

دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

پایان نامه دوره کارشناسی

رشته برق - قدرت

عنوان:

جایابی بهینه خازن در شبکه های توزیع با استفاده از محیط برنامه

نویسی نرم افزار (DPL) DIGSILENT

استاد راهنما:

دکتر امیر باقری

نگارش:

بهنام حکم

پاییز ۹۵

((من لم یسکر المخلوق لم یسکر الخالق))

باساس و تقدیر از سہ وجود مقدس :

آنان کہ ناتوان شدند تا ما بہ توانایی برسیم ...

مواہبان سید شد تا ما رو سفید شویم ...

و عاشقانہ سوختند تا کہ ما بخش وجود ما و رو شکر را بہمان باشند ...

پدرانمان

مادرانمان

و استادانمان

شکر شیایان نثار ایزد منان کہ توفیق را رفیق را ہم ساخت تا این پایان نامہ را بہ پایان برسانم . از استاد فاضل و

اندیشمند جناب آقای دکتر باقری بہ عنوان استاد اسما کہ ہموارہ نگارندہ را مورد لطف و محبت خود قرار دادہ اند ، کمال

شکر را دارم .

ہم چنین از پدر و مادر عزیز ، دلسوز و مہربانم کہ دیای بی کران فداکاری و عشق بودند و وجودم بر ایشان ہمہ رنج و

وجودشان برایم ہمہ مہر بود و آرامش روحی و آسایش فکری بندہ را فراہم نمودند تا با حمایت ہای ہمہ جانبہ در محیطی

مطلوب ، مراتب تحصیلی و نیز پایان نامہ دسی را بہ نحو احسن بہ اتمام برسانم ؛ سپاسگزاری نمایم .

چکیده

بیشترین سهم تلفات در یک سیستم قدرت مربوط به بخش توزیع است که همواره مورد توجه بوده است. از جمله عوامل مهم در افزایش تلفات در شبکه توزیع وجود جریان های راکتیو است. متداول ترین روش جبران توان راکتیو در سیستم قدرت استفاده از خازن های موازی میباشد. از مزایای خازن گذاری علاوه بر کاهش تلفات پیک آزاد سازی ظرفیت شبکه میباشد. مسئله مورد توجه در خازن گذاری جایابی و مقدار یابی بهینه خازن است به نحوی که سود حاصل از خازن گذاری بیشینه گردد.

در این تحقیق با شبیه سازی کردن یک شبکه ۶۹ باسه نمونه در نرم افزار DigSILENT و مشاهده تلفات شبکه تلاش بر این شد که تلفات شبکه با خازن گذاری به کمترین مقدار ممکن برسد. حال برای رسیدن به این هدف با توجه به این که جایابی خازن انجام شد و به ۶ محل مطلوب در شبکه پیدا شد. با توجه به محاسبات انجام شده در هر ترمینال امکان وجود ۴ خازن وجود دارد که در این حالت برای پخش بار گرفتن در DigSILENT باید 4^6 بار پخش بار بگیریم که کاری زمان بر و طولانی است. به همین خاطر با کمک گرفتن از MATLAB و ایجاد یک رابط نرم افزاری بین این دو نرم افزار پخش بار انجام میشود و نتایج به دست می آید. برای اینکه متلب و دیجسایلنت هم لینک گردند، باید یک محیط واسطه وجود داشته باشد که این امر از طریق فایل های متنی (text با پسوند txt) t1، t2، و t3 فراهم می گردد. متلب تمامی حالت های ممکن برای خازن ها را تولید کرده و هر حالت را به دیجسایلنت فرستاده و دیجسایلنت پس از گرفتن پخش بار به ازای هر حالت، نتیجه را بصورت توان خروجی شین بینهایت به متلب بر می گرداند. سپس متلب با کم کردن مجموع توان بارها از توان تحویل داده شده توسط شین بینهایت به شبکه توزیع، تلفات شبکه را به ازای آرایش مورد نظر خازن ها بدست می آورد.

