



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

پایان نامه دوره کارشناسی

رشته برق - قدرت

عنوان :

شبیه سازی و بررسی خازن گذاری در پست قدرت ومخابرات با نرم

افزار digsilent

علی اصغر بیگدلی

89442113

استاد راهنما :

دکتر سعید جلیل زاده

بهار 93

فهرست مطالب

| | |
|---|----|
| فصل 1- مقدمه و اهداف پروژه..... | 7 |
| 1-1- تاریخچه..... | 7 |
| 1-2- کارهای صورت گرفته در این پروژه..... | 8 |
| 1-3- فصل بندی پروژه..... | 8 |
| فصل 2- تئوری خازن گذاری..... | 10 |
| 1-2- مقدمه..... | 10 |
| 2-2- محاسبات خازن گذاری در محیطهای غیرهارمونیکی..... | 11 |
| 1-2-2- مقدمه..... | 11 |
| 2-2-2- جبران بار چیست؟..... | 11 |
| 3-2-2- اهداف جبران بار..... | 11 |
| 4-2-2- اصلاح ضریب توان..... | 12 |
| 2-3- خازن گذاری از دیدگاه اصلاح ضریب توان..... | 14 |
| 1-3-2- اصلاح ضریب توان براساس جبران توان راکتیو..... | 16 |
| 2-4- خازن گذاری از دیدگاه تنظیم ولتاژ..... | 19 |
| 2-5- خازن گذاری از دیدگاه مدیریت شبکه..... | 21 |
| 2-6- روشهای مختلف بهینه خازن گذاری..... | 23 |
| فصل 3- تهیه پارامترهای محیطهای هارمونیکی تأثیرگذار بر خازن گذاری..... | 26 |
| 1-3- مقدمه..... | 26 |
| 2-3- بررسی انواع منابع هارمونیک موجود در شبکه..... | 27 |

3-2-1- مبدل های AC/DC..... 27

3-2-2- کوره های الکتریکی..... 30

3-2-3- جبران کننده های استاتیکی توان راکتیو..... 32

3-2-4- ترانسفورمرهای قدرت..... 33

3-2-5- لامپ های تخلیه ای..... 34

3-3- حدود مجاز هارمونیک ها..... 35

3-4- تعیین وضعیت منابع هارمونیک پست های مخابرات..... 36

3-5- محاسبات خازن گذاری در محیط های هارمونیک..... 37

3-5-1- تحلیل هارمونیک..... 37

3-5-2- اثرات متقابل خازن و هارمونیک..... 38

3-5-3- محاسبات اصلاح ضریب توان در محیط هارمونیک..... 40

3-6- انتخاب خازن های خاص برای محیط های هارمونیک..... 41

3-6-1- ولتاژ نامی خازن..... 42

3-6-2- دمای نامی خازن..... 43

3-6-3- شرایط محیطی خاص..... 43

3-6-4- فیلتر هارمونیک..... 44

3-6-5- کلیدها، کنتاکتورها و تجهیزات حفاظتی..... 45

3-6-6- تداخلات رادیویی..... 46

3-6-7- خازن های موجود در بازار ایران..... 46

3-7- نتیجه گیری..... 47

فصل 4- خازن گذاری در پست های مخابرات..... 48

| | |
|----|---|
| 48 | 1-4- مقدمه..... |
| 49 | 2-4- شبکه برقی پست‌های مخابرات..... |
| 50 | 3-4- مسیرهای تغذیه بار..... |
| 50 | 1-3-4- مسیر دیزل ژنراتور - شارژر - بار..... |
| 51 | 2-3-4- مسیر باتری - بار..... |
| 51 | 3-3-4- مسیر برق شهر - شارژر - بار..... |
| 52 | 4-4- محل پیشنهادی برای نصب بانک خازنی..... |
| 52 | 5-4- شرایط محیطی محل نصب بانک خازنی در پست‌های مخابرات..... |
| 53 | 6-4- داده‌های مورد نیاز جهت تعیین خازن بهینه..... |
| 53 | 1-6-4- الگوی مصرف..... |
| 53 | 2-6-4- وضعیت هارمونیک‌ها..... |
| 55 | فصل 5- نتایج پروژه..... |
| 55 | 1-5- مقدمه..... |
| 55 | 2-5- اطلاعات مورد نیاز شبکه..... |
| 55 | 1-2-5- دیاگرام تک‌خطی شبکه..... |
| 56 | 2-2-5- اطلاعات بارها..... |
| 57 | 3-2-5- اطلاعات کابل‌ها..... |
| 58 | 3-5- بررسی وضعیت شبکه قبل از خازن‌گذاری..... |
| 60 | 1-3-5- ضریب توان قبل از خازن‌گذاری..... |
| 61 | 4-5- تعیین ظرفیت خازنی مناسب..... |
| 61 | 1-4-5- تابع هدف..... |

