ششمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق

مطالعات سیستم

کاربرد محاسبات قابلیت اعتماد در تعیین نقاط مانور شبکه های توزیع

محمود مخدومی مجید آذرآسا

مهندسین مشاور قدس نیرو

چکیده :

یکی ازمسائلی که امروزه دربهره‌برداری صحیح واصولی ازشبکه توزیع به شدت موردتوجه قرار می‌گیرد "تعیین نقاط مانور" شبکه درحالت کارعادی می باشد.توجه به این مسئله ازیکسوموجب کاهش هزینه‌های سیستم شده وازسوی دیگرباتوزیع بهینه ومتناسب باررروی فیدرها،بهره‌برداری صحیح از شبکه را میسرمی‌سازدکه این امربه نوبه خودافزایش طول عمرمفیدتجهیزات رابدنبال خواهدداشت .تاکنون روشهای‌متعددی‌جهت‌کاهش تلفات‌شبکه‌های‌توزیع‌ازطریق‌تعیین‌محل‌نقاط مانوروتعیین‌آرایش‌بهینه شبکه ارائه شده ولی درهیچیک ازآنها،محاسبات قابلیت اعتمادبه عنوان یک پارامترمهم مدنظر قرارنگرفته است .

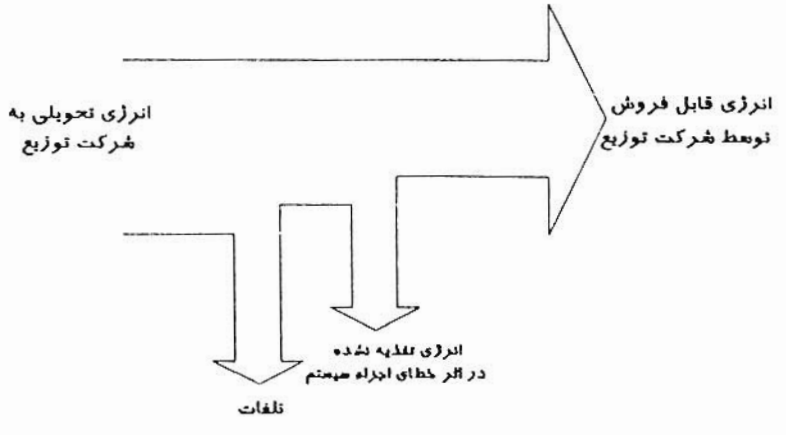
هدف ازارائه این مقاله ،معرفی روشی جهت تعیین کلیه آرایشهای مجازشبکه باتوجه به محدودیتهای فنی ،تشکیل یک تابع هدف به صورت مجموع هزینه های ناشی ازتلفات ونیزهزینه‌های ناشی ازانرژی تغذیه نشده (دراثرخطای اجزاء شبکه)،حداقل نمودن تابع هزینه به کمک "دوابزارمحاسبات پخش بار" و "محاسبات قابلیت اعتماد" باتعیین محل قرارگرفتن نقاط مانورودرنهایت اجرای روش پیشنهادی روی یک شبکه نمونه به کمک نرم‌افزارنوشته شده به این منظورمی‌باشد.

شرح مقاله

تغییرات بار مصرف‌کننده‌ها، حذف بار و یا اضافه شدن تدریجی بار در شبکه موجب می‌شود تا مراکز ثقل بار جابجا شوند، ازآنجا که امکان جابجایی پستها ونزدیک کردن آنها به مراکز ثقل بار وجود ندارد، می‌توان با تغییرآرایش شبکه، مراکز ثقل بار را بدون صرف هزینه خاصی به محل قرارگرفتن پستها منتقل نمود.

تاکنون روشهای متعددی جهت تعیین شکل بهینه شبکه توزیع ارائه شده است که هدف آنها عمدتاً کاهش تلفات شبکه ازطریق تعیین محل نقاط مانور (مشخص نمودن کلیدهایی که درحالت کار عادی شبکه باز هستند) می‌باشد[۴-۶]. دراین مقاله سعی داریم تاتأثیر محاسبات قابلیت اعتماد را درآرایش بهینه شبکه توزیع بررسی نموده ومحل نقاط مانور رابادخالت این پارامتر تعیین نماییم.

