



۹۲۴۱۳۰۱

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

رساله دکترای مهندسی برق

گرایش قدرت

عنوان:

ارائه الگوریتم جدید برای تشخیص جزیره الکتریکی در سیستم‌های توزیع دارای تولیدات پراکنده با استفاده از تحلیل سیگنال‌های حالت گذرا

استاد راهنما:

دکتر سید قدرت‌اله سیف‌السادات

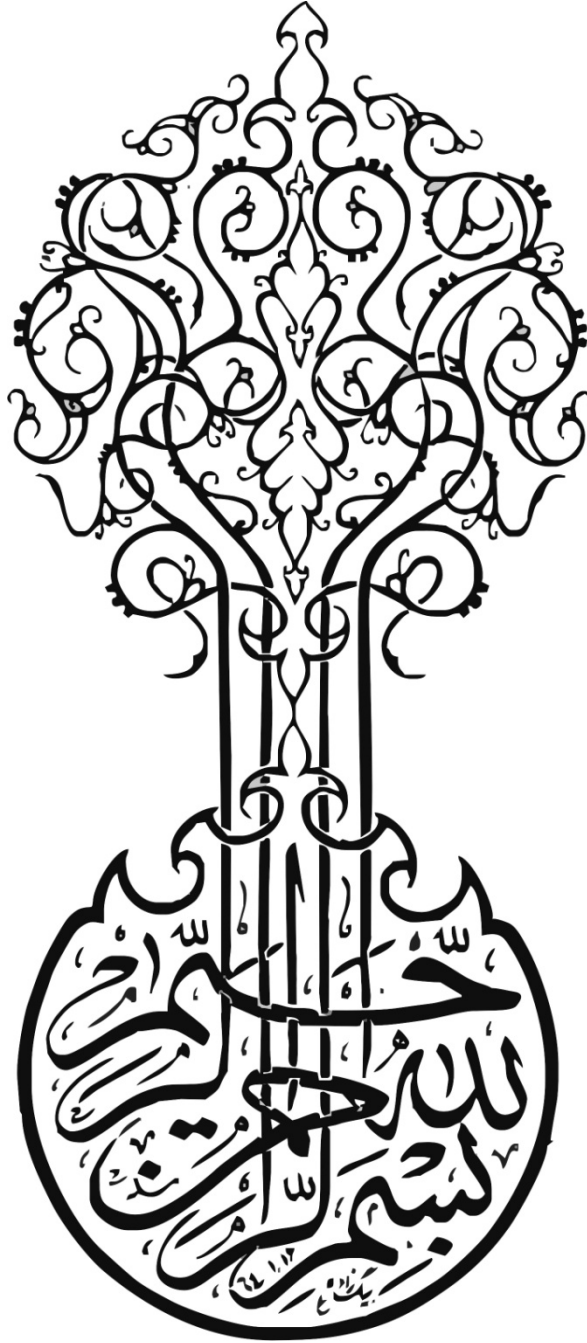
استاد مشاور:

دکتر مرتضی رزاز

نگارنده:

مهرداد حیدری ارجلو

دی‌ماه ۱۳۹۲





دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

رساله دکترای مهندسی برق

گرایش قدرت

عنوان:

ارائه الگوریتم جدید برای تشخیص جزیره الکتریکی در سیستم‌های توزیع دارای تولیدات پراکنده با استفاده از تحلیل سیگنال‌های حالت گذرا

استاد راهنما:

دکتر سید قدرت‌اله سیف‌السادات

استاد مشاور:

دکتر مرتضی رزاز

نگارنده:

مهرداد حیدری ارجلو

دی ماه ۱۳۹۲

به نام خدا

نتیجه ارزشیابی رساله دکتری

بدینوسیله گواهی می‌گردد رساله‌ی دکتری آقای مهرداد حیدری ارجلو دانشجوی رشته مهندسی برق-قدرت به شماره دانشجویی ۸۷۴۱۳۰۴ از دانشکده مهندسی تحت عنوان: ارائه الگوریتم جدید برای تشخیص جزیره الکتریکی در سیستم‌های توزیع دارای تولیدات پراکنده با استفاده از تحلیل سیگنال‌های حالت گذرا جهت اخذ درجه دکتری (Ph.D.) در تاریخ ۱۳۹۲/۱۰/۱۵ ساعت ۱۰:۰۰ توسط هیئت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه عالی تصویب گردید.