فهرست مطالب

فصل اول شبکه های توزیع و مشکلات آن ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ساختار شبکه توزیع ۳

۱-۲-۱- شبکه شعاعی ۳

۲-۲-۱- شبکه حلقوی ۴

۳-۲-۱- شبکه غربالی ۵

۳-۱- شاخص های تاثیرگذار در شبکه توزیع ۶

۱-۳-۱- فرکانس ۶

۲-۳-۱- پروفیل ولتاژ ۷

۳-۳-۱- تلفات توان اکتیو و راکتیو ۷

۴-۳-۱- ظرفیت جریانی هادیها ۷

۴-۱- روش های پخش بار در شبکه توزیع ۷

۵-۱- انواع شین های سیستم ۸

۱-۵-۱- شین مرجع (Slack) ۸

۲-۵-۱- شین های کنترل شده ۸

۳-۵-۱- شین های بار ۸

۶-۱- روشهای مختلف برای محاسبه پخش بار [۴-۸] ۸

۱-۶-۱- روش گوس سایدل ۹

۲-۶-۱- روش نیوتن رافسون ۹

۳-۶-۱- روش Decoupled ۱۰

۴-۶-۱- روش Fast Decoupled ۱۰

روشنی پخش بار DC.....	۵-۶-۱
روش پخش بار پیشرو/پسرو.....	۶-۶-۱
جاروب پیشرو.....	۱-۶-۶-۱
جاروب پسرو.....	۲-۶-۶-۱
مشکلات شبکه های توزیع.....	۷-۱
تلفات زیاد.....	۱-۷-۱
افت ولتاژ.....	۲-۷-۱
افت ولتاژ در شبکه تکفاز.....	۱-۲-۷-۱
افت ولتاژ در شبکه سه فاز.....	۲-۲-۷-۱
قابلیت اطمینان.....	۳-۷-۱
خازن گذاری.....	۱-۸-۱
افزایش تپ ترانس.....	۲-۸-۱
تپ چنجر.....	۱-۲-۸-۱
بهره برداری با تپ چنجر.....	۲-۲-۸-۱
واحد های DG.....	۳-۸-۱
اهداف استفاده از DG.....	۱-۳-۸-۱
محل نصب.....	۲-۳-۸-۱
DG بر روی عبور توان از شبکه.....	۳-۳-۸-۱
DG بر روی کاهش تلفات.....	۴-۳-۸-۱
فصل دوم خازن گذاری در شبکه های توزیع.....	۱۹
خازن.....	۱-۲-۲۰
دو نوع کلی خازن.....	۲-۲۰
خازن سری.....	۱-۲-۲۰
خازن موازی.....	۲-۲۰

۲۱-۲-۱-۱-۱- کاربرد خازن سری	۲۱
۲۱-۲-۱-۲- معایب خازن سری	۲۱
۲۱-۲-۲- خازن موازی	۲۱
۲۲-۲-۲-۱- تاثیر خازن موازی بر ولتاژ	۲۲
۲۲-۲-۲-۲- اهداف خازنگذاری موازی به طور کلی	۲۳
۲۴-۳-۲- انواع خازن به لحاظ کاربرد	۲۴
۲۴-۱-۳-۲- خازنهای قطب دار	۲۴
۲۴-۱-۳-۲- خازن های الکترولیت	۲۴
۲۵-۱-۳-۲- خازن های تانتالیوم	۲۵
۲۵-۲-۳-۲- خازن های بدون قطب	۲۵
۲۶-۳-۳-۲- خازن سرامیکی	۲۶
۲۷-۴-۳-۲- خازن های ورقه‌ای	۲۷
۲۷-۱-۴-۳-۲- خازن های کاغذی	۲۷
۲۷-۲-۴-۳-۲- خازن های پلاستیکی	۲۷
۲۸-۵-۳-۲- خازن های میکا	۲۸
۲۸-۴-۲- تعیین ظرفیت مناسب خازن	۲۸
۲۸-۵-۲- نحوه انتخاب خازن برای نصب در شبکه	۲۸
۲۸-۱-۵-۲- مبانی و معیارهای انتخاب	۲۸
۲۹-۲-۵-۲- انتخاب محل نصب خازن در سیستم	۲۹
۳۰-۶-۲- مزایای استفاده از خازن	۳۰
۳۰-۷-۲- تاثیر کلی خازن بر شبکه توزیع	۳۰
۳۱-۸-۲- روش های جایابی خازن [۱۲-۱۴]	۳۱
۳۱-۱-۸-۲- مقدمه	۳۱

