^{\circ}_{a}, U^{\circ}_{b}$ را بدست آورده . اگر بردار U°_{b} را ۱۲۰ درجه به راست و بردار U°_{c} را ۱۲۰ درجه بچرخانیم دیاگرام واقعی ولتاژها بدست می آید . مطابق شکل ۹ واز روی آن به سهولت بردارهای ولتاژهای خطی نیز $U^{\circ}_{ab}, U^{\circ}_{bc}, U^{\circ}_{ac}$ معلوم می شود.



شکل (۹)

افت ولتاژ در اثر هم فاز بودن جریانهای دستگاه صفر در بار نامتعادل عدم تقارن ولتاژهای مدار ثانویه ترانسفورماتور را باز هم بیشتر افزایش می دهد .

$\overline{00}$

به علاوه نقطه صفر به اندازه افت ولتاژ جریان صفر یعنی تغییر مکان می دهد .

$$U_{00}^{\circ} = I_{a0}^{\circ} Z_0 = I_{bo}^{\circ} Z_0 = I_{co}^{\circ} Z_0$$

محاسبات نشان میدهد که با افزایش نامتعادلی در سیستم توزیع ، تلفات انرژی به مقدار زیادی بالا میرود.وانرژی تولید شده که باید به مصرف کننده تحویل داده شود به مقدار زیادی در شبکه از بین رفته و تنها اثرات سوء آن باقی می ماند .

WikiPower.ir

فصل سوم

۳-۱- عوارض ناشی از نامتعادلی بار در شبکه :

از اثرات و عوارض سوء ناشی از نا متعادلی بار می توان به افزایش تلفات انرژی الکتریکی ، اشغال ظرفیت شبکه ، برق دار شدن سیم نول ، نا متعادلی ولتاژهای سه فاز و افزایش تلفات مسی و آهنی ترانسفور ماتور اشاره کرد . به منظور متعادل سازی بار مشترکین روش های متفاوتی وجود دارد که هر کدام به نوبه خود دارای نواقص و مزیت های می باشد. از روش هایی که در شبکه توزیع می توان به منظور متعادل سازی به کار گرفت به شرح زیر می باشد.

۱) استفاده از قدرت قرارا دادی مشترکین :

در این روش مشترکین روی فیدر با استفاده از نوع مصرف (قدرت قرار دادی) متعادل می شوند ، به این ترتیب که قدرت قرار دادی مشترکین روی فیدر آورده می شوند و سپس تعادل بار انجام می گیرد که مجموع قدرت های قرار دادی روی سه فاز به صورت مساوی تقسیم شده باشد.

این روش با وجود این که روش ساده و به ظاهر معقولی می رسد اما به دلیل عدم استفاده مشترک به اندازه قدرت قراردادی اش و همچنین مصرف متغیر با زمان مشترکین و همچنین متفاوت بودن مصارف مشترکین با یک قدرت قرار دادی ، این روش ، روش مناسبی برای تعادل بار نمی باشد .

۲) استفاده از روش مشترک شماری:

برای به کار گیری این روش لازم است که تعداد مشترکین روی هر فیدر مشخص باشد و نیازی به نوع مصرف ، قدرت قرار دادی و میزان مصرف مشترکین نمی باشد . به منظور اجرای این روش ، تعداد مشترکین روی یک فیدر به نحوی به سه فاز تقسیم می گردد که روی هر فاز تعداد مساوی از مشترکین قرار داشته باشد. این روش

با وجود اینکه نیازمند اطلاعات کمتری نسبت به روش های دیگر می باشد ولی با توجه به این که مشترکین روی یک فیدر از لحاظ مصرف متفاوت می باشند و نمی توان آنها را در یک سطح قرار داد ، روش خوبی به شمار نمی رود.

۳) استفاده از روش pave

در این روش مبنای محاسبات بر اساس توان متوسط مشتر کین می باشد . مقادیر توان از میزان مصرف مشترکین که در اطلاعات billing آورده شده است ، بدست می آید.

در این روش می بایست اطلاعات تعداد مشترکین روی فیدر ، نوع مصرف و میزان مصرف هر کدام از مشترکین را داشته باشیم . بنا براین روشی است که نسبت به روش های قبل به اطلاعات گسترده ای نیاز می باشد و اما با توجه به این که در شبکه های توزیع به علت رفتار تصادفی و غیر همزمان مشترکین تک فاز نا متعادلی بار دارای ماهیتی دینامیکی و متغیر با زمان می باشد ، این روش دارای این مزیت است که چون با مصرف واقعی مشترکین سر و کار داریم نسبت به دو روش بالا بهتر می باشد.

اما این روش دارای این عیب است که ممکن است در منطقه ای تمام این اطلا عات موجود نباشد.

در روش مذکور سعی می شود که روی هر سه فاز به اندازه مساوی pave قرار داشته باشد .

۴) به کار گیری جبران ساز به منظور متعادل سازی بار

همانطور که می دانیم با به کار گیری خازن ها در شبکه های توزیع با جبران بخشی از جریان راکتیو مصرفی ، علاوه بر کاهش تلفات انرژی و تلفات پیک مصرف ، می تواند آزاد سازی ظرفیت تجهیزات نصب شده در سیستم توزیع و نیز بهبود پروفیل ولتاژ گردد و در عین حال می تواند بیشترین منافع اقتصادی را نیز در بر داشته باشد . به منظور بررسی نحوه تاثیر خازن بر کاهش تلفات می توان تلفی یک فیدر نمونه را مثال زد.

اما استفاده از خازن ثابت در شبکه های توزیع باعث نا متعادلی جریان به علت رفتار تصادفی و غیر همزمان مشترکین و تغییر بار در طول شبانه روز می گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

با استفاده از خازن های کنترل شونده نه تنها مسائل مربوط به جبران توان راکتیو و کاهش تلفات را حل می کند، بلکه می تواند در متعادل سازی بار نقش مهمی را ایفا کند .

با توجه به این که یکی از ویژگی های مهم جریان سه فاز نامتعادل حضور مولفه های منفی و صفر جریان می باشد ، بنابر این اساس متعادل سازی بار به کمک جبران سازی توان راکتیو بر حذف مولفه های منفی و صفر موجود در جریان فیدر می باشد.

کنترل کننده جبران ساز با اندازه گیری فاز و جریان های سه فاز در هر لحظه و پردازش آنها توسط کنترل کننده جبران ساز ، میزان عدم تعادل بار بر حسب مولفه های منفی و صفر جریان اندازه گیری شده و بر اساس آن جبران ساز توان راکتیو به قسمی کنترل می گردد تا بتواند جریان های برابر با مقادیر مولفه های منفی و صفر فیدر را با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز به شین مورد نظر تزریق نماید در نتیجه عملکرد جبران ساز باعث حذف و خنثی شدن مولفه های منفی و صفر جریان و در نتیجه متعادل سازی جریان های سه فاز خواهد شد . همچنین با کنترل مناسب جز ء موهومی مولفه مثبت جریان ، جبران ساز به کنترل و تنظیم ضریب قدرت جریان بار فیدر می باشد.

WikiPower.ir

فصل چهارم :

معرفی نرم افزار 1 :

در اغلب مطالعات حالت پایدار سیستمهای قدرت برای سادگی از عدم تعادل بار در سه فاز صرفنظر میشود ، ولی از آنجا که متعادل نمودن کامل بار در سیستم غیر اقتصادی و عملاً غیر ممکن است ، همچنین متقارن کردن دقیق خطوط انتقال نیز در مواردی خالی از اشکال نیست ، لذا برای مطالعه دقیق و بررسی روی تک تک فازها ، از پخش بار سه فاز استفاده میشود .

تأثیرات سوء سیستم نامتعادل عبارتند از : مؤلفه های منفی که باعث گرم شدن رتور ماشین ها میشود ، مؤلفه های صفر که باعث گرم شدن رتور ماشینها میشود ،

مؤلفه های صفر که باعث کارکرد نادرست رله ها و افزایش تلفات می گردد . با بکارگیری روز افزون خطوط انتقال بلند ، چند مداره و بارهای نامتعادل روشهای بررسی سیستمهای قدرت نامتعادل ضرورت بیشتری پیدا میکند .

برای بررسی سیستمهای سه فاز نامتعادل ابتدا باید از مدلهای مربوط به اجزاء سیستم ، شامل خطوط انتقال ، ژنراتورها و ترانسفورماتورها اطلاعات لازم را استخراج کرد ، اطلاعاتی که در مطالعات سیستم متعادل و متقارن کاربردی ندارند و بهمین دلیل در اغلب موارد دسترسی به آنها مستلزم یک سری محاسبات و یا اندازه گیری های جداگانه است . سپس با استفاده از رابطه ی (۱) ماتریس Y bus را محاسبه می کنیم .

$$Y_{bus} = C^t Y_{prim} C$$

با توجه به اطلاعات مربوط به هر فاز از شینه و مسائل خاصی که در مورد ژنراتورها ، ترانس ها و نحوه اتصال آنها باید رعایت شود ، معادلات پخش بار بدست می آید . با توجه به حجم محاسبات و میزان حافظه مورد نیاز دراین سیستم ها استفاده از روشهایی که موجب افزایش سرعت و کم کردن میزان حافظه مورد نیاز میشود از اهمیت خاصی برخوردار است .

WikiPower.ir

۱- مدلسازی اجزاء سیستمهای قدرت :

مدلسازی اجزاء سیستم بر اساس مفاهیم سیم پیچهای ترویج شده (COMPOUND-COIL) بنا گردیده است .

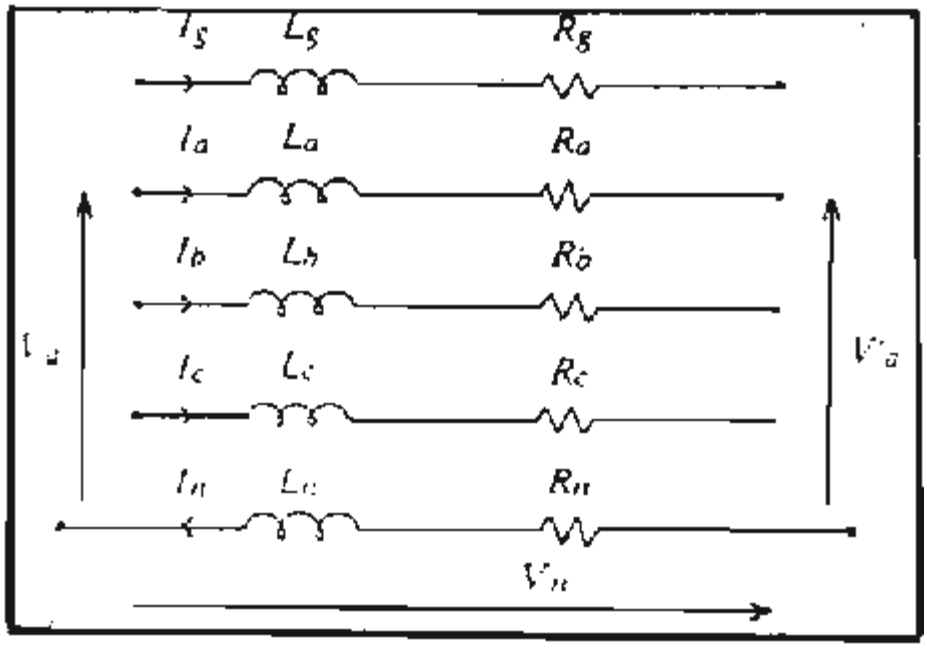
۱-۱- خطوط انتقال یک مداره :

بطور کلی خطوط انتقال از امپدانسهای سری و امپدانسهای موازی تشکیل شده اند .

۱-۱-۱- امپدانس سری :

برای یک انتقال پنج سیمه مدل زیر را میتوان در نظر گرفت . بطوریکه بین تمامی سلفها ، اندوکتانسهای متقابل وجود دارد .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

برای مدل فوق روابط ذیل را میتوان استخراج نمود .

$$\Delta Va = Va - V'a$$

$$Va - V'a = (Ra + jwLa)Ia + (jwLab)Ib + (jwLac)Ic + (jwLag)Ig - (jwLan)In + Vn$$

$$Vn = (Rn + jwLn)In - (jwLna)Ia + (jwLnb)Ib + (jwLnc)Ic - (jwLng)Ig$$

باید توجه داشت در حالتی که سیم نول در خط انتقال وجود دارد ولتاژ هر فاز نسبت به نول سنجیده میشود .

از آنجا که Vn و In متغیرهایی وابسته به پارامترهای دیگر فازها میباشند ، میتوان ضمن حذف آنها از دستگاه معادلات ، رابطه ماتریسی ذیل را بدست آورد:

$$\begin{bmatrix} \Delta V_a \\ \Delta V_b \\ \Delta V_c \\ \hline \Delta V_g \end{bmatrix} = \left[\begin{array}{ccc|c} Z_{aa-n} & Z_{ab-n} & Z_{ac-n} & Z_{ag-n} \\ Z_{ba-n} & Z_{bb-n} & Z_{bc-n} & Z_{bg-n} \\ Z_{ca-n} & Z_{cb-n} & Z_{cc-n} & Z_{cg-n} \\ \hline Z_{ga-n} & Z_{gb-n} & Z_{gc-n} & Z_{gg-n} \end{array}\right] \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \\ \hline I_g \end{bmatrix}$$

با فرض ($\Delta V_s = 0$) میتوان به رابطه ی ($[\Delta V_{abc}] = [Zabc][Iabc]$) دست یافت . بدین ترتیب در ماتریس امپدانس $[Zabc]_{3*3}$ ، اثرات سیمهای نول و گارد را منظور نموده ایم .

در صورتیکه در خطوط انتقال از سیم نول استفاده نگردد :

$$L_n = L_{an} = L_{bn} = L_{cn} = L_{gn} = 0$$

و اگر از مقاومت زمین هم صرفنظر شود :

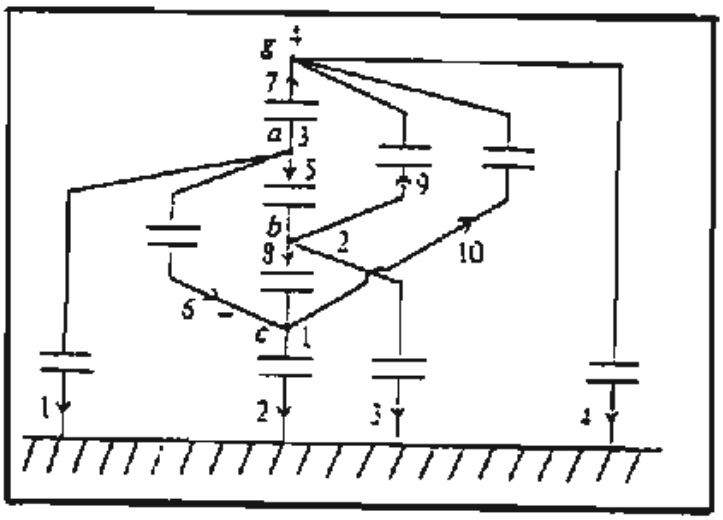
Rn =0

مقادیر Zabc مستقیماً توسط برنامه ای نظیر برنامه هایی که عمدتاً در طراحی خطوط بکاربرده میشود از روی مشخصات هندسی و الکتریکی خطوط بدست می آید .

۱-۱-۲- امپدانس موازی :

خازنهای موجود بین فازهای مختلف وسیم گارد و زمین را به شکل ذیل میتوان مدل نمود .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



با توجه به رابطه ی کلی زیر :

میتوان نوشت :

$$[Vbranch]=[Zprim],[Ibranch]$$

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \\ V_g \\ V_{ca} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_{gc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_1 & & & & & & & & & \\ & Z_2 & & & & & & & & \\ & & Z_3 & & & & & \underline{0} & & \\ & & & Z_4 & & & & & & \\ & & & & Z_5 & & & & & \\ & & & & & \cdot & & & & \\ & & & & & & \cdot & & & \\ & & \underline{0} & & & & & \cdot & & \\ & & & & & & & & Z_{10} & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \\ I_5 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ I_{10} \end{bmatrix}$$

$10\times1 \qquad 10\times10 \qquad 10\times1$

لذا رابطه (۱) بصورت زیر در خواهد آمد :

$$[Ynode]_{4*4} = [C]_{4*10}^{T}[Yprim]_{10*10}[C]_{10*4}$$

در صورتیکه مجموع جریانهای خازنی که از فاز a خارج می گردند را I ak بنامیم خواهیم داشت :

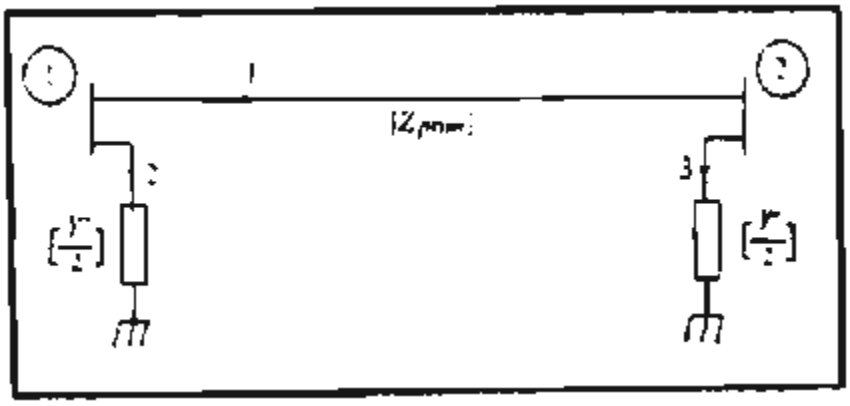
$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \\ V_g \end{bmatrix} = [Ynode]^{-1} \begin{bmatrix} I_{ak} \\ I_{bk} \\ I_{ck} \\ I_{gk} \end{bmatrix}$$

مشابه آنچه در محاسبات خط انتقال پنج سیمه بیان گردید ، در اینجا نیز میتوان با حذف Vg و I gk رابطه زیر را بدست آورد :

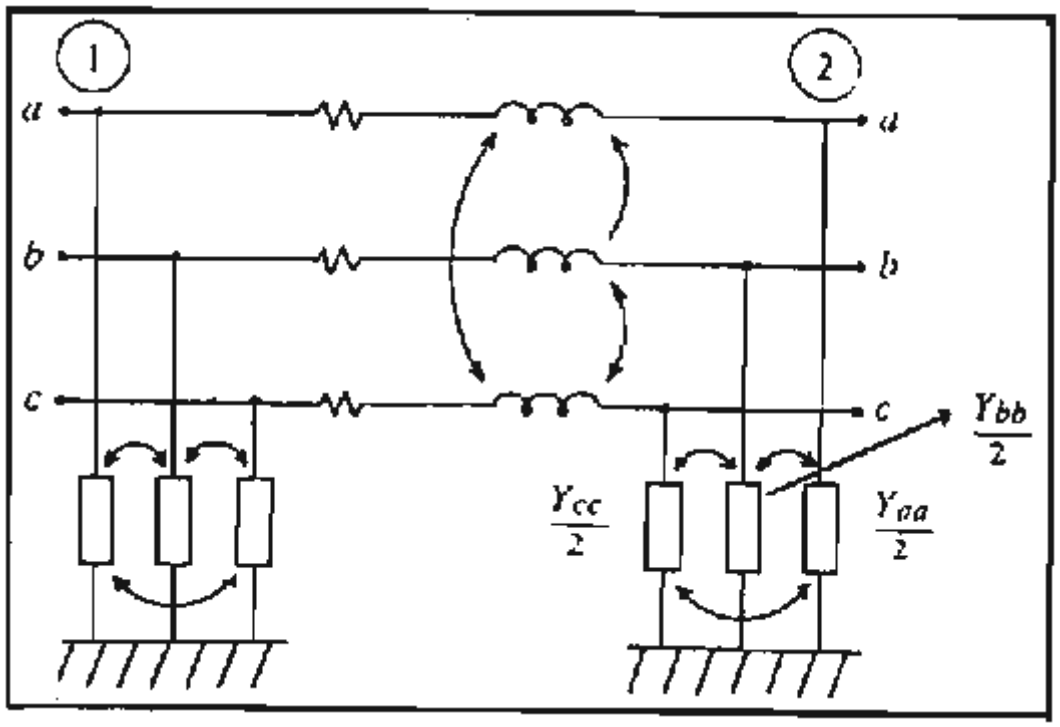
$$[Vabc] = [Y']^{-1}[I_{(abc)k}]$$

با توجه به مدل π میتوان شمای تک خطی ، خط انتقال مذکور را با توجه به اثرات خازنی بین سیمها بشکل زیر به نمایش گذاشت .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شمای تک خطی



Y aa مجموع امپدانسهای موازی متصل به فاز a میباشند .

