

به نام خدا

راهنما و مجموعه خلاصه مقالات و سخنرانی ها

بیستمین کنفرانس بین المللی حفاظت و اتوماسیون در سیستم های قدرت

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
دانشگاه شیراز
فارس - شیراز





بیستمین کنفرانس بین‌المللی حفاظت و اتوماسیون در سیستم‌های قدرت

20th International Conference on Protection and Automation in Power Systems

(دانشگاه شیراز - دی ماه ۱۴۰۴)



برگزارکنندگان



حامیان کنفرانس



وزارت نیرو
شرکت پخش برق ایران



شرکت نیرو ترانس



محور آزمای فارس



شرکت توزیع نیروی برق شیراز



شرکت مدیریت تولید و بهره برداری
نیروگاههای سیکل ترکیبی خيام



البرز ریز سامانه



بروشور حامیان کنفرانس

شرکت دانش بنیان
توان انرژی پرداز پارسیان

PeP
PERSIAN PROTECTION

طراح و تولید کننده
تجهیزات حفاظتی پست‌های توزیع و فوق توزیع برق



Scan Now



www.ppep-sp.com
info@ppep-sp.com
 071-3635-9343

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ح	پیام رئیس کنفرانس
خ	پیام دبیران کنفرانس
د	برنامه کنفرانس در یک نگاه
ر	کمیته برگزاری کنفرانس
ز	کمیته علمی کنفرانس
ص	کمیته علمی-صنعتی کنفرانس
ط	محور های کنفرانس
ظ	سخنرانان کلیدی
ا	فهرست مقالات کنفرانس

پیام رئیس کنفرانس

مهمانان ارجمند، همکاران گرامی و پژوهشگران عزیز،

مایه مباهات و افتخار است که به نمایندگی از کمیته برگزارکننده، حضور شما را در بیستمین کنفرانس بین المللی حفاظت و اتوماسیون در سیستم های قدرت به میزبانی دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه شیراز خیرمقدم عرض نمایم. در طول دو دهه گذشته، این کنفرانس به جایگاهی برتر برای تبادل نظر و اشتراک گذاری آخرین دستاوردهای علمی میان پژوهشگران، متخصصان صنعت و سیاست گذاران حوزه صنعت برق بدل شده است. امسال، در حالی بیستمین دوره این رویداد را جشن می گیریم که قابلیت اطمینان و امنیت شبکه های قدرت بیش از هر زمان دیگری اهمیت یافته است. چالش های نوین در حفاظت سیستم های قدرت، اتوماسیون پست ها، امنیت سایبری در شبکه های هوشمند و تاب آوری شبکه در برابر رخدادهای گسترده، دیگر نه مفاهیمی انتزاعی، بلکه واقعیت هایی ضروری و حیاتی در صنعت برق هستند. دانشگاه شیراز مفتخر است که در شهر تاریخی و فرهنگی شیراز، میزبان این همایش باشکوه علمی است. ما برنامه ای جامع شامل سخنرانی های کلیدی، نشست های علمی و کارگاه های آموزشی تدارک دیده ایم که هدف آن تقویت همکاری ها و ایجاد بستری برای نوآوری در زمینه حفاظت و کنترل است. همچنین از تلاش های بی دریغ کمیته اجرایی، کمیته علمی، حامیان مالی و به ویژه نویسندگان مقالات و شرکت کنندگانی که از راه دور و نزدیک به جمع ما پیوسته اند، صمیمانه سپاسگزارم.

برای شما کنفرانسی پربار و اقامتی خاطره انگیز در شهر زیبای شیراز آرزو مندم.

دکتر محمد محمدی

رئیس بیستمین کنفرانس بین المللی حفاظت و اتوماسیون در سیستم های قدرت

پیام دبیران کنفرانس

پژوهشگران گرامی و مهمانان ارجمند،

با کمال مسرت، مقدم شما را در دانشگاه شیراز محل برگزاری بیستمین کنفرانس بین المللی حفاظت و اتوماسیون در سیستم های قدرت گرامی می داریم. برگزاری این رویداد، حاصل هم افزایی تلاش های علمی و اجرایی گسترده ای است که با هدف ارتقای دانش و صنعت برق کشور صورت گرفته است.

