بسم الله الرحمن الرحيم

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه رازی است.

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی برق گرایش قدرت

عنوان پایان نامه

تشخیص شکستگی میله روتور در موتورهای القایی با استفاده از روش المان محدود و آنالیز اثر جریان موتور

استاد راهنما:

دکتر محمد مرادی

نگارش:

امیرپژمان سیفی

بهمن ماه ۱۳۹۲

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی برق گرایش قدرت

نام دانشجو:

امیرپژمان سیفی

تحت عنوان:

تشخیص شکستگی میله روتور در موتورهای القایی با استفاده از روش المان محدود و آنالیز اثر جریان موتور

در تاریخ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنما دکتر محمد مرادی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۲- استاد داور داخل گروه دکتر غلامحسین شیسی با مرتبه علمی استادیار امضاء

۳- استاد داور داخل گروه دکتر حمدی عبدی با مرتبه علمی استادیار امضاء

مراتب تقدیر و تشکر صمیمانه خود را از محضر :

استاد ارجمند جناب آقای **دکتر محمد مرادی** کـه در تمـامی مراحـل ایـن تحقیـق، مساعدت‌های علمی و عاطفی داشته و راهنمایی‌های بی‌دریغ شان همواره راهگشای من بود و اگر ایشان نبودند این راه پیموده نمیشد، همچنین از تمام بزرگـواران و دوسـتانی که کلمه ای به من آموخته اند و از محضر آنان کسب فیض نموده ام و تمام کسانی کـه به نوعی در انجام این تحقیق با من همکاری نموده به جای می آورم و از خداوند منـان برای این بزرگواران توفیق روز افزون آرزومندم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی‌شان ازکلمه ایثار و از خودگذشتگی.

به پاس عاطفه سرشار وجودشان که درسردترین روزگاران بهترین پشتیبان است.

به پاس کلام‌های متین‌شان که هماره روشنگر و راهنما خواهند بود.

و به پاس محبت‌های بیدریغشان که هرگز فراموش نخواهد شد.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مروری بر گزارشات گذشته

۱- ۱ مقدمه..... ۲
۱-۲ عیوب موتور القایی..... ۳
۱-۳ روال آشکارسازی خطا در سیستم های مختلف..... ۴
۱-۳-۱ انتخاب شیوه شبیه سازی مناسب..... ۴
۱-۳-۲ انتخاب سیگنال مناسب برای تشخیص خطا..... ۵
۱-۳-۳ انتخاب روش مناسب برای آنالیز سیگنال انتخابی و معرفی شاخص..... ۶

فصل دوم: موتور القایی

۲-۱ مقدمه..... ۸
۲-۲ ساختمان موتور القایی قفس سنجابی..... ۹
۲-۳ اجزای استاتور..... ۱۲
۲-۴ عملکرد موتور القایی..... ۱۲
۲-۵ پارامترهای موتور القایی..... ۱۵
۲-۵-۱ ولتاژ و جریان..... ۱۵
۲-۵-۲ سرعت سنکرون، سرعت آسنکرون و سرعت لغزش..... ۱۷
۲-۵-۳ خطوط شار..... ۱۸
۲-۵-۴ نیروی محرکه مغناطیسی..... ۲۰

فصل سوم: عیوب موتور القایی

۳-۱ مقدمه..... ۲۳
۳-۲ مروری بر خطاهای رایج موتور القایی..... ۲۴
۳-۲-۱ خطای بلبرینگ..... ۲۴
۳-۲-۲ خطای شکسته شدن میله روتور..... ۲۴
۳-۲-۳ خطای عدم تقارن..... ۲۵
۳-۲-۴ اتصال کوتاه حلقه به حلقه ۲۵

