

استفاده از برنامه‌های کامپیوتری در طراحی و برنامه‌ریزی

شبکه‌های توزیع نیرو

جواد ساعی

فریبرز میرآقا

شرکت خدمات مهندسی برق - مشانیر

چکیده:

امروزه انجام دقیق مطالعات برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های توزیع نیروی برق بدون استفاده از نرم‌افزارهای کامپیوتری مختلف میسر نیست، از اینرو در کشورهای صنعتی پیشرفته در جهت تهیه و تکامل اینگونه افزارها بعنوان مهمترین ابزار دستیابی به اهداف فوق تلاش زیادی بعمل می‌آید.

از منظر اقتصادی نیز سرمایه‌گذاری در این راه با مشامی شود که بتوان با انتخاب بهترین و مناسب‌ترین سناریوهای توسعه شبکه‌های توزیع از سرمایه‌گذاریهای بیجا و اتلاف منابع مالی جلوگیری شود.

مزایای استفاده از این برنامه‌ها عمدتاً " بهینه‌سازی کابل‌ها، جبران‌کننده‌ها و سایر تجهیزات مورد استفاده در شبکه‌های توزیع می‌باشد که این عمل در کاهش تلفات شبکه‌های توزیع بسیار موثر است.

با توجه به اینکه بهینه‌کردن طراحی و نتایج آن " کاهش تلفات و بهبود وضعیت ولتاژ و سایر پارامترهای الکتریکی در مورد شبکه‌های توزیع برق ایران ضرورت مبرمی دارد لذا نیاز به استفاده از این برنامه‌ها در

آنچه در این مقاله عرضه شد بررسی کوتاهی از روشهای کاهش مقاومت زمین اطراف برجهای خطوط انتقال نیرو بوده و همانطور که ملاحظه شده چنانچه در طراحی و نگهداری کمترین قصور و مسامحه شود چه بسا مشکلات جانی برای انسان و دیگر جانداران بوجود خواهد آمد ، لذا با توجه به مدار معادل بدن انسان در قبـال جریانهای گذرنده از برجها در هنگام اتصال کوتاه و صائقه مجدداً نکات زیر توصیه میگردد.

۱- در طراحی دقت کافی در سیستم زمین بعمل آید.

۲- در محوطه تاسیسات برق اقدامات ایمنی و استفاده از کفش و دستکش جهت ایـراتورها الزامی است .

۳- در سیستم حفاظتی حتی الامکان با توجه به مسائل اقتصادی از رله‌هایی استفاده نمود که دارای عکس العمل سریع میباشند.

مراجع :

1. "Effect of current passing through the human body ", IEC publication 479-1, 1984
- 2- IEEE working group on Transmission Line" Background and methodology for analyzing step and touch potential near Transmission structures" IEEE, Transactions on power systems, Vol. PWRD-1, No.2 April 1986
- 3- Turan Gonen, "Modern Power System Analysis" John wiley & Sons publication ,1988
- ۴- امیدانس بدن برای ولتاژهای فشارضعیف - مهندس پرویز پیر - نشریه علمی و فنی برق - شماره ۳ سال ۱۳۶۷
- 5- Dalziel, C.F., "Electrical Shock Hazard", IEEE Spectrum 9(2), 41-50 (1972)
- 6- Dalziel, C.F., Lee, W.R. " Letal Electrical Currents", IEEE Spectrum 6, 44-50 (1969)
- 7- Sverak, J.G., "Safe Substation Grounding ", part1, IEEE, Trans. Power Appar. & syst. PAS 100 , 1981

طراحی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع برق ایران نیز بوضوح احساس میشود.

۱- مقدمه

برای طراحی و برنامه‌ریزی یک شبکه توزیع برق از نرم‌افزارهای مختلفی میتوان استفاده نمود که هر یک از آنها در جهت یک هدف خاصی عمل میکنند. از مجموعه عمل‌ها هنگ و متناسب آنها میتوان هدف کلی بهینه کردن طراحی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع را بدست آورد. در اینجا پس از ذکر نرم‌افزارهایی که بایستی در یک برنامه کلی و جامع مورد استفاده در مطالعات طراحی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع وجود داشته باشد به تشریح هر یک پرداخته شده است.