۱-۸-۲- جایابی به روش الگوریتم ژنتیک (GA).....	۳۲
۳-۸-۲- روش حل مسئله خازن گذاری.....	۳۳
۴-۸-۲- جایابی با استفاده از روش هوشمند بهینه سازی اجتماع ذرات و مقایسه آن با الگوریتم ژنتیک (PSO).....	۳۳
۵-۸-۲- جایابی با استفاده از روش منطق فازی.....	۳۴
فصل سوم مکان یابی خازن در شبکه توزیع با استفاده از برنامه نویسی در محیط نرم افزار DigSILENT... ۳۵	۳۵
۱-۳- معرفی نرم افزار.....	۳۶
۲-۳- معرفی شبکه ۶۹ باسه مورد مطالعه.....	۳۷
۳-۳- معرفی روش پیشنهادی.....	۴۰
۲-۳-۴- DigSILENT.....	۴۳
۵-۳- روش اجرای برنامه خازن یابی بهینه توسط لینک نرم افزارهای Matlab و DigSILENT.....	۴۴
۷-۳- ارزیابی نتایج.....	۴۶
منابع.....	۶۳

پایان نامه کارشناسی

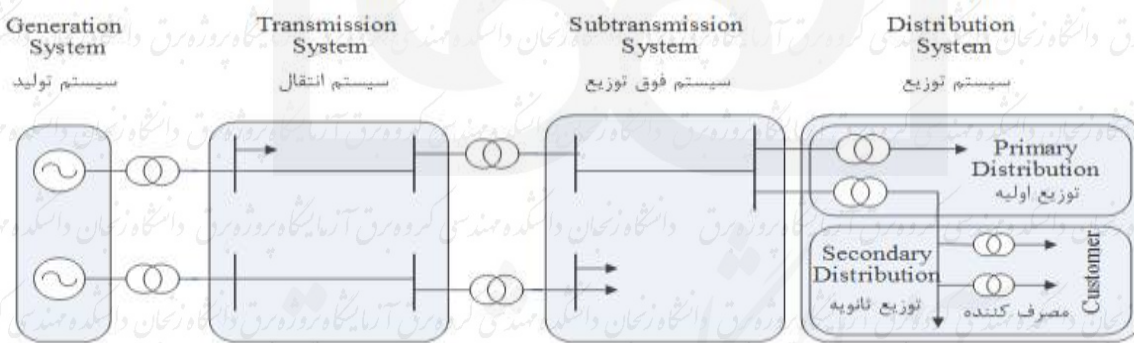
فصل اول

شبکه های توزیع و مشکلات آن

۱-۱- مقدمه

صنعت برق یکی از حیاتی ترین صنایع یک کشور به حساب می آید. در این میان، شبکه های توزیع انرژی الکتریکی، محل تلاقی مشترکین صنعت برق می باشد و اشکالات سیستم توزیع در این صنعت، از دید مصرف کنندگان، مشکل کلیه صنعت برق قلمداد خواهد شد. توسعه روز افزون، عدم پیش بینی صحیح این روند و عقب ماندگی تکنولوژی، همواره مشکلاتی را در سیستم توزیع انرژی الکتریکی به همراه داشته است. با توجه به اینکه ۳۵ درصد از سرمایه گذاری های صنعت برق، به بخش توزیع مربوط است و عدم طراحی صحیح، هدایت سیستم بدون برنامه ریزی و تعیین اهداف بدون کنترل پروژه ها، موجبات اعمال ضرر به سرمایه ملی، اتلاف انرژی و عدم رضایت و بدبینی مشترکین را به دنبال داشته است، بنابراین لزوم آموزش و انتقال دانش، نوآوری، رعایت نکات فنی و استانداردها، نظارت، کنترل و ارزیابی در سیستم های توزیع شدیداً احساس می شود.