دریک شبکه توزیع، همانگونه که تلفات انرژی موجب زیان شرکتهای توزیع می‌شود، عدم فروش انرژی در اثر خطای المانهای موجود درشبکه وقطع برق مشترکین نیز سبب می‌شود تاسود حاصل ازفروش برق به مشترکین ، کاهش یافته وضرری اقتصادی رابه شرکت‌های توزیع تحمیل نماید. شکل (۱) دیاگرام جریان انرژی را درسیستم توزیع نشان میدهد.



شکل (۱)- دیاگرام جریان انرژی درسیستم توزیع

شکل (۱) بیانگر این مطلب است که درآرایش بهینه شبکه توزیع باید دوهدف کاهش تلفات ونیز کاهش انرژی تغذیه نشده (ENS) دراثر خطای اجزاء شبکه به صورت توأم دنبال شود. به عبارت دیگر می‌توانیم تابع هزینه رابه فرم زیرمعرفی نماییم:

$$\cos t = \left[(P_{loss} \times 8760) \times C_b\right] + \left[ENS \times (C_s - C_b)\right]$$ که درآن:

P_{loss}: تلفات شبکه.

C_b: قیمت خرید پریونیت انرژی توسط شرکت توزیع.

ENS: انرژی تغذیه نشده به مشترکین درطول یک سال دراثر خطای اجزاء سیستم.

C_s: قیمت فروش پریونیت انرژی به مشترکین .

cost: هزینه سیستم برحسب قیمت پریونیت انرژی .

درتابع هزینه، عبارت اول ضرر ناشی ازتلفات سیستم درطول یک سال وعبارت دوم زیان ناشی از عدم سود حاصل ازفروش انرژی به مشترکین می‌باشد. عدد ۸۷۶۰ نیز تعداد ساعات یک سال، برای تبدیل توان به انرژی سالیانه می‌باشد.

هدف حداقل کردن تابع هزینه سیستم[1] است، دراین راستا ابتدا باتوجه به محدودیتهای فنی شبکه کلیه آرایشهای مجاز شبکه راتعیین وازبین آنها بامحاسبه میزان تلفات وانرژی تغذیه نشده، بهترین آرایش شبکه راازدیدگاه اقتصادی انتخاب می‌نماییم. پس نیازمندروشی برای تعیین آرایشهای مجاز شبکه و نیز دو ابزار مهم، پخش بار (برای تعیین آرایشهای مجاز شبکه ومحاسبه تلفات) ودیگری محاسبات قابلیت اعتماد (برای تعیین انرژی تغذیه نشده به مشترکین) هستیم که درذیل به‌شرح آنها خواهیم پرداخت.

۱- دراینجاذکراین نکته ضروری به‌نظرمی‌رسد درسیستم‌های فروش انرژی که به‌صورت حق‌العمل‌کاری اداره‌می‌شود و فروشنده انرژی تنها "حق‌العمل" خود رابه‌ازای فروش هرواحدانرژی به مشترکین دریافت می‌کندنیز تابع هدف معرفی شده نشان دهنده هزینه سیستم بوده بااین تفاوت که دراین حالت C_b برابر صفرو C_s حق‌العمل فروش هرواحدانرژی به مشترکین میباشد. ازآنجاکه دراین سیستم‌ها عواید حاصله تنها تابعی ازمیزان فروش انرژی به مشترکین میباشد، دخالت محاسبات قابلیت اعتماددرتعین نقاط مانور اهمیتی دوچندان خواهدیافت.

تعیین آرایشهای مجاز شبکه

منظور ازآرایش مجاز یک شبکه، آرایشی است که درآن علاوه براینکه ساختار شعاعی شبکه حفظ میشود، محدودیت‌های (فنی) شبکه نظیر افت ولتاژ مجاز پستهای توزیع ، جریان مجاز شاخه‌ها وتوان پستهای فوق توزیع رعایت شده‌باشد.

اصولاً مطمئن‌ترین روش برای آرایش مجدد شبکه این است که تمام حالتهای ممکن باز وبسته بودن کلیدهای شبکه را درنظربگیریم. برای شبکه‌ای با n_{br} شاخه ، تعداد کل آرایشهای شبکه 2^{nbr}است. بررسی این تعداد آرایش از شبکه و تعیین آرایش بهینه ازمیان آنهاکار بسیار وقت‌گیری است. به‌همین دلیل سعی براین است که تعداد آرایش‌های مجاز شبکه رامحدود نماییم تازمان محاسبات کاهش یابد.

