دانشگاه زنجان

دانشکده برق دانشگاه زنجان

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق – گرایش قدرت

عنوان

طراحی و ساخت رکتیفایر شش پالسه به همراه ترانسفورماتور ۶ فاز و IPT

استاد راهنما

دکتر حسن رضا میرزایی

نگارنده

امین کشاورز

بهمن ۱۳۹۴

پیشگفتار:

با عنایت خداوند متعال و یاری اساتید و کمک دوستان طراحی و ساخت رکتیفایر شش پالسه به همراه مدارات و ادوات مورد نیاز با موفقیت به پایان رسید، با توجه به نیاز و پیشرفت روزافزون کشور در صنایع شیمیایی بخصوص در صنایع الکترولیز، هدف اصلی از انجام این پروژه رسیدن به توانایی طراحی و ساخت رکتیفایرهای قابل کنترل با ریپل ولتاژی و جریانی پایین و در عین حال سادگی در امر تعمیر و نگه داری میباشد، در گام اول برای رسیدن به این مهم، طراحی و ساخت رکتیفایر شش پالسه دیودی در این پایان نامه به انجام رسیده است .

فهرست تفصیلی

عنوان صفحه

پیشگفتار ۷

درآمدی بر پروژه: ۹

فصل اول ۱۰

الکترونیک قدرت و کاربردها ۱۰

۱-۱ پیشگفتار ۱۱

۱-۲ مبانی ۱۱

۱-۲-۱ الکترونیک صنعتی ۱۱

۱-۲-۲ انواع مبدل ها ۱۲

۱-۲-۲-۱ مبدل AC-DC ۱۲

۱-۲-۲-۲ مبدل DC-DC ۱۳

۱-۲-۲-۳ مبدل AC-AC ۱۳

۱-۲-۲-۳-۱ کنترل کننده های ولتاژ ac ۱۳

۱-۲-۲-۳-۲ سیکلو کانورترها ۱۴

۱-۲-۲-۴ مبدل DC-AC ۱۵

۱-۲-۳ استفاده از Data Sheet ۱۶

فصل دوم ۱۹

۲-۱ پیشگفتار ۲۰

۲-۲ کاربرد یکسوسازی ۲۳

۲-۳ یکسوسازی دیودی ۲۴

۲-۳-۱ یکسو ساز دیودی تکفاز نیم موج ۲۴

۲-۳-۲ یکسو ساز دیودی تکفاز تمام موج ۲۷

۲-۳-۳ یکسو ساز دیودی سه فاز نیم موج ۲۹

۲-۳-۴ یکسو ساز دیودی سه فاز تمام موج ۳۱

۲-۳-۵ یکسو ساز دیودی شش فاز ۳۳

۲-۴ یکسوساز تریستوری: ۳۶

۲-۴-۱ یکسوساز تریستوری نیم موج: ۳۶

فصل سوم ٤٠

۱-۳ پیشگفتار ٤١

۱-۱-۳ مشخصات فنی ترانسفورماتورها ٤١

۱-۱-۱-۳ ولتاژها ٤١

۲-۱-۱-۳ جریان الکتریکي نامي ٤٢

۳-۱-۱-۳ قدرت نامی ترانسفورماتور ($Sn = 3VLIL$) ٤٢

٤-۱-۱-۳ سیستم خنک کاری ترانس ٤٣

٥-۱-۱-۳ تعداد ودرصد پله های تنظیم ولتاژ (Tap Changer): ٤٥

٦-۱-۱-۳ کلید تنظیم ولتاژ ٤٦

۷-۱-۱-۳ محل قرارگرفتن کلید ٤٦

۸-۱-۱-۳ (امپدانس اتصال کوتاه یا ولتاژ اتصال کوتاه ترانس): ٤٧

۹-۱-۱-۳ اضافه تحریک: ٤٩

۱۰-۱-۱-۳ سطوح عایقی و ولتاژهای شکست: ٤٩

۱۱-۱-۱-۳ نوع عایق بندی نوترال(N): ٥٠

۱۲-۱-۱-۳ فرکانس نامی: ٥٠

۱۳-۱-۱-۳ تلفات Losses ٥٠

۱٤-۱-۱-۳ جریان بی باری $I0$: ٥١

۱٥-۱-۱-۳ سطح صدای ترانس: ٥٢

۱٦-۱-۱-۳ شرایط محیطی محل نصب ترانس ٥٣

۲-۳ مبانی شامل:اصول کارکرد ترانسفورماتور، بررسی انواع مختلف ترانسفورماتورها ٥٥