در بخش علمی، کمیته علمی و داوران با دقت و طی فرآیندی چندمرحله ای، حدود ۲۴۰ مقاله دریافتی را بررسی نمودند. حاصل این تلاش، پذیرش تعداد ۵۳ مقاله به زبان انگلیسی و ۸۰ مقاله به زبان فارسی بود که نویدبخش ارائه محتوایی غنی و به روز در نشست های تخصصی است. همچنین دو نشست تخصصی که به بررسی مسائل روز در حوزه اتوماسیون و حفاظت صنعت برق می پردازد در کنار بیش از ۲۰ کارگاه تخصصی و به روز که توسط متخصصین صنعت برق و اساتید دانشگاه ارائه می شود، کنفرانس را به محفلی علمی و تخصصی برای طرح و بررسی و ارائه راهکار برای چالش های صنعت برق تبدیل می کند.

در بخش اجرایی، آنچه امروز به ثمر نشست است، مدیون ماه ها برنامه ریزی و کار گروهی است. در اینجا لازم می دانیم از زحمات بی دریغ اعضای کمیته اجرایی و به ویژه دانشجویان عزیز و پرتلاشی که با شور و تعهد مثال زدنی، ستون اصلی برگزاری این رویداد بوده اند، صمیمانه تشکر و قدردانی نماییم.

امیدواریم دستاوردهای علمی این کنفرانس و میزبانی ما در شهر شیراز، تجربه ای ارزشمند و ماندگار برای شما رقم بزند.

دکتر حیدر صامت

دبیر اجرایی کنفرانس

دکتر محمد رستگار

دبیر علمی کنفرانس

برنامه کنفرانس

روز اول - سه‌شنبه - ۱۶ دی ماه

محل برگزاری	ساعت	رویداد
لابی محل برگزاری	۷:۳۰ - ۸:۳۰	پذیرش
سالن رازی	۸:۳۰ - ۱۰:۳۰	مراسم افتتاحیه، سخنرانی مهمانان و نمایندگان حامیان کنفرانس
لابی محل برگزاری	۱۰:۳۰ - ۱۱	استراحت و پذیرایی
سالن رازی	۱۱ - ۱۱:۴۵	سخنرانی کلیدی شماره ۱
سالن رازی	۱۱:۴۵ - ۱۲:۳۰	سخنرانی کلیدی شماره ۲
سالن غذاخوری	۱۲:۳۰ - ۱۴	استراحت و نهار
سالن رازی	۱۴ - ۱۵:۳۰	پنل تخصصی ۱
سالن حافظ		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۱
سالن سعدی		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۲
لابی محل برگزاری	۱۵:۳۰ - ۱۶	استراحت و پذیرایی
سالن رازی	۱۶ - ۱۷:۳۰	پنل تخصصی ۲
سالن حافظ		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۳
سالن سعدی		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۴

