رله‌های بازبست در شبکه‌های انتقال

بابک واحدی

سید محمد شهرتاش

اَللّهُمَّ اِنّی اَسْئَلُكَ مِنْ عِلْمِكَ بِاَنْفَذِهِ

خدایا از تو نافذترین (و موثرترین) دانش تو را

(برای خودم) درخواست می کنم

وَكُلُّ عِلْمِكَ نافِذٌ

و البته تمام دانش تو نافذ و موثر است

اَللّهُمَّ اِنّی اَسْئَلُكَ بِعِلْمِكَ كُلِّهِ

(پس) خدایا من از تو تمام دانش تو را می خواهم.

- فرازی از دعای سحر

پیشگفتار

سالیان متمادی است که رله های وصل مجدد در خطوط انتقال برق در صنعت برق کشور مورد استفاده قرار گرفته و دانش فنی طراحی ، نصب و راه اندازی و بهره برداری از این رله ها توسط مشاورین و پیمانکاران و متخصصین رلیاژ در شرکت های برق منطقه ای و شرکت مدیریت شبکه برق بکارگیری می گردد اما همواره مهندسین و تکنسین هایی که در این حوزه فعالیت می نمایند بیشتر با تکیه بر استفاده از متون کاتالوگ ها و دانش تجربی خود عمل نموده و خلأ انجام یک پژوهش علمی و آکادمیک در خصوص الگوریتم ها و نحوه در مدار قرار دادن این نوع رله ها و انجام بررسی های فنی مبتنی بر استاندارد های جهانی و بومی سازی آنها تا حد امکان احساس می‌شد. لذا در این راستا قرارداد پروژه پژوهشی با عنوان "مطالعه و بررسی فنی در خصوص نحوه در مدار قراردادن رله های وصل مجدد خطوط انتقال ۴۰۰ کیلوولت بلند مجهز به راکتور شنت" با دانشگاه علم و صنعت ایران و با مدیریت استاد ارجمند و عضو محترم هیئت علمی آن دانشگاه جناب آقای دکتر شهرتاش منعقد گردید که با همت و تلاش ایشان و گروه تحقیق و رهنمودهای ناظر محترم پروژه و عضو هیئت علمی دانشگاه تهران جناب آقای دکتر داورپناه ،کارشناسان ذیربط از حوزه بهره برداری ، داوران و نظارت عالیه و پیگیری دفتر تحقیقات و کنترل کیفیت تجهیزات برق غرب خوشبختانه با موفقیت به پایان رسید و با توجه به پیشنهاد محقق و مدیر محترم پروژه مذکور و ناظرین محترم پروژه و تصویب در کمیته تحقیقات برق غرب تالیف کتابی مبتنی بر یافته های این تحقیق و در راستای سیاست تالیف و ترجمه کتب علمی و کاربردی مصوب گردید ، لذا ضمن تشکر و قدردانی از زحمات مولفین محترم و شکرگزاری به درگاه خداوند متعال در جهت توفیق تالیف و انتشار این کتاب، امید است در این نشر گامی مثبت در ارتقاء سطح کیفی دانش طراحی ، نصب و راه اندازی و بهره برداری از رله های وصل مجدد در شبکه انتقال برق کشور و توسعه ارتباط صنعت با دانشگاه برداشته شده و با این اقدام توانسته باشیم بخشی از رسالت خود را در جامعه علمی و صنعتی کشور بویژه صنعت برق ادا نماییم./

علی اسدی

مدیرعامل و رئیس کمیته تحقیقات

شرکت برق منطقه ای غرب

مقدمه

تدوین و انتشار کتب تخصصی مبتنی بر دستاوردهای پروژه‌های تحقیقاتی میان دانشگاه‌ها و صنعت برق، مطالب علمی و کاربردی ارائه شده را از گزارش‌های پروژه‌ها خارج نموده و در اختیار همگان می‌گذارد.

کتاب حاضر نیز از این دسته کتب تخصصی است که با پایان یافتن قرارداد تحقیقاتی "مطالعه و بررسی فنی در خصوص نحوه در مدار قراردادن رله های وصل مجدد خطوط انتقال ۴۰۰ کیلوولت بلند مجهز به راکتور شنت" میان دانشگاه علم و صنعت ایران –کلینیک برق ایران و شرکت برق منطقه‌ای غرب، کمیته تحقیقات شرکت تدوین و انتشار نتایج علمی قرارداد مذکور را در قالب این کتاب و در چارچوب وظایف خود در ارتقاء دانش تخصصی در صنعت برق تایید نمود.