۱-۲-۳ تقسیم بندی ترانسفورماتور های روغنی : ٥٦

۱-۱-۲-۳ ترانسفورماتور های روغنی مرتبط با هوای بیرون : ٥٦

۲-۱-۲-۳ ترانسفورماتور های روغنی بدون ارتباط با هوای بیرون : ٥٧

۲-۲-۳ نگاهی به بخش های عمده تشکیل دهنده ترانسفورماتورها : ٥٧

۳-۳ اصول طراحی ترانسفورماتوردر دوبخش کارگاهی و صنعتی ٥٨

۱-۳-۳ اصول طراحی و ساخت ترانسفورماتورکارگاهی ٥٨

۱-۱-۳-۳ اصول طراحی ترانسفورماتور کارگاهی(ترانسفورماتورهای زیر 4KVA) ٥٨

۲-۱-۳-۳ هسته ترانسفورماتور ٥٩

۳-۱-۳-۳ سیم پیچ ترانسفورماتور ٥٩

٤-۱-۳-۳ قرقره ترانسفورماتور: ٦١

۱-۲-۳-۳ اصول ساخت ترانسفورماتور کارگاهی ٦٢

۲-۲-۳-۳ محاسبه سطح مقطع هسته ترانسفورماتور ٦٣

۳-۲-۳-۳ محاسبه تعداد دور سیم پیچ های اولیه و ثانویه ترانسفورماتور ٦٤

٤-٢-٣-٣ محاسبه قطر سیم لاکی برای سیم پیچ اولیه و ثانویه ترانسفورماتور ٦٦
٣-٣-٣ اصول طراحی و ساخت ترانسفورماتوردر بخش صنعتی ٧١
١-٣-٣-٣ هسته ترانسفورماتور ٧٢
٢-٣-٣-٣ انواع ورق هسته: ٧٢
٣-٣-٣-٣ مراحل برش ورق ها ٧٣
٤-٣-٣-٣مراحل هسته چینی: ٧٤
٥-٣-٣-٣ بانداژ و مهار هسته ٧٥
٦-٣-٣-٣ اندازه گیری مقاومت های عایقی ٧٦
٧-٣-٣-٣ چیدن ورقهای هسته: ٧٦
٤-٣ گروه های برداری در ترانسفرماتور ٧٨
فصل چهارم ٨٤
١-٤ ترانسفورماتورهای سه فاز: ٨٥
١-١-٤ هسته های یک پارچه: ٨٥
٢-١-٤ هسته مجزا: ٨٦
٢-٤ مراحل طراحی و ساخت ترانسفورماتور های سه فاز : ٨٦
١-٢-٤ تعیین سطح مقطع هسته در ترانسفورماتورهای سه فاز: ٨٧
٢-٢-٤ ابعاد قرقره سیم پیچی در ترانسفورماتور سه فاز : ٨٨
٣-٢-٤ تعیین تعداد دور سیم پیچ اولیه: ٨٨
٤-٢-٤ تعیین تعداد دور سیم پیچ ثانویه: ٨٩
٥-٢-٤ تعیین قطر سیم پیچ اولیه و ثانویه: ٩٠
٣-٤ ترانسفورماتور ٦ فاز: ٩٢
١-٣-٤ محاسبات ترانسفورماتور٦ فاز: ٩٢
٢-٣-٤ روند ساخت و انجام پروژه: ٩٣
٤-٤ بررسی روند ساخت برد شش فاز دیودی: ١٠٠
٥-٤ نتایج حاصل از آزمایش در حالت موازی: ١٠١
مراجع: ١١٧

پیشگفتار

پیشگفتار:

با عنایت خداوند متعال و یاری اساتید و کمک دوستان طراحی و ساخت رکتیفایر شش پالسه به همراه مدارات و ادوات مورد نیاز با موفقیت به پایان رسید، با توجه به نیاز و پیشرفت روزافزون کشور در صنایع شیمیایی بخصوص در صنایع الکترولیز، هدف اصلی از انجام این پروژه رسیدن به توانایی طراحی و ساخت رکتیفایرهای قابل کنترل با ریپل ولتاژی و جریانی پایین و در عین حال سادگی در امر تعمیر و نگه داری میباشد، در گام اول برای رسیدن به این مهم، طراحی و ساخت رکتیفایر شش پالسه دیودی در این پایان نامه به انجام رسیده است .

