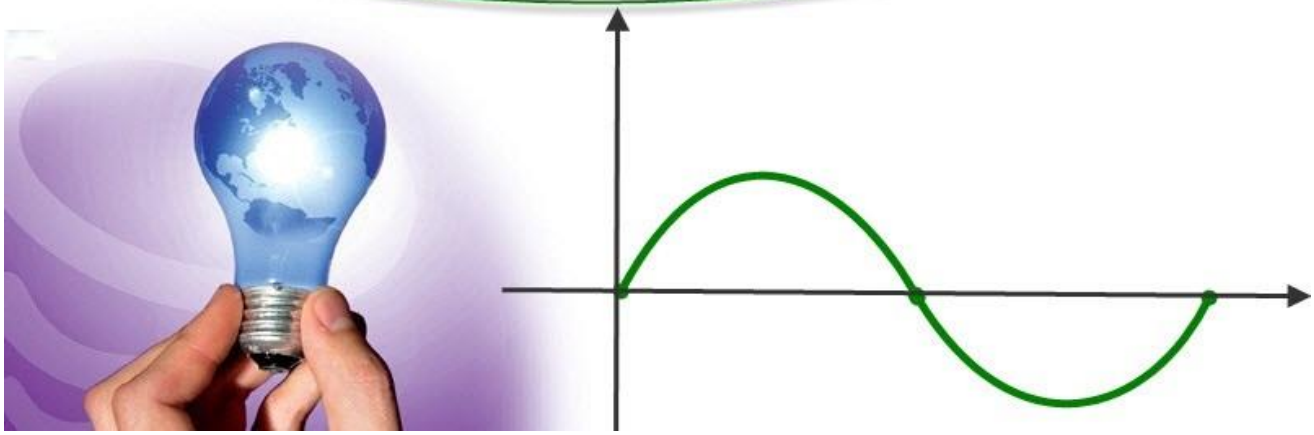


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

کاهش تلفات در خطوط فشار ضعیف

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۲۹۴)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فهرست مطالب :

فصل اول : تلفات خطوط فشار ضعیف

مقدمه _____ ۲

تلفات _____ ۳

عوامل موثر بر تلفات _____ ۷

روشهای محاسبه تلفات _____ ۱۶

یک کیلو وات تلفات چقدر از ظرفیت اسمی نیروگاه را هدر می دهد ____ ۲۳

بهینه سازی و ساماندهی و کاهش تلفات شبکه _____ ۲۸

فصل دوم : راهکارهای مناسب جهت کاهش تلفات ۳۴

روش اول : خازن گذاری _____ ۳۵

روش دوم : تجدید آرایش شبکه _____ ۶۰

روش سوم : جبران ساز خازنی _____ ۸۶

روش چهارم : اصلاح اتصالات ثابت _____ ۱۰۶

نتیجه نهایی _____ ۱۲۱

منابع و مآخذ_____ ۱۲۲

WikiPower.ir

فصل اول

مقدمه:

بخشی از انرژی الکتریکی تولید شده توسط نیروگاهها در حدفاصل تولید تا مصرف به هدر می روند، همچنین مقدار قابل توجهی از این انرژی در داخل نیروگاهها صرف مصارف داخلی می شوند. طبق نظر برخی از کارشناسان این انرژی که صرف تاسیسات می شود جزو تلفات محسوب نمی شوند. همچنین در مورد ترانسفورماتورهایی که سیستم خنک کننده آنها و یا سیستم گردش روغن آنها توسط پمپ کار می کند این انرژی مصرف شده برای پمپها را جزو تلفات محاسبه نمی کنند. اما نظرات دیگری نیز در مورد تلفات وجود دارد و تلفات از دیدگاههای مختلف تعاریف متفاوتی دارد. در اینجا ابتدا تلفات را تعریف کرده و سپس عوامل موثر برایجاد تلفات را بیان می کنیم و در آخر راه حل های کاهش تلفات در خطوط فشار ضعیف را بررسی می کنیم.

WikiPower.ir

تعریف تلفات:

با توجه به اینکه هدف اصلی شبکه برق رسانی، انتقال انرژی تولید شده توسط نیروگاهها، از مراکز تا مصرف کننده می باشد بنابراین قسمتی از انرژی تولید شده که به مصرف نرسد به عنوان تلفات نام برده خواهد شد. به عبارت دیگر آن قسمتی از انرژی که به کار مفید تبدیل نشود تلفات نام دارد. تعریف کار مفید هم برای مراکز مختلف مشخص است. مثلاً به علت اینکه وظیفه نیروگاهها تولید و فروش برق با کمترین تلفات می باشد، بنابراین کار مفید برای نیروگاهها همان انرژی خالص تحویل داده شده به شرکتهای برق می باشد و یا در مورد شرکتهای برق منطقه، کار مفید انرژی تحویلی آنها به شرکتهای توزیع نیرو می باشد. همچنین کار مفید برای شرکتهای توزیع، انرژی تحویلی آنها به مصرف کنندگان می باشد. بنابراین تلفات را در مفهوم کلی می توان به صورت زیر بیان نمود:

انرژی فروخته شده- انرژی خریداری شده= تلفات

اما همین تعریف نیز از دیدگاههای مختلف مفاهیم متفاوتی را ارائه می دهد. مثلاً از دیدگاه شرکتهای برق منطقه ای و یا شرکتهای توزیع نیرو، تلفات در حقیقت آن بخش از انرژی است که از تفاضل انرژی ورودی و خروجی به شبکه حاصل می شود. اما از دیدگاه منافع ملی مفهوم کار مفید به صورت دیگری می باشد زیرا تمام انرژی تحویلی به مشترک به کار مفید تبدیل نمی شود یا به عبارت دیگر از آن انرژی که به صورت مفید مصرف نشود تلفات نام دارد. مثلاً وقتی روشنایی اتاقها بیش از حد باشد و لامپ بی مورد روشن باشد در حقیقت بخشی از انرژی تلف شده است. همچنین در مصارف صنعتی نیز بخش قابل توجهی از انرژی هدر می رود که از دیدگاه منافع ملی جزو تلفات است ولی در محاسبات ما جزو تلفات محسوب نمی شود. همچنین عدم رعایت مدیریت بار و انرژی در صنایع نوعی تلفات است به طوریکه در اثر ناهماهنگی در برنامه کار ماشین آلات دیماند مصرفی کارخانجات افزایش می یابد، نوعی تلفات دیماندی داریم.

با توجه به دو دیدگاهی که گفته شد مشاهده می شود که دو اختلاف عمده در این دیدگاهها وجود دارد. در دیدگاه اول (دیدگاه شرکتهای برق) آن بخش از انرژی که فروخته شود جزو کار مفید است و تلفاتی ندارد اما از دیدگاه منافع ملی همین انرژی فروخته شده دارای تلفات است و تمامی آن به کار مفید تبدیل نمی شود.

همچنین از دیدگاه اول ممکن است بخشی از انرژی جزو تلفات محاسبه شود که از دیدگاه دوم این بخش از انرژی به کار مفید تبدیل شده است. مثلاً از دیدگاه شرکت های برق آن بخش که به صورت برق دزدی مصرف می شود. جزو تلفات است در صورتیکه از دیدگاه دوم این انرژی به کار مفید تبدیل شده است و یا در برخی قسمتهای شبکه به علت نداشتن کنتور برای مصارف روشنایی، مصرف روشنایی جزو تلفات محاسبه می شوند در صورتیکه از دیدگاه دوم این انرژی به کار مفید تبدیل شده است.

حال با توجه به تعریفاتی که از تلفات شد و با بیان دیدگاههای مختلف، مشاهده شد که تلفات در شبکه های انتقال و توزیع تنها درصد محدودی از کل انرژی الکتریکی را در برمی گیرند که در این بخش و در کل گزارش آنچه از آن به عنوان تلفات نام برده می شود، همان تلفات از دیدگاه شرکتهای برق و یا به عبارت دیگر تفاضل انرژی خریداری شده و فروخته شده می باشد که این تلفات خود دارای اجزاء مختلفی می باشد. حال که تعریف تلفات مشخص گردید باید انواع تلفات نیز بررسی شود و مشخص گردد که منظور ما از کاهش تلفات کاهش کدام نوع از تلفات می باشد:

انواع تلفات:

معمولاً در شبکه های برق رسانی هنگامی که بحث از تلفات و کاهش آن می شود منظور کاهش تلفات انرژی است و نه کاهش تلفات توان. جهت روشن شدن مفاهیم تلفات ابتدا این دو نوع تلفات را مورد بررسی قرار می دهیم.

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

۱- تلفات توان:

توان مصرفی برای هر مشترک به پارامترهای مختلفی بستگی دارد که باعث می شود میزان مصرف مشترک در ساعات مختلف شبانه روز، هفته، ماه و سال متفاوت باشد. به همین دلیل می توان تولیدی نیروگاهها نیز متغیر خواهد بود و به دلیل اینکه برنامه ریزی توسعه و ظرفیت تولید نیروگاهها براساس مصرف پیک مشترکان تنظیم می گردد، بنابراین هر چه مصرف در پیک بیشتر باشد افزایش ظرفیت نیروگاهها را به همراه خواهد داشت.

یکی از عوامل مهمی که در عمل به حساب تلفات منظور نمی شود بالا بودن غیرمنطقی دیماند مصرف مشترکین اعم از صنعتی، تجاری، خانگی و ... می باشد. به عبارت دیگر در اکثر موارد می توان با اجرای صحیح مدیریت مصرف، توان ماکزیمم مصرف کننده را کاهش دهیم بدون اینکه در برنامه کاری آن اختلالی ایجاد شود. حال اگر به عنوان مثال مصرف یک مشترک از p1 به p2 کاهش یابد، ظرفیت تولیدی نیروگاه به اندازه (p1 – p2) آزاد می شود بنابراین از یک دیدگاه دیگر می توان گفت این مقدار یعنی p1 – p2 جزو تلفات می باشد.

۲- تلفات انرژی:

آنچه در گزارشات به عنوان تلفات نام برده می شود، میزان تلفات انرژی می باشد که در حقیقت از مجموع مقادیر لحظه ای تلفات توان به دست می آید و یا به عبارت دیگر تلفات انرژی مقدار متوسط تلفات توان در دوره مورد مطالعه می باشد. از آنجا که مقدار تلفات توان در دامنه وسیعی تغییر می کند در نتیجه مقدار ماکزیمم تلفات که عمدتاً در ساعات پیک اتفاق می افتد بمراتب بیش از مقدار متوسط تلفات انرژی می باشد. به عبارت دیگر وقتی تلفات انرژی در یک شبکه ۱۰ درصد می باشد، مقدار تلفات توان همان شبکه در ساعات پیک بار بمراتب بیش از ده درصد می باشد که نسبت این ارقام تابعی است از شکل منحنی تغییرات بار و ضریب بار مصرف. در یک مصرف کننده با ماهیت بار شبکه بار سراسری برق، درصد تلفات توان چنین مصرف کننده حدود ۵۰ درصد ترقی می کند و در

نتیجه مقدار تلفات توان در ساعت پیک به حدود ۱۵ درصد می رسد. اما اگر هدف مطالعه تلفات توان در شبکه ای با ضریب بار کمتر از ضریب بار شبکه سراسری برق باشد، مقدار افزایش توان بمراتب بیشتر از ۵۰ درصد خواهد بود.

گرچه کاهش تلفات انرژی در برخی موارد ممکن است تقلیل دیماند مصرف را به همراه داشته باشد اما این عمل موقعی موثرتر می شود که دیماند مصرف در پیک کاهش یابد چون در چنین حالتی افزایش ظرفیت مفید نیروگاهها را نیز به همراه خواهد داشت. بنابراین تلفات انرژی به تنهایی نمی تواند شاخص مناسبی برای ارزیابی تلفات در یک شبکه باشد بلکه لازم است تلفات توان و انرژی مشترکاً مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند.

گرچه میزان تلفات انرژی تابعی است از تلفات توان اما بدان مفهوم نیست که برای مقدار معینی از تلفات توان انرژی تلف شده ثابت باشد بلکه ممکن است ارقام متفاوتی را به خود اختصاص دهد که این تغییرات به نوع مصرف و شکل منحنی تغییرات بار بستگی دارد. به عبارت دیگر کم بودن تلفات انرژی در یک شبکه همواره به معنی پایین بودن تلفات توان نمی باشد و چه بسا ممکن است تلفات انرژی در دو حالت مختلف برابر باشند، اما تلفات توان در آنها یکسان نباشد.

WikiPower.ir

عوامل موثر برتلفات

۱- تغییر در سطح مقطع هادیها:

طبق نتایج بدست آمده در چند پروژه، متوسط کاهش تلفات براثر تغییر سطح مقطع از ۲۵ به ۳۵ یا ۵۰ از ۳۵ به ۵۰ حدود ٪۲/۱ می باشد. همچنین در صورتیکه از سیم نول با سطح مقطع با سیم فاز استفاده شود، تلفات برای مقاومتهای زمین زیاد تا ۲۰ درصد کاهش می یابد.

۲- وضعیت اتصالات:

همچنین در مورد تاثیر نحوه اتصال بر روی تلفات، طبق آزمایشات انجام شده، تلفات مقدار سیم مشخص با یک اتصال سفت ٪۳/۵ تلفات همان مقدار سیم با اتصال شل ٪۱۰ بیشتر از تلفات همان طول سیم بدون اتصال می باشد. همچنین هراتصال بدون کلمپ در شبکه توزیع به طور متوسط معادل ۰/۴ متر از همان نوع شبکه ایجاد تلفات می کند.

۳- نحوهٔ اتصال مشترکین:

در مورد نحوه اتصال مشترکین نیز می توان گفت که طبق آزمایشات انجام شده هر اتصال فاقد کلمپ حدود ۰/۰۰۲۷ اهم مقاومت ایجاد می کند، که برای حدود ۲۰۰۰۰ مشترک با جریان پیک ۳/۲ آمپر برای ۴ ساعت و ۱/۴ آمپر برای ۲۰ ساعت مقدار تلفات سالیانه آن حدود ۱۶۰۰۰^{kwh} می باشد. در صورتیکه کل توان فروخته شده در سال $۴۸۱/۳۰۰/۰۰۰^{kwh}$ باشد تلفات ناشی مشترکین حدود ٪۰/۰۰۳ می باشد که البته این رقم ناچیز است ولی عدم اتصال درست مشترکین تاثیرات منفی دیگری دارد که لزوم اتصال صحیح را توجیه می کند. برخی از این تاثیرات منفی به شرح زیر می باشند:

یکی از این تاثیرات خورده شدن سیم در محل اتصال شل و افزایش مقاومت آن نقطه و در نتیجه گرم شدن آن نقطه می باشد. از دیگر تاثیراتی که اتصالات شل و نادرست دارد احتمال قطعی سیم و در نتیجه افزایش انرژی توزیع نشده، همچنین کاهش قابلیت اطمینان برق مصرفی برای مشترکین می باشد.

۴- نامتعادلی بار:

یکی دیگر از عوامل موثر در ایجاد تلفات نامتعادل بودن بار بر روی فازها می باشد به طور خلاصه می توان گفت که نامتعادلی بار اثراتی دارد که برخی از آنها به شرح زیر می باشد:

به علت عبور جریان از سیم نول تلفات توان بیشتری خواهیم داشت. همچنین به علت این که سیم نول دارای جریان می باشد اختلاف فاز بین فاز و نول کمتر خواهد بود بنابراین افت ولتاژ بیشتری خواهیم داشت.

یکی دیگری از اثرات نامتعادلی ولتاژ سه فاز، نامناسب بودن آن برای بارهای سه فاز می باشد. از دیگر مشکلات نامتعادل بودن بار عدم وجود ایمنی به علت برقدار بودن سیم نول می باشد. همچنین ممکن است یکی از فازها در ترانس بیشتر از بار نامی ترانس بار داشته باشد.

۵- نوع بار:

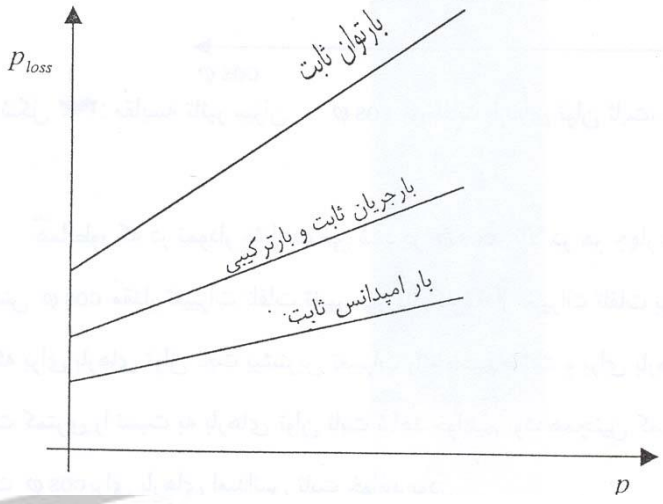
از دیگر عوامل موثر بر تلفات تاثیر نوع بار بر میزان تلفات می باشد. بارهای موجود در شبکه توزیع چهار نوع می باشد، بار توان مثبت، بار جریان ثابت و بار امپدانس ثابت و بار ترکیبی.

طبق بررسی های انجام شده بیشترین تلفات را بارهای توان ثابت ایجاد می کنند زیرا در بارهای توان ثابت با کاهش ولتاژ دو سر بار، جریان، افزایش می یابد و به علت اینکه تلفات با مجذور جریان رابطه دارد بنابراین تلفات افزایش می یابد. پس از بار توان ثابت بیشترین تلفات مربوط به بار جریان ثابت و ترکیبی می باشد.(میزان تلفات در بارهای جریان ثابت و ترکیبی به میزان مساوی می باشد).

در بار جریان ثابت با تغییر ولتاژ جریان بار تغییری نمی کند بنابراین تلفات ثابت می ماند. نکته دیگری که حائز اهمیت می باشد اینست که به علت مساوی بودن منحنی های بارهای جریان ثابت و ترکیبی؛ برای فیدرهایی که انواع بارها را دارد می توان برای سادگی محاسبات فرض کرد که بار این فیدر جریان ثابت است.

در مورد بار امپدانس باید گفت که کمترین تلفات مربوط به این نوع بار می باشد. زیرا طبق رابطه $R=\frac{\vartheta}{I}$ در بار امپدانس ثابت، با کاهش ولتاژ، جریان نیز کاهش خواهد یافت بنابراین تلفات کاهش می یابد. در نمودار زیر تغییرات تلفات نسبت به توان آمده است. نکته دیگری که از نمودار زیر قابل ملاحظه است اینست که نه تنها بارهای توان ثابت تلفات بیشتری نسبت به بارهای جریان ثابت، ترکیبی و

امپدانس ثابت دارند بلکه طبق نمودار شیب خط مربوط به بارهای توان ثابت از دیگر بارها و شیب خط مربوط به بارهای جریان ثابت و ترکیبی از شیب خط مربوط به بارهای امپدانس ثابت بیشتر است بدین معنی که با افزایش توان مصرفی بار توان ثابت مقدار افزایش تلفات در این نوع بار نسبت به دیگر بارها بیشتر است.



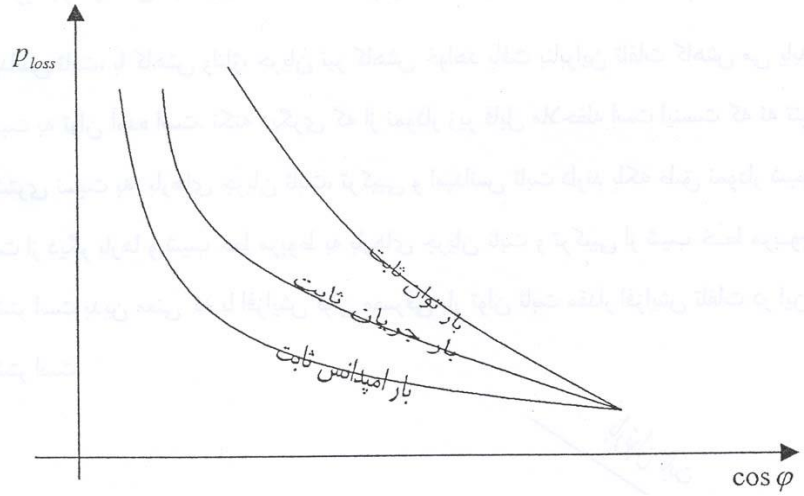
WikiPower.ir

۶- ضریب قدرت:

یکی دیگر از مولفه های موثر بر تلفات، ضریب قدرت و ترکیبی می باشد. نوع تغییرات تلفات نسبت به تغییرات $\cos\varphi$ بیشترین تغییر در بارهای توان ثابت، پس از آن در بارهای جریان ثابت و ترکیبی و در نهایت کمترین تغییرات در بارهای امپدانس ثابت خواهد بود.

نمودار تغییرات تلفات نسبت به تغییرات $\cos\varphi$ در زیر آمده است

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



همانطور که در نمودار مشاهده می شود در $\cos\varphi$ بالا در هر چهار مدل بار مقدار تلفات برابر است ولی با کاهش $\cos\varphi$ مقدار تغییرات تلفات تغییر می کند که مقدار تغییرات تلفات برای بارهای گوناگون متفاوت است به طوریکه برای بارهای توان ثابت بیشترین تغییرات را خواهیم داشت و برای بارهای جریان ثابت و بارهای ترکیبی مقدار تغییرات کمتری را نسبت به بارهای توان ثابت شاهد خواهیم بود. همچنین کمترین میزان تغییرات تلفات نسبت به تغییرات $\cos\varphi$ برای بارهای امپدانس ثابت خواهد بود.

رابطه تجربی رابطه تقریبی تلفات با $\cos\varphi$ را نشان می دهد.

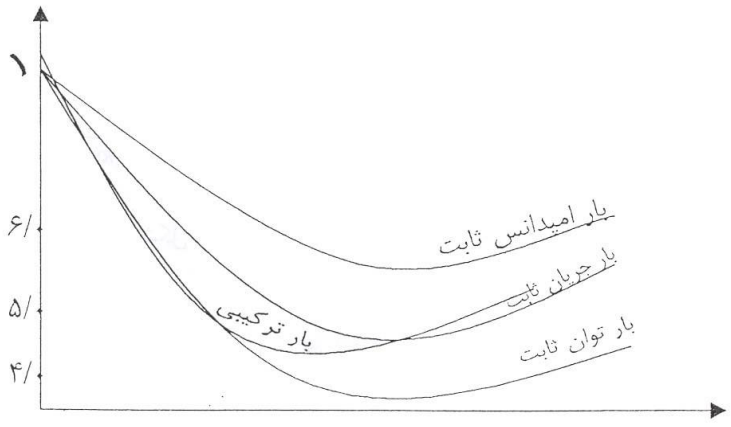
$$\left(\frac{1}{\cos^2\varphi}-1\right)\times 100$$

در جدول زیر نیز درص

$\cos\varphi$	۰/۹۵	۰/۹	۰/۸۵	۰/۸	۰/۷۵	۰/۷	۰/۶۵	۰/۶
$\Delta P\%$	۱۱	۲۳	۳۸	۵۶	۷۸	۱۰۴	۱۳۶	۱۷۸

۷- خازن گذاری:

از دیگر موارد موثر بر تلفات تاثیر خازن در شبکه است. البته باید توجه داشت که خازن تا مقدار مشخصی قابل استفاده است و اگر بیشتر از آن مقدار از خازن استفاده شود باعث افزایش تلفات در شبکه خواهد شد. تاثیر نصب خازن بر بارهای مختلف، متفاوت است. مقدار نصب خازن تا یک مقدار بر بار توان ثابت و ترکیبی تاثیر در کاهش تلفات دارد. ولی از آن مقدار بیشتر تلفات در بار ترکیبی شروع به افزایش می کند ولی در بار توان ثابت همچنان در حال کاهش است (البته این کاهش تا مقدار مشخصی ادامه دارد) پس از بار توان ثابت و ترکیبی بیشترین تاثیر بر بار جریان ثابت است و پس از آن بر بار امپدانس ثابت. در نمودار زیر میزان تاثیر نصب خازن بر کاهش تلفات در بارهای مختلف مقایسه شده است. همانطور که در نمودار نیز قابل ملاحظه است نصب خازن نمی تواند تلفات را به صفر برساند بلکه تا یک مقدار مشخصی تلفات را کاهش می دهد.



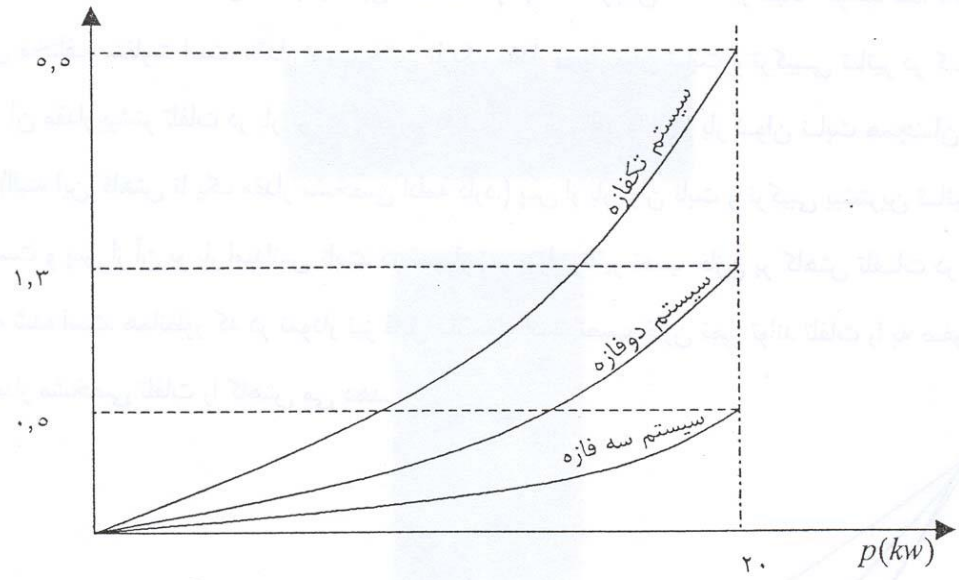
۸- چند فازه بودن شبکه:

از دیگر مولفه های مهم موثر در میزان تلفات در شبکه توزیع، تعداد فازها در شبکه می باشد. یعنی تکفاز یا دو فاز و یا سه فاز بودن شبکه در میزان تلفات موثر است.

میزان افزایش تلفات نسبت به افزایش توان مصرفی در شبکه تکفاز بسیار زیاد است به طوریکه اگر مقدار توان مصرفی در یک شبکه ۵۰^{kw} باشد، تلفات محاسبه شده در شبکه تکفاز 33kw و در شبکه

دو فاز ۵kw و در شبکه سه فاز $^{۰/۹kw}$ می باشد. همانطور که مشاهده می شود مقدار تلفات در شبکه تکفاز بسیار بالاتر از شبکه دو فاز و سه فاز است. یعنی تلفات سیستم تکفاز ۳۶ برابر سیستم سه فاز و تلفات سیستم دو فاز ۵/۵ برابر سیستم سه فاز می باشد. مقدار تغییرات تلفات نسبت به توان مصرفی نیز در شبکه تکفاز خیلی بیشتر است.

میزان این تغییرات نسبت به توان مصرفی در نمودار زیر آمده است.



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

۹- مصارف روشنایی:

یکی دیگر از موارد مهم که باید در تعیین میزان دقیق تلفات مورد توجه قرار گیرد مصرف روشنایی است. زیرا مصارف روشنایی در حقیقت به صورت مفید مصرف می شوند اما به علت عدم اطلاع از میزان دقیق این مصارف، آنرا جزو تلفات محاسبه می کنند که این عمل باعث ایجاد خطا در محاسبه دقیق تلفات می گردد. برای رفع این مشکل باید برای مصارف روشنایی در پستهای توزیع کنتور نصب شود و در محاسبه تلفات لحاظ شود.