انرژی الکتریکی، در نیروگاهها ی حرارتی توسط سوخت های فسیلی، یا پس از صرف هزینه های سنگین، با استفاده از پتانسیل آب سدها در توربین های آبی تولید شده از طریق خطوط انتقال انرژی، به مراکز مصرف انتقال می یابند. در این مراکز، ایستگاه های تبدیل، سطح ولتاژ را کاهش می دهند. این ولتاژ متوسط به وسیله شبکه های توزیع به محل مصرف کننده خواهد رسید. در محل مصرفی نیز، به کمک ایستگاههای ترانسفورماتوری توزیع، ولتاژ به حد قابل استفاده برای مصارف خانگی، صنعتی، تجاری، عمومی، کشاورزی و ... تبدیل شده و به مصرف می رسد. شکل (۱-۱) یک شمای کلی از انتقال تا توزیع را نشان میدهد [۱].



شکل (۱-۱): شمای کلی از انتقال تا توزیع

۱-۲- ساختار شبکه توزیع

با توجه به سطح ولتاژ سیستم ، شرایط جغرافیایی و تمرکز یا عدم تمرکز بار مصرفی ، می توان از انواع مختلف شبکه های توزیع برای تأمین نیازهای مشترکین استفاده کرد.

بطور کلی شبکه های توزیع می توانند هر نوع ساختاری را داشته باشند، ولی در حالت استاندارد می توان سه نوع ساختار کلی را برای شبکه های توزیع معرفی کرد [۳ و ۲].