نرم‌افزارهای فوق میتوانند چنین باشند

(۱) نرم‌افزار لازم برای تهیه و تشکیل پایگاه اطلاعاتی مورد نیاز از مشخصات جغرافیایی و الکتریکی شبکه‌های توزیع نیرو

(۲) نرم‌افزارهای مختلف پیش‌بینی بار مورد استفاده در شبکه‌های توزیع نیرو

(۳) نرم‌افزار تعیین بهترین محل و ظرفیت پست‌های توزیع با توجه به برآورد بار

(۴) نرم‌افزارهای مطالعه پخش بار و اتصال کوتاه شبکه‌های توزیع نیرو

(۵) نرم‌افزارهای تعیین بهترین کابل‌های شبکه‌های توزیع شهری و روستایی

(۶) نرم‌افزارهای مختلفی که برای بهبود طراحی و برنامه‌ریزی

شبکه‌های توزیع بکارمیرود از جمله برنامه‌های کامپیوتری برای انتخاب بهترین مسیر و مقدار خازن در شبکه و برنامه‌های هماهنگی رله‌های حفاظتی و بهینه‌کردن اقتصادی سناریوهای مختلف توسعه شبکه و سایر برنامه‌های کمکی دیگری که دائماً در حال توسعه و تکامل میباشند.

۲- نرم افزار تشکیل پایگاه اطلاعاتی از مشغلات جغرافیایی و الکتریکی لازم برای طراحی و برنامه‌ریزی شبکه‌های توزیع این نرم افزار در واقع پایگاه اصلی اطلاعاتی شبکه‌های توزیع میباشد که ابتدا نقشه جغرافیایی نواحی مورد برنامه‌ریزی توسط وسایل مختلف کامپیوتری نظیر رقم‌گرها (digitizer) که در حکم نقشه‌خوان عمل میکند در حافظه فایل‌های کامپیوتری ذخیره میکند و سپس با توجه بدانها مسیرهای الکتریکی اصلی شبکه توزیع ناحیه مورد نظر را پیشنهاد میدهد. (شبکه ایده) بدیهی است ایستگاهها و کابلها و خطوط هوایی شبکه‌های توزیع را در این حالت بایستی با توجه به فضای مورد نظر انتخاب نمود با توجه به اینکه این نرم افزار در ارتباط متقابل با سایر نرم افزارها عمل میکنند در حقیقت به شکل ماوردهای (interactive) میباشد. از اینرو بر راحتی میتوان تغییرات عناصر شبکه چون ترانسفورماتورها، خازن‌ها، خطوط توزیع و سایر موارد را در پایگاه اطلاعاتی وارد نمود روی نقشه‌های شبکه توزیع نشان داد.

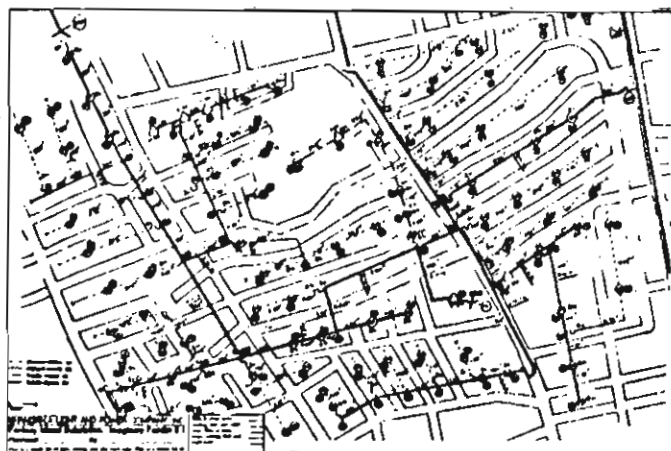
نرم افزار فوق بایستی حتی المقدور مشغلات مطلوب زیر این نیز بنموی شامل باشد.

