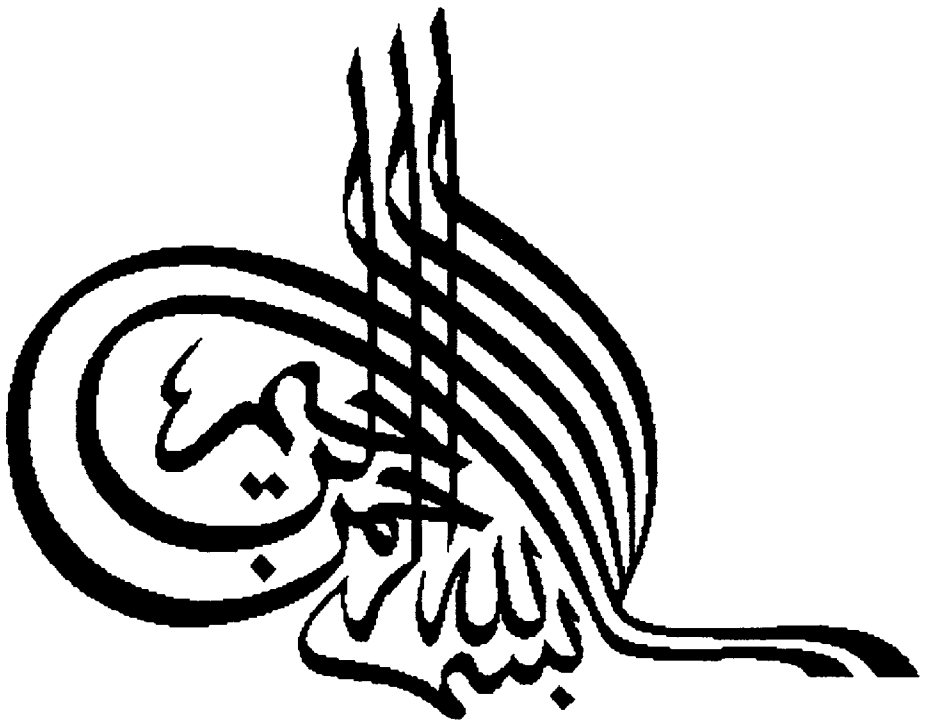


۲۷۶۳۴

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
۱۳۷۸ /۱۷ ۵

5241

دانشکده برق

جایابی بهینه یک APLC با استفاده از منطق فازی

نگارش:
اکبر کلاه‌چی

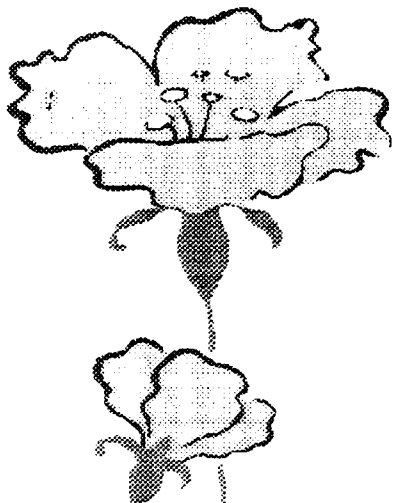
پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی برق- گرایش قدرت

استاد راهنما:
دکتر محسن کلانتر

شهریور ۱۳۷۸

۲۷۶۳۴



تقدیم به :

پدر و مادر عزیز

و

همسر گرامی‌ام

چکیده

پس از شناخت منابع مولد هارمونیک و اثرات مخرب آنها روی تجهیزات سیستم قدرت، ضرورت کاهش دادن اعوجاج ولتاژ و جریان هارمونیکی تا رسیدن به محدوده مجاز استانداردهای مربوط به هارمونیکها آشکار می گردد.

