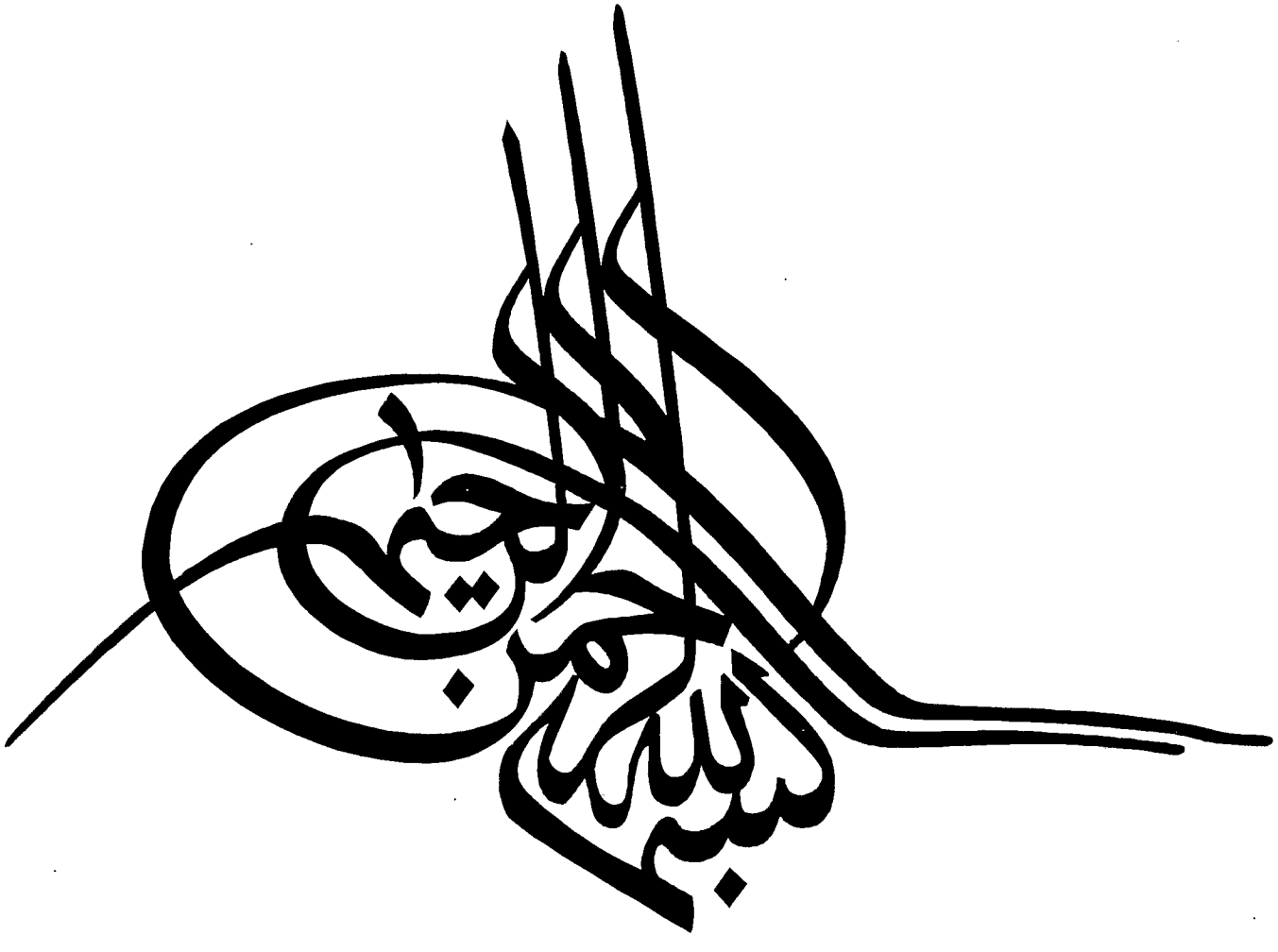

٤٨٧٧٩

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک
۱۳۸۲ /۲/ ۳۰
۱۳۸۲ /۲/ ۳۰
۱۳۸۲ /۲/ ۳۰

دانشگاه تبریز

دانشکده فنی - گروه برق

پایان نامه

برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق - قدرت

عنوان

تشخیص شکستگی میله های رتور ماشین القائی قفس سنجابی بوسیله طیف جریان استاتور

استاد راهنما :

دکتر محمّد رضا فیضی

استاد مشاور :

مهندس قاسم اهرابیان

پژوهشگر :

سید محمّد رضا عریضی

٤٨٧٩

دی ماه ۱۳۸۰

به یاد پدر و خواهر عزیزم

تقدیم به مادر مهربانم

تشکر و قدردانی

در ابتدا بر خود لازم می دانم که از اساتید ارجمند خویش جناب آقایان دکتر محمدرضا فیضی، دکتر مهدی معلم و مهندس قاسم اهرابیان به خاطر راهنمائیها و مشاوره های بی دریغشان، نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم.