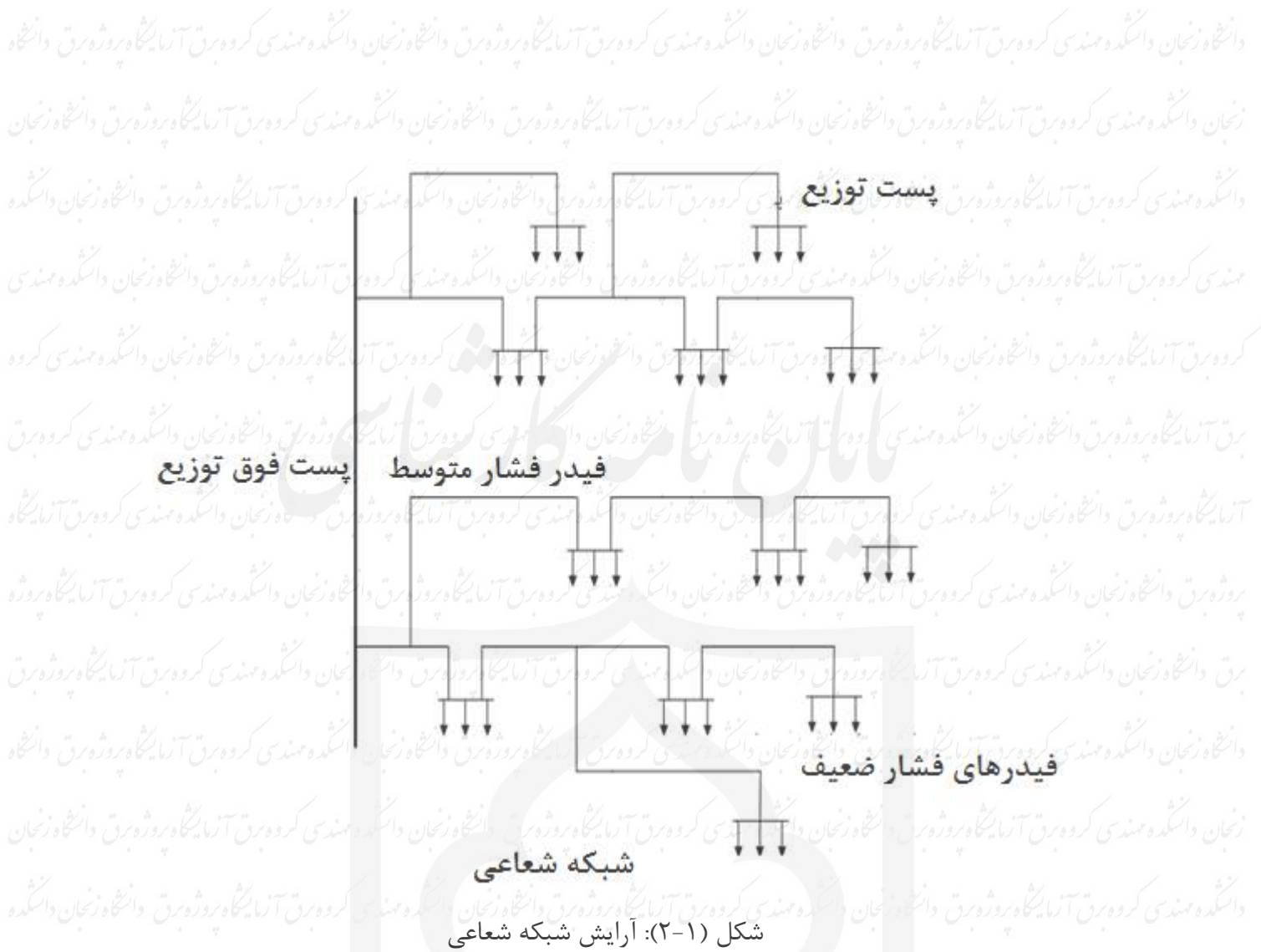
۱-۲-۱- شبکه شعاعی

در این سیستم مدار از شینه اصلی (پست فوق توزیع) به ترانسهای توزیع کشیده شده و به انتهای فیدر می رود. از مزایای این سیستم به ساده بودن شکل و ارزان بودن ساخت این شبکه می توان اشاره کرد. بزرگترین

عیب شبکه شعاعی که استفاده آن را در کشورهای به خصوص پیشرفته با کاهش مواجه ساخته بی برقی قسمت معیوب (قسمتی که دچار خطا شده) تا انتهای فیدر است که باعث افزایش هزینه انرژی فروخته نشده به مشترکین ، کاهش قابلیت اطمینان سیستم و نارضایتی مصرف کنندگان خواهد شد. امروزه برای رفع این

مشکل از خطوط مانور (Tie lines) برای برقرار کردن قسمت بی برق توسط فیدرهای مجاور استفاده می شود. انتخاب تعداد خطوط مانور برای یک فیدر، همچنین انتخاب مهمترین نقاط برای انجام مانور (طول بهینه کابل یا خط مانور)، ملاحظات عایقی فیدرها و حداکثر جریان قابل تحمل کابلها و خطوط (که فیدرهای مجاور

تا چه حد می توانند بار فیدر معیوب را تحمل کنند) از جمله مواردی است که در این نوع شبکه ها باید مدنظر قرار گیرند. شکل پایین ساختار ساده از یک شبکه شعاعی را نشان می دهد:



شکل (۱-۲): آرایش شبکه شعاعی

۱-۲-۲- شبکه حلقوی

برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه های توزیع، می توان آنها را به صورت حلقوی طراحی کرد. بدین صورت

که تغذیه فیدر فشار متوسط پس از شروع از شینه اصلی (پست فوق توزیع) و پس از گذشت از پستهای

توزیع دوباره به همان شین برمی گردد. در این سیستم اگر خطایی روی شبکه ایجاد شود، بلافاصله

سکسیونرها عمل کرده و قسمت آسیب دیده را از شبکه جدا می کنند. سایر قسمتهای شبکه که تحت تأثیر

خطا قرار گرفته اند، از مسیر دیگر فیدر تغذیه خواهند شد. این مکانیزم در سیستمهای توزیع تحت عنوان