$[Y_{prim}]$ مجموعه مذکور از رابطه زیر بدست می آید :

$$[Y_{prim}] = \begin{bmatrix} [Z_{prim}] & \underline{0} \\ \underline{0} & [Y'/2]^{-1} \\ & & [Y'/2]^{-1} \end{bmatrix}^{-1}$$

۲-۱- خطوط انتقال چند داره :

مدل دو خط انتقال که با یکدیگر هم ارتباط خازنی و هم کوپلاژ مغناطیسی دارند را بشکل تک خطی زیر میتوان به نمایش گذاشت :

$$[Z_{prim}] = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z^T_{12} & Z_{22} \end{bmatrix} & 0 & 0 \\ 0 & \begin{bmatrix} Y_{c11}/2 & Y_{c12}/2 \\ Y^T_{c12}/2 & Y_{c22}/2 \end{bmatrix}^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & \begin{bmatrix} Y_{c11}/2 & Y_{c12}/2 \\ Y^T_{c12}/2 & Y_{c22}/2 \end{bmatrix}^{-1} \end{bmatrix}$$

ماتریس [Z prin] برای مدل فوق بشکل ذیل میباشد :

بدیهی است که برای خطوط بیش از دو مداره نیز از همین روش میتوان استفاده نمود .

۳-۱- ترانسفورماتورها :

اطلاعات مربوط به مدل ترانسفورماتورها غیر از نحوه ی اتصال سیم پیچها و نحوه ی اتصال به زمین با اطلاعاتی که در مورد پخش بار متعادل مورد استفاده قرار میگیرد اختلاف زیادی ندارند مگر آنکه بخواهیم عدم تقارن اتصال سیم پیچها را در معادلات در نظر بگیریم که در آن صورت توسط تستهای اتصال کوتاه و یا تستهای مدار باز بترتیب میتوان ماتریسهای Y prin و Z prin را بدست آورد . از آنجا که آزمایش اتصال کوتاه از دقت بیشتری برخوردار میباشد ، غالباً از تستهای اتصال کوتاه استفاده مینمایند .

$$[Ibranch] = [Vbranch][Y_{prim}]$$

$$\begin{bmatrix} [I_p] \\ [I_s] \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} [Y_{pp}] & [Y_{ps}] \\ [Y_{sp}] & [Y_{ss}] \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} [V_p] \\ [V_s] \end{bmatrix}$$

روش اندازه گیری به این صورت است که یک سیم پیچ را تغذیه نموده و مابقی سیم پیچ ها را اتصال کوتاه میکند ، سپس طبق رابطه :

$$Y_{ki} = I_k / V_i$$

در هر بار اتصال کوتاه یک ستون از ماتریس $[Y_{prim}]$ بدست می آید .

اگر از سه عدد ترانفرماتورها تکفاز مشابه استفاده نمائیم Y prin بشکل ساده تر زیر در خواهد آمد :

$$[Y_{prim}] = \begin{bmatrix} Y_p & 0 & 0 & M & 0 & 0 \\ 0 & Y_p & 0 & 0 & M & 0 \\ 0 & 0 & Y_p & 0 & 0 & M \\ M & 0 & 0 & Y_s & 0 & 0 \\ 0 & M & 0 & 0 & Y_s & 0 \\ 0 & 0 & M & 0 & 0 & Y_s \end{bmatrix}$$

همچنین بدین ترتیب [prim]

ضمناً اگر مرکز اتصال ستاره باز باشد می بایست یک تک گره به گره های شبکه اضافه نمود .

۴-۱- ژنراتورها :

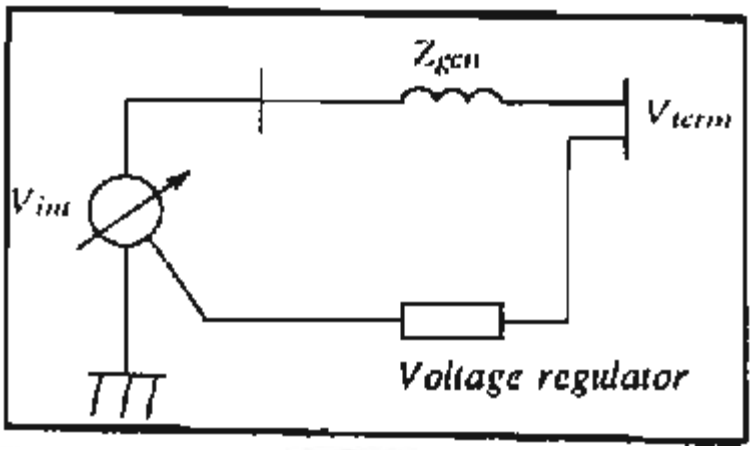
برای مدل ژنراتور از سه منبع ولتاژ متقارن در پشت سه راکتانس تزویج شده نسبت بهم استفاده میشود که ولتاژ انتهای آن توسط AVR کنترل شده است .

کنترل ولتاژ ترمیتلهای خروجی ژنراتورها به یکی از دو صورت زیر امکان پذیر است .

الف – رگولاتور ولتاژ به گونه ای عمل نماید که ولتاژ یک فاز از سه فاز ژنراتور تنظیم می گردد .

ب – رگولاتور ولتاژ به گونه ای عمل نماید که مقدار مجموع قدر مطلق ولتاژ های سه فاز ($|Va|+|Vb|+|Vc|$) تنظیم گردد .

در مورد باسهای p.v باید متذکر گردید که مجموع توانهای تولیدی در سه فاز ، مشخص شده فرض میگردند . به عبارت دیگر مقدار توانی که به ژنراتور تحویل میگردد را مشخص شده فرض می نمائیم . بدین ترتیب مدل زیر را میتوان برای ژنراتور متصور گردید .



شمای تک خطی

WikiPower.ir

در صورتیکه سیم پیچهای استاتور بشکل ستاره متصل بوده و مرکز ستاره زمین شده باشد مدل فوق را بشکل زیر میتوان بسط داد .

امپدانسهای داخلی ژنراتور به مانند دیگر اجزاء سیستم در [Zprin] و نهایتاً در [Ybus] اثر خواهند گذاشت . در صورتیکه مرکز ستاره توسط یک امپدانس به زمین متصل گردیده باشد ، مرکز ستاره را باید بعنوان

یک تک گره ، به گره های شبکه اضافه نمود . گذشته از آنکه مقادیر امپدانسها قابل اندازه گیری است مقادیر امپدانسها از روی کمیتهای ترتیبی ژنراتور ، قابل محاسبه است و توسط یک زیر برنامه ابتدا محاسبه میشوند .

۲- برنامه حل معادلات پخش بار :

۲-۱- تشکیل [Ybus]

با توجه به مدلهای مطرح شده در این مقاله در ابتدا می باید [Zprin] که Jordan form میباشد ، را تشکیل داد ، سپس [Yprin] را با معکوس نمودن [Zprin] بدست آورد . البته در مواردی که مدل به فرم [Yprin] مطرح گردیده (مانند ترانسفورماتورها) طبیعتاً بطور مستقیم [Yprin] مشخص شده است . و در نهایت [Ybus] از رابطه زیر بدست می آید .

۲-۳- معادلات پخش بار :

۲-۲-۱- معادلات مربوط به شینهای بار و ترمینالهای خروجی ژنراتور :

WikiPower.ir

برای هر فاز در هر شین بار و یا ترمینالهای خروجی ژنراتور روابط توان را بشکل زیر میتوان بیان کرد :

$$\Delta P_i^p = (P_i^p)^{sp} - |V|_i^p \sum_{k=1}^{n} \sum_{m=1}^{3} |V|_k^m [G_{ik}^{pm} \cos\theta_{ik}^{pm} + B_{ik}^{pm} \sin\theta_{ik}^{pm}]$$

$$\Delta Q_i^p = (Q_i^p)^{sp} - |V|_i^p \sum_{k=1}^{n} \sum_{m=1}^{3} |V|_k^m [G_{ik}^{pm} \sin\theta_{ik}^{pm} - B_{ik}^{pm} \cos\theta_{ik}^{pm}]$$

باید توجه داشت که به ترمینالهای خروجی ژنراتورها به مانند شن باری که هیچ مصرف کننده ای به آن متصل نیست نگریسته میشود ، بطوریکه اگر مصرف کننده ای مستقیماً به ترمینالهای خروجی ژنراتور وصل نباشد ، رابطه ی زیر صادق است :

$$(P_i^p)^{sp} = (Q_i^p)^{sp} = 0$$

بنابراین برای هر ژنراتور شش معادله بدست می آید . در صورتیکه در باسهای p.v بغیر از مجموع توانهای اکتیو سه فاز و قدر مطلق ولتاژ یک فاز از ترمینال خروجی (با فرض آنکه از کنترل کننده های ولتاژ نوع الف استفاده کرده باشیم) بقیه پارامترها که عبارتند از :

$$|V_{int}|,\ \theta_{int},\ |V_b|,|V_c|,\ \theta_a,\ \theta_b,\ \theta_c$$

مجهول می باشند . پس به یک رابطه دیگر احتیاج داریم که همان معادله مجموع توانهای خروجی سه فاز در هر باس ژنراتور میباشد .

۲-۲-۳- معادله مجموع توان خروجی سه فاز در هر ژنراتور (باس p.v)

$$\Delta P_{gen.j} = P^{sp}_{gen.j} - \sum_{p=1}^{3} |V|_{int.j} \sum_{k=1}^{n} \sum_{m=1}^{3} |V|_k [G^{pm}_{jk} \cos\theta^{pm}_{jk} + B^{pm}_{jk} \sin\theta^{pm}_{jk}]$$

و با تعریف $\Delta|V|_{regj}$ بشکل زیر :

$$\Delta|V|_{reg.j} = |V|^{sp}_{term.j} - |V|^{A}_{j}$$

شمای کلی معادلات پخش بار را میتوان بصورت زیر نوشت :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta P_{gen} \\ \Delta Q \\ \Delta|V|_{reg} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [A] & [E] & [I] & [M] \\ [B] & [F] & [J] & [N] \\ [C] & [G] & [K] & [P] \\ [D] & [H] & [L] & [R] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta \\ \Delta\theta_{int} \\ \Delta|V|/|V| \\ \Delta|V_{int}|/|V_{int}| \end{bmatrix}$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳-۲-۳- حل معادلات پخش بار به روش FAST DECOUPLE :

در این روش از اثرات $\Delta\theta$روی توانهای راکتیو و $\Delta|V|$ روی تولنهای اکتیو صرفنظر میگردد.

$$[I]=[M]=[J]=[N]=[C]=0$$ بنابراین

همچنین با توجه به رابطه $\Delta|V|_{reg.j}=|V|^{sp}_{term.j}-|V|^{A}_{j}$ خواهیم داشت :

$$[D]=[H]=0$$

اساس الگوریتم FAST DECOUPLE بر پایه ماتریس ژاکوبین ثابت بنا گردیده است . تقریباً شبیه همان روشهای ساه در الگوریتم FAST DECOUPLE که در پخش بار تک فاز مورد استفاده قرار میگرفت ، در اینجا نیز قابل استفاده میباشد .

بنابراین معادلات پخش بار با توجه به الگوریتم مربوطه ، بشکل زیر در خواهد آمد :

$$\begin{bmatrix} [\Delta P_i/|V|_i]^{p} \\ [\Delta P_{genj}/|V|_{intj}]^{p} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} M_{ik}^{pm} & \sum_{m=1}^{3} M_{il}^{pm} \\ \sum_{p=1}^{3} M_{jk}^{pm} & \sum_{p=1}^{3}\sum_{m=1}^{3} M_{jl}^{pm} \end{bmatrix}}_{[B']} \begin{bmatrix} \Delta\theta_k^{m} \\ \Delta\theta_{intl} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \Delta Q_i/V_i^{p\,p} \\ \Delta V_{regi} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} M_{ik}^{pm} & \sum_{m=1}^{3} M_{il}^{pm} \\ [L] & [O] \end{bmatrix}}_{[B'']} \begin{bmatrix} \Delta|V|_k^{m} \\ \Delta|V|_{intl} \end{bmatrix}$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بطوریکه $[B']$ و $[B'']$ ماتریسهای ثابتی هستند .

همچنین ماتریس $[M]$ از روابط زیر بدست می آید :

$$M_{ik}^{pm} = G_{ik}^{pm} \sin\theta_{ik}^{pm} - B_{ik}^{pm} \cos\theta_{ik}^{pm}$$

$$\theta_{kk}^{mm} = \theta_{ik}^{mm} = 0$$

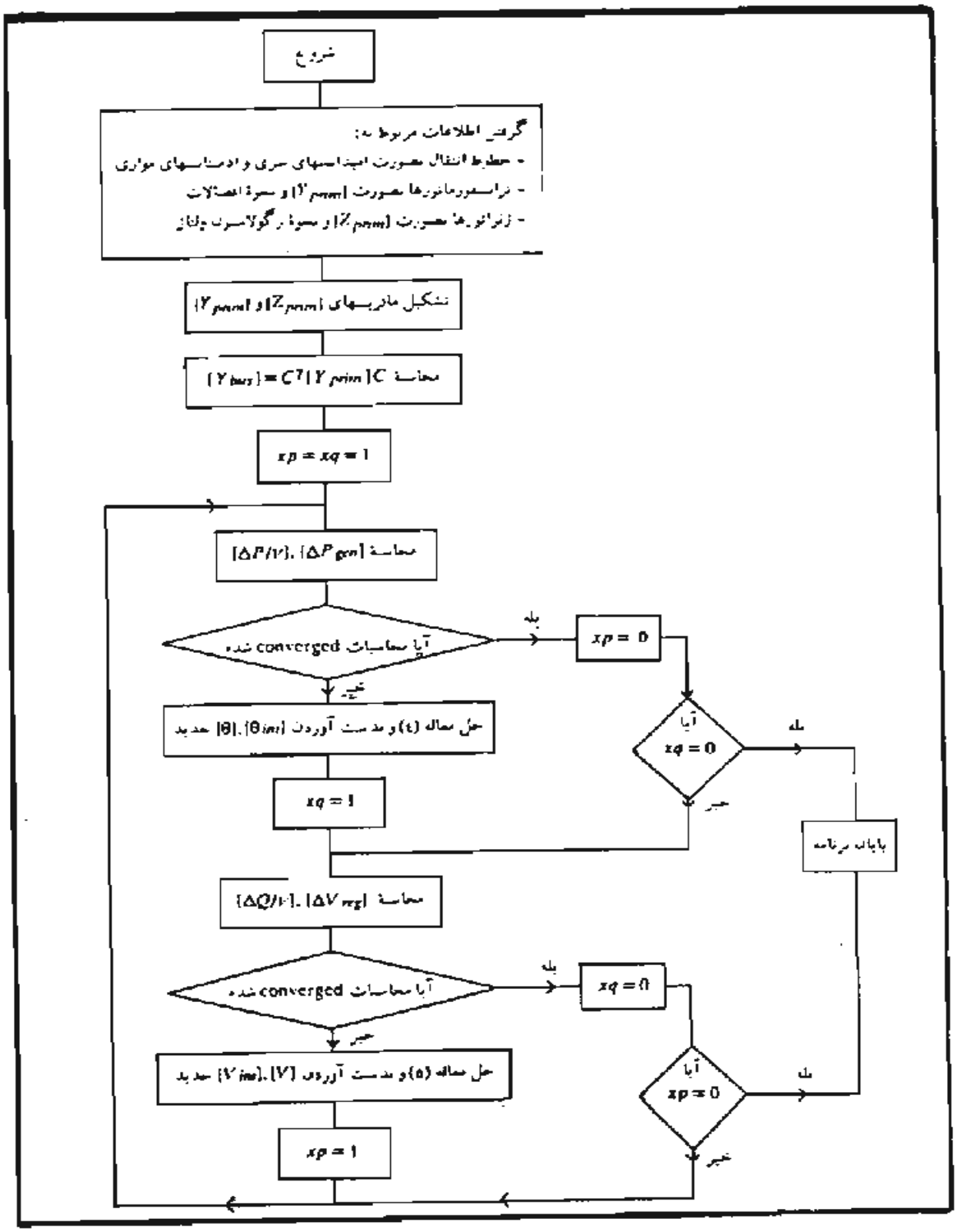
$$\theta_{ik}^{pm} = \pm 120$$

برای $p \neq m$:

۴-فلوچارت برنامه کامپیوتری :

فلوچارت برنامه موجود جهت حل معادلات پخش بار در سیستمهای نامتعادل به شکل ذیل می باشد :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



فلوچارت برنامه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه :

یکی از اشکالات استفاده از برنامه بصورت سه فاز بنحوی که ذکر شد عدم دسترسی به اطلاعات لازم بصورت مستقیم است و در برنامه باید اطلاعات لازم ابتدا از روی کمیتهای ترتیبی محاسبه شود و یا از روی کمیتهای ترتیبی محاسبه شود و یا با توجه به مشخصات هندسی و الکتریکی در خطوط بدست آیند .

از آنجا که ماتریس $[Z_{prim}]$را میتوان بشکل (Jordan form) بیان نمود ، لذا برنامه کامپیوتری به گونه ای تدوین گردیده که اولاً $[Z_{prim}]$ را بشکلJordan form تشکیل داده و ثانیاً در محاسبه معکوس ماتریس کافی است که هر بلوک جداگانه معکوس گرفته شود ، بدین ترتیب سرعت محاییه بالا رفته و حافظه کمتری را نیز اشغال می نماید .

تحلیل شبکه های نامتعادل با استفاده از روش ذکر شده بطور وسیع و گسترده ای امکانات مطالعه سیستم را از دیدگاههای مختلف میسر می سازد ، در حالیکه روشهایی نظیر استفاده از مؤلفه های متقارن کاربرد محدودی داشته و بمراتب غیر دقیق تر از روش ذکر شده است .

WikiPower.ir

معرفی نرم افزار۲ **(DIgSILENT Power Factory)** :

از آنجایی که بررسی وتجزیه تحلیل قابلیت اطمینان در شبکه های قدرت با پارامترها، احتمالات ونهایتا حجم بسیار زیاد محاسبات روبرو است بنابراین لزوم استفاده وبکارگیری نرم‌افزارهایی برای این قبیل محاسبات ضروری می نماید.اما از طرفی همین حجم زیاد محاسبات به همراه بکار گیری روشهای گوناگون محاسبات که همگی بر اساس اهدافی نظیر بالا رفتن دقت محاسبات ،کم شدن حجم محاسبات ، افزایش سرعت پاسخ گویی الگوریتم ونهایتا بهینه کردن آن با هم بیان می‌شود. از این میان نرم‌افزار Digsilent به عنوان یکی از نرم‌افزارهایی که جدیدا مطرح شده ودر تعداد زیادی از شرکتهای برق مورد استفاده قرار گرفته است نیز دارای ماجول محاسبات قابلیت اطمینان می باشد بنابراین از آنجا که صحت وسقم انجام محاسبات قابلیت اطمینان در شبکه قدرت از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده وتصمیم گیری در محیطی با اطلاعات غیر دقیق می‌تواند باعث ناکارآمدی سیستم ویا افزایش هزینه سرمایه گذاری وسایر هزینه های بهره برداری گردد بنابراین نیاز به بررسی دقت در پاسخگویی نرم‌افزار برای بهره برداری وبرنامه‌ریزی در سیستم قدرت عدم وجود خطا در نرم‌افزار راهکار اطمینان بخشی جهت استفاده کاربردی از نرم‌افزار می باشد .در این راستا در گزارش حاضر سعی بر آن است تا با معرفی کلی نرم‌افزار Digsilent بصورت جزئی بخش قابلیت اطمینان آن را تشریح نموده ودر نهایت دو شبکه RBTS,RTS با استفاده از آن چک شده ونتایج مقایسه می‌گردد. لازم بذکر است نسخه استفاده شده در این تحلیل silentDig ۲۵۶ بوده که یکی از آخرین نسخه های نرم‌افزار است.