برنامه کنفرانس

روز دوم - چهارشنبه - ۱۷ دی ماه

محل برگزاری	ساعت	رویداد
لابی محل برگزاری	۷:۳۰ - ۸:۳۰	پذیرش
سالن رازی	۸:۳۰ - ۱۰	نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۵
سالن سعدی		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۶
سالن حافظ		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۷
لابی محل برگزاری		ارائه پوسترها (۱)
لابی محل برگزاری	۱۰ - ۱۰:۳۰	استراحت و پذیرایی
سالن رازی	۱۰:۳۰ - ۱۱:۱۵	سخنرانی کلیدی شماره ۳
سالن رازی	۱۱:۱۵ - ۱۲	سخنرانی کلیدی شماره ۴
سالن غذا خوری	۱۲ - ۱۳:۳۰	استراحت و نهار
سالن رازی	۱۳:۳۰ - ۱۵	نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۸
سالن سعدی		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۹
سالن حافظ		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۱۰
لابی محل برگزاری		ارائه پوسترها (۲)
سالن سعدی	۱۵ - ۱۶:۳۰	نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۱۱
سالن حافظ		نشست ارائه مقالات (سخنرانی) ۱۲
لابی محل برگزاری		ارائه پوسترها (۳)
لابی محل برگزاری	۱۶:۳۰ - ۱۷	استراحت و پذیرایی
سالن رازی	۱۷ - ۱۸	مراسم اختتامیه

کمیته برگزاری کنفرانس

- ریاست کنفرانس: دکتر محمد محمدی
- دبیر اجرایی: دکتر حیدر صامت
- دبیر علمی: دکتر محمد رستگار
- دبیر انتشارات: دکتر حامد رستگار
- دبیر نمایشگاه: دکتر مهدی اله‌بخشی
- دبیران روابط عمومی: دکتر محمد حسن آسمانی و دکتر حمیدرضا جوانمردی
- دبیر کمیته مالی و تدارکات: دکتر محمد مهدی عارفی
- دبیر کمیته دانشجویی: دکتر حمیده جعفری
- دبیر کارگاه‌ها: دکتر تیمور قنبری
- دبیر ارتباط با صنعت: مهندس مجید حداد
- رئیس بخش مهندسی قدرت و کنترل: دکتر بهروز ذاکر
- رئیس دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر: دکتر ابراهیم فرجاه

کمیته علمی کنفرانس

نام و نام خانوادگی	تحصیلات	رشته تحصیلی	نام دانشگاه
حیدر صامت	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
محمد رستگار	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
ابراهیم فرجاه	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
حسین عسکریان ابیانه	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
بهروز ذاکر	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
محمد محمدی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
مهدی اله بخشی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
تیمور قنبری	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
محمد حسن آسمانی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
مریم دهقانی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
محمد مهدی عارفی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شیراز
گئورگ قره پتیان	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی امیرکبیر
مسعود برکاتی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه سیستان و بلوچستان
مجید صنایع پسند	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه تهران
محمد اسماعیل همدانی گلشن	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی اصفهان
کاظم مظلومی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه زنجان
احسان حاجی پور	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی شریف
محسن حمزه	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه تهران
جواد ساده	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه فردوسی مشهد
مجید دلشاد	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)
یاسر دامچی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی شاهرود
توحید غنی زاده بلندی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه ارومیه
مهدی وکیلان	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی شریف
رضا محمدی چبنلو	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه شهید بهشتی
حسن منصف	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه تهران
جواد فیض	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه تهران
بهادر فانی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)
علی اکبر عبدوس	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل
معین عابدینی	دکتری	مهندسی برق	دانشگاه تهران