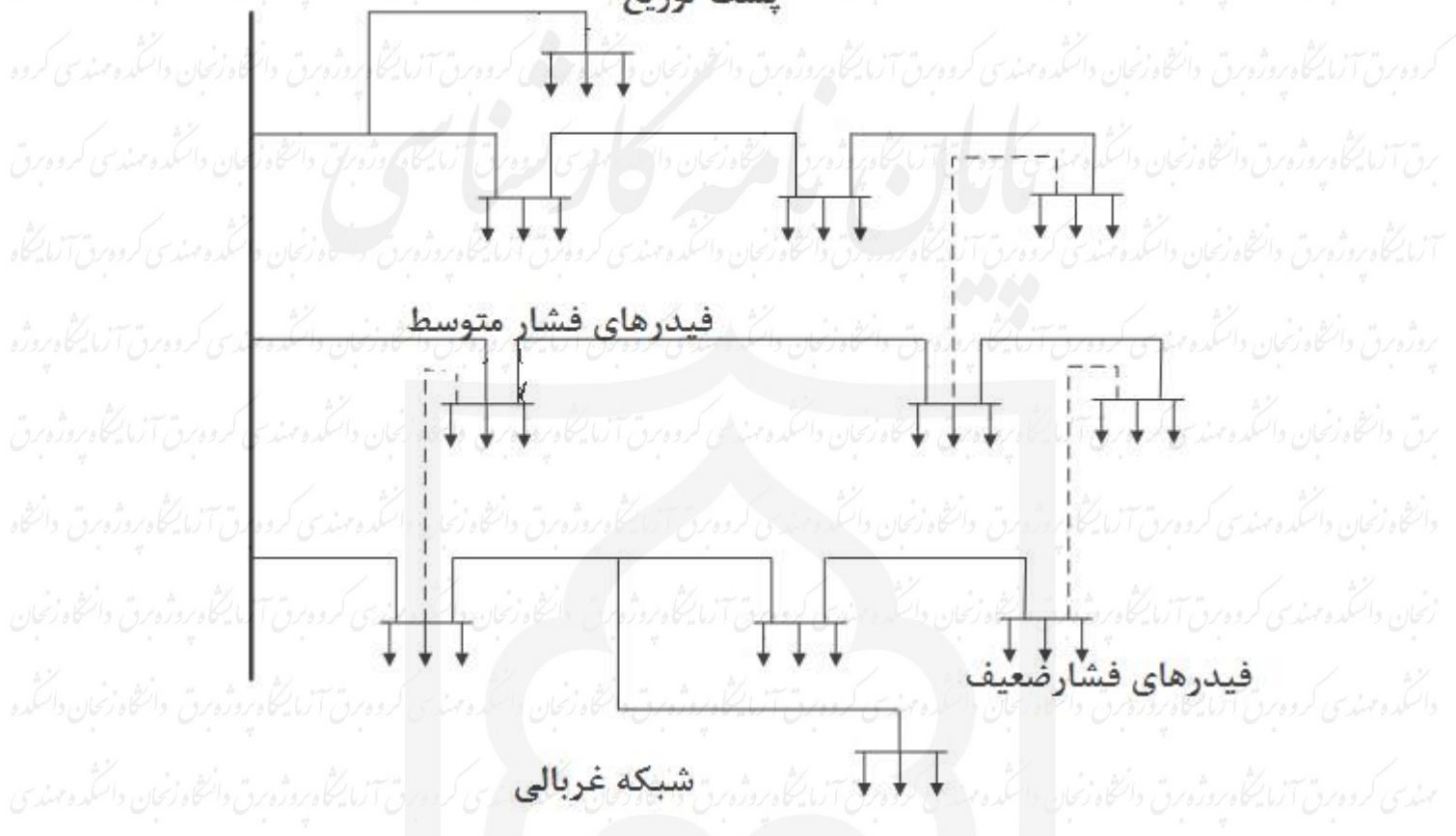
بازیابی شبکه نامیده می شود. این سیستم با توجه به خطوط انتقال طولانی تر نسبت به شبکه شعاعی گرانتر

است.