نرم‌افزار Digsilent یکی از چند ده نرم‌افزار موجود برای محاسبات در شبکه قدرت می‌باشد که توسط شرکت آلمانی Digsilent power factory در ماجولهای مختلفی نظیر Enterprise, Educational,

Distribution,... نوشته شده است که در هر ماجول کاربردهای متفاوتی را برای مقاصد مختلف شاهد هستیم ،اما از آنجا که هدف ارائه محاسبات قابلیت اطمینان است نسخه ای که برای این منظور استفاده شد نسخه Enterprise بوده که به شرح آن می‌پردازیم :

بخش اول :

این بخش شامل menu ها وتجهیزات و اجزای محاسباتی آیکنها برای تجهیزات و آیکنهای محاسباتی ونیز آیکنهای گرافیکی می باشد بخشی از منوهای موجود مشترک با سایر نرم‌افزارهاست وعباراتی مانندFile,Edit و... در آن دیده می‌شود. قسمت دیگری از منوها منحصر به این نرم‌افزارمی باشد مثل Calculation که در آن امکانات محاسباتی وجود دارد.از طرف دیگر آیکنهایی برای سادگی کار استفاده شده اند که در همین بخش به آنها اشاره می‌شود.این آیکنها نیز دو بخش محاسباتی و گرافیکی را دارا هستند که تقریبا کلیه عملیات محاسباتی با این آیکنها نیز قابل اجرا می‌باشد.

قسمت دیگری که در این گروه جای می‌گیرند آیکنهای تجهیزات موجود در شبکه می‌باشد که تقریبا لیست کاملی از تجهیزات موجود در شبکه قدرت درآن موجود است که در آن می‌توان انواع شینه بندی ،برکر، سکسیونر ،انواع ترانسفورماتور،ژنراتور ،خط وباسبار،ادوات الکترونیک قدرت مثل SVC ،مدارهای RLC و... را مشاهده کرد و کاربر با انتخاب هر یک از تجهیزات قادر است آنرا در بخشی از شبکه خود که در بخش دوم قرار دارد اضافه نماید.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل ۱- بخش دوم :

در این قسمت که در حقیقت رابط کاربر ونرم‌افزار می‌باشد کاربر قادر است نقشه تک خطی سیستم مورد تحلیل را پیاده کرده و محاسبات را روی آن انجام دهد در این بخش که بصورت یک صفحه خالی بوده توسط کاربر با اضافه کردن یا درحقیقت چیدمان تجهیزات پر خواهد شد. کاربر قادر است با انتخاب هر تجهیز مشخصات آنرا تغییر داده، نوع و دیگر موارد مربوط به هر تجهیز را در بخش مربوطه اضافه کند. ازجمله مواردی که قابل ذکر است همین مسئله اطلاعات هر تجهیز است که شامل یک سری اطلاعات پایه و اطلاعات اختصاصی مربوط به هر یک از بخشهای محاسبات می باشد که توسط نرم‌افزار تفکیک شده وبدین معنی که کاربر با ورود اطلاعات پایه واطلاعات بخش مورد نیاز محاسباتی مثل پخش‌بار یا...قادر است تا عملیات تحلیلی مذبور را انجام دهد.

۱-۱- بخش سوم :

این قسمت که در حقیقت اینترفیس نرم‌افزار با کاربر است، نرم‌افزار کاربر را از نتایج محاسبات، بروز خطا یا مواردی از این دست آگاه می‌کند ودر این قسمت می‌توان نتایج محاسبات را به فرمتهایی که توسط کاربر تعریف می شود ارائه کرده و آنها را تحلیل کرد.

۱) استفاده از **Digsilent** در خصوص محاسبات قابلیت اطمینان :

محاسبات قابلیت اطمینان در شبکه قدرت توسط نرم فزار به سه دسته کلی طبقه بندی می‌گردد که از این میان دسته اول جزو محاسبات Deterministic ودسته دوم وسوم جزو محاسبات احتمالی می باشند هر کدام از این محاسبات کاربردهای خاص خود راداشته ودر مواردی کاربرد پیدا خواهد کرد.این سه دسته عبارتند از:

a) محاسبات Contingency:بررسی تاثیر خرابی های قابل اتفاق روی عملکرد سیستم بوده و از آنجایی که جزو محاسبات Deterministic می باشد تصمیم گیری بر اساس آن باعث over/under design می شود بنابراین بکاربردن این بخش در مواردی کاربرد خواهد داشت که هزینه های استفاده از این روش توجیه داشته باشد ولی این محاسبات به اطلاعات نسبتا کمتری احتیاج دارد.

b) محاسبات قابلیت اطمینان بر اساس احتمال :در این روش قادریم تا بااستفاده از تئوری احتمالات میزان در دسترس بودن شبکه وتجهیزات را بررسی نموده ،احتمال خرابی و فرکانس آنرا بدست آوریم همچنین با این روش قادریم تا هزینه ها را نیز مقایسه کرده تا در قبال ارزش آن به افزایش قابلیت اطمینان سیستم بپردازیم.

c) محاسبات Voltage sag

محاسبات احتمالی برای تعیین تغییرات ولتاژ در زمان بروز خطا در سیستم می‌باشد.

Contingency analysis (1-1 :

محاسبات Contingency همزمان با انجام محاسبات پخش بار انجام می شود بدین نحو که خروج واحدها یا تجهیزاتی که توسط کاربر تعریف می شود در نظر گرفته شده و هر خرابی شامل یک یا چند تجهیز که از سیستم خارج شده می باشد و در هر مرحله می‌توان تاثیر خروج تجهیز در شبکه را مشاهده نمود .

برای فعال کردن این گزینه باید ابتدا از آیکنهای موجود آیکن analysis tools سپس آیکن (n-k) را انتخاب کرد پس از این مرحله پنجره‌ای مطابق شکل (۲) باز شده و در آن اطلاعات زیر جهت انجام محاسبات توسط کاربر ارائه می گردد:

n-1 :محاسبه خروج یک تجهیز

n-2 :محاسبه خروج دو تجهیز بصورت همزمان

در خصوص تجهیزات نیز قادر هستیم تا مجموعه های زیر را در محاسبات منظور نمائیم:

۱)تمامی کابلها وخطوط

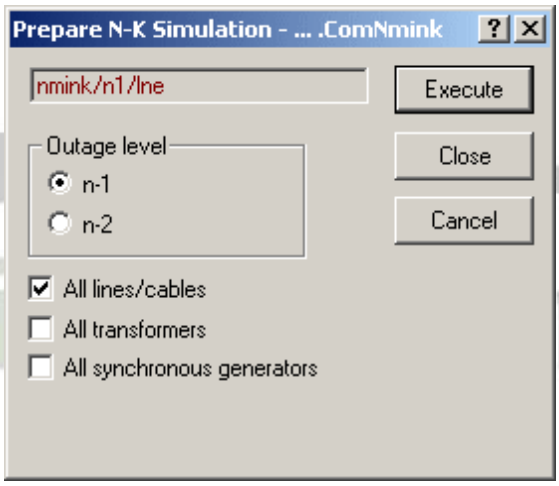
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲)تمامی ترانسفورماتورها

۳)کلیه ژنراتورها

یکی از محدودیتهایی که نرم‌افزار با آن مواجه است تعداد حالتهای مختلف خرابی برای یک شبکه می باشد در صورت گستردگی تجهیزات وبزرگ بودن شبکه تعداد خروج تجهیزات بسیار زیاد خواهد شد در چنین شرایطی که تعداد خرابیها بیش از ۱۰۰ باشد در خروجی نرم‌افزار warningخواهیم داشت.

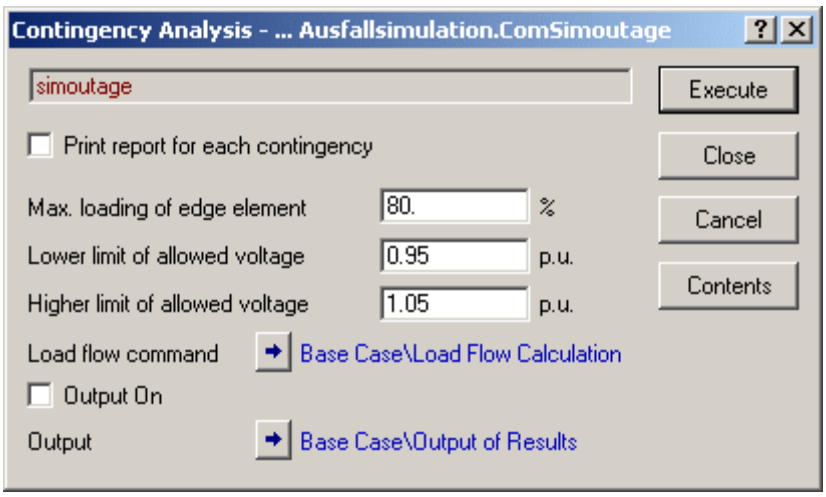
از سوی دیگر می توان تجهیزات را بصورت گرافیکی انتخاب کرده سپس با کلیک بر روی آنها با انتخاب calculation-outage simulation نتایج حالات مختلف خرابی رابین تجهیزات انتخاب شده را مشاهده کرد.



شکل(۲) تعیین پارامترهای Contingencies

۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱-۱)شبیه سازی خروج تجهیزات

پس از تعیین تجهیزات مورد نظر شبیه سازی خروج تجهیزات بوسیله یک پنجره که در شکل (۳) نشان داده شده تعریف می شود که بوسیله آن می توان ماکزیمم بارگذاری حد بالا و پائیین ولتاژ والگوریتم محاسبات پخش بار را تعیین کرد.



شکل (۳) شبیه سازی خروج تجهیزات

از سوی دیگر خروجی محاسبات گزینه هایی مثل ماکزیمم و مینیمم بارگذاری و ODF یا Outage Distribution Factorرا مشاهده کرد ODF بوسیله رابطه زیر تعریف می‌گردد.

ODF(ij,mn)=D(Iij)/Imn

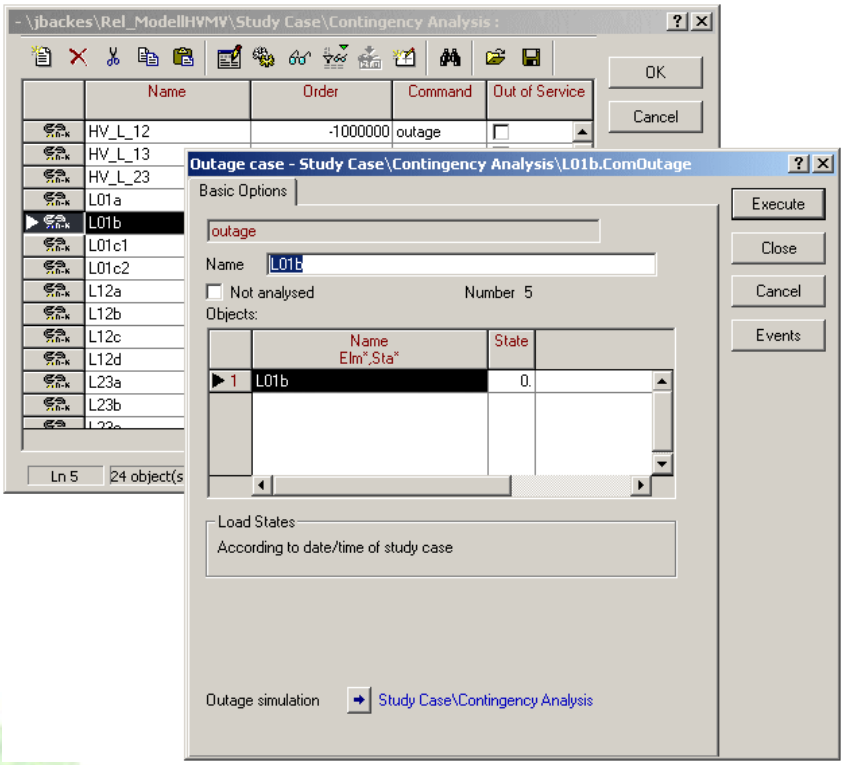
که در حقیقت D(Iij) جریان شاخه i و j در زمان خروج خط m و n می باشد Imn جریان خط m-n قبل از خطاست.

WikiPower.ir

۱-۲-۱ ۱-۱-۲)حالات خروج تجهیزات

در این بخش کاربر قادر است تا انواع مختلف contingency های درنظر گرفته شده برای تجهیزات را مشاهده و تعدادی را حذف یا به آن لیست اضافه کند (همانگونه که در بالا ارائه شد) وحتی قادر خواهد بود تا با انتخاب یک دسته تجهیز از این لیست تنها خروج دسته مربوطه را مورد بررسی قرار داد ونتایج را بدست آورد.شکل(۴) این امر را نشان می دهد.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل(۴) تعداد ولیست خرابی‌های در نظر گرفته شده در مثال

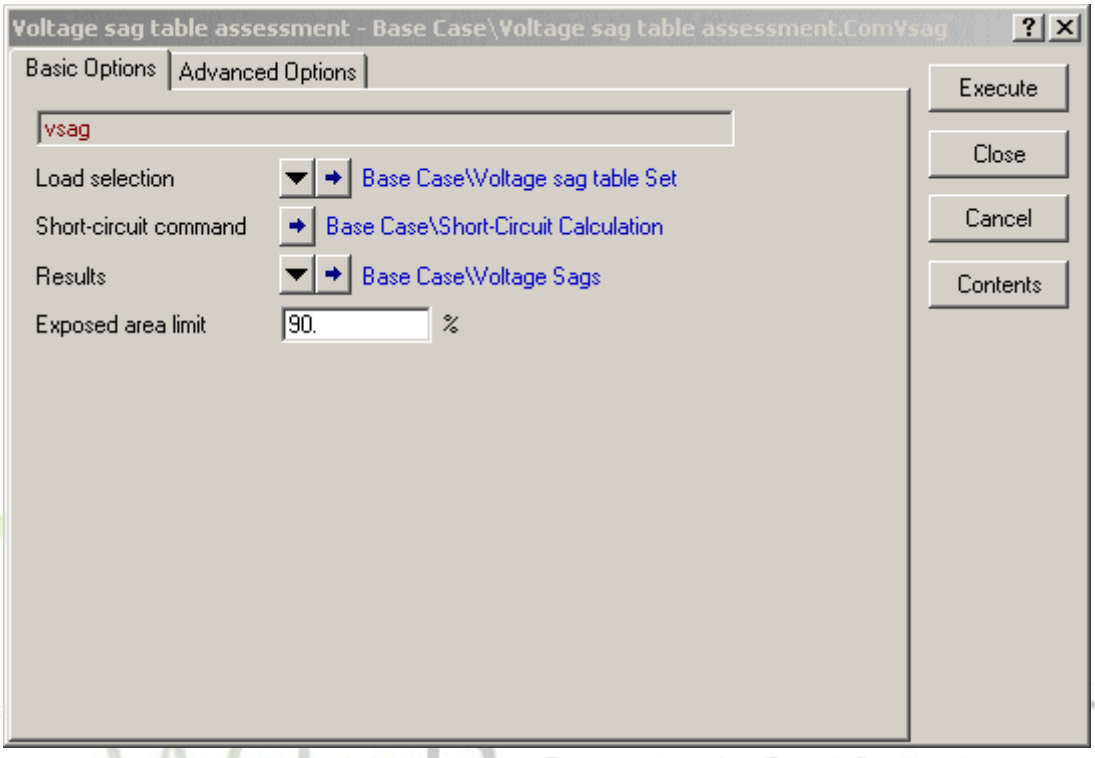
در این محاسبات خروج باسبارها و ترمینالها بررسی نمی شود بنابراین برای لحاظ آنها باید خرابی آنها را با سایر تجهیزات تلفیق کرد.

Voltage Sag Analysis(۲-1

این قسمت از محاسبات مانند محاسبات احتمالی قابلیت اطمینان از آمار و اطلاعات آماری استفاده می نماید و در هر دو آنها میزان خروج تجهیزات و فرکانس خروج بر اساس آمار و اطلاعات گذشته تجهیز بدست می آید.

اما از آنجایی که محاسبات قابلیت اطمینان تا زمان وقفه انرژی الکتریکی ادامه پیدا می‌کند و در حقیقت از دید عرضه یا تولید به مسئله می‌نگرد ودیگر مسئله افت ولتاژ در زمان بروز خطا در آن بررسی نمی شود، اینگونه محاسبات در این بخش مورد بررسی قرار گرفته و افت ولتاژ تا زمان بروز خطا تا وقتی که سیستم حفاظتی بخش معیوب را از شبکه جدا کند ادامه خواهد داشت.

پنجره این گزینه با استفاده از آیکن votage sag analysis در همان بخش tools باز شده و به فرمت شکل (۵) خواهد بود.

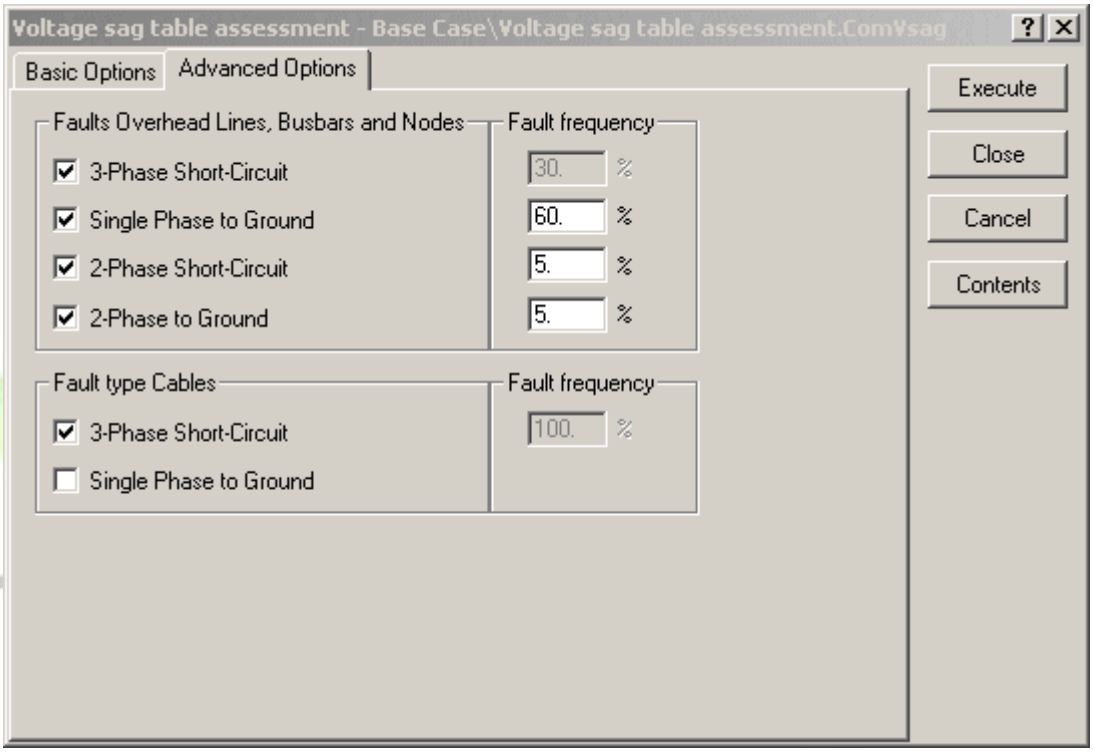


شکل (۵) Voltage Sag Analysis - Basic Options

در قسمت Basic option کاربر قادر است Load را انتخاب کرده تا محاسبات بر اساس آن صورت پذیرد این نقطه بار می‌تواند یک بار یا باسبار ویا یک ترمینال باشد.