امضاء	مرتبه علمی	۱- اعضاء هیئت داوران
	دانشیار	استاد راهنما: دکتر سید قدرت‌اله سیف‌السادات
	دانشیار	استاد مشاور: دکتر مرتضی رزاز
	استاد	داور خارجی: پروفسور رحمت‌اله هوشمند
	استاد	داور داخلی (۱): پروفسور محمود جورابیان
	دانشیار	داور داخلی (۲): دکتر سید سعیداله مرتضوی
	استادیار	داور داخلی (۳): دکتر محسن صنیعی
	دانشیار	نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر علیرضا عصاره
	استادیار	۲- مدیر گروه: دکتر محمد سروش
	استادیار	۳- معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده: دکتر علی حقیقی
	استاد	۴- مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه: دکتر مسعود قربانپور نجف‌آبادی

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

همسر فداکارم

فرزندان مهربانم

سپاسگزاری

الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي لَهُ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَلَهُ الْحَمْدُ فِي الْآخِرَةِ وَهُوَ الْحَكِيمُ الْخَبِيرُ

(ستایش و سپاس مخصوص خداست که هر آنچه در آسمانها و زمین است همه ملک اوست و در عالم آخرت نیز شکر و سپاس مخصوص خداست و او حکیم و آگاه است (سوره سبأ آیه یکم).)

از بهمن ۱۳۸۷ که به عنوان یکی از دانشجویان دوره اول دکترای مهندسی برق-قدرت دانشگاه شهید چمران تحصیل خود را شروع کردم انسان‌های بزرگواری، بنده را یاری نمودند که بدون کمک آنها، هیچکدام از این نتایج، تحقق نمی‌یافت.

از استاد راهنمای گرامیم، آقای دکتر سید قدرت‌اله سیف‌السادات که در محضرشان علم، دین و اخلاق آموختم و در تهیه‌ی این رساله مرا راهنمایی فرمودند و بر کارم نظارت کردند، سپاسگزارم. از اساتید ارجمندم آقایان: دکتر رزاز، استاد مشاور، دکتر جورابیان و دکتر مرتضوی، کمیته محترم هادی و داور، دکتر صنیعی، داور محترم، دکتر سروش، مدیر محترم کنونی گروه برق، دکتر کیانی نژاد و دکتر فرشیدی، مدیران محترم قبلی گروه برق و دکتر سعیدیان، استاد گرامی دوره‌ی دکترای، که همگی با راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزنده و طرح ایده‌ها و سؤالات مختلف، سعی در بالا بردن کیفیت کار دوره‌ی دکترای بنده را داشته‌اند، صمیمانه تشکر می‌نمایم.

از آقای دکتر هوشمند، استاد محترم دانشگاه اصفهان که زحمت داوری رساله و از آقای دکتر نامداری، استادیار محترم دانشگاه لرستان که زحمت داوری پیشنهاد رساله را متقبل شدند و با طرح نظرات ارزشمند، کیفیت رساله را ارتقاء داده‌اند، صادقانه سپاسگزارم.

همچنین از پدر و مادر عزیزم که هر چه دارم بعد از لطف خدا، از نان حلال کارگری آنهاست، از همسر فداکارم که در این چند سال، بار زندگی را به دوش کشیدند و از فرزندان نازنینم، که نبود من را فداکارانه تحمل نمودند نیز نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

از برادران عزیز و ارجمندم آقای مهندس جعفری، معاونت محترم بهره‌برداری سد و نیروگاه و آقای مهندس پیشوا، مدیریت محترم مهندسی و نظارت فنی سازمان آب و برق خوزستان به خاطر تشویق و حمایت بی دریغ شان، قدردانی به عمل می‌آورم.

و از دانشجویان گرامی، آقایان: مهندس غریب رضا، مهندس فاندی، مهندس میرعباسی و برادر عزیزم مهندس پیمان حیدری و خانم مهندس طاهری‌فر، که از تجربه‌ی آنها در نرم افزارهای مختلف بهره بردم، سپاسگزارم.

امیدوارم اینجانب نیز در آینده، ضمن فراموش نکردن این زحمات و الطاف با خدمت صادقانه به صنعت و دانشگاه بتوانم جبران نمایم.