کتاب حاضر به تشریح شرایط به مدار آوردن و نحوه تنظیم زمانی رله بازبست در خطوط انتقال نیروگاهی و غیرنیروگاهی بصورت جامع و کاملا ابتکاری پرداخته است. در بخش اول، با توجه به عدم وجود مرجع جامع برای نحوه به مدار آوردن رله بازبست در صنعت برق، کلیه عوامل موثر در تصمیم‌گیری در قالب درخت‌های تصمیم‌گیری ارائه شده‌اند. این درخت‌های تصمیم‌گیری به ترتیبی تنظیم شده‌اند که هر خواننده در انطباق با شرایط خط مورد نظرش، بسادگی نحوه تصمیم-گیری برای به مدارآوردن رله بازبست را بررسی کند. در بخش دوم، با توجه به پیچیدگی تنظیم زمانی در بازبست تکفاز به علت حضور قوس ثانویه و غیر خطی بودن تاثیرپذیری مدت زمان حضور آن از عوامل مختلف، ضمن معرفی عوامل تاثیرگذار بر روی این زمان، الگوهایی برای انتخاب شرایط بحرانی مدت زمان قوس ثانویه ارائه گردیده است که کار را برای تنظیم زمانی رله بازبست تسهیل می کند. با ارائه این مطالب به همراه مطالب جامعی درباره بازبست سه‌فاز خطوط نیروگاهی تلاش مولفین بر این بوده است تا مباحثی کاربردی و مورد استفاده در عملیات واقعی در اختیار مهندسین صنعت برق و همچنین برای آگاهی دانشجویان گرایش قدرت تهیه و تدوین گردد.

کلینیک برق ایران امیدوار است با انتشار این کتاب نیز گامی در راستای ارتقاء دانش تخصصی خوانندگان اعم از مدیران و متخصصین صنعت برق و همچنین دانشجویان و محققین دانشگاه‌های کشور برداشته باشد؛ و در این راستا، بر خود وظیفه می‌داند از حمایت همه‌جانبه مدیریت محترم عامل شرکت برق منطقه‌ای غرب جناب آقای مهندس علی اسدی و همکاری موثر مدیر وقت دفتر تحقیقات جناب آقای مهندس بهروز باوندپوری در انتشار این کتاب، قدردانی نماید. هم‌چنین شایسته است در امر انتشار این کتاب از جناب آقای مهندس بابک معقولی و آقای مهندس میثم سلیمی نمایندگان دفتر تحقیقات تشکر گردد.

اما مهمتر و بالاتر از همه شکر خدای مهربان است که توفیق این خدمتگزاری به جامعه علمی و صنعتی را به همه ما (اعم از حامیان و پدیدآورندگان) اعطا نمود و از او درخواست می‌کنیم ما را در کلینک برق ایران در انجام فعالیت‌های علمی و تخصصی یاری نماید و با لطف و رحمت واسعه خودش به انجام این فعالیت‌ها، از جمله انتشار این کتاب، برکت عنایت کند تا نقش سازنده‌ای را برای صنعت برق و جامعه علمی کشور ایفا نماییم.

