



بازآرایی شبکه‌های توزیع با هدف کاهش تلفات شبکه با

استفاده از الگوریتم ژنتیک و بروکا

جواد شب بیدار
رئیس اداره برق شهر بهارستان
شرکت توزیع برق اصفهان
اصفهان، ایران
javnirvana@yahoo.com

علی شاهزمانی
کارشناس مدیریت مصرف
شرکت توزیع برق اصفهان
اصفهان، ایران
Amiresf32@gmail.com

چکیده — سیستم‌های توزیع رابط بین سیستم انتقال و مصرف کننده نهایی شبکه برق هستند و نزدیک‌ترین بخش سیستم قدرت به مصرف کننده محسوب می‌شوند. به طور کلی پایین بودن سطح ولتاژ، خطوط طولانی و پر بار، آلودگی‌های هارمونیک، فرسودگی تجهیزات سیستم و انشعابات غیر مجاز در سیستم‌های توزیع موجب تلفات بالا در این بخش از سیستم‌های قدرت شده است. با توجه به گستردگی شبکه‌های توزیع و اهمیت آنها در سیستم قدرت تاکنون راهکارهای متفاوتی جهت کاهش تلفات در این بخش ارائه شده است. یکی از اقتصادی‌ترین و سریع‌ترین روش‌های کاهش تلفات شبکه بازآرایی شبکه‌های توزیع است. بازآرایی شبکه توزیع در حقیقت تغییر توپولوژی شبکه با حفظ ساختار شعاعی شبکه به منظور بهبود عملکرد سیستم است. با تعیین مناسب وضعیت کلیدهای سیستم می‌توان تلفات شبکه را به حداقل رساند. بر همین اساس در این مقاله روشی مبتنی بر تلفیق الگوریتم ژنتیک و بروکا ارائه شده و سپس با استفاده از درخت پوشای کمینه گراف شبکه بدست آورده شده است. در پایان الگوریتم پیشنهادی بر روی شبکه استاندارد 33 شین IEEE پیاده سازی شده و نتایج بدست آمده با سایر روش‌های پیشین مورد مقایسه قرار گرفته است. واژه‌های کلیدی — الگوریتم بروکا؛ بازآرایی؛ تلفات؛ الگوریتم ژنتیک.

مورد بررسی قرار گرفته است

1. مقدمه

3. الگوریتم پخش بار پرسرو- پیشرو

کلیات پخش بار در شبکه‌های توزیع مشابه شبکه‌های انتقال می‌باشد. اما خصوصیات منحصر به فرد شبکه‌های توزیع یعنی بارهای سه‌فاز نامتقارن، ساختار شعاعی و نسبت R/X بالا استفاده از روش‌های مرسوم پخش بار شبکه‌های انتقال را در شبکه‌های توزیع با مشکل مواجه کرده است. از این رو روش‌های تحلیل شبکه‌های توزیع متفاوت از روش‌های سنتی تحلیل شبکه‌های انتقال می‌باشد. تاکنون روش‌های مختلفی برای پخش بار سیستم‌های توزیع ارائه شده است که با توجه به مزیت‌های قابل توجه روش پرسرو- پیشرو از قبیل سادگی، خطی بودن روابط و همگرایی سریع در مقایسه با سایر روش‌ها در این مقاله از این روش استفاده شده است.

1.1. 4 بروکا

الگوریتم بروکا الگوریتمی برای پیدا کردن درخت فراگیر مینیمم با وزن یال‌های مجزا در یک گراف است. درخت فراگیر کمینه درختی است شامل تمام رأس‌های یک گراف، به طوری که مجموع وزن یال‌هایش کمترین باشد [16] - [15]. مراحل زیر را تا زمانی که گراف به یک گره تبدیل شود ادامه می‌دهیم:

بر اساس آمارهای ارائه شده در حدود 5 تا 13 درصد از کل انرژی تولیدی در سرتاسر شبکه برق به صورت تلفات از بین می‌رود. در این میان سهم شبکه‌های توزیع با توجه به گستردگی بالا بیش از سایر بخش‌های دیگر است. به نحوی که آمار منتشر شده نشان می‌دهد حدود 75 درصد تلفات کل شبکه برق مربوط به بخش توزیع است [1]. شبکه‌های توزیع شامل شبکه فشار ضعیف، پست‌های توزیع و شبکه فشار متوسط می‌باشند. از طرفی فیدرهای منشعب از پست‌های اصلی بارهای متفاوتی عموماً از نوع بارهای مسکونی، تجاری، صنعتی، کشاورزی و روشنایی را تغذیه می‌کنند که هر یک از آنها با توجه به نوع کاربری دارای منحنی پروفیل بار روزانه و فصلی متفاوتی هستند. چنانچه بتوان با تغییر در بخش‌هایی از سیستم توزیع برخی از بارها را از فیدری به فیدر دیگر انتقال داد به گونه‌ای که ساختار شعاعی شبکه حفظ شود، می‌توان شرایط بهره‌برداری را بهبود بخشید