- سهولت کاربرد- کلیه اطلاعات باید بر راحتی قابل انتقال از رقم‌گر مورد استفاده (digitizer) برای خواندن نقشه به پایگاه اطلاعاتی و بالعکس باشد.

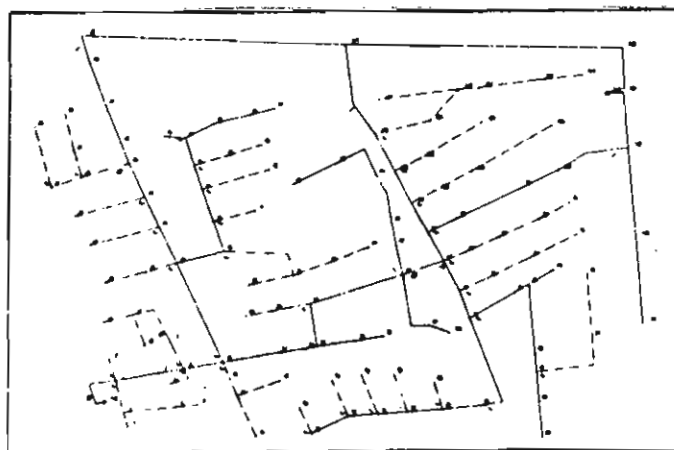
- آمادگی پایگاه اطلاعات برای استفاده - پایگاه اطلاعاتی مورد استفاده در این برنامه‌ها بایستی مخصوص شبکه‌های توزیع طراحی

شود تا قابلیت انعطاف زیادی برای سایر برنامه‌های
 بکارگرفته شده در تجزیه و تحلیل شبکه‌های توزیع فراهم آورد.
 - دقت‌نمایش- طول و ابعاد فیدرهای مختلف را باید بتوان
 بدقت‌نمایش داد طوری که حافظه کامپیوتر چندان اشغال نشود.

در اشکال زیر نقشه جغرافیایی منطقه مورد نظر جهت برنامه‌ریزی
 و طراحی شبکه توزیع و سپس نقشه الکتریکی منتج از آن نشان
 داده شده است.



نقشه جغرافیایی شبکه توزیع ناحیه مورد نظر



نقشه الکتریکی شبکه توزیع تهیه شده توسط رقم‌گر

۳- نرم افزارهای مختلف برای پیش‌بینی بار در شبکه‌های توزیع نیرو
 اولین قدم در طراحی و برنامه‌ریزی توسعه شبکه‌های توزیع
 نیرو پیش‌بینی دقیق محل و مقدار بار مورد درخواست آینده می‌باشد.
 برای انجام این منظور مدل‌های مختلفی برای برآورد بار مصرفی

مناطق مختلف در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که پیش بینی بار در شبکه های توزیع بر مبنای رشد آن در منطقه های کوچک صورت می‌گیرد بنابراین رشد بار را می‌توان هم از نقطه نظر ممل و هم مقدار تعیین نمود در حقیقت برای پیش بینی رشد بار، کل منطقه مورد مطالعه به مناطق بسیار کوچک با انداز ۵ هکتار تقسیم می‌شود و بر آورد بار برای کلیه این مناطق انجام می‌پذیرد.

ابعاد این مناطق کوچک با توجه به نیازهای مطالعاتی تغییر می‌کند روش فوق را عموماً " روش پیش بینی بار نواحی کوچک می‌نامند. برای تهیه این نرم افزارها دو فاکتور عمده موثر رشد بار بطور مستقل مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- تغییرات در تعداد مشترکین (مصرف کنندگان)