طبق مطالعات انجام شده، میزان تلفات عوامل مختلفی که ذکر شد، در دو پست قدیمی و جدید در جدول زیر آمده است. پست قدیمی جهت محاسبه میزان تلفات حداکثر و پست جدید جهت محاسبه میزان تلفات حداقل مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که درصد تلفات حداقل ممکن، میزان تلفاتی است که در بهترین حالت شبکه از نظر طراحی و بهره برداری، این مقدار تلفات وجود خواهد داشت.

WikiPower.ir

ردیف	نوع تلفات	درصد تلفات حداکثر	درصد تلفات حداقل	درصد تلفات حداقل ممکن
۱	تلفات اهمی خالص	۵/۲	۳/۶	۲/۸
۲	تلفات ناشی از سطح مقطع نامناسب	۱/۲۵	۰/۵	۰/۰۵
۳	تلفات ناشی از فرسودگی شبکه	۱/۵	۰/۸	۰
۴	تلفات ناشی از اتصالات سست	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۵
۵	تلفات ناشی از نامتعادل بودن سه فاز	۱/۳	۱/۲	۰/۲
۶	تلفات در ترانسفورماتور	۱/۶۵	۱/۵	۱/۳
۷	تلفات در تجهیزات پست توزیع	۰/۲	۰/۱۵	۰/۱
۸	تلفات ناشی از کنتورها	۱	۰/۸	۰/۵
۹	سایر موارد	۲/۲	۱/۶	۰/۴
	جمع	۱٤/٤٥	۱۰/۱۷	٥/٤

WikiPower.ir

روشهای محاسبه تلفات در شبکه توزیع:

به طور کلی جهت محاسبه انرژی و توان در شبکه های توزیع از دو روش اندازه گیری و محاسباتی استفاده می شود. هر یک از این دو روش دارای مزایا و معایبی می باشد که در زیر هر یک از این دو روش مورد بررسی قرار می گیرد.

۱- روش اندازه گیری:

در این روش جهت اندازه گیری تلفات در ابتدای فیدر ۲۰kv در پست ۶۳kv/۲۰kv یک کنتور اندازه گیری قرار داده می شود و در یک بازه زمانی باید مقادیر تمام کنتورهای مشترکین قرائت شود و تفاوت این دو مقدار میزان تلفات کل شبکه توزیع می باشد. البته این روش دو مشکل عمده دارد. اول اینکه قرائت تمام کنتورهای مشترکین به سادگی امکان پذیر نیست و دوم اینکه در این روش نمی توان تلفات

اجزا مختلف را بدست آورد بلکه کل تلفات موجود در شبکه بدست می آید. البته برای حل مشکل اول دو راه حل وجود دارد. راه حل اول اینکه پس از نصب کنتور مادر روی فیدر ۲۰kv، یک خاموشی برای آن فیدر داده شود و مقدار کنتور مادر و تمامی کنتورهای مشترکین مربوط به پست های توزیعی که از این فیدر تغذیه می شوند قرائت شود. پس از آن فیدر ^{kv}۲۰ برق دار شود و برای یک بازه زمانی دلخواه برق دار بماند. پس از آن دوباره خاموشی داده شود و دوباره تمامی کنتورهای مشترکین و کنتور مادر قرائت شود. میزان تلفات در این روش از رابطه زیر بدست می آید.

$$P_{LOSS} = (P_{A2} - P_{A1}) - \left(\sum_{i=1}^{n} P_{B2} - \sum P_{BIL}\right)$$

که در این رابطه:

: P_{A1} عدد کنتور مادر در لحظه خاموشی اول

: P_{A2} عدد کنتور مادر در لحظه خاموشی دوم

: $\sum P_{B1}$ جمع اعداد کنتورهای مشترکین در لحظه خاموشی اول

: $\sum P_{B2}$ جمع اعداد کنتورهای مشترکین در لحظه خاموشی دوم

WikiPower.ir

n : تعداد کل مشترکین

همانطور که مشاهده می شود در این روش برای قرائت کنتورهای مشترکین باید دو بار خاموشی داده شود که این عمل علاوه براینکه میزان انرژی فروخته نشده را افزایش می دهد به علت بالا بودن تعداد مشترکین در یک فیدر ^{kv}۲۰، زمان خاموشی بسیار طولانی خواهد بود و باعث نارضایتی مشترکین خواهد شد. به همین دلیل و برای رفع این مشکل راه حل دیگری پیشنهاد می گردد.

۲- روش محاسباتی

راه حل دوم اینکه پس از نصب کنتور مادر بر روی فیدر، قرائت مشترکین توسط دو گروه انجام شود که یک گروه از ابتدای فیدر توزیعی که از پست ۲۰kv/۰/۴kv خارج می شود اقدام به قرائت کنتور می کند و گروه دوم از انتهای همان فیدر توزیع. بدین ترتیب پس از قرائت کل کنتورهای مشترکین برای هر مشترک دو عدد بدست می آید حال اگر کل زمان قرائت کنتور Tساعت باشد با بدست آوردن میانگین دو عدد بدست آمده، تقریبا میزان قرائت کنتورهای مشترکین در لحظه $T/2$ بدست می آید. حال اگر کنتور مادر را نیز در لحظه $T/2$ قرائت کرده باشیم میزان تلفات را می توان از رابطه زیر بدست آورده لازم به ذکر است که این عمل دو بار باید انجام شود. یکبار در ابتدای اندازه گیری تلفات و بار دوم پس از چند روز.

$$P_{LOSS}=\left(P_{T/2}2-P_{T/1}1\right)-\left[\sum\left(\frac{P_{B1I}+P_{B2I}}{2}\right)-\sum\left(\frac{P_{A1I}+P_{A2I}}{2}\right)\right]$$

که در این رابطه داریم:

$P_{T/2}1$: عدد قرائت شده در کنتور مادر لحظه $T/2$ در ابتدای نصب کنتور مادر

$P_{T/2}2$: عدد قرائت شده در کنتور مادر لحظه $T/2$ پس از چند روز

P_{A1}: عدد قرائت شده کنتور هر مشترک توسط گروه اول در ابتدای نصب کنتور مادر.

P_{A2}: عدد قرائت شده کنتور هر مشترک توسط گروه دوم در ابتدای نصب کنتور مادر.

P_{B1}: عدد قرائت شده کنتور هر مشترک توسط گروه اول پس از چند روز از نصب کنتور مادر

P_{B2}: عدد قرائت شده کنتور هر مشترک توسط گروه دوم پس از چند روز از نصب کنتور مادر

T: مدت زمانی که طول کشیده است کل مشترکین قرائت شود.

علل و عواملی که باعث افزایش تلفات در شبکه می شود ذکر شد. اما این عوامل را می توان از یک دیدگاه دیگر نیز بررسی کرد.

به طور کلی می توان گفت ایجاد تلفات در شبکه به سه عامل کلی مربوط می شوند.

۱- تلفات ناشی از عوامل مصرفی

۲- تلفات ناشی از عوامل مدیریتی

۳- تلفات ناشی از عوامل فنی – مدیریتی

که می توان کلیه اجزا تلفات را در این سه قسمت ذکر کرد.

تلفات ناشی از تجهیزات مصرفی:

که موارد را می توان در این قسمت ذکر کرد:

- تلفات ژولی: این تلفات همان تلفات مربوط به سطح مقطع هادی و جریان عبوری دارد که با R_{12} محاسبه می شود.

- تلفات در ترانس: تلفات ترانس شامل تلفات مسی و تلفات بی باری می باشد و در میان تجهیزات شبکه بیشترین تلفات مخصوص ترانس می باشد که این تلفات مربوط به مشخصات فنی و موقعیت نصب ترانس دارد.

- تلفات کنتور: البته گر چه تلفات کنتور کم است ولی به علت اینکه تعداد کنتور بسیار زیاد است این نوع تلفات نیز قابل توجه می باشد.

- تلفات در تجهیزات پست: مانند سکسیونر، کلید، فیوز و .... که مربوط به مشخصات فنی آنهاست.

- نشتی جریان: شامل نشتی از طریق مقره ها و نشتی از طریق شاخه های درختان می باشد که هر چه شاخه درختان به هادی نزدیک تر باشد، سطح تماس بیشتر است و مقدار انرژی هدر رفته نیز افزایش می یابد.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱ تلفات ناشی از عوامل مدیریتی

۱- استفاده غیر مجاز از برق: به علل عدم نظارت صحیح، مصرف زیاد برق در بخش خانگی، عدم تمکن مالی برخی خانواده ها جهت پرداخت هزینه برق، و برق دزدی که در بعضی از مناطق رواج دارد.

- اتصالات ناصحیح: اتصالات ناصحیح یا عدم استفاده از کلمپ برای انشعاب مشترکین باعث ایجاد تلفات می گردد.
- عدم استفاده مناسب از ترانس: همان طور که در بخش تلفات ناشی از تجهیزات مصرفی ذکر شد چون ترانس یکی از عوامل مهم هدر دهنده انرژی الکتریکی می باشد لذا عدم انتخاب صحیح ظرفیت ترانس باعث افزایش تلفات بارداری و بی باری آن می شود.
- تنظیم ولتاژ: افت ولتاژ باعث افزایش تلفات می شود زیرا تلفات به جریان عبوری و جریان عبوری به ولتاژ، $\cos\Phi$و توان عبوری بستگی دارد. مثلا اگر ولتاژ ۱۰ درصد کاهش یابد تلفات ۲۳ درصد افزایش می یابد.

$$I_1 = \frac{P}{U_n.COS\phi} \quad و \quad I_2 = \frac{P}{0.9.U_n.COS\phi} \Rightarrow P_{LOSS} = 1.23P_1$$

۲- تلفات در روشنایی معابر: در اکثر قسمت های شبکه توزیع ایران مصرف روشنایی اندازه گیری نمی شود و چون جزو انرژی تحویلی به مشتری نمی باشد جزو تلفات محسوب می شود.

با توجه به موارد فوق نتیجه می گیریم که بخش قابل توجهی از انرژی الکتریکی به دلیل بهره برداری نادرست از شبکه به هدر می رود که با یک مدیریت صحیح و بدون نیاز به سرمایه گذاری جدید می توان این نوع از تلفات را کاهش داد.

۳- تلفات ناشی از عوامل فنی – مدیریتی

♦ **عدم بالانس خطوط و فیدرها:**

در برخی از موارد بهره برداران اغلب مشترکان را از یک فاز تغذیه می کنند که این امر موجب عبور جریان زیاد از یک فاز و جریان کم از فازهای دیگر می شود.

♦ **پایین بودن ضریب قدرت شبکه:**

هر چه ضریب قدرت پایین تر باشد، توان راکتیو عبوری از سیم ها بیشتر خواهد بود که با افزایش توان راکتیو عبوری، جریان عبوری از سیم ها و در نتیجه تلفات در سیستم زیاد می شود.

WikiPower.ir

♦ افت ولتاژ شبکه:

که به دلیل سطح مقطع کم کابل، طول زیاد فیدر، نامتعادلی بار، فرسودگی تجهیزات و ... می باشد. همچنین طبق انجام برخی آزمایشات که نتایج آن در زیر آمده است تاثیر دو عامل $COS\phi$ و دما نیز بر میزان تلفات نشان داده شده است. (این آزمایشات برای یک هادی خاص به طول ۱۰ کیلومتر و دارای مقاومت ۰/۲۱۴ اهم می باشد.)

طبق این آزمایشات مشاهده می شود که تغییرات دما با میزان تلفات رابطه مستقیم و تغییرات $COS\phi$ با میزان تلفات رابطه معکوس دارد.

دما(درجه سانتیگراد) / cosΦ	۲۰	۷۰
./۹	۳/۲۲ %	۳/۷۸ %
./۷۸	٤/۱۱ %	٤/۸٦ %

WWW.WIKIPOWER.IR

یک کیلو وات تلفات توان چند کیلو وات ظرفیت اسمی نیروگاه را هدر می دهد؟

در برنامه ریزی و توسعه شبکه های برق رسانی، طراحی تجهیزات، بهینه سازی شبکه های برق و اعمال روشهای مناسب جهت کاهش تلفات الکتریکی، یکی از سوالات مهم آگاهی از ارزش تلفات است به عبارت دیگر برای مهندس طراح باید روشن شود که یک کیلو وات تلفات چند کیلو وات نیروگاه را به هدر می دهد.

طبیعی است هر چه فاصله محل مصرف تا نیروگاهها افزایش یابد یا در حد فاصل تولید تا مصرف از سطوح مختلف ولتاژ استفاده شود، بر میزان تلفات نیز افزوده می گردد. به زبان ساده تر بر حسب اینکه محل مصرف در حوالی نیروگاهها یا دور از آنها باشد. ظرفیت نیروگاهی مورد نیاز برای تامین یک کیلو وات توان مصرفی یا یک کیلو وات تلفات متفاوت خواهد بود. در این مقاله تلاش بر این است که بر حسب موقعیت مکانی وقوع تلفات در شبکه، نسبت ظرفیت اسمی نیروگاهها به ماکزیمم توان مصرف بدست آید.

۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱,۱ ۱- تلفات در نقاط مختلف شبکه

ظرفیت اسمی نیروگاه ها یا تلفات توان تحت تاثیر عوامل مختلفی دچار تغییر می شوند که نتیجتاً سبب کاهش راندمان سیستم می شوند که ذیلاً به عوامل مهم و موثر در این زمینه اشاره می گردد.

۱-۱- افت ظرفیت

گر چه تلاش بر این است که از ظرفیت اسمی نیروگاهها بهره گرفت اما در عمل عوامل مختلفی از جمله درجه حرارت محیط، ارتفاع و فشار هوا، نوع نیروگاهها، شرایط بهره برداری، شرایط تعمیرات و نگهداری و عمر نیروگاهها سبب می شوند تا امکان بهره برداری از ظرفیت مفید نیروگاهها در محل نصب میسر نگردد. تجارب بهره برداری نشان می دهد بر حسب اینکه نوع نیروگاه گازی یا بخاری باشد و یا شرایط محل نصب چگونه باشد قدرت عملی (ماکزیمم توان تولیدی در محل) ممکن است به ۷۰ تا ۹۵ درصد ظرفیت اسمی کاهش یابد. که اگر توان اسمی را با P_R و توان عملی یا واقعی با P_A نشان داده شود، رابطه زیر برقرار است:

$$P_A = K_A.P_A \qquad (۱)$$

که در این رابطه K_A نسبت ظرفیت عملی به ظرفیت اسمی می باشد که معمولاً برای نیروگاه های بخاری حدود ۰/۹۰ تا یک و برای نیروگاههای گازی بین ۰/۷۰ تا یک می باشد (ضریب یک برای شرایط ISO صادق است) این مطالب نشان می دهد که اگر یک کیلو ولت توان در داخل نیروگاه به هدر رود،

$\frac{1}{K_A}$ کیلو وات از ظرفیت مفید نیروگاه هدر می رود به عبارت دیگر، اگر ظرفیت اسمی توربین گازی در محل نصب سی درصد کاهش یابد، یک کیلو وات مصرف داخلی این نیروگاه ۱/۴۳ کیلو وات ظرفیت اسمی را به خود اختصاص می دهد.

۲-۱- مصرف داخلی

بخش دیگری از انرژی تولیدی نیروگاهها در خود نیروگاهها صرف تامین مصارف داخلی می گردد. میزان این نوع مصرف بستگی به نوع نیروگاه، شرایط طراحی، نوع سیستم خنک کننده و دیگر مشخصات طراحی و محیطی دارد که متوسط سهم این نوع مصارف برای نیروگاههای موجود در شبکه ایران رقمی در حدود ۵ درصد انرژی تولیدی می باشد. که البته در ساعات پیک، ماکزیمم توان مصرفی ممکن است به حدود ۸ تا ۱۰ درصد توان تولیدی هم افزایش یابد. بر این مبنا اگر مصرف داخلی K_C درصد توان عملی باشد، روابط زیر برقرار است.

$$P_N = (1-K_C).P_A \qquad (۲)$$

$$P_N = (1-K_C)K_A.P_R \qquad (۳)$$

در این روابط P_N خالص توان تولیدی در خروجی نیروگاهها می باشد. همانطور که این رابطه نشان می دهد، قبل از اینکه توان تولیدی نیروگاهها تحویل مشترکین برق گردد، بخش قابل توجهی از استفاده نرمال خارج می گردد که بر حسب نوع نیروگاه و شرایط محیطی و جوی محل نصب متفاوت می باشد.

۳-۱- تلفات مسیر

بخش قابل توجهی از انرژی تولیدی نیروگاهها در حد فاصل تولید تا مصرف به هدر می روند که هر چه فاصله محل مطالعه از نیروگاه افزایش یابد، بر مقدار این انرژی هدر رفته، افزوده می گردد. متوسط تلفات انرژی در سطح شبکه های انتقال و توزیع نیرو در سطح شبکه سراسری برق چیزی در حدود ۱۵ درصد می باشد که در ساعات پیک مقدار تلفات توان به حدود ۲۲ درصد افزایش می یابد. لذا اگر درصد تلفات با K_L نشان داده شود، مقدار توان تحویلی به مشترکین از رابطه زیر بدست می آید.

$$P_S = (1-K_L).P_N \quad (۴)$$

$$P_S = (1-K_L).(1-K_C).K_A.P_A \quad (۵)$$

۴-۱- ذخیره تولید

در عمل ظرفیت نیروگاههای نصب شده در هر شبکه بیش از پیک مصرف می باشد که این اختلاف بستگی به ضریب ذخیره تولید نیروگاهها دارد. لذا با احتساب این ضریب در روابط قبلی و رابطه (۶) رابطه (۷) حاصل می شود.

$$P_T = GRF.P_R \quad (۶)$$

$$P_C = (1-K_L).(1-K_C).K_S.P_T / GRF \quad (۷)$$

بنابراین برای تامین P_C مگاوات نیاز مصرف (در محل تحویل به مشترکین برق)، لازم است P_T مگاوات نیروگاه (ظرفیت اسمی) در شبکه نصب گردد که نسبت P_T / P_C یا ضریب K بصورت زیر محاسبه می شود.

$$K = \frac{GRF}{(1-K_L).(1-K_C).K_S} \quad (۸)$$

این رابطه نشان می دهد که برای تامین یک کیلو وات تلفات لازم است K کیلو وات نیروگاه نصب شود. مقدار این ضریب بر حسب اینکه هدف بررسی تلفات در چه منطقه ای از شبکه باشد ممکن است به بیش از دو نیز افزایش یابد.

۲- تعیین درصد افت توان

برای تعیین نسبت ظرفیت نصب شده نیروگاهها به کل توان فروخته شده در نقاط تحویل به مشترکین برق لازم از ظرفیت ثابت هر شبکه برق رسانی استفاده شود. بر مبنای اطلاعات متوسط شبکه سراسرس برق ایران نیز می توان مقدار تقریبی ظریب K را بدست آورد. لذا با احتساب ۲۲ درصد برای تلفات توان شبکه در ساعات پیک بار (برمبنای ۱۵ درصد تلفات انرژی) و ۸ درصد توان ماکزیمم مصارف

داخلی نیروگاهها (برمبنای ۵ درصد تلفات انرژی) و متوسط ۲۰ درصد افت ظرفیت اسمی و ۲۰ درصد ظرفیت ذخیره مقدار K بصورت زیر محاسبه می شود [5].

$$K = \frac{1.2}{0.78 \times 0.92 \times 0.80} = 2.09$$

بر مبنای فرضیات بالا که البته تقریبی است، برای تمین یک کیلو وات تلفات یا مصرف واقعی در انتهای شبکه (برمبنای ارقام متوسط) نیاز به حدود دو کیلو وات نیروگاه می باشد. به عبارت دیگر در سطح شبکه سراسری برق کشور حدود ۵۰ درصد ظرفیت اسمی نیروگاهها به نوعی هدر می روند.

۳- نتیجه

بررسی های انجام شده نشان می دهد که برای تامین یک کیلو وات تلفات لازم است بیش از یک کیلو وات نیروگاه به شبکه اضافه گردد. اما بر حسب اینکه محل مطالعه در چه نقطه ای از شبکه باشد، ظرفیت نیروگاهی تغییر می کند. به عنوان مثال اگر تلفات مربوط به ترانسفورماتورهای ژنراتور نیروگاهها باشد، یا اینکه تلفات مربوط به یک خط توزیع باشد، مقدار معادل یک کیلو وات تلفات در شبکه های توزیع به مراتب بیش از حالتی است که محل وقوع تلفات در داخلی نیروگاه باشد.

بنابراین در بررسی و بهینه سازی تلفات لازم است به این نکته مهم توجه گردد، چون ارزش واقعی تلفات در تمام نقاط شبکه یکسان نیست، چون ممکن است برای تامین یک کیلو وات مصرف یا تلفات در نقاط نزدیک به نیروگاه حدود ۱/۱ کیلو وات تولید شود، حال آنکه در نقاطی دوری در شبکه توزیع برای تامین یک کیلو وات تلفات بیش از دو کیلو وات تولید شود که بطور طبیعی است دارای ارزش متفاوتی نیز می باشند.

جهت بهینه سازی، ساماندهی شبکه و کاهش تلفات آن لازم است موارد زیر رعایت گردد:

۱: شناخت وضعیت شبکه موجود و موارد ضعف شبکه

تعیین عیوب مکانیکی و الکتریکی شبکه به تفکیک

بررسی آمار و دلایل قطعی های شبکه و رسم نمودارهای مربوطه

بررسی شبکه موجود و انجام مطالعات پخش بار در جهت یافتن نقاط ضعف

بررسی پستهای فشار متوسط موجود در وضعیت عادی و اظطراری

استخراج مدل بارهای موجود به تفکیک تعرفه های مختلف مصرف (با استفاده از اطلاعات ثباتهای بار)

تهیه پروفیل ولتاژ و بررسی افت ولتاژ و درصد مجاز آن در وضعیت عادی و حالات اظطراری شبکه

بررسی وضعیت سیستم حفاظتی شبکه موجود

مطالعات شبکه موجود برای محاسبه تلفات توان و انرژی

۲: پیشنهاد طرحهای مناسب

ارائه طرحهای ساماندهی جهت بهینه سازی، کاهش تلفات و ساماندهی وضعیت ظاهری و فیزیکی شبکه که در ذیل آمده است:

الف: خدمات اجرایی و نظارتی بخش ظاهری و فیزیکی شبکه

♦ در شبکه فشار ضعیف

حذف خطوط هوایی خیابانها، بزرگراهها

بازسازی جعبه انشعاب مشترکین

جمع آوری انشعابات غیر مجاز

بازسازی کابل انشعاب مشترکین

زمین کردن انتهای خطوط هوایی

اصلاح آرایش شبکه فشار ضعیف مطابق استاندارد

اصلاح مقطع سیم نول

اجرای سیستم زمین مناسب در تمام شبکه فشار ضعیف

جمع آوری و حذف پایه های زائد و تعویض پایه های معیوب و نامناسب

کد گذاری پایه های شبکه

فاصله گذاری مناسب پایه ها و تعیین نوع پایه

تعداد انشعاب های هر پایه

مقطع کابل رابط ترانسفورماتور و تابلو توزیع

♦ در پست های توزیع

اصلاح و بهینه سازی ساختمان پست

کاهش تعداد فیدرهای فشار ضعیف بر مبنای ظرفیت ترانسفورماتور

جمع آوری کابل های راکد داخلی پست و اصلاح کابل کشی داخل آن

نصب دستگاههای اندازه گیری در داخل پست

اطمینان از سالم بودن سیستم تهویه داخل پست

ایجاد سیستم روشنایی مناسب در داخل پست

استفاده از بست نگهدارنده برای سر کابل های داخلی پست

تبدیل کابل های روغنی به خشک

نظافت داخل ساختمان پست

جمع آوری تجهیزات اضافی نظیر تابلو و غیره

شماره گذاری پست های توزیع

تعیین نوع مصرف عمده پست

تعیین ظرفیت ترانسفورماتور

مشخص نمودن میزان سالهای بهره برداری از ترانسفورماتور و حداکثر درصد بهره برداری در زمان پیک بار از ترانسفورماتور

تعیین تجهیزات حفاظتی در تابلوی اصلی

در شبکه روشنایی

طراحی استاندارد روشنایی معابر با توجه به عرض معابر و حجم ترافیک آنها و موانع موجود در معابر

اصلاح پایه های روشنایی

تعویض حباب شیشه ای چراغها

حذف ترمینالها

اجرای سیستم زمین برای شبکه روشنایی

جایگزینی لامپ های کم مصرف به جای لامپ های رشته ای

ب:خدمات اجرای و نظارتی بخش اندازه گیری پارامترهای الکتریکی شبکه

♦ در شبکه فشار ضعیف

اندازه گیری جریان و ولتاژ سه فاز و سیم نول و ضریب توان در ابتدا و وسط فیدر و انتهای انشعابات

اندازه گیری مقاومت سیم زمین در نقاط ارت شبکه

نصب دستگاه دیتالاگر روی نمونه ای از فیدرها به عنوان تعیین رفتار الگوی بار مشترکین خانگی، تجاری، کشاورزی و ...

اندازه گیری تلفات انرژی قبل از اجرای طرح که برای چند نمونه از فیدرهای فشار ضعیف با نصب کنتور در ابتدای فیدر و به روش قرائت هم زمان کنتور مشترکین در شروع و پایان زمان تعیین شده

ارائه راه حل مناسب جهت رفع نقاط ضعف با در نظر گرفتن توسعه شبکه

ارائه طرح مناسب جهت رفع مشکلات مربوط به پست های توزیع

ارائه طرح مناسب جهت جبران افت ولتاژهای غیرمجاز در شبکه

انجام مطالعات خازن گذاریو جبران سازی توان راکتیو مورد نیاز با مراعات محدودیت های اجرایی و فنی و اقتصادی

ارائه طرح مناسب جهت افزایش قابلیت اطمینان سیستم و کاهش بی برقی در شبکه

انجام محاسبات هماهنگی حفاظتی شبکه پس از ارائه طرح جدید

طراحی نقاط مانور مناسب در شبکه

ارائه راه حل مناسب جهت به حداقل رساندن تلفات شبکه شامل موارد زیر:

ایجاد تناسب بین قدرت منعقده و ولتاژ بهینه مورد استفاده در شبکه های توزیع

استفاده از ترانسفورماتورهای با قدرت مناسب در شبکه های توزیع

ایجاد تناسب بین حداکثر بار در شبکه و ظرفیت ترانسفورماتور

استفاده از ترانسفورماتورهایی که میزان تلفات بی باری و بارداری آنها در یک قدرت معین کمتر از انواع دیگر باشند.

بازرسی از وضعیت روغن ترانسفورماتورها (هر چه سطح روغن در ترانسفورماتور پایین تر باشد، هسته و سیم پیچ ها داغ تر می شوند که این به معنای افزایش مقاومت سیم پیچ ها و افزایش تلفات در ترانسفورماتور می باشد)

کاهش بار راکتیو شبکه با نصب خازن (به منظور اصلاح ظریب قدرت، کاهش جریان و کاهش تلفات)

بازرسی مستمر از خازنها به منظور اطمینان از صحت و سقم کارکرد آنها

نصب یا منتقل نمودن پست های توزیع در مراکز نقل بار

در نظر گرفتن محدوده مناسب بین هر پست های مجاور به گونه ای که فیدرهای طولانی احداث نشود.