همانطوریکه می‌دانیم،تعدادشاخه‌های بازیک‌سیستم شعاعی‌باتوپولوژی‌مشخص‌همواره ثابت است. چنانچه تعداد شاخه‌های باز سیستم رابا n_{open} نشان دهیم، تعداد آرایشهای مورد بررسی درشبکه جهت تعیین آرایش بهینه شبکه‌به‌تعداد $\binom{n_{br}}{n_{open}}$ (ترکیب n_{open} از n_{br}) آرایش کاهش می‌یابد.برای شبکه‌های بزرگ باتعداد شاخه‌های زیاد، ازآنجا که آزمایش این تعداد آرایش شبکه نیز بسیار وقت‌گیراست از روش زیر جهت محدودکردن آرایشهای شبکه استفاده می‌نماییم:

دراین روش ابتدا پستهایی ازشبکه که دارای افت ولتاژ غیرمجازهستند راتشخیص داده و از شبکه جدا می‌کنیم، سپس خطوطی که اضافه جریان دارند رامشخص کرده وباخارج کردن تعدادی ازبارها، اضافه جریان این خطوط را رفع می‌کنیم. نهایتاً به مجموعه کوچکتری از شاخه‌های مورد بررسی (قابل بازشدن) دست می‌یابیم که تعداد آن رابا $n_{limited}$ نشان می‌دهیم. درنتیجه تعداد کل آرایشهای مورد بررسی به $\binom{n_{limited}}{n_{open}}$ آرایش تقلیل می‌یابدکه‌این تعدادبطورقابل ملاحظه‌ای‌از تعدادآرایشهای قبلی کمتر و زمان اجرای برنامه‌آرایش‌دهی مجدد شبکه راشدیداً کاهش می‌دهدکه‌ازاین‌بین،تعدادی ازآرایشها (**n-config**) که محدودیتهای فنی رانیز برآورده نمایند بعنوان آرایشهای مجاز معرفی می‌شوند.

محاسبات پخش بار

دراین مقاله برای محاسبات پخش بارازروش مستقیم (**direct**) استفاده شده‌است [۲] . نسبت

بالای R/X خطوط درشبکه‌های توزیع موجب می‌شود تاروشهای نیوتن - رافسون وگوس - سایدل واگرا شوند. روش z-busنیز علیرغم سرعت زیاد به سبب نیاز به حافظه زیاد جهت ذخیره اطلاعات کمتر درشبکه‌های توزیع مورد استفاده قرار میگیرد.

روش مستقیم روشی سریع با قابلیت اطمینان بالاست که برای ذخیره اطلاعات خطوط شبکه فقط از سه رشته عددی "باس ابتدا" ، "باس انتها" وامپدانس شاخه" استفاده می‌کند. دراین روش ازروابط KCL،KVL برای پخش بار استفاده می‌شود وروند تکراری این روش برای شبکه‌ای با ۱۰۰ پست درکمتراز پنج تکرار همگرا می‌شود.

توسط محاسبات پخش بارمیتوان آرایشهای مجاز شبکه را(ازدیدفنی) ازبین آرایشهای مورد بررسی انتخاب ودرهر مورد تلفات شبکه (P_{loss}) رامحاسبه نمود.

محاسبات قابلیت اعتماد

هدف ازانجام محاسبات قابلیت اعتماد، محاسبه انرژی تغذیه نشده به مشترکین دراثر خطای اجزاء شبکه می‌باشد. روش بکارگرفته شده دراین مقاله، روش "درخت اساسی شبکه" [۱] می‌باشد. اساس این روش به‌گونه‌ای است که هرگاه خطایی درسیستم رخ دهد، عنصر معیوب ازشبکه جداشده و درختهای مختلف شبکه ازتمامی پستهای تغذیه تشکیل می‌شوند، بدیهی است نقاط باری که امکان تغذیه ازیکی از پستهارا داشته باشند تنهابه مدت یک "زمان کلیدزنی "(switch time) ونقاطی که امکان تغذیه ازهیچیک ازپستها رانداشته باشند به اندازه یک "زمان تعمیر" (repair time) المان معیوب بی‌برق خواهند شد.