فصل چهارم: روشهای عیب یابی موتور القایی

۴-۱ مقدمه..... ۳۰
۴-۲ روش پوش جریان ۳۰
۴-۳ پروفیل گشتاور فاصله هوایی..... ۳۲
۴-۴ روش مبتنی بر مولفه های توالی جریان و امپدانس..... ۳۳
۴-۵ روش شار نشتی محوری..... ۳۵
۴-۶ روش بردار پارک جریان..... ۳۶
۴-۷ روش بردار پارک ارتقا یافته..... ۳۷
۴-۸ روش مبتنی بر ولتاژ ترمینال..... ۳۸

۴-۹ روش آنالیز اثر جریان..... ۳۸
فصل پنجم: تبدیل فوریه سریع و تبدیل موجک
۵-۱ مقدمه..... ۴۱
۵-۲ تبدیل فوریه..... ۴۱
۵-۳ تبدیل فوریه با دوره کوتاه (STFT)..... ۴۶
۵-۴ تبدیل موجک پیوسته (CWT)..... ۵۳
۵-۵ مقیاس..... ۵۴
۵-۶ محاسبه تبدیل موجک پیوسته..... ۵۵
۵-۷ رزولوشنهای زمانی و فرکانسی..... ۶۰
۵-۷-۱ چرا به تبدیل موجک گسسته نیاز است..... ۶۲
۵-۸ تبدیل موجک گسسته(DWT)..... ۶۲
۵-۹ کدگذاری Subband و تجزیه چند مقیاسی..... ۶۲
فصل ششم: شبیه سازی
۶-۱ مقدمه..... ۷۱
۶-۲ روش المان محدود..... ۷۱
۶-۳ شبیه سازی موتور القایی سه فاز بوسیله روش المان محدود..... ۷۱
۶-۳-۱ مشخصات موتور القایی قفس سنجابی مورد مطالعه..... ۷۲
۶-۳-۲ فرآیند شبیه سازی موتور مورد مطالعه به روش المان محدود..... ۷۳
۶-۴ نحوه شبیه سازی بوسیله FEM..... ۷۴
۶-۵ جریان القایی در روتور ۷۴
۶-۶ مش بندی موتور شبیه سازی شده و جریان فاز استاتور..... ۷۴
۶-۷ تشخیص عیب شکستگی میله های روتور و آنالیز نتایج در حالت ماندگار..... ۷۶
۶-۷-۱ موتور با یک، دو، سه و چهار میله شکسته ۷۶
۶-۷-۱-۱ آنالیز نتایج بوسیله تبدیل فوریه سریع ۷۶
۶-۷-۱-۲ آنالیز نتایج بوسیله روش بردار پارک ۸۰
۶-۷-۲ تشخیص توزیع هندسی شکستگی میله های روتور..... ۸۴
۶-۷-۲-۱ آنالیز نتایج بوسیله تبدیل فوریه سریع ۸۴
۶-۷-۲-۲ آنالیز نتایج بوسیله روش بردار پارک ۸۷
۶-۸ تشخیص عیب شکستگی میله های روتور و آنالیز نتایج در حالت گذرا..... ۸۹
۶-۸-۱ آنالیز نتایج گذرا بوسیله تبدیل فوریه سریع ۸۹
۶-۸-۲ آنالیز نتایج گذرا بوسیله روش بردار پارک ۹۱
۶-۸-۳ آنالیز نتایج گذرا بوسیله تبدیل موجک ۹۲

۶-۸-۳-۱ موتور با یک، دو، سه و چهار میله شکسته ۹۴
۶-۸-۳-۱-۱ شاخص معرفی شده بوسیله تبدیل موجک.....۹۷
۶-۸-۳-۲ تشخیص توزیع هندسی شکستگی میله های روتور.....۹۸
فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات
۷-۱ مقدمه.....۱۰۲
۷-۲ نتیجه گیری.....۱۰۲
۷-۳ پیشنهادات.....۱۰۶
مراجع.....۱۰۷

فهرست شکل ها Error! No text of specified style in document.