حتی الامکان استفاده از هر سه فاز برای توزیع انرژی از پست های توزیع (تبدیل کردن سیستم های تکفاز و دو فاز به سه فاز)

متعادل کردن بار فازها در شبکه فشار ضعیف در تک تک پایه ها، نه فقط در ابتدای فیدر

استفاده از سطح مقطع نول مناسب برای کم کردن مقاومت سیم نول

کاهش مقاومت زمین در پست ها و رساندن به حد استاندارد

استفاده از هادیها با مقاطع مناسب در شبکه فشار ضعیف و فشار متوسط و روشنایی (به منظور کاهش مقاومت خطوط)

قطع شاخه های درختان که در مسیر فیدرهای هوایی قرار دارند (حذف جریان نشتی ناشی از برخورد شاخه ها با سیم ها)

استفاده از اتصالات مناسب در جمپرها، اتصالات کابل به شبکه هوایی، انشعابات، پایه فیوزها و ...

تعویض تجهیزات فرسوده در شبکه

رساندن ولتاژ به حد مجاز در پست ها (به منظور رساندن ولتاژ در حد استاندارد در انتهای خطوط و کاهش تلفات)

بازرسی دوره ای از تجهیزات اندازه گیری مانند کنتورها و ثباتها به منظور دست یابی به میزان دقیق تلفات

نصب کنتور جهت روشنایی معابر شهرها و روستاها

نصب کنتور در اماکن عمومی نظیر پارکها، بیمارستانها،پادگانها و مساجد و ... به منظور اندازه گیری دقیق تلفات

حذف اشتراک های غیرمجاز به منظور شناسایی تلفات دقیق

عدم استفاده از کابل کشی طولانی برای سرویس مشترکین

استفاده از سطح مقطع بالاتر از ۴ میلی متر مربع برای کابل سرویس مشترکین

استفاده از جعبه تقسیم برای سرویس مشترکین (به منظور کوتاه کردن مجموع کابل سرویس مشترکین)

طراحی مناسب شبکه های توزیع

تغییر آرایش شبکه های توزیع با استفاده از نقاط مانور با هدف کاهش تلفات

جایابی بهینه پستهای توزیع و فوق توزیع و تعیین شعاع عملکرد آنها

مطالعات تعادل بار در شبکه فشار ضعیف

محاسبه تلفات توان و انرژی در طرح های پیشنهادی

فصل دوم

راهکارهای مناسب جهت انجام کاهش تلفات در خطوط فشار ضعیف

۱- خازن گذاری در سیستم توزیع فشار ضعیف

۲- تجدید آرایش شبکه های توزیع فشار ضعیف

۳- متعادل سازی ولتاژ و بهبود کیفیت توان با استفاده از جبران سازهای خازنی

۴- اصلاح اتصالات ثابت در شبکه توزیع فشار ضعیف

روش اول – خازن گذاری در سیستم توزیع فشار ضعیف

اکثر مصرف کنندگان انرژی الکتریکی علاوه بر توان اکتیو، توان راکتیو هم مصرف می کنند. توان اکتیو یا همان توان حقیقی باید در نیروگاه تولید شود. در صورتی که توان راکتیو می تواند در نیروگاه و یا

در محلهای دیگر تولید گردد. مناسبترین و ارزانترین وسیله برای تولید توان راکتیو در محلهای غیر از نیروگاه، خازنهای موازی می باشند.

در صورتی که توان راکتیو توسط نیروگاه تولید گردد، هر یک از عناصر سیستم (ژنراتورها، ترانسفورماتورها، خطوط انتقال و توزیع و کلیه تجهیزات) باید ظرفیت بالاتری داشته باشند تا بتوانند کل توان ظاهری، که جمع برداری توان اکتیو و راکتیو است را از خود عبور دهند. در صورتی که خازنهای موازی می توانند با تولید این توان راکتیو در محلهای مورد نیاز، از افزایش ظرفیت المانهای شبکه به این منظور جلوگیری نمایند. علاوه بر کاهش ظرفیت عناصر، تلفات کل شبکه نیز به خاطر کم شدن جریان کل کاهش پیدا می کند.

بهترین نقطه برای نصب خازن، محل مصرف است یعنی اگر هر مصرف کننده انرژی راکتیو خود را توسط خازن جبران کند، بیشترین سود از لحاظ آزاد سازی و کاهش تلفات انرژی حاصل خواهد شد اما این امر از لحاظ عملی و اقتصادی ممکن نیست. نقطه بعدی برای نصب خازن، شبکه توزیع فشار ضعیف و فشار متوسط است.

WikiPower.ir

روشهای معمولی جایابی خازن به چهار گروه تقسیم شده اند (۱):

۱- روشهای تحلیلی

۲- روشهای برنامه ریزی عددی

۳- روشهای ابتکاری

۴- روشهای هوشمند

عموماً از روشهای تحلیلی برای استخراج و تهیه دستورالعمل در شبکه توزیع فشار ضعیف استفاده شده است. (۲و۳و۴)

۲- دستورالعملهای موجود

دستورالعملی که هم اکنون برمبنای خازنهای ثابت ۱۲/۵ کیلو واری در برخی شرکتهای برق منطقه ای مورد استفاده قرار می گیرد(۵)، به قرار زیر است:

محاسبه حداقل بار سالیانه فیدر: ابتدا توان راکتیو فیدر اندازه گیری می شود و با توجه به ساعت و فصل اندازه گیری ضریب تعدیل مربوطه به کمک جدول ۱ بدست می آید. سپس توان راکتیو اندازه گیری شده در ضریب تعدیل ضرب می گردد تا توان راکتیو حداقل سالیانه فیدر بدست آید.

انتخاب تعداد خازنهای پیشنهادی: به کمک روش تحلیلی و با توجه به اینکه ظرفیت خازنهای پیشنهادی ۱۲/۵ کیلو وار بوده است، تعداد خازنهای بهینه بدست می آید که این رابطه به صورت دستورالعمل در جدول ۲ آورده شده است.

تعین مکان پیشنهادی خازنها: پس از تعیین تعداد خازنهای مورد نیاز، مکان بهینه این خازنها به کمک روابط روش تحلیلی محاسبه می گردد که نتایج آن به صورت دستورالعمل در جدول ۲ آورده شده

جدول ۱: ضرایب تعدیل بر مبنای فصل و ساعت اندازه‌گیری

زمان اندازه‌گیری	فصل کم باری	فصل پر باری
ساعات پیک	۰/۴	۰/۲
ساعات بار پایه	۰/۷	۰/۴
ساعات حداقل بار	۱	۰/۶

جدول۲: تعداد و مکان نصب خازنها بر مبنای kVAr تعدیل‌شده

kVAr سه‌فاز تعدیل شده فیدر	kVAr تک‌فاز تعدیل شده فیدر	تعداد خازن	فواصل نصب به نسبت طول فیدر
کمتر از ۶	کمتر از ۲	۰	–
۶ تا ۱۸	۲ تا ۶	۱	۱/۲
۱۸ تا ۳۰	۶ تا ۱۰	۲	۱/۳
۳۰ تا ۴۲	۱۰ تا ۱۴	۳	۱/۴
۴۲ تا ۵۴	۱۴ تا ۱۸	۴	۱/۵

WikiPower.ir

مزیت عمده دستورالعمل موجود سادگی و راحتی اجرای آن است. نکات دیگری در خصوص این دستورالعمل، قابل بیان است:

۱- خازن گذاری بر اساس حداقل بار انجام می شود که این موضوع باعث می گردد خازن گذاری، کمتر انجام شده و از حداکثر صرفه جویی قابل دسترسی دور گردیم.

۲- محاسبه ضرایب تعدیل جدول ۱ که درصد حداقل بار در ماههای کم مصرف را نسبت به بار پیک، پایه و حداقل در ماههای مختلف سال بیان می کند، دشوار است.

۳- در بهینه سازی، قیمت خازن لحاظ نگردیده است.

۴- قید ولتاژ در این دستورالعمل اعمال نشده است.

۵- در این دستورالعمل، برای خازن گذاری در شبکه های شعاعی با شاخه جانبی، روشی بیان نشده است.

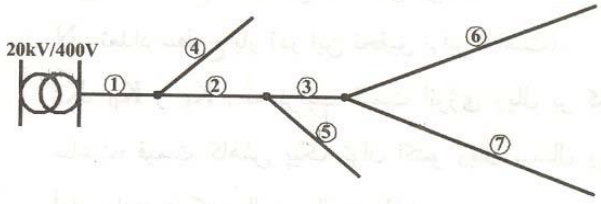
۶- اثر غیر یکنواختی هادی و بار طول فیدر دیده نشده است.

۳- مدلسازی

در مطالعات جایابی خازن، مدلسازی شبکه توزیع از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در ابتدا مدل فیدر، مدل بار و نحوه توزیع بار، که در این تحقیق به منظور استخراج دستورالعمل استفاده شده است بیان گردیده و در انتها نیز تابع هدف ارائه شده است.

۳-۱ مدل فیدر

فیدرهای توزیع فشار ضعیف هوایی از تنوع بسیار بالایی برخوردارند. استاندارد ثابتی در مورد درختهای مورد استفاده در شبکه فشار ضعیف وجود ندارد. درخت یک فیدر هوائی نمونه از شبکه فشار ضعیف در شکل ۱ نشان داده شده است.



درخت نمونه شکل بالا از ۷ فیدر ساده (سکشن [۱]) تشکیل شده و استخراج یک دستورالعمل کلی برای این نوع ساختارهای درختی عملاً غیرممکن است، اما می توان با استفاده از قانون جمع آثار تک به تک فیدرهای ساده را به صورت جداگانه خازن گذاری برای یک فیدر ساده مطابق شکل ۲ با یک شاخه

)حدفاصل دو نقطه انشعاب می باشد. SECTION منظور از سکشن (

www.wikipower.ir

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

استخراج شده است و در قسمت ۷-۲، طریقه خازن گذاری در فیدرهای فشار ضعیف با هر نوع ساختار درختی ارائه گردیده است.

مدل یک فیدر شعاعی ساده که از پست توزیع 20KV/400V تغذیه گردیده است در شکل نمایش داده شده است.

این فیدر از تعداد n تیر تشکیل شده است. استاندارد فاصله تیرهای متوالی در شبکه فشار ضعیف حدود ۳۰ متر است.

فرضیات زیر به منظور عملی شدن تهیه دستورالعمل در مدل فیدر ساده لحاظ گردیده است:

۱- شبکه متقارن سه فاز در نظر گرفته شده است.

۲- هادی طول فیدر یکسان در نظر گرفته شده است.

۳- تیرها به عنوان نقاط کاندید خازن گذاری لحاظ شده اند و فاصله آنها مساوی لحاظ شده است.

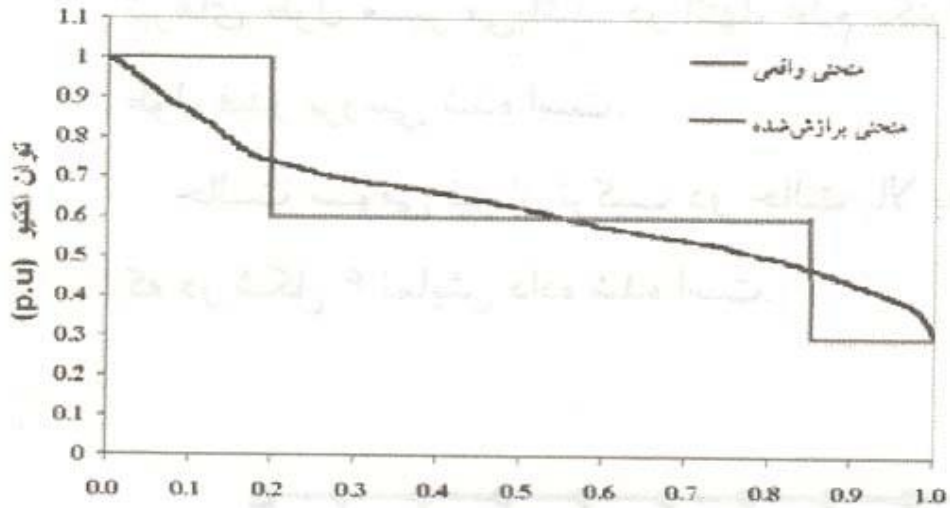
WikiPower.ir

۳-۲ مدل بار

بار فیدرهای توزیع با توجه به نوع مصرف (خانگی، تجاری، عمومی، کشاورزی، صنعتی و غیره) و نیز منطقه مورد مطالعه، الگوهای متفاوتی دارند.

در این تحقیق، با توجه به اینکه مطالعات خازن گذاری در سطوح مختلف بار یکسال انجام گرفته است، منحنی تداوم بار به صورت یک تابع پله ای با سه سطح بار تخمین زده شده است. منحنی تداوم بار سالیانه یک نمونه بار خانگی و منحنی برازش شده آن در سه سطح بار در شکل ۳ نمایش داده شده است.

www.wikipower.ir



سطوح بار او

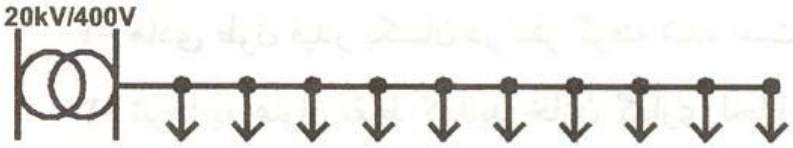
پریودهای زه

همچنین مجموع مربعات خطای منحنی واقعی و برازش شده خطای توان...

برای سطوح مختلف بار ثابت لحاظ شده است.

۳-۳ توزیع بار

نحوه آرایش بار روی فیدر توزیع در این تحقیق به دو صورت لحاظ گردیده است، حالت اول توزیع یکنواخت بار روی فیدر مطابق شکل ۴ می باشد که بارها به صورت مساوی روی تیرها تقسیم شده اند.

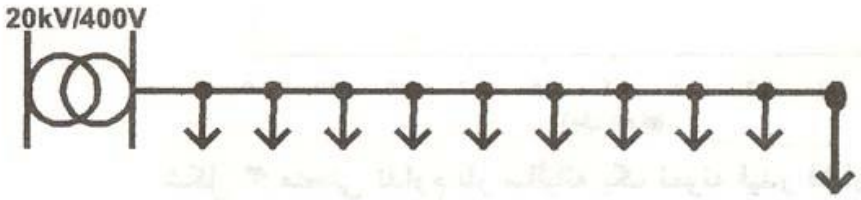


حالت دوم بار نقطه ای

انباشته در تیر انتهائی نصب شده است.

در هر دو حالت بالا مکان پیشنهادی نصب خازن تمام تیرهای طول مسیر می باشد. در انتها، عدم یکنواختی بارها در طول فیدر بررسی شده است.

حالت سومی نیز از ترکیب دو حالت بالا به دست می آید که در شکل نمایش داده شده است.



در قسمت ۶-۳، نشان د
مطالعات کلی تنها روی دو حالت اول صورت گرفته است.

۳-۴ تابع هدف

خازنهای موازی در شبکه توزیع به منظور کاهش تلفات انرژی، کاهش تلفات پیک قدرت و آزاد سازی شبکه و همچنین بهبود پروفیل ولتاژ به کار می روند. لذا تابع هدف کلی به منظور جایابی خازن در شبکه توزیع که در این تحقیق لحاظ شده است به صورت رابطه زیر می باشد.

$$\text{تابع هدف} = W_1\left[K_e\sum_{I=1}^{n}T_I P_I\right]+W_2[K_P P_0]+W_3[K_S S_0]-W_4 C_C$$

در این رابطه:

W_4, W_3, W_2, W_1: به ترتیب وزن عبارات کاهش تلفات انرژی، کاهش تلفات پیک، آزاد سازی شبکه و قیمت خازن را در تابع هدف کل مشخص می کنند.

N: تعداد سطوح بار (در این تحقیق برابر ۳ است).

K_S, K_P, K_e: به ترتیب قیمت انرژی ریال بر کیلو وات ساعت، قیمت کاهش پیک توان اکتیو ریال برسال و قیمت آزاد سازی شبکه ریال برسال می باشد.

T_I: مدت زمان سطوح مختلف بار

P_I: توان اکتیو کل شبکه در سطوح بار مختلف

P_O: پیک توان اکتیو فیدر

S_O: پیک ظرفیت (توان ظاهری) فیدر

C_C: قیمت خازنهای پیشنهادی

قیمتهای انرژی، کاهش تلفات پیک و آزاد سازی شبکه از اطلاعات دفتر برنامه ریزی شرکت توانیر استخراج گردیده است. (۶و۷و۸)

پس از مطالعات زیادی که روی چند فیدر نمونه انجام شد به این نتیجه رسیدیم:

خازن گذاری براساس تابع هدفی که تمام ضرایب وزنی یک باشد، در برخی سطوح بار باعث افزایش تلفات می گردد و در برخی موارد ممکن است حتی این روش افزایش تلفات انرژی کل سالیانه را باعث گردد در صورتی که خازن گذاری.براساس تابع هدفی که ضرایب W_2 و W_3 صفر و ضریب $W_1 = 1$ این مشکل را ایجاد نخواهد کرد و با از دست دادن کمتر از ۱۵ درصد سود حاصل از آزاد سازی ظرفیت شبکه و کاهش پیک توان اکتیو تلفات انرژی کل نیز به مقدار مطلوبی می رسد.

لذا در این تحقیق تابع هدف، با ضرایب وزنی W_2 و W_3 صفر، در نظر گرفته شده است. همچنین قید حداکثر ولتاژ نیز ۱/۰۵ در مبنای واحد لحاظ گردیده است.

WikiPower.ir

۳-۵ خازنهای مورد استفاده

خازنهای خریداری شده توسط سازمان مدیریت توانیر به صورت بانکهای خازنی ۱۲/۵ کیلو واری بوده اند، لذا در این تحقیق، دستورالعمل خازن گذاری شبکه فشار ضعیف برای پله های خازنی ۱۲/۵ کیلو وار استخراج گردیده است.

۴- آرایشهای ممکن برای یک فیدر ساده

در این قسمت ابتدا پارامترهای تاثیرگذار بر خازن گذاری شناسایی گردیده، سپس تمام حالات و آرایشهای ممکن برای یک فیدر ساده استخراج شده و برای تک به تک آنها خازن گذاری به کمک نرم افزار تهیه شده (۹)، انجام گرفته است. در انتها از نتایج به دست آمده به یک روند رسیده و آن را به صورت دستورالعمل ارایه خواهیم کرد.

www.wikipower.ir

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

۴-۱ شناسایی پارامترهای تاثیرگذار

یک فیدر توزیع ساده نمونه به منظور مطالعات در نظر گرفته شده است. خازن گذاری به ازای مقادیر مختلف از هر یک از پارامترهای شبکه انجام شده و مکان بهینه و صرفه جویی ایجاد شده و در هر حالت با همدیگر مقایسه می گردند. بدیهی است در صورتی که مکان بهینه خازنها و صرفه جویی ایجاد شده برای حالتهای مختلف از یک پارامتر شبکه متفاوت باشد آن پارامتر بر مساله خازن گذاری تاثیر گذار است.

مطالعات انجام شده نشان داده، مشخصات فیدر شامل نوع هادی و طول فیدر بر مکان بهینه خازن و صرفه جویی ایجاد شده تاثیر گذار بوده، همچنین مشخصات بار شامل ضریب قدرت، اندازه کل بار و منحنی تداوم بار، بر مساله خازن گذاری تاثیرگذار است.

۴-۲ بازه تغییرات مشخصات فیدر

یک فیدر توزیع ساده با دو پارامتر هادی و طول فیدر مشخص می گردد. لیست هادیها و طولهایی که در این تحقیق به منظور تهیه دستورالعمل لحاظ شده است به ترتیب در جداول زیر نمایش داده شده است.

لیست هادیهای شبکه فشار ضعیف

ردیف	سطح مقطع (mm²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)
۱	۱۰	۱/۹	۰/۴
۲	۱۵	۱/۱۴	۰/۴
۳	۲۵	۰/۷۵	۰/۳۹
۴	۳۵	۰/۵۳	۰/۳۸
۵	۵۰	۰/۳۷	۰/۳۷

طولهای مختلف فیدرهای فشار ضعیف

ردیف	طول فیدر (m)	تعداد تیرها (با فاصله ۳۰ متر)
۱	۹۰	۳
۲	۱۸۰	۶
۳	۲۷۰	۹
۴	۳۶۰	۱۲
۵	۴۵۰	۱۵

لیست هادیهای شبکه فشار ضعیف

ردیف	سطح مقطع (mm²)	R (Ω/km)	X (Ω/km)
۱	۱۰	۱/۹	۰/۴
۲	۱۵	۱/۱۴	۰/۴
۳	۲۵	۰/۷۵	۰/۳۹
۴	۳۵	۰/۵۳	۰/۳۸
۵	۵۰	۰/۳۷	۰/۳۷

طولهای مختلف فیدرهای فشار ضعیف

ردیف	طول فیدر	تعداد تیرها (با فاصله ۳۰

www.wikipower.ir

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

۴-۳ بازه تغییرات مشخصات بار

بازه تغییرات مقدار توان حداکثر و بازه تغییرات مقدار توان میانه و حداقل به صورت درصدی از توان حداکثر در جدول زیر نمایش داده شده است.

ردیف	پارامتر	حداقل	حداکثر	پله	تعداد حالات
۱	Pmax(kW)	۱۰	۱۰۰	۵	۱۹
۲	$P_{mid}(\%P_{max})$	۴۰٪	۶۰٪	۱۰٪	۳
۳	$P_{min}(\%P_{max})$	۱۰٪	۳۰٪	۱۰٪	۳
تعداد حالات کل ۱۹*۳*۳=۱۷۷					

WikiPower.ir

تغییرات بازه زمانی میانه و حداقل در جدول زیر نمایش داده شده است.

ردیف	پارامتر	حداقل	حداکثر	پله	تعداد حالات
۱	T_2	۰/۲	۰/۷	۱ ۰/	۶
۲	T_3	۰/۲	۰/۴	۱ ۰/	۳
تعداد حالات کل ۳*۶=۱۸					

بازه زمانی حداکثر (T_1) از رابطه $T_1 = 1 - (T_2 + T_3)$ محاسبه می گردد.

بازه تغییرات ضریب قدرت نیز سه مقدار ۰/۸ و ۰/۸۵ و ۰/۹ در نظر گرفته شده است.

بنابراین تعداد حالات ممکن و عملی برای منحنی تداوم بار سالیانه و یک ضریب قدرت برابر ۲۸۰۵ حالت است.

۴-۴ بازه تغییرات توزیع بار

برای استخراج دستورالعمل تنها دو حالت توزیع یکنواخت بار و توزیع انباشته انتهای فیدر در نظر گرفته می شود، خازن گذاری در فیدرهای با توزیع بار متفاوت در قسمت ۶-۳ آورده شده است.

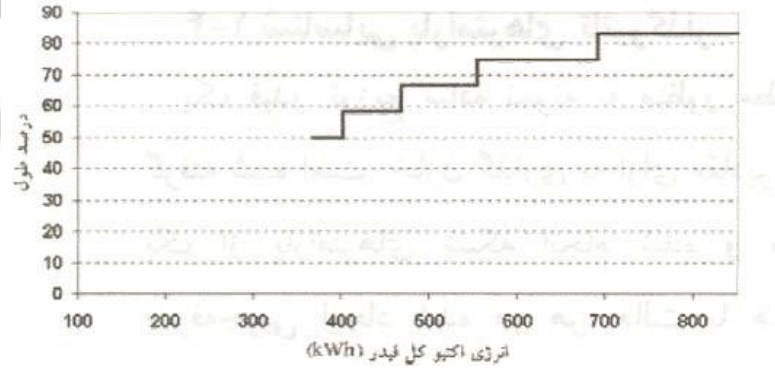
۵- استخراج یک روند از میان تمام آرایشها

تعداد حالات ممکن و عملی برای مدل با فرض ضریب قدرت ثابت ۲۸۰۵ حالت و برای مدل فیدر ۳۰ حالت و برای توزیع بار ۲ حالت است که در مجموع می توان گفت تعداد حالات ممکن و عملی برای

یک فیدر توزیع ساده ۲۸۰۵ * ۳۰ * ۲حالت است. نرم افزاری به زبان برنامه نویسی C تهیه شده (۹) و روی تک به تک حالات اشاره شده اعمال گردیده و نتایج خازن گذاری در ادامه بررسی می گردد.

به منظور یافتن روندی در جداول نتایج، آزمایشات بسیاری انجام گرفته است. به عنوان نمونه برای یک فیدر با سطح مقطع ۲۵ میلیمتر مربع و طول ۳۶۰ متر، با ضریب قدرت ۰/۸۵ و توزیع یکنواخت بار، تمام حالاتی که یک خازن بهینه بوده انتخاب شده است (۱۷۳۰ حالت). اطلاعات و نتایج خروجی این حالات براساس توان پیک، توان میانه، توان حداقل و نیز برحسب بازه های زمانی مختلف (T_1, T_2, T_3) و ترکیبهای مختلفی از هر کدام از این پارامتر مرتب گردیده اند.

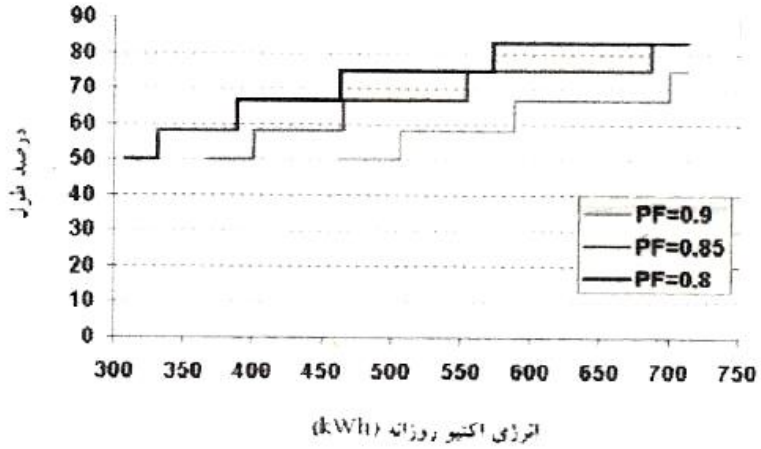
در این بررسی ها همواره، محور عمودی مکان نصب خازن پیشنهادی براساس درصد طول بوده است. مشاهده گردیده، از میان تمام پارامترهای اشاره شده انرژی اکتیو سالانه مطابق شکل ۷ به طرز مطلوبی روند تغییرات مکان خازن را نمایش می دهد.



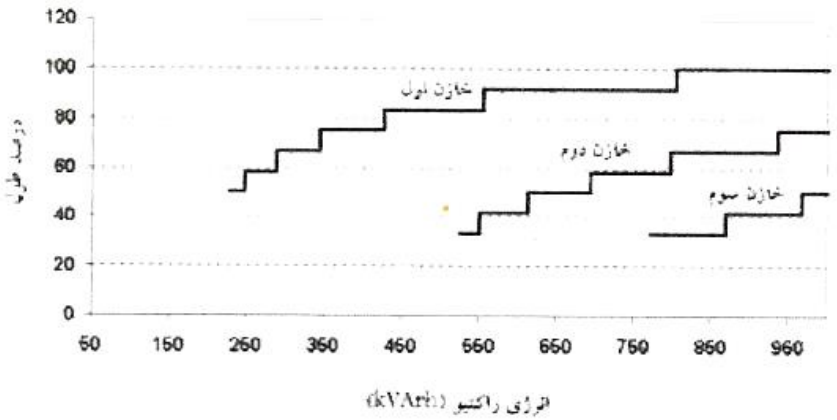
منحنی شکل ۷ نشان می دهد که الگوهای بار منحنی های متفاوت و ضریب قدرت ثابت و توزیع یکنواخت در صورتی که انرژی اکتیو یکسانی داشته باشند،خازن گذاری در آن الگوها به صورت مشابه انجام خواهد شد. یا به عبارت ساده تر می توان گفت خازن گذاری در فیدر فشار ضعیف، یا بار توزیع شده یکنواخت به توان اکتیو فیدر وابسته است و الگوی بار تاثیری بر این مساله ندارد.