درآمدی بر پروژه:

دنیای امروز ما مملو از وسایل و ابزارآلاتی است که طی فرایند های پیچیده ای از مواد خام تبدیل به با ارزش ترین تجهزات مبدل گشته اند، بی تردید در این بین، تجهیزات الکتریکی جایگاه ویژه ای را به خود اختصاص داده اند. از جمله ی مهمترین آنها میتوان ترانسفورماتورها را نام برد؛ به دلیل کاربرد های مختلف، انواع گوناگونی از ترانسفورماتورها در توان ها و کاربردهای مختلف طراحی و ساخته شده اند ، در کاربرد های خاص، نیاز به ترانسفورماتورهای ویژه نیز احساس میشود، از جمله ی این کاربرد ها میتوان به صنایع الکترولیز اشاره کرد، در این صنایع با توجه به حساسیت الکترولیز از ترانسفورماتور های خاص تر (مثلا با تعداد فاز بیشتر در خروجی) استفاده میشود. دریک جمله میتوان گفت: نیاز اصلی صنایع الکترولیز، ولتاژDC با جریان بالا و ریپل پایین میباشد.

توان ترانسفورماتور رکتیفایرشش پالسه ساخته شده، سه کیلووات می باشد که در مرحله اول انجام این پروژه در بخش رکتیفایر ، یکسوسازی با استفاده از مدارات دیودی و بدون کنترل انجام شده است.

در فصل اول ابتدا با مبانی الکترونیک صنعتی آشنا میشویم، سپس نگاه اجمالی به انواع مبدل ها و در نهایت به بررسی منابع DC ولتاژی مختلف میپردازیم. در فصل دوم به بررسی روشهای مختلف یکسوسازی از جمله یکسوسازی دیودی و یکسوسازی تریستوری به صورت نیم موج، تمام موج و سه فاز میپردازیم.درفصل سوم موضوعاتی در رابطه با ترانسفورماتورها از مراحل طراحی تا ساخت آن مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در فصل چهارم به بررسی روند ساخت پروژه و نتایج حاصل از آن می پردازیم.

فصل اول

الکترونیک قدرت و کاربردها

۱-۱ پیشگفتار

امروزه بخش عظیمی از دنیای اطراف ما توسط کاربرد های الکترونیک صنعتی به اشغال در آمده است، نفوذ الکترونیک صنعتی را به وضوح میتوان درصنایع مختلف از جمله: برق هواپیما و شاتل های فضایی، قطار های برقی،کامپیوترها، جوشکاری، فرستنده ها، شتاب دهنده ذرات ، آبکاری ، سیستم های سرو، رکتیفیرها و صدها کاربرد با ارزش دیگر مشاهده کرد.

۱-۲ مبانی

۱-۲-۱ الکترونیک صنعتی

تاریخ الکترونیک صنعتی با اختراع یکسوساز کمان جیوه در سال ۱۹۰۰ آغاز شد، سپس به تدریج یکسوساز تانک فلزی، یکسوساز لامپ خلا با کنترل شبکه، سیستم جرقه، فنوترون و تیروترون اختراع شدند. از این قطعات تا سال ۱۹۵۰ در کنترل توان استفاده می شد. با اختراع ترانزیستور سیلیکونی در آزمایشگاه تلفن به وسیله باردین براتین

و شاکلی در۱۹۴۸، اولین تحول الکترونیکی روی داد، تحول دیگر در سال ۱۹۵۶، باز هم در آزمایشگاه بل، اختراع ترانزیستور تحریک شونده بود که با نام تریستور یا یکسوساز کنترلی سیلیکنی SCR[1] معرفی شد.

۱-۲-۲ انواع مبدل ها

۱-۲-۲-۱ مبدل AC-DC

این مبدل ها در واقع همان رکتیفایرها[2] هستند، که به دو صورت کنترل نشده(دیودی) و کنترل شده (تریستوری) اغلب مورد استفاده قرار می گیرند، اهمیت این دسته از آنجا بیشتر میشود که در بیشتر کاربرد های الکتریکی برق در دسترس به صورت ولتاژ متناوب[3] با فرکانس ۵۰ یا ۶۰ هرتز می باشد، و برای استفاده باید ابتدا آن را به برقی با ولتاژ و جریان مستقیم[4] تبدیل کنیم.