شکل **صفحه**

فصل دوم: موتور القایی

۲-۱ انواع موتورهای الکتریکی ۹
۲-۲ اجزاء موتور القایی سه فاز ۱۰
۲-۳ روتور موتور قفس سنجابی ۱۱
۲-۴ طرح کلی موتور القایی دو قطب ۱۲
۲-۵ میدان مغناطیسی چرخشی موتور القایی دو قطب ۱۴
۲-۶ دیاگرام فازوری ولتاژها و جریان های استاتور سه فاز موتور القایی ۱۷
۲-۷ یک مدار سری RL ۱۹
۲-۸ مدار RL سری تغذیه شده از منبع دو فاز ۱۹

فصل سوم: عیوب موتور القایی

۳-۱ اتصال کوتاه بین سیم پیچی ها و هسته استاتور در قسمت پایانی سوراخ هسته استاتور.... ۲۶
۳-۲ اتصال کوتاه بین سیم پیچی ها و هسته استاتور در قسمت میانی سوراخ هسته استاتور.... ۲۷
۳-۳ اتصال کوتاه یک فاز بدلیل اضافه بار ۲۷
۳-۴ اتصال کوتاه در یک فاز به دلیل ولتاژ نامتعادل استاتور ۲۸

فصل چهارم: روشهای عیب یابی موتور القایی

۴-۱ جریان استاتور سه فاز ۳۱
۴-۲ جریان استاتور سه فاز ۳۲
۴-۳ پروفیل گشتاور فاصله هوایی ۳۳
۴-۴ اندازه جریان توالی منفی در شرایط اتصال کوتاه(سمت راست)
و عدم تعادل ولتاژ(سمت چپ) ۳۴
۴-۵ اندازه مولفه ی نوسانی بردار پارک جریان در شرایط خطا(سمت راست)
و عدم تعادل ولتاژ(سمت چپ) ۳۷

فصل پنجم: تبدیل فوریه سریع و تبدیل موجک

۵-۱ سیگنال ایستا دارای چهار جزء فرکانسی ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ هرتز ۴۳
۵-۲ تبدیل فوریه سیگنال شکل ۴۴
۵-۳ سیگنال غیر ایستا دارای چهار جزء فرکانسی ۵، ۱۰، ۲۰ و ۵۰ هرتز ۴۵
۵-۴ تبدیل فوریه سیگنال شکل (۵-۳) ۴۵
۵-۵ اعمال پنجره w(t) به سیگنال x(t) ۴۷
۵-۶ نمونه ای از یک سیگنال غیر ایستا ۴۸
۵-۷ STFT سیگنال شکل (۵-۶) ۴۸
۵-۸ پنجره گوسی با چهار عرض مختلف ۵۱
۵-۹ STFT سیگنال شکل ۶ با پنجره گوسی و پارامتر a=0.01 یعنی باریکترین پنجره..... ۵۱
۵-۱۰ STFT سیگنال شکل (۵-۶) با پنجره گوسی پهن تر از

پنجره بکار رفته در شکل (۵-۹) ۵۲
۵-۱۱ STFT سیگنال شکل (۵-۶) با پنجره گوسی پهنتر از
پنجره بکار رفته در شکل (۵-۱۰) ۵۲
۵-۱۲ مقیاسهای مختلف یک تابع کسینوسی ۵۴
۵-۱۳ فرآیند محاسبه تبدیل موجک در یک مقیاس ۵۶
۵-۱۴ فرآیند محاسبه تبدیل موجک در مقیاسی بزرگتر از شکل (۵-۱۳) ۵۷
۵-۱۵ فرآیند محاسبه تبدیل موجک در مقیاسی بزرگتر از شکل (۵-۱۵) ۵۸
۵-۱۶ نمونه ای از یک سیگنال غیر ایستا متشکل از
چهارجزء فرکانسی ۳۰، ۲۰، ۱۰و ۵ هرتز ۵۹
۵-۱۷ تبدیل موجک پیوسته سیگنال شکل (۵-۱۶) ۵۹
۵-۱۸ تبدیل موجک پیوسته سیگنال شکل ۱۶ از زاویه ای دیگر ۶۰
۵-۱۹ رزولوشن زمانی و فرکانسی در تبدیل موجک ۶۱
۵-۲۰ انجام DWT به کمک فیلترهای h[n] و g[n] ۶۵
۵-۲۱ سیگنال های DWT و فرایند کاهش داده ۶۷