دانشگاه تبریز	مهندسی برق	دکتری	مهرداد طرفدار حق
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	محمدحامد صمیمی
دانشگاه شهید چمران اهواز	مهندسی برق	دکتری	علیرضا صفاریان
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	امیرعباس شایگانی اکمل
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	سید قاسم رضازاده سوته
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	مهدی داورپناه
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	کوروش خلج منفرد
دانشگاه شهید بهشتی	مهندسی برق	دکتری	فرهاد حق جو
دانشگاه تربیت مدرس	مهندسی برق	دکتری	محمود رضا حقی فام
دانشگاه صنعتی امیرکبیر	مهندسی برق	دکتری	سید حسین حسینیان
دانشگاه علم و صنعت	مهندسی برق	دکتری	صادق جمالی
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	رضا بخردیان
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	حسین ایمان عینی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی	مهندسی برق	دکتری	تورج امرایی
دانشگاه شهید بهشتی	مهندسی برق	دکتری	محمدرضا آقامحمدی
دانشگاه صنعتی امیرکبیر	مهندسی برق	دکتری	حامد نفیسی
دانشگاه یاسوج	مهندسی برق	دکتری	مسعود جلیل
دانشگاه علم و فناوری مازندران	مهندسی برق	دکتری	نبی‌الله رضانی
دانشگاه سمنان	مهندسی برق	دکتری	زهرا مروج
دانشگاه صنعتی شاهرود	مهندسی برق	دکتری	محمد حسین تبار مرزبالی
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	صادق واعظ زاده
دانشگاه گیلان	مهندسی برق	دکتری	احمد صالحی
دانشگاه تهران	مهندسی برق	دکتری	حبیب پناهی بروجنی
Silesian University of Technology	مهندسی برق	دکتری	Dariusz Grabowski
University of Basrah	مهندسی برق	دکتری	Osama Yaseen Khudair
University of Basrah	مهندسی برق	دکتری	Ammar A. Aldair
University of Leeds	مهندسی برق	دکتری	Sadegh Azizi
Empress Catherine II Saint-Petersburg Mining University	مهندسی برق	دکتری	Yuri Anatolyevich Sychev
Empress Catherine II Saint-Petersburg Mining University	مهندسی برق	دکتری	Vladimir Alexandrovich Serikov
Monash University	مهندسی برق	دکتری	Reza Razzaghi
University of Saskatchewan	مهندسی برق	دکتری	Rama Gokaraju
IIT Kharagpur	مهندسی برق	دکتری	Ashok Kumar Pradhan
University of Toronto	مهندسی برق	دکتری	Reza Irvani

University of Calgary	مهندسی برق	دکتری	Om Malik
University of Ontario Institute of Technology	مهندسی برق	دکتری	Tarlochan Sidhu
University of Waterloo	مهندسی برق	دکتری	Claudio Canizares
Western University	مهندسی برق	دکتری	Firouz Badrkhani Ajaei
Clemson University	مهندسی برق	دکتری	Sukumar Brahma
Wroclaw University of Science and Technology	مهندسی برق	دکتری	Waldemar Rebizant
Toronto Metropolitan University	مهندسی برق	دکتری	Arash Mahari
York University	مهندسی برق	دکتری	Afshin Rezaei-Zare
Newcastle University	مهندسی برق	دکتری	Vladimir Terzija
Illinois Institute of Technology	مهندسی برق	دکتری	Mohammad Shahidehpour
University of Lincoln	مهندسی برق	دکتری	Heresh Seyedi

کمیته علمی - صنعتی کنفرانس

نام و نام خانوادگی	وابستگی سازمانی
مهندس مهدی مقیم زاده	مدیریت شبکه برق ایران
مهندس فرهاد شبیهی	برق منطقه ای تهران
دکتر مصطفی رجبی مشهدی	توانیر
مهندس حمید اسکندری	مدیریت شبکه برق ایران
مهندس قاسم شهابی	شرکت توزیع نیروی برق استان تهران
مهندس کامبیز ناظریان	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ
مهندس حسن آبنیکی	توانیر
مهندس محمد مصطفی کرامت	توانیر
دکتر پیمان جعفریان	مدیریت شبکه برق ایران
دکتر نصرتیان	برق منطقه ای تهران
مهندس علی عاقلی	مدیریت شبکه برق ایران
دکتر سید محمد هاشمی	مدیریت شبکه برق ایران
دکتر ایمان احمدی جنیدی	برق منطقه ای تهران
دکتر علیرضا احمدی	شرکت بین المللی مهندسی ایران (ایریک)
مهندس مهدی نارویی	برق منطقه ای تهران
دکتر رضا اقمشه	مدیریت شبکه برق ایران
دکتر مجتبی گیلوانژاد	پژوهشگاه نیرو
مهندس مجتبی علیرضاپور	توانیر
مهندس رضا دولت آبادی	برق منطقه ای خراسان
مهندس سید کوروش موسوی تاکامی	توانیر
مهندس مهرداد صمدی	توانیر
مهندس درخشان نیا	برق منطقه ای خوزستان
دکتر نوشاد	پالایشگاه شهید تندگویان
مهندس هادی مدقق	توانیر
مهندس بی آزار	توانیر
مهندس خدای	شرکت متانیر
مهندس سعیدی فر	برق منطقه ای باختر
مهندس صمیمی	شرکت توزیع شیراز
مهندس مشهدی باقان	شرکت توزیع یزد
مهندس وحدتی	سندیکای تولیدکنندگان

