

بهینه سازی پخش توان در سیستم های فشار ضعیف به کمک الگوریتم پیشرفته و استفاده از آن در طراحی ها به کمک نرم افزار طراحی تاسیسات الکتریکی جدید

محمد پرهام فر¹

1- فنی و حرفه ای استان اصفهان-مرکز شهید رجایی

چکیده - به علت کمبود نرم افزار های مناسب برای طراحی اصولی تابلوهای برق و محاسبات پخش توان بر روی سه فاز، این طراحی ها بدون رعایت کردن استانداردهای مناسب و یا با صرف زمان زیاد و همراه با خطا صورت می گیرد. در این مقاله سعی بر این است تا با به کارگیری قوانین رایج و معتبر در طراحی و با صرف کمترین زمان ممکن بتوان طراحی مناسب تابلو برق را انجام داد. به این منظور نرم افزار جدیدی ارایه شده که با به کارگیری یک الگوریتم بهینه برای پخش توان، علاوه بر کاهش عدم تعادل بار، محاسبات مناسب را با توجه به استانداردهای موجود ارایه می دهد. این نرم افزار در صورت استفاده در سیستمهای توزیع می تواند با کمینه نمودن عدم تعادل، نقش بسیار بزرگی در بهینه سازی سیستمهای توزیع ارایه کند.

کلید واژه - سیستم های توزیع، نرم افزارهای برق، پخش بار سه فاز.

نوشته، دارای امکانات متنوعی از قبیل: طراحی تابلوهای برق ساختمان، طراحی تابلو برق مراکز صنعتی، طراحی تعداد دتکتور، مدارات فرمان و حفاظت موتور، تصحیح ضریب توان، اتصال زمین، محاسبات سطح مقطع، استانداردهای آسانسور می باشد. نقطه قوت این نرم افزار نسبت به نمونه های مشابه طراحی تابلو برق می باشد که از یک الگوریتم جدیدی جهت طراحی ها کمک گرفته و می تواند نقش مهمی در بهینه سازی سیستمهای فشار ضعیف داشته باشد. به همین دلیل در ادامه مقاله فقط همین قسمت مورد بررسی قرار می گیرد.

1-1-

الگوریتم کلی نرم افزار برای تعیین محاسبات مربوط به هر انشعاب فشار ضعیف بر اساس استانداردهای موجود در شکل 2 نشان داده شده است. این الگوریتم در دو بخش کلی تعیین

I.

روشهای سنتی که برای طراحی تابلوهای برق انجام می شود، علاوه بر صرف زمان زیاد و خطای قابل ملاحظه، در تقسیم بار بین سه فاز دقت کافی را ندارد، این تقسیم نامناسب توان، با اثرگذاری در لایه های بالاتر سیستم قدرت، باعث کاهش توانایی سیستم می شود. معیار این طراحی ها روش های معمول و بدون استفاده از الگوریتم های پیشرفته در برنامه نویسی می باشد. در این مقاله یک برنامه رایانه ای جدید در زمینه تهیه نقشه های تابلوهای برق همراه با یک الگوریتم مناسب برای پخش بار ارایه گردیده که به کمک آن می توان مراحل طراحی را با سرعت و دقت بالا در نظر گرفتن حداکثر تعادل در سیستم توزیع انجام داد.

II.

این نرم افزار که برای طراحی تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف و بر مبنای استانداردهای IEC و ملی ایران [۴، ۵]

سطح مقطع و الگوریتم پخش بار تشریح

می گردد.

وجود بارهای تکفاز باعث عدم تعادل در سیستم می گردد. بنابراین این با استفاده از یک روش مناسب در طراحی ها می توان مشکل بار تکفاز و عدم تعادل سیستم را تا حدی کاهش داد.

عدم تعادل بار باعث به وجود آمدن مشکلات زیادی مانند کاهش عمر ترانسفورماتورها، خارج شدن ولتاژهای فاز و خط از شکل طبیعی خود، کاهش یافتن مقادیر نامی ترانسفورماتورها و... می شود. بدین منظور الگوریتم جدیدی در نظر گرفته شده است تا با کمینه نمودن عدم تعادل بار در طراحی ها باعث بهینه کردن پخش بار سه فاز گرد

برای این که پخش بار مناسبی بر روی سه فاز داشته باشیم، باید دنبال راه حلی باشیم تا بتوان اعداد را به گونه ای در سه آرایه قرار دهیم تا به نحوی درون آرایه تقسیم گردند که به کمترین اختلاف بین مجموع جریان های هر فاز و میانگین مجموع سه فاز برسند. حال با تعمیم این الگوریتم و نسبت دادن هر عنصر آرایه به جریان های یک فاز می توان پخش بار مناسبی را بر روی سه فاز انجام داد.