در بخش بعدی یعنی در Short circuit command کاربر قادر است تا روش محاسبات اتصال کوتاه را انتخاب کند (بر اساس انواع روشهای موجود در نرم‌افزار مثلVDE,IEC و...یا تعریف روش جدید توسط زبان DPL زبان نرم افزار)و همچنین کاربر می‌تواند انواع خروجی ها را در گزینه Result مشخص کند از سوی دیگر در بخش Expose Area Limitکاربر قادر است تاحد پائیین ولتاژ را برای ادامه محاسبات تعیین نماید.

در قسمت Advance option که در شکل (۶) مشخص شده کاربر می‌تواند حجم انواع اتصال کوتاه های موجود شبکه را بر حسب درصد اتفاق ارائه نموده تا نرم‌افزار با استفاده ار این اطلاعات به بررسی اتصال کوتاه در شبکه بپردازد در بخش بعدی همین موضوع برای کابلها مشخص می‌گردد.



شکل (۶) Voltage Sag Analysis - Advanced Options

پس از انجام محاسبات اتصال کوتاه در باسبارها آنالیز اتصال کوتاه درفاصله میانی هر خط و کابل مابین باسبارها انجام شده و مجددا اطلاعات خروجی در result box نمایش داده می‌شود نرم‌افزار از یک روش کوادراتیک برای محاسبه استفاده کرده واین امر باعث افزایش سرعت پاسخگویی وکاهش تعداد محاسبات خواهد شد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

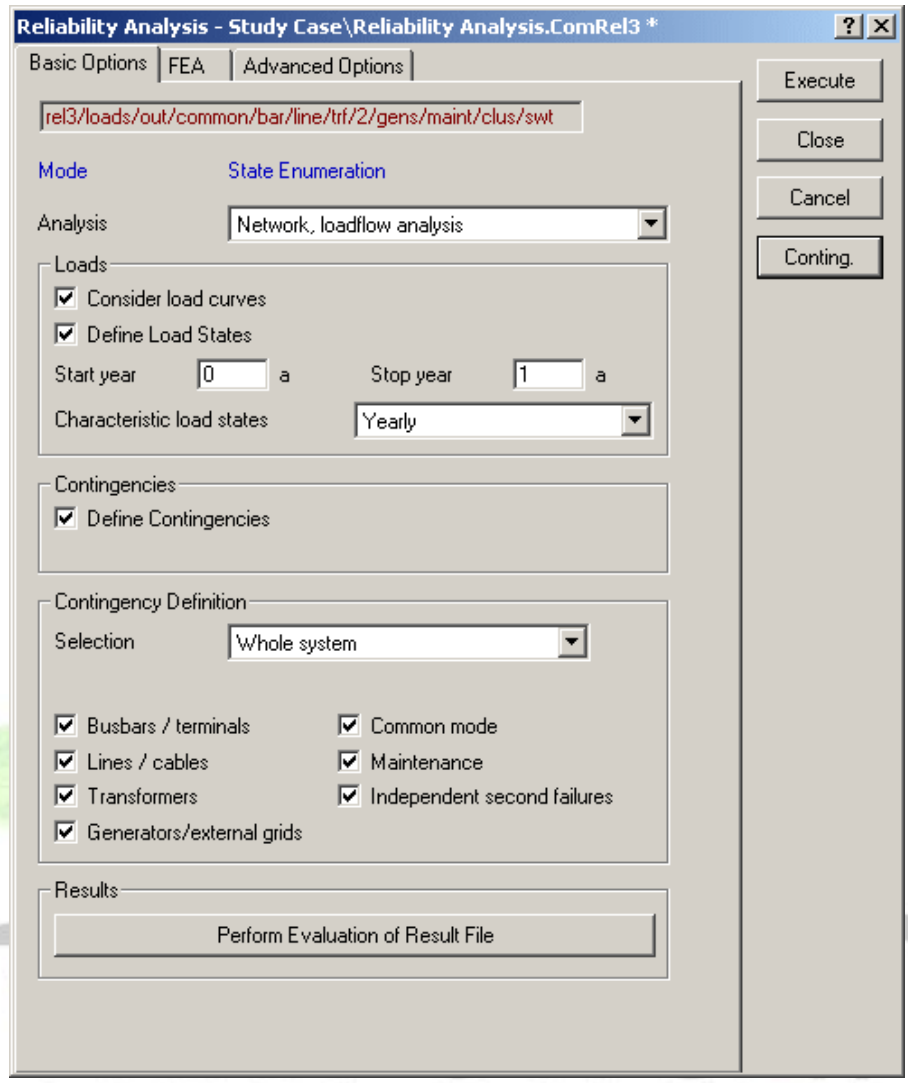
Network Reliability Assessment(۳-1

این بخش در حقیقت به بررسی محاسبات قابلیت اطمینان با استفاده از روشهای احتمالی پرداخته وموضوع کاربرد نرم‌افزار نیز در این بخش بررسی شده است . در این قسمت بر خلاف روش Contingency طراح به خروج تجهیزات اشاره نمی کند بلکه همه خرابیها ممکن بررسی می‌شود واحتمال این خرابیها بر اساس آمار عملکردگذشته آنها معرفی می‌گردد،از سوی دیگرنرم‌افزار قادر به شبیه سازی عملکرد سیستم حفاظتی و عملکرد اپراتور برای انجام عملیاتRemedial action برای برق رسانی مجدد شبکه می باشد.

برای فعال این بخش از محاسبات ابتدا با زدن کلید Toolbar قابلیت اطمینان فعال شده و با زدن کلید پنجره مربوط به محاسبات قابلیت اطمینان باز می شود که بصورت شکل (۷) می‌باشد .

WikiPower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۷) Reliability Analysis dialogue - Basic Options

شروع محاسبات قابلیت اطمینان با فشار دادن دکمه Execute انجام می‌شود و زمان انجام محاسبات بر اساس وسعت شبکه از چند ثانیه تا چند ساعت برای شبکه های بزرگ بطول می‌انجامد اما در همه این شرایط برای توقف محاسبات می‌توان از زدن دکمه Break استفاده کرد.

۲) محاسبات قابلیت اطمینان سیستم RTS در نرم‌افزار Digsilent :

در این خصوص با استفاده از دو سیستم که در مراجع آمده به بررسی کارایی نرم‌افزار **Digsilent** میپردازیم البته بدلیل محدودیتهای موجود در پاره ای از موارد شاهد عدم لحاظ مقادیری در برنامه هستیم که بر حسب

مورد به آنها اشاره خواهد شد .بررسی های انجام شده ابتدا روی سیستم RTS(Reliability Test System) که در سال ۱۹۷۹به چاپ رسیده ودیگری مربوط به Roy Billinton Test System(RBTS) تحت عنوان "A Reliability Test System For Educational purpose" که در سال ۱۹۸۹ طراحی شده مربوط می‌شود .

لازم بذکر است اطلاعات مربوط به هر دو شبکه در مراجع[۳] و[۶] مطرح شده و در این مجال مواردی از آندو که در شبیه سازی استفاده شده است بیان می‌گردد.

۲-۱)تحلیل نمونه ای از شبکه های تست در نرم‌افزار Digsilent

A) Reliability Test System

مدلی که در این سیستم طراحی شده است شامل ۳۲ واحد تولید با توان تولیدی بین ۱۲تا ۴۰۰ مگاوات می‌باشد . خطوط انتقال از ۳۸ خط و ۲۴ باس بهمراه ۵ ترانسفورماتور شکل گرفته‌است که دو سطح ولتاژ ۱۳۸و۲۳۰ کیلوولت طراحی شده است.در ادامه به معرفی مشخصات این سیستم که برای استفاده در بررسی gsilentDi بکار رفته می‌پردازیم.

WikiPower.ir

A-1)مدل بار

از آنجایی که Digsilent این قابلیت را به کاربر میدهد تا با توجه به توضیحات بالا Scale های مختلف زمانی را ارائه نمائید بنابراین از خصوصیات نرم‌افزار را می‌توان تحلیل بر اساس منحنی بار دانست .در مرجع[۳] مقادیر بار هفتگی ، روزانه وساعتی ارائه شده است یعنی در مجموع با در نظر گرفتن ۸۷۳۶ ساعت در سال و۳۶۴ روز در سال منحنی بار در نظر گرفته شده است.اما از آنجایی که ساعت روشنایی روز زمان تعطیلات در مرجع اصلی وکاهش سرعت پاسخگویی الگوریتم با در نظر گرفتن ۸۷۳۶ ساعت شبانه روز وجود داشت ،از منحنی بار هفتگی استفاده شد یعنی سال به ۵۲ هفته تقسیم شد ودر هفته از یک بار پیک استفاده شد،بنابراین در مجموع منحنی باری با ۵۲ اندازه بار خواهیم داشت که پیک مجموع در هفته۵۱ اتفاق

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

می‌افتد.جدول (۱) این مقادیر را بر حسب پریونیت نشان می‌دهد وبا توجه به مقدار پیک بار که برابر ۲۸۵۰و۲۴۰۰ مگاوات در نظر گرفته شده می‌توان منحنی بار رابر حسب مقادیر نامی بدست آورد:

هفته	بار ٪	هفته	بار ٪	هفته	بار ٪	هفته	بار ٪
1	86.2	**14**	75	**27**	75.5	**40**	72.4
2	90	**15**	72.1	**28**	81.6	**41**	74.3
3	87.8	**16**	80	**29**	80.1	**42**	74.4
4	83.4	**17**	75.4	**30**	88	**43**	80
5	88	**18**	83.7	**31**	72.2	**44**	88.1
6	84.1	**19**	87	**32**	77.6	**45**	88.5
7	83.2	**20**	88	**33**	80	**46**	90.9
8	80.6	**21**	85.6	**34**	72.9	**47**	94
9	74	**22**	81.1	**35**	72.6	**48**	89
10	73.7	**23**	90	**36**	70.5	**49**	94.2
11	71.5	**24**	88.7	**37**	78	**50**	97
12	72.7	**25**	89.6	**38**	69.5	**51**	100
13	70.4	**26**	86.1	**39**	72.4	**52**	95.2

WikiPower.ir

جدول(۱) میزان بار در نظر گرفته شده طی هفته های مختلف

۲-A)مدل تولید

همانگونه که اشاره شد سیستم تولید از واحدهای ۱۲ الی ۴۰۰ مگاوات تشکیل شده که این مقادیر ومشخصات خرابی هر واحد در جدول (۲) آمدهاست.

	Unit Size(MW)	NO.of Unit	FOR	MTTF(hrs)	MTTR(hrs)
1	12	5	0.02	2940	60
2	20	4	0.1	450	50
3	50	6	0.01	1980	20
4	76	4	0.02	1960	40
5	100	3	0.04	1200	50
6	155	4	0.04	960	40
7	197	3	0.05	950	50
8	350	1	0.05	1150	100
9	400	2	0.12	1100	150

جدول (۲) مشخصات خرابی هر واحد

موقعیت واحدهای تولیدی در جدول (۳) آمده که مشاهده می‌شود ۱۰ باس از مجموع ۲۴ باس موجود به عنوان باس تولید محسوب می‌شوند.

Generation name	capacity(MW)	Location	parallel machine
Synchronous Machine	155	Bus16	1
Synchronous Machine	76	Bus2	2
Synchronous Machine(1)	400	Bus18	1
Synchronous Machine(10)	20	Bus1	2
Synchronous Machine(11)	350	Bus23	1
Synchronous Machine(2)	400	Bus21	1
Synchronous Machine(3)	50	Bus22	6
Synchronous Machine(4)	155	Bus23	2
Synchronous Machine(6)	12	Bus15	5
Synchronous Machine(7)	197	Bus13	3
Synchronous Machine(8)	100	Bus7	3
Synchronous Machine(9)	20	Bus2	2
Synchronous Machinebus1	76	Bus1	2
Synchronous Machinebus	155	Bus15	1

جدول (۳) موقعیت ژنراتورهای سنکرون و ظرفیت هریک

در مجموع کل ظرفیت نسب شده نیروگاهها بربر ۳۴۵۰ مگاوات می‌باشد وقدرت توان راکتیو تولیدی نیروگاهها نیز به شرح زیر در نظر گرفته شده است.

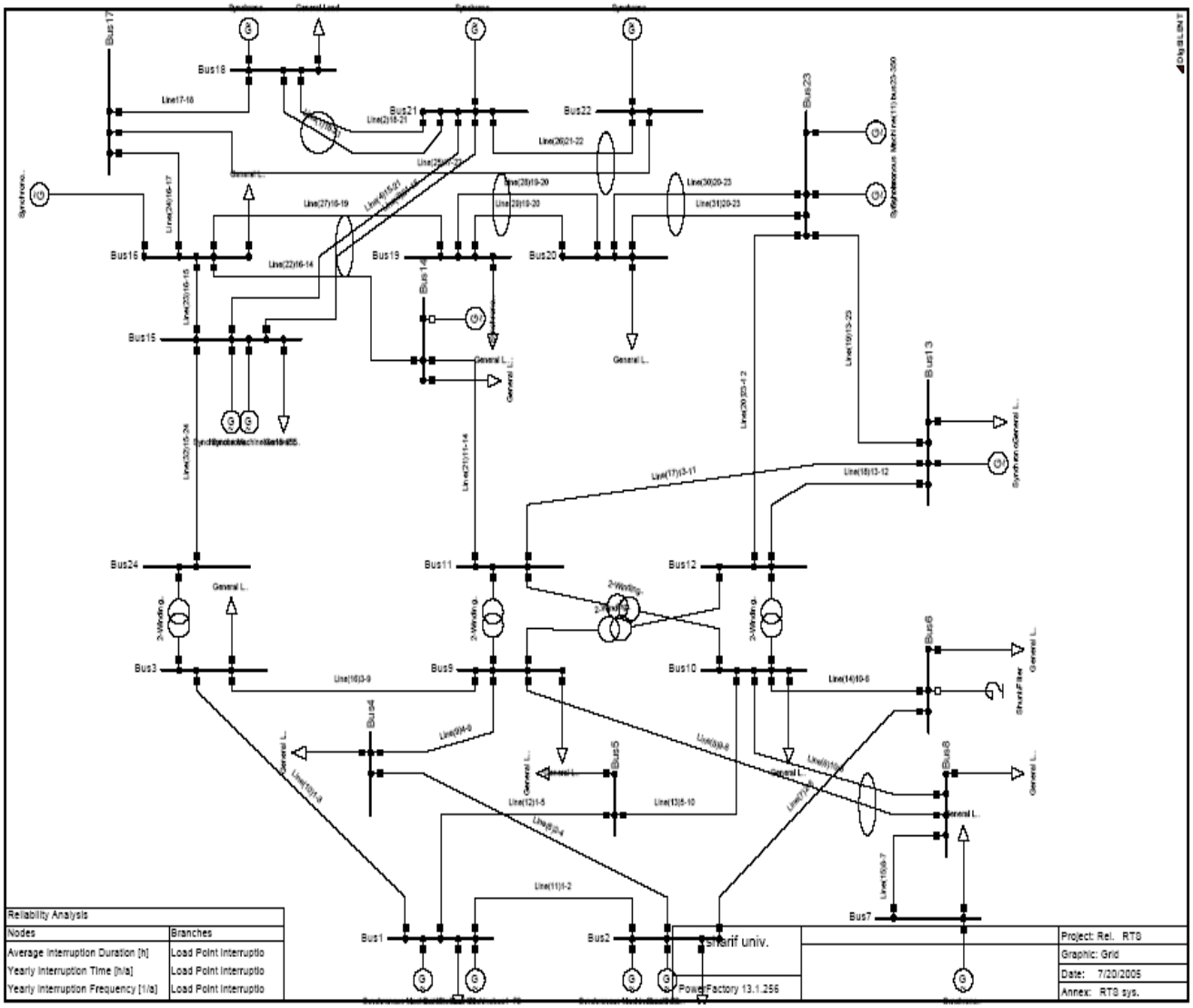
SIZE	MIN.REACTIVE POWER	MAX.REACTIVE POWER
۱۲	۰	۶
۲۰	۰	۱۰
۵۰	-۱۰	۱۶
۷۶	-۲۵	۳۰
۱۰۰	۰	۶۰
۱۵۵	-۵۰	۸۰
۱۹۷	۰	۸۰
۳۵۰	-۲۵	۱۵۰
۴۰۰	-۵۰	۲۰۰

جدول (۴) قدرت توان راکتیو تولیدی واحدها

شکل (۱) ساختار کلی شبکه موقعیت خطوط و نحوه آرایش واحدهای تولیدی را نشان میدهد.

شکل (۱) ساختار RTS

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



A-3) شبکه انتقال

میزان بار هریک از باسبارهادر جدول (۵) آمده است و همچنین در کلیه موارد ضریب قدرت۰/۹۸در نظر گرفته شده است .مجموع بارها در دو حالت ۲۸۵۰ و۲۴۰۰در نظرگرفته شده‌اند.

Load Bus No.	Load MW	Load MVAr	Load MW	Load MVAr
1	108	22	91.2	18.5
2	97	20	81.6	16.6
3	180	37	151.2	30.7
4	74	15	62.4	12.7
5	71	14	60	12.2
6	136	28	115.2	23.4
7	125	25	105.6	21.5
8	171	35	144	29.3
9	175	36	146.4	29.8
10	195	40	163.2	33.2
13	265	54	223.2	45.4
14	194	39	163.2	33.2
15	317	64	266.4	54.2
16	100	20	84	17.1
18	333	68	280.8	57.1
19	181	37	153.6	31.2
20	128	26	108	21.9
TOTAL	2850	580	2400	488.4

جدول(۵) میزان بار هریک از باسبارها ومحل قرار گرفتن آنها

همانطور که نحوه آرایش خطوط از شکل (۱) مشخص است در مجموع باسهای ۹ تا ۱۲ ،۳و۲۴ باسهای متصل به ترانسفورماتور بوده و حدفاصل بین باسهای ۱و۲ یا ۶و۱۰ از کابل ۱۳۸ کیلوولت استفاده شده است اطلاعات مربوط به خرابی خطوط در جدول (۶) ومشخصات هر خط در مرجع[۳] مشخص شده است، در این حالت از نرخ خرابی گذرا در خطوط صرفنظر شده و نرخ خرابی دائمی خطوط بصورت زیر با طول هر خط رابطه دارد (L طول خط به ازائ واحد ۱۰۰ مایل).

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

Line	Lambda
138kv Line	0/52L+0/22
230kv Line	0/34L+0/29
138kv Cable	0/02L+0/226

جدول (۶) اطلاعات خرابی خطوط

نرخ خرابی باسبار در ادامه آمده است.

	230kv	138kv
Fault per bus	0/0272	0/021
Outage Duration	19	13

A-3) بررسی نتایج

پس از ورود اطلاعات داده های فوق که از مرجع [۳]برداشته شده است برنامه با در نظرگرفتن موارد زیر اجرا و نتایج آن نیز در ادامه آمده است.

۱)احتمال عدم عملکرد برکرها وخرابی آنها کوچک در نظر گرفته شده بطوریکه قابل صرفنظر باشد ،همچنین از مواردی مثل Active Failure وPassive Failure بصورت تفکیک شده، صرفنظر شده است.

۲)از تاثیر آب و هوا شامل هوای Adverse , Extremely Adverse صرفنظر شده و تنها هوا بصورت نرمال فرض شده است.

۳)احتمال قطع همزمان سه تجهیز یا بیشتر به حدی کوچک است که قابل صرفنظر است.