از مدیریت محترم و پرسنل شرکت تابان نیرو که با فراهم نمودن شرائط لازم جهت تکمیل این پایان نامه مرا یاری رسانده اند و نیز از آقایان مهندس نیما سعادت و مهندس علی ثقفی نیا که همواره در کلیهٔ مراحل، همراه و همیار من بودند سپاسگزاری می نمایم.

در پایان از زحمات بی دریغ مادر، همسر و کلیهٔ افراد خانوادهٔ خود بالاخص آقای جواد روستازاده تشکر نموده و از درگاه خداوند متعال صحت و سلامت همگی را خواستارم.

سید محمدرضا عریضی

دی ماه ۱۳۸۰

فهرست مطالب

فهرست مطالب:

عنوان	صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
فصل اول: عیوب الکتریکی ومکانیکی در ماشین القایی قفس سنجابی	
مقدمه	٤
۱-۱- بررسی انواع تنش های وارد شونده بر ماشین القایی	٥
۱-۱-۱- تنش های حرارتی	٥
۱-۱-۲- تنش های مغناطیسی	۱۳
۱-۱-۳- تنش های دینامیکی	۱٥
۱-۱-٤- تنش های گذرای چرخشی	۱٦
۱-۱-٥- تنش های ناشی از کیفیت نامناسب محیط کار	۱٦
۱-۱-٦- تنش های مکانیکی	۱٦
۱-۲- بررسی کلیهٔ عیوب اولیه در ماشینهای القایی	۱۷
۱-۲-۱- عیوب الکتریکی اولیه در ماشینهای القایی	۱۷
الف- خارج از مرکزی استاتور	۱۷
ب- لقی وگشادی در نگهدارنده های استاتور	۱۸
ج- اتصال کوتاه شدن ورقه های استاتور و رتور	۱۸
د- خارج از مرکزی رتور	۱۹
ه- خرابی رتور	۱۹
و- حلقه های اتصال کوتاه در کلافهای سیم پیچی استاتور و رتور	۲۲
ز- قطع هر کدام از فازهای سیم پیچی استاتور	۲۲
ح- ضعیف شدن وضعیت ایزولاسیون سیم پیچیها	۲۲