فهرست مطالب

موضوع	صفحه
فهرست شکل ها و نمودارها.....	ک
فهرست جدول ها.....	س
فهرست علامت ها و اختصارها.....	ف
چکیده ی فارسی.....	ق
فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۱
۲-۱ تولید پراکنده به عنوان یک راه حل پایدار.....	۲
۳-۱ انواع تولید پراکنده.....	۳
۴-۱ چالش های فنی پیش روی تولید پراکنده.....	۴
۵-۱ مشکلات تولید پراکنده از دیدگاه حفاظت.....	۴
۶-۱ ضرورت تشخیص جزیره های الکتریکی.....	۶
۷-۱ دیدگاه شرکت برق از جزیره ای شدن DG.....	۸
۸-۱ انگیزه ی تحقیق.....	۹
۹-۱ هدف تحقیق.....	۹
۱۰-۱ ساختار رساله.....	۱۰
فصل دوم: پیشینه ی تحقیق.....	۱۳
۱-۲ مقدمه.....	۱۳
۲-۲ دسته بندی و تحلیل روش های متداول در تشخیص جزیره.....	۱۴
۱-۲-۲ روش های از راه دور (مخابراتی).....	۱۵
۲-۲-۲ روش های محلی.....	۱۶

- ۱۷..... ۱-۲-۲-۲ روش های فعال
- ۱۸..... ۲-۲-۲-۲ روش های غیرفعال
- ۲۰..... ۳-۲-۲-۲ روش های پیوندی
- ۲۲..... ۳-۲ پیشینه‌ی روش پیشنهادی (روش های مبتنی بر تبدیل موجک یا هوش مصنوعی)
- ۳۰..... ۴-۲ جمع بندی نقایص روش های قبلی (خلاهای تحقیقاتی)
- ۳۱..... ۵-۲ سؤالات تحقیق

۳۳ فصل سوم: الگوریتم پیشنهادی برای تشخیص جزیره (روش تحقیق)

- ۳۳..... ۱-۳ مقدمه
- ۳۳..... ۲-۳ طرح کلی روش پیشنهادی بر اساس روش های تشخیص الگو
- ۳۶..... ۳-۳ تجزیه و تحلیل سیگنال ها با استفاده از تبدیل موجک
- ۳۷..... ۱-۳-۳ محاسبه ضرائب تبدیل موجک
- ۳۸..... ۲-۳-۳ تبدیل موجک گسسته و بانک های فیلتر
- ۳۹..... ۳-۳-۳ تجزیه چند سطحی سیگنال
- ۴۱..... ۴-۳ محاسبه‌ی ویژگی های مورد نیاز دسته بندی کننده (انرژی ضرایب موجک)
- ۴۳..... ۵-۳ دسته بندی کننده‌ی مبتنی بر شبکه‌ی عصبی مصنوعی
- ۴۶..... ۶-۳ دسته بندی کننده‌ی مبتنی بر درخت تصمیم گیری
- ۴۷..... ۱-۶-۳ درخت تصمیم CART
- ۴۹..... ۲-۶-۳ درخت تصمیم C4.5
- ۵۱..... ۷-۳ دسته بندی کننده‌ی مبتنی بر نزدیک ترین k-همسایگی
- ۵۳..... ۸-۳ ابزار مورد نیاز روش تحقیق (نرم افزارها)
- ۵۴..... ۹-۳ نحوه‌ی انتخاب مناسب ترین موجک مادر
- ۵۵..... ۱۰-۳ تعداد سطوح تجزیه DWT

۱۱-۳	نحوه‌ی محاسبه‌ی دقت (اعتبارسنجی متقابل)	۵۶
۱۲-۳	معیارهای ارزیابی	۵۷
۵۹	فصل چهارم: نتایج شبیه‌سازی	
۱-۴	معرفی سیستم قدرت تحت مطالعه	۵۹
۲-۴	طرح‌های تحت مطالعه	۶۴
۳-۴	شبیه‌سازی سیستم CIGRE و محاسبه‌ی ویژگی‌های حوادث	۶۵
۴-۴	نتایج شبیه‌سازی رله‌ی مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی (ANN)	۷۷
۱-۴-۴	تعیین مناسب‌ترین سیگنال ورودی به رله‌ی ANN	۷۹
۲-۴-۴	تعیین مناسب‌ترین موجک مادر برای رله‌ی ANN	۸۰
۳-۴-۴	تعیین بهترین رله از بین رله‌های مبتنی بر ANN	۸۲
۴-۴-۴	جمع‌بندی نتایج ANN	۸۴
۵-۴	نتایج شبیه‌سازی رله‌ی مبتنی بر تصمیم درختی (DT)	۸۴
۱-۵-۴	تعیین مناسب‌ترین سیگنال ورودی به رله‌ی DT	۸۶
۲-۵-۴	تعیین مناسب‌ترین موجک مادر برای رله‌ی DT	۸۸
۳-۵-۴	تعیین بهترین رله از بین رله‌های مبتنی بر DT	۸۸
۴-۵-۴	جمع‌بندی نتایج DT	۹۰
۶-۴	نتایج شبیه‌سازی رله‌ی مبتنی بر نزدیک‌ترین K -همسایگی (KNN)	۹۱
۱-۶-۴	تعیین مناسب‌ترین سیگنال ورودی به رله‌ی KNN	۹۲
۲-۶-۴	تعیین مناسب‌ترین موجک مادر برای رله‌ی KNN	۹۴
۳-۶-۴	تعیین بهترین رله از بین رله‌های مبتنی بر KNN	۹۴
۴-۶-۴	جمع‌بندی نتایج KNN	۹۶