برای مقابله با هارمونیکها روشهای متنوعی وجود دارد. یکی از جدیدترین روشهای موجود استفاده از APLC می باشد. APLC یک نوع فیلتر فعال است که با تزریق جریانهای هارمونیکی به شین های شبکه قادر است اعوجاج هارمونیکی کل شبکه را مینیمم نماید. در این پایان نامه پس از مدل کردن اجزای شبکه در محیطهای هارمونیکی، پخش بار هارمونیکی با روش تزریق جریان انجام می پذیرد. سپس با در نظر گرفتن دو تابع هدف T.H.D و M.L.L و استفاده از تئوری بهینه سازی غیر خطی، مقدار جریانهای تزریقی APLC در دو حالت مقید و غیر مقید به منظور مینیمم کردن T.H.D و M.L.L ولتاژ تمامی شین ها محاسبه می شوند. بمنظور انتخاب محل بهینه نصب APLC یک سیستم فازی طراحی شده که با شبیه سازی تجربیات یک شخص خبره و در نظر گرفتن استاندارد حدود مجاز هارمونیکها قادر است، به صورتی هوشمند بهترین شین جهت نصب APLC را معین نماید. اجزای مختلف سیستم فازی فوق الذکر عبارتند از : فازی کننده، پایگاه قوانین فازی، موتور استنتاج فازی و فازی زدا که به تفصیل مورد بررسی قرار می گیرند. در انتهای پایان نامه شبیه سازی فوق روی سه شبکه پنج ، هفت و هیجده شینه انجام و نتایج حاصله ارائه شده اند.

قدردانی:

با سپاس بیکران از ایـــزد منـــان و تشـــکر ازتمـــامی اســـاتید و دوستانی که در مراحل مختلف انجام این پایان نامه مـــرا یـــاری نموده‌اند.

در اینجا لازم می‌دانـــم از زحمـــات اســـتاد عزیـــز و گرانقـــدرم دکتر محسن کلانتر و همچنین دکتر محمد فرخی که در مقـــاطع زمانی مختلف اینجانب را مـــورد لطـــف و عنـــایت خویـــش قـــرار داده‌اند، صمیمانه قدردانی نمایم.

همچنین تلاش‌های بی‌شائبه دوستان عزیزم آقایان: ابوالفضـــل سلامی و کریم انصاری‌اصل که بـــا صـــبر و متـــانت جهـــت رفـــع مشکلات موجود با اینجانب همکاری نزدیـــک داشـــته‌اند، را ارج می‌نهم.

عنوان | فهرست مطالب | صفحه

مقدمه ۱

فصل اول : هارمونیکها در سیستم قدرت

۱-۱- مفاهیم بنیادی مربوط به تجزیه و تحلیل هارمونیکها ۷

۱-۱-۱- سری فوریه و هارمونیکها ۷

۱-۱-۲- تعاریف مربوط به شاخص های اعوجاج ۹

۱-۲- منابع تولید کننده هارمونیک در سیستم قدرت ۱۰

۱-۲-۱- وسایل فرومغناطیسی ۱۰

۱-۲-۲- مبدلهای الکترونیک قدرت ۱۱

۱-۲-۳- تجهیزات تخلیه ای ۱۱

۱-۳- بررسی تأثیرات هارمونیکها بر روی تجهیزات ۱۲

۱-۳-۱- اثرات هارمونیکها برخازنها ۱۳

۱-۳-۲- اثرات هارمونیکها برترانسفورماتورها ۱۴

۱-۳-۳- اثرات هارمونیکها برماشین ها ۱۴

۱-۳-۴- اثرات هارمونیکها برکلیدها و فیوزها ۱۵

۱-۳-۵- اثرات هارمونیکها برعایق ها و هادیها ۱۵

۱-۳-۶- اثرات هارمونیکها بررله ها ۱۵

۱-۳-۷- اثرات هارمونیکها بر وسایل اندازه گیری ۱۶

۱-۳-۸- اثرات هارمونیکها برسیستم کنترل، تجهیزات الکترونیکی و سیستم های مخابراتی ۱۶