فصل ششم: شبیه سازی

۶-۱ نمای کلی از موتور القایی سه فاز مورد مطالعه ۷۳
۶-۲ شیار های ماشین (الف) شیار استاتور (ب)شیار رتور ۷۳
۶-۳ مدل تحلیلی مش بندی شده ۷۵
۶-۴ جریان فاز استاتور موتور القایی..... ۷۵
۶-۵ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور سالم ۷۷
۶-۶ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور با یک میله شکسته ۷۷
۶-۷ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور با دو میله شکسته ۷۸
۶-۸ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور با سه میله شکسته ۷۸
۶-۹ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور با چهار میله شکسته ۷۹
۶-۱۰ بردار پارک جریان در حالت روتور سالم..... ۸۱
۶-۱۱ بردار پارک جریان در حالت روتور با یک میله شکسته..... ۸۱
۶-۱۲ بردار پارک جریان در حالت روتور با دو میله شکسته..... ۸۲
۶-۱۳ بردار پارک جریان در حالت روتور با سه میله شکسته..... ۸۲
۶-۱۴ بردار پارک جریان در حالت روتور با چهار میله شکسته..... ۸۳
۶-۱۵ نحوهٔ توزیع شکستگی میله های روتور
(از چپ به راست: حالت a، حالت b و حالت c) ۸۴

۶-۱۶ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور سالم ۸۵

۶-۱۷ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت a ۸۵
۶-۱۸ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت b ۸۶
۶-۱۹ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت c ۸۶
۶-۲۰ بردار پارک جریان در حالت A ۸۸
۶-۲۱ بردار پارک جریان در حالت B ۸۸
۶-۲۲ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور سالم در شرایط گذرا ۹۰
۶-۲۳ طیف جریان نرمال شده موتور القایی تحت حالت روتور با
چهار میله شکسته در شرایط گذرا ۹۰
۶-۲۴ بردار پارک جریان در حالت روتور سالم در شرایط گذرا ۹۱
۶-۲۵ بردار پارک جریان در حالت روتور با چهار میله شکسته در شرایط گذرا ۹۲
۶-۲۶ انجام DWT به کمک فیلترهای h[n] و g[n] ۹۳
۶-۲۷ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی تحت حالت روتور سالم ۹۵
۶-۲۸ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی
تحت حالت روتور با یک میله شکسته ۹۵
۶-۲۹ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی
تحت حالت روتور با دو میله شکسته ۹۶
۶-۳۰ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی
تحت حالت روتور با سه میله شکسته ۹۶
۶-۳۱ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی
تحت حالت روتور با چهار میله شکسته ۹۷
۶-۳۲ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی تحت حالت روتور سالم ۹۸
۶-۳۳ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی تحت حالت a ۹۹
۶-۳۴ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی تحت حالت b ۹۹
۶-۳۵ ضریب موجک D۴ جریان استاتور موتور القایی تحت حالت c ۱۰۰

فهرست جدول ها

جدول **صفحه**

فصل اول: مروری بر گزارشات گذشته

۱-۱ درصد خرابی بوسیله اجزاء ۴

فصل ششم: شبیه سازی

۶-۱ مقادیر نامی موتور القایی قفس سنجابی سه فاز مورد مطالعه ۷۲
۶-۲ مشخصات ساختمانی موتور القایی قفس سنجابی سه فاز مورد مطالعه ۷۲
۶-۳ دامنهٔ طیف مولفه های باند کناری و
مولفه منبع برای حالات مختلف به صورت دسیبل ۷۹
۶-۴ تغیرات نرمالیز شده Id و Iq.....۸۳
۶-۵ دامنهٔ طیف مولفه های باند کناری و
مولفه منبع برای حالات مختلف به صورت دسیبل ۸۷
۶-۶ تغیرات نرمالیز شده Id و Iq.....۸۹
۶-۷ سطوح فرکانسی ضرایب موجک ۹۴
۶-۸ شاخص معرفی شده بوسیله تبدیل موجک برای حالات مختلف موتور ۹۷
۶-۹ شاخص معرفی شده بوسیله تبدیل موجک برای حالات مختلف موتور ۱۰۰