از سوی دیگر سایر تنظیمات نرم‌افزار در بخش قابلیت اطمینان به شرح زیر است:

۱)آنالیز محاسبات قابلیت اطمینان بر اساس آنالیز Connectivity/Network Load Flow

2) در نظر گرفتن منحنی بار

۳)خرابی‌های قابل بررسی عبارتند ازخطادر:باسبارها- خط و کابل – ترانسفورماتور – ژنراتورها و Common Mode Failure.

نتیجه این محاسبات در جدول(۷) آمده است کل تعداد خرابی ها در این حالت برابر ۳۰۰۴۰ در نظر گرفته شده است که با توجه به تنظیمات،کلیه تجهیزات را در فواصل زمانی معین شامل می شود اما یکی از فاکتورهای قابل اجرا در برنامه لیست تجهیزاتی است که می تواند وارد محاسبات Contingency شود برای این منظور حالتهای زیر در نظر گرفته شده است و بررسی‌های انجام شده که نتایج محاسبات در جداول بعدی آمده است.

۱)درنظرگرفتن مجموع بار معادل ۲۸۵۰ مگاوات

۲) درنظرگرفتن مجموع بار معادل ۲۴۰۰ مگاوات

همچنین کلیه حالتهای قابل ارائه در نرم افزار شامل در نظر گرفتن منحنی بار و یا عدم لحاظ آن و دو عامل محاسباتی Connectivity/Network Load Flow در مجموع ۴ state متفاوت را ایجاد کرده که در جداول منظور شده است.

اما جهت مشخص شدن موقعیت هریک از بارها درهر باسبار که در ادامه آمده جدول زیر را ارائه می نمائیم.

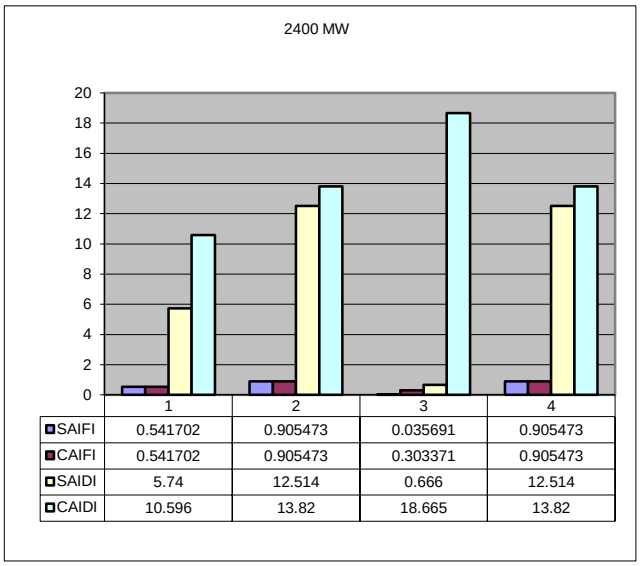
Load	Bus
General Load	Bus 18
General Load(1)	Bus 16
General Load(10)	Bus 6
General Load(11)	Bus 7
General Load(12)	Bus 4
General Load(13)	Bus 1
General Load(14)	Bus 2

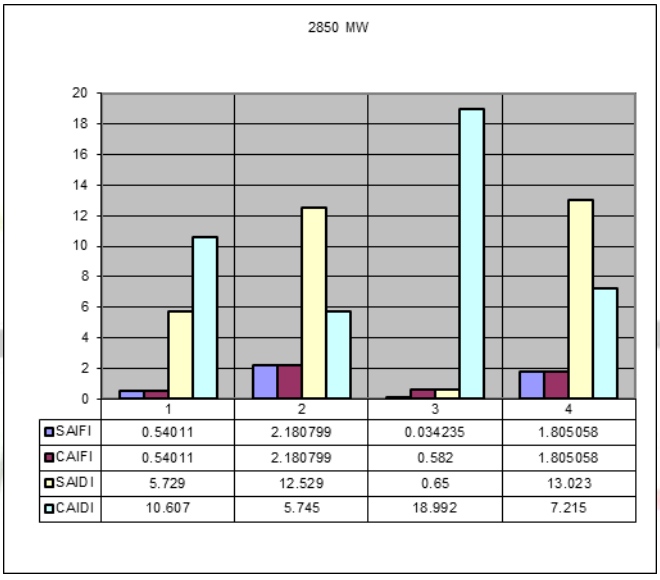
General Load(16)	Bus 9
General Load(17)	Bus 3
General Load(18)	Bus 5
General Load(2)	Bus 14
General Load(3)	Bus 19
General Load(4)	Bus 20
General Load(5)	Bus 15
General Load(7)	Bus 13
General Load(8)	Bus 10
General Load(9)	Bus 8

چدول(7) موقعیت هریک از بارها در شبکه Digsilent

WikiPower.ir

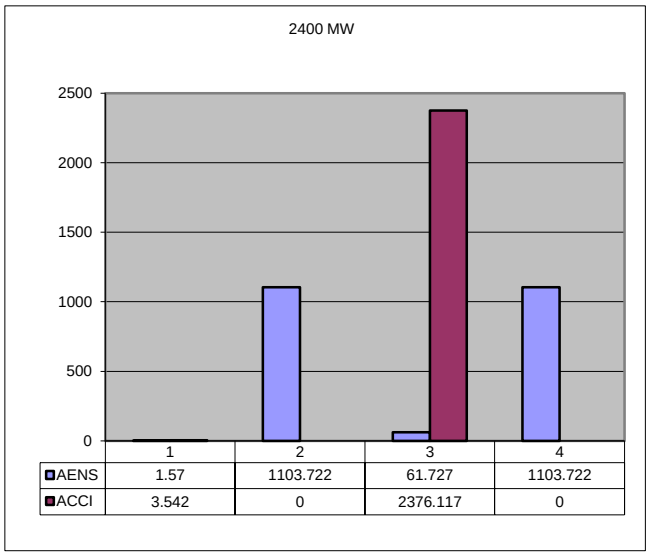
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

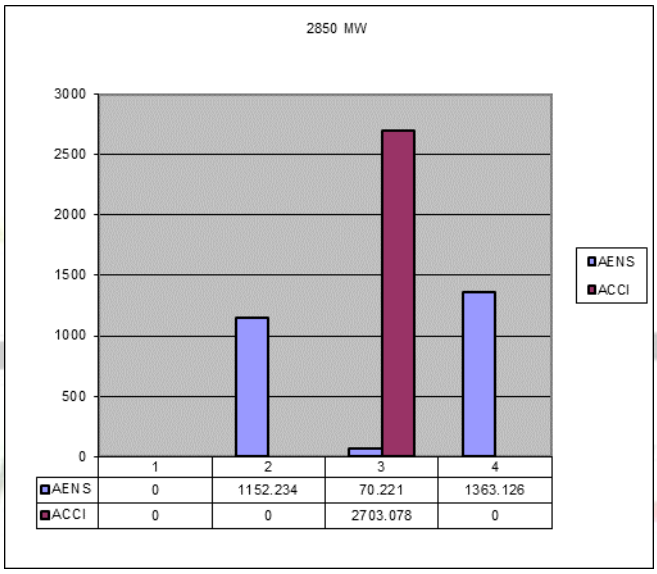




جدول(۸) مقایسه SAIFI و CAIFI و SAIDIو CAIDI در حالتهای مختلف

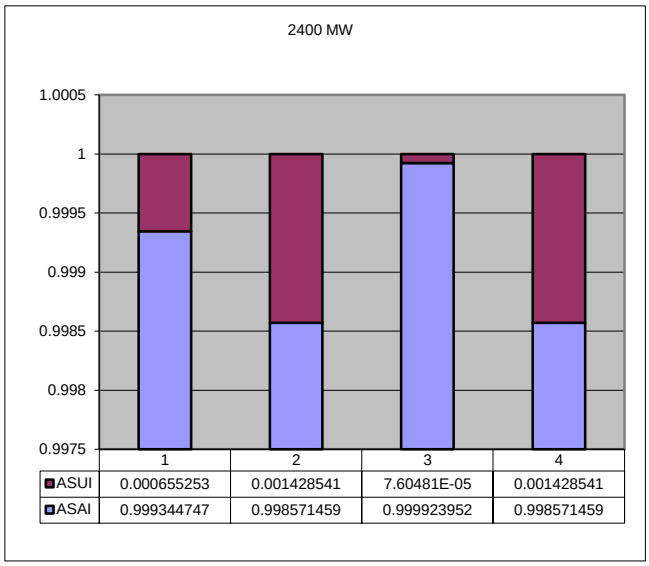
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

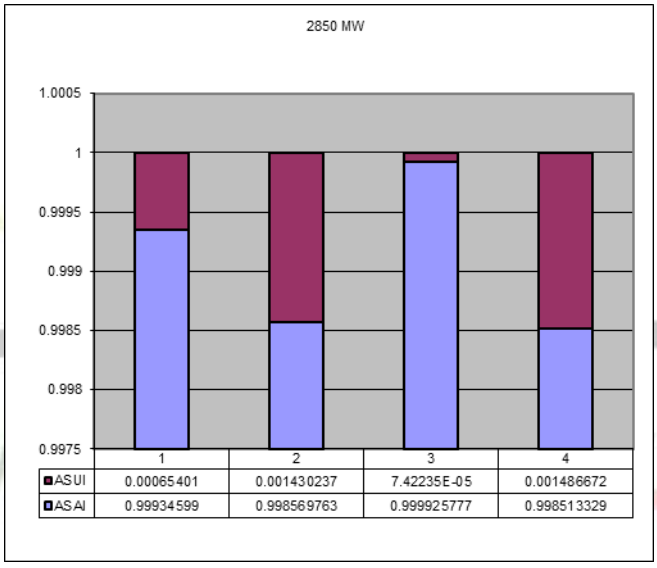




جدول(۹) مقایسه AENSوACCI در حالتهای مختلف

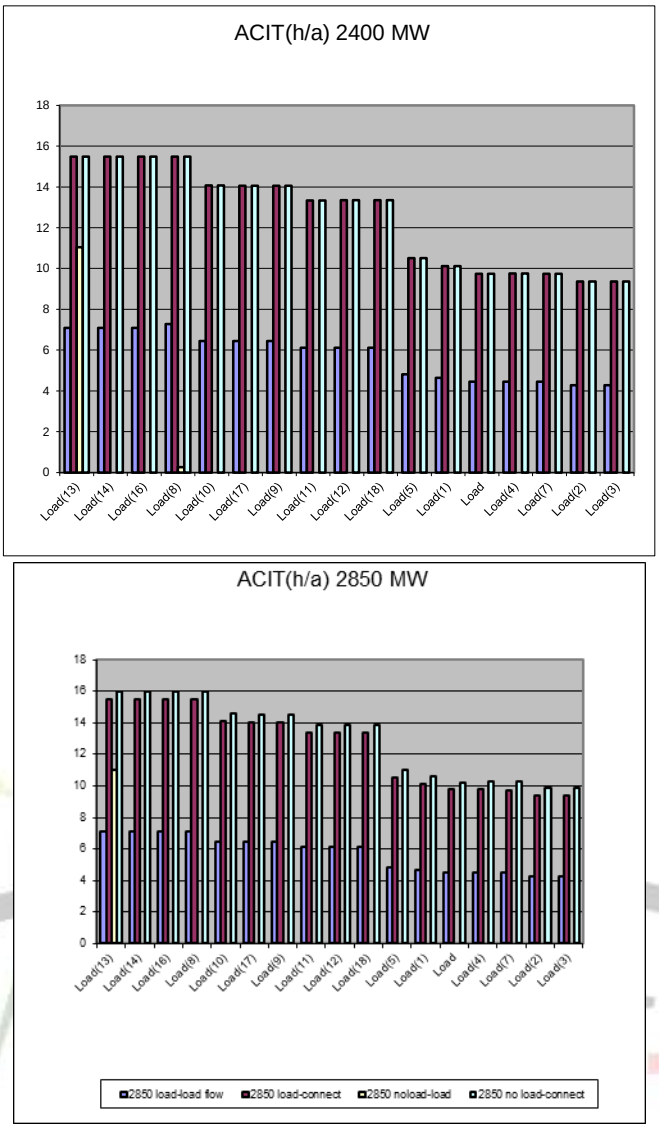
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه





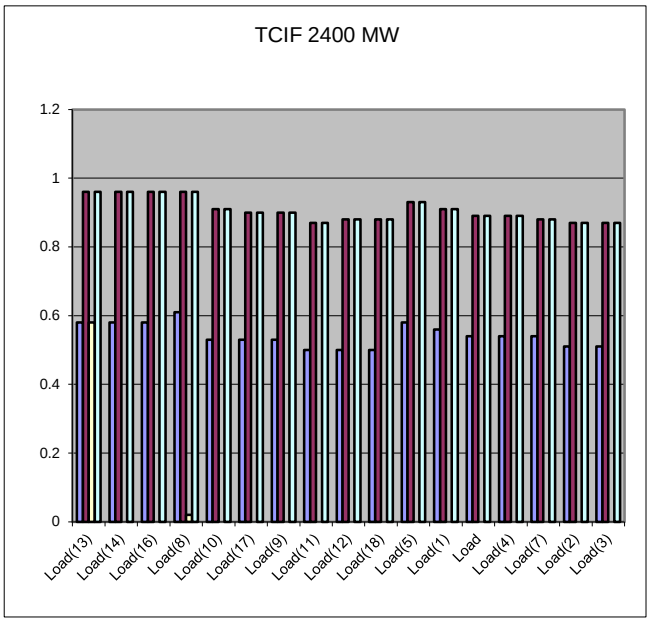
جدول(۱۰) مقایسه ASAI و ASUI در حالتهای مختلف

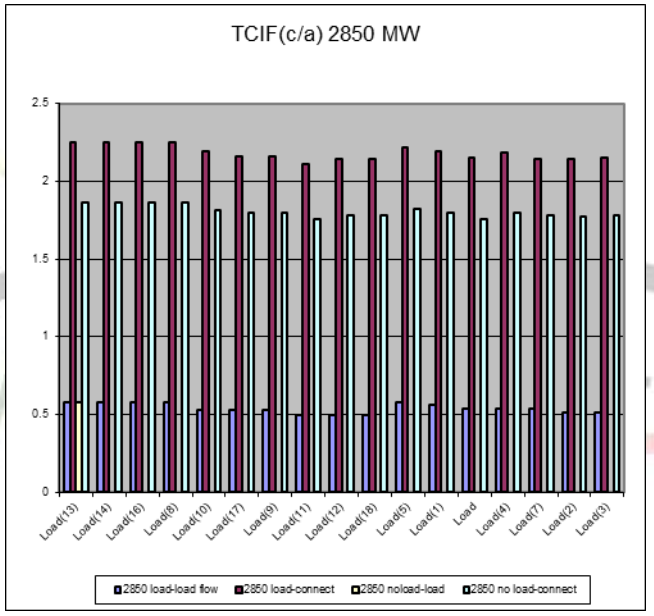
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



جدول(۱۱) مقایسه ACIT در حالتهای مختلف

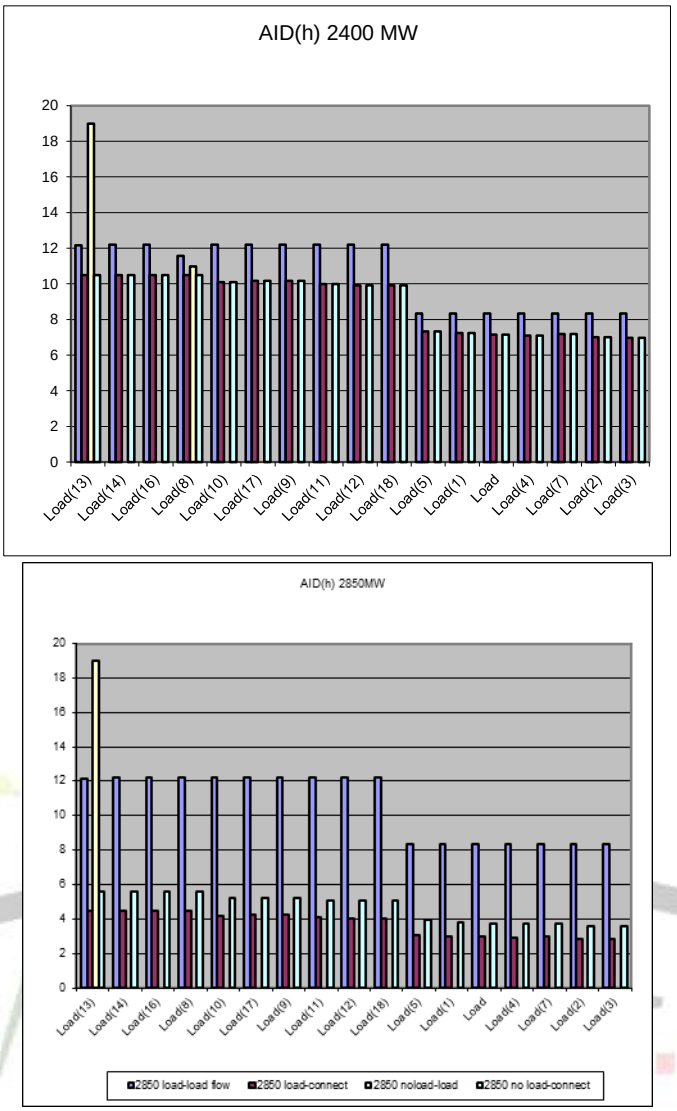
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه





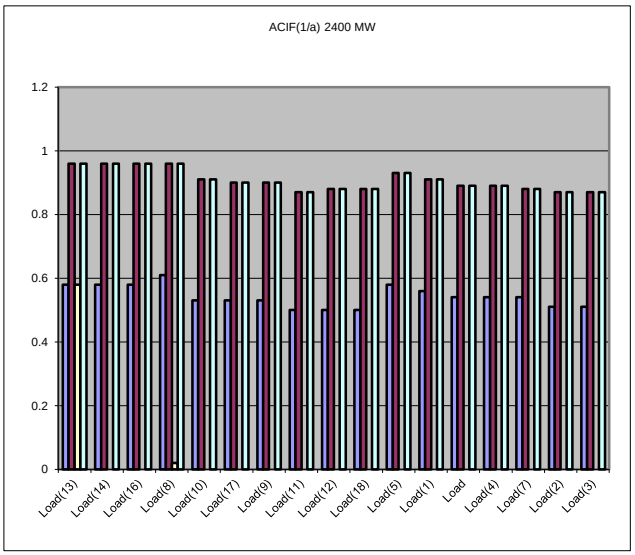
جدول(۱۲) مقایسه TCIF در حالتهای مختلف

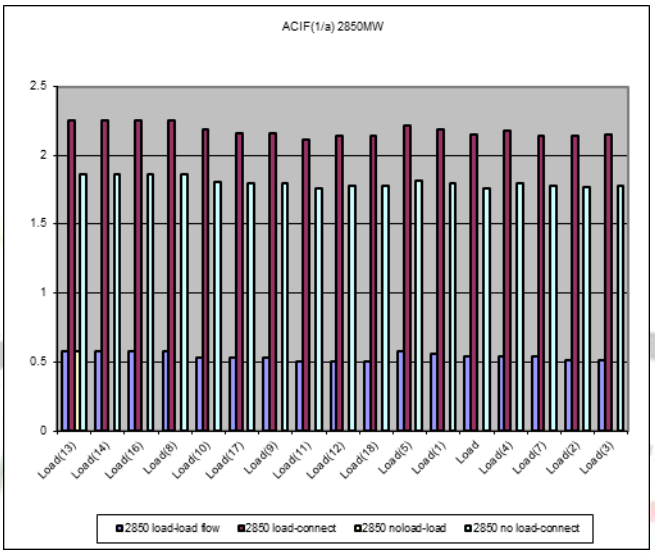
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