مهندس لطفیان	شرکت توزیع تهران
مهندس بهرامی	شرکت متانیر
مهندس رامش خواه	شرکت توزیع تهران بزرگ
مهندس صوفی	پتروشیمی کردستان
مهندس عادل	منطقه ۲ انتقال گاز
مهندس دباغ	شرکت متانیر
مهندس شهابی	خط لوله و مخابرات ایران
مهندس شجاع زاده	مجتمع گاز پارس جنوبی
مهندس دهنو	پتروشیمی مبین
مهندس زندیه	مجتمع گاز پارس جنوبی
مهندس صمدیار	پتروشیمی فجر
مهندس صفرپور	پتروشیمی هنگام
مهندس خضابی	فولاد خوزستان
مهندس ترقی خواه	مس سرچشمه
مهندس لیرای	مجتمع گاز پارس جنوبی
مهندس نیازوند	پالایشگاه گاز ایلام
دکتر دشتی	پارک علم و فناوری بوشهر
مهندس آزادمنش	نفت آبادان
مهندس کوزه گر	پتروشیمی مارون
مهندس قلیچی	شرکت مونکو
مهندس زمانی	نفت ستاره خلیج فارس
مهندس سعیدزاده	شرکت قدس نیرو
مهندس فیروزی	توربوژنراتور نفت
دکتر عباس شریفی نسب	برق منطقه ای کرمان
مهندس بهتوئی	شرکت توزیع نیروی برق استان تهران
مهندس خان علیزاده	شرکت توزیع نیروی برق تهران بزرگ

محور های کنفرانس

محور اصلی کنفرانس	دبیر محور	دانشگاه/شرکت
علمی-پژوهشی حفاظت	دکتر تیمور قنبری دکتر مسعود جلیل	دانشگاه شیراز دانشگاه یاسوج
علمی-صنعتی حفاظت	دکتر فرشاد جعفری	شرکت توزیع نیروی برق شیراز
علمی-پژوهشی اتوماسیون	دکتر مریم دهقانی	دانشگاه شیراز
علمی-صنعتی اتوماسیون	مهندس مجید حداد	شرکت محور آزما
علمی-پژوهشی امنیت سایبری	دکتر محمد محمدی	دانشگاه شیراز
علمی-صنعتی امنیت سایبری	دکتر محمد رستگار	دانشگاه شیراز

سخنرانان کلیدی

**20th International Conference on
Protection and Automation
in Power Systems
(IPAPS 2026)**



www.ipaps.ir

DISTRIBUTED AUTOMATION CONCEPT AND APPLICATIONS AND ITS IMPACT ON THE PROTECTIVE RELAYING



Prof. M.E. Hamedani Golshan
ISFAHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Date: 6 January 2026

Distribution Automation (DA) is part of the evolution of the distribution system toward smart electrical grid. Circuit reconfiguration, one of the most important DA applications, is done to prepare circuits for either a permanent or a temporary change to the distribution system in order to improve the operating condition of the system or to react to a system condition such as the fault situation and restore service to the maximum number of customers. Volt/Var Optimization (VVO) is another DA application that can automatically turn on/off voltage and VAR regulating devices at many points on the system.