کلینیک برق ایران

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه‌ای بر بازبست ۱

۱-۱- مقدمه‌ای بر بازبست ۲

۱-۲- مفهوم بازبست در سیستم‌های قدرت ۲

۱-۳- تعریف اصطلاحات و مفاهیم پایه در زمینه بازبست ۴

۱-۳-۱- یونیزاسیون قوس ۴

۱-۳-۲- دیونیزاسیون قوس ۵

۱-۳-۳- زمان مرده ۵

۱-۳-۴- زمان بازسازی ۶

۱-۳-۵- قوس اولیه ۶

۱-۳-۶- قوس ثانویه ۶

۱-۳-۷- دوره بازیابی ولتاژ ۹

۱-۳-۸- شرایط نظارتی ۱۰

۱-۴- اهمیت رله‌های بازبست در خطوط انتقال ۱۰

۱-۵- تاریخچه بازبست ۱۲

۱-۶- کاربرد رله‌های بازبست در شبکه‌های انتقال ۱۳

۱-۷- انواع عملکرد بازبست ۱۴

۱-۷-۱- تعداد فازها ۱۴

۱-۷-۲- سرعت عملکرد ۱۶

۱-۷-۳- تک تلاشه و چند تلاشه ۱۶

۱-۸- معرفی استانداردهای مربوط به بازبست ۱۹

۱-۸-۱- راهنمای IEEE PC37.113 [۱۱] ۱۹

۱-۹- راهنمای IEEE PC37.104 ..... ۱۹

۱-۹-۱- راهنمای اتوماسیون و حفاظت شبکه (ALSTOM) ۱۹

۱-۹-۲- نظام‌نامه حفاظت شبکه انتقال برق ایران ۲۰

۱-۹-۳- مقایسه سرفصل مطالب دستورالعملهای موجود ۲۰

۱-۱۰- مشخصات فنی رله‌های بازبست تجاری ۲۱

۱-۱۰-۱- رله‌های بازبست شرکت ABB ۲۱

۱-۱-۱۰-۱- رله بازبست MRC-T ۲۱

۱-۱-۱۰-۲- رله بازبست REXA ۲۱

۱-۱۰-۲- رله‌های بازبست شرکت ALSTOM ۲۴

۱-۲-۱۰-۱- رله بازبست KVTR 100 ..... ۲۴

۱-۲-۱۰-۲- رله بازبست KAVR ۲۴

۳-۲-۱۰-۱- رله بازبست MVTR51 ..... ۲۵
۴-۲-۱۰-۱- رله بازبست LFAA ۲۵
۳-۱۰-۱- رله‌های بازبست HGA18M و HGA18N شرکت General Electric ۲۶
۴-۱۰-۱- رله‌های بازبست GRR100 شرکت TOSHIBA ۲۶
۵-۱۰-۱- رله‌های بازبست شرکت Basler Electric ۲۷
۱-۵-۱۰-۱- رله بازبست BE1-79A ۲۷
۲-۵-۱۰-۱- رله بازبست BE1-79S ۲۸
۶-۱۰-۱- رله‌های حفاظتی دارای تابع جانبی بازبست ۲۸
فصل دوم: شرایط و الزامات بکارگیری رله‌های بازبست در خطوط انتقال ۳۱
۱-۲- مقدمه ۳۲
۲-۲- ملاحظات مربوط به مدارشکن ۳۲
۱-۲-۲- مدارشکن‌های روغنی ۳۳
۲-۲-۲- مدارشکن‌های با مکانیزم هوا ۳۳
۳-۲-۲- مدارشکن‌های با گاز SF6 ..... ۳۴
۴-۲-۲- سایر ملاحظات مربوط به مدارشکن از دیدگاه مراجع مختلف ۳۵
۳-۲- ملاحظات ترانسفورماتور جریان اندازه‌گیری (CT) ۳۸
۴-۲- ملاحظات و الزامات سیستم حفاظتی ۴۲
۱-۴-۲- ملاحظات حفاظتی ارائه شده در نظام نامه رله و حفاظت شبکه انتقال برق ایران در مورد موضوع بازبست خطوط انتقال ۴۲
۲-۴-۲- بازبست سریع در حضور حفاظت دیستانس ۴۳
۱-۲-۴-۲- توسعه زون یک ۴۴
۲-۲-۴-۲- حفاظت به کمک ارتباط مخابراتی ۴۴
۳-۴-۲- ملاحظات حفاظتی ارائه شده در سایر مراجع ۴۵
۴-۴-۲- جمع‌بندی ملاحظات و الزامات حفاظتی در عملکرد بازبست ۴۷
۵-۲- ملاحظات نظارتی و سنکرون‌چک ۴۸
۱-۵-۲- ویژگی‌های دستگاه سنکرون‌چک ۵۱
۲-۵-۲- مثالی از بازبست ناموفق بر اثر سنکرون نبودن دو سمت مدارشکن ۵۲
۳-۵-۲- مقادیرپیشنهادی برای تنظیم رله سنکرون‌چک از مراجع مختلف ۵۳
۴-۵-۲- جمع‌بندی ملاحظات نظارتی و سنکرون‌چک در عملکرد بازبست ۵۵
۶-۲- ملاحظات مربوط به انتخاب نوع عملکرد بازبست ۵۶
۱-۶-۲- بازبست سریع و تاخیری ۵۷
۲-۶-۲- بازبست تکفاز و سه‌فاز ۵۸
۳-۶-۲- بازبست تک‌تلاشه و چند تلاشه ۶۰
۴-۶-۲- جمع‌بندی مربوط ملاحظات مربوط به انتحاب نوع عملکرد بازبست ۶۱
۷-۲- ملاحظات مربوط به خطوط مجهز به جبرانساز ۶۲