از آنجایی که این قسم از مبدل ها دارای کاربردهای فراوانی می باشند و قسمتی از این پروژه بر پایه ی این نوع از مبدل ها انجام شده است، بررسی کامل آن در فصل دوم صورت پذیرفته است.

[1] Silicon-controlled rectifier
[2] Rectifiers (یکسوساز ها)
[3] Alternative Voltage
[4] Direct Current & Voltage

۱-۲-۲-۲ مبدل DC-DC

برای درک بهتر این نوع مبدل ها می توان آنها معادل ترانسفورماتور در ولتاژ متناوب دانست، همانگونه که ترانسفورماتورها ولتاژ متناوب را از سطح به سطح دیگر تبدیل می کنند، مبدل های DC-DC هم انجام این وظیفه را در ولتاژ های مستقیم بر عهده دارند، این نوع از مبدل ها خود به دو دسته ی ایزوله و غیر ایزوله تقسیم می شوند.

۱-۲-۲-۳ مبدل AC-AC

این مبدل ها به دو دسته بزرگ کنترل کننده های ولتاژ ac و سیکلو کانورتر ها (مبدل های چرخان) تبدیل می شوند.

۱-۲-۲-۳-۱ کنترل کننده های ولتاژ ac

کنترل کننده های ولتاژ ac، مبدل هایی بر پایه تریستور می باشند که ولتاژ متناوب را به ولتاژ متناوب با مقدار موثر متغیر ولی با همان فرکانس تبدیل می کند. برخی از کاربرد های این مبدل ها عبارت اند از:

کاربردهای گرمایی خانگی و صنعتی، تغییر تپ ترانسفورماتورها، کنترل روشنایی، کنترل سرعت موتورهای سه فاز و تک فاز و راه اندازی موتورهای القایی. تریستورها یا تریاک ها در این مبدل ها به کار می روند و کموتاسیون آنها از نوع کموتاسیون خط است در نتیجه نیاز به مدارات کموتاسیون پیچیده ندارد. ایراد اصلی این مبدل ها، هارمونیکهای زیاد در ولتاژ خروجی بار و جریان خط ورودی است به ویژه هنگامی که مقدار موثر ولتاژ به میزان قابل ملاحظه ای کاهش داده می شود.

۱-۲-۲-۳-۲ سیکلو کانورترها

وسیله ای که توان ورودی با یک فرکانس را به فرکانس دیگری، تنها در یک مرحله تبدیل می کند، سیکلوکانورتر نام دارد. سیکلوکانورتر ها به دو نوع کاهشی و افزایشی طبقه بندی می شوند. در نوع کاهشی، فرکانس خروجی از فرکانس ورودی کمتر است. اصول کار این مبدل به سال ۱۹۳۰ میلادی برمیگردد. برخی از کاربردهای سیکلوکانورتر ها عبارتند از:

۱- کنترل سرعت درایورها ی ac توان بالا

۲- گرمایش القایی

۳- تولید VAR استاتیکی

۴- تبدیل سرعت آلترناتورهای سرعت متغیر به ولتاژی با فرکانس ثابت در کشتی و هواپیما

دانشجویان محترم:

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

مراجع:

۱- از دیودهای ایده آل تا تقریبی، بهمن نوروزیان

۲- الکترونیک صنعتی، مهندس شبیری

۳- الکترونیک کاربردی، مهندس علوی

۴- ترانسفورماتورهای سه فاز،دکتر علی مطلبی

۵- ترانسفورماتورهای منابع تغذیه،ترجمه محمد فرخی

۶- تکنولوژی و کارگاه سیم پیچی، ویرایش دوم (۱۳۹۱)

۷- طراحی جامع ماشینهای الکتریکی، ترجمه دکتر حمید لسانی

۸- عراقی، علی (۱۳۸۴) سیم پیچی موتورهای سه فاز، شرکت صنایع آموزشی

۹- گزارش کار آموزی از کارخانجات شرکت ایران ترانسفو

۱۰- ماشین های الکتریکی جلد اول، ترجمه مهندس گیوی

۱۱- مبانی ماشین های الکتریکی، استفن چاپمن، ترجمه صدوقی محمود دیانی

۱۲- محاسبات عملی ترانسفورماتور، مهندس ریاضی

۱۳- محاسبه وسیم پیچی موتورهای الکتریکی، حسین رحمتی زاده

۱۴- موتورهای الکتریکی، ترجمه دکتر محمد طالقانی

۱۵- کتاب الکترونیک صنعتی نوشته م.ه.رشید