+98 71 36133181

HVDC TRANSMISSION LINE PROTECTION

In order to accept renewable energy generation, VCS HVDC power grid has been built in China. In order to clear the faults of VSC HVDC lines, ultra-high speed protection are necessary. The presentation introduced an ultra-high speed protection scheme based on travelling waves. At same time travelling waves differential based protection also has been introduced, which could be used as main or backup protection for LCC HVDC transmission line and VSC HVDC transmission line. Field operation results show that the travelling waves based protections are excellent protection technology.



Prof. Xingzhou Dong
TSINGHUA UNIVERSITY

www.ipaps.ir
ipaps2026@gmail.com

20th International Conference on Protection and Automation in Power Systems (IPAPS 2026)



www.ipaps.ir

**BEAUTIFUL MODELS,
IMPERFECT DATA,
FORGOTTEN REALITY,
RETHINKING RESEARCH
PRIORITIES IN POWER GRID
CYBERSECURITY**



Dr. Hashem Mortazavi

KHAYYAM POWER GENERATION MANAGEMENT CO.

Date: 7 January 2026

A close examination of recent literature on power grid cybersecurity highlights a persistent trend: a heavy reliance on abstract mathematical models and synthetic, noise-free datasets. While theoretically sound, these approaches often struggle to capture the chaotic dynamics and communication constraints—such as latency and jitter—inherent in real-world networks.

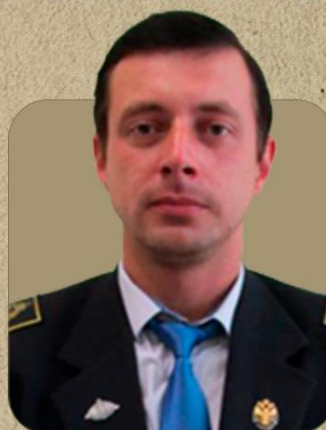
In contrast, field experience and technical reports from authoritative bodies like the DOE, CISA, and NERC paint a very different picture of the Operational Technology (OT) landscape. Forensic analysis of major incidents, including the Ukraine power grid attacks and the Aurora vulnerability, confirms that adversaries rarely rely on complex mathematics. Instead, they primarily exploit legacy protocols with no built-in authentication, take advantage of implicit trust within control networks, and weaponize human error—factors that academic models frequently overlook.

This lecture takes a problem-driven approach to identify three fundamental disconnects between academic outputs and industrial needs: the Model Gap, the Data Gap, and the Reality Gap. Beyond simply critiquing current methods, it proposes a framework to realign future research. The ultimate goal is to bridge the divide between 'elegant models' and 'operational realities,' ensuring that our scientific efforts truly enhance the cyber-physical resilience of critical infrastructure.

+98 71 36133181

**THE AUTOMATED POWER QUALITY
ENSURING IN THE COMBINED
POWER SUPPLY SYSTEMS OF THE
INDUSTRIAL ENTERPRISES BY
MEANS OF THE FLEXIBLE
MULTIFUNCTIONAL FILTER DEVICES**

The relevance of the problem of the automated power quality ensuring and improving in the combined power supply systems of mineral resource enterprises with critical nonlinear process loads is proved. The article presents the main research results of the efficiency of the multifunctional filter device with several active converters of different types with flexible structure in the combined power supply system of mineral resource enterprises. The results of the authors' previous studies on this area are summarized and used as a basis, including the adopted activation sequence of the active converters within the multifunctional filter device, as well as the method of the non-sinusoidal mode creation where the device demonstrated maximum efficiency. The passive filter of the active-inductive-capacitive configuration is determined and proposed for installation at the output of the series converter within the multifunctional filter device to improve the latter's efficiency in the combined power supply systems with the significant voltage distortion levels from the power supply system. The mentioned filter also allows reducing the weight and dimensions of the multifunctional filter device by reducing the rated power of the series converter's output transformer. The dependences of the variation of the standardized and non-standardized power quality indicators were determined from the series converter's transformer rated power and the parameters of the passive filter at the series converter's output. The obtained results demonstrates that the installation of the passive active-inductive-capacitive filter of the proposed configuration at the output of the series converter as part of the multifunctional filter device for combined power supply systems is the efficient and reasonable. The main result of the presented research is the developed algorithm for the automated power quality ensuring and improving in the combined power supply systems with usage of the multifunctional filter device with several active converters of different types with flexible structure.