فصل پنجم: تحلیل و ارزیابی ۹۷

- ۱-۵ تعیین بهترین رله از بین رله‌های مبتنی بر ANN، KNN و DT ۹۷
- ۲-۵ ارائه روندنمای الگوریتم پیشنهادی جهت تهیه نرم‌افزار رله‌ی بهینه ۹۹
- ۳-۵ ارزیابی و مقایسه‌ی دقت و بار محاسباتی رله در الگوریتم پیشنهادی ۱۰۰
- ۴-۵ بررسی زمان عملکرد رله‌ی پیشنهادی ۱۰۲
- ۵-۵ تحلیل گرافیکی داده‌ها (داده‌کاوی) ۱۰۳
- ۶-۵ دستیابی به دقت قابل قبول در سطح اول یا دوم تبدیل موجک ۱۰۵
- ۷-۵ ارزیابی موجک مادر db4 نسبت به موجک مادر haar ۱۰۷
- ۸-۵ صرفه‌جویی حاصل در برابر حذف جریان از ورودی رله ۱۱۰
- ۹-۵ بحث بر روی روش پیشنهادی مبتنی بر KNN ۱۱۳

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهاد ۱۱۷

- ۱-۶ نتیجه‌گیری ۱۱۷
- ۲-۶ نوآوری‌ها ۱۱۸
- ۳-۶ پیشنهادها برای ادامه‌ی تحقیق ۱۲۲

پیوست الف: معرفی روش‌های متداول تشخیص جزیره ۱۲۵

- الف-۱ روش‌های مخابراتی تشخیص جزیره ۱۲۷
- الف-۱-۱ روش PLC ۱۲۷
- الف-۱-۲ ارسال سیگنال قطع ۱۳۰
- الف-۲ روش‌های غیرفعال تشخیص جزیره ۱۳۲
- الف-۲-۱ افزایش و کاهش فرکانس، تغییر فرکانس، نوسان فرکانس ۱۳۳
- الف-۲-۲ اضافه و کاهش ولتاژ ۱۳۵
- الف-۲-۳ سرعت تغییر ولتاژ ۱۳۶

الف-۲-۴	تشخیص هارمونیک‌های ولتاژ و (یا) جریان	۱۳۶
الف-۲-۵	روش اندازه‌گیری امیدانس	۱۳۷
الف-۳-۳	روش‌های فعال تشخیص جزیره	۱۳۸
الف-۳-۱	انتقال فرکانس مد لغزش	۱۳۹
الف-۳-۲	بایاس فرکانسی (انحراف فرکانس اکتیو)	۱۴۰
الف-۳-۳	انتقال فرکانس سندیا (SFS)	۱۴۲
الف-۳-۴	انتقال ولتاژ سندیا (SVS)	۱۴۳
الف-۳-۵	پرش فرکانسی	۱۴۴
الف-۳-۶	روش‌های تغییر دادن ولتاژ پایانه و پالس ولتاژ	۱۴۴
الف-۳-۷	روش نامتعادلی ولتاژ	۱۴۶
الف-۳-۸	روش نامتعادلی جریان	۱۴۷
الف-۳-۹	روش کنترل توان اکتیو و راکتیو	۱۴۸
الف-۴-۴	روش‌های پیوندی	۱۴۸
۱۴۹	پیوست ب: برخی از شکل موج‌های شبیه‌سازی شده‌ی DG2	
۱۶۱	فهرست مقاله‌های مستخرج از پایان‌نامه	
۱۶۳	فهرست منابع	
۱۷۱	چکیده‌ی لاتین	
۱۷۲	عنوان لاتین	