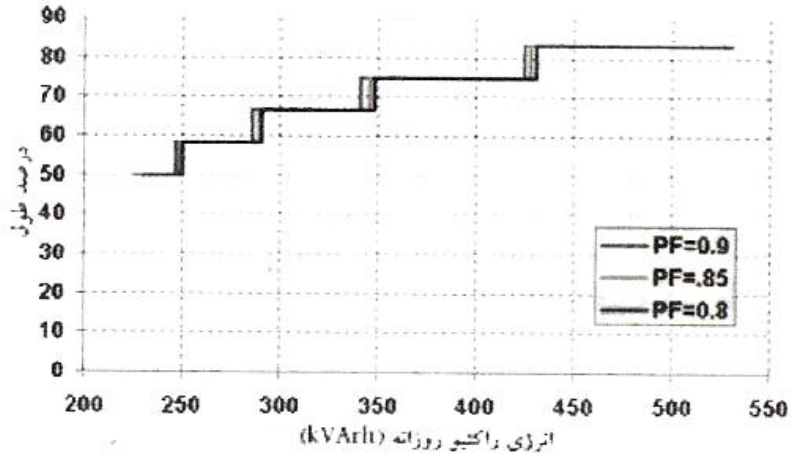
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

تمام حالات قبلی (هادی ۲۵ میلیمتر مربع و طول ۳۶۰ متر و حالتهای یک خازن، توزیع یکنواخت) به ازای ضریب قدرتهای ۰/۸، ۰/۸۵، ۰/۹ به



و در شکلهای زیر نتایج خازن گذاری به ترتیب بر حانرژی اکتیو و انرژی راکتیو نمایش داده شده است.





این شکلها نشان می دهند که به جای دو پارامتر انرژی اکتیو و ضریب قدرت می توان از یک پارامتر تحت عنوان انرژی راکتیو برای فیدرهای با بار توزیع شده یکنواخت استفاده کرد.

در نقاط انتهای یک خازنی و شروع دو خازنی مقدار بسیار کمی اغتشاش وجود دارد. در صورتی که اغتشاشات بین حالات یک خازنی و دو خازنی را به سطح پایین تر یعنی حالت یک خازنی منتقل کنیم تغییرات صرفه جوئی کل در هیچ حالتی از ۱۲ درصد تجاوز نخواهد کرد. بنابراین می توان از این مقدار صرفه جوئی کل در ازای ساده سازی دستورالعمل صرفنظر کرد.

برای حالت توزیع انباشته بار در انتهای فیدر نیز نتایج خازن گذاری روی فیدری با هادی ۲۵ میلیمتر مربع و طول ۳۶۰ متر و ضریب قدرت ۰/۸۵ اجرا شده و نتایج مشابه بدست آمده است. در این حالت نتایج نرم افزار همواره شین انتهای فیدر است.

نتایج خازن گذاری به ازای تغییرات توان راکتیو در بازه ۵۰ تا ۱۰۰۰ کیلووار ساعت برای بارهای توزیع شده یکنواخت در شکل ۱۰ آورده شده است. مدل فیدر به صورت هادی ۲۵ میلیمتر مربع و طول ۳۶۰ متر لحاظ گردیده است.

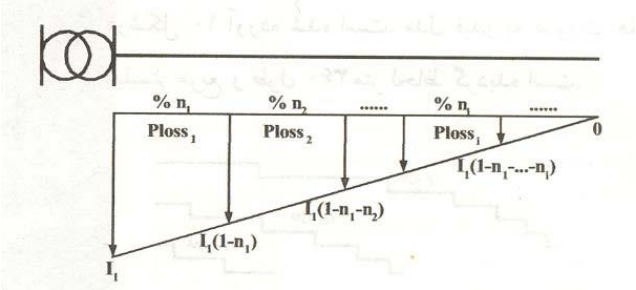
به طور کلی می توان گفت: در خصوص مساله خازن گذاری، انرژی راکتیو به خوبی رفتار منحنی تداوم بار و ضریب قدرت را بیان می کند. لذا خازن گذاری در فیدر توزیع با مشخص بودن انرژی راکتیو کل فیدر، نوع هادی و طول فیدر و به کمک دستورالعمل ارائه شده به راحتی قابل اعمال می باشد.

۶- نکات عملی در خصوص خازن گذاری

در شبکه های توزیع عملی ممکن است مواردی برخلاف فرضیات درنظر گرفته شده در قسمت ۳ مشاهده گردد. که در ادامه تاثیر آنها را بررسی می کنیم.

۶-۱ عدم یکسان بودن هادیهای فیدر

در حالتی که فیدر از هادیهای مختلف تشکیل شده یک سطح مقطع معادل تعریف می کنیم، سطح مقطع معادل با برابر قرار دادن تلفات فیدر که شامل هادیهای غیریکنواخت است با یک فیدر که شامل هادیهای یکنواخت است در بار یکسان محاسبه می گردد.



فیدری با هادیهای غیریکنواخت مطابق شکل ۱۱ در نظر گرفته شده و تلفات در طول فیدر را به کمک روابط زیر محاسبه می کنیم.

$$(P_{LOSS})_1 = \frac{I_1^2}{3}\left[\sum_{i=1}^{n}\left(1-\sum_{j=1}^{i-1}n_j\right)^2+\left(1-\sum_{j=1}^{i-1}n_j\right)\left(1-\sum_{j=1}^{i}n_j\right)+\left(1-\sum_{j=1}^{1}n_j\right)^2\right]*n_iR_i$$

n_i: درصدی از فیدر که مقاومت آن R_i است.

برای یک فیدر با هادیهای یکنواخت و همان بار داریم:

$$(PLOSS)_2 = \frac{1}{3}I_1^2 * R_{eq}$$

با مساوی قرار دادن $(P_{LOSS})_1$ و $(P_{LOSS})_2$ داریم:

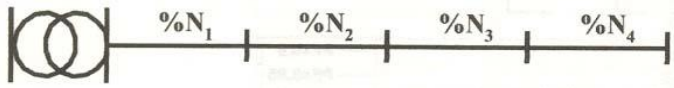
$$R_{eq} = \sum_{i=1}^{n}\left[\left(1-\sum_{j=1}^{i-1}n_j\right)^2+\left(1-\sum_{j=1}^{i-1}n_j\right)\left(1-\sum_{j=1}^{i}n_j\right)+\left(1-\sum_{j=1}^{1}n_j\right)^2\right]*n_iR_i$$

بعد از بدست آوردن R_{eq} مبنای محاسبات بر پایه هادیی که نزدیکترین مقاومت را به R_{eq} دارد قرار داده می شود.

۶-۲ توزیع غیریکنواخت بار فیدر

عملاً در طول فیدر تجمع مشترکین یکنواخت نمی باشد و معمولاً درصدی غیریکنواختی وجود دارد. البته غیریکنواختی بار، الگو و طرح خاصی ندارد که بتوان برای آن دستورالعمل استخراج کرد.

به منظور بررسی تاثیر توزیع غیریکنواخت بار، فیدری را به ۴ قسمت تقسیم کرده و بار کل فیدر را با سهم های مختلف در این ۴ قسمت قرار داده می شود (شکل ۱۲)، خازن گذاری برای هر یک از حالتهای فوق اجرا شده و نتیجه با زمانیکه بار کل فیدر را به صورت توزیع یکنواخت در نظر گرفته شود مقایسه می گردد.



$\%N_i$: درصد بار کل فیدر

کاهش سود ناشی از خازن گذاری برای یک فیدر با توزیع بار غیریکنواخت تا ۱۵٪، در صورتیکه فیدر را با بار یکنواخت فرض کنیم، کمتر از ۱۵٪ می توان از دستورالعمل بار با توزیع یکنواخت استفاده کرد و برای درصدهای بالاتر یکنواختی پیشنهاد می شود که بوسیلهٔ نرم افزار مکان بهینه دقیق خازن مشخص شود.

۳-۶ ترکیب توزیع بار یکنواخت و متمرکز

یکی از حالتهایی که در این قسمت بررسی می گردد حالتی است که بار به صورت یکنواخت در طول فیدر توزیع شده باشد و یک بار متمرکز نیز در انتهای فیدر مطابق شکل ۶ باشد. جابجایی خازن برای فیدر فوق با توجه به اصل جمع آثار انجام می گردد. بدین صورت که ابتدا بار متمرکز انتهای فیدر و سپس بار توزیع شده یکنواخت با استفاده از دستورالعملهای مربوطه جبران می گردند.

به عنوان نمونه برای چندین فیدر خازن گذاری به کمک قانون جمع آثار و نرم افزار انجام شده و مشاهده گردیده سود حاصل از خازن گذاری در دو حالت تفاوت چندانی با همدیگر ندارد.

۷- دستورالعمل کلی

روند عملی خازن گذاری در فیدرهای توزیع ساده و فیدر با تعدادی شاخه جانبی ارائه گردیده است. به فیدر توزیع ساده لغت سکشن اطلاق شده است.

۷-۱ خازن گذاری روی یک سکشن

گامهای خازن گذاری روی سکشن به قرار زیر است:

گام اول: تعیین نحوه توزیع بار

گام دوم: تعیین هادی طول سکشن

گام سوم: تعیین طول سکشن

گام چهارم: محاسبه انرژی راکتیو سکشن

گام پنجم: تعیین مکانهای پیشنهادی نصب خازن

گام ششم: انتخاب تیرها برای نصب خازن

WikiPower.ir

۷-۲ خازن گذاری روی فیدر با شاخه های جانبی

برخی فیدرهای واقعی دارای تعدادی شاخه و زیرشاخه می باشند. در شکل ۱ یک نمونه فیدر با شاخه های جانبی که دارای ۷ سکشن است نشان داده شده است.

سکشن ها به دو دسته انتهایی و میانی تقسیم می گردند. سکشن انتهایی به سکشنی گفته می شود که از یک گره شروع شده و انتهای آن باز باشد. لازم به ذکر است ساختار سکشنهای انتهایی دقیقاً مشابه ساختار یک فیدر ساده است. سکشن میانی به سکشنی گفته می شود که از یک گره شروع شده و به گره دیگری ختم گردد. به عنوان مثال در شکل ۱، ۴ سکشن انتهایی و ۳ سکشن میانی وجود دارد.

گامهای خازن گذاری در فیدرهای با شاخه جانبی به قرار زیر است:

گام۱: تعیین نوع سکشنها

گام۲: خازن گذاری سکشنهای انتهایی

گام۳: محاسبه انرژی جبران نشده سکشنهای انتهایی

گام۴: حذف سکشنهای انتهایی: در این گام سکشنهای انتهایی حذف گردیده و انرژی جبران نشده این سکشنها به صورت یک بار متمرکز در محل گره مربوطه مدل می گردد.

گام۵: به مرحله تعیین نوع سکشنها (گام۱) می رویم. که در آن مرحله مجدداً سکشنهای انتهایی شناسایی می گردند و روند اشاره شده در بالا اجرا می گردد. این روند آنقدر ادامه پیدا می کند تا تمام سکشن ها خازن گذاری شوند.

WikiPower.ir

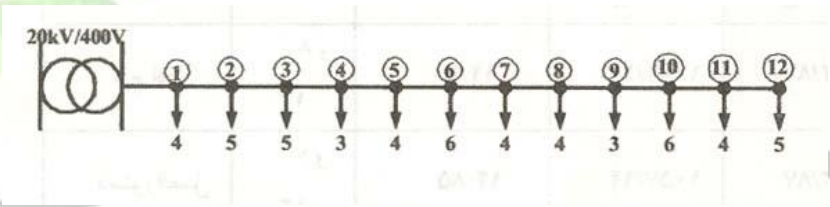
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۸- نتایج عددی

در این قسمت برای یک سکشن نمونه و نیز یک فیدر توزیع با چندین شاخه، خازن گذاری به کمک دستورالعمل و نرم افزار انجام شده و نتایج بدست آمده با همدیگر مقایسه گردیده است.

۸-۱ فیدر ساده با بار توزیع شده

این فیدرها مطابق شکل ۱۳، دارای ۵۳ مشترک خانگی می باشد. این مشترکین در ۱۲ تیر، با ۱۵ درصد غیریکنواختی توزیع شده اند. هادی نیمه اول سکشن ۳۵ میلیمتر مربع بوده و هادی نیمه دوم ۲۵ میلیمتر مربع می باشد. نتایج خازن گذاری به کمک دستورالعمل و نرم افزار در جدول ۶ آورده شده است.

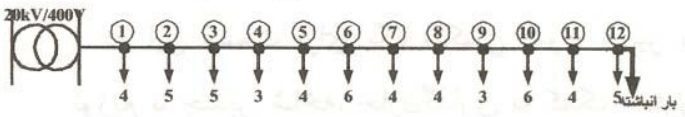


روش خازن‌گذاری	مکان بهینه	کاهش تلفات روزانه انرژی (kWh)	قیمت کاهش تلفات سالیانه (هزار ریال)	قیمت سالیانه خازن (هزار ریال)
نرم افزار	تیر ۷	۱/۸۹	۱۳۴/۸۷	۵۶/۴۳
دستورالعمل	تیر ۷	۱/۸۹	۱۳۴/۸۷	۵۶/۴۳

مطابق جدول ۶، نرم افزار و دستورالعمل هر دو تیر ۷ را به عنوان نقطه بهینه خازن انتخاب کرده اند.

۸-۲ فیدر ساده با بار توزیع شده و بار انتهای فیدر

مطابق شکل ۱۴ در این فیدر ترکیبی از یک بار توزیع شده خانگی در طول سکشن و یک بار کارگاهی با انرژی راکتیو روزانه ۲۳۵ کیلووار ساعت، در انتهای سکشن انتخاب شده است. بار توزیع شده همان بار خانگی قسمت ۸-۱ بوده و بار کارگاهی به صورت یک بار انباشته در انتهای فیدر است.



در جدول ۷ نتایج بدست آمده از دستورالعمل و نتایج خازن گذاری این سکشن به کمک نرم افزار با همدیگر مقایسه شده اند.

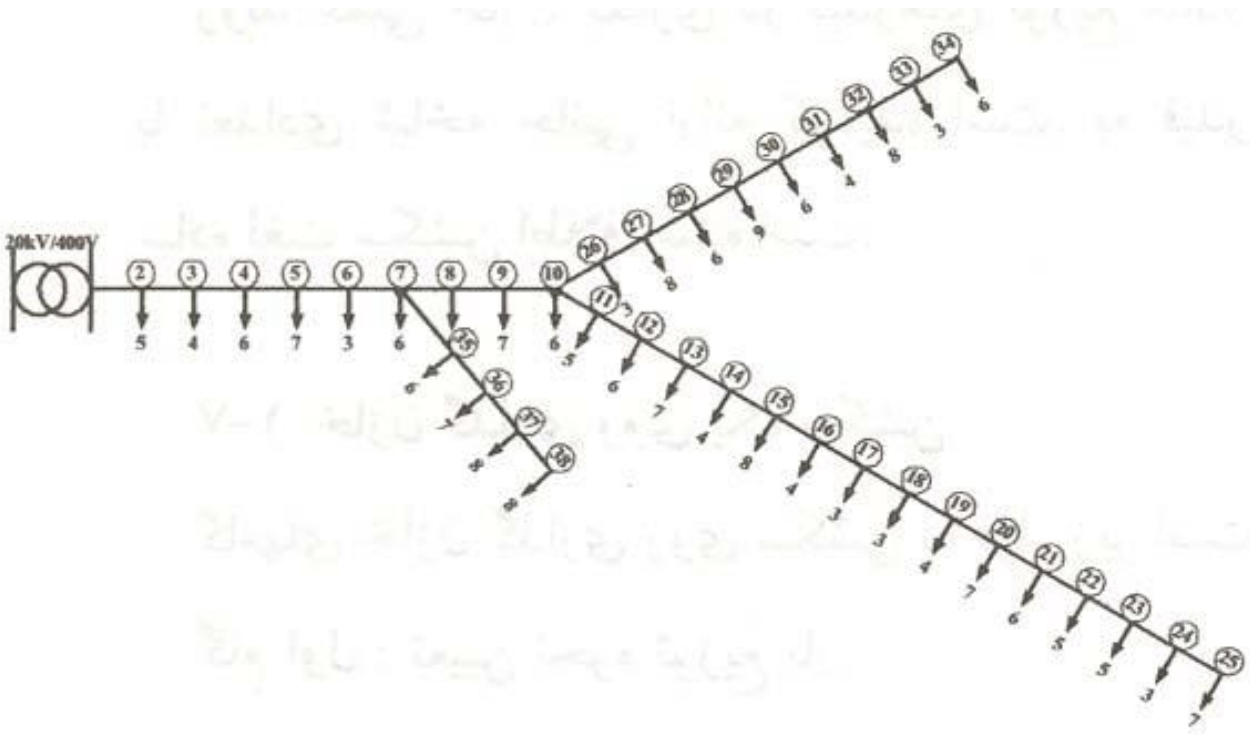
روش خازن‌گذاری	مکان بهینه (تیر)	کاهش تلفات روزانه انرژی (kWh)	قیمت کاهش تلفات سالیانه (هزار ریال)	قیمت سالیانه خازن (هزار ریال)
نرم افزار	۸ و ۱۲	۱۴/۹	۱۰۶۱/۱۲	۱۱۲/۸۷
دستورالعمل	۷ و ۱۲	۱۴/۸۵	۱۰۵۷/۱۴	۱۱۲/۸۷
درصد تغییرات	۱ تیر	-۰/۳۳	-۰/۳۷	۰

۸-۳ فیدر توزیع با چندین شاخه

فیدر شکل زیر برای نمایش عملی نحوه خازن گذاری در یک فیدر یا چندین شاخه در نظر گرفته شده است. این فیدر از ۵ سکشن تشکیل شده است.

بارهای توزیع شده روی این سکشن ها شامل بارهای خانگی بوده و درصد عدم یکنواختی بارها در محدوده مجاز قرار دارد. انرژی اکتیو روزانه و ضریب قدرت متوسط بارهای خانگی به ترتیب ۱۰ کیلو وات ساعت و ۰/۸۵ در نظر گرفته شده است.

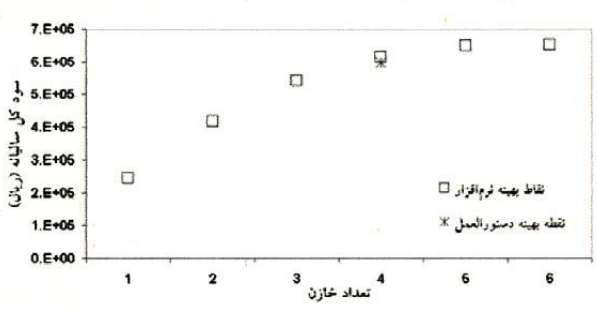
در جدول ۸ نتایج حاصل از دستورالعمل و نتایج نرم افزار برای این فیدر آورده شده است.



روش خازن‌گذاری	مکان بهینه (تیر)	کاهش تلفات روزانه انرژی (kwh)	قیمت کاهش تلفات سالیانه (هزار ریال)	قیمت سالیانه خازن (هزار ریال)
نرم افزار	۵و۱۵و ۲۳و۲۶و ۳۱و ۳۷	۹۶/۵	۶۸۷	۳۳/۸
دستورالعمل	۷و۱۰و ۲۱و۳۰	۸۷/۲	۶۲۰/۵	۲۲/۶

همانطوری که مشاهده می گردد تفاوت صرفه جویی ایجاد شده بین حالت بهینه و حالت خازن گذاری به کمک دستورالعمل تنها ۰/۸ است. اما حالت ۲ خازن بیشتر از حالت دستورالعمل پیشنهاد داده است.

در شکل ۱۴ نتایج نرم افزار به ازای تعداد ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ خازن پشنهادی آورده شده است که نشان می دهد با افزایش تعداد خازن، صرفه جویی ایجاد شده به ازای نصب هر خازن افزایش کمتری را نشان می دهد. به عنوان مثال نصب خازن اول ۲۴۵۳۰۷ ریال صرفه جویی ایجاد کرده در صورتی که نصب خازن ششم فقط ۳۷۳۹ صرفه جویی ایجاد کرده است یعنی نسبت صرفه جویی ایجاد شده بر اثر نصب خازن اول نسبت به خازن ششم ۶۶ برابر است.



همچنین مکان بدست آمده به کمک دستورالعمل نیز در این شکل آورده شده است که نتیجه مطلوبی را نشان می دهد.

۹- نتیجه گیری و پیشنهادات

اکثر دستورالعملهای استخراج شده براساس روشهای تحلیلی هستند. در این مقاله برای استخراج دستورالعمل از روشی غیر از تحلیلی استفاده گردیده است. نتیجه این مقاله استخراج دستورالعملی بود که برای خازن گذاری در فیدرهای توزیع به منظور کاهش تلفات استفاده می گردد. اطلاعات مورد نیاز دستورالعمل شامل انرژی راکتیو روزانه فیدر، نوع هادی و آرایش مصرف کنندگان است. مقایسه ای بین دستورالعمل پیشنهادی و نرم افزار انجام شده است (شکل ۱۶). مشاهده گردید نتایج بسیار نزدیک به مقادیر واقعی است، در صورتی که اعمال دستورالعمل بسیار راحتتر و عملی تر است.

لذا پیشنهاد می گردد در مناطق مختلف شهری نمونه برداریهایی از فیدرهای توزیع انجام شده و انرژی راکتیو استخراج گردیده و مصارف کارگاهی نیز به صورت موردی انرژی راکتیو روزانه آنها برداشت شده، سپس با دستورالعمل موجود خازن گذاری انجام پذیرد. بدیهی است هر چه دقت داده های ورودی بیشتر باشد، دقت نتایج نیز بالا خواهد رفت.

۱-۱-۲- روش دوم - تجدید آرایش شبکه های توزیع فشار ضعیف

۱-۱-۲-۱- چکیده

تجدید آرایش شبکه های توزیع به منظورهای متفاوتی نظیر کاهش تلفات خطوط، برگرداندن سرویس دهی مشترکان و به حداقل رساندن نواحی بدون برق، بهبود پروفایل ولتاژ، بالانس کردن بار، کاهش تواتر خاموشیهای مصرف کنندگان و افزایش امنیت شبکه بکار می رود. تجدید آرایش شبکه های توزیع یک مساله بهینه سازی با اهداف و محدودیتهای متعدد است و بدست آوردن یک حل بهینه مطلق برای آن مشکل است. برای تجدید آرایش شبکه های توزیع تاکنون روشهای متعددی ارائه شده است ولی چون تعداد آرایشهای یک شبکه توزیع خیلی زیاد است در همه روشهای فوق تمام آرایشها مورد بررسی و کاوش قرار نمی گیرند.

در این بخش نشان داده می شود که علیرغم اینکه تعداد آرایشهای یک شبکه توزیع بسیار زیاد است ولی از آنجائیکه شبکه های توزیع دارای حلقه های کم بوده و بیشتر خطوط آن بصورت سری هستند؛ تعداد بسیار کمی از این آرایشها، آرایش شعاعی ممکن هستند. همچنین روشی ارائه می شود که توسط آن می توان بدون بررسی تک تک آرایشها، کلیه آرایشهای شعاعی ممکن را بطور مستقیم و ساده بدست آورد. سپس با بررسی هر یک از آرایشها و انجام پخش بار سریع مناسب، آرایش بهینه تعیین می شود. خصوصیات روش پیشنهادی در این بحث این است که اولا برای تعیین آرایش بهینه، می توان تمامی محدودیتها و اهداف را همزمان در نظر گرفت. ثانیا آرایش بهینه حاصل، بهینه مطلق است. ثالثا حجم و زمان محاسبات این روش نسبتا کم و قابل قبول می باشد. روش پیشنهادی برای یک شبکه توزیع نمونه بررسی می شود. **مقدمه**

سیستمهای توزیع در کشورمان و در سایر کشورها در مقیاس بسیار بالائی وجود دارند و روزانه حجم بزرگی از انرژی برق را به مصرف کنندگان تحویل می دهند. با توجه به گستردگی شبکه های توزیع و

حجم بالای انرژی توزیع شده توسط آنها، انجام تحقیقات و پژوهش در زمینه بهره برداری موثر و اقتصادی از این سیستمها سبب صرفه جوئی عظیمی خواهد شد. یکی از روشهای مدرن بهره برداری بهینه از سیستمهای توزیع، تجدید آرایش (بازآرائی) شبکه های توزیع در هنگام بهره برداری است یعنی با تغییر شرایط بهره برداری مثل تغییر بارها و یا وقوع یک خطا، آرایش شبکه را چنان تغییر دهیم که از نظر فنی و اقتصادی بهینه باشد. اهداف فنی و اقتصادی متعددی برای تجدید آرایش شبکه های توزیع مطرح است. یکی از اهداف اصلی و مهم تجدید آرایش، کاهش تلفات اهمی خطوط توزیع است. با توجه به گستردگی و همچنین پایین بودن ولتاژ در شبکه های توزیع، تلفات انرژی در این شبکه های قابل توجه است. همچنین تجدید آرایش ممکن است به منظور ایجاد توازن بارگذاری روی فیدرها انجام می گیرد.(۲). در شرایطی که خطای دائم ایجاد شده است، تجدید آرایش شبکه برای برگرداندن سرویس دهی مشترکان و به حداقل رساندن نواحی بدون برق بکار می رود (۲). بهبود پروفایل ولتاژ، بالانس کردن بار، کاهش تواتر خاموشیهای مصرف کنندگان و افزایش امنیت شبکه از جمله اهداف دیگری هستند که تاکنون برای تجدید آرایش شبکه های توزیع مورد توجه قرار گرفته اند.

WikiPower.ir

در سیستمهای توزیع سنتی، تجدید آرایش شبکه به صورت فصلی انجام می شد. برای تغییر آرایش این شبکه ها از کلیدها و جداکننده های دستی و اتوماتیک استفاده می شد. اما اکنون با توجه به تمایل روزافزون به خودکار سازی (اتوماسیون) شبکه های توزیع، امکان کنترل و تغییر آرایش این شبکه ها روز به روز سهل تر می شود و لذا تجدید آرایش ممکن است بطور روزانه و یا حتی ساعتی و با استفاده از کلیدهای اتوماتیک و کنترل از راه دور صورت گیرد.

شبکه های توزیع عموما شبکه های شعاعی هستند. شبکه های شعاعی جریان اتصال کوتاه پائین تری دارند. کلیدها و سیستم حفاظت آنها ساده تر و ارزانتراند. همچنین تشخیص خطا در شبکه های شعاعی آسانتر بوده و بهره برداری از آنها راحت تر است. از طرفی برای افزایش قابلیت اطمینان شبکه های

توزیع، این شبکه ها را با حلقه های کم طراحی می کنند ولی بصورت شعاعی بهره برداری می شوند. در هر حلقه، یک یا تعدادی سوئیچ نصب می شوند که بوسیله آنها می توان هر حلقه را باز نموده و به شبکه شعاعی تبدیل نمود. در یک شبکه معمولا همه شاخه ها (خطوط) را می توان باز کرد. بدیهی است هر چه تعداد سوئیچها در حلقه بیشتر باشد، قابلیت مانور بیشتر خواهد شد. بنابراین در شبکه های توزیع برای تغذیه هر بار چندین مسیر وجود دارد که با باز و بسته کردن سوئیچهای موجود در شبکه می توان یکی از این مسیرها را انتخاب نمود بطوریکه تمامی بارها بصورت شعاعی تغذیه شوند. بدین ترتیب آرایشهای مختلف برای یک شبکه توزیع وجود دارد و می توان آرایشی را انتخاب نمود که از نظر فنی و اقتصادی بهینه باشد. اما یکی از مشکلات یافتن بهترین آرایش این است که تعداد آرایشها بسیار زیاد است.