۱-۷-۲- خطوط مجهز به خازن سری ۶۳
۲-۷-۲- خطوط مجهز به جبرانساز موازی ۶۴
۸-۲- ملاحظات مربوط به خطوط نیروگاهی ۶۴
۱-۸-۲- ملاحظات و نکات مربوط به بازبست در خطوط نیروگاهی ۶۵
۲-۸-۲- نمونه‌ای از الگوریتم بازبست برای خطوط نیروگاهی ۶۷
۳-۸-۲- جمع‌بندی مربوط به ملاحظات و نکات مربوط به بازبست در خطوط نیروگاهی ۷۳
۹-۲- ملاحظات مربوط به خطوط سه‌ترمیناله ۷۴
۱۰-۲- ملاحظات مربوط به خطوط کابلی ۷۵
۱۱-۲- ملاحظات مربوط به خطوط متصل به ترانسفورماتور ۷۶
۱-۱۱-۲- ترانسفورماتور بار متصل به خط انتقال ۷۶
۱-۱-۱۱-۲- ترانسفورماتور سری با خط انتقال ۷۷
۲-۱-۱۱-۲- انشعاب از یک خط انتقال با استفاده از ترانسفورماتور ۷۸
۱۲-۲- ملاحظات مربوط به پست‌های با آرایش ۱/۵ کلیدی و حلقوی ۸۱
۱-۱۲-۲- نمونه عملکرد بازبست در پست با آرایش ۱/۵ کلیدی ۸۴
۲-۱۲-۲- نمونه از عملکرد بازبست در پست با آرایش حلقوی [۴۰] ۸۶
۱۳-۲- بارهای موتوری ۸۷
۱-۱۳-۲- انواع بازبست در حضور بارهای موتوری ۸۹
۲-۱۳-۲- مثال واقعی از عملکرد بازبست ناموفق در حضور بارهای موتوری[۵۱] ۸۹
۱۴-۲- جمع‌بندی الزامات به مدار آوردن رله‌های بازبست ۹۰
فصل سوم: عوامل تاثیرگذار بر روی تنظیم زمانی رله بازبست ۹۷
۱-۳- مقدمه ۹۸
۲-۳- تنظیمات معرفی بازه‌های زمانی عملکرد بازبست ۹۸
۱-۲-۳- بازه‌های زمانی بازبست سه‌فاز ۹۸
۲-۲-۳- بازه‌های زمانی بازبست تکفاز ۹۹
۳-۳- اصول حاکم بر تنظیمات زمانی رله بازبست ۱۰۰
۴-۳- عوامل مؤثر بر زمان پاک شدن قوس ثانویه ۱۰۱
۱-۴-۳- پارامترهای خط انتقال ۱۰۱
۱-۱-۴-۳- طول خط ۱۰۲
۲-۱-۴-۳- آرایش فازها ۱۰۳
۱-۱-۴-۳- ترانسپوزه بودن خطوط ۱۰۳
۲-۱-۴-۳- فاصله هادی‌ها نسبت به زمین ۱۰۳
۳-۱-۴-۳- فاصله بین فازها ۱۰۴
۴-۱-۴-۳- تعداد و فاصله هادی‌های باندل ۱۰۵
۲-۴-۳- شرایط بهره برداری ۱۰۵
۱-۲-۴-۳- توان انتقالی در فازهای سالم در زمان حضور قوس ثانویه ۱۰۵