- تغییرات در سرانه مصرف برق

مطالعات انجام شده در ۵۱۵۰۰ نفر برای تحقیق اثراتی که گسترش طرح های توسعه مناطق شهری (موثر روی عامل اول) و افزایش مصرف در مناطق اشباع شده شهری (موثر روی فاکتور دوم) بر رشد بار مناطق مختلف دارند باز می‌کند. در عین حال جمع آوری و نگهداری اطلاعات برای بر آورد بار نواحی کوچکانه مشکل است و نه مغایر زیادی دارد لذا می‌توان اطلاعات فوق را با توجه به ترکیبی از سوابق مصرف در منطقه، پرونده های بهره برداری از شبکه های توزیع، وضعیت توزیع بار و نقشه های شبکه و همچنین هماهنگی با وزارتخانه های صنایع، شهرداری و سایر ارگانهای اجرایی و برنامه ریزی شهری که وظیفه تامین برق یا طراحی و اجرای پروژه های مختلف را بر عهده دارند بدست آورد.

پس از تهیه و بر آورد بار نواحی کوچک، بایستی نقطه تعلق مراکز بار را مشخص نمود و بارهای این نواحی را بدانها منتقل نمود. برای انجام این مورد نیز لازم است یک برنامه فرعی کامپیوتری تهیه شود تا علاوه بر این که نقاط تعلق مراکز بار ناحیه ای را تعیین کند بتواند بارهای ناحیه های مختلف را به فیدرهای شبکه توزیع مورد نظر مرتبط سازد. سه نوع مدل برای پیش بینی بار بکار می‌رود که بطور خلاصه شرح داده شد اند.

الف - مدل پیش بینی بار قطعی DLF-DETERMINISTIC

پیش بینی بار قطعی شامل ارزیابی دقیق چندین عامل است ابتدا معرف کننده های موجود در نواحی کوچک تحت بررسی مشخص شده سپس رشد این معرف کننده ها در آن ناحیه خاص و همچنین تغییرات معرف الکتریکی سرانه هر مشترک مورد بررسی قرار میگیرد باید در نظر داشت اجرای برنامه های توسعه و آبادانی در نواحی غیر مسکونی در بر آورد بار آنها باید به حساب آید این روش پیش بینی بار "معمولا" برای شهرهای کوچک و مناطق روستایی اعمال میشود.

ب - مدل پیش بینی بار نمونه ای (SLF)

در این روش بخشی از منطقه و نحوه رشد انرژی الکتریکی در آن بخش مورد تجزیه و تحلیل قرار میگیرد و بر اساس آنها مسیر رشد کلی آینده پیش بینی میشود. آگاهی به اطلاعات زیر برای بر آورد بار در این روش مورد نیاز میباشد.

- ۱) مدارف موجود ناحیه در مناطق کوچک
 - ۲) محدودیت های جغرافیایی رشد منطقه چون پارکها، گورستانها، استخرها و سایر اماکن عمومی
 - ۳) محل و چگونگی مراکز اشتغال و سایر فعالیت های مده صنعتی و خدماتی
 - ۴) اطلاعات بزرگراهها و مراکز حمل و نقل و ترابری
 - ۵) نواحی تحت تملک و کنترل دولت
- مدل پیش بینی بار نمونه ای برای شهرهای بزرگ یکمدهزار نفری تا دو میلیون نفری اعمال میشود.

ج - مدل پیش بینی بار نمونه ای مختلط

این مدل پیش بینی بار از همان مدل قبلی پیروی میکند

با این تفاوت که مواردی چند نیز بدان اضافه شده است تا ابعاد برنامه را برای پیش‌بینی بارشهرهای بسیار بزرگ آماده کند. از جمله این پارامترهای کمی مدل رشد بارشهرک‌های اقماری است که دینامیزم رشد شهرهای بزرگ را در کلیه نقاط آن قابل تجزیه و تحلیل می‌سازد از دیگر این پارامترها می‌توان قابلیت بیشتر این مدل را در رسم نقشه‌های فضایی شهر و محاسبه آوردن نحوه مصرف طبقات مختلف مردم مشاهده نمود.