تجدید آرایش شبکه های توزیع یک مساله بهینه سازی با اهداف و محدودیتهای متعدد است و امکان استفاده از روشهای مشتق گیری در آن وجود ندارد. بنابراین بدست آوردن یک حل بهینه مطلق برای آن مشکل است. برای تجدید آرایش شبکه های توزیع تاکنون روشهای متعددی ارائه شده است. اولین روش، روش شاخه و تحدید (Branch and Bound) است که توسط Merlin و Back پیشنهاد شد و سپس توسط شیر محمدی و Hang بهبود یافت (۱). این روش در حقیقت با یک «جستجوی ابتکاری» آرایش بهینه را پیدا می کند. به دنبال این روش، روشهای جستجوی ابتکاری متعدد دیگری ارائه شده اند. در این روشها ابتدا شبکه بسته فرض شده و سپس به نوبت یکی از شاخه ها طوری باز می شود که نسبت به شاخه های دیگر تلفات کمتری ایجاد کند و یا اینکه ابتدا یک شبکه ممکن باز را در نظر می گیرند و سپس شاخه های باز را طوری تعویض می کنند که تلفات کمتری ایجاد کنند. روشهای ابتکاری، روشهای نسبتا سریعی هستند ولی اشکال آنها این است که اولا تضمینی وجود ندارد که به آرایش بهینه دست یابند و ممکن است به یک بهینه محلی برسند. ثانیا امکان در نظر گرفتن همه اهداف بهینه سازی و همه محدودیتها را ندارند. تعدادی از روشهای دیگر با استفاده از الگوریتمهای

جستجوی بهینه مانند الگوریتم ژنتیک، شبیه سازی ذوب فلزات، الگوریتم دایسترا آرایش بهینه را معرفی می کنند. این روشها محاسبات طولانی و زمانبر دارند و همچنان تضمینی قطعی برای رسیدن به پاسخ بهینه مطلق ندارند. بعلاوه برخی از آنها امکان درنظر گرفتن همه اهداف بهینه سازی و همه محدودیتها را ندارند.

مشکل اصلی همه روشهای مزبور این است که تمام آرایشهای ممکن را بررسی نمی کنند و این بدان علت است که تعداد آرایشهای شبکه بسیار زیاد است. مثلا در یک شبکه توزیع نمونه که معمولا برای بررسی مساله تجدید آرایش شبکه توزیع بکار برده شده است، تعداد آرایشها 2^{35} عدد می باشد. البته با توجه به ساختار کم حلقه بودن شبکه های توزیع، تعداد بسیار کمی از این آرایشها، جزء آرایشهای شعاعی ممکن هستند. منظور از یک آرایش شعاعی ممکن، آرایشی است که تمامی بارها بطور شعاعی تغذیه شوند. در حقیقت اکثر آرایشها، آرایشهای غیرممکن می باشند. مثلا در شبکه نمونه مزبور، تعداد آرایشهای شعاعی ممکن فقط ۱۵۵۱۰ عدد یعنی کمتر از ۰۰۰۰۵،۰ درصد کل آرایشها می باشد. یکی از مشکلات اصلی الگوریتمهای تکاملی نظیر الگوریتم ژنتیک که تاکنون در رابطه با تجدید آرایش بیان شده است، این است که در هر مرحله از تکامل باید آرایشهای ممکن ایجاد گردد. برخی از روشهای تجدید آرایش، ممکن بودن آرایش را بعنوان یک محدودیت در نظر گرفته اند. اگر بتوان روشی مستقیم و سریع برای یافتن تمامی آرایشهای ممکن بدست آورد می توان با بررسی تک به تک آرایشها (تمام فضای جستجو)، بهترین آرایش را انتخاب نمود. بدیهی است در این صورت می توان اهداف فنی و اقتصادی و تمامی محدودیتها را در نظر گرفت.

در این بحث روشی مستقیم و سریع برای یافتن تمام آرایشهای شعاعی ممکن ارائه می شود و نشان داده می شود که برخلاف تصور، تعداد آرایشهای ممکن بسیار کم بوده بطوریکه با بررسی تمامی آنها، می توان آرایش بهینه را بدست آورد. در این روش پیشنهادی، از خاصیت سری و موازی بودن خطوط (شاخه ها) استفاده کرده و با معادل گذاری متوالی برای شاخه ها، گراف شبکه را به یک گراف بسیار

ساده تبدیل نموده و توسط آن و یا یک جایگذاری متوالی برگشتی، تمامی آرایشهای شعاعی ممکن را می یابیم.

در این مقاله هدف بهینه سازی را کاهش تلفات در نظر می گیریم و فقط محدودیتهای افت ولتاژ را در نظر می گیریم و نتایج روش پیشنهادی را برای یک شبکه توزیع نمونه بررسی می کنیم. البته در نظر گرفتن سایر اهداف و محدودیتها بر طبق روش پیشنهادی و به سادگی امکان پذیر است.

۲- آرایش بهینه شبکه توزیع

شبکه های توزیع عموما شبکه های شعاعی هستند که از فیدرهای پستهای فوق توزیع تغذیه می شوند. شبکه های خروجی از فیدرها معمولا تعداد زیادی بار را در طول مسیرهای اصلی و انشعابی خود تغذیه می کنند و سپس در نقاط مختلف به هم می رسند و امکان اتصال آنها به یکدیگر و مانور کردن آنها وجود دارد. بنابراین شبکه های توزیع از تعداد زیادی شاخه های سری تشکیل می شوند و دارای حلقه های کم هستند. منظور از سری بودن دو شاخه آن است که آن دو شاخه در یک گره مشترک باشند و از گره مشترک آنها شاخه دیگری گرفته نشده باشد. در صورتیکه تمام حلقه های یک شبکه توزیع، بسته فرض شوند یک شبکه بسته با حلقه های کم داریم و در صورتیکه به جای هر دو شاخه سری یک شاخه معادل بگذاریم یک شبکه بسته ساده با تعداد حلقه های کم خواهیم داشت که ممکن است تعدادی از شاخه های این شبکه معادل، با هم موازی باشند و با جایگذاری یک شاخه معادل برای چند شاخه موازی، به یک شبکه ساده تر می رسیم. منظور از شاخه های موازی آن است که یک انتهای آنها با هم و انتهای دیگرشان نیز با هم گره مشترک داشته باشند.

در این بحث به دنبال آرایش بهینه هستیم. آرایش بهینه،آرایشی از شبکه است که اولا شعاعی بوده و تمامی بارها تغذیه شوند و ثانیا کمترین تلفات توان را داشته باشد. برای یافتن آرایش بهینه ابتدا شبکه را بسته فرض می کنیم. سپس با باز کردن شاخه های مختلف بترتیبی که در ادامه خواهد آمد، کلیه آرایشهای شعاعی ممکن را بدست می آوریم. منظور از یک آرایش شعاعی ممکن آرایشی از شاخه ها

است که تمامی بارها فقط از یک طرف تغذیه شوند. آنگاه برای هر یک از آرایشهای شعاعی ممکن بدست آمده، تلفات را با پخش بار پیشرو – پسرو محاسبه نموده و آرایش دارای کمترین تلفات را بدست می آوریم. پخش بار مزبور یک پخش بار بسیار ساده و سریع است که برای شبکه شعاعی امکان پذیر می باشد.

تعداد کل آرایشهای یک شبکه بسیار زیاد است ولی تعداد بسیار کمی از آنها شعاعی ممکن هستند. در اینجا ما برای یافتن کلیه آرایشهای شعاعی ممکن، ابتدا شبکه را بسته فرض نموده و با معادل گذاری برای شاخه های سری و موازی، آن را به یک شبکه ساده تبدیل می نمائیم. شاخه های شبکه ساده مزبور ممکن است مجددا برای آنها شاخه های معادل می گذاریم و این کار را آنقدر ادامه می دهیم تا نهایتا به یک شبکه بسیار ساده که فقط دارای یک شاخه باشد، برسیم. شبکه ساده شده نهائی که یک شاخه است اگر بین دو گره مجزا قرار گیرد، باید بسته باشد و اگر دو انتهای آن به یک گره متصل باشند، باید باز شود. بدین ترتیب آرایشهای شعاعی ممکن شبکه ساده شده نهائی به سادگی تعیین می شود. سپس بصورت برگشتی شاخه های اصلی را برای هر یک از شاخه های معادل جایگذاری می کنیم و با استفاده از آرایشهای ممکن شاخه های معادل، آرایشهای ممکن شاخه های اصلی را می یابیم. بدین ترتیب کلیه آرایشهای شعاعی ممکن شبکه بسته اولیه بدست می آیند. جزئیات این روش در قسمتهای بعدی بیان خواهد شد. این روش، یک روش مستقیم است یعنی لازم نیست تعداد کل آرایشها را بررسی کنیم و آرایشهای شعاعی را از میان آنها تعیین نمائیم بلکه بطور مستقیم به همه آرایشهای شعاعی ممکن خواهیم رسید. لذا روش بسیار ساده و سریع است.

۳- نمایش آرایشهای شبکه

یک شبکه توزیع در حقیقت ترکیبی از شاخه ها و گره ها است. هر شاخه یک خط توزیع است که بین دو گره قرار می گیرد. هر شاخه می تواند توسط سوئیچهایی که بر روی آن قرار دارد، باز یا بسته باشد. بنابراین هر شاخه دو آرایش ممکن دارد. آرایش باز بودن و آرایش بسته بودن دو آرایش ممکن برای

یک شاخه است. برای نمایش آرایش یک شاخه، آن شاخه را با یک متغیر حرفی بدون پریم و یا پریم دار نشان می دهیم. در صورتیکه شاخه بسته باشد آن را با حرف بدون پریم نشان داده و اگر شاخه باز باشد، آن را با حرف پریم دار نمایش می دهیم. مثلا اگر برای یک شاخه حرف x_1 را در نظر گرفته باشیم. آرایش بسته بودن این شاخه را با x_1 و آرایش باز بودن آن را با x_1' نشان می دهیم.

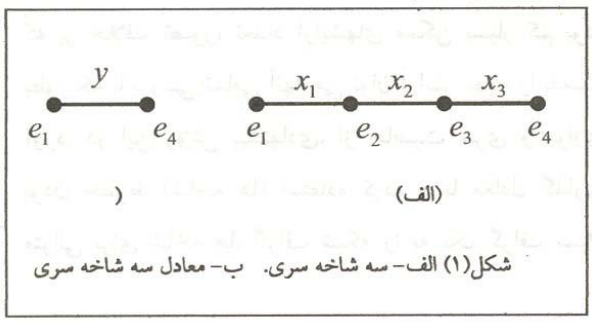
حال یک شبکه با چند شاخه را در نظر می گیریم. با توجه به امکان باز و بسته بودن هر یک از شاخه ها، آرایشهای مختلفی برای شبکه بوجود می آید. هر آرایش یک شبکه را بوسیله دنباله ای از متغیرهای حرفی شاخه های آن نشان می دهیم. بدیهی است که برای شاخه های بسته، متغیرهای حرفی آنها را بدون پریم و برای شاخه های باز، متغیرهای حرفی آنها را پریم دار بکار می بریم. مثلا دنباله $x_1x_2x_3'x_4$ آرایشی از یک شبکه را نشان می دهد که در این آرایش شاخه های ۱، ۲و ۴ بسته و شاخه ۳ باز است. اما برای نمایش چند آرایش مختلف یک شبکه، دنباله های هر آرایش را نوشته و بین آنها علامت جمع ("+") را قرار می دهیم. مثلا عبارت زیر سه آرایش مختلف از یک شبکه چهار شاخه ای را نشان می دهد:

$$x_1x_2'x_3x_4 + x_1x_2x_3'x_4 + x_1x_2x_3x_4'$$

WikiPower.ir

۴- معادل گذاری برای شاخه های سری و موازی

شکل (۱-الف) سه شاخه سری را نشان می دهد که بین دو گره ابتدا و انتهائی e_1 و e_4 قرار گرفته اند. شکل (۱-ب) شاخه y را بعنوان معادل سری آنها نشان می دهد که بین همان دو گره انتهائی e_1 و e_4 قرار گرفته است. این معادل گذاری را با عبارت $y = (x_1 - x_2 - x_3)$ بیان می کنیم. در این عبارت سه خط سری را با علامت خط تیره افقی بین آنها در داخل یک پرانتز نشان داده ایم.



شکل(۱) الف- سه شاخه سری. ب- معادل سه شاخه سری

شاخه های سری شکل (۱-الف) در صورتیکه متعلق به یک شبکه شعاعی باشند، یا باید هر سه بسته باشند و یا فقط یکی از آنها باز باشد. زیرا اگر دو تا از آنها باز باشند مثلا x_1 و x_2 باز باشند، امکان تغذیه گره e_2 وجود ندارد و این یک آرایش غیرممکن پدید می آورد. در صورتیکه هر سه شاخه بسته باشند، ارتباط بین گره های e_1 و e_4 از طریق آنها برقرار است و لذا شاخه y معادل هم باید بسته باشد و در صورتیکه یکی از سه شاخه مزبور باز باشد، ارتباط بین گرههای e_1 و e_4 از طریق آنها برقرار است و لذا شاخه y معادل هم باید بسته باشد و در صورتیکه یکی از سه شاخه مزبور باز باشد، ارتباط بین گرههای e_1 و e_4 قطع شده و لذا شاخه y معادل هم باید باز باشد. بنابراین باز بودن و بسته بودن شاخه y معادل را می توان برحسب آرایشهای مختلف ممکن شاخه های x_2, x_1 و x_3 بیان کرد. رابطه (۱) آرایش بسته بودن شاخه y معادل را برحسب آرایشهای x_2, x_1 و x_3 بیان می کند. این رابطه نشان می دهد که بسته بودن شاخه y، معادل آرایش بسته بودن هر سه شاخه x_2, x_1 و x_3 است.

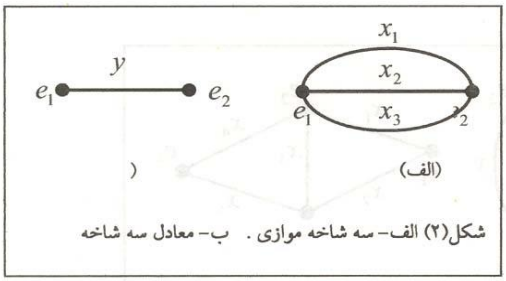
$$y = x_1 \mid x_2 \mid x_3 \qquad (۱)$$

رابطه (۲)، آرایش باز بودن شاخه y معادل را برحسب آرایشهای x_2, x_1 و x_3 بیان می کند، این رابطه نشان می دهد که باز بودن شاخه y، معادل سه آرایش مختلف از سه شاخه x_1 و x_3x_2 است که در هر یک از این سه آرایش، فقط یکی از سه شاخه مزبور باز هستند.

$$y' = x_1'x_2x_3 + x_1x_2'x_3 + x_1x_2x_3' \qquad (۲)$$

بنابراین معادل گذاری بیان شده با عبارت $y = (x_1 - x_2 - x_3)$ را توسط روابط (۱) و (۲) تعریف می کنیم. بطریق مشابه می توان برای تعداد دیگری از شاخه های سری معادل گذاری نمود.

شکل (۲-الف) سه شاخه موازی x_1, x_2 و x_3 را نشان می دهد که بین دو گره e_1 و e_2 قرار گرفته اند. شکل (۲-ب) شاخه y را بعنوان معادل موازی آنها نشان می دهد که بین همان دو گره انتهائی e_1 و e_2 قرار گرفته است این معادل گذاری را با عبارت $y=(x_1 x_2 x_3)$ بیان می کنیم. در این عبارت سه شاخه موازی را با علامت خط تیره عمودی بین آنها در داخل پرانتز نشان داده ایم.



شکل(۲) الف- سه شاخه موازی . ب- معادل سه شاخه

شاخه های موازی شکل (۲-الف) در صورتیکه متعلق به یک شبکه شعاعی باشند، یا باید هر سه باز باشند و یا فقط یکی از آنها بسته باشد. زیرا اگر دو یا هر سه آنها بسته باشند، حلقه بوجود می آید و این یک آرایش غیر شعاعی را بوجود می آورد. در صورتیکه هر سه شاخه باز باشند ارتباط بین گره های e_1 و e_2 از طریق آنها برقرار نبوده و لذا شاخه y معادل هم باید باز باشد و در صورتیکه یکی از آنها بسته باشد، ارتباط بین گره های e_1 و e_2 از طریق آنها برقرار بوده و شاخه y معادل هم باید بسته باشد. بنابراین باز و بسته بودن شاخه y معادل را می توان بر حسب آرایشهای مختلف ممکن شاخه های x_1, x_2 و x_3 بیان می کند. این رابطه نشان می دهد که بسته بودن شاخه y، معادل سه آرایش مختلف از سه شاخه موازی x_1, x_2 و x_3 است که در هر یک از این سه آرایش، فقط یکی از سه شاخه مزبور بسته است و دو شاخه دیگر باز می باشند.

$$y = x_1 x_2' x_3' + x_1' x_2 x_3' + x_1' x_2' x_3 \qquad (۳)$$

رابطه (۴) زیر آرایش باز بودن شاخه y معادل را بر حسب آرایشهای شاخه های موازی x_1, x_2 و x_3 بیان می کند. این رابطه نشان می دهد که بازبودن شاخه y، معادل آرایش باز بودن هر سه شاخه x_1, x_2 و x_3 است.

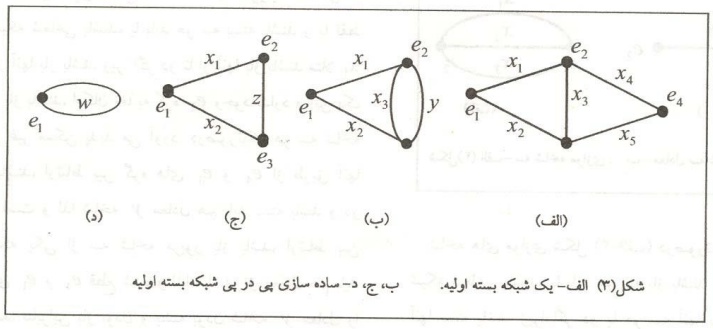
www.wikipower.ir

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

$$y' = x_1' x_2' x_3' \qquad (۴)$$

بنابراین معادل گذاری بیان شده با عبارت $y = (x_۱ \mid x_۲ \mid x_۳)$ توسط روابط (۳) و (۴) تعریف می شود.

بطریق مشابه می توان برای تعداد دیگری از شاخه های موازی نیز معادل گذاری نمود.



شکل(۳) الف- یک شبکه بسته اولیه. ب، ج، د- ساده سازی پی در پی شبکه بسته اولیه

WikiPower.ir

۵- تعیین کلیه آرایشهای ممکن یک شبکه با استفاده از معادل گذاری

یک شبکه بسته در نظر می گیریم و نشان می دهیم می توان با معادل گذاریهای پی در پی به یک شبکه ساده رسید و با اعمال شرط شعاعی بودن برای شبکه ساده مزبور و جایگذاری آرایشهای معادل، می توان کلیه آرایشهای شعاعی ممکن شبکه بسته اولیه را بدست آورد. برای این منظور شبکه شکل (۳-الف) را در نظر می گیریم. این شبکه پنج شاخه دارد و گره e_1 گره مرجع است. گره مرجع، گره مربوط به پستهای فوق توزیع است که منبع تغذیه اصلی گره های دیگر در آنجا قرار دارد. در این شکل شاخه های x_4 و x_5 سری هستند و با معادل گذاری $y=(x_4-x_5)$ به شکل (۳-ب) تبدیل می شود. در شکل (۳-ب) نیز شاخه های x_3 و y موازیند و با معادل گذاری $z=(x_3 y)$ به شکل ساده (۳-ج) می رسیم. در این شکل نیز سه شاخه سری وجود دارد که بصورت $w=(x_1-x_2-z)$ معادل گذاری می کنیم و شکل (۳-د) بدست می آید که یک شبکه با یک شاخه به شکل طوقه است و این شبکه ساده شده نهائی می باشد. شرط شعاعی بودن الزام می دارد که طوقه w باز باشد یعنی آرایش شعاعی ممکن برای شبکه، w' است زیرا باز بودن یک شاخه را با پریم نشان دادیم. بنابراین رابطه (۵) آرایشهای ممکن را می دهد.

$$w'=(x_1-x_2-z)'=x_1'x_2z+x_1x_2'z+x_1x_2z' \qquad (۵)$$

با توجه به معادل گذاری موازی $z=(x_3 y)$ داریم:

$$z=x_3'y+x_3y' \qquad (۶)$$

$$z'=x_3'y' \qquad (۷)$$

مجددا با توجه به معادل گذاری سری $y=(x_4-x_5)$ داریم:

$$y=x_4x_5 \qquad (۸)$$

$$y'=x_4'x_5+x_4x_5' \qquad (۹)$$

اکنون رابطه (۹) را در رابطه (۷) جایگذاری می نمائیم و به رابطه زیر می رسیم:

(۱۰)

در رابطه (۱۰) از ضرب صوری استفاده نموده و آرایشهای رابطه (۱۱) را بدست می آوریم:

$$z' = x_3'x_4'x_5 + x_3'x_4x_5' \qquad (11)$$

بطریق مشابه با جایگذاری روابط (۸) و (۹) و (۶) و استفاده از ضرب صوری داریم:

$$z = x_3'(x_4x_5) + x_3(x_4'x_5 + x_4x_5') \qquad (12)$$
$$= x_3'x_4x_5 + x_3x_4'x_5 + x_3x_4x_5'$$

اکنون با جایگذاری روابط (۱۱) و (۱۲) در رابطه (۵) و استفاده از ضرب صوری، کلیه آرایشهای ممکن شبکه بسته اولیه شکل (۳-الف) با رابطه (۱۳) بدست می آید.

$$w' = x_1'x_2x_3'x_4x_5 + x_1'x_2x_3x_4'x_5 + x_1'x_2x_3x_4x_5' \qquad (13)$$
$$) + x_1x_2'x_3'x_4x_5 + x_1x_2'x_3x_4'x_5 + x_1x_2'x_3x_4x_5'$$
$$+ x_1x_2x_3'x_4'x_5 + x_1x_2x_3'x_4x_5'$$

بر طبق رابطه (۱۳) هشت آرایش شعاعی ممکن بدست آمد که در هر آرایش دو شاخه باز و چهار شاخه بسته وجود دارد. برای اینکه نمایش این آرایشها ساده تر شود. در رابطه (۱۳) فقط شاخه های باز را می نویسیم و رابطه (۱۴) بدست می آید.

$$w' = x_1'x_3' + x_1'x_4' + x_1'x_5' + x_2'x_3' + \qquad (14)$$
$$x_2'x_4' + x_2'x_5' + x_3'x_4' + x_3'x_5'$$

با بررسی هر هشت آرایش رابطه (۱۴) ملاحظه خواهد شد که هر یک از این آرایشها، یک آرایش شعاعی ممکن است که همه گرهها نیز تغذیه می شوند. اما شبکه بسته اولیه شکل (۳-الف)، چون ۵ شاخه دارد و هر شاخه دو آرایش باز و بسته می تواند داشته باشد، پس $2^5 = 32$ آرایش دارد که در صورت بررسی همه ۳۲ آرایش مشاهده خواهد شد که فقط هشت آرایش بدست آمده در رابطه (۱۴)، آرایش شعاعی ممکن خواهند بود. بدین ترتیب ملاحظه می گردد که روش فوق تمامی آرایشهای شعاعی ممکن را مستقیما در اختیار می گذارد.

۶- شاخه های غیر سری و غیر موازی

در طی مراحل ساده سازی شبکه بسته اولیه ممکن است به حالتی برسیم که امکان سری و یا موازی کردن شاخه ها نباشد و دیگر نتوان شبکه را ساده نمود. در این حالت حداقل سه شاخه وجود دارند که تشکیل ستاره یا مثلث داده اند. مثلا گراف شبکه شکل (۴-الف) را در نظر می گیریم. در این شبکه شاخه های سری و موازی وجود نداشته و امکان ساده سازی نیست. در این حالت برای یکی از شاخه های تشکیل دهنده ستاره یا مثلث (مثلا شاخه x_6)، دو حالت در نظر می گیریم.

در حالت اول فرض می کنیم شاخه x_6 باز باشد. زیرگراف حاصل از حذف شاخه x_6 در شکل (۴-ب) نشان داده شده است. در حالت دوم فرض می کنیم x_6 بسته باشد و گره های e_2 و e_3 که x_6 در بین آنها قرار گرفته است را به یک گره تبدیل می کنیم. در اینصورت زیرگراف شکل (۴-ج) بدست می آید. آرایشهای شبکه بسته اولیه برابر مجموع آرایشهای حاصل از زیرگراف اول با فرض باز بودن شاخه x_6 و آرایشهای حاصل از زیرگراف دوم با فرض بسته بودن شاخه x_6 است.

زیرگراف شکل (۴-ب) را می توان بصورت رابطه (۱۵) معادل سازی سری و موازی نموده و به یک شاخه wg_1 تبدیل نمود.

$$wg_1 = (x_2(x_1 - x_5)(x_3 - x_4)) \qquad (۱۵)$$

برای بدست آوردن آرایشهای شعاعی ممکن این زیرگراف باید شاخه wg_1 که بین دو گره e_1 و e_4 واقع می شود حتما بسته باشد. زیرا در غیراینصورت گره e_4 را نمی توان تغذیه نمود. بنا به این فرض و پس از انجام عملیات لازم، کلیه آرایشهای شعاعی آن طبق رابطه (۱۶) بدست می آید. در این رابطه فقط آن شاخه هائی از زیرگراف شکل (۴-ب) نوشته شده که باز هستند.

$$wg_1 = x_1'x_3' + x_1'x_5' + x_3'x_6' + x_5'x_6' + x_2'x_3' + x_2'x_5' + x_1'x_2' + x_2'x_6' \qquad (۱۶)$$

زیرگراف شکل (۴-ج) را نیز می توان بصورت رابطه (۱۷) معادلسازی سری و موازی نموده و به یک شاخه wg_2 تبدیل نمود.

$$wg_2 = (x_1x_3(x_2 - (x_4x_5))) \qquad (۱۷)$$

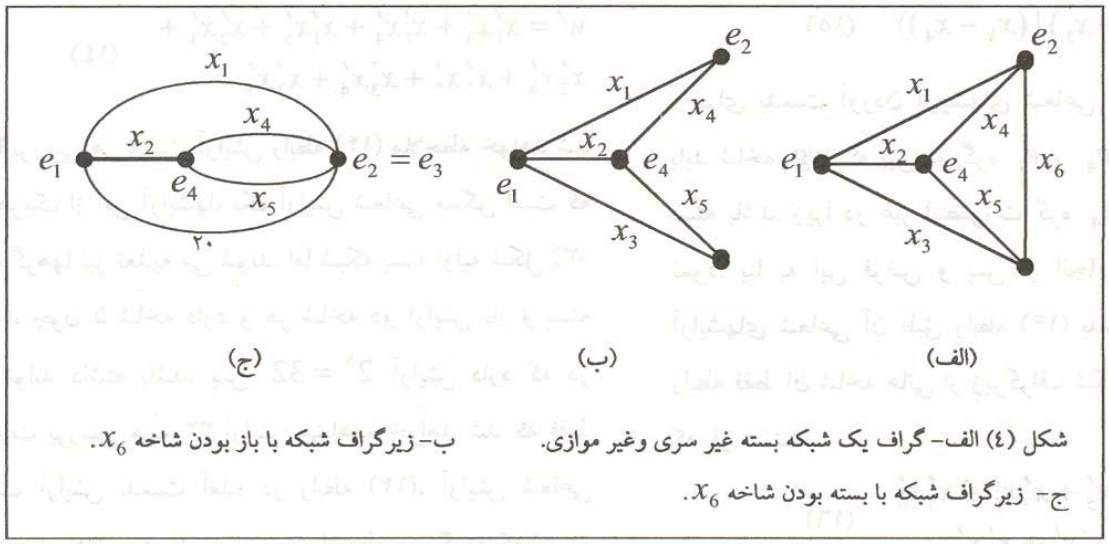
برای بدست آوردن آرایشهای شعاعی ممکن زیرگراف اخیر نیز، باید شاخه wg_2 که بین گره e_1 و گره مشترک e_2 و e_3 واقع می شود، حتما بسته باشد. زیرا در غیراینصورت گره مشترک را نمی توان تغذیه نمود. با اعمال فرض بسته بودن wg_2 و پس از انجام عملیات لازم، کلیه آرایشهای شعاعی آن طبق رابطه (۱۸) بدست می آید. در این رابطه فقط آن شاخه هائی از زیرگراف شکل (۴-ج) نوشته شده که باز هستند.

$$wg_2 = x_1'x_2'x_4' + x_1'x_2'x_5' + x_1'x_4'x_5' + x_2'x_3'x_4' + x_2'x_3'x_5' + x_3'x_4'x_5' + x_1'x_3'x_4' + x_1'x_3'x_5' \qquad (۱۸)$$

اکنون کلیه آرایشهای شعاعی شبکه بسته شکل (۴-الف) با استفاده از آرایشهای شعاعی ممکن دو زیرگراف آن بدست می آید که با wg نشان می دهیم و در رابطه (۱۹) بیان می شود.

$$wg = x_6'wg_1 + x_6wg_2 \qquad (۱۹)$$

که wg_1 و wg_2 در روابط (۱۶) و (۱۸) بدست آمده اند. شبکه بسته شکل (۴-الف)، تعداد ۶ شاخه دارد و لذا کلا $2^6 = 64$ آرایش دارد که با توجه به روابط (۱۶) و (۱۸) و (۱۹)، تعداد ۱۶ آرایش از آنها، آرایش شعاعی ممکن اند. با بررسی کلیه ۶۴ آرایش به سادگی ملاحظه خواهد شد که فقط ۱۶ آرایش بدست آمده به روش ارائه شده در این قسمت، آرایش شعاعی ممکن هستند.