۱-۴- روشهای مقابله با هارمونیکها ۱۷

۱-۴-۱- اقدامات پیشگیرانه ۱۷

۱-۴-۲- مقابله با هارمونیکهای موجود در شبکه ۱۷

۱-۵- استاندارد حدود مجاز هارمونیکها ۲۴

فصل دوم : مدل کردن اجزای شبکه در محیطهای هارمونیکی

۲-۱- مشخصات هارمونیکها در سیستم قدرت ۲۷

۲-۲- ارائه مدلهایی برای اجزای شبکه ۲۸

۲-۲-۱- خطوط هوایی و کابل های زیر زمینی ۲۸

۲-۲-۲- ترانسفورماتورها ۲۹

۲-۲-۳- ماشین های دوار ۳۰

۲-۲-۴- بارهای غیر فعال ۳۱

۲-۳- مطالعه بررسی فرکانسی ۳۲

۲-۴- زاویه های فاز منابع مولدهارمونیک ۳۵

۲-۵- حدود مدل کردن شبکه ۳۶

۲-۶- روشهای مختلف تجزیه و تحلیل هارمونیکی شبکه ۳۸

۲-۶-۱- روش ماتریس ادمیتانس ۳۹

۲-۶-۱-۱- مدل کردن عناصربرای محاسبات کامپیوتری ۴۰

۲-۶-۲- روش نیوتن - رافسون ۴۱

۲-۶-۳- شبیه سازی عناصر غیر خطی در حوزه زمان ۴۴

فصل سوم : استفاده از APLC جهت کاهش دادن سطح هارمونیکی شبکه

۳-۱- روشهای استفاده از APLC ۴۸

۳-۱-۱- انواع مبدل ۴۸

۳-۱-۲- تصحیح شکل موج در حوزه زمان ۵۱

۳-۱-۲-۱- مقایسه سیگنال خطا با موج مثلثی ۵۲

۳-۱-۲-۱- روش هیسترزیس ۵۳

۳-۱-۲-۱- روش تصمیم گیری به کمک پیش بینی سیگنال خطا ۵۳

۳-۱-۳- تصحیح شکل موج در حوزه فرکانس ۵۴
۱-۳-۱-۳- روش تزریق هارمونیکهای معین ۵۴
۲-۳-۱-۳- حذف هارمونیکها تا مرتبه n ام ۵۵
۲-۳- مقایسه روشهای مختلف تصحیح شکل موج در حوزه زمان ۵۶
۳-۳- مقایسه تصحیح شکل موج در حوزه فرکانس با تصحیح در حوزه زمان ۵۶
۴-۳- توابع هدف انتخابی شبکه برای APLC ۵۷
۱-۴-۳- تابع هدف "مجموع مربعات ولتاژهای هارمونیکی" ۵۸
۲-۴-۳- تابع هدف "کل اعوجاج هارمونیکی ولتاژ یا T.H.D" ۵۸
۳-۴-۳- تابع هدف "ضریب تأثیر برروی سیستم های مخابراتی یا T.I.F" ۵۹
۴-۴-۳- تابع هدف "تلفات بارموتوری یا M.L.L" ۶۰
۵-۴-۳- تابع هدف "تصحیح موج سینوسی تک شین یا S.B.S.W" ۶۰
۵-۳- محاسبه جریانهای تزریقی APLC با استفاده از رابطه کلی تابع هدف ۶۱
۱-۵-۳- محاسبه جریان تزریقی APLC با در نظر گرفتن یک هارمونیک ۶۱
۱-۱-۵-۳- حداقل سازی بدون قید ۶۳
۲-۱-۵-۳- حداقل سازی مقید ۶۴
۲-۵-۳- محاسبه جریان تزریقی APLC با در نظر گرفتن چندین هارمونیک ۶۷
۱-۲-۵-۳- حداقل سازی بدون قید ۶۸
۲-۲-۵-۳- حداقل سازی مقید ۶۹
۶-۳- جایابی بهینه یک APLC ۷۲