چکیده

موتور القایی یک وسیله الکترومغناطیسی است، که در بیشتر صنایع برای تبدیل کردن توان از شکل الکتریکی به شکل مکانیکی به کار می رود. موتورهای القایی در واقع بار صنعت را به دوش میکشند.
دلیل استفاده گسترده از موتورهای القایی نگهداری آسان، سادگی ساختمان، قدرت بالا، ارزان بودن، سهولت تعمیرات، مقاوم بودن، نصب و کنترل آسان آنها می باشد. با توجه به کاربرد وسیع این تجهیزات در صنعت معیوب شدن آنها به شدت قابلیت اطمینان سیستم صنعتی را پایین می آورد. لذا عیب یابی و مونیتورینگ آنها امروزه دارای اهمیت بسیار است تا به کمک آنها بتوان قبل از صدمات جدی به موتور آنرا تعمیر نمود. لذا مطالعات رفتار موتور القایی در شرایط غیر نرمال و امکان عیب یابی آنها امروزه یک موضوع مهم برای محققان ماشینهای الکتریکی بوده است.
یکی از خطاهای مهمی که در موتور القایی رخ می دهد، خطای شکستگی میله روتور میباشد. هنگامیکه میله های روتور موتور القایی دچار شکستگی می شود، جریان عبوری از میله شکسته شده بسیار کم می شود و جریان میله های اطراف میله شکسته شده افزایش می یابد. گاهی این غلظت جریان خیلی زیاد سبب ذوب شدن میله ها و انتشار خطا در قفس روتور موتور القایی شده و در نهایت باعث از دست رفتن روتور می شود. بنابراین عیب یابی خطای شکسته شدن میله های روتور موتور القایی از اهمیت خاصی برخوردار است.
آنالیز اثر جریان موتور در حال حاضر مشهورترین روش آشکارسازی خطا قلمداد میشود، که خطاهای معمول موتور القایی مانند خطای بلبرینگها و شکستگی میله های روتور را آشکار میسازد. میله های شکسته روتور با تغییر در توزیع شار مغناطیسی در طیف جریان موتور القایی ایجاد مولفه های باندهای کناری اطراف مولفه طیف فرکانس منبع تغذیه میکنند ،که از این مسئله می توان برای بررسی وضعیت عملکرد موتور القایی استفاده کرد. در این پایان نامه برای آنالیز جریان حاصل شده از شبیه سازی از تبدیل فوریه سریع و تبدیل موجک استفاده شده است. آنالیز تبدیل فوریه سریع برای آنالیز ماندگار جریان استاتور در سرعت و بار مجاز مناسب است و جوابگوی آنالیز جریان گذرای استاتور نمی باشد، با استفاده از تبدیل موجک امکان عیب یابی در حالتهای گذرا و در طول مرحله استارت موتور وجود دارد. این مطلب برای موتورهایی که دارای زمان گذرای طولانی هستند حائز اهمیت است.
در این پایان نامه کوشیده شده است با استفاده از تبدیل موجک و استفاده از اولین مولفه های باند کناری شاخصی جدید برای تشخیص تعداد میله های شکسته و توزیع هندسی میله های شکسته شده روتور موتور القایی ارائه شود. در این پایان نامه سه حالت مختلف برای توزیع هندسی میله های شکسته در حالتی که چهار میله روتور شکسته شده است در نظر گرفته شده، همچنین وضعیت موتور با یک،

دو، سه و چهار میله شکسته با شاخص معرفی شده در این پایان نامه بررسی شده است، نتایج توانمندی شاخص معرفی شده را نشان میدهند.