از مزایای این شبکه نسبت به شبکه شعاعی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- شبکه حلقوی در مقایسه با شبکه شعاعی خاموشی کمتری می دهد
- شبکه حلقوی نیازی به استفاده از خطوط مانور ندارد.

دانشگاه مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان



شکل (۴-۱): شبکه غربالی

۱-۳-۳- شاخص های تاثیرگذار در شبکه توزیع

شاخص های متعددی کار کرد شبکه های توزیع مطرح می شوند که عبارت اند از:

۱-۳-۱- فرکانس

مهمترین شاخص شبکه فرکانس میباشد که باید در محدوده مجاز قرار بگیرد. در شبکه توزیع ما روی فرکانس پروژه برق دانشگاه هیچ تأثیری نمیتوانیم داشته باشیم. این موضوع از طرف دیسپاچینگ ملی باید کنترل شود.

دانشگاه مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروهبان آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

منابع

- [1] X. Wang, J. R. McDonald, "Modern power system planning", New York: McGraw-Hill Publication, 1994.
- [2] Willis H L. Power Distribution Planning Reference Book, 2nd Ed. New York: Marcel Dekker, 2004, p. 1217.
- [3] Ault G W, Foote C E T, McDonald J R. Distribution system planning in focus. IEEE Power Eng. Review 2002; 22(1): 60-62.
- [4] S. C. Tripathy, G. D. Prasad, O. P. Malik, G. S. Hope, "Load Flow Solution for Ill-conditioned Power Systems by a Newton like Method", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-101, no. 10, pp. 3648-3657, Oct. 1982.
- [5] T. H. Chen, M. S. Chen, K. J. Hwang, P. Kotas, and E. A. Chebli, "Distribution System Power Flow Analysis: A Rigid Approach", IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 6, no. 3, pp. 1146-1152, Jul. 1991.
- [6] B. Stott, O. Alsac "Fast decoupled load flow", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-93, no. 3, pp. 859-867, May 1974.
- [7] R. D. Zimmerman, H. D. Chiang, "Fast Decoupled Power Flow for Unbalanced Radial Distribution Systems", IEEE Transactions on Power Systems, vol. 10, no. 4, pp. 2045-2052, Nov. 1995.
- [8] J. H. Teng, Ch. Y. Chang, "A Novel and Fast Three-Phase Load Flow for Unbalanced Radial Distribution Systems", IEEE Transactions on Power Systems, vol. 17, no. 4, pp. 1238-1244, Nov. 2002.

[۹]- حسینیان ، سید حسین ، وحیدی ، بهروز " بهینه کردن تلفات در سیستم های توزیع با استفاده از

خازن " ، اولین های کنفرانس شبکه توزیع ۱۳۷۰.

[10] P. A. Daly and J. Morrison, "Understanding the Potential Benefits of Distributed Generation on Power Delivery Systems", Rural Electric Power Conference, 2001, pp. A2/1-A2/3.

[11] H. Lee Willis and Walter G. Scott, Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, volume 10 of Power Engineering. Marcel Dekker, 2nd Edition, 2000.

[۱۲] -م.حقی فام و همکاران روش نوین برای جابجایی خازن های ثابت در سیستم های توزیع

فشارضعیف.نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق تهران ۱۳۸۳.

[۱۳]- ژنتیک - نظری ، محمود " تعیین بهترین مکان و ظرفیت خازن در شبکه های توزیع با استفاده از

آلگوریتم اصفهان ۱۳۷۵.

[۱۴]- معصومی ، حمید و معمار دو قلعه ، علی " تعیین بهینه ظرفیت و محل خازن در سیستمهای توزیع "

سومین های کنفرانس شبکه توزیع ۱۳۷۲.

[15] Y. Mohamed Shuaib, M. Surya Kalavathi, C. Christober Asir Rajan, "Optimal capacitor placement in radial distribution system using Gravitational Search Algorithm", Electrical Power and Energy Systems, pp. 384-397, 2015.