-2-1

در این مرحله تمام جریان ها را به صورت صعودی درآورده و بزرگترین جریانها را بین سه فاز تقسیم می کنیم. در مرحله بعد از بین جریان های باقیمانده سه جریان ماکزیمم را به ترتیب به جریان های قبلی به شکل معکوس اضافه می کنیم. در مرحله سوم مجموع دو جریان قبل را برای سه فاز بدست آورده و آنها را مرتب می کنیم. سپس سه جریان ماکزیمم از جریان های باقیمانده را براساس مجموع جریانها در مرحله قبل و به شکل معکوس بین سه فاز تقسیم می کنیم و همین روند تا پایان یافتن جریانها ادامه می یابد تا پخش توان بر روی سه فاز به طور کامل بدست آید. اگر جریان های بدست آمده از محاسبات به صورت $\{I_1, I_2, I_3, I_4, \dots, I_{n-1}, I_n\}$ باشد و ترتیب زیر $I_1 > I_2 > I_3 > \dots > I_{n-1} > I_n$ برقرار باشد نحوه تقسیم بار به صورت زیر می باشد.

R	S	T
I_1	I_2	I_3
I_4	I_5	I_6

در مرحله بعدی مجموع هر فاز محاسبه می گردد یعنی: $sumR = I_1 + I_4, sumS = I_2 + I_5, sumT = I_3 + I_6$ و با فرض این که $sumR > sumS > sumT$ مرحله بعدی تقسیم بار به مانند زیر انجام می گیرد..

R	S	T
I_1	I_2	I_3
I_4	I_5	I_6
I_7	I_8	I_9

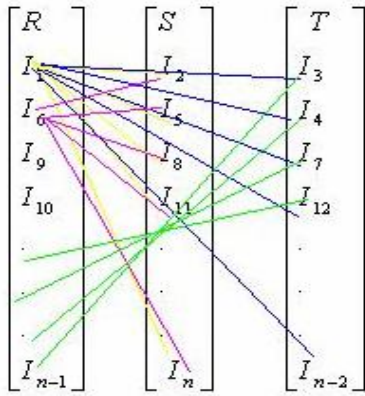
در این مرحله با فرض $sumT > sumS > sumR$ خواهیم داشت .

R	S	T
I_1	I_2	I_3
I_4	I_5	I_6
I_7	I_8	I_9
I_{10}	I_{11}	I_{12}

نوع تقسیم را تا انتها انجام می دهیم تا پخش بار دقیق بر روی سه فاز انجام گیرد.

-3-1

پس از این که تقسیم بار به طور کامل انجام گرفت. معیار مناسبی برای مقایسه بدست می آید که توسط آن پخش بار دقیقتری را می توان انجام داد. با فرض تقسیم بار به صورت زیر خواهیم داشت.



شکل ۱: تقسیم جریان ها

R	S	T
I_1	I_2	I_3
I_4	I_5	I_6
I_7	I_8	I_9
I_{10}	I_{11}	I_{12}
.	.	.
.	.	.
.	.	.
I_{n-1}	I_n	I_{n-2}

$$sumR = I_1 + I_4 + I_7 + I_{10} + \dots + I_{n-1}$$

$$sumS = I_2 + I_5 + I_8 + I_{11} + \dots + I_n$$

$$sumT = I_3 + I_6 + I_9 + I_{12} + \dots + I_{n-2}$$

-4-1

در تعیین سطح مقطع سیم یا کابل دو محدودیت، حداکثر جریان مجاز و درصد افت ولتاژ مجاز، باید مد نظر قرار داده شود. عبور جریان از هادی باعث ایجاد حرارت و افزایش جریان بیش از حد مجاز باعث از بین رفتن عایق یا هادی در اثر حرارت زیاد می شود. برای تعیین سطح مقطع سیمها یا کابل ها براساس حداکثر جریان مجاز، پس از محاسبه بار، اثر دمای محیط و همجواری سیمها از جداول استاندارد ISIRI607 ایران و VDE0100112-69، سطح مقطع مناسب استخراج می گردد.