شکل (٤) الف- گراف یک شبکه بسته غیر سری وغیر موازی.
ب- زیرگراف شبکه با باز بودن شاخه x_6.
ج- زیرگراف شبکه با بسته بودن شاخه x_6.

۷- تعیین کلیه آرایشهای شعاعی برای یک شبکه توزیع نمونه

برای بررسی مساله تجدید آرایش شبکه توزیع به روش پیشنهادی، یک شبکه توزیع را که معمولا برای همین منظور بکار برده شده (۵و۶و۷و۸) موجود است. این شبکه ۳۱ گره و ۳۵ شاخه دارد. گراف شبکه بسته این شبکه توزیع در شکل (۵) نشان داده شده است. در این قسمت کلیه آرایشهای شعاعی ممکن این شبکه را بدست می آوریم.

چنانکه در شکل (۵) ملاحظه می شود، شاخه های ۳،۵،۸،۱۵،۲۱ و ۲۵ بصورت انشعابی هستند و الزاما باید بسته باشند؛ زیرا در غیراینصورت یک یا چند تا از گره های ۲۹، ۳۰،۳۱،۳۲،۲۷ و ۲۸ تغذیه نخواهند شد. بنابراین شاخه های مزبور را بسته فرض نموده و آنها را از گراف شکل (۵) حذف می کنیم زیرا در تعیین آرایشهای شعاعی ممکن بقیه گراف تاثیری ندارند. اکنون در گراف باقیمانده عمل ساده سازی را انجام می دهیم. در اولین مرحله از ساده سازی، گراف شکل زیر را به صورت گراف شکل (۶-الف) تبدیل می کنیم. یعنی به جای شاخه های سری معادلشان را قرار می دهیم. روابط (۲۰) تا (۲۷) تعریف کننده اولین مرحله از معادل سازی می باشند.

$$x_1 = (1-2-4) \quad (۲۰)$$

$$x_2 = (7-10-12-17-35) \quad (۲۱)$$

$$x_3 = (6-9-11) \quad (۲۲)$$

$$x_4 = (14-19-23-33) \quad (۲۳)$$

$$x_5 = (13-18-22-26-28-31) \quad (۲۴)$$

$$x_6 = (16-20) \quad (۲۵)$$

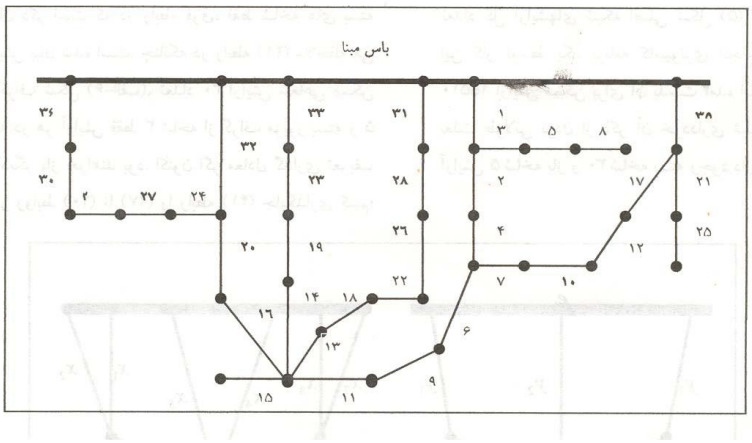
$$x_7 = (24-27-29-30-34) \quad (۲۶)$$

$$x_8 = (32) \quad (۲۷)$$

WikiPower.ir

www.wikipower.ir

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



در دومین مرحله از ساده سازی، گراف شکل (۶-الف)را با معادل سازی موازی تعریف شده در روابط (۲۸) تا (۳۰) به گراف شکل (۶-ب) ساده می کنیم.

$$y_1 = x_1 \left| x_2 \right. \qquad (۲۸)$$

$$y_2 = x_4 \left| x_5 \right. \qquad (۲۹)$$

$$y_3 = x_7 \left| x_8 \right. \qquad (۳۰)$$

WikiPower.ir

در سومین مرحله از ساده سازی، گراف شکل (۶-ب) را با معادل سازی موازی تعریف شده در روابط (۳۱) و (۳۲) به گراف شکل (۶-ج) ساده می نمائیم.

$$z_1 = (x_3 - y_1) \qquad (۳۱)$$

$$z_2 = (x_6 - y_3) \qquad (۳۲)$$

نهایتا گراف شکل (۶-ج) را می توان با معادل سازی موازی تعریف شده در رابطه (۳۲) به گراف شکل (۶-د) که یک شاخه تنها **w** است، ساده نمود.

$$w = z_1 \left| y_1 \right| z_2 \qquad (۳۳)$$

چنانکه در شکل (۶-ج) ملاحظه می شود، شاخه نهائی **w** باید بسته باشد تا گره ۷ را بتوان تغذیه نمود.

اکنون با اعمال این شرط، آرایشهای شعاعی ممکن مطابق رابطه (۳۴) بدست می آید.

$$w = z_1 y_2' z_2' + z_1' y_2 z_2' + z_1' y_2' z_2 \qquad (۳۴)$$

با استفاده از روابط (۲۸) تا (۳۲) داریم:

$$z_1 = x_3 y_1 = x_3\left(x_1 x_2' + x_1' x_2\right) = x_1 x_2' x_3 + x_1' x_2 x_3 \qquad (۳۵)$$

$$z_1' = x_3' y_1 = x_3'\left(x_1 x_2' + x_1' x_2\right) + x_3 x_1' x_2' \qquad (۳۶)$$

$$y_2 = x_4 x_5' + x_4' x_5 \qquad (۳۷)$$

$$y_2' = x_4' x_5' \qquad (۳۸)$$

$$z_2 = x_6 y_3 = x_6\left(x_7 x_8' + x_7' x_8\right) = x_6 x_7 x_8' + x_6 x_7' x_8 \qquad (۳۹)$$

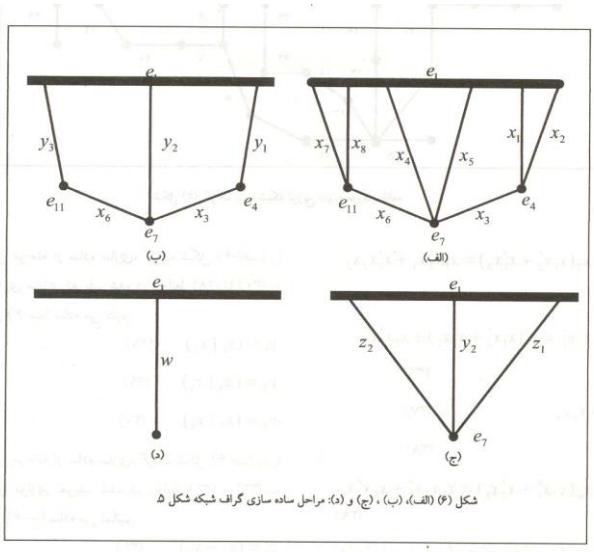
$$z_2' = x_6' y_3 = x_6'\left(x_7 x_8' + x_7'' x_8\right) + x_6\left(x_7' x_8'\right) \qquad (۴۰)$$

حال روابط (۳۵) تا (۴۰) را در رابطه (۳۴) جایگذاری کرده و پس از انجام ضرب های صوری به رابطه (۴۱) می رسیم:

(۴۱)

$$\begin{aligned} &+ x_2 x_3 x_8 + x_1 x_4 x_6 + x_1 x_4 x_7 + x_1 x_4 x_8 + x_1 x_5 x_6 \\ &+ x_1 x_5 x_7 + x_1 x_5 x_8 + {}_2\, x_4 x_6 + x_2 x_4 x_7 + x_2 x_4 x_8 \\ &+ x_2 x_5 x_6 + x_2 x_5 x_7 + x_2 x_5 x_8 + x_3 x_4 x_6 + x_3 x_4 x_7 \\ &+ x_3 x_4 x_8 + x_3 x_5 x_6 + x_3 x_5 x_7 + x_3 x_5 x_8 + x_1 x_6 x_7 \\ &+ x_1 x_6 x_8 + x_2 x_6 x_7 + x_2 x_6 x_8 + x_3 x_6 x_7 + x_3 x_6 x_8 \end{aligned}$$

شایان ذکر است که در رابطه فوق، فقط شاخه های بسته هر آرایش بیان شده است. چنانکه در رابطه(۴۱) ملاحظه می شود؛ گراف شکل (۶-الف)، تعداد ۳۰ آرایش شعاعی ممکن دارد که در هر آرایش فقط ۳ شاخه از گراف مزبور بسته و ۵ شاخه دیگر باز خواهند بود. اکنون اگر معادل گذاری تعریف شده در روابط (۲۰) تا (۲۷) را رابطه (۴۱) جایگذاری کنیم؛ تعداد کل آرایشهای شبکه اصلی شکل (۵) بدست می آید. این کار توسط یک برنامه کامپیوتری انجام شده و تعداد ۱۵۵۱۰ آرایش ممکن برای آن بدست آمده است که در اینجا بعلت طولانی بودن از ذکر آن خودداری شده است. در هر آرایش ۵ شاخه باز و ۳۰ شاخه بسته وجود دارد.



شکل (۶) (الف)، (ب)، (ج) و (د): مراحل ساده سازی گراف شبکه شکل ۵

تعداد کل آرایشهای شعاعی ممکن را می توان از رابطه (۳۴) و یا از رابطه(۴۱) محاسبه نمود. به همین منظور اگر تعداد آرایش هر شاخه معادل را با n(.) نشان دهیم. با توجه به معادل سازی های انجام شده در روابط (۲۰) تا (۲۷) داریم:

$$n(x_1)=n(x_2)=n(x_3)=n(x_4)= \quad (۴۲)$$
$$n(x_5)=n(x_6)=n(x_7)=n(x_8)=1$$

$$n(x'_1)=n(x'_3)=3 \quad (۴۳)$$

$$n(x'_2)=n(x'_1)=5 \quad (۴۴)$$

$$n(x'_4)=4 \quad (۴۵)$$

$$n(x'_5)=6 \quad (۴۶)$$

$$n(x'_6)=2 \quad (۴۷)$$

$$n(x'_8)=1 \quad (۴۸)$$

حال با توجه به روابط (۳۴) تا (۴۸)، تعداد کل آرایشهای شعاعی ممکن بشرح زیر محاسبه می شوند:

$$n(w)=n(z_1).n(y'_2).n(z'_2)+$$
$$n(z'_1).n(y_2).n(z'_2)+n(z'_1).n(y'_2).n(z_2)=$$

$$8*24*17+39*24*6=15510$$

چنانکه ملاحظه می شود در شبکه مورد مطالعه تعداد کل آرایشهای شعاعی ممکن ۱۵۵۱۰ آرایش باشد که با روش ارائه شده در این مقاله بطور مستقیم بدست می آیند. این در حالی است که تعداد کل آرایشهای همین شبکه ۳۵ شاخه ای، برابر 2^{35} آرایش می باشد که بیش از ۳۴ میلیارد آرایش خواهد بود. بنابراین تعداد آرایشهای شعاعی ممکن بسیار کمتر از تعداد کل آرایشها است. این در حقیقت بخاطر کم حلقه بودن شبکه های توزیع است. بنابراین می توان با تحلیل همه آرایشهای ممکن، آرایش بهینه را تعیین نمود.

۸- تعیین آرایش بهینه دارای کمترین تلفات

در بخشهای قبل چگونگی تعیین کلیه آرایشهای شعاعی ممکن از یک شبکه توزیع بسته را ارائه دادیم. اکنون برای یافتن آرایشی که کمترین تلفات ار داشته باشد؛ تلفات هر کدام از آرایشهای شعاعی ممکن را محاسبه می کنیم. از آنجائیکه تمام آرایشها شعاعی هستند، می توانیم از پخش بار پیشرو – پسرو (Forward – Backward) استفاده کنیم، این پخش بار دارای همگرائی و سرعت بسیار بالائی می باشد بطوریکه حتی با یک بار تکرار می توان به دقتی نسبتا خوبی دست یافت. از طرفی چون می خواهیم شبکه ای را بیابیم که کمترین تلفات را دارد، و محاسبه دقیق تلفات منظور نمی باشد؛ ابتدا پخش بار پیشرو – پسرو را فقط با یک بار تکرار برای کلیه آرایشها اجرا می کنیم و تلفات تمامی آرایشها را بدست می آوریم. سپس آرایشها را بر حسب تلفات شبکه بصورت صعودی مرتب می کنیم. آنگاه محاسبات پخش بار را با تعداد تکرارهای بیشتر برای تعداد محدودی از آرایشهای بالای لیست، انجام داده و تلفات دقیق آنها را می یابیم. اکنون مجددا این تعداد محدود آرایش را بر حسب تلفات بصورت صعودی مرتب می کنیم. سپس از اولین آرایش شروع نموده و محدودیتهای فنی شبکه (در اینجا محدودیت افت ولتاژ مجاز)، را بررسی می کنیم. اولین آرایشی که تمامی محدودیتهای شبکه را برآورده سازد، بعنوان آرایش بهینه معرفی می کنیم. بدیهی است که بر طبق این روش می توان کلیه محدودیتها، نظیر محدودیت افت ولتاژ مجاز و محدودیت جریان مجاز هر شاخه را در نظر گرفت.

برای شبکه توزیع مورد مطالعه که گراف آن در شکل (۵) ارائه شد، تلفات به روش ذکر شده در بالا برای تمامی آرایشها محاسبه شد و آرایشها براساس میزان تلفات آنها بصورت صعودی رتبه بندی شدند. در جدول (۱) ده آرایش اول که کمترین تلفات را دارند، آورده شده است. در این جدول هر آرایش با شمارهٔ شاخه های باز آن مشخص شده است. چنانکه ملاحظه می شود ۶ آرایش اول جدول دارای تلفات یکسان هستند و محاسبه پخش بار آنها نشان می دهد که حداکثر افت ولتاژ هر یک از این آرایشها کمتر از ۳ درصد است. بنابراین این شش آرایش همگی آرایش بهینه مطلق هستند. شایان ذکر است که مراجع مختلفی که همین شبکه را با روشهای ابتکاری و روش الگوریتم ژنتیک مطالعه نموده اند هر یک به یکی از شش آرایش فوق رسیده اند. (۵و۶و۷و۸).

زمان کل محاسبه برای بررسی تمامی ۱۵۵۱۰ آرایش شبکه مورد مطالعه و تعیین آرایش بهینه توسط یک کامپیوتر شخصی پنتیوم ۴،۲ گیگا هرتز و توسط نرم افزار Matlab، ۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه بود. بنابراین ملاحظه می شود که روش فوق از نظر سرعت هم مناسب است.

WikiPower.ir

تلفات شبکه (PU)	خطوط قطع شده
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۹-۱۰-۱۳-۱۹-۲۷
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۹-۱۰-۱۸-۱۹-۲۷
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۹-۱۰-۱۹-۲۲-۲۷
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۱۰-۱۱-۱۳-۱۹-۲۷
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۱۰-۱۱-۱۸-۱۹-۲۷
۰،۰۰۱۵۰۶۵۶	۱۰-۱۱-۱۹-۲۲-۲۷
۰،۰۰۱۵۳۹۸۱	۱۰-۱۱-۱۹-۲۶-۲۷
۰،۰۰۱۵۵۶۴۲	۱۰-۱۱-۱۳-۱۹-۲۴
۰،۰۰۱۵۵۶۴۲	۱۰-۱۱-۱۸-۱۹-۲۴

WikiPower.ir

۹- نتایج

از این روش برای تجدید آرایش نتایج زیر حاصل می گردد:

۱- تعداد آرایشهای یک شبکه توزیع بسیار زیاد است ولی از آنجائیکه شبکه های توزیع دارای حلقه های کم بوده و بیشتر خطوط آن بصورت سری هستند؛ برخلاف تصور تعداد بسیار کمی از این آرایشها، آرایش شعاعی ممکن هستند.

۲- با روشی که در این بحث ارائه شد، می توان بدون بررسی تک تک آرایشها، کلیه آرایشهای شعاعی ممکن را بطور مستقیم و ساده بدست آورد.

۳- با توجه به اینکه تعداد آرایشهای شعاعی ممکن یک شبکه زیاد نیست، می توان با بررسی تک به تک همه آنها، آرایش بهینه را بدست آورد.

۴- با توجه به اینکه هر آرایش مورد بررسی، شعاعی است می توان از پخش بار پیشرو – پسرو استفاده کرد. از طرفی چون این نوع پخش بار همگرائی بسیار سریعی دارد؛ می توان برای محاسبه و مقایسه تلفات آرایشها، پخش بار مزبور را فقط با یک تکرار انجام داد و بر سرعت محاسبات افزود.

۵- چون برای تعیین آرایش بهینه، تمام آرایشهای شعاعی ممکن بررسی می شوند لذا آرایش بهینه حاصل، بهینه مطلق است و لذا نسبت به روشهای ابتکاری و تکاملی که رسیدن به آرایش بهینه را تضمین نمی کنند؛ برتری دارد.

۶- چون هر آرایش تک به تک مورد بررسی قرار می گیرد؛ لذا در نظر گرفتن تمام محدودیتها نظیر محدودیتهای افت ولتاژ مجاز و جریان مجاز خطوط، امکان پذیر است. بنابراین روش پیشنهادی نسبت به روشهای ابتکاری و روشهای جستجوی بهینه تکاملی برتری دارد.

۷- با توجه به تعداد نه چندان زیاد آرایشهای ممکن و با توجه به سرعت بالای پخش بار بکار برده شده، لذا در این روش در یک زمانی قابل قبول، می توان آرایش بهینه را تعیین نمود. این موضوع در بررسی شبکه مورد مطالعه هم نشان داده شد.

روش سوم – متعادل سازی ولتاژ و بهبود کیفیت توان با استفاده از

۱-۱-۳- جبران سازی خازنی

یکی از وظایف مهم شرکتهای برق، توزیع انرژی الکتریکی با کیفیت مناسب به مشترکین می باشد.

بدلیل عدم آشنایی از الگوی بار مشترکین مختلف، وجود مشترکین سه فاز نامتعادل، غیر یکنواخت بودن مصرف مشترکین و عدم توزیع مناسب مشترکین بین فازهای مختلف شبکه، بار فازهای شبکه برابر نبوده و سبب ایجاد نامتعادلی می گردد. این پدیده علاوه بر افزایش تلفات شبکه سبب کاهش کیفیت توان توزیع شده به مشترکین شبکه شده که به صورت افت ولتاژ شدید یا اضافه ولتاژ در شبکه حادث می گردد.

در این بحث سعی شده است تا پس از بررسی اثرات نامطلوب عدم تعادل بار در شبکه و روشهای سنتی جهت کاهش اثرات این پدیده روشی جدید جهت متعادل سازی ولتاژ شبکه با استفاده از جبران سازهای خازنی ارائه گردد. در روش پیشنهادی با استفاده از خازن و روشهای کنترل آن سعی می گردد تا از جابجایی ولتاژ نول در آخر شبکه جلوگیری بعمل آید که بدین ترتیب تاثیرات مطلوبی در پروفیل ولتاژ سه فاز شبکه بوجود خواهد آمد.

نتایج بدست آمده برروی شبکه واقعی با استفاده از روش پیشنهادی حاکی از مطلوب بودن آن است.

۱) مقدمه

شبکه های توزیع فشار ضعیف چهار سیمه بوده که سه سیم آن سه فاز شبکه و سیم چهارم نیز نول شبکه می باشد که به نول ترانسفورماتور وصل می گردد. مشترکین شبکه نیز به صورت سه فاز یا تکفاز می باشند که مشترکین تکفاز از یک فاز و نول شبکه تغذیه شده و مشترکین سه فاز نیز از سه فاز و نول شبکه انشعاب می گیرند. مشترکین تکفاز شبکه معمولاً دارای مصارف خانگی و تجاری می باشند و مشترکین سه فاز نیز غالباً دارای مصارف کارگاهی، صنعتی، کشاورزی و بعضاً خانگی و تجاری (با توجه به تغییر تجهیزات سرمایشی) می باشند.

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

یکی از مشکلات مهم شبکه های فشار ضعیف توزیع، عدم تعادل بار در طول خطوط می باشد. عدم تعادل در شبکه بدین معناست که توزیع بار بر روی فازهای شبکه در هر گره برابر نبوده و جمع برداری جریانهای سه فاز در هر گره شبکه برابر صفر نمی گردد. این امر سبب می گردد تا یک جریان برگشتی در سیم نول شبکه جاری باشد که سبب جابجایی نقطه صفر در هر گره شده که خود موجب کاهش کیفیت ولتاژ در شبکه و افزایش تلفات شبکه های فشار ضعیف می گردد.

بدلیل تغییرات در نوع مصرف سرمایشی مشترکین خانگی و تجاری (استفاده از کولرهای گازی) در شهرهای بزرگ، افزایش طول شبکه های فشار ضعیف و افزایش بار فیدرهای فشار ضعیف، حساسیت ولتاژ نول نسبت به عدم تعادل بار در شبکه بیشتر شده و کیفیت ولتاژ شبکه به شدت تحت تاثیر این پدیده قرار گرفته است.

تاکنون فعالیتهای محدودی در زمینه بررسی تاثیرات عدم تعادل بار در شبکه های فشار ضعیف صورت گرفته است که دو محور اصلی این تحقیقات عبارتند از:

- کاهش تلفات بوسیله کنترل جریان نول
- بهبود پروفیل ولتاژ با کنترل ولتاژ نول

مطالعات انجام شده در محور اول سعی در کنترل جریان عبوری از نول گرههای شبکه دارند تا تلفات سیستم کاهش یابد.(۴-۸). کنترل جریان نول تمام گرههای شبکه در این حالت بسیار هزینه بر و غیراقتصادی می باشد لذا در مرجع (۴) با توجه به حساسیت تغییرات تلفات نسبت به تغییرات جریان نول، گرههای مناسب جهت کنترل انتخاب شده است. در این حالت نیز به دلیل تغییرات بار مشترکین هموار نقاط انتخابی بهترین نقاط نمی باشد.

مطالعات انجام شده در محور دوم سعی در تثبیت ولتاژ نول در گره های مختلف شبکه دارند (۳-۱). در این تحقیقات هدف اصلی بهبود کیفیت برق و جلوگیری از تغییرات زیاد ولتاژ مشترکین می باشد.

انتخاب گره های انتهایی شبکه جهت کنترل ولتاژ نول در این مطالعات نشان داده است که تاثیرات مطلوب در بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات شبکه های نامتعادل دارد.

در اینجا ابتداء با شبیه سازی یک شبکه ساده و مروری بر روابط توزیع انرژی در سیستمهای سه فاز غیر متعادل تاثیرات این پدیده کاملاً تشریح می گردد و پس از بررسی روشهای سنتی جهت کاهش اثرات این پدیده روش پیشنهادی که بر مبنای جابجایی نقطه نول شبکه با استفاده از جبران ساز خازنی در مکان مطلوب است ارائه میگردد.

نتایج تئوری این تحقیق با استفاده از نرم افزار MATLAB در محیط شبیه سازی سیستم قدرت بدست آمده و از دقت بالایی برخوردار است.

مطالعات عملی انجام شده بر روی یک شبکه نمونه واقعی تاثیرات اعمال روش پیشنهادی را مناسب ارزیابی می نماید.

۲) توزیع انرژی در شبکه های نامتعادل

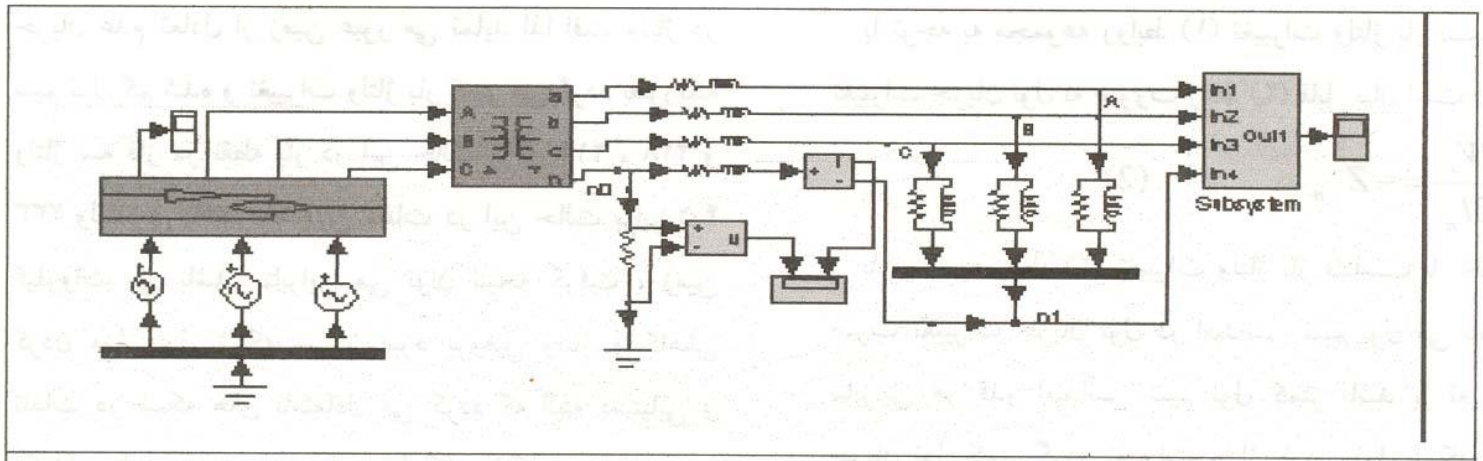
در این بخش ابتداء با شبیه سازی یک شبکه بسیار ساده در محیط نرم افزار MATLAB اثرات عدم تعادل بار را در شرایط مختلف مورد بررسی قرار داده و سپس با مروری سریع بر روابط مداری شبکه های سه فاز نامتعادل به بررسی بیشتر تاثیرات عدم تعادل بار بر روی تغییرات ولتاژ شبکه خواهیم پرداخت.