جدول(۱۳) مقایسه AID در حالتهای مختلف

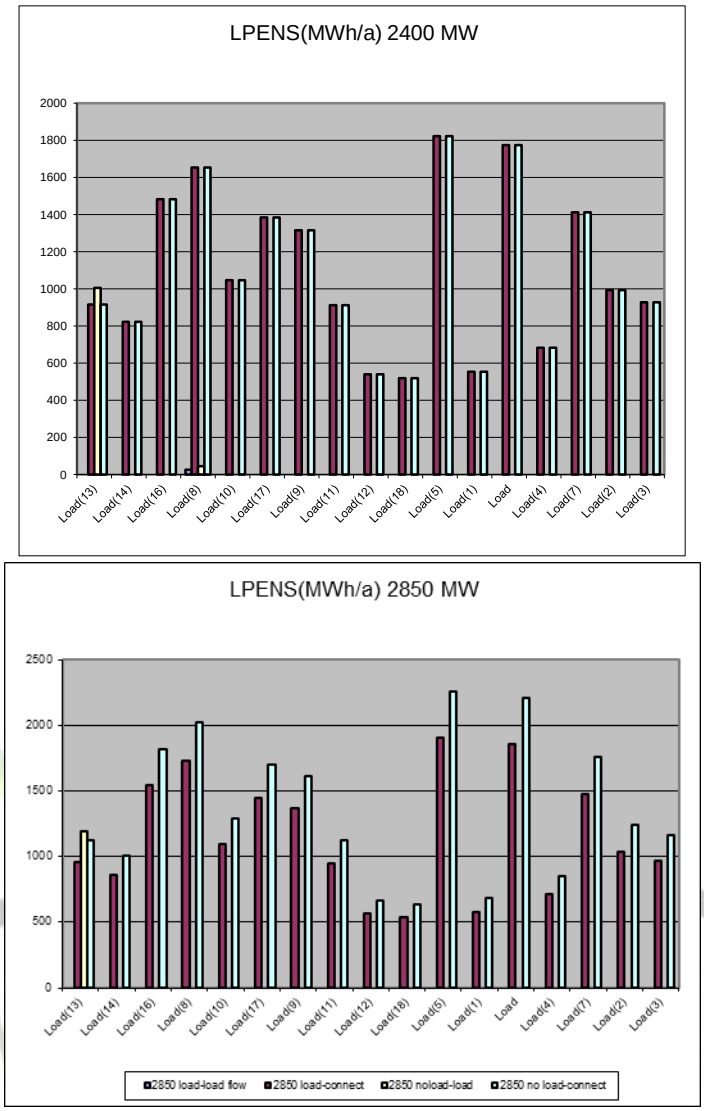
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه





جدول(۱۴) مقایسه ACIF در حالتهای مختلف

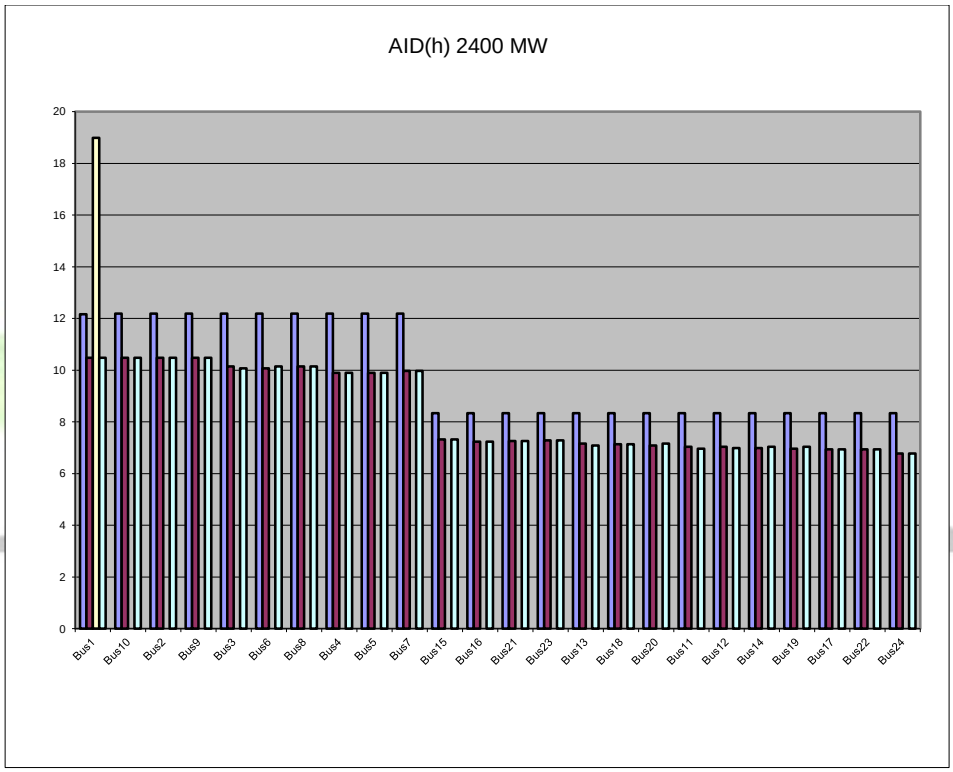
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

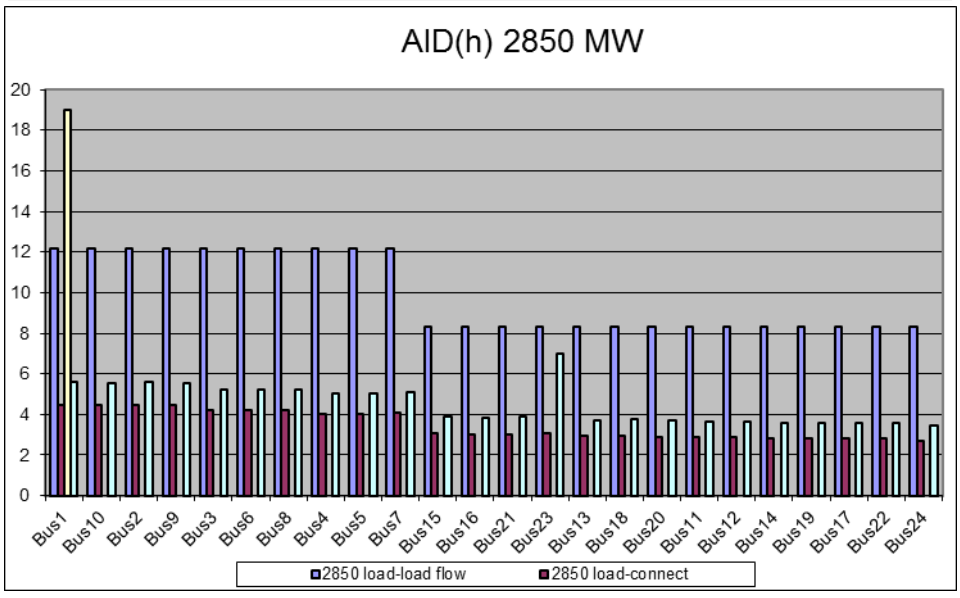


جدول(۱۵) مقایسه LPENS در حالتهای مختلف

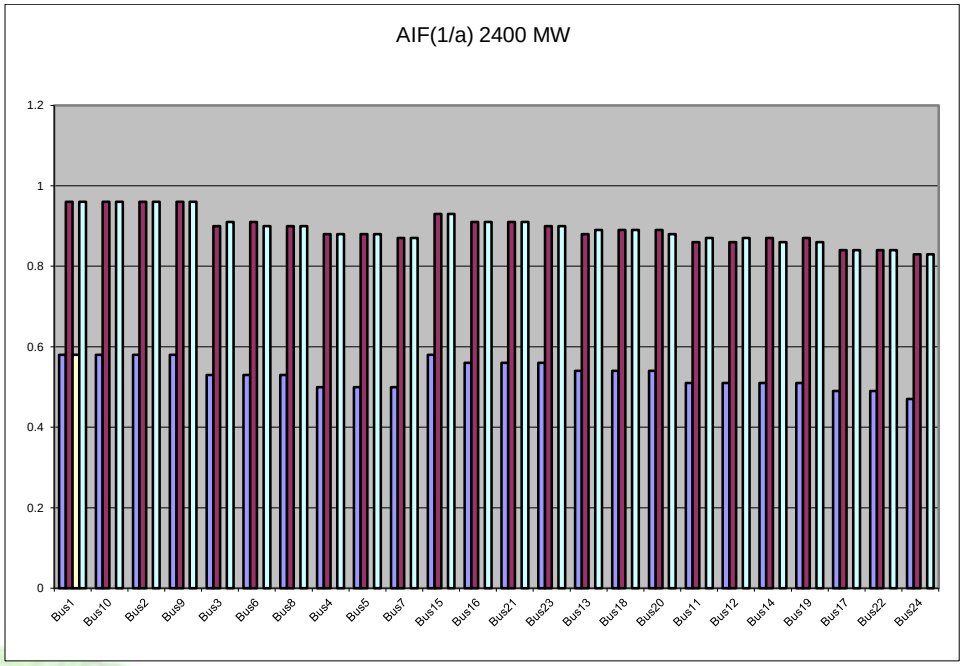
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

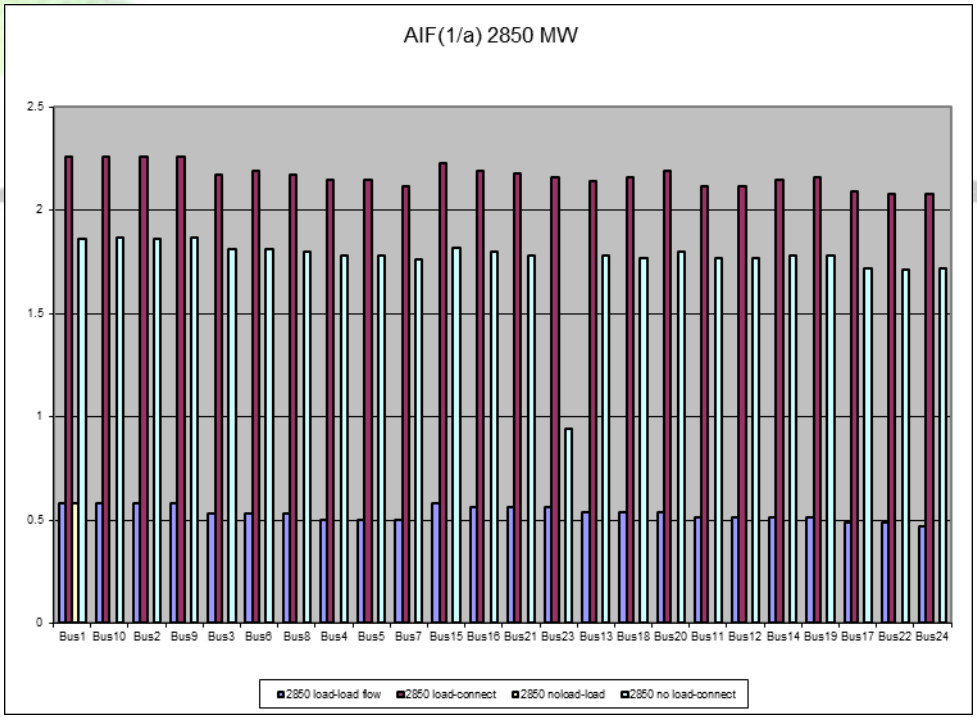
جدول باس بارها :





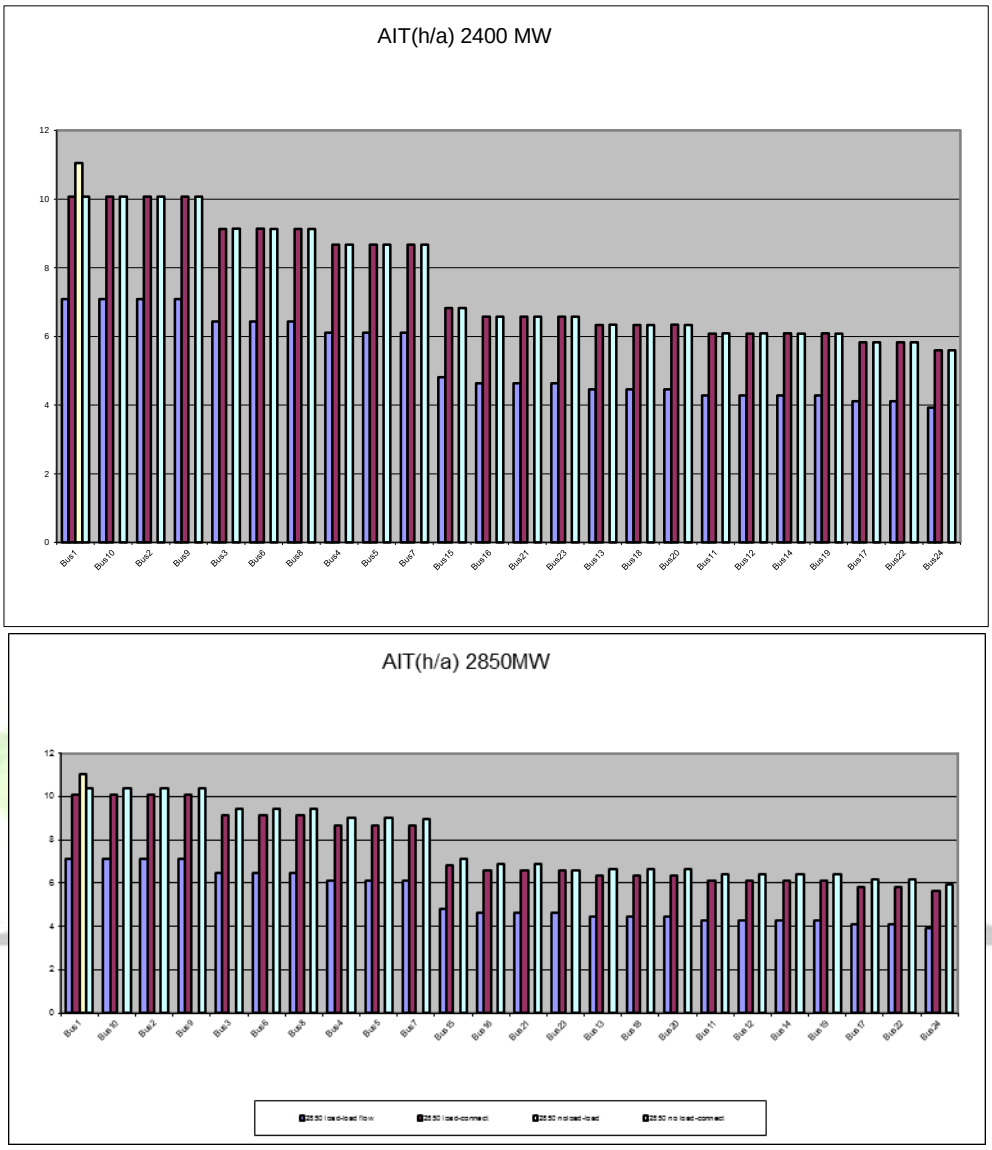
جدول(۱۶) مقایسه AIDدر حالتهای مختلف





جدول(۱۷) مقایسه AIFدر حالتهای مختلف

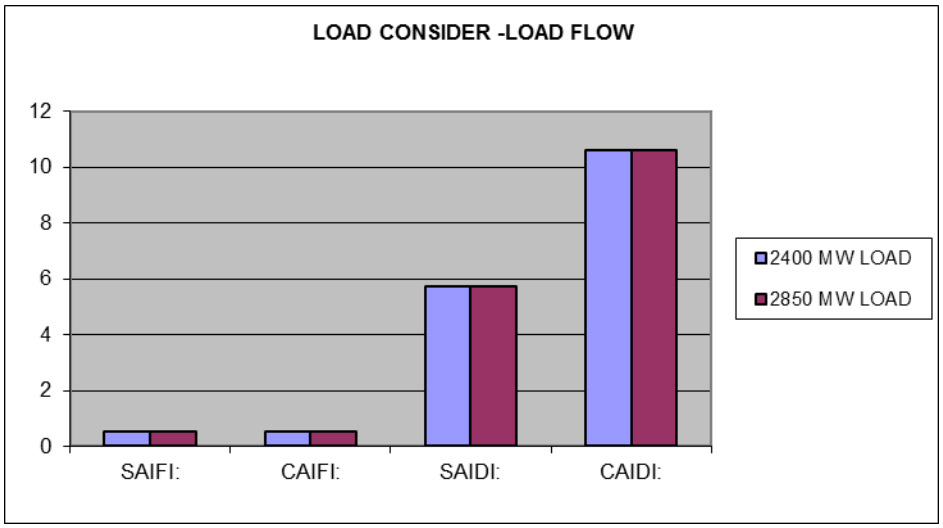
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

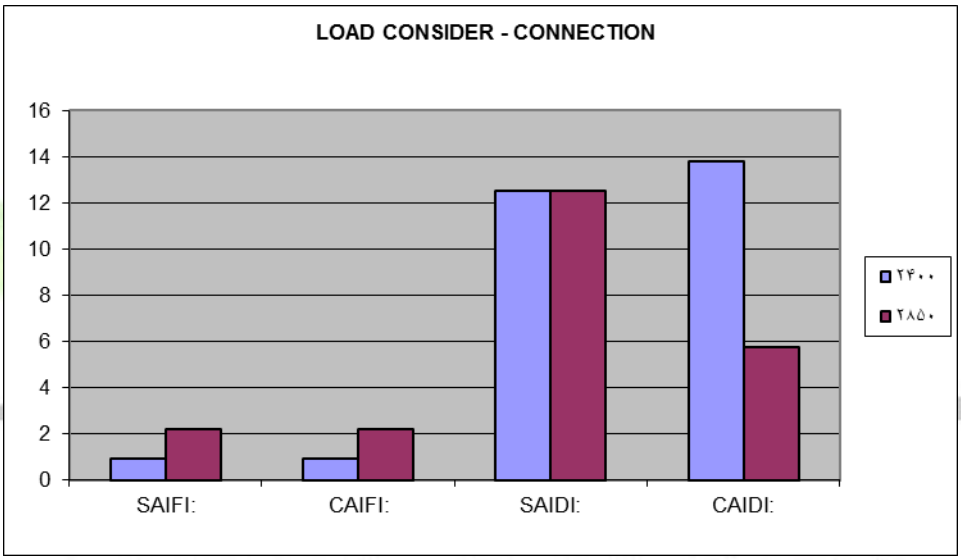


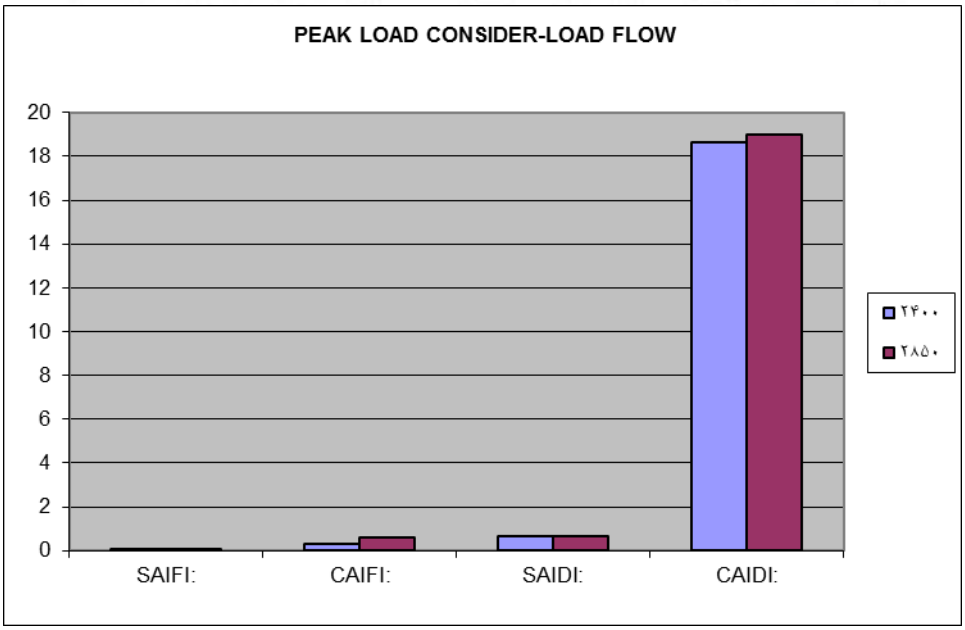
جدول(۱۸) مقایسه AITدر حالتهای مختلف

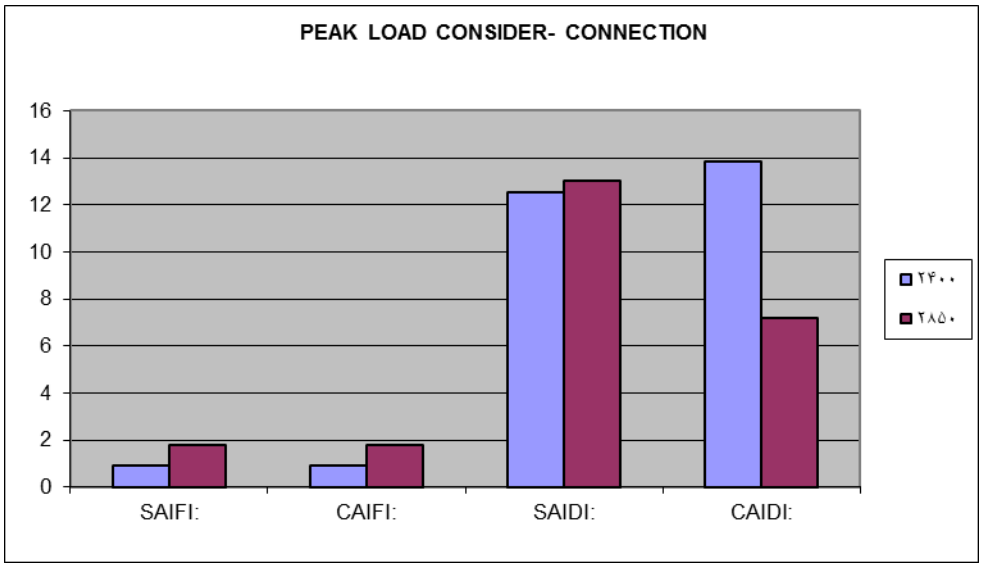
و برای مقایسه دو حالت MW۲۴۰۰ و MW۲۸۵۰ جداول مقایسه ای در زیر آمده است.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه









جدول(۱۹) مقایسه SAIFI و CAIFI و SAIDIو CAIDI در شرایط بار ۲۴۰۰و ۲۸۵۰مگاوات

از طرف دیگر با توجه به کلیه فروض انجام شده در حل مسئله از قبیل عدم لحاظ برکرها یا عدم لحاظ بار بصورت ساعتی سالیانه موارد زیر از مرجع[۴] جهت مقایسه ارائه می نمائیم.