۴- نرم افزار تعیین محل و ظرفیت پست‌های توزیع با توجه به برآورد بار با استفاده از این نرم افزار می‌توان با تجزیه و تحلیل سریع محل و ظرفیت پست‌های مورد نیاز جهت برنامه ریزی‌های طولانی، وضعیت توسعه شبکه‌های توزیع را مشخص نمود. این برنامه به ویژه برای شبکه‌های توزیع سریعاً " رشد یابنده‌ای که آنترناتیوهای توسعه متفاوتی را می‌توان با سطوح ولتاژ و ظرفیت‌های مختلف انتخاب نمود کاربرد دارد. باید در نظر داشت که طراحی کابل‌های شبکه‌های توزیع ارتباط بسیار نزدیکی با برنامه ریزی بهینه ایستگاه‌های توزیع نیرو دارد از این رو برنامه ریزی غیر دقیق در این مورد باعث افزایش قیمت نصب فیدرها و تلفات انرژی الکتریکی می‌شود در عین حال برنامه ریزی بایستی طوری انجام شود که افزایش ظرفیت پست‌های توزیع هم ممکن و هم اقتصادی باشد. در حالت ایده آل توسعه ایستگاه‌های تبدیل و کابل‌های سیستم توزیع بایستی هم‌زمان بهینه شوند. در این میان نیاز به نرم افزار می‌باشد که با در نظر داشتن ترتیبی از مخارج فیدرها، مخارج تلفات شبکه و فاکتورهای مهم دیگر نظیر مشخصات خاص فیدرهای مصرف، حدود و مرزهای جغرافیایی پسون رودخانه‌ها، بزرگراه‌ها، محدودیت بار پست‌های توزیع، سطوح ولتاژ و سنایر پارامترهای الکتریکی، طراحی و برنامه ریزی بهینه را انجام دهد. این نرم افزار بایستی قادر به مشخص کردن پارامترهای بنیادی اشاره شده برای تعیین دقیق محل پست

باشد. بطور کلی بـسـرنامـه ای که برای تعیین محل و ظرفیت پستها در نظر گرفته میشود باید بگونه ای باشد که قابلیت های زیر را برای استفاده کنند فراهم کند .

- امکان جایگزینی محل ها و ظرفیت های جدید برای پست های توزیع موجود
- امکان افزایش ظرفیت لازم به ایستگاه های موجود توزیع نیرو
- امکان تعیین سطح ولتاژ فیدرو ایستگاه های توزیع
- امکان بررسی اقتصادی برنامه های توسعه پست های توزیع
- امکان بررسی شبکه موجود یا در حال بـسـرنامـه ریزی در هنگام خروج های اضطراری پست های توزیع نیرو

۵- نرم افزارهای مطالعه پخش بار و اتصال کوتاه شبکه های توزیع نیرو پس از اینکه نقشه کلی توسعه شبکه های توزیع نیرو مشخص گردید، برآورد بار در کل منطقه مورد مطالعه انجام و مراکز گرهی و اساسی رشد بار، محل و ظرفیت پست های توزیع نیرو تعیین میشود سپس لازم است با استفاده از برنامه های پخش بار و اتصال کوتاه وضعیت شبکه های توزیع مورد مطالعه را در موارد زیر ارزیابی نمود.

- در شرایط غیرعادی نظیر قطع بعضی خطوط و پست ها، وضعیت ولتاژ و ضریب قدرت یا محدودیت های بار باید بررسی شود.
- لازم است وضعیت ولتاژ شینه ها، توانهای انتقالی از خطوط، تلفات و سایر خصوصیات الکتریکی شبکه های توزیع نیرو نیز مطالعه شود.

- سایر تجهیزات کمکی چون تپ ترانسفورماتورها و یا کنترل کننده های ولتاژ شینه ها، هارنهای انت اصلاح ضریب قدرت پس فاز مشخص میشوند.

- با استفاده از برنامه اتصال کوتاه جریانهای متعارف خط را در شرایط اتصال کوتاه های مختلف نظیر اتصال کوتاه سه فاز، تک فاز، یا خط به خط در کلیه نقاط شبکه های توزیع برای انتخاب کلیدهای قدرت میتوان بدست آورد.