۲-۲-۴-۳- هارمونیک‌ها ۱۰۵
۳-۴-۳- مشخصه خطا ۱۰۶
۱-۳-۴-۳- محل وقوع خطا ۱۰۶
۲-۳-۴-۳- جریان خطا ۱۰۸
۳-۳-۴-۳- زمان پاک‌سازی خطا ۱۰۸
۴-۳-۴-۳- مقاومت زمین در محل خطا ۱۰۹
۴-۴-۳- شرایط محیطی ۱۱۶
۵-۴-۳- جریان قوس ثانویه ۱۱۷
۶-۴-۳- پارامترهای جبران‌ساز خط ۱۱۸
۱-۶-۴-۳- خطوط انتقال با جبران‌ساز موازی ۱۱۸
۲-۶-۴-۳- خطوط انتقال با جبران‌ساز سری ۱۲۶
۵-۳- طرح‌های کمکی برای کاهش مدت استمرار قوس ثانویه ۱۳۱
۱-۵-۳- استفاده از کلیدهای زمین کننده سریع ۱۳۱
۶-۳- عوامل تاثیرگذار بر روی ADP ۱۳۵
۷-۳- جمع‌بندی ۱۴۱
فصل چهارم: نحوه تنظیم زمانی رله‌های بازبست در خطوط انتقال غیرنیروگاهی ۱۴۳
۱-۴- مقدمه ۱۴۴
۲-۴- تنظیم زمانی رله بازبست سهفاز، پیشنهادی در مراجع ۱۴۴
۳-۴- تنظیم زمانی رله بازبست تکفاز، پیشنهادی در مراجع ۱۴۴
۱-۳-۴- مراجعی که در آن‌ها پیشنهاد برای ADP ارائه شده است ۱۴۵
۲-۳-۴- مراجعی که زمان ثابتی برای انتخاب زمان مرده ارائه داده‌اند ۱۴۵
۳-۳-۴- مراجعی که با استفاده از رابطه و یا با نمودار مشخصی زمان مرده را تعیین نموده‌اند ۱۴۸
۴-۴- مقایسه مقادیر پیشنهادی درباره تنظیم زمانی برای رله‌های بازبست ۱۵۱
۵-۴- مطالعات و بررسی‌های لازم برای تنظیم زمان مرده ۱۵۳
۱-۵-۴- انتخاب نرم افزار برای شبیه‌سازی ۱۵۵
۲-۵-۴- نحوه شبیه‌سازی قوس اولیه ۱۵۵
۳-۵-۴- نحوه شبیه‌سازی قوس ثانویه ۱۵۵
۱-۳-۵-۴- مدل قوس ثانویه Johns ۱۵۶
۲-۳-۵-۴- مدل قوس ثانویه Kizilcay ۱۵۷
۳-۳-۵-۴- مقایسه بین دو مدل قوس ثانویه Johns و Kizilcay ۱۵۸
۴-۵-۴- نحوه مدل‌سازی شبکه ۱۶۰
۵-۵-۴- نحوه مدل‌سازی مدارشکن بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۶۲
۶-۵-۴- مشخصه شبکه مورد مطالعه در شبیه‌سازی‌های انجام شده ۱۶۲
۶-۴- نتایج شبیهسازیهای انجام شده برای عملکرد سه فاز ۱۶۳
۷-۴- تنظیم زمانی عملکرد تکفاز در رله بازبست ۱۶۴

۱-۷-۴- تاثیر پارامترهای خطا بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۶۵
۱-۱-۷-۴- تاثیر محل خطا بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۶۵
۲-۱-۷-۴- تاثیر مقاومت خطا (قوس اولیه) بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۶۹
۲-۷-۴- تاثیر فاز خطا زده بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۷۰
۳-۷-۴- نوع و پارامترهای خط ۱۷۴
۱-۳-۷-۴- تاثیر طول خط بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۷۴
۲-۳-۷-۴- تاثیر تعداد باندل بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۷۵
۳-۳-۷-۴- تاثیر ترانسپوزه بودن خط انتقال بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۷۶
۴-۳-۷-۴- تاثیر آرایش فازها (نوع دکل) بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۷۷
۵-۳-۷-۴- تاثیر دو مداره بودن خط انتقال در مدت استمرار قوس ثانویه ۱۸۰
۴-۷-۴- تاثیر پارامترهای تغذیه بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۸۲
۱-۴-۷-۴- تاثیر توان راکتیو و اکتیو (اندازه و زاویه ولتاژ) بر روی مدت استمرار قوس ثانویه ۱۸۲
۵-۷-۴- تاثیر امپدانس تونن در مدت استمرار قوس ثانویه ۱۸۷
۸-۴- پارامترهای جبران‌ساز شنت ۱۸۸
۱-۸-۴- تاثیر جبرانساز موازی بدون راکتور نوترال بر روی مدت استمرار قوس ثانویه در خط انتقال تکمداره ۱۸۸
۲-۸-۴- تاثیر جبرانساز موازی همراه با راکتور نوترال بر روی مدت استمرار قوس ثانویه در خط انتقال تکمداره ۱۹۲
۳-۸-۴- تاثیر جبرانساز موازی بدون راکتور نوترال بر روی مدت استمرار قوس ثانویه در خط انتقال دومداره ۱۹۶
۴-۸-۴- تاثیر جبرانساز موازی همراه با راکتور نوترال بر روی مدت استمرار قوس ثانویه در خط انتقال دومداره ۱۹۶
۵-۸-۴- بحرانی‌ترین شرایط به منظور بیشینه شدن مدت استمرار قوس ثانویه در خطوط دو مداره جبران‌شده ۱۹۷
۹-۴- ارائه رابطه پارامتریک منطبق با شرایط محیطی برای محاسبه ADP ۱۹۷
۱-۹-۴- نحوه تاثیر شرایط محیطی در محاسبات مربوط به ADP ۱۹۹
۲-۹-۴- مقایسه رابطه ارائه شده برای محاسبه ADP با سایر مراجع ۲۰۰
فصل پنجم: نحوه تنظیم زمانی رله بازبست در خطوط انتقال نیروگاهی ۲۰۴
۱-۵- مقدمه ۲۰۵
۲-۵- تاریخچه بازبست در خطوط نیروگاهی ۲۰۵
۳-۵- روش مرسوم بازبست در خطوط نیروگاهی (بازبست پی در پی) ۲۰۶
۴-۵- خستگی در محور ژنراتور ناشی از بازبست در برابر خطا ۲۰۶
۵-۵- خستگی در محور ژنراتور ناشی از بازبست پس از رفع خطا ۲۱۴
۶-۵- بازبست تطبیقی و گشتاور پیچشی ۲۲۳
۷-۵- تاثیر حضور مسیر موازی بر روی گشتاور پیچشی ۲۲۹