در این پایان نامه برای مدل کردن موتور القایی سه فاز از روش المان محدود استفاده شده است. در این مدل ویژگیهای فیزیکی و هندسی موتور القایی و ویژگیهای غیر خطی مواد هسته در نظر گرفته شده است.

فصل(۱)

مروری بر گزارشات گذشته

۱-۱ مقدمه

موتورهـای القـایی[1] در سـال ۱۸۸۸ توسـط نیکـولا تسـلا اختـراع شـد. موتـور القـایی یـک وسـیله الکترومغناطیسی است، کـه در بیشـتر صـنایع بـرای تبـدیل کـردن تـوان از شـکل الکتریکـی بـه شـکل مکانیکی به کار می رود. موتورهای القایی در واقع بار صنعت را به دوش میکشند.

قسـمت چرخشـی موتورهـای القـایی احتیـاج بـه اتصـال الکتریکـی نـدارد، بـه دلیـل آنکـه القـای الکترومغناطیسی انتقال انرژی را از قسمت ثابت به قسمت چرخشی میسر خواهد کرد.

سیم پیچی های قسمت ایستای موتور القایی که استاتور نامیده می شود، می تواند یک میدان مغناطیسی چرخشی را تولید کند که نیروی الکترومغناطیسی و جریان را در روتور القا می کند.

جریان روتور القا شده و میدان چرخشی سیم پیچی های قسمت ایستا گشتاور موتور را تولید می کننـد. منحنی گشتاور_سرعت موتورهای القایی به مقاومت و راکتانس روتور وابسته است، بنـابراین بـا تغییـر نسبت مقاومت به راکتانس روتور در مدار روتور ممکن است منحنی گشتاور_سرعت متفاوتی بدسـت آید.

موتورهای القایی موتورهای مقاومی هستند و در مکانهای خطرناک و محیط های طاقت فرسـا بـه کـار میروند، کاربردهای عمومی موتورهای القایی شامل پمپ ها، بالابرها، ماشین ابزارها، ماشین هـای بسـته بندی و غیره است.

موتورهای القایی دارای قابلیت اطمینان بالا، نیاز به نگهداری کم، مقـاوم بـودن و دارای رانـدمان نسـبتا بالایی هستند. علاوه بر این رنج وسیع توان موتورهای القایی که از صدها وات تا مگـاوات اسـت، نیـاز بیشتر پروسه های صنعتی را برطرف میکند.

موتورهای القایی در معرض انواع خطاها در صنعت قرار دارند. اگـر خطـای موتـور در مرحلـه ابتـدایی تشخیص داده نشود ممکن است نتیجه فاجعـه آمیـزی حاصـل شـود و موتـور القـایی متحمـل خسـارت

[1] .Induction Motors

بزرگی شود، و این خطای موتور منجر به وقوع خطاهای سریالی شود و سبب توقف تولید در صنعت مربوطه شود. توقف تولید هزینه های بالایی را در بر دارد که شامل هزینه های ناشی از متوقف شدن تولید محصول، هزینه های تعمیر و از بین رفتن مواد اولیه را شامل می شود.

خطاهای موتور بدلیل استرسهای مکانیکی و الکتریکی می باشد، استرسهای مکانیکی به دلیل اضافه بارها و تغییرات ناگهانی بار که می تواند باعث خطا در بلبرینگها و شکستگی میله روتور شود، میباشد. از طرف دیگر استرسهای الکتریکی معمولا به منبع توان وابسته است.

موتور القایی را میتوان توسط یک منبع توان سینوسی فرکانس ثابت و یا یک درایور ac تحریک کرد، اما باید توجه داشت که در هنگام استفاده از درایور احتمال بروز خطا بیشتر است، به علت اعمال ولتاژ اضافی بر سیم پیچی های استاتور، مولفه های جریان استاتور در فرکانسهای بالا، جریانهای القا شده بلبرینگها و درایورهای ac میباشند. همچنین اضافه ولتاژ در موتور میتواند بدلیل طول کابل اتصالی بین موتور و درایور ac اتفاق بیفتد[۱]. فشارهای الکتریکی ممکن است در سیم پیچی های استاتور اتصال کوتاه ایجاد کنند و موتور به طور کامل خراب شود.