فصل ۱- مقدمه و اهداف پروژه

۱-۱- تاریخچه

در یک سیستم قدرت الکتریکی ac ایده‌آل، ولتاژ و فرکانس در هر نقطه تغذیه ثابت و عاری از هارمونیک و مقدار ضریب توان واحد می‌باشد. ضمن اینکه این پارامترها مستقل از اندازه و مشخصات بار مصرفی خواهند بود.

بر این اساس، چگونگی ثابت بودن ولتاژ و فرکانس و میزان نزدیکی ضریب توان به مقدار یک، کیفیت تغذیه

را مشخص می‌کند. چنانچه کیفیت تغذیه از شرایط ایده‌آل فاصله داشته باشد با انجام جبران‌سازی‌های مناسب می‌توان کیفیت تغذیه را بهبود بخشید.

در ابتدا به دلایل و انگیزه‌های مختلف از خازن‌گذاری و روش‌های مختلف انجام آن در محیط‌های

غیرهارمونیک و سپس به بررسی هارمونیک‌ها و تاثیرات آن‌ها به عنوان یکی از پارامترهای مخرب کیفیت تغذیه

بر مسئله خازن‌گذاری پرداخته می‌شود. و جهت راه حل مشکلات هارمونیکی اثرگذار بر خازن‌گذاری، تئوری‌ها و روش‌های موجود را بررسی می‌شود.

جهت انجام خازن‌گذاری در محیط‌های هارمونیکی لازم است، روابط مورد استفاده 2-2- به نحوی تغییر یابند

که اثرات هارمونیک‌ها را در نظر بگیرند. و همچنان از دقت و کارایی لازم برخوردار باشند. به این منظور یک

بررسی کامل روی مسائل خازن‌گذاری و روابط مربوطه در محیط‌های هارمونیکی انجام می‌دهیم. و در نهایت

نتایج مطالعات انجام شده به صورت جمع‌بندی شده ارائه می‌گردد.

سپس با اطلاعات موجود از پست‌های مخابرات (پست اراک) شبیه‌سازی در نرم افزار **Digsilent** صورت

می‌گیرد. الگوریتم‌های کامپیوتری در مرحله بعد با تولید ورودی‌های مختلف برای **Digsilent** خروجی آنرا

^۱ Quality of Supply

دریافت کرده و با مقایسه خروجی تابع هدف به نقطه بهینه نزدیک می شود. در پایان پارامتر مختلفی در حالت قبل و بعد از خازن گذاری مقایسه می گردد، و پیشنهاداتی برای بهبود ارایه می گردد.

۱-۲- کارهای صورت گرفته در این پروژه

در مرحله اول از پروژه به جمع آوری اطلاعات اولیه و مباحث تئوریک در خازن گذاری پرداخته شده است.

سپس این اطلاعات در مورد پستهای مخابراتی مورد بررسی قرار گرفت. در بخش بعد اطلاعات پست های مخابرات مورد نیاز برای بررسی نرم افزاری پروژه بدست آورده شد. سپس با تحقیق در مورد نرم افزارهای تحلیلی مهندسی قدرت و در نظر گرفتن حالات مختلف شبکه نرم افزار **Digsilent** برای تحلیل مناسب تشخیص

داده شد. برای تعیین ورودی های نرم افزار و با در نظر گرفتن محدودیت های اقتصادی و عملی باید به نقطه بهینه دست یافت.