فصل چهارم : معرفی یک سیستم فازی متداول

۱-۴- گذری بر منطق فازی ۷۵
۱-۱-۴- مقدمه ای بر منطق فازی ۷۵

۲-۱-۴- مفاهیم پایه در منطق فازی ۷۷
۳-۱-۴- موارد مناسب کاربرد منطق فازی ۷۸
۴-۱-۴- سیستم های فازی چه هستند؟ ۷۹
۵-۱-۴- زمینه های اصلی تحقیق در تئوری فازی ۸۰
۲-۴- ریاضیات فازی ۸۱
۱-۲-۴- متغیرهای زبانی ۸۱
۲-۲-۴- مجموعه های فازی وتوابع عضویت ۸۲
۳-۲-۴- تعاریف مرتبط با مجموعه های فازی ۸۳
۴-۲-۴- محصور کننده های زبانی ۸۴
۵-۲-۴- عملگرهای اصلی مجموعه های فازی ۸۴
۶-۲-۴- عملگرهای دیگر روی مجموعه های فازی ۸۴
۱-۶-۲-۴- انواع متمم فازی ۸۵
۲-۶-۲-۴- انواع معیارهای s یا اجتماع فازی ۸۵
۳-۶-۲-۴- انواع معیارهای t یا اشتراک فازی ۸۵
۳-۴- روابط فازی ۸۶
۱-۳-۴- تصویر کردن ۸۶
۲-۳-۴- توسعه استوانه ای ۸۷
۳-۳-۴- ترکیب روابط فازی ۸۷
۴-۴- اصل توسعه ۸۷
۵-۴- طراحی سیستم فازی ۸۸
۱-۵-۴- فازی کننده ۸۸
۲-۵-۴- قوانین if-then فازی ۹۱
۱-۲-۵-۴- تفسیر قوانین if-then فازی ۹۲

۳-۵-۴- سیستم فازی سلسله مراتبی ۹۵
۱-۳-۵-۴- طراحی سیستم فازی سلسله مراتبی ۹۵
۲-۳-۵-۴- خواص سیستم فازی سلسله مراتبی ۹۷
۴-۵-۴- منطق فازی و استدلال تقریبی ۹۷
۱-۴-۵-۴- قوانین استنتاج در منطق فازی و منطق کلاسیک ۹۸
۲-۴-۵-۴- قانون ترکیب استنتاج ۱۰۰
۵-۵-۴- موتور استنتاج فازی ۱۰۳
۱-۵-۵-۴- استنتاج براساس ترکیب ۱۰۳
۲-۵-۵-۴- استنتاج براساس تک قاعده ۱۰۵
۳-۵-۵-۴- جزئیات بعضی از موتورهای استنتاج فازی ۱۰۵
۶-۵-۴- فازی زداها ۱۰۹
۱-۶-۵-۴- فازی زدای مرکز ثقل ۱۰۹
۲-۶-۵-۴- فازی زدای متوسط مرکز ۱۱۰
۳-۶-۵-۴- فازی زدای ماکزیمم ۱۱۱
۴-۶-۵-۴- مقایسه این سه نوع فازی زدا ۱۱۲

فصل پنجم : شبیه سازی چند شبکه نمونه

۱-۵- مدل سازی اجزای شبکه و پخش بار هارمونیکی ۱۱۳
۲-۵- شبیه سازی APLC در حوزه فرکانس ۱۱۵
۳-۵- جایابی بهینه APLC با استفاده از سیستم فازی طراحی شده ۱۱۶
۴-۵- اجرای برنامه بر روی چند شبکه نمونه ۱۱۷
۱-۴-۵- اجرای برنامه بر روی یک شبکه پنج شینه با تابع هدف T.H.D ۱۱۸
۲-۴-۵- اجرای برنامه بر روی یک شبکه هفت شینه با تابع هدف M.L.L ۱۲۲

۳-۴-۵- اجرای برنامه بر روی یک شبکه هفت شینه با تابع هدف T.H.D ۱۲۷

۴-۴-۵- اجرای برنامه بر روی شبکه ۱۸ شینه استاندارد IEEE با تابع هدف T.H.D و M.L.L..... ۱۳۰

فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۱-۶- نتیجه گیری ۱۳۷

۲-۶- پیشنهادات ۱۳۹

مراجع : ۱۴۱

شکل (۱-۱) – تغییر شکل موج بعلت وجود عنصر غیرخطی ۸
شکل (۲-۱) – وابستگی اعوجاج ولتاژ به امپدانس سیستم ۱۳
شکل (۳-۱) – ترکیبات مختلف فیلترهای موازی ۱۸
شکل (۴-۱) – الف – فیلتر تشدید موازی، نصب شده بصورت سری ۱۹
شکل (۴-۱) – ب – یک مبدل تقویتی به همراه یک منبع قدرت ۱۹
شکل (۵-۱) – انواع فیلترهای فعال ۲۰
شکل (۶-۱) – فیلتر فعال از نوع ولتاژ سری ۲۰
شکل (۷-۱) – فیلتر فعال ولتاژ موازی ۲۲
شکل (۸-۱) – فیلتر فعال سری و یک فیلتر غیر فعال موازی ۲۲
شکل (۹-۱) – اتصال سری فیلترهای فعال و غیر فعال ۲۳
شکل (۱-۲) – مدل خط هوایی ۲۸
شکل (۲-۲) – مدل ترانسفورماتور ۲۹
شکل (۳-۲) – امپدانس اندازه گیری شده یک موتور سنکرون ۳۱
شکل (۴-۲) – بررسی فرکانسی از دید شین HVDC ۳۳
شکل (۵-۲) – شبکه مورد مطالعه ۳۳
شکل (۶-۲) – اثر فیلتر کردن روی THD ولتاژ شین ها ۳۴
شکل (۷-۲) – اثر زاویه آتش مبدل روی THD ولتاژ ۳۴
شکل (۸-۲) – مطالعه حساسیت برای یک سیستم ۲۰۰ شینه ۳۷
شکل (۱-۳) – الف – مبدل نوع ولتاژ ۴۹
شکل (۱-۳) – ب – مبدل نوع جریان ۴۹
شکل (۲-۳) – موج خروجی مبدل دو سطحی ۵۰
شکل (۳-۳) – موج خروجی مبدل سه سطحی ۵۰
شکل (۴-۳) – موج خروجی مبدل چند سطحی ۵۱
شکل (۵-۳) – روشهای مختلف استفاده از APLC در حوزه زمان ۵۲

شکل (۳-۶) – روش مقایسه با موج مثلثی برای تابع سوئیچینگ دو حالته ۵۳

شکل (۳-۷) – روش هیسترزیس برای تابع سوئیچینگ سه حالته ۵۴

شکل (۳-۸) – روش های تصحیح و کنترل APLC در حوزه فرکانس ۵۵

شکل (۳-۹) – موجهای اندازه گیری شده و خطای استخراج شده برای تصحیح درحوزه فرکانس ۵۶

شکل (۳-۱۰) – توابع جبران ساز برای حذف M مرتبه هارمونیک در حوزه فرکانس ۵۸

شکل (۳-۱۱) – شبکه K شینه با APLC متصل شده به شین شماره m ۶۶

شکل (۳-۱۲) – نمودار تابع هدف و قید جریان APLC در حالت تک هارمونیک ۷۹

شکل (۴-۱) – ساختمان سیستم فازی خالص ۷۹

شکل (۴-۲) – ساختمان سیستم فازی TSK ۷۹

شکل (۴-۳) – ساختمان سیستم فازی با فازی کننده و فازی زدا ۸۱

شکل (۴-۴) – طبقه بندی تئوری فازی ۸۳

شکل (۴-۵) – تابع عضویت مثلثی ۸۳

شکل (۴-۶) – تابع عضویت گوسی ۸۳

شکل (۴-۷) – تابع عضویت ذوزنقه ای ۹۷

شکل (۴-۸) – سیستم فازی سلسله مراتبی ۱۰۱

شکل (۴-۹) – استنتاج y=b با توجه به منحنی y=f(x) و x=a ۱۰۱

شکل (۴-۱۰) – استنتاج مجموعه فازی B' با توجه به مجموعه فازی A' و رابطه فازی Q ۱۰۱

شکل (۴-۱۱) – توابع عضویت خروجی با استفاده از موتورهای استنتاج لوکاسکویز،

زاده و دیینس – رجر در و حالت $\mu_{A_p'}(x_p^*) \geq 0.5$, $\mu_{A_p'}(x_p^*) < 0.5$ ۱۰۸