عنوان | صفحه

۱-۲-۲- عیوب مکانیکی اولیه در ماشینهای القایی ۲۲

الف- نابالانسی رتور ماشین القایی ۲۳

ب- ناهم محوری موتور با بار متصل به آن ۲۵

ج- خمش محور رتور ۲۶

د- خارج از مرکزی رتور ۲۸

فصل دوم: روشهای شبیه سازی وتشخیص شکست میله های رتور ماشین القایی

۲-۱- تاریخچه روشهای شبیه سازی موتورهای القایی ۲۹

۲-۲- تاریخچه تشخیص خطا در موتورهای القایی ۳۵

۲-۳- روشهای تشخیص خطا در موتورهای القایی ۳۷

۲-۳-۱- بررسی روشهای تشخیص شکستگی در میله های رتور قفس سنجابی ۳۸

- قرار دادن سیم پیچهای تشخیص ۳۸

- مقایسهٔ سیم پیچ های تشخیص سه گانه ۴۲

- آنالیز طیف جریان استاتور(MCSA) ۴۲

- بررسی هارمونیک های گشتاور درحالت دائمی ۴۳

- تبدیل فوریه سریع توان لحظه ای ۴۴

- روش بردار پارک ۴۴

- نتیجه ۴۵

فصل سوم: شبیه سازی ماشین القایی قفس سنجابی با استفاده ازتابع سیم پیچ

مقدمه ۴۷

۳-۱- بررسی اندوکتانس های یک ماشین القایی با سیم پیچی متحدالمرکز ۴۷

۳-۲- معادلات یک ماشین الکتریکی با m سیم پیچ استاتور و n سیم پیچ رتور ۵۱

عنوان | صفحه

۳-۲-۱- معادلات ولتاژ استاتور ۵۲

۳-۲-۲- معادلات ولتاژ رتور ۵٤

۳-۲-۳- محاسبهٔ گشتاور الکترومغناطیسی ۵۵

۳-۲-٤- معادلات موتور القائی سه فاز قفس سنجابی در فضای حالت ۵٦

فصل چهارم: نتایج شبیه سازی ماشین القایی قفس سنجابی

مقدمه ۵۹

٤-۱- نتایج شبیه سازی ماشین القائی سالم ۵۹

٤-۲- نتایج شبیه سازی ماشین القائی با یک میلهٔ رتور شکسته ٦٦

٤-۳- نتایج شبیه سازی ماشین القائی با چهار میلهٔ رتور شکسته ۷۱

٤-٤- مقایسهٔ نتایج شبیه سازی حالت سالم با حالتهای شکستگی یک وچهار میلهٔ رتور ۷٦

فصل پنجم: نتایج عملی تشخیص خطا در ماشین القایی قفس سنجابی

۵-۱- مشخصات موتور عملی ۸٤

۵-۲- شبیه سازی موتور عملی ۸۵

۵-۳- نمونه برداری از جریان استاتور ۸٦

۵-٤- تشخیص انواع خطاها به کمک طیف جریان استاتور ۹۰

۵-٤-۱- مقایسهٔ روشهای تشخیص خطا ۹۰

۵-٤-۲- بررسی هارمونیک های مختلف طیف جریان استاتور ۹۱

الف- نامتقارن بودن رتور ۹۲

ب- عدم تقارن در استاتور ۹۲

ج- عدم تقارن فاصلهٔ هوایی ۹۲

د- خرابی بیرینگ های موتور ۹٤

نتیجه گیری ۹۶

پیشنهادات ۹۷

ضمیمهٔ A: معرفی تابع سیم پیچ ۹۸

A-۱- مقدمه ۹۸

A-۲- تابع سیم پیچ ۹۹

A-۲-۱- تعریف تابع سیم پیچ ۹۹

A-۲-۲- محاسبهٔ اندوکتانس های ماشین با استفاده از تابع سیم پیچ ۱۰۲

A-۳- نتیجه گیری ۱۰۵

ضمیمهٔ B: مشخصات موتور عملی ۱۰۷

مراجع ۱۱۱

چکیـده و مقدمـه

چکیده

امروزه کاربرد ماشینهای القایی و بخصوص ماشین‌های قفسه سنجابی، بدلیل مزایای منحصر به فردشان، رو به افزایش است. از جمله برتری آنها نسبت به ماشین‌های DC، نداشتن کموتاتور، جاروبک و منبع تغذیه DC است. همچنین ماشین‌های القایی نسبت به ماشین‌های سنکرون از قیمت کمتری برخوردارند، زیرا دیگر نیازی به منبع DC برای تغذیه روتور ندارند. ذکر این نکته نیز حائز اهمیت است که موتورهای القایی قفسه سنجابی نسبت به رتور سیم‌پیچی شده از لحاظ قیمت، کیفیت و ابعاد در وضعیت بهتری قرار دارند. از مسائل بسیار مهم در رابطه با این موتورها، مسأله شکستگی در میله‌های رتور می‌باشد. با توجه به کاربرد وسیع این موتورها، در صورت تشخیص سریع شکستگی موجود در میله‌ها، اولاً از ضایعات بعدی ناشی از شکستگی که ممکن است به بدنه رتور و یا حتی استاتور آسیب برساند جلوگیری می‌شود، ثانیاً با خارج نمودن موتور معیوب در ساعاتی از کار که کمترین استفاده از آن می‌شود از ضررهای ناشی از پایین آمدن تولید محصولات جلوگیری می‌گردد.

دراین پایان‌نامه تشخیص به موقع و زودتر از موعد چنین خطائی در ماشین مورد مطالعه قرارگرفته است. شبیه‌سازی ماشین با استفاده از روش تابع سیم پیچی بعمل آمده است. بابکارگیری این روش مدل واقعی ماشین بدست می‌آید و در نتیجه می‌توان خطاهای واقعی را دقیقاً روی مدل ماشین پیاده نمود.

مقدمه

ماشینهای القایی در صنایع به نام نیروی محرکه صنعت نامیده می‌شوند. علت این نامگذاری کاربرد وسیع آنها می‌باشد. به همین علت تا به امروز مطالعات زیاد و پیوسته‌ای بر روی طراحی، ساخت، بهبود بازده و تشخیص خطا بر روی موتورهای القایی صورت پذیرفته است. در مورد علل استفاده گسترده از این ماشین در مقایسه با ماشینهای دیگر می‌توان از دوام، نیاز به تعمیر و نگهداری با دوره زمانی طولانی تر و کاربرد آن در شرایط مختلف محیطی را نام برد. با توجه به این موضوع اکثر فعالیت کارخانه های تولید ماشین بر روی بهبود بازده و بهره‌برداری بهینه از ماشین متمرکز گردیده است. در این راستا تشخیص خطا در ماشین قبل از وقوع آن یکی از راهکارهای مؤثر در بالا بردن بازده بهره‌برداری از ماشین است.