۱-۳- فصل بندی پروژه

در قسمت اول این پروژه، مطالعات لازم جهت خازن گذاری انجام شده و تئوری ها، مسائل و نکات مطرح در این زمینه بیان می شوند. از نتایج این مطالعات به عنوان پشتوانه تئوریک جهت پروژه استفاده می شود. سپس

اهداف خازن گذاری، منافع حاصله، هزینه ها، خطرات و مشکلات دیده می شود. بر این اساس روابطی که برای محاسبه خازن بهینه مورد استفاده قرار می گیرند ارائه شده اند. در این روند سعی شده است هزینه ها و منافع، با

دیدگاهی کاملا کاربردی، به کمک روابط مورد استفاده وزارت نیرو در تعیین تعرفه های برق، بیان شوند. با پیاده سازی این روابط در محیط نرم افزار می توان خازن بهینه را تعیین نمود. اما استفاده از این الگوریتم بدون در نظر گرفتن اثر هارمونیک ها پاسخ مطلوب را تولید نمی کند. بنابراین در قسمت محاسبات خازن گذاری در شرایط هارمونیک، احتمال وقوع تشدید و نحوه طراحی فیلترها جهت اجتناب از بروز تشدید دیده شده است.

همچنین روابط اصلاح شده برای محاسبه ضریب توان در محیط های هارمونیک در این قسمت دیده می شود.

در بخش دیگر نحوه انتخاب مقادیر نامی بانک خازنی در شرایط هارمونیک، با توجه به استانداردها و قابلیت ساخت آن‌ها در بازار بررسی شده است. نکاتی که باید در شرایط هارمونیک در نظر گرفته شوند، ارائه شده و انتظار می‌رود با اعمال آن‌ها در نرم‌افزار محاسبه خازن بهینه، پاسخی مطمئن و قابل اعتماد توسط نرم‌افزار تولید شود.

در بخش بعدی به موضوع شبیه‌سازی در پست‌های مخابرات می‌پردازیم. شبیه‌سازی ابزار سودمند است که می‌تواند صحت مطالعات ما را قبل از اجرا، مورد تایید قرار دهد. در این بخش ضمن آشنا شدن با نرم‌افزار شبیه

ساز سیستم‌های قدرت، ویژگی‌های آن، روش شبیه‌سازی و نکات مرتبط با آن، مقدمات لازم جهت طراحی و

معرفی برنامه محاسبه حالت بهینه خازن‌گذاری در بخش بعد فراهم خواهد شد. سپس به DigSILENT و قابلیت‌های آن (به عنوان یکی از توانمندترین نرم‌افزارهای شبیه‌ساز) به طور دقیق‌تر خواهیم پرداخت. در قسمت بعد از پروژه ابتدا به بررسی مرکز مخابرات اراک می‌پردازیم و وضعیت شبکه‌های برق این مراکز را قبل و بعد از خازن‌گذاری بررسی می‌کنیم. سپس به بیان مقادیر عددی شبکه شبیه‌سازی شده و نتایج به دست آمده خواهیم

پرداخت. برای این منظور مسئله را یک بار با در نظر گرفتن اثر کلید زنی به تنهایی، یک بار با در نظر گرفتن اثر

هارمونیک‌ها به تنهایی و یک بار نیز با در نظر گرفتن همزمان اثر کلیدزنی و هارمونیک‌ها حل می‌کنیم. و نتایج به دست آمده را با آنها یک دیگر مقایسه خواهیم کرد. سرانجام نتایج نهایی و پیشنهادات در انتهای گزارش ارائه خواهد شد.

فصل ۲- تئوری خازن گذاری

۱-۲- مقدمه

در یک سیستم قدرت الکتریکی ac ایده آل، ولتاژ و فرکانس در هر نقطه تغذیه ثابت و عاری از هارمونیک و مقدار ضریب توان واحد می باشد. ضمن اینکه این پارامترها مستقل از اندازه و مشخصات بار مصرفی خواهند بود.

بر این اساس، چگونگی ثابت بودن ولتاژ و فرکانس و میزان نزدیکی ضریب توان به مقدار یک، کیفیت تغذیه

را مشخص می کند. چنانچه کیفیت تغذیه از شرایط ایده آل فاصله داشته باشد با انجام جبران سازی های مناسب می توان کیفیت تغذیه را بهبود بخشید.

ابتدا به دلایل و انگیزه های مختلف از خازن گذاری و روش های مختلف انجام آن در محیط های غیر

هارمونیک پرداخته و سپس به بررسی هارمونیک ها و تاثیرات آن ها به عنوان یکی از پارامترهای مخرب کیفیت

تغذیه بر مسئله خازن گذاری می پردازیم و جهت حل مشکلات هارمونیک اثرگذار بر خازن گذاری، تئوری ها و روش های موجود را بررسی می کنیم.