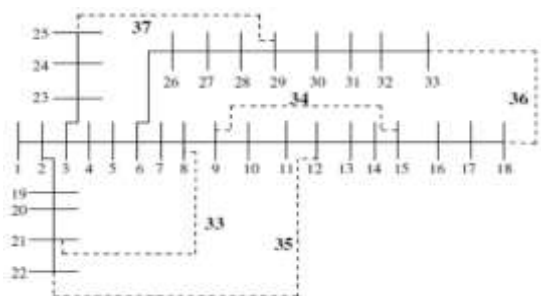
2. مدل‌سازی ریاضی مسئله

بازآرایی شبکه یک مسئله بهینه‌سازی گسسته غیرخطی است که در این مقاله با هدف کاهش تلفات شبکه با توجه به به قیود مختلف همچون حفظ ساختار شعاعی، عدم قطع بارها و قیود مربوط به محدوده ولتاژ شین‌ها و جریان خطوط



1.1. شبکه توزیع مورد مطالعه

در این مقاله مسئله پیشنهادی بر روی شبکه توزیع شعاعی 33 با سه استاندارد IEEE پیاده‌سازی می‌شود که دیاگرام تک خطی آن به صورت شکل (5) است. همچنین این شبکه دارای ولتاژ و توان مبنای 12/66 کیلوولت و یک مگاوات است که حداقل و حداکثر دامنه ولتاژ مجاز آن 0/9 الی 1/05 پریونیت می‌باشد. علاوه بر این شبکه دارای 37 خط و 32 بار است که مشخصات کامل آن در [17] بیان شده است.



شکل 4: دیاگرام تک خطی شبکه استاندارد 33 شین IEEE

در شکل (5)، خطوط پر نمایانگر خطوط متصل در شبکه هستند و خطوط چین‌دار نمایانگر خطوطی می‌باشند که کلید آنها در حالت نرمال باز قرار دارد و قطع می‌باشند.

5. شبیه‌سازی و نتایج

در این مقاله یک روش جدید به منظور حل مسئله بازآرایی با تلفیق الگوریتم ژنتیک و بروکا ارائه شده است. بر همین اساس هر جواب تولید شده توسط الگوریتم ژنتیک ابتدا توسط الگوریتم بروکا بررسی می‌گردد و در صورت عدم رعایت ساختار شعاعی شبکه، جواب فوق حذف می‌گردد. این قابلیت باعث می‌شود الگوریتم پیشنهادی توانایی حل مسئله بازآرایی برای شبکه‌هایی با تعداد شین بالا را در زمان اندکی داشته باشد. همچنین نتایج بدست آمده از پیاده‌سازی الگوریتم پیشنهادی بر روی شبکه استاندارد نشان دهنده تاثیر قابل توجه بکارگیری این روش بر روی کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ شبکه است.

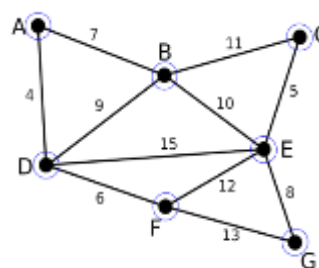
6 منابع

- [1] R. J. Sarfi, M. M. A. Salama, and A. Y. Chikhani, 'Practical aspects of performing a distribution system loss reduction study', in Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 1995, vol. 1, pp. 164-167.
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/Minimum_spanning_tree
- [3] "Boruvka's MST algorithm". Retrieved 2007-02-27.
- [4] P. R. Babu, C. P. Rakesh, G. Srikanth, M. N. Kumar, and D. P. Reddy, "A novel approach for solving distribution networks," India Conference (INDICON), 2009 Annual IEEE, pp. 1-5, Dec. 2009

• برای هر گره سبک‌ترین (کم‌وزن‌ترین) یال را انتخاب می‌کنیم.

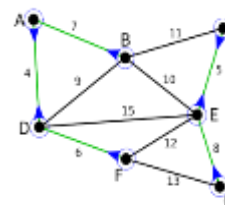
• یال‌های انتخاب شده از گراف را به درخت موردنظر اضافه می‌کنیم.

گراف شکل (1) را به عنوان نمونه در نظر بگیرد که اجزای آن برابر گره‌های A الی G است. این گراف وزن‌دار اصلی ما است. اعداد در نزدیکی لبه‌ها وزن خود را نشان می‌دهند. در ابتدا، هر رأس به صورت یک گره (حلقه‌های آبی) است.



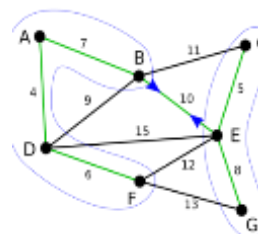
شکل 1: گراف پایه [16]

در اولین تکرار حلقه بیرونی، لبه حداقل وزن از هر گره اضافه می‌شود. بعضی لبه‌ها مثل (AD و CE) دو بار انتخاب می‌شوند. در نهایت دو گره کلی (ABDF) و (CEG) باقی می‌ماند. به عنوان مثال، در شکل (2)، گره B به گره‌های A, C, D, E راه دارد، اما از آنجا که مسیر BA دارای وزن پایین‌تری نسبت به مسیرهای دیگر دارد، لذا این مسیر انتخاب می‌شود. خطوط سبز رنگ در شکل (2) نمایانگر خطوط انتخابی است.



شکل 2: گراف استخراج شده توسط الگوریتم بروکا در اولین تکرار

در نهایت بین دو گره (ABDF) و (CEG)، مسیر BE دارای کمترین وزن است. بنابراین، گراف شعاعی به صورت (ABCDEFG) است که مسیر آن متناسب با شکل (3) است.



شکل 3: گراف نهایی استخراج شده توسط الگوریتم بروکا