شکل (۴-۱۲) – توابع عضویت خروجی برای موتورهای استنتاج مینیمم و حاصل ضرب در دو

حالت $\mu_{A_p'}(x_p^*) \geq 0.5$, $\mu_{A_p'}(x_p^*) < 0.5$ ۱۰۹

شکل (۴-۱۳) – نمایش گرافیکی فازی زدای مرکز ثقل ۱۱۰

شکل (۴-۱۴) – نمایش گرافیکی فازی زدای میانگین مرکز ۱۱

شکل (۱-۵) – روندنمای برنامه پخش بارهارمونیکی ۱۱۴

شکل (۲-۵) - روندنمای محاسبه جریانهای تزریقی APLC ۱۱۵

شکل (۳-۵) - شکل تابع عضویت برای تابع هدف T.H.D ۱۱۶

شکل (۴-۵) - شکل تابع عضویت برای تابع هدف M.L.L ۱۱۷

شکل (۵-۵) - دیاگرام تک خطی شبکه پنج شینه ۱۱۸

شکل (۶-۵) - دیاگرام تک خطی شبکه هفت شینه ۱۲۲

شکل (۷-۵) - شبکه ۱۸ شینه استاندارد IEEE ۱۳۰

جدول (۱-۱) – حدود مجاز اعوجاج در شبکه های توزیع ۳۸۰ ولت و ۲۰ کیلوولت ۲۴
جدول (۱-۲) – حدود مجاز اعوجاج در شبکه های فوق توزیع ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت ۲۵
جدول (۱-۳) – حدود مجاز اعوجاج در شبکه های انتقال ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت ۲۵
جدول (۱-۴) – حدود مجاز اعوجاج ولتاژ در شبکه ۲۶
جدول (۱-۳) – ضرایب وزنی برای توابع هدف APLC ۶۱
جدول (۱-۴) – معیارهای حسی وابستگی فرض اول و نتیجه در قاعده استنتاج مستقیم ۹۹
جدول (۲-۴) – معیارهای حسی وابستگی فرض اول و نتیجه در قاعده استنتاج معکوس ۹۹
جدول (۳-۴) – معیارهای حسی وابستگی فرض دوم و نتیجه در قاعده استنتاج قیاسی ۱۰۰
جدول (۱-۵) – مشخصات شین های شبکه ۱۱۸
جدول (۲-۵) – مشخصات خطوط انتقال ۱۱۹
جدول (۳-۵) – خروجی برنامه پخش بار هارمونیکی قبل از نصب APLC ۱۱۹
جدول (۴-۵) – مقادیر T.H.D قبل از نصب APLC ۱۲۰
جدول (۵-۵) – T.H.D متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت غیر مقید ۱۲۰
جدول (۶-۵) – T.H.D متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۷۵٪ ۱۲۱
جدول (۷-۵) – T.H.D متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۵۰٪ ۱۲۱
جدول (۸-۵) – T.H.D متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۲۵٪ ۱۲۲
جدول (۹-۵) – مشخصات شین های شبکه ۱۲۳
جدول (۱۰-۵) – مشخصات خطوط انتقال ۱۲۳
جدول (۱۱-۵) – خروجی برنامه پخش بار هارمونیکی قبل از نصب APLC ۱۲۴
جدول (۱۲-۵) – مقادیر M.L.L قبل از نصب APLC ۱۲۴
جدول (۱۳-۵) – M.L.L متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت غیر مقید ۱۲۵
جدول (۱۴-۵) – M.L.L متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۷۵٪ ۱۲۶
جدول (۱۵-۵) – M.L.L متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۵۰٪ ۱۲۶
جدول (۱۶-۵) – M.L.L متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۲۵٪ ۱۲۵
جدول (۱۷-۵) – T.H.D متوسط، خروجی سیستم فازی و جریانهای تزریقی APLC در حالت مقید ۷۵٪ ۱۲۸