فهرست شکل‌ها و نمودارها

- ۱-۱: DG و اتصال آن به یک سیستم شعاعی ۵
- ۲-۱: روندنمای گام‌های تحقیقاتی رساله ۱۲
- ۱-۲: تقسیم‌بندی روش‌های تشخیص جزیره ۱۵
- ۲-۲: تقسیم‌بندی روش‌های فعال تشخیص جزیره ۱۷
- ۳-۲: تقسیم‌بندی روش‌های غیرفعال تشخیص جزیره ۱۹
- ۱-۳: نمودار روش پیشنهادی مبتنی بر تحلیل سیگنال‌های حالت گذرا ۳۵
- ۲-۳: شکل موج سیگنال اصلی، جزئیات و تخمین سیگنال در سطح اول ۳۹
- ۳-۳: تجزیه یک سیگنال به سه سطح ۴۰
- ۴-۳: تجزیه‌ی یک موج سینوسی در سه سطح تبدیل موجک ۴۰
- ۵-۳: روند استخراج ویژگی‌ها ۴۲
- ۶-۳: روش استخراج ویژگی‌های مورد نیاز دسته‌بندی حوادث ۴۳
- ۷-۳: نمای مدل اصلی نرون (پرسپترون) ۴۴
- ۸-۳: تشکیل نواحی توسط لایه‌های مختلف پرسپترون ۴۴
- ۹-۳: (الف) فضای ویژگی‌ها (ب) درخت تصمیم ۴۸
- ۱۰-۳: تغییرات بی‌نظمی براساس مقدار p ۵۰
- ۱۱-۳: تعیین دسته نمونه‌ی ناشناخته دایره به روش KNN ۵۳
- ۱-۴: سیستم توزیع ولتاژ متوسط CIGRE ۶۰
- ۲-۴: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه سه فاز در باس شماره‌ی ۱۱، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان $DG1$ ، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۶۷
- ۳-۴: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه دو فاز در باس شماره‌ی ۲، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان $DG1$ ، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۶۸
- ۴-۴: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه دو فاز به زمین در باس شماره‌ی ۱، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان $DG1$ ، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۶۹

- ۴-۵: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه تک فاز به زمین در باس شماره‌ی ۴، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۰
- ۴-۶: حادثه‌ی مربوط به قطع خازن شین شماره‌ی ۷، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۱
- ۴-۷: حادثه‌ی مربوط به قطع بار شین شماره‌ی ۵، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۲
- ۴-۸: عملکرد عادی سیستم، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۳
- ۴-۹: حادثه‌ی مربوط به قطع DG2، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۴
- ۴-۱۰: حادثه‌ی مربوط به باز شدن کلید B1، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۵
- ۴-۱۱: حادثه‌ی مربوط به عملکرد حفاظت باسبار BB2، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG1 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۷۶
- ۴-۱۲: متوسط دقت رله‌ها بر اساس سیگنال ورودی، (الف) DG1، (ب) DG2 ۸۰
- ۴-۱۳: متوسط دقت رله‌ها بر اساس نوع موجک مادر، (الف) DG1، (ب) DG2 ۸۲
- ۴-۱۴: متوسط دقت رله‌ها بر اساس سیگنال ورودی، (الف) DG1، (ب) DG2 ۸۷
- ۴-۱۵: متوسط دقت رله‌ها بر اساس نوع موجک مادر، (الف) DG1، (ب) DG2 ۸۹
- ۴-۱۶: متوسط دقت رله‌ها بر اساس سیگنال ورودی، (الف) DG1، (ب) DG2 ۹۳
- ۴-۱۷: متوسط دقت رله‌ها بر اساس نوع موجک مادر، (الف) DG1، (ب) DG2 ۹۵
- ۵-۱: درخت تصمیم‌گیری مربوط به رله‌ی بهینه (DT-V-db4-DWT3) ۹۹
- ۵-۲: روندنمای الگوریتم پیشنهادی ۱۰۱
- ۵-۳: پراکندگی داده‌ها با قرار دادن شروع پنجره نمونه‌برداری در لحظه صفر ۱۰۵
- ۵-۴: پراکندگی داده‌ها با قرار دادن شروع پنجره‌ی نمونه‌برداری در لحظه ۰/۰۶ ثانیه ۱۰۶