Load Bus No.	Expected Annualized No. of Load Curtailment at Load Buses in RTS Load=2400 MW	Expected Annualized Energy not Supplied at Load Buses in RTS Load=2400 MW	Expected Annualized Duration of load Curtailment at Load Buses in RTS Load=2400 MW
1	0.334	21.63 MWhr	4.18 hr
2	0.669	43.06	8.36
3	0.334	36.04	4.18
4	0.335	16.36	4.18
5	0.335	14.49	4.18
6	0.336	30.52	4.19
7	0.335	33.4	4.33
8	0.335	53.27	4.33
9	0	0	0
10	0	0	0
13	1.997	585.73	27.01

14	0.233	30.67	2.68
15	1.962	708.77	26.72
16	0.538	41.06	6.36
18	2.216	928.77	29.55
19	0.232	27.58	2.68
20	1	272.12	15.2

جدول(۲۰) مقایسه نتایج تحلیل با نتایج مرجع[۴]

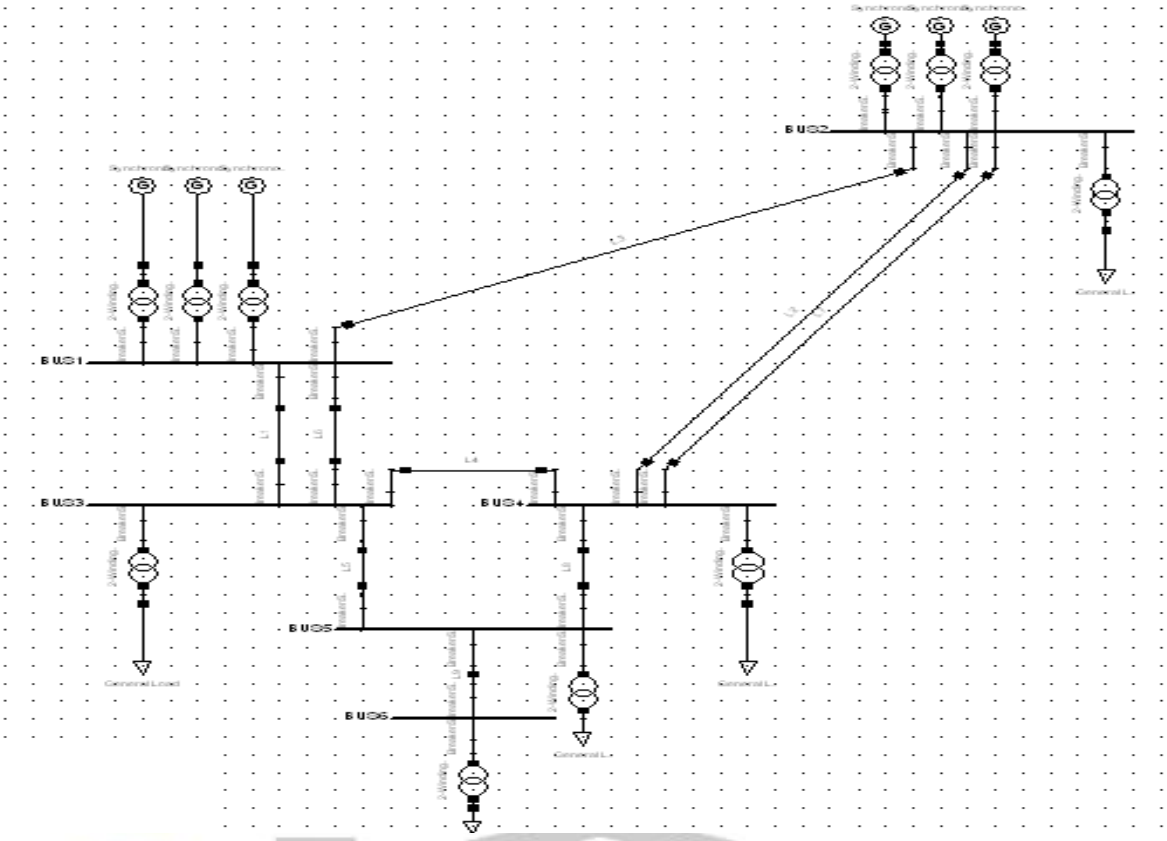
Reliability Test System For Educational Purpose (RBTS), IEEE1989(B

Roy Billinton Test System(B-1

دیاگرام تک خطی این شبکه در شکل (۲) آمده است در این سیستم دو باس تولید (PV) وچهار باس بار(PQ) می باشد همچنین ۹ خط انتقال توان تولیدی را به سمت بار هدایت می‌نماید.رنج تغییرات ژنراتورها از ۵ تا ۴۰ مگاوات می‌باشد . ولتاژ خطوط ۲۳۰ کیلوولت در نظر گرفته شده و بار پیک ۱۸۵ مگاوات است در حالیکه ظرفیت نصب شده تولیدی برابر ۲۴۰ مگاوات می باشد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل(۲) دیاگرام سیستم RBTS

WikiPower.ir

B-2) اطلاعات شبکه

مدل بار درنظرگرفته شده در این ساختار نیز مثل مدل قبلی یعنی RTS درنظر گرفته شده بنابراین مدل بار بصورت هفتگی لحاظ شده واز جدول (۱) در بخش(A-2) قابل دسترس است.

مدل تولید نیز ازمرجع [۶] قابل دسترس می‌باشد ودر این مدل برای ژنراتور ۴۰ مگاوات حرارتی حالت میانی نیزلحاظ شده است. سه حالت برای این ژنراتور در نظر گرفته شده که با ظرفیت ۰ و ۲۰ و ۴۰ مگاوات می‌تواند کار کند.

شبکه انتقال از ۶ باس و۶ خط در سطح ونتاژ ۲۳۰ کیلوولت تشکیل شده است وموقعیت واحدهای تولید را در مرجع[۶] شاهد هستیم واین اطلاعات شامل توان راکتیو تولیدی نیروگاهها نیز می‌باشد .

اطلاعات خطوط انتقال بارها –ترانس–باسبارهاوCommon Mode مانند آنچه در مرجع[۶] آمده است بیان شده است.

لازم بذکر است در مدل سازی فوق از هزینه های تولید نیروگاهها به علت عدم هماهنگی بین نرم‌افزار با اطلاعات موجود صرفنظر شده.در مرجع[۷] محاسبات به دو بخش سلسله مراتب اول و دوم طبقه بندی شده و با توجه به ماهیت محاسبات ازHLII جهت مقایسه محاسبات این بخش ارائه شده است که شامل دو بخش Network Flow Approach و AC Load Flow Method میباشد.

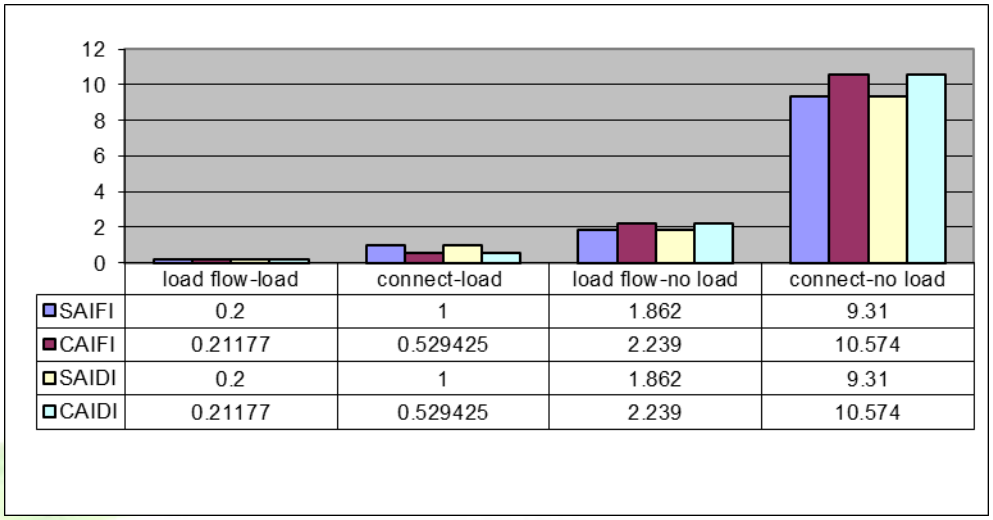
BUS	Load Curtailed (MW)	Energy Curtailed (MWh)	Duration of Load Curtailment (Hrs)
2	4.66	89	73.03
3	19.55	371.48	73.44
4	9.2	174.82	73.44
5	4.65	87.61	73.44
6	27.37	289.01	83.39

جدول(۲۱)Annualized Bus Indices Using the Network Flow Method

BUS	Load Curtailed (MW)	Energy Curtailed (MWh)	Duration of Load Curtailment (Hrs)
2	8.39	155.18	58.35
3	97.69	1447.15	96.29
4	33.43	504.83	64.22
5	2.8	28.71	4.41
6	40.1	421.93	22.165

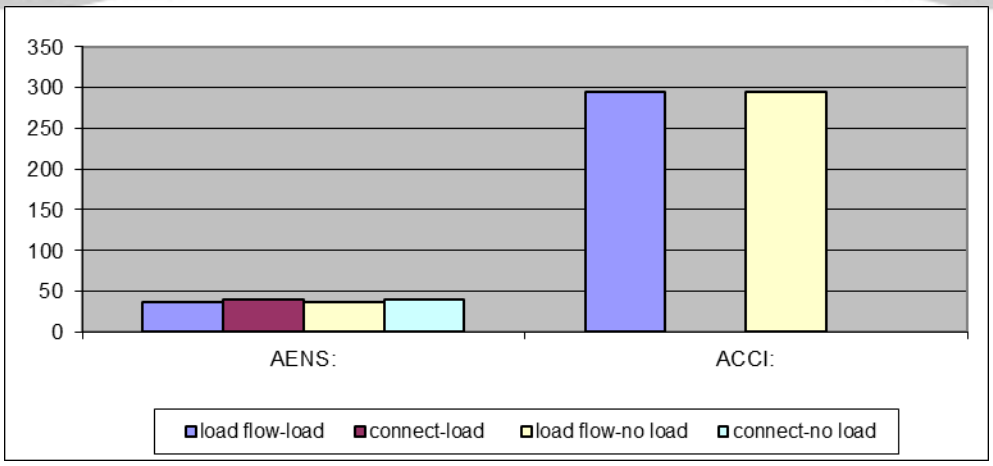
جدول(۲۲)Annualized Bus Indices Using the AC Load Flow Method

پس از مرحله ورود اطلاعات برنامه اجرا شده ونتایج در جداول زیر پاسخ نرم‌افزار به شبکه RBTS می باشد.

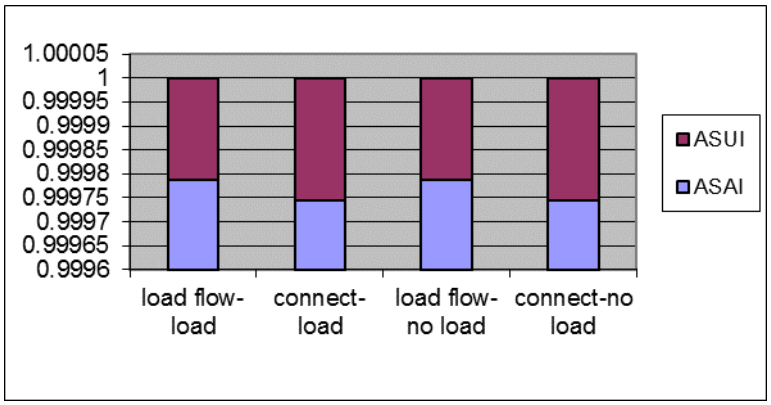


	load flow-load	connect-load	load flow-no load	connect-no load
SAIFI	0.2	1	1.862	9.31
CAIFI	0.21177	0.529425	2.239	10.574
SAIDI	0.2	1	1.862	9.31
CAIDI	0.21177	0.529425	2.239	10.574

جدول(۲۳) مقایسه SAIFI و CAIFI و SAIDI و CAIDI در حالتهای مختلف



جدول(۲۴) مقایسه AENS وACCI در حالتهای مختلف



جدول(۲۵) مقایسهASAI و ASUI در حالتهای مختلف

load flow-load	TCIT	TCIF	AID	LPENS	LPEIC	ACIF	ACIT
Name	Ch/a	C/a	H	MWh/a	$/a	1/a	h/a
Load(2)	9.31	1	9.31	186.21	0	1	9.31

connect-load	TCIT	TCIF	AID	LPENS	LPEIC	ACIF	ACIT
Name	Ch/a	C/a	H	MWh/a	$/a	1/a	h/a
Load(2)	11.18	1.06	9.45	199.64	0	1.06	11.18
Load(4)	0.02	0	3.58	0.21	0	0	0.02

load flow-no load	TCIT	TCIF	AID	LPENS	LPEIC	ACIF	ACIT
Name	Ch/a	C/a	H	MWh/a	$/a	1/a	h/a
Load(2)	9.31	1	9.31	186.21	0	1	9.31

connect-no load	TCIT	TCIF	AID	LPENS	LPEIC	ACIF	ACIT
Name	Ch/a	C/a	H	MWh/a	$/a	1/a	h/a
Load(2)	11.18	1.06	9.45	199.64	0	1.06	11.18
Load(4)	0.02	0	3.58	0.21	0	0	0.02

جدول(۲۶) مقایسه انواع شاخصها در حالتهای مختلف

جداول باس ها ۲ :

load flow-load	AIT	AIF	AID
Name	h/a	1/a	h
BUS6	9.31	1	9.31
Terminal(14)	9.31	1	9.31
Terminal(22)	9.31	1	9.31
Terminal(38)	9.31	1	9.31

connect-load	AIT	AIF	AID
Name	h/a	1/a	h
BUS6	9.98	1.7	5.89
Terminal(14)	9.98	1.7	5.89
Terminal(22)	9.98	1.7	5.89
Terminal (38)	9.98	1.7	5.89
BUS5	0.01	0.56	0.02
Terminal (18)	0.01	0.56	0.02
Terminal (19)	0.01	0.56	0.02
Terminal (21)	0.01	0.56	0.02
Terminal (31)	0.01	0.56	0.02
Terminal (36)	0.01	0.56	0.02

load flow-no load	AIT	AIF	AID
Name	h/a	1/a	h
BUS6	9.31	1	9.31
Terminal (14)	9.31	1	9.31
Terminal (22)	9.31	1	9.31
Terminal (38)	9.31	1	9.31

connect-no load	AIT	AIF	AID
Name	h/a	1/a	h
BUS6	9.98	1.7	5.89
Terminal (14)	9.98	1.7	5.89
Terminal (22)	9.98	1.7	5.89
Terminal (38)	9.98	1.7	5.89
BUS5	0.01	0.56	0.02
Terminal (18)	0.01	0.56	0.02
Terminal (19)	0.01	0.56	0.02
Terminal (21)	0.01	0.56	0.02
Terminal (31)	0.01	0.56	0.02
Terminal (36)	0.01	0.56	0.02

جدول(۲۷) مقایسه شاخصهای باسبارها در حالتهای مختلف

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۳)تحلیل نمونه ای از شبکه های نامتقارن با نرم افزار DIgSILENT :

۳-۱)شبیه سازی مقادیر موثر در حالت شبکه نامتقارن :

تابع شبیه سازی مود RMS متقارن قادر است تا در دستگاههای الکترومکانیکی،مدارات فرمان و وسایل حرارتی تاثیر جنبه های دینامیکی را لحاظ نماید.این تابع از یک شبکه ی الکتریکی پسیو در حالت متقارن یا ماندگار استفاده میکند.با استفاده از چنین نمایشی،تنها مولفه های اصلی ولتاژها و جریانها در نظر گرفته شده و به حساب آورده میشوند.

بسته به مدلهای استفاده شده برای ژنراتورها،موتورها،کنترل کننده ها،کارخانجات برقی و ماشینهای دارای محرک موتوری ، امکان انجام مطالعات زیر وجود دارد:

- پایداری گذرا (بطور مثال ، تعیین زمانهای بحرانی رفع خطا)
- پایداری میان مدت (بطور مثال بهینه سازی ظرفیت ذخیره چرخشی با عملیات حذف بار)
- پایداری نوسانی(بطور مثال بهینه سازی ادوات کنترلی برای بهبود میرایی سیستم)
- راه اندازی موتور(بطور مثال تعیین زمانهای راه اندازی و میزان افت ولتاژ)

رویدادهای مختلفی را میتوان تعریف نمود.بطور مثال لیستی از انواع رخدادها ذیلاً ارائه شده است :

- راه اندازی و یا قطعی مولدها یا موتورها
- قطع بار
- کلیدزنی خط و ترانسفورماتور
- اتصال کوتاه متقارن

- وارد کردن عناصر شبکه
- خروج از مدار کارخانجات برقی
- تغییرات تنظیمات نقطه کار کنترل کننده
- تغییر هر پارامتر سیستم

به دلیل استفاده از شبکه ی نامتقارن تنها امکان محاسبه ی خطا های نامتقارن برای تابع شبیه سازی اصلی وجود دارد.