روند پیگیری مطالب

در این پایان‌نامه ابتدا انواع عیوب الکتریکی و مکانیکی در ماشینهای الکتریکی بررسی گردیده و عوامل بوجودآورنده و روشهای رفع این عیوب بیان شده است. سپس روشهای مختلف شبیه‌سازی یک موتور القایی و مقایسه این روشها بیان شده و تاریخچه تشخیص خطا در ماشینهای القایی ارائه گردیده است. بدنبال آن، به کمک روش تابع سیم پیچی ماشین شبیه‌سازی شده، خطای مورد نظر یعنی شکستگی میله‌های رتور اعمال گردیده و نتایج در حالات مختلف شکستگی با یکدیگر مقایسه شده اند. موضوعات فوق در فصول یک الی سه مورد بحث قرارگرفته است. در فصل چهارم، با استفاده از یک ماشین نمونه، خطا ی مذکور بر روی ماشین اعمال گردیده و نتایج شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار مناسب در هر حالت خطا بدست آمده و روشهای تشخیص هر کدام از عیوب بیان شده است. جهت حصول اطمینا ن از نتایج شبیه سازی و روش های تشخیص خطا،

بااستفاده ازیک موتور نمونهٔ عملی، نتایج نمونه برداری ازجریان استاتوردرفصل پنجم ارائه گردیده است ودر نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات لازم بیان گردیده است.

با توجه به مطالب اشاره شده، نتیجه گرفته می‌شود که با تشخیص به موقع هر کدام از عیوب اولیه در یک ماشین القایی می‌توان از پدید آمدن حوادث ثانویه که منجر به وارد آمدن خسارات سنگین می‌گردد، جلوگیری نمود. در این راستا سعی شده است که با تحلیل، بررسی و تشخیص یکی از این نمونه خطاها، یعنی شکستگی میله‌های یک موتور القایی قفس سنجابی، گامی مؤثر در پیاده‌سازی نظام تعمیرات پیشگویی‌کننده برداشته شود و با بکارگیری سیستم‌های مراقبت وضعیت بر روی چنین ماشینهایی از وارد آمدن خسارات سنگین بر صنایع و منابع ملّی جلوگیری گردد.

در این پایان‌نامه از نتایج عملی جهت تشخیص این گونه خطاها در ماشین بهره گرفته شده است تا نتایج عملی وتئوری، مکمل یکدیگر قرار گرفته و راهکارهای مناسب، جهت تشخیص خطا در ماشینهای الکتریکی بدست آید.

فصل اول

عیوب الکتریکی و مکانیکی در ماشین القایی قفس سنجابی

مقدمه

خرابیهای یک موتور القایی قفس سنجابی را می‌توان به دو دسته الکتریکی و مکانیکی تقسیم کرد. هر کدام از این خرابیها در اثر عوامل و تنش‌های متعددی ایجاد می‌گردند. این تنشها در حالت کلی بصورت حرارتی، مغناطیسی، دینامیکی، مکانیکی ویا محیطی می‌باشند که در قسمت‌های مختلف ماشین مانند محور، بلبرینگ، سیم‌پیچی استاتور، ورقه‌های هسته رتور و استاتور و قفسه رتور خرابی ایجاد می‌کنند. اکثر این خرابیها در اثر عدم بکارگیری ماشین مناسب در شرایط کاربردی مورد نظر، عدم هماهنگی بین طراح و کاربر و استفاده نامناسب از ماشین پدید می‌آید. در این قسمت سعی گردیده است ابتدا انواع تنشهای وارده بر ماشین، عوامل پدید آمدن و اثرات آنها بررسی گردد سپس کلیهٔ خطاهای الکتریکی و مکانیکی که در اثر تنش‌ها پدید می‌آیند مورد مطالعه قرار گیرند. قبل از بررسی انواع تنش‌های وارده بر ماشین القایی بایستی موارد زیر در نظر گرفته شود.

۱- با مشخص کردن شرایط کار ماشین می‌توان تنش‌های حرارتی، دینامیکی و مکانیکی را پیش‌بینی نمود و ماشین مناسب آن شرایط را انتخاب کرد. به عنوان مثال سیکل کاری ماشین و نوع بار آن، تعداد دفعات خاموش و روشن کردن و فاصلهٔ زمانی بین آنها، از عواملی هستند که تأثیر مستقیم در پدید آمدن تنش‌های وارده بر ماشین خواهند داشت.

۲- وضعیت شبکه تغذیه ماشین از لحاظ افت ولتاژ در حالت دائمی و شرایط راه‌اندازی و میزان هارمونیک‌های شبکه هم در پدید آمدن نوع تنش و در نتیجه پدید آمدن خرابی در ماشین مؤثر خواهند بود.