دراین محاسبات فرض شده‌است که خطای مصرف‌کنندگان شبکه فشار ضعیف توسط المانهای حفاظتی بعد ازپست توزیع ازسایر قسمتها ایزوله شده وتنهامصرف‌کنندگان متصل به همان پست تاتعمیر المان معیوب بی‌برق خواهند شددرحالیکه خطای هریک ازخطوط شبکه فشار متوسط موجب قطع "کلیداصلی " موجود درپست فوق توزیع شده که خطای کلیه مصرف‌کنندگان رابطور موقت به همراه خواهد داشت.

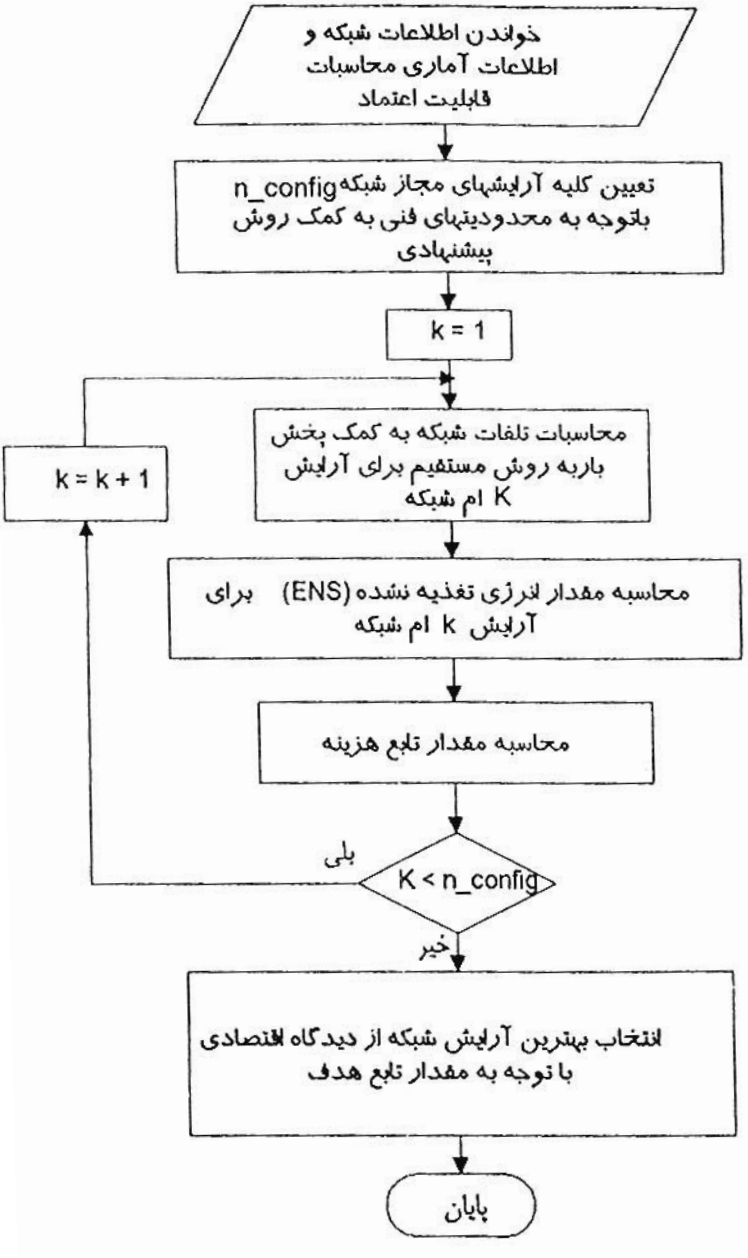
باتوجه‌به‌توضیحات‌فوق،میتوان‌انرژی‌تغذیه‌نشده‌درهرنقطه بار را بـا تأثیر نـرخ خـطـای (rate failure) هریک ازاجزاء شبکه ونیز زمانهای کلیدزنی وتعمیر محاسبه نمود وبدین ترتیب کل انرژی تغذیه نشده درسیستم (ENS) رابدست آورد.