۵-۸- تاثیر انواع خطا بر روی گشتاور پیچشی ۲۳۲
۵-۹- تاثیر زمان پاکسازی خطا و زمان بازبست بر گشتاور پیچشی ۲۳۳
۵-۹-۱- محاسبه زمان مناسب بازبست مدارشکن در خطوط نیروگاهی ۲۴۱
۵-۹-۱-۱- محاسبه فرکانس‌های طبیعی توربین-ژنراتور ۲۴۱
۵-۹-۱-۲- تعیین زمان مناسب بازبست مدارشکن از دیدگاه گشتاور پیچشی ۲۴۲
۵-۹-۱-۳- تعیین زمان مناسب بازبست مدارشکن از دیدگاه بهبود پایداری گذرا ۲۴۶
۵-۹-۱-۴- تعیین زمان مناسب بازبست مدارشکن از دیدگاه بهبود پایداری گذرا و گشتاور پیچشی ۲۴۷
۵-۱۰- تاثیر محل خطا بر روی مقدار گشتاور پیچشی بر اثر عملکرد بازبست ۲۵۱
۵-۱۱- تاثیر مقاومت خطا بر روی مقدار گشتاور پیچشی ناشی از عملکرد بازبست ۲۵۲
۵-۱۲- جمع‌بندی ۲۵۲
فصل ششم: بازبست تطبیقی ۲۵۶
۶-۱- مقدمه ۲۵۷
۶-۲- الگوریتم‌های بازبست تطبیقی ۲۵۷
۶-۲-۱- الگوریتم‌های بازبست تطبیقی براساس اطلاعات یک طرف خط انتقال ۲۵۷
۶-۲-۱-۱- الگوریتم‌های بر اساس حوزه زمان ۲۵۸
۶-۲-۱-۱-۱- الگوریتم‌های براساس حوزه فرکانس ۲۶۰
۶-۲-۱-۲- الگوریتم‌های براساس حوزه زمان-فرکانس ۲۶۱
۶-۲-۲- الگوریتم‌های بازبست تطبیقی براساس اطلاعات دو طرف خط انتقال ۲۶۲
۶-۲-۲-۱- الگوریتم‌های بر اساس حوزه زمان ۲۶۲
۶-۲-۲-۲- الگوریتم‌های بر اساس حوزه فرکانس ۲۶۳
۶-۲-۳- مقایسه الگوریتم‌های ارائه شده در حوزه‌های مختلف ۲۶۴
۶-۳- طرح HYBRID ۲۶۷
پیوست ۱: محاسبات عدم سنکرون ناشی از حضور موتور در عملکرد بازبست ۲۷۰
۷-۱- مقدمه ۲۷۱
۷-۲- محاسبه مدت زمان بازبودن مدارشکن به علت کاهش ولتاژ داخلی موتور ۲۷۲
پیوست ۲: معادلات و روابط مربوط به مدل چند جرمه ژنراتور و نحوه محاسبه خسارت به ژنراتور ناشی از اعمال تنش ۲۷۴
۸-۱- مقدمه ۲۷۵
۸-۲- مشخصات ژنراتور شبیه‌سازی شده ۲۷۹
فهرست مراجع ۲۸۰