۶- نرم افزار تعیین کابل‌های بهینه شبکه‌های توزیع شهری و روستایی برای طراحی و برنامه‌ریزی‌های طولانی لازم است نرم‌افزاری تهیه شود تا با استفاده از آن شکل‌بندی بهینه کابل‌های شبکه‌های توزیع را بتوان به آسانی با انجام رساند روش‌های پیشرفته بهینه‌سازی بکاررفته در برنامه باید امکان تعیین سریع مناسب‌ترین نقاط بازریک شبکه بزرگ را فراهم کند و قسمتهایی از فیدر یا ایستگاه‌های تبدیل نیرویی را که تقویت آن لازم است مشخص نماید .

بهر است بسیاری از ایستگاه‌ها و فیدرها بطور هم‌زمان مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند تا بیشترین بهره‌ اقتصادی از آن عاید شود .

با توجه به اینکه بهینه‌سازی از نظر آنالیز ریاضی مطلب بسیار پیچیده‌ایست بایستی نرم‌افزارها طوری طراحی شوند که علاوه بر حل صحیح مسئله بتوانند سهولت زیادی برای کار بر برنامه در هنگام کار فراهم نمایند طوری که وی براهنی آنترنات‌یوهای مختلف توسعه سیستم چون جایگزینی یک پست یا فیدر جدید یا افزایش سطوح ولتاژ و سایر مطالب را با سهولت مورد ارزیابی قرار دهد و مناسب‌ترین سناریوی توسعه را انتخاب نماید .

نتیجه

در سالهای اخیر برنامه‌های کامپیوتری مختلفی برای بهینه‌کردن برنامه‌ریزی و طراحی شبکه‌های توزیع نیروی برق بکاررفته است که در این مقاله خلاصه‌ای از اقدامات مختلفی که این نرم‌افزارها قادر به انجام هستند ارائه شد . با استفاده از این برنامه‌ها میتوان مناسبترین محل‌های نصب پست‌ها ، فیدرها و نهایتاً " بهترین آنترنات‌یوهای توسعه شبکه‌های توزیع را بررسی و انتخاب نمود بدیهی است مقایسه سرمایه‌گذاری در راه تولید و توسعه برنامه‌های کامپیوتری فوق با سرمایه‌ای که بر اثر بهینه‌کردن آنترنات‌یوهای توسعه صرفه جویی میشود بهیچوجه مقدور نیست زیرا سرمایه لازم برای تولید یا تهیه این برنامه‌ها در مقایسه با صرفه جویی در سرمایه‌گذاری بر اثر بهینه‌کردن طراحی و برنامه‌ریزی توسعه شبکه ناچیز است .

از آنجایی که در کشور ما تا کنون در زمینه تهیه برنامه های کامپیوتری برای برنامه ریزی و توسعه بهینه شبکه های توزیع نیرو و اقدامات چندانیتی صورت نگرفته است استفاده از این برنامه ها میتواند راهگشای مناسبی برای نیل به بهبود برنامه ریزی و نهایتاً " صرفه جویی در سرمایه گذاریهای کلان توسعه شبکه های توزیع باشد .

منابع و مراجع

۱- طراحی شبکه های توزیع فشار ضعیف به روش اینتراکتیو گرافیکی

پروژه کارشناسی ارشد- دانشگاه صنعتی امیرکبیر بهروزاسدی ۱۳۶۹

2. WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION DESCRIPTIVE BULLETIN
52-321-322-323-324
3. ADVANCED SYSTEM TECHNOLOGY
SUPPLEMENTAL CADPAD INFORMATION A.B.B
4. GRUNDLEGENDES ZUM AUFBAU UND DER PLANUNG VON ELEKTRISCHEN ENERGIE
RETEILUNGSNETZEN IN BALLUNGSZENTERN VON DR.R.ELTSCHKA WIEN
OSTERREICHISCHE
ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT FEBURARY 1991