- ۵-۵: پراکندگی داده‌ها با موجک مادر haar (الف) DG1 و (ب) DG2 ۱۰۹
- ۶-۵: نمای سخت‌افزاری یک رله‌ی عددی [۸۲] ۱۱۱
- ۷-۵: تغییرات دقت الگوریتم مبتنی بر KNN بر حسب K ۱۱۴
- ۸-۵: متوسط دقت الگوریتم مبتنی بر KNN به ازای سه معیار مختلف اندازه‌گیری فاصله ۱۱۶
- الف-۱: تشخیص جزیره‌ای شدن DG با سیگنال خط انتقال توان (PLS) ۱۲۸
- الف-۲: تشخیص جزیره‌ای شدن DG با چندین سیگنال خط انتقال توان (PLS) ۱۲۸
- الف-۳: روش ارسال سیگنال قطع در تشخیص جزیره ۱۳۱
- الف-۴: اصل اساسی استفاده از اندازه‌گیری امپدانس برای تشخیص جزیره ۱۳۸
- الف-۵: روش بایاس فرکانس برای تشخیص جزیره ۱۴۱
- الف-۶: تشخیص جزیره از نوع تغییر ولتاژ ۱۴۵
- ب-۱: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه سه فاز در باس شماره‌ی ۱۱، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۰
- ب-۲: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه دو فاز در باس شماره‌ی ۲، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۱
- ب-۳: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه دو فاز به زمین در باس شماره‌ی ۱، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۲
- ب-۴: حادثه‌ی مربوط به اتصال کوتاه تک فاز به زمین در باس شماره‌ی ۴، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2، (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۳
- ب-۵: حادثه‌ی مربوط به قطع خازن شین شماره‌ی ۷، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۴
- ب-۶: حادثه‌ی مربوط به قطع بار شین شماره‌ی ۵، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۵
- ب-۷: عملکرد عادی سیستم، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اول تا نهم ۱۵۶

- ب-۸: حادثه‌ی مربوط به قطع DG1، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اوّل تا نهم ۱۵۷
- ب-۹: حادثه‌ی مربوط به باز شدن کلید B1، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اوّل تا نهم ۱۵۸
- ب-۱۰: حادثه‌ی مربوط به عملکرد حفاظت باسبار BB2، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اوّل تا نهم ۱۵۹
- ب-۱۱: شکل ب-۱۱: حادثه‌ی مربوط به عملکرد حفاظت باسبار BB3، (الف) شکل موج ولتاژ و جریان DG2 (ب تا د) ضرایب تبدیل موجک سطوح اوّل تا نهم ۱۶۰

فهرست جدول‌ها

- ۱-۱: خلاصه وضعیت نیروگاه‌های کشور- منتهی به آذر ماه سال ۹۱..... ۳
- ۲-۱: مشکلات فنی مربوط به جزیره‌ای شدن DG..... ۷
- ۱-۲: ارزیابی کلی روش‌های تشخیص جزیره..... ۲۱
- ۲-۲: خصوصیات مهم روش‌های مخابراتی تشخیص جزیره..... ۲۱
- ۳-۲: خصوصیات مهم روش‌های فعال تشخیص جزیره..... ۲۱
- ۴-۲: خصوصیات مهم روش‌های غیرفعال تشخیص جزیره..... ۲۲
- ۱-۳: باندهای فرکانسی سطوح مختلف تبدیل موجک..... ۵۶
- ۱-۴: مشخصات فنی خطوط سیستم ولتاژ متوسط CIGRE..... ۶۲
- ۲-۴: برخی از کمیت‌های مهم ژنراتور آسنکرون..... ۶۲
- ۳-۴: برخی از کمیت‌های مهم ژنراتور سنکرون..... ۶۳
- ۴-۴: تنظیم‌های اصلی شبکه‌ی عصبی مورد استفاده..... ۷۷
- ۵-۴: دقت رله‌های تحت مطالعه با ANN (درصد)..... ۷۸
- ۶-۴: خلاصه نتایج الگوریتم پیشنهادی با ANN..... ۸۳
- ۷-۴: برخی از تنظیم‌های اصلی درخت تصمیم روش پیشنهادی..... ۸۵
- ۸-۴: دقت رله‌های تحت مطالعه با DT (درصد)..... ۸۶
- ۹-۴: جزئیات نتایج روش پیشنهادی بر اساس درخت تصمیم..... ۹۰
- ۱۰-۴: دقت رله‌های تحت مطالعه با KNN (درصد)..... ۹۲
- ۱-۵: نتایج طرح بهینه انتخاب شده (DT-V-db4-DWT3)..... ۹۸
- ۲-۵: مقایسه‌ی دقت رله‌های پیشنهادی با کارهای پیشین..... ۱۰۲
- ۳-۵: دقت رله‌ها با تأخیر زمان شروع پنجره نمونه برداری به ۰/۰۶ ثانیه با db4 (%)..... ۱۰۷
- ۴-۵: دقت رله‌ها با تأخیر زمان شروع پنجره نمونه برداری به ۰/۰۶ ثانیه با haar (%)..... ۱۱۰
- ۵-۵: دقت (%) الگوریتم مبتنی بر KNN به ازای سه معیار مختلف اندازه‌گیری فاصله..... ۱۱۵
- الف-۱: روش‌های مخابراتی تشخیص جزیره..... ۱۲۵