۱-۲ عیوب موتور القایی[1]

نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهندکه بیشتر خرابی موتورهای القایی شامل خرابی بلبرینگها اتصال کوتاه inter_turn در سیم پیچی های استاتور، شکستگی میله های روتور و خطای رینگ انتهایی است[۲،۳].

خطای بلبرینگها تقریبا شامل ٪۴۰ از کل خطاهایی است که در موتورها اتفاق می افتند. و خطای سیم پیچی های استاتور ٪ ۳۳ از خطا ها را تشکیل میدهد و شکستگی میله روتور ٪۱۰ از خطاهای موتور القایی را شامل می شود.

این خطاها در جدول (۱-۱) خلاصه شده اند. جدول نشان داده شده بوسیله موسسه تحقیقات قدرت الکتریکی(EPRI) ارائه شده است[۳] . نتایج از بررسی ۶۳۱۲ موتور بدست آمده اند. ستون دیگر این جدول توسط گروه کار قابلیت اطمینان موتور(IEEE_IAS) از آزمایش بر روی ۱۱۴۱ موتور حاصل شده است[۲].

[1] .Induction Motor Faults

جدول(۱-۱): درصد خرابی بوسیله اجزاء[۳۱]

Failed Component	Percentage Of Failures(%)[IEEE-IAS]	Percentage Of Failures(%)[EPRI]
Bearings Related	44	41
Winding Related	26	36
Rotor Related	8	9
Others	22	14

چندین راه در صنعت برای جلوگیری از آسیب های شدید به موتورهای القایی از خطاهای نامبرده و جلوگیری از توقف تولید برنامه ریزی نشده وجود دارد که به کار برده می شود. از جمله آن می توان به تعمیرات مکرر برای بررسی بی عیبی موتور، بررسی لرزشهای غیرنرمال، بررسی وضعیت بلبرینگها، سیم پیچی های استاتور و بی عیبی قفسه روتور اشاره کرد.

بیشتر تعمیرات باید در حالتی که موتور خاموش است انجام شوند، که در این حالت تولید متوقف می شود. معمولا کمپانی های بزرگ ترجیح می دهند برای جلوگیری از بروز خطا از تعمیرات سالانه داشته باشند، بنابراین تشخیص عیب موتور القایی تحت بار بسیار مهم است.

۱-۳ روال آشکارسازی خطا در سیستم های مختلف

روال آشکارسازی خطا در سیستم های مختلف را می توان به صورت مراحل زیر خلاصه کرد:

۱. انتخاب شیوه شبیه سازی مناسب

۲. انتخاب سیگنال مناسب برای تشخیص خطا

۳. انتخاب روش مناسب برای آنالیز سیگنال مورد نظر

۴. معرفی شاخصی برای تشخیص خطا

۱-۳-۱ انتخاب شیوه شبیه سازی مناسب

روشهای زیادی برای مدل کردن موتورهای القایی تحت وضعیت خطا وجود دارد. برخی از روشها براساس مدلهای پارامتر فشرده هستند، همانند مدل dq ، مدارات معادل مغناطیسی[1] و روش المان محدود[2] [۴]. مدلهای ساده شده موتور همانند مدل dq قادر به عیب یابی تمام خطاها نیستند. به دلیل آنکه در این مدلها، سوراخهای روتور و استاتور و اشباع هسته در نظر گرفته نمی شود. همچنین مدل dq در آنالیز موتورهای القایی نسبت به هارمونیک های فضایی بی اعتناست. بنابر این مدل dq در موتورهای القایی خطادار تمام جنبه های رفتاری موتور را نمی تواند نشان دهد[۵]. در روش مدارات

[1] . Magnetic Equivalent Circuits
[2] . Finite Element Method(FEM)