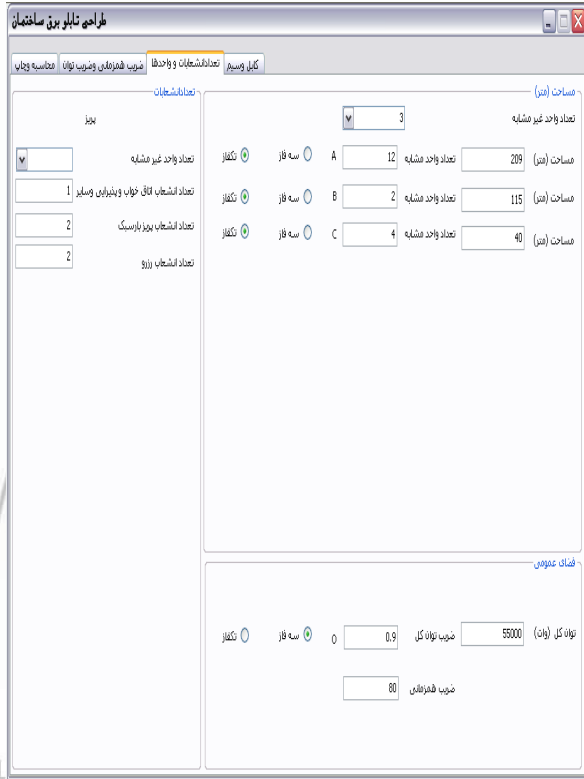
اگر افت ولتاژ در سیم یا کابل از حد مجازی فراتر رود، کاهش ولتاژ در دو سر مصرف کننده، باعث خرابی، عدم کارایی دستگاه یا کاهش عمر آن می گردد. بنابراین سطح مقطع براساس افت ولتاژ مجاز نیز باید از فرمول های مربوطه محاسبه گردد. پس از محاسبه سطح مقطع به دوروش فوق بزرگترین سطح مقطع به عنوان سطح مقطع مناسب انتخاب می گردد و فیوز مناسب براساس جداول بدست می آید.

$$average = (sumR + sumS + sumT) / 3$$

$$Z = |sumR - average| + |sumS - average| + |sumT - average|$$

با توجه به فرمول بالا هر اندازه که Z به صفر نزدیکتر باشد پخش بار دقیقتری خواهیم داشت. در واقع این حالت زمانی اتفاق می افتد که مجموع جریان های هر فاز به میانگین کل جریان ها نزدیک باشد. بنا بر این با توجه به اعداد بدست آمده معیار مناسبی برای مقایسه نسبت به حالت های دیگر پخش بار بدست می آید. در این مرحله تمام جریان های ستون ها را مانند شکل 1 تعویض می کنیم و در هر مرحله جمع هر فاز را بدست می آوریم و دوباره در فرمول Z می گذاریم. پس از بدست آوردن مقدار جدید آن را با مقدار قبلی مقایسه می کنیم. یعنی اگر $Z_{new} < Z_{old}$ باشد با جابه جایی انجام شده، توانسته ایم پخش بار مناسبتری را داشته باشیم. این جابه جایی ها تا آخر ادامه می یابد تا در نهایت کوچکترین مقدار Z محاسبه گردد