الف-۲: روش‌های پسیو تشخیص جزیره..... ۱۲۶

الف-۳: روش‌های اکتیو تشخیص جزیره..... ۱۲۶

الف-۴: اطلاعات آزمایش وانگ..... ۱۳۰

فهرست علامتها و اختصارها

علامت	مفهوم
ANN Artificial Neural Network	شبکه‌ی عصبی مصنوعی
AFD Active Frequency Drift	انحراف فرکانس فعال
APS Automatic Phase Shift	انتقال خودکار فاز
CART Classification And Regression Tree	درخت رگرسیون و تصمیم
CVT, VT Capacitor Voltage Transformers	ترانسفورماتور ولتاژ خازنی
COROCOF Comparison of Rate of Change of Frequency	مقایسه‌ی سرعت تغییر فرکانس
CT Current Transformer	ترانسفورماتور جریان
DG Distributed Generation (Generation in the distribution layer)	تولید پراکنده (تولید در سطح توزیع)
DWT Discrete Wavelet Transform	تبدیل موجک گسسته
DT Decision Tree	درخت تصمیم
FJ Frequency Jump	پرش فرکانس
IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers	انجمن مهندسين برق و الکترونیک
IPP Independent Power Producer	تولیدکننده‌ی مستقل توان
KNN K- Nearest Neighbors	نزدیک‌ترین k-همسایگی
LL Line to Line	خط به خط (فاز به فاز)
LN Line to Neutral	خط (فاز) به نول (خنثی)
MLP Multi Layer Perceptron	پرسپترون چند لایه
MSE Mean of Squared Errors	میانگین مربع خطاها
MVA Mega Apparent Power	مگا ولت آمپر
NDZ Non Detection Zone	ناحیه‌ی غیر قابل تشخیص
OF Over Frequency	افزایش فرکانس
OV Over Voltage	افزایش ولتاژ
PCC Point of Common Coupling	نقطه‌ی اتصال مشترک
PLC Power Line Carrier	مخابرات از طریق خط انتقال قدرت

علامت	مفهوم
PLL Phase Locked Loop	حلقه‌ی قفل فاز
PT Potential Transformer	ترانسفورماتور ولتاژ
pu Per Unit	پریونیت
PV Photo Voltaic Cell (Solar Cell)	پیل نوری (پیل خورشیدی)
ROCOF Rate of Change of Frequency	سرعت تغییر فرکانس
ROM Read Only Memory	حافظه فقط خواندنی
RAM Random Access Memory	حافظه با دسترسی اتفاقی
SCADA Supervisory Control and Data Acquisition	جمع‌آوری داده و کنترل نظارتی
SFS Sandia Frequency Shift	انتقال فرکانس سندیا
SMFS Slip Mode Frequency Shift	انتقال فرکانس مد لغزش
SFS Sandia Frequency Shift	انتقال فرکانس سندیا
SVS Sandia Voltage Shift	انتقال ولتاژ سندیا
TT Transfer Trip	ارسال فرمان قطع
THD Total Harmonic Distortion	اغتشاش هارمونیک کل
UF Under Frequency	کاهش فرکانس
UV Under Voltage	کاهش ولتاژ
VA Apparent Power	توان ظاهری
VAR Reactive Power	توان راکتیو
VU Voltage Unbalance	نامتعادلی ولتاژ
W Watt	وات
WPT Wavelet Packet Transform	تبدیل بسته‌ی موجک
WSE Wavelet Singular Entropy	بی‌نظمی انفرادی موجک
WSEI Wavelet Singular Entropy Index	شاخص بی‌نظمی انفرادی موجک
WFNN Wavelet Fuzzy Neural Network	شبکه‌ی عصبی فازی موجک