شبیه سازی مقادیر موثر سه فاز:

اگر مجبور باشیم خطاهای نامتقارن یا شبکه های نامتعادل را آنالیز نماییم،بایستی از تابع شبیه سازی مقادیر موثر سه فاز، استفاده کرد.این تابع شبیه سازی از نمایش سه فاز حالت ماندگار شبکه الکتریکی پسیو استفاده میکند.بنابراین میتواند شریبط نامتقارن بوجود آمده در شبکه های نامتعادل ناشی از عناصر شبکه ای نامتعادل یا خطاهای نا متقارن را محاسبه نماید.رفتار دینامیکی دستگاههای الکترومکانیکی،کنترلی و حرارتی نیز به همان روش تابع شبیه سازی اصلی ارائه شده اند.

دستگاههای الکترو مکانیکی نامتقارن با استفاده از الگوی مبنای میانگین مدل شده اند.

همچنین شبکه های تکفاز و دو فاز را نیز میتوان به کمک این تابع شبیه سازی آنالیز نمود.

علاوه بر شبیه سازی رخدادهای موثر متقارن،پیشامدهای خطای نامتقارن را نیز میتوان شبیه سازی نمود،نظیر:

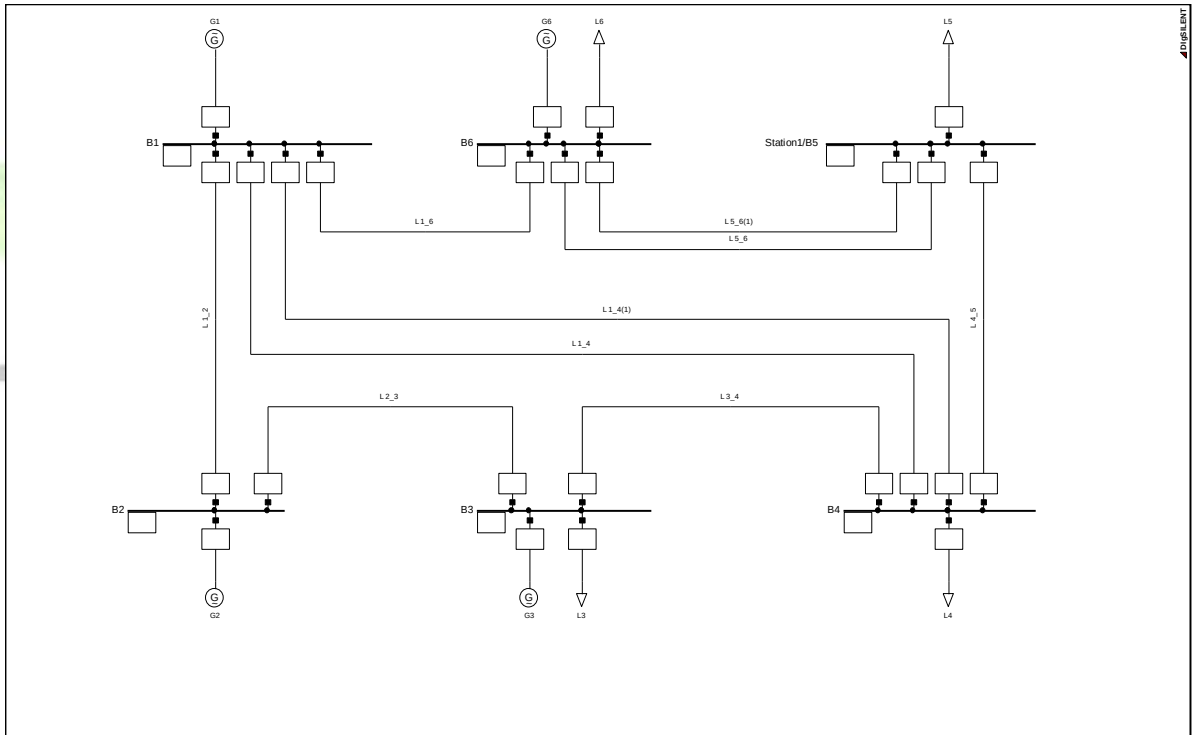
- اتصال های کوتاه تک فاز به زمین
- اتصال های کوتاه دو فاز به زمین
- اتصال های کوتاه فاز به فاز
- قطع های تکفاز خط

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

همه ی این خطاها میتوانند بطور همزمان و باهم وجود داشته باشند،بنابراین بایستی امکان آنالیز هر ترکیبی از خطای متقارن و نامتقارن مهیا باشد.

نحوه ی ایجاد یک شبکه ی نامقارن در **DIgSILENT** :

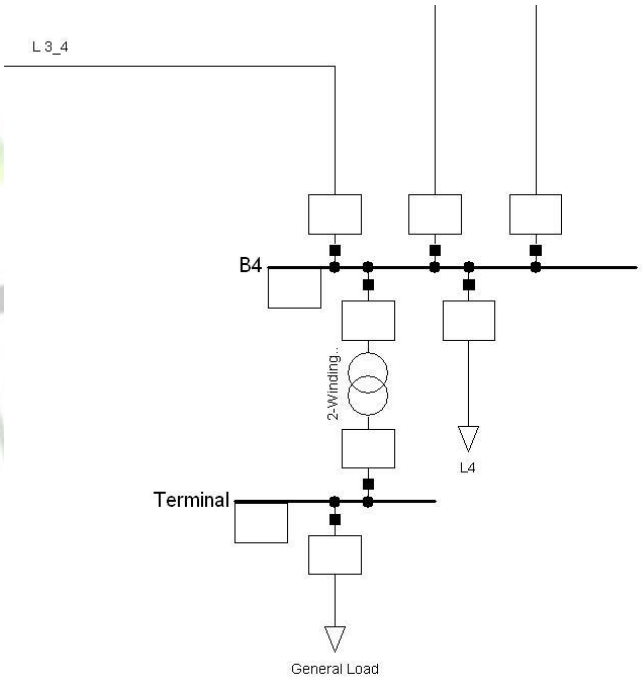
بطور فرض شبکه ی زیر(شکل ۱) را با مقادیر دلخواه برای بارها و ژنراتورها در نظر میگیریم:



شکل(۱)- شبکه فرضی در DIgSILENT

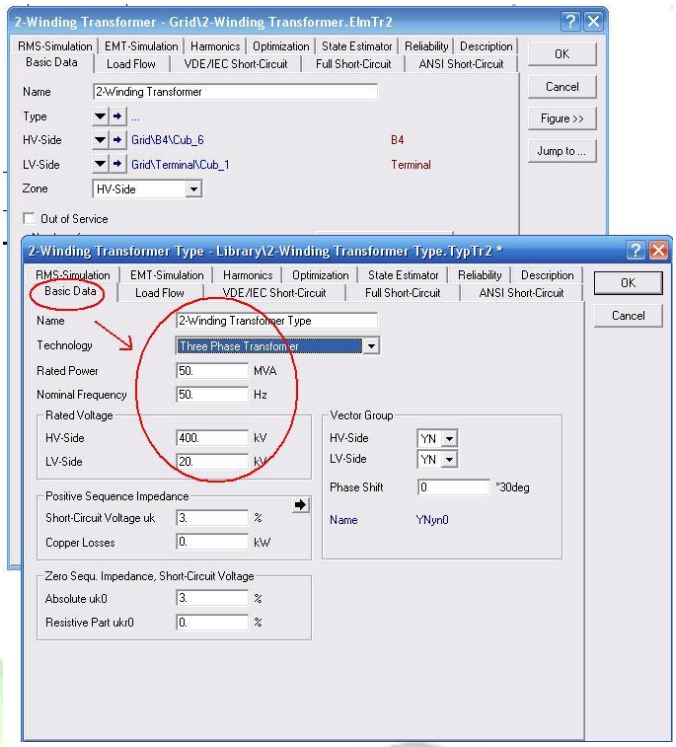
مرحله ۱ :مطابق شکل مقابل باس B4 را بی یک ترانس سه فاز (شکل ۲) با مقادیر فرض زیر به ترمینالی شامل باری با مقادیر دلخواه وصل میکنیم ، مقادیر ترانس به قرار زیر است :

2-Winding Transformer :> New Project Type: 50MVA
400KV/20KV
(Load Flow)>Additional Voltage per Tap: 1%
Minimum Position: -5
Maximum Position: 10



شکل(۲)– نحوه اتصال ترانس به شبکه در DIgSILENT

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اگر ورود اطلاعات بدرستی و کامل وارد شده باشد بدون مشکل پخش بار قابل انجام است.

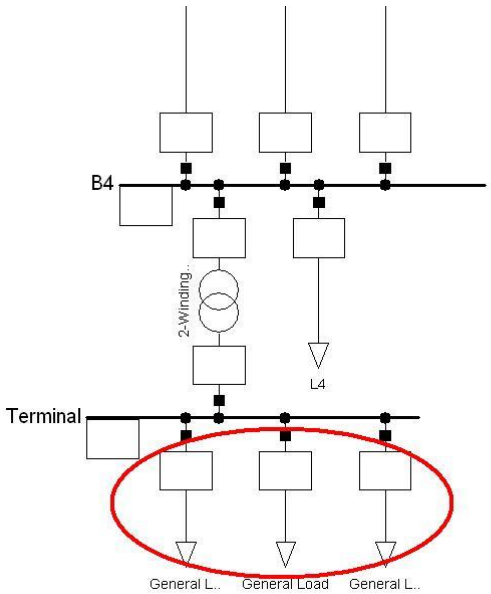
WikiPower.ir

مرحله۲ : حال پس از پخش بار گیری مرحله قبل (همانند شکل ۴) به ترمینال متصل به ترانس ۳ بار کاملاً مساوی متصل میکنیم.

مقادیر بصورت زیر است :

Load Terminal: 20KV

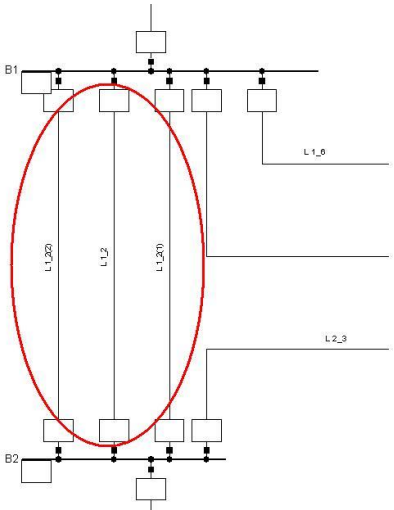
Low Load: 20MW, 10MVA



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل(۴)- نحوه ی اتصال سه بار کاملاً مساوی به شبکه

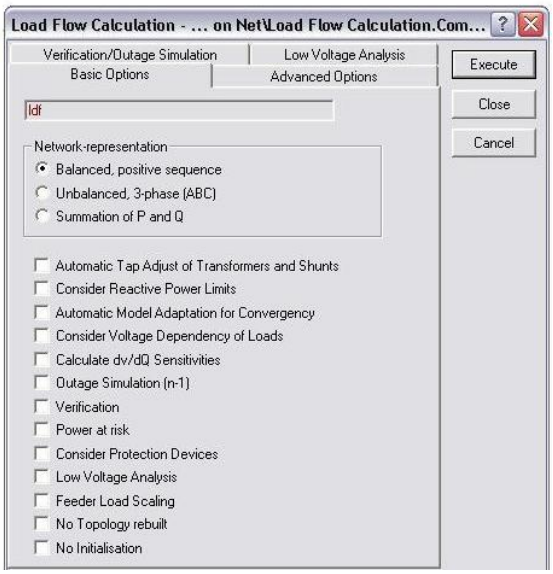
مرحله ۳ :خط انتقال بین باسهای B1 و B2 (مرحله ۱) را به سه قسمت مساوی تقسیم نموده(شکل۵) و نتیجه ی پخش بار را با مرحله ۱ مقایسه کنید.با جابجایی فازها چه مشکلی در شبکه بوجود می آید؟



WikiPower.ir

شکل(۵)- اتصال سه خط مساوی بین دو باس B1وB4

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل(۱-۱)- پنجره فرمان ComLdf

- برای در نظر گرفتن بارهای نامتعادل هنگام پخش بارگیری گزینه ی Unbalanced,3-Phase(ABC) را در پنجره ی Load Flow Calculation (شکل ۱-۱) فعال کنید.
- فعال کردن گزینه ی positive sequenceBalanced در پنجره ی بالا (در هنگام پخش بار گیری) یک بار متعادل معمولی را برای محاسبه در نظر میگیرد.
- همچنین بعضی صفحات دارای اطلاعات مختلفی برای وضعیت های متقارن و نامتقارن میباشد،انتخاب بین این صفحات فرعی با فشردن کلید (Un)balanced (در منوی Details) انجام میگیرد.

مرحله۴: اگر خطوط ترانسپوز نشده باشند جواب چه تغییری میکند ؟

فصل پنجم :

پیشنهادات :

نظر به اینکه متعادل کردن بار فازها در مقایسه با ایجاد تاسیسات عمده نیروگاهیو شبکه های انتقال نیاز چندانی به منابع مالی و تجهیزات کلان ندارد شرکتهای توزیع با راههای عملی و سهل الوصول و با تجهیز کادر فنی و رسیدگی به شبکه ها تا اندازه قابل قبولی میتوانند با تقسیم مناسب مصرف کننده ها روی فازهای شبکه و نصب خازن فشار ضعیف در محل مصرف کننده ها تعادل لازم را در توزیع بار و تعدیل تلفات اعمال کنند. اهم این اقدامات بطور خلاصه به شرح زیر پیشنهاد میگردد :

۱-از احداث شبکه ها بصورت تک فاز و حتی خطوط سرویس به صورت تکفاز جداً اجتناب ورزند و اگر واگذاری انشعاب سه فاز به جای انشعاب تک فاز فعلاً از لحاظ مقررات جاری مقدور نمیباشد تفهیم این مطلب به کادر طراحی و اجرایی شرکتهای توزیع حائز اهمیت است.که خطوط سرویس را به صورت سه فاز دایر نمایند و مشترکین مجاور را از جعبه انشعاب سه فاز تامین برق کنند و از احداث خط سرویسهای تک فاز جداگانه برای هر مشترک اجتناب نمایند.

۲-نصب خازنهای ۵ تا ۱۰ کیلو واری در محل جعبه انشعاب با توجه به ابعاد کوچک این خازنها که با قاب محافظ به اندازه جعبه انشعاب میباشد مورد توجه قرار گیرد ، میتوان با توجه به شکل(۱) جعبه انشعاب و جعبه خازن را به صورت یک ست در کنار هم نصب نمود.نظر به اینکه بهترین نقطه نصب خازن در محل مصرف کننده است و این نوع خازن بسیار ساده و سهل الوصول است و از این طریق نصب خازن در ظرفیتهای بزرگ

که نیاز به بررسی های وسیع شبکه از نظر نقاط بهینه و سرمایه گذاری و وقت زیاد دارد تا اندازه زیادی منتفی خواهد شد.

۳-همانطور که در مقاله ملاحظه فرمودید متعادل کردن بار فازها با تقسیم بار و مساوی کردن آنها روی سه فاز بکه کفایت ندارد و اگر ظریب قدرت فازها یکسان نباشد سیم نول دارای جریان برگشتی بوده و تلفات انرژی بهمراه خواهد داشت.لذا در نصب خارن بهترین روش سنجش ضریب قدرت هر فاز بطور جداگانه خواهد بود که با این سیستم هم افزایش هم یکسان شدن ضریب قدرت فازهای شبکه تامین میگردد .

به جز موارد فوق همانطوریکه ذکر شد تنها افت ولتاژ و افت توان از اثرات سوء نامتعادلی بار نیست بلکه سبب عدم ایمنی سیم نول نیز گردیده که خود از نظر ایمنی انسانها بسیار مهم و در خور تعمق است.

بنابراین میبایست هر چه سریعتر نسبت به رفع این مشکلات اقدام نمود و لازم است :

-در هر شرکت برق منطقه ای سیستمی تشکیل و نسبت به اندازه گیری شدت جریان فازها و نول اقدام و میزان عدم تعادل بار محاسبه و بررسی شود.

-برای ایجاد تعادل تنها میتوان از تعادل های موضعی استفاده نموده و در طولهای کوچک این تعادل را برقرار کرد.زیرا در یک شبکه با انواع بارهای صنعتی،خانگی،کشاورزی،تجاری و غیره ایجاد یک تعادل برای کلیه فیدر ها بسیار مشکل است چونکه ضریب همزمانی و استفاده از میزان قدرت هر مشترک در دست نیست ولی این کار را میتوان در پستهای ۲۰ KV/۴۰۰ انجام داد و مصرف کنندگان را طوری بین فازها تقسیم نمود که حتی الامکان عدم تعادل بار حذف شود.

راه حلهای عملی جهت کاهش اثرات نا متعالی بار :

۱-دادن کد یا شماره مخصوص و تشکیل پرونده جداگانه هر ترانس به طوری که پس از رکورد گیری سالیانه (در موقع پیک بار) مقدار آمپراژ هر فاز در این پرونده نوشته شود و در صورت اضافه شدن مشترک جدید آمپر آن به این آمار اضافه گردد.

۲-پس از رکورد گیری در صورت بالا بودن درصد بار ترانس اقدام به تعویض ترانس با ظرفیت بالاتر و در غیر این صورت مجبور به تفکیک شبکه و اضافه نمودن یک ترانس دیگر به شبکه.

۳-رعایت استانداردهای توسعه و نصب شبکه های توزیع .

۴-مبارزه قاطع و شدید با متخلفین سارق برق شبکه و کسانی که با دستکاری کنتورها عملاً پایداری شبکه را تمدید و عمر ترانس را کاهش میدهند.

۵-داشتن یک سیم مناسب زمین بطوری که سیم نول دارای زمین تکراری باشد که هم از خطر احتمال قطع شدن سیم نول کاسته گردد و هم اینکه با زیاد شدن تعداد زمینها مقائمت کل کم شده و در نتیجه علاوه بر کاهش ولتاژ تماس مقدار تلفات توان در سیم نول نیز کم میشود.

۶-استفاده از مانور تغییر تپ در ترانسها (توزیع و قدرت) بطوری که در صورت لزوم در تابستان تپهای ترانس افزایش و در زمستان کاهش یابد.

۷-انتخاب فیوزهای مناسب قطع اضافه بار با توجه به ظرفیت ترانس و رکورد گیری سالانه .

۸-کنترل بارهای صنعتی شبکه و اینکه مطابق تقاضای دیماندشان از شبکه تغذیه کنند.

۹-انتخاب سیمهای با سطح مقطع مناسب در شبکه بطوری که سیم نول هم مقطع با سیمهای فاز باشد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

منابع :

۱- تئوری و ساختمان ترانسفورماتورهای یک فاز و سه فاز- دکتر علی مطلبی

۲- جزوه جهاد دانشگاهی اصفهان

۳- علی صفر نوراله "اثرات عدم تعادل بار در شبکه های توزیع" اولین کنفرانس شبکه های توزیع نیرو،گیلان تیرماه ۱۳۷۰

۴- قدرت اله حیدری،مسعودحجت "نقش ترانسفورماتورهای توزیع در تلفات شبکه"چهارمین کنفرانس شبکه های توزیع نیرو-بندر عباس-فروردین ۱۳۷۳

۵- رحیم سلیمان آذر"اثرات نامتعادلی بار در شبکه های توزیع" پنجمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق

۶- مهدی احسان-رضا دانایی "سیستمهای نامتقارن"دانشگاه صنعتی شریف

۷- مسعود علی اکبر گلکار"جایابی بهینه ی خازنهای موازی در شبکه سه فاز شعاعی توزیع انرژی در حالت بار و شبکه نامتعادل"دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

۸- عبدالامیر یاقوتی"استفاده از جبران سازهای خازنی جهت متعادل سازی ولتاژ و بهبود کیفیت توان"هشتمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق،تهران اردیبهشت ۱۳۸۲

۹- علی اکبر محسن شوشتری"بررسی اثرات عدم تعادل بار و ارائه روشهای عملی به منظور متعادل نگه داشتن بار شبکه".پنجمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق ، ۱۳۷۴

۱۰- Basic User Manual of DIgSILENT power factory Version 13.0