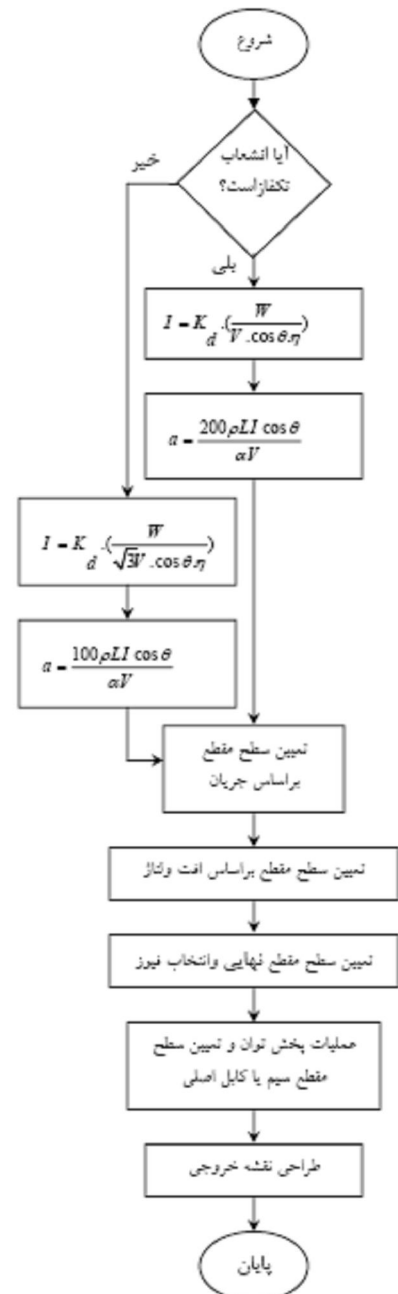
یکی از مشکلات دیگر در طراحی های ساختمان محاسبات مربوط به دیماندر ساختمان می باشد که این نرم افزار با محاسبات دقیق این مقدار را نیز محاسبه کرده و در اختیار طراح قرار می دهد. در زیر به شبیه سازی یک ساختمان 6 طبقه که به کمک نرم افزار تاسیسات الکتریکی پرهام ایجاد شده می پردازم ، تا نقش این الگوریتم در طراحی ها واضح تر گردد.



شکل 3- وارد نمودن اطلاعات

این ساختمان دارای 12 واحد 209 متری ، 2 واحد 115 متری و 4 مغازه تجاری 40 متری می باشد و موتور خانه ای با توان 40 کیلو وات و توان مورد نیاز برای فضای عمومی 15 کیلو وات می باشد. برای طراحی تابلو برق این ساختمان با توجه به موارد ذکر شده و وارد کردن آنها در نرم افزار به صورت شکل 3 قادر به دریافت مشخصات مربوط به تابلو برق ساختمان خواهید بود.

در مرحله دوم فاصله تابلو اصلی تا تابلو های فرعی ، دما و دیگر مشخصات را باید وارد نمود. در وارد نمودن فاصله ها باید دقت داشت که بر اساس ترتیب وارد کردن مساحت هر قسمت و تعداد واحد مشابه با ید اطلاعات را تکمیل نمود.



شکل 2- الگوریتم کلی برنامه

5-1-

این نرم افزار قادر است با توجه به مشخصات ابعادی ساختمان، تعداد واحد، نوع مصرف کننده ها و ضریب توان و ضریب همزمانی آنها، مشخصات سیم و کابل و دیگر موارد مورد نیاز برای طراحی ساختمان، محاسبات مربوط به تابلو هر واحد را بدست آورده ، و با توجه به جریان های بدست آمده برای هر واحد، به کمک الگوریتم ارایه شده ، پخش بار مناسبی را انجام دهد و معین نماید تا هر واحد ، یا هر قسمتی که به صورت مجزا نیازمند تابلو برق فرعی می باشد از چه نوع فازی تغذیه گردد تا بهترین طراحی انجام گیرد.

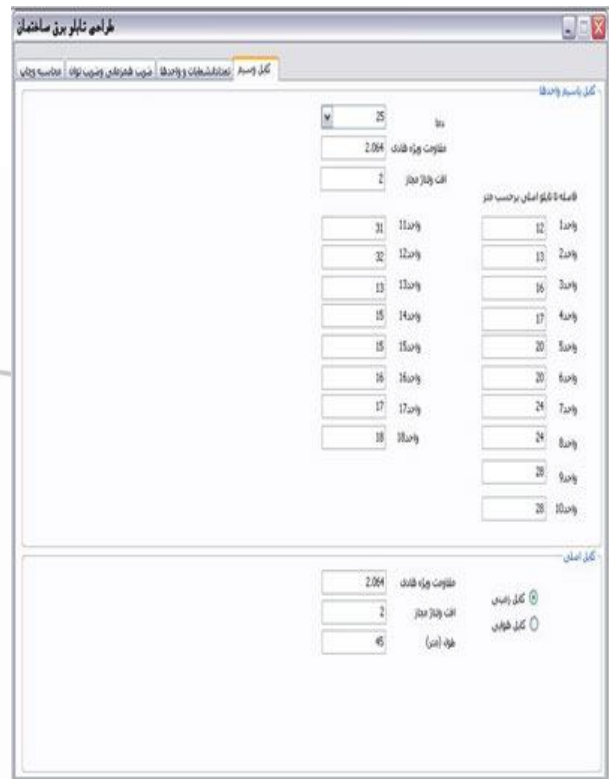
می توان گامی موثر در جهت قانونمند کردن این طراحی ها برداشت وبا استفاده از الگوریتم ارایه شده در کمینه نمودن عدم تعادل در سیستم توزیع نقش بزرگی را ایفانمود

سپاسگزاری

در اینجا فرصت را مغتنم می دارم تا از استاد ارجمندم دکتر علی اصغر امینی که با راهنماییها و نظارت های ایشان این پروژه را انجام دادم قدردانی نمایم.