اجرای روش پیشنهادی روی شبکه نمونه

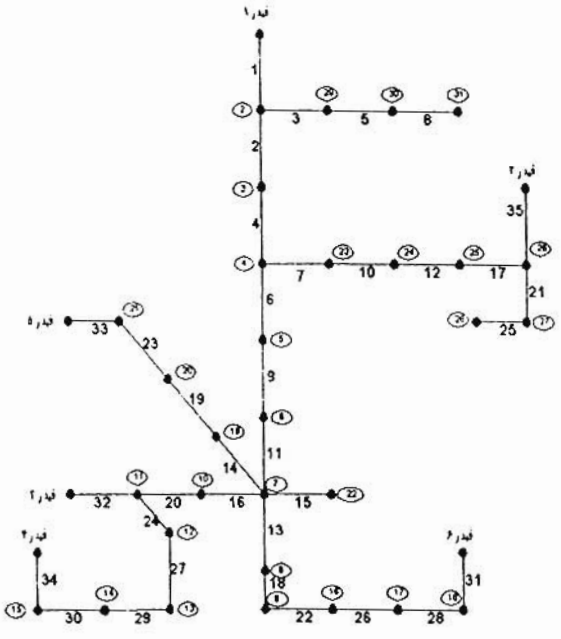
روش پیشنهادی این مقاله (که فلوچارت آن درشکل «۲» رسم شده‌است) روی یک شبکه نمونه [۴] مطابق شکل (۳) اجراء شده‌است. ازآنجا که درمرجع [۴] محدودیت توان پستهای فوق توزیع درنظر گرفته نشده است، فرض می‌کنیم فیدرهای ۱،۲،۶ وفیدرهای ۳،۴،۵ به ترتیب مربوط به پستهای فوق توزیع صفر و یک با ظرفیت ۰/۱ پریونیت می‌باشند.

متوسط زمان تعمیر هریک ازاجزاء ۱۲ ساعت، زمان کلیدزنی (زمان لازم برای تـغییر آرایش شبکه بعد ازوقوع خطا) چهار ساعت، نرخ خطای هریک ازنقاط بار(پستهای تـوزیع) ۰/۵ خـطا درسال ومتوسط زمـان تـعمیر آن ۸ سـاعت فـرض شـده‌است. سـایر اطـلاعات مـوردنیاز شـبکه نیزدرجدول ضمیمه خلاصه شده‌است. مقادیر C_b و C_s نیز درتابع هدف به تـرتیب ۱ و ۱/۵ فـرض شده‌اند.

درجدول (۱) علاوه‌برتعیین نقاط مانور ومعرفی آرایشی باکمترین هـزینه (انـتخاب اول) ، چهار انتخاب بعدی نیز جهت بررسی بیشتر موضوع آورده شده‌است. مقایسه ستونهای مربوط به انرژی تلف شده وانرژی تغذیه نشده نشان می‌دهد که مقدار انرژی تغذیه نشده بیش از ۲۰٪ تلفات دریکسال میباشد که خود تأکیدی براهمیت دخالت محاسبات قابلیت اعتماد درتعیین آرایش بهینه شبکه می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که بهترین انتخاب ازدید حداقل شدن تلفات لزوماً بهترین آرایش ازدید اقتصادی نمی‌باشد. مقایسه ردیف‌های اول ودوم نشان می‌دهد که تأثیر پارامتر قابلیت اعتماد موجب تغییر درتصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین آرایش شده‌است. به‌همین شکل مـقایسه ردیف‌های چهارم وپنجم این جدول نشان می‌دهد که در دو آرایش پـیشنهادی بـاتلفات یکسـان ، آرایش چهارم بدلیل برخورداری ازقابلیت اعتماد بهتر درانتخاب کلی در رده چهارم قرار گرفته‌است. دراینجا ذکراین نکته ضروری است که تلفات آرایش دوم کمتر ازتلفات آرایش اول (بهترین آرایش پیشنهادی درمرجع [۴]) بوده که نشان‌دهنده دقت و توانایی روش پیشنهادی جهت "تعیین آرایشهای مجاز شبکه" می‌باشد.



شکل (۲) - فلوچارت روش پیشنهادی



شکل (۳) - شبکه نمونه

ردیف	شماره خطوط مربوط به نقاط ماتور	توان تلف شده(P_{loss}) (pu)	انرژی تلف شده در سال (pu)	انرژی نفذیه نشده در سال(ENS) (pu)	هزینه (COST) (قیمت پریونیت انرژی)
۱	۹،۱۰،۱۹،۲۲،۲۷	۰/۰۰۱۶۰۲۳	۱۴/۰۳۶۱	۳/۷۰۹۳	۱۵/۸۹۰۸
۲	۱۱،۱۰،۱۴،۲۴،۲۶	۰/۰۰۱۶۰۱۵	۱۴/۰۲۹۱	۳/۷۳۵۸	۱۵/۸۹۷۰
۳	۱۱،۱۰،۱۴،۲۴،۲۲	۰/۰۰۱۶۰۴	۱۴/۰۵۱۰	۳/۷۰۰۰	۱۵/۹۰۰۷
۴	۱۳،۱۰،۱۴،۲۴،۱۶	۰/۰۰۱۶۴۵	۱۴/۴۱۰۲	۳/۷۱۶	۱۶/۲۶۸۶
۵	۱۳،۱۰،۱۴،۲۴،۱۶	۰/۰۰۱۶۴۵	۱۴/۴۱۰۲	۳/۷۱۶	۱۶/۲۷۲۰