چکیده

شماره دانشجویی: ۸۷۴۱۳۰۴	نام: مهرداد	نام خانوادگی: حیدری ارجلو
عنوان پایان نامه: ارائه الگوریتم جدید برای تشخیص جزیره الکتریکی در سیستم‌های توزیع دارای تولیدات پراکنده با استفاده از تحلیل سیگنال‌های حالت گذرا		
استاد راهنما: دکتر سید قدرت‌اله سیف‌السادات		
استاد مشاور: دکتر مرتضی رزاز		
گرایش: قدرت	رشته: مهندسی برق	درجه تحصیلی: دکتری
گروه: مهندسی برق	دانشکده: مهندسی	دانشگاه: شهید چمران اهواز
تعداد صفحه: ۱۷۰	تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۱۰/۱۵	
کلید واژه‌ها: جزیره الکتریکی، سیستم توزیع، دسته بندی کننده‌ی هوشمند، تبدیل موجک گسسته، حالت گذرا		
<p>هدف این تحقیق، ارائه‌ی روشی جدید برای تشخیص جزیره الکتریکی در سیستم توزیع دارای DG، بر اساس تحلیل سیگنال‌های حالت گذراست. در روش پیشنهادی، ویژگی‌های مورد نیاز دسته‌بندی کننده‌ی هوشمند، از تبدیل موجک گسسته‌ی (DWT) سیگنال‌های حالت گذرای تولید شده در حین وقوع یک حادثه، جهت تشخیص حوادث جزیره‌ای استخراج می‌شود. سپس دسته‌بندی کننده‌های هوشمند برای تقسیم‌بندی حوادث به جزیره‌ای و غیرجزیره‌ای استفاده می‌شود. روش پیشنهادی روی سیستم توزیع ولتاژ متوسط CIGRE با دو نوع DG مختلف و با در نظر گرفتن شرایط ساختاری مختلف با باز و بسته نگهداشتن کلیدها و شرایط بارگذاری گوناگون با نرم‌افزارهای DIGSILENT، MATLAB و WEKA آزمایش می‌شود.</p> <p>مطالعات دقیق و وسیع از طریق ۴۸۶ طرح انجام می‌شود. در این طرح‌ها، حداقل تعداد سیگنال ورودی مورد نیاز از بین سیگنال‌های ولتاژ و جریان، کمترین سطح موردنیاز از بین سطوح اول تا نهم DWT مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین مناسب‌ترین موجک مادر از بین چهار نوع مختلف db1، db4، db7 و haar، بهترین دسته‌بندی کننده از بین سه نوع شبکه‌ی عصبی مصنوعی (ANN)، نزدیک‌ترین k-همسایگی (KNN) و تصمیم درختی (DT) انجام می‌شود. سرانجام ثابت می‌شود که این روش می‌تواند پیشامدهای جزیره‌ای را تنها با استفاده از سیگنال ولتاژ و با دسته‌بندی کننده‌ی ANN در سطح هفتم DWT و با استفاده از دسته‌بندی کننده‌های KNN و DT در سطح سوم DWT تشخیص دهد. البته در سطح سوم DWT، دسته‌بندی کننده‌ی DT دارای بالاترین دقت است. موجک مادر db4 نیز مناسب‌ترین موجک مادر، تشخیص داده شده است. پنجره‌ی نمونه‌برداری با طول ۰/۰۱ ثانیه با شروع آن در لحظه‌ی وقوع حادثه (صفر)، است. سرانجام با داده کاوی و تحلیل داده‌ها، با تأخیر زمان شروع پنجره‌ی نمونه‌برداری از لحظه‌ی صفر به ۰/۰۶ ثانیه، روش ذکر شده می‌تواند حوادث را فقط با استفاده از سطح اول DWT تشخیص دهد. این تأخیر با توجه به کندی رله‌ها در سیستم توزیع و زمان مجاز استاندارد IEEE1547 برای تشخیص جزیره (۲ ثانیه) قابل قبول است.</p>		