۲-۱) شبیه سازی مدار اولیه

این مدار شامل یک سیستم تغذیه سه فاز متقارن، یک ترانسفورماتور توزیع ۲۰/۴۰kv، مقاومت فازها ۰۱۷،۰+j۰۰۳،۰ اهم و مقاومت نول ۰۵،۰+j۰۰۳،۰اهم در نظر گرفته شده است. همچنین بارهای سه فاز شبکه برابر ۵۰+j۲۵ KVA برای فاز KVA,A ۱۰+j۵ برای فاز KVA,B ۵+j۵،۲ برای فاز C نظر گرفته شده است. شمای این شبکه در شکل ذیل آورده شده است.

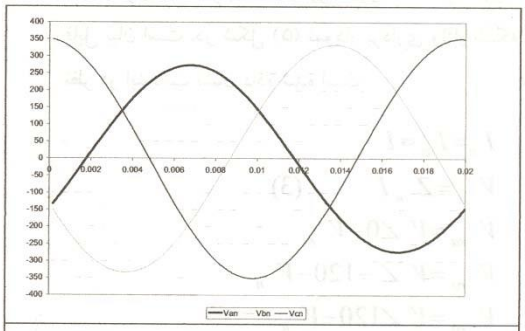
همانگونه که در مدار شکل (۱) نشان داده شده است.

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



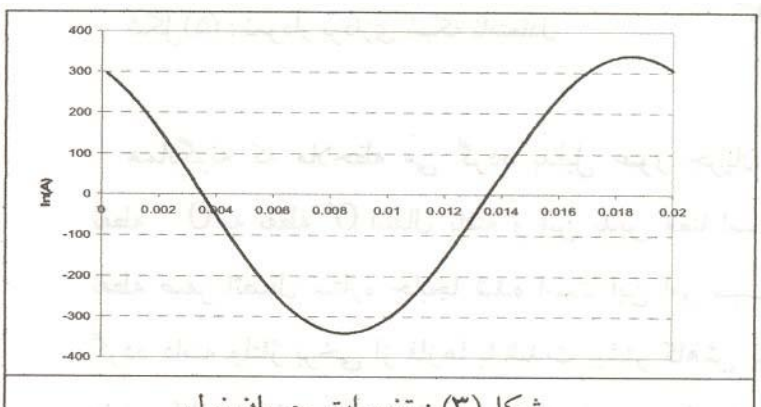
شکل(۱): شمای شبکه شبیه سازی شده

در ابتداء فیدر قوی شبکه با ولتاژ ۲۳۰ ولتی ارت شده است. در این شرایط تغییرات ولتاژ سه فاز در نقطه بار نسبت به نول در شکل (۲) آورده شده است.

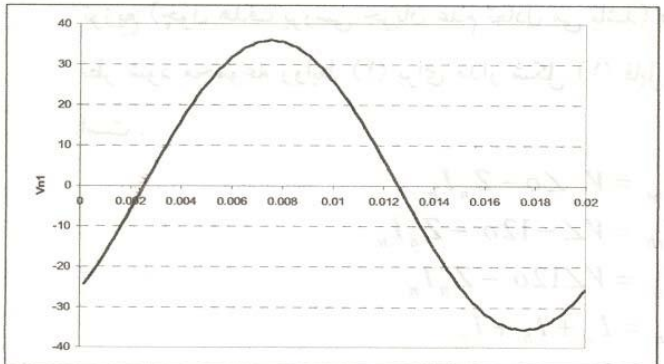


شکل(۲) : تغییرات ولتاژ نقطه بار

همانگونه که در شکل فوق مشاهده می گردد بدلیل عدم تعادل با ولتاژ در نقطه بار دارای تغییرات شدیدی است به طوریکه مقدار موثر ولتاژ فازها در این نقطه برابر ۱۹۰، ۲۳۵ و ۲۴۸ ولت می باشد و این در حالی است که ولتاژ در ابتداء فیدر ۲۳۰ ولت می باشد. در این حالت جریان موثر عبوری از سیم نول برابر ۲۴۸ آمپر می باشد. در شکل (۳) نمودار تغییرات جریان نول نسبت به زمان آورده شده است.



در صورتیکه نول شبکه از یک نقطه از شبکه ارت گردد هیچگونه جریانی از آن عبور نخواهد کرد و همواره این نقطه دارای ولتاژ مرجع می باشد. در شکل (۴) نمودار تغییرات ولتاژ نول در نقطه بار نسبت به مرجع آورده شده است. در این حالت مقدار موثر ولتاژ نول برابر ۲۵ ولت بوده که با توجه به زاویه آن سبب افزایش ولتاژ فازهای B وC شده و ولتاژ فازA را بشدت کاهش داده است که نشان دهنده حساسیت ولتاژ نقطه بار به تغییرات ولتاژ نول می باشد. در این حالت تلفات توان در شبکه برابر ۷ کیلو وات می باشد.



شکل(۴) : تغییرات ولتاژ نول در نقطه بار

در صورتیکه نول علاوه بر ابتداء فیدر در نقطه بار نیز از مقاومت ۵ اهمی ارت گردد ولتاژهای سه فاز نقطه بار بدلیل عدم تغییرات در جریان عبوری از نول (بدلیل کم بودن مقاومت سیم نول در مقابل امپدانس زمین) تغییرات محسوسی در آنها بوجود نمی آید و این در حالی است که ولتاژ نول ترانسفورماتور و ولتاژ نول نقطه بار برابر و مقدار آن ۵،۱۲ ولت می باشد. حال اگر مقاومت زمین به

مقدار بسیار کم ۰۱،۰ اهم کاهش یابد در این صورت با توجه به اینکه اکثر جریان عدم تعادل از زمین عبور می نماید لذا افت ولتاژ در سیم نول کم شده و تغییرات ولتاژ بار کمتر می گردد بطوریکه ولتاژ سه فاز در نقطه بار در این حالت برابر ۲۱۴،۲۲۸ و ۲۳۳ ولت می باشد. همچنین تلفات در این حالت برابر ۵،۴ کیلو وات می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت، زمین کردن موثر نول شبکه سبب بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات در شبکه های نامتعادل می گردد که البته دستیابی و نگهداری از سیستم زمین موثر بسیار کار مشکلی می باشد.

۲-۲) مروری بر روابط

در این بخش با مروری سریع برروابط مداری شبکه های سه فاز نامتعادل به بررسی بیشتر تاثیرات عدم تعادل بار بر روی تغییرات ولتاژ شبکه خواهیم پرداخت. فرضهایی که در این بررسی صورت گرفته است عبارتند از:

امپدانس داخلی منبع تغذیه (ترانسفورماتور توزیع) ناچیز است.

ولتاژ منبع تغذیه سه فاز متقارن می باشد.

با توجه به مدار شکل (۱) در صورتیکه از امپدانس خط توزیع (چون هدف بررسی جریان عدم تعادل می باشد) صرفه نظر شود مجموعه روابط (۱) برای مدار شکل (۱) قابل بیان است.

$$V_{ra} = v\angle o - Z_n I_n$$

$$V_{rb} = V\angle -120 - Z_n I_n$$

$$V_{rc} = V\angle 120 - Z_n I_n$$

$$I_n = I_a + I_b + I_c$$

$$I_a = \frac{V_{ra}}{Z_a} \qquad (۱)$$

$$I_b = \frac{V_{rb}}{Z_b}$$

$$I_c = \frac{V_{ec}}{Z_c}$$

که در این روابط:

vr: ولتاژ فاز بار

vs: ولتاژ فاز منبع

zn: امپدانس سیم نول

In:جریان نول

با توجه به مجموعه روابط (۱) تغییرات ولتاژ بار نسبت به تغییرات جریان نول به صورت رابطه (۲) قابل بیان است.

$$\frac{\partial V_r}{\partial I_n} = -Z_n \qquad (۲)$$

با توجه به رابطه (۲) تغییرات ولتاژ بار متناسب با حاصل ضرب تغییرات جریان نول در امپدانس سیم نول می باشد، بنابراین هر قدر امپدانش سیم نول کمتر باشد یا تغییرات جریان نول کمتر گردد تغییرات ولتاژ بار در طول شبکه کمتر خواهد شد. در شبکه های سه فاز متعادل به دلیل صفر بودن جریان نول اینگونه نوسانات در شبکه موجود نمی باشد. اگر در شبکه شکل (۱) فرض کنیم که جریان فاز a برابر I با زاویه صفر، امپدانس خط مقاومتی خالص باشد و جریان دو فاز دیگر برابر صفر باشند در این صورت مجموعه روابط (۳) قابل بیان است. در شکل (۵) نمودار برداری ولتاژ شبکه مورد نظر در اینحالت نشان داده شده است.

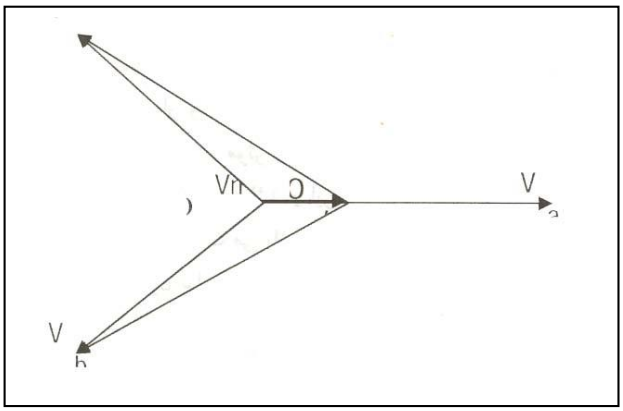
$$I_n = I_a = I$$

$$V_n = Z_n I \qquad (۳)$$

$$V_{ra} = V\angle 0 - V_n$$

$$V_{ra} = V\angle 120 - V_n$$

$$V_{ra} = V\angle 120 - V_n$$



همانگونه که ملاحظه می گردد بدلیل عبور جریان نول نقطه o به نقطه o' انتقال یافته و این بدین معنا است که نقطه صفر اتصال ستاره جابجا شده است این امر سبب می گردد دامنه ولتاژ برخی از فازها با شدت بیشتر کاهش یابد و دامنه ولتاژ فازهای دیگر افزایش یابد که خود حساسیت ولتاژ بار را نسبت به تغییرات جریان نول نشان می دهد. زمین کردن سیم نول در طول شبکه های نامتعادل سبب تثبیت نقطه صفر گرههای شبکه می گردد و حساسیت ولتاژ شبکه را نسبت به عدم تعادل بار کاهش می دهد.

WikiPower.ir

با توجه به بحثهای انجام شده روشهای سنتی به منظور کم کردن اثرات عدم تعادل که به صورت تواماً در شبکه انجام می گیرد عبارتند از:

- یکسان سازی توزیع بار بین فازها در طول شبکه
- افزایش سطح مقطع سیم نول به اندازه سیم فاز
- تثبیت ولتاژ نول در طول شبکه با زمین کردن موثر سیم نول در نقاط مختلف شبکه
- در ادامه به بحث بیشتر به تاثیر روشهای سنتی و روش پیشنهادی در یک شبکه نمونه خواهیم پرداخت.

۳) بررسی روشهای سنتی

شبکه نمونه شامل هفت گره توزیع بار می باشد امپدانس هر فاز شبکه در هر اسپان برابر ۰۱،۰J+۰۲،۰ اهم و امپدانس سیم نول نیز در هر اسپان ۰۴،۰ اهم می باشد ضریب قدرت بارهای شبکه یکسان و برابر ۹۰،۰ و ولتاژ ابتداء خط ۲۴۳ ولت می باشد. در این شبکه ابتداً فرض می کنیم بار توزیع شده در هر گره متعادل می باشد که در جدول یک اطلاعات پخش بار در این حالت نشان داده شده است.

همانگونه که ملاحظه می گردد افت ولتاژ در طول شبکه مناسب بوده و ولتاژ نقاط نول بارهای شبکه همواره ثابت و برابر صفر می باشد. تلفات شبکه در این حالت ۱۴kw که معادل ۷،۷٪می باشد.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	s	t	n	r	s	T
۰-۱	۲۳۵	۲۳۵	۲۳۵	۰	۸	۸	۸
۱-۲	۲۳۱	۲۳۱	۲۳۱	۰	۸	۸	۸
۲-۳	۲۲۷	۲۲۷	۲۲۷	۰	۸	۸	۸
۳-۴	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۰	۸	۸	۸
۴-۵	۲۲۲	۲۲۲	۲۲۲	۰	۸	۸	۸
۵-۶	۲۲۱	۲۲۱	۲۲۱	۰	۸	۸	۸
۶-۷	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۰	۸	۸	۸

در صورتیکه بار فاز R در هر گره دو کیلو وات افزایش یابد و بار فاز T، ۲kw کاهش یابد وضعیت پروفیل ولتاژ در طول شبکه به صورت جدول (۲) تغییر خواهد یافت.

همانگونه که مشاهده می گردد پروفیل ولتاژ فاز R به شدت کاهش یافته و ولتاژ فاز T در طول خط افزایش می یابد که در این حالت هر گونه افزایش بار در فاز R می تواند موجب ناپایداری شبکه گردد. در شهرهای بزرگ کشور از جمله تهران بدلیل استفاده روزافزون از کولرهای گازی که باری معادل ۲ تا ۳ کیلو وات را از شبکه می کشند، تحت شرایطی شبکه را کاملاً ناپایدار (نوسان شدید ولتاژ، فیدر سوزی، ترانس سوزی) می سازند.

در این حالت تلفات شبکه ۲۰kw که معادل ۱۱٪می باشد.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	r	S	T	N	r	S	T
۰-۱	۲۲۲	۲۲۴	۲۳۸	۵	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۱۴	۲۲۰	۲۳۸	۸	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۰۶	۲۱۶	۲۳۹	۱۱	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۰۱	۲۱۲	۲۳۹	۱۵	۱۰	۸	۶
۴-۵	۱۹۷	۲۰۹	۲۳۹	۱۸	۱۰	۸	۶
۵-۶	۱۹۴	۲۰۷	۲۴۰	۱۹	۱۰	۸	۶
۶-۷	۱۹۰	۲۰۶	۲۴۰	۲۰	۱۰	۸	۶

همانگونه که در دو حالت شبکه فوق ملاحظه گردید عدم تعادل بار در طول شبکه می تواند بطور چشمگیری کیفیت توان توزیع شده را کاهش داده و سبب عدم استفاده مناسب از تجهیزات منصوبه و افزایش تلفات شبکه گردد.

در ادامه روشهای سنتی مختلف را، که پیش از این درباره آنها صحبت شد بروی شبکه نمونه مورد مطالعه قرار می دهیم.

WikiPower.ir

الف) ایجاد تعادل بار تا حدامکان

یکی از روشهای کاهش اثرات عدم تعادل در شبکه تقسیم بارها با چگالی یکنواخت در طول شبکه است ولی بدلیل یکسان نبودن الگوی مصرف مشترکین این کار بسیار مشکل می باشد. یکی از راههای مناسب جهت کم کردن اثرات عدم تعادل بار انتخاب یک یا چند گره از شبکه جهت تعادل بار می باشد بگونه ای که جابجایی بار در شبکه به شکلی صورت گیرد که جریان نول برگشتی از شبکه به ترانس در این گره یا گرهها برابر صفر گردد. در شبکه نمونه گره ۴ انتخاب شده و تعادل بار گرههای بعد از آن صورت گرفته است که نتایج پخش بار در اینحالت در جدول (۳) آورده شده است.

همانگونه که ملاحظه می گردد انجام این تعادل بار در شبکه اثرات مطلوب در پروفیل ولتاژ شبکه دارد. ولی بدلیل عدم یکسان بودن مصرف مشترکین در زمانهای مختلف، افزایش بار فیدرها و تغییر مصرف بار سرمایشی مشترکین که سبب وزین شدن بارهای مشترکین و تغییرات شدید الگوی بار می شود رسیدن به چنین حالتی بسیار مشکل می باشد. در این حالت تلفات سیستم به ۱۷kw تقلیل می یابد.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	S	t	N	r	S	T
۰-۱	۲۲۶	۲۲۸	۲۳۳	۳	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۱۸	۲۲۱	۲۳۱	۴	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۱۳	۲۱۷	۲۲۹	۶	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۱۲	۲۱۷	۲۲۵	۶	۲	۸	۱۴
۴-۵	۲۰۴	۲۱۱	۲۲۵	۷	۱۰	۸	۶
۵-۶	۲۰۲	۲۰۹	۲۲۴	۹	۱۰	۸	۶
۶-۷	۲۰۰	۲۰۷	۲۲۴	۱۰	۱۰	۸	۶

WIKIPOWER.IR

ج)تاثیرات زمین کردن نول شبکه

زمین کردن سیم نول شبکه در برخی از نقاط در طول خط سبب تثبیت ولتاژ در طول فیدر در صورت وجود عدم تعادل در شبکه می باشد. شاید بتوان زمین کردن سیم نول در شبکه را همانند میخی تعبیر کرد که نقطهٔ صفر شبکه را محکم نگه داشته است که هر قدر مقاومت الکتریکی زمین کمتر باشد جابجایی نقطه صفر شبکه کمتر خواهد بود. سؤال اصلی در اینجا این است که مقاومت زمین جهت تعادل بار در شبکه نامتعادل چقدر باید باشد؟

در جداول بالا نتایج پخش بار شبکه نمونه در حالتی که نول باس ۷ به ترتیب به چاه ارتی با مقاومت الکتریکی صفر و یک اهم وصل گردیده نشان داده شده است.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	s	t	N	r	S	T
۰-۱	۲۲۶	۲۲۷	۲۳۲	۷	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۱۸	۲۲۱	۲۳۱	۶	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۱۴	۲۱۷	۲۳۰	۵	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۰۶	۲۱۴	۲۲۵	۴	۱۰	۸	۶
۴-۵	۲۰۶	۲۱۱	۲۲۵	۲	۱۰	۸	۶
۵-۶	۲۰۲	۲۰۹	۲۲۶	۱	۱۰	۸	۶
۶-۷	۲۰۱	۲۰۷	۲۲۶	۰	۱۰	۸	۶

در حالتی که نول گره ۷ با مقاومت صفر ارت گردد تلفات سیستم ۱۷kw و در حالتی که مقاومت زمین یک اهم باشد تلفات سیستم به ۱۹kw افزایش می یابد.

از نتایج آورده شده در جداول بالا و زیر می توان مشاهده کرد که هر چند زمین کردن نول شبکه می تواند تاثیرات مناسب در کیفیت ولتاژ شبکه های نامتعادل داشته باشد ولی شرط لازم آن این است که مقاومت زمین ناچیز باشد که رسیدن به چنین مقاومت الکتریکی زمین بسیار مشکل و نیاز به نگهداری مناسب نیز دارد.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	S	T	N	r	s	T
۰-۱	۲۲۲	۲۲۴	۲۳۸	۶	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۱۴	۲۲۰	۲۳۸	۳	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۰۶	۲۱۶	۲۳۹	۰	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۰۱	۲۱۲	۲۳۹	۴	۱۰	۸	۶
۴-۵	۱۹۷	۲۰۹	۲۳۹	۵	۱۰	۸	۶
۵-۶	۱۹۴	۲۰۷	۲۴۰	۶	۱۰	۸	۶
۶-۷	۱۹۰	۲۰۶	۲۴۰	۶	۱۰	۸	۶

علاوه بر دو روش سنتی فوق افزایش سطح مقطع سیم نول به اندازه سیم فاز نیز می تواند موجب بهبود پروفیل ولتاژ شبکه های نامتعادل شده که تاثیرات آن بسیار کم می باشد بطوریکه در شبکه نمونه ولتاژ فاز R در باس ۷ را کمتر از ۳ ولت افزایش و تلفات سیستم را به ۱۹kw تقلیل می دهد.

در بین سه روش سنتی یاد شده در فوق توزیع یکنواخت بار بین فازها در طول شبکه بیشترین تاثیر را در بهبود پروفیل ولتاژ فازهای شبکه های نامتعادل دارد ولی بدلیل غیریکنواخت بودن مصرف مشترکین این کار بسیار مشکل است. در مناطقی از کشور که بدلیل استفاده از تجهیزات سرمایشی با قدرت مصرف بالا معمولاً استفاده از روش اول غیرممکن می باشد. زمین کردن سیم نول شبکه نیز تاثیرات مناسب در بهبود پروفیل ولتاژ شبکه های نامتعادل دارد ولی شرط لازم آن ناچیز بودن مقاومت الکتریکی زمین (درحد صفر) می باشد که کاری بسیار مشکل است. افزایش سطح مقطع سیم نول هرچند تاثیراتی در بهبود پروفیل شبکه های نامتعادل دارد ولی تاثیرات آن چندان نبوده و علاوه بر هزینه بر بودن این فعالیت زمانبر نیز می باشد.

۴) متعادل سازی ولتاژ با جبرانساز خازنی

همانگونه که مشاهده گردید زمین کردن نول شبکه می تواند تاثیرات مطلوب در متعادل سازی ولتاژ شبکه های نامتعادل داشته باشد، به بیان دیگر اگر بتوانیم ولتاژ نول گره یا گرههای شبکه را صفر نماییم یا به مکان مطلوب انتقال دهیم به هدف خواسته شده دست خواهیم یافت. با توجه به این موضوع در ذیل تئوری حل مسئله جهت کنترل ولتاژ نول گره/گره های شبکه آورده شده است.

۴-۱) تئوری حل مسئله

اگر سه بانک خازنی در اختیار باشد و آنها را به صورت ستاره بهم وصل نماییم (شکل ۶)، جریان عبوری از نقطه ستاره این سیستم از رابطه (۴) قابل محاسبه می باشد.

$$I_{cn}=\left(\frac{Q_a}{V_n}\angle a+90+\frac{Q_b}{V_b}\angle\beta+90+\frac{Q_c}{V_c}\angle\gamma+90\right) \qquad (۴)$$

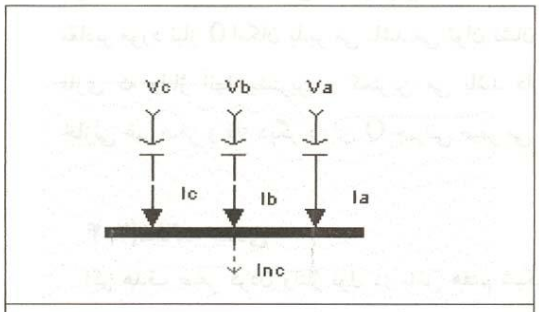
که در این رابطه:

Icn: جریان تزریقی به نول باس nام

Qa.Qb.Qc: قدرت راکتیو تزریقی به فازهای a,b,c

Va.Vb.Vc: اندازه ولتاژ فازهای a,b,c

α,β,γ: زاویه فازهای a,b,c



شکل(۶):بانک خازنی متعادل ساز

با توجه به رابطه فوق می توان نشان داد با تغییر حداقل دو متغیر از سه متغیر Qa.Qb.Qc مکان هندسی جریان Icn یک دایره می باشد. بنابراین عبور این جریان از یک مقاومت خاص سبب ایجاد یک ولتاژ با مکان هندسی دایره می گردد.

با توجه به مطالب فوق جهت جابجایی نقطه نول در گره nام از شبکه می توان از مجموعه روابط (۵) مقادیر متغیرهای مورد نیاز را محاسبه نمود.

$$V_a + V_b + V_c - 3V_n = 3V_o \qquad (۱-۵)$$

$$V_a + V_b + V_c - 3V_n = 3V' \qquad (۲-۵)$$

از تفاضل دو رابطه فوق داریم.

$$V'_n = V_o + V_n - V'_o \qquad (۳-۵)$$

$$\Rightarrow V_A = V'_n - V_n = V_o - V'_o$$

که در این رابطه:

V_A: تغییرات ولتاژ نول گره nام جهت رسیدن به ولتاژ مورد نظر

VO:توالی صفر ولتاژ سه فاز در باس n قبل از جبران

$V'O$: توالی صفر ولتاژ سه فاز در باس n بعد از جبران

V'_n: ولتاژ مورد نظر نول گره nام

Vn: ولتاژ گره nام

می باشد. جهت دستیابی به ولتاژ مورد نظر (V_A) با توجه به روابط (۴) و (۵) رابطه ذیل پیشنهاد می گردد.

$$V_A = \left(\frac{Q_a}{V_a} \angle a + 90 + \frac{Q_b}{V_b} \angle \beta + 90 + \frac{Q_c}{V_c} \angle \gamma + 90 \right) * R_n \qquad (۶)$$

که در این رابطه:

Rn: امپدانس نول دیده شده از گره nام می باشد.

با توجه به رابطه (۶) و حل همزمان دو معادله دو مجهول این دستگاه (قسمت حقیقی و موهومی) امکان دستیابی به مقادیر مورد نیاز Q امکان پذیر می باشد. می توان نشان داد دو فازی که ولتاژ آنها بیشترین و کمترین می باشد دارای Q خازنی غیر صفر و فاز دیگر دارای Q جبرانی صفر می باشد.

۴-۲) مطالعه عددی

اگر هدف صفر کردن ولتاژ نول در باس هفتم شبکه مورد مطالعه باشد در این صورت طبق رابطه (۵-۳) مقدار تغییرات ولتاژ مورد نیاز در نول باس ۷ برابر است با:

$$V_A = 29.5\angle 134$$

$$Van7 = 190\angle -28$$

$$Vbn7 = 205\angle -150$$

$$Vcn7 = 240\angle 90$$

بنابراین با توجه به رابطه (۶) جهت رسیدن به هدف لازم است مقدار مورد نیاز بار راکتیو هر فاز عبارت است از:

$$Qa7 = 21.5k\ \text{var} \& Qc7 = 12.5k\ \text{var} \& Qb = 0$$

که نتایج پخش بار با اعمال توانهای راکتیو فوق به باس ۷ در جدول زیر آورده شده است.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	s	T	N	r	S	T
۰-۱	۲۲۷	۲۲۶	۲۴۰	۳	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۱۶	۲۱۶	۲۳۶	۴	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۱۴	۲۱۶	۲۳۵	۵	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۱۲	۲۱۳	۲۳۳	۵	۱۰	۸	۶
۴-۵	۲۱۱	۲۱۲	۲۳۱	۵	۱۰	۸	۶
۵-۶	۲۱۰	۲۲۱	۲۲۷	۲	۱۰	۸	۶
۶-۷	۲۱۰	۲۱۱	۲۲۴	۰	۱۰	۸	۶

WikiPower.ir

همانگونه که ملاحظه می گردد علاوه بر صفر شدن ولتاژ نول در باس ۷ ولتاژ شبکه نسبت به حالتی که نول گره ۷ زمین کامل شده بود بهبود یافته است که علت آن بهبود ضریب قدرت شبکه می باشد.

در این حالت تلفات شبکه ۱۵kw می باشد که نسبت به حالت اولیه ۵kw کاهش یافته است.

اگر هدف متعادل سازی کامل ولتاژ نول در گره ۷ باشد، در این صورت

$$V_A = V_n' - V_n = V0$$

می گردد که به این ترتیب مقدار بار راکتیو مورد نیاز در هر فاز عبارت است از:

$$k\,\text{var\&}\,Qb = 22k\,\text{var\&}\,Qc7 = 35Qa7 =$$

که نتایج پخش بار با اعمال توانهای راکتیو فوق به باس ۷ در جدول (۷) آورده شده است.