جدول (۱) - نتایج حاصل از اعمال روش پیشنهادی روی شبکه نمونه

نتیجه

دراین مقاله تأثیرمحاسبات قابلیت اعتماد درتعیین نقاط مانور شبکه‌توزیع مورد بررسی قرارگرفت و مشخص شد این محاسبات نقش تعیین‌کننده‌ای را درتعیین آرایش بهینه شبکه توزیع ایفاء می‌نماید. به عبارت دیگر بامقایسه ارزش اقتصادی انرژی تغذیه نشده و انرژی تلف شده درسیستم مشخص گردید که درتعیین محل نقاط مانور باید دوهدف کاهش تلفات وافزایش قابلیت اعتماد سیستم توأماً مورد توجه قرار گیرد تابه بهترین آرایش ازنقطه نظر فنی واقتصادی دست یابیم.

مراجع

[۱]- محمود مخدومی و مهرداد مستقیمی ، "محاسبه قابلیت اعتماد درسیستم توزیع بعنوان پارامتری درتعیین وضعیت شبکه موجود وطراحی شبکه جدید" ،مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیروی ،مشهد مقدس ، خرداد ۱۳۷۴ .

[۲]- مجید آذرآسا، "مطالعه کامپیوتری روشهای جدید پخش بار برای شبکه‌های قدرت خاص" ، فصل چهارم ،"روش پخش بار درشبکه‌های توزیع" ،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی، شهریور ۱۳۷۴ .

[۳]- محمود مخدومی، "محاسبه قابلیت اعتماد درسیستم توزیع" ، سمینار کارشناسی ارشد، دانشکده فنی دانشگاه تهران ، مرداد ۱۳۷۴ .

[۴]- همایون برهمندپور ومهدی اسلامی ،"تعیین شکل بهینه شبکه توزیع جهت کمترین تلفات دربهره‌برداری " ،مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس سراسری شبکه‌های توزیع نیرو، مشهد مقدس ، خرداد ۱۳۷۴ .

[5] - G.Peonis and M.Papadopoulos, "Reconfiguration of radial distridution networks : application of heuristic methods on lage-scale network "IEE Proc.-Gener. Transm . Ditrib ., Vol.142, No.6, Novemder 1995.

[6] -D. Shirmohammadi , H.Inaye Hong ,"Reconfiguration of Electric Distribution Networks for Resistive line loss Reduction" ,IEEE PWRD,VOL.4,NO.2,April 1989-90.1492-1498

[7] -Roy Billinton "Power system Reliability course", Tarbiat Modarres university,1373 .