مراجع

- [1] مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی کارهای ساختمانی، جلد اول تاسیسات برقی فشار ضعیف و فشار متوسط، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور 1384
- [2] تاسیسات الکتریکی دکتر حسن کلهر 1364
- [3] طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان ها، مبحث سیزدهم مقررات ملی ساختمان، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، 1382
- [4] نشریه استاندارد ایران شماره 1936
- [5] استاندارد IEC 364-5-523



شکل 4- وارد کردن طول سیم و مشخصات آن

در مرحله بعدی (شکل 5) باتوجه به نوع مصرف کننده ها موجود ،توان و ضریب توان ،راندمان و ضریب همزمانی هر یک از آنها را وارد می نمایم.در این قسمت انشعابات به دو صورت عام و خاص در نظر گرفته شده اند که طراحی ها با توجه به اطلاعات ذکر شده صورت می گیرد.

همانطور که در شکل 5 مشاهده می نمایید جریان های بدست آمده هر واحد بر روی سه فاز طوری تقسیم شده اند که به متعادلترین حالت خود رسیده اند.یعنی جریان فاز R برابر 218,84 و جریان فاز S و T برابر با 211,05 محاسبه گردیده است که در مقایسه با طراحی های انجام شده در کتابهای تاسیسات [2] موجود و در نقشه های طراحی شده توسط طراحان برق این نکته کمتر مورد توجه قرار می گیرد.علاوه پخش بار مناسب بر روی سه فاز سطح مقطع کابل مورد نظر دیمانند ساختمان نیز محاسبه گردیده است.

نتیجه گیری

بررسی های انجام شده در قسمتهایی از شبکه توزیع به وضوح نشان می دهد وضعیت شبکه ها چه از نظر فنی و چه از نظر اقتصادی، دارای طراحی بهینه و مطلوب نبوده، بنابراین با به کارگیری این نرم افزار در طراحی تابلو برق ساختمان صنعتی

طراحی تابلو برق ساختمان

کابل وسیم تعدادانشعابات و واحدها ضریب همزمانی و ضریب توان محاسبه و چاپ

انشعابات عام

توان (وات) 200 200 1000 1000 1000 150 80 300 200

توان (وات) 800

آرام بزرگ

پنکه

پخش توان

R={74.28 26.25 26.25 23.15 23.15 23.15 23.15 }
S={74.28 26.25 23.15 23.15 23.15 23.15 18.35 }
T={74.28 26.25 23.15 23.15 23.15 23.15 18.35 }
R={O C C A A A A }
S={O C A A A A B }
T={O C A A A A B }

جریان کل فاز R 218.84 آمپر
جریان کل فاز S 211.05 آمپر
جریان کل فاز T 211.05 آمپر

سطح مقطع مناسب براساس افت ولتاژ=35 میلیمتر مربع
سطح مقطع محاسبه شده براساس افت ولتاژ=30.54 میلیمتر مربع
سطح مقطع براساس جریان=70 میلیمتر مربع
سطح مقطع مناسب=70 میلیمتر مربع
بزرگترین جریان فاز با در نظر گرفتن ضریب همزمانی و ضریب تصحیح دما =164.13 آمپر
مقدار حساب شده برحسب کیلو وات=98.48 کیلووات

انشعابات خاص

آبگرم کن برقی

ظرفشویی

ماشین لباسشویی

اسپیلیتر

کولر آبی

روشنایی و انشعاب رزرو

انشعاب روشنایی براساس متر مربع

کل توان روشنایی برحسب وات بر متر مربع

توان روشنایی برحسب وات

توان انشعاب رزرو برحسب وات

جریان هر واحد

محاسبه هر واحد
محاسبه کل
چاپ
ایجاد پروژه جدید

خشک کن برقی

50
7
500

شکل 5