Sec	Volt.(v)				P(kw)		
	R	s	T	N	r	S	T
۰-۱	۲۳۳	۲۲۷	۲۳۸	۱	۱۰	۸	۶
۱-۲	۲۳۳	۲۲۵	۲۳۶	۲	۱۰	۸	۶
۲-۳	۲۲۰	۲۱۹	۲۳۶	۱	۱۰	۸	۶
۳-۴	۲۱۹	۲۱۸	۲۳۳	۰	۱۰	۸	۶
۴-۵	۲۱۹	۲۱۸	۲۲۶	۲	۱۰	۸	۶
۵-۶	۲۱۹	۲۱۸	۲۲۱	۶	۱۰	۸	۶
۶-۷	۲۱۹	۲۱۹	۲۱۹	۱۰	۱۰	۸	۶

همانگونه که از نتایج آورده شده در جدول بالا مشخص است اعمال روش پیشنهادی بر روی شبکه های نامتعادل سبب بهبود کامل پروفیل ولتاژ سه فاز در طول شبکه می گردد در این حالت تلفات شبکه نیز ۵،۱۶kw می باشد که نسبت به حالت اولیه ۵،۳kw کاهش یافته است.

ذکر این نکته ضروری است که با توجه به تغییرات بار شبکه در هر لحظه لازم است مدار کنترلی طراحی شود که با توجه به تغییرات ولتاژ گره قدرت راکتیو مورد نیاز هر لحظه را محاسبه و در مدار قرار دهد که در حال حاضر این مدار طراحی و در دست ساخت می باشد . روش فوق به صورت استاتیکی (بدون مدار کنترلی) در شبکه توزیع مورد آزمایش واقع شده است که نتایج آن بسیار مطلوب ارزیابی شده است .

۵) نتیجه گیری و پیشنهادات

یکی از وظایف شرکتهای برق توزیع انرژی با کیفیت به مشترکین شبکه می باشد. عدم تعادل بار یکی از عوامل مهم در کاهش کیفیت انرژی الکتریکی توزیع شده می باشد این پدیده عاملی مهم جهت ایجاد نوسان در شبکه های فشار ضعیف توزیع می باشد. در این مقاله سعی گردید با شناسایی این پدیده راههای مناسب جهت رفع آن در شبکه مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به اهمیت مشکل نوسان در شبکه های موجود لازم است روشهای پیشنهادی در این مقاله در اینگونه شبکه ها اعمال گردد.

یکی از ویژگیهای مقاله وجود مدل سازی اثر زمین کردن سیم نول در طول شبکه می باشد که تاکنون در مقاله های تهیه شده در این زمینه به این موضوع پرداخته نشده است.

پیشنهادات ارائه شده در این مقاله برروی یک فیدر فشار ضعیف شبکه توزیع مورد بررسی قرار گرفته که نتایج بدست آمده حاکی از مطلوب بودن روش می باشد.

یکی از روشهای جدید جهت کاهش نوسان و تلفات شبکه استفاده از تجهیزات نیمه هادی جهت تزریق یک جریان مخالف جریان نول و کنترل جریان راکتیو می باشد که بدلیل هزینه بر بودن آن در حال حاضر استفاده از این تجهیزات در شبکه های توزیع در حد مطالعاتی می باشد.

۱-۱-۴- روش چهارم - اصلاح اتصالات ثابت در شبکه های توزیع فشار ضعیف

۱-۱-۵-

هدف از ارائه این بحث ارائه نقش اتصالات ثابت در شبکه های فشار ضعیف توزیع می باشد. به طور کمی و کیفی اثر روشهای متعارف و غیراستاندارد اتصالات در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط از نقطه نظر افزایش تلفات انرژی، نوسانات ولتاژ و کاهش ضریب اطمینان در امور برق رسانی در سیستم توزیع انرژی الکتریکی در این مقاله مورد بررسی قرار می گیرد، همچنین محور اصلی مطالب ارائه شده تحلیل تئوریک پدیده ها و مشخص کردن فرایند فیزیکی افزایش مقاومت در محل اتصال که می تواند ناشی از تغییرات مکانیکی، فیزیکی، شیمیایی و حرارتی در نقاط اتصال با توجه به موارد عملی تجربه شده می باشد. با توجه به اتصالات فراوان خصوصاً در شبکه های فشار ضعیف توزیع و مقاومتهای ایجاد شده که بر اثر اتصالات ایجاد می شود تلفات انرژی الکتریکی بوجود آمده و در بسیار از موارد از تلفات ژولی مسیر فراتر میرود. بنابراین فلوچارت شناسایی دلایل ایجاد مقاومت در اثر اتصالات به رفع آن کمک می کند و با کمک دستگاه ترموویژن می توان میزان حرارت ایجاد شده را بدست آورد و توان هدر رفته قابل محاسبه می باشد.

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

مقدمه:

یکی از عوامل موثر در افزایش تلفات در سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی اتصالات ثابت می باشد و از آنجائیکه تعداد این اتصالات در شبکه های فشار ضعیف و فشار متوسط و تابلوهای توزیع بسیار زیاد است اتلاف انرژی به صورتهای مختلف اتفاق می افتد، که متاسفانه از دیدگاه مهندسی کم اهمیت جلوه نموده و اثر آن ناچیز پنداشته شده است، لذا در این بحث به بررسی پارامترهای موثر در ایجاد و کاهش تلفات ناشی از اتصالات ثابت می پردازیم. تا اهمیت آن مشخص گردیده و بتوان با اصلاحاتی که در شبکه های توزیع وجود دارد از به هدر رفتن مقدار زیادی از انرژی الکتریکی جلوگیری نمود. بدیهی است یکی از الویتهای اجرائی کاهش تلفات می تواند مسئله قفل و بستها قرار گرفته و کاربردی سود، چه بسا در نگهداری و بهره برداری شبکه های توزیع گاهاً این موضوع مدنظر قرار دارد.

اجزاء تلفات توزیع انرژی الکتریکی شامل موارد ذیل است:

تلفات ژولی هادیها، تلفات ناشی از عدم تناسب بین ظرفیت ترانس و بار مصرفی، تلفات ناشی از نشتی جریان، تلفات ناشی از اتصالات سست، تلفات ناشی از بی باری و بارداری ترانسفورماتورها، تلفات ناشی از نامطلوب بودن ضریب قدرت، تلفات ناشی از اشجار در مسیر شبکه های هوائی توزیع، تلفات ناشی از نامتعادلی بار.

حال میتوان این پرسش را مطرح نمود که واقعاً چه سهمی از تلفات ناشی از اتصالات سست و نشتی جریان می باشد که در این بحث سعی شده است عوامل موثر مورد بررسی قرار گیرد. بدیهی است که برای هر شبکه با خصوصیات و ویژگیهای مختص به خودش از جمله قدمت، میزان بارگیری و پارامترهای دیگر این درصد می تواند تغییر کند. همانگونه که از تصاویر پیوستهای شماره ۲ و ۳ این بحث آشکار می شود اتصالات سست علاوه بر تلفات دائمی می توانند باعث قطع فیدر فشار ضعیف شده و تلفات ناشی از عدم توزیع بار را بدنبال داشته باشد. پس اهمیت این موضوع کاملاً آشکار می شود و می تواند بصورت کاربردی اجرا گردد.

شایان ذکر است که تلفات فنی و غیرفنی با اندازه گیری انرژی تحویلی و انرژی توزیع شده برای یک منطقه آماری به حدود ۷۰۰ هزار مشترک ۱۸/۸٪ در سال ۱۳۸۳ می باشد که قابل توجه بوده و کم کردن آن با اجزاء مورد اشاره بالا ضروری بنظر میرسد.

WikiPower.ir

اتصالات:

هرسیستم الکتریکی متشکل از قسمتهای کوچکتر می باشد که انرژی انتقالی بناچار از محل اتصال یا تماس دو یا چند قطعه عبور می نماید که به آن نقطه تماس الکتریکی (Point of Electrical contact) گویند وجود اتصالات در مسیر عبور جریان الکتریکی در حالت کلی امری اجتناب ناپذیر بوده و به صورت زیر قابل تفکیک است:

اتصالات ایستا یا ثابت (Stationary Contact):

جمپرها، ترمینالها و انواع اتصالات ثابت (قفل و بست ها) کلیدها، سکسیونرها، کنتاکتورها میتوان نام برد.

اتصال لغزشی (Sliding Contact):

کلیدهای غلطکی، جاروبک، پتاسیومتر و غیره نام برد اتصالات ثابت و لغزشی باید دارای ویژگیهای استاندارد زیر باشند:

۱- دارا بودن حداقل مقاومت الکتریکی در مسیر عبور جریان برای کنتاکتها و اتصالات ثابت

توانائی تحمل تنش حرارتی و مکانیکی در صورت بروز اتصالی و اضافه جریان

که در اینگونه اتصالات مقاومت نقطه تماس اتصال چند میلی اهم بوده و در مقاطع کوتاه تا چند صد میلی اهم می تواند تغییر نماید. حال با توجه به وجود تعداد زیاد اتصالات به عنوان نمونه در یک تابلو که شامل کنتاکتور کلید فیوز کلید اتومات و اتصالات باس بار و موارد زیاد دیگر می باشد.

ممکن است برای توزیع ۸۰۰ آمپر جریان الکتریکی حداقل ۱۵ آمپر در شرایط بسیار مطلوب بدلیل اتصالات نادرست به هدر رود. با استفاده از تجربیات عملی و اندازه گیری با دوربین ترموویژن الگوریتم پیوست یک برای تجزیه و تحلیل ارائه میگردد.

ویژگیهای اتصالات ثابت:

در راستای الگوریتم ارائه شده به شناسائی عوارض و به تبع آن عوامل مهم در افزایش مقاومت اتصال نقاط تماسی می پردازیم هدف از بحث اتصالات ثابت، کاهش تلفات انرژی، نوسانات ولتاژ و جریان و عدم قطع مسیر انتقال انرژی می باشد که بصورت افزایش مقاومت الکتریکی، ایجاد فاصله و یا افزایش مقاومت بصورت متغیر در نقاط تماس و یا گسیختگی محل اتصال آشکار می گردد و می تواند ناشی از فرایندهای زیر باشد.

الف- افزایش مقاومت الکتریکی:

در اثر عبور جریان در شرایط رطوبت و دمای بالا محل اتصال منجر به اکسداسیون سطحی و خوردگی ناشی از سایش مکرر میگردد که خود باعث ایجاد فاصله بین دو سطح می شود و وجود گرد و خاک و لایه ای چربی مقاومت سطح تماس را افزایش می دهد.

ب- نوسانات ولتاژ و جریان:

نوسانات ولتاژ و جریان ناشی از ایجاد فاصله بین دو سطح تماس، که به صورت قوسهای الکتریکی با فرکانسهای نامعین برقرار می شود و در ولتاژ شبکه بصورت ناگهانی با عامل موج اصلی انتقال انرژی به دستگاههای مصرفی انتقال می یابد، از طرف دیگر رانش هوای جوی در حالت طبیعی نیز بر تداوم موقعیت نقاط برقراری قوسها اثر گذاشته و بر مولفه نوسانی جریان عبوری نیز تاثیر دارد که به نوبهٔ خود در تلفات و نهایت در نوسانات موثر است.

ج- قطع جریان انرژی:

این پدیده بستگی مطلق به افزایش مقاومت بین دو سطح و به تبع آن افزایش دما و نهایتا گسیختگی اتصال در اثر ذوب شدن دارد و می تواند ناشی از فرم نامناسب اتصال بویژه در جمپرها باشد.

مقاومت نقاط اتصال:

دو سطح هر چند صاف و تمیز فلزی هرگاه به هم فشرده شوند در یک یا چند ناحیهٔ خیلی کوچک در سطح با هم تماس دارند نه در تمام سطح.

مقاومت نقاط اتصال، برای سطوح مسطح و همجنس دارای مقاومتی است که بصورت مقابل تعریف می شود:

مقاومت ماده نقاط اتصال: p

تعداد نقاط اتصال: n

تعداد متوسط سطح تماس: a

$$R = \frac{P}{2na}$$

عوامل موثر در مقاومت اتصال (نقاط تماس) در حالت میکروسکوپیک عبارتند از:

۱- مقاومت فشاری (Constriction Resistance):

این مقاومت از نوع انقباضی ناشی از فشار دو سطح بوده که فرم ساده محاسبه آن در سطور قبل آمده است.

۲- مقاومت لایه اس براساس اثر تونل (FilmResistance of Tunnel effect):

معولاً لایه اکسید یا سولفات فلز محل اتصال، بصورت غشاء نازک در حد چند انگسترم می تواند مقاومت قابل توجهی در مسیر عبور جریان ایجاد نماید در این حالت توجیه عبور جریان براساس مکانیک موجی، مشابه عبور نور از یک غشاء فلزی با ضخامت قابل مقایسه با طول موج آن می باشد.

۳- مقاومت لایه چسبنده (Cohere Resistance):

هرگاه لایه یا غشاء حائل (اکسید و یا سولفات) از ضخامت بالائی $(300^0 A)$ برخوردار باشد در این حالت ولتاژ $(2-100^v)$ بین دو سر اتصال برقرار می شود که با توجه به نوع فلز اتصال و ساختار مولکولی لایه مشابه عایقها، شکست در لایه، اتفاق افتاده و در مرز حالت ذوب برای فلز سطح تماس،

به ولتاژ حدود 0.5^{v} کاهش می یابد که این پدیده می تواند تاثیر نوسانی ولتاژ نیز به همراه داشته باشد.

۴- مقاومت ناشی از گرد و خاک (Dust Resistance):

گرد و غبار موجود در هوای آزاد می تواند به تدریج، بویژه در مناطق آلوده، غشائی از خاک به ضخامت $m\mu 1$ ایجاد نماید البته در محیط باز عواملی چون ریزش باران و شستشوی طبیعی و یا خشک شدن گرد و غبار و رانش هوا، مانع ایجاد لایه ضخیم می شود. همچنین فشار نیروها به میزان ۱۵ میلیگرم می تواند به آسانی موجب حذف لایه گرد و خاک گردیده اما لایه اکسید را از بین نمی برد. مقاومتهای بزرگ حتی تا ۱۰ اهم می تواند، در حالتیکه فشار بین سطوح کنتاکتها کم باشد، (در حد کمتر از ۱ میلی گرم نیرو) بوجود آید. پائین تر از این حد معمولاً بیشتر از ۱۰۰ اهم می باشد، معمولاً مقادیر اندازه گیری شده در عمل به علت عدم رعایت کلیه جوانب از لحاظ اندازه گیری مقادیر بیشتری را نشان می دهد. مقاومت محل تماس بطور کلی مقاومت تماسی یا اتصال سطحی (Contact Surface Resistance) نامیده می شود و در صورت اعمال نیروی نگهدارنده (فنر – کلمپ) با اندازه گیریهای انجام شده به فرمول تجربی زیر می توان دست یافت:

E: ضریبی است که به جنس، شکل، صافی سطح تماس، میزان آلودگی ، میزان اکسیده شدن فلزات بستگی دارد.

N: عدد نمائی که می تواند بستگی به تعداد نقاط تماس داشته و تابع چگونگی شکل (نقطه، خط، سطح) محل تماس می باشد.

برای تماس نقطه ای محل اتصال: $n = 0.5$

برای تماس در یک خط محل اتصال: $n = 0.7 - 0.8$

برای سطوح با چند نقطه تماس: $n = 0.7 - 1$

برای تماس سطح با سطح $n = 1$

$$R_{cr}(\Omega)=\frac{E}{F^{n}}$$

$Gopper..1.0^{*}10^{-3}$

$Silver..0.5^{*}10^{-3}$

$Tin...5^{*}10^{-3}$

$Alu\ \min um.1.6^{*}10^{-3}$

$Brass...^{*}6.7^{*}10^{-3}$

$Steel...76^{*}10^{-3}$

F(N): نیروی فشارنده دو سطح به یکدیگر

انواع اتصالات از نقطه نظر شکل اتصال عبارتند از:

۱- اتصال نقطه ای (Point contact): مانند کنتاکتهای کروی – مخروطی – صفحه و ... که در این حالات NCA و ACA برابرند.

۲- اتصالات طولی یا خطی (Line contact): مانند اتصال رشته سیمهای هوائی بیکدیگر یا رئوستا، در این حالت حداقل در دو نقطه یا سطح کوچک با هم تماس دارند.

۳- اتصالات صفحه ای (Plane contact): مانند اتصال کنتاکتهای کلیدها، سکسیونرها، در اینصورت در حداقل سه نقطه یا سطح کوچک تماس بین دو صفحه برقرار است.

هر نوع اتصال الکتریکی ثابت به عنوان یک هادی با مقطع متغیر در بهترین شرایط بدلیل وجود عوامل زیر، رفتار می کند.

عوامل محیطی و خارجی طبیعی، مانند اثر عوارض جوی (رطوبت، دما، گرد و غبار، املاح شیمیائی ناشی از آن).

عوامل درونی اتصال همانند اثرات ناشی از عبور جریان زیاد و تنش های مکانیکی، حرارتی و تغییرات شیمیائی ناشی از آن.

عوامل مصنوعی که ناشی از دخالت انسان بصورت طراحی، ساخت و بهره برداری غیراستاندارد و یا نامتناسب با شرایط محیطی و انسانی.

اثر عبور جریان الکتریکی در اتصالات:

اثر حرارتی: با توجه به اینکه ضریب حرارتی اکثر فلزات مثبت است افزایش جریان مترادف با افزایش مقاومت نقطهٔ اتصال است، اما از طرفی دیگر افزایش حرارت ناشی از عبور جریان می تواند با توجه به انبساط فلز موجب افزایش سطح تماس و کاهش مقاومت شود.

رابطه زیر اثر حرارت را در مقاومت نشان می دهد:

$$R_{c.r/hot} = Rc.r.cold\,(1+\frac{2}{3}.a.\theta)$$

عامل مهمی که در کاهش اثر اکسیداسیون سطحی، افزایش نقاط تماس، جلوگیری از تغییر و ناهمواری سطوح تماس نقش تعیین کننده ای داشته و در نهایت برکاهش مقاومت محل تاس تاثیر گذار می باشد نیروی فشارنده دو سطح (F) است. اما قبل از اینکه به این عنصر مهم بپردازیم به اثرات و رابطه ولتاژ بین دو سطح تماس با خوردگی و تغییر مقاومت ها و افزایش حرارت بین دو سطح به شکل ذیل ارائه می گردد.

افت ولتاژ بین دو سطح تماس $(V)_{c.r}$ بستگی به عواملی چون مقاومت تماس یا ایستا $(R_{c.r})$ تفاوت درجه حرارت فلزات محل اتصال و محیط (τ_c) و ضریب هدایت حرارتی سطوح فلزی λ و سطح تماس دارد.

فرمول های تجربی که مقاومت $R_{c.r}$ بستگی به مقاومت نقطه تماس p و شعاع متوسط سطح تماس r و نیروی فشارند در دو سطح F و ضریب تحمل سختی مواد اتصال وابسته است:

p : مقاومت نقطه تماس

r: شعاع متوسط سطح تماس

F: نیروی فشارنده در دو سطح

σ: ضریب تحمل سختی مواد اتصال

$$V_{c.r} = \sqrt{r}\lambda.\tau_c R_{cr}$$

$$R_{c.r} = \frac{P}{2r} \Rightarrow \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{F}{\pi\sigma}4}$$

با مقایسه مقادیر افت ولتاژ بین دو سطح اتصال برای مس و نقره ملاحظه می شود در صورت وجود نیروی فشارنده کافی (F) بین دو سطح مقدار افت ولتاژ بین $10-50_{mv}$ در حالت نرمال می باشد، اما اگر نیروی F نباشد و یا بدلیلی کاهش یابد چطور؟

فرض در فرمول فوق بدلیل کاهش نیرو بمیزان ۵۰٪، مقدار r و از آنجا R_{cr} چه میزان افزایش می یابد هر چند از این تغییرات با فرض خطی بودن تغییرات سطوح، بوده است که الزاماً اینگونه نمی باشد و می تواند افت ولتاژ بیشتر باشد و با توجه به اینکه عملاً تا ۱۵۰۰۰۰ برابر می تواند افزایش یابد ملاحظه می شود که می تواند چه افت ولتاژی باشد هر چند تغییرات انبساط سطوح در اثر حرارت در کاهش مقاومت در هنگام عبور جریان موثر است اما به بهای ایجاد نوسانات ولتاژ در شروع بارگذاری شبکه که نیاز به تحقیق بیشتری دارد. فرمول های زیر با توجه به روابط مذکور اهمیت افزایش سطح تماس در کاهش مقاومت اتصال و نیاز به نیروی فشارنده را تایید می نماید.

$$F \to 0.5F \Rightarrow R_{cr} \to 1.4R_{cr}$$

$$V_{c.r} = p.I\sqrt{\frac{\pi\sigma}{F}}$$

نتایج بدست آمده بیانگر تغییرات مقاومت اتصال با ولتاژ دو سر آن می باشد، که بازای نیروی حداقل $0.5grf$ از نقطه A تا E که مرز نهائی حالت پلاستیکی فلز می باشد بیانگر کاهش مقاومت بوده، اما ولتاژ مقادیر افزایشی را نشان می دهد (تا حدود $0.5v$ برای مس).

با توجه به مطالعاتی که در خطوط توزیع انجام شد این نتیجه بدست آمد که در صورت استفاده از تجهیزات مادون قرمز مانند دستگاه ترموویژن امکان اندازه گیری on-line بدون قطعی در سرویس

برای مقاومت ایجاد شده از اتصالات نادرست در تجهیزات را به وجود می آورد. تصاویر پیوست شماره دو که توسط دستگاه ترموویژن گرفته شده اثر حرارت را در اتصالات نشان می دهد.

اثر دینامیکی اتصلات:

۱- اثر فشردگی (Pinch effect):

در صورتیکه از گاز یا سیال یا فلزی جریان زیادی بگذرد نیروهای الکترومغناطیسی با مسیرهای نامعین (مدنظر حالتی که فلز صورت تقریباً جامد و حامل جریان است می باشد) بوجود می آید. در این حالت هادی مذاب مشابه تعدادی هادی نازکتر و موازی که جریان بصورت چند شاخه از آنها عبور می کند تجسم می شود. این هادیهای فیبری فرضی در این حالت جذب یکدیگر می گردد و در نتیجه موجب تخریب می شوند و اگر مقطع هادی یکنواخت باشد باعث کاهش نقاط تماس و احتمالا برش و گسیختگی هادی شود (بنابراین باید جمپرها هم مقطع هادی متصل به آن باشد) وجود کلمپ در این حالت به ثبات مقاومت محل تماس در مقدار اولیه خود و کاهش اثر مزبور کمک می نماید.

۲. اثر کششی (Stretch Effect):

در شکل شماتیک شماره (۱) هر گاه نقاط A و B محل اتصال جمپرها باشد در صورت عبور جریان زیاد، نیروهای حاصل الکترومغناطیسی، سعی می کنند جمپر (AB) را بصورت نیم دایره درآورند تا سطح محصور بین دو سر سیم ماکزیمم شود در این حالت در واقع ماکزیمم فلوی ناشی از جریان امکان عبور از حداکثر سطح ممکن را خواهد داشت، در واقع هادی (جمپر) واسطه، که حامل جریان است، سعی می کند از محیط چگالی شار بیشتر میدان مغناطیسی به محیط با دانسیته شار کمتر رانده شود به عبارت دیگر در این حالت انرژی الکترومغناطیسی بطور شعاعی در امتداد شعاعهای نیم دایره با مولفه های تقریباً یکسان توزیع شده و نیروی گسیختگی کمتری در محل اتصالات وارد می شود. جهت تحلیل دقیق تر، نیروی الکترومغناطیسی اخیر را محاسبه می نمائیم.

$$F_{R'} = \frac{1}{2.I^2.\frac{dl}{dR}}$$

$$L = \mu.R(Ln\frac{8R}{r} - 1.75)$$

$$f_R = \frac{F}{2\mu R}$$

$$F_R = \int_0^{\frac{\mu}{2}} F_R.Ros\varphi d\varphi = F_R.R$$

$$F_R = 10^{-7}.i^2.(Ln\frac{8R}{r} - 0.75)$$

WikiPower.ir

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

نتیجه:

با توجه به اینکه شبکه های توزیع انرژی الکتریکی هوایی و زمینی به مقدار زیادی توسعه یافته و همچنین رشد فزاینده احداث اینگونه شبکه ها وجود دارد. بدرستی استفاده نشدن مقاومتهای فشاری لایه ای ناشی از گرد و خاک و ... به میزان قابل توجهی علاوه بر اینکه پارامترهای الکتریکی مثل افت ولتاژ را ایجاد می کند باعث اتلاف بیش از حد انرژی می گردد بنابراین با توجه به مطالعه انجام شده نتایج ذیل پیشنهاد می گردد:

۱. در طراحی و احداث شبکه ها باید حد امکان از احداث سکشن های بی رویه که جمپر و قفل و بستهای زیادی را می طلبد پرهیز نمائیم.

۲. شکل جمپر در صورت تفاوت مقاطع سیمها در محل اتصال حتی المقدور نیم دایره با استفاده از مقره ثابت جهت نگهداری وسط جمپر باشد، حفظ شود.

۳. استفاده از تکنیک اتصال جوشکاری انفجاری بجای اتصالات مکانیکی در سیستمهای اتصال زمین به شبکه

۴. استفاده مناسب و بجا از مقاطع قفل و بست و بوش و کابلشوها، بنابراین بهره برداران به هیچ وجه نباید از اندازه های غیرمجاز استفاده نمایند

۵. به کارگیری و استفاده درست از کابلشوها در محل اتصالات و پرهیز از استفاده از کالاهای غیراستاندارد

۶. داشتن اطلاعات و شناخت کافی از سوی بهره برداران در استفاده از قفل و بست ها

۷. دقت و کنترل در نحوهٔ بارگیری مجاز از شبکه ها و جمپرها

۸. جنس اتصالات مرغوب انتخاب شود

۹. استحکام اتصالات کنترل شود

۱۰. همسانی مقاطع جمپرها و همخوانی آنها با سیم اصلی شبکه رعایت گردد

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

۱۱. استفاده از دوربین حرارتی ترموویژن در جهت کنترل و بازدید نقاط اتصالات شبکه و تجهیزات در جهت حذف بازدیدهای سنتی، کم اثر و وقت گیر

WikiPower.ir

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

نتیجه نهائی این پایان نامه :

گستردگی شبکه توزیع در کشور سبب و همچنین هزینهٔ بالای تولید برق سبب شده است که شرکتهای برق درصدد کاهش تلفات در مسیر توزیع برق، برآیند. لذا هر ساله این موضوع به عنوان یک پروژه در شرکتهای مشاوره ای برق وزارت نیرو مطرح است.

در این پروژه ابتدا عواملی که سبب ایجاد تلفات می شوند را برشمرده و سپس با ارائه ۴ روش عملی، چگونگی کاهش تلفات در خطوط فشار ضعیف شرح داده شد.

روش اول: خازن گذاری

روش دوم: تجدید آرایش شبکه های توزیع

روش سوم: متعادل سازی ولتاژ و بهبود کیفیت توان

روش چهارم: اصلاح اتصالات ثابت در شبکه توزیع

البته در خطوط فشار متوسط و فشار بالا نیز روشهایی وجود دارد که در این پروژه به آنها اشاره ای نشده است. امید است که با انجام این گونه اقدامات علمی تلفات در شبکه های توزیع کشور کاهش یابد و شاهد رشد صنعت برق در کشور باشیم.

WikiPower.ir

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

مراجع و منابع

۱)کتاب اولین کنفرانس تلفات الکتریکی , چاپ شرکت برق منطقه ای تهران

۲) پروژه کاهش تلفات شهر کرمان , شرکت متن بخش توزیع و انتقال

۳)مجموعه مقالات سیستمهای توزیع , نوزدهمین کنفرانس بین المللی برق –تهران-۱۳۸۳

WikiPower.ir