Prof. Yuri Anatolyevich Sychev

SAINT-PETERSBURG MINING UNIVERSITY

www.ipaps.ir
ipaps2026@gmail.com

عنوان مقاله	فهرست مقالات	صفحه
طراحی رله وصل مجدد تک فاز تطبیقی مبتنی بر دامنه ولتاژ فاز تحت خطا برای خطوط انتقال بلند دارای راکتور موازی (مطالعه موردی: خط فسا - پاسارگاد).....	۹	۹
راهکار اقتصادی همزمان سازی رله‌های حفاظتی با استفاده از سیگنال زمانی DCF77.....	۱۰	۱۰
تحلیل جامع رفتارهای الکتریکی پسا خطا در شبکه‌های توزیع برای ترانسفورمر با اتصال Dyn و Yzn جهت حفاظت از تجهیزات شبکه.....	۱۱	۱۱
طراحی معماری چند لایه هوش مصنوعی برای اتوماسیون و حفاظت پستهای برق: از تشخیص خطا تا پیش بینی بار.....	۱۲	۱۲
حفاظت جریانی پشتیبان و گسترش اتصالی بر روی خطوط فوق توزیع ۳ ترمیناله.....	۱۳	۱۳
عملکرد رله بوخه‌لستس ترانسفورماتور زمین ایستگاههای فوق توزیع و افزایش امپدانس اتصال نوترال.....	۱۴	۱۴
مقایسه قابلیت اطمینان شینه بندیها در پستهای فشار قوی بر مبنای دیاگرام منطق کنترل.....	۱۵	۱۵
استفاده از رگرسیون پواسون برای بهینه‌سازی نیروی انسانی: مورد مطالعه: شرکت توزیع نیروی برق استان فارس ..	۱۶	۱۶
هماهنگی حفاظتی بهینه شبکه‌های توزیع با استفاده از رله‌های اضافه جریان با مشخصه عملکرد دوگانه.....	۱۷	۱۷
یکپارچه سازی کلیدهای (MCCB) در شبکه‌های توزیع فشار ضعیف برای ارتقای مدیریت بار و عیب‌یابی.....	۱۸	۱۸
به کارگیری حافظه طولانی کوتاه مدت به منظور مکان‌یابی خطا در شبکه‌های توزیع با حضور واحد تولید پراکنده.....	۱۹	۱۹
طرح ابتکاری برای جلوگیری از انفجار یونیت خازنی با افزایش تفکیک حفاظتی در طرح‌های تشخیص جریانی عدم تعادل بانک خازنی.....	۲۰	۲۰
اتوماسیون روشنایی معابر شهری با قابلیت فرمان از راه دور بوسیله سیستم ماژولار بصورت هوشمند.....	۲۱	۲۱
بررسی اهمیت عملکرد صحیح زون ۲ رله دیستانس در پستهای فاقد حفاظت باسبار پروتکشن.....	۲۲	۲۲
چالش‌ها و راهکارهای حفاظت تطبیقی در شبکه‌های توزیع برق استان آذربایجان شرقی با افزایش ظرفیت میزبانی نیروگاه‌های خورشیدی.....	۲۳	۲۳
بهبود عملکرد حفاظت اضافه جریان برای خطاهای دوفاز در شبکه فشار متوسط شرکت فولاد خوزستان با استفاده از مؤلفه توالی منفی جریان.....	۲۴	۲۴
تقویت امنیت سایبری در سیستم‌های اتوماسیون صنعتی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی ایجنتیک.....	۲۵	۲۵

- راهکار ارتقاء و باز طراحی سازگار با