جهت انجام خازن گذاری در محیط های هارمونیک لازم است روابط مورد استفاده به نحوی تغییر یابند که

اثرات هارمونیک ها را در نظر بگیرند و همچنان از دقت و کارایی لازم برخوردار باشند. به این منظور یک بررسی

کامل روی مسائل خازن گذاری و روابط مربوطه در محیط های هارمونیک انجام می دهیم و در نهایت نتایج

مطالعات انجام شده به صورت جمع بندی شده ارائه می گردد.

^۲ Quality of Supply

۲-۲- محاسبات خازن گذاری در محیطهای غیر هارمونیک

۲-۲-۱- مقدمه

ولتاژ و فرکانس تغذیه ثابت و عاری از هارمونیک و یک بودن مقدار ضریب توان از مشخصه‌های یک سیستم

قدرت الکتریکی **ac** ایده‌آل است. جهت نزدیک شدن به شرایط ایده‌آل و بهبود کیفیت تغذیه سیستم از روش های مختلف جبران سازی مثل جبران بار استفاده می‌شود.

۲-۲-۲- جبران بار چیست؟

جبران بار عبارتست از مدیریت توان راکتیو به منظور بهبود بخشیدن به کیفیت تغذیه در سیستم‌های قدرت

ac از اصطلاح جبران بار معمولا در جایی استفاده می‌شود که وسیله جبران کننده در نزدیکی بار نصب می‌شود.

۲-۲-۳- اهداف جبران بار

در جبران بار اهداف زیر مورد نظر است:

1- اصلاح ضریب توان

2- بهبود تنظیم ولتاژ

علاوه بر این از دیدگاه مدیریت شبکه نیز، جبران توان راکتیو و خازن گذاری در سطح شبکه با اهداف زیر

صورت می‌گیرد:

1- کاهش تلفات کل شبکه

2- بهبود پروفیل ولتاژ شبکه

3- آزاد سازی ظرفیت شبکه ها و تامین بارهای بیشتر با استفاده از نیروگاه‌ها و شبکه های موجود

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع و ماخذ

[1] ت.ج.ا. میلر، "کنترل توان راکتیو در سیستم‌های الکتریکی"، ترجمه دکتر رضا قاضی، انتشارات جهاد

دانشگاهی مشهد، 1371

[2] تعرفه‌های برق و شرایط عمومی آن‌ها، شرکت برق منطقه‌ای باختر، سال 1386

[3] مهرانگیز کافی، "خازن‌گذاری بهینه روی فیدرهای نمونه شبکه توزیع فشار متوسط استان هرمزگان به

1378

[4] خالد مطوریان، فریبرز فداکار، "ارزیابی حفاظت خازن‌های قدرت و بررسی علل انفجار بانک‌های خازنی"،

سومین کنفرانس سراسری شبکه

[5] سیدحسین صادقی، آرتین درمیناسیانس، شهرام منتصر کوهساری، "هارمونیک‌ها در شبکه‌های قدرت"،

مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر،

[6] امیرهوشنگ عباسی، عبدالرضا شیخ‌الاسلامی، "پدیده فرورزونانس و روش‌های محدودسازی آن"،

ششمین کنفرانس شبکه‌های توزیع برق

[7] احمد اسماعیلی، عبدالرضا شیخ‌الاسلامی، محمداسماعیل همدانی گلشن، "اثرات نامطلوب نصب خازن بر

کیفیت توان شبکه و روش‌های کاهش آن‌ها"، هجدهمین کنفرانس بین‌المللی برق

[8] دکتر مهدی کراری، "دینامیک و کنترل سیستم‌های قدرت"، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر،

زمستان 1382

[9] H. Ng, M. Salama, A. Chikhani, "Classification of Capacitor Allocation Techniques", IEEE Trans. Power Delivery, Vol.15, No.1, pp.387-392, January 2000

[10] G.Brunello, B.Kasztenny, C.Wester, "Shunt Capacitor Bank Fundamentals and Protection", Conference for protective relays, Texas University 2003

[11] IEEE Standard 141-1993, "Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants"

[12] IEEE Standard 1036-1992, "Guide for Application of Shunt Power Capacitors"

[13] American Power Conversion Technical Staff, "Avoiding AC Capacitor Failures in Large UPS Systems", American Power Conversion 2003

[14] IEC Standard 831-1996, "Shunt power capacitors of the self-healing type for ac systems having a rated voltage up to and including 1000V"

[15] IEC Standard 61642-1997, "Industrial a.c. networks affected by harmonics- Application of filters and shunt capacitors"