شماره خط	باس ابتدا	باس انتها	R (pu)	X (pu)	توان اکتیو باس بار انتها (pu)	توان راکتیو باس بار انتها (pu)	نرخ خطا (f/yr)
۱	۰	۲	۰/۱۱۱۶	۰/۳۷۲۸	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۶
۲	۲	۳	۰/۰۴۴۹	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۵۲۲	۰/۰۰۱۷۴	۰/۷
۳	۲	۲۹	۰/۰۸۸۴	۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۸۸۲	۰/۰۰۲۹۴	۰/۸
۴	۳	۴	۰/۰۷۲۱	۰/۰۷۱۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۸
۵	۲۹	۳۰	۰/۱۰۲۱	۰/۱۰۱۰	۰/۰۰۸۸۲	۰/۰۰۲۹۴	۰/۶
۶	۴	۵	۰/۲۴۷۱	۰/۱۲۵۶	۰/۰۰۹۳۶	۰/۰۰۳۱۲	۰/۴
۷	۳۰	۲۳	۰/۱۰۶۶	۰/۱۰۵۴	۰/۰۰۵۲۲	۰/۰۰۱۷۴	۰/۶
۸	۵	۳۱	۰/۲۱۰۶	۰/۱۱۸۷	۰/۰۰۸۸۲	۰/۰۰۲۹۴	۰/۷
۹	۲۳	۶	۰/۱۱۵۳	۰/۰۵۸۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۳
۱۰	۳۱	۲۴	۰/۰۶۴۵	۰/۰۶۴۱	۰/۰۱۹۱۷	۰/۰۰۶۳۹	۰/۷
۱۱	۶	۷	۰/۲۳۷۶	۰/۱۹۰۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۵
۱۲	۲۴	۲۵	۰/۱۱۱۶	۰/۰۹۷۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۴
۱۳	۷	۸	۰/۲۷۷۴	۰/۱۵۶	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۶
۱۴	۷	۱۹	۰/۱۰۲۶	۰/۰۹۲۹	۰/۰۰۴۳۲	۰/۰۰۱۴۴	۰/۷
۱۵	۷	۲۲	۰/۰۹۹۳	۰/۰۸۶۲	۰/۰۰۲۰۷	۰/۰۰۰۶۹	۰/۸
۱۶	۷	۱۰	۰/۲۴۶۰	۰/۱۶۵۶	۰/۰۰۱۸۹	۰/۰۰۰۶۳	۰/۸
۱۷	۲۵	۲۶	۰/۲۷۵۹	۰/۲۳۹۸	۰/۰۰۸۱۶	۰/۰۰۲۷۲	۰/۳
۱۸	۸	۹	۰/۲۹۲۸	۰/۱۶۵۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۷
۱۹	۱۹	۲۰	۰/۲۴۹۰	۰/۳۰۳۴	۰/۰۰۶۷۲	۰/۰۰۲۲۴	۰/۶
۲۰	۱۰	۱۱	۰/۲۶۷۱	۰/۱۶۵۰	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	۰/۹
۲۱	۲۶	۲۷	۰/۲۱۲۱	۰/۱۸۴۳	۰/۰۰۵۴۹	۰/۰۰۱۸۳	۰/۴
۲۲	۹	۱۶	۰/۰۹۱۹	۰/۰۷۹۹	۰/۰۰۴۷۷	۰/۰۰۱۵۹	۰/۳
۲۳	۲۰	۲۱	۰/۴۳۰۴	۰/۲۴۲۴	۰/۰۰۴۹۵	۰/۰۰۱۶۵	۰/۶
۲۴	۱۱	۱۲	۰/۸۳۴۵	۰/۴۷۰۱	۰/۰۰۳۳۶	۰/۰۰۱۱۲	۰/۴
۲۵	۲۷	۲۸	۰/۳۴۰	۰/۱۹۱۷	۰/۰۰۴۷۷	۰/۰۰۱۵۹	۰/۶
۲۶	۱۶	۱۷	۰/۱۳۹۰	۰/۰۷۸۳	۰/۰۰۵۴۹	۰/۰۰۱۸۳	۰/۶
۲۷	۱۲	۱۳	۰/۲۸۴۴	۰/۲۱۶۵	۰/۰۰۶۵۷	۰/۰۰۲۱۹	۰/۶
۲۸	۱۷	۱۸	۰/۲۵۳۸	۰/۱۴۲۹	۰/۴۷۷	۰/۰۰۱۵۹	۰/۷
۲۹	۱۳	۱۴	۰/۱۵۶۹	۰/۰۸۸۴	۰/۰۰۷۸۳	۰/۰۰۲۶۱	۰/۷
۳۰	۱۴	۱۵	۰/۱۵۶۹	۰/۰۸۸۴	۰/۰۰۷۲۹	۰/۰۰۲۴۳	۰/۸
۳۱	۱۸	۰	۰/۴۳۰۴	۰/۲۴۲۴	–	–	۰/۸
۳۲	۱۱	۱	۰/۲۹۳۸	۰/۱۶۵۵	–	–	۰/۴
۳۳	۲۱	۱	۰/۲۴۹۰	۰/۳۰۳۴	–	–	۰/۷
۳۴	۱۵	۱	۰/۲۶۷۱	۰/۱۶۵	–	–	۰/۴
۳۵	۲۶	۰	۰/۲۱۲۱	۰/۱۸۴۳	–	–	۰/۷

جدول ضمیمه - اطلاعات شبکه نمونه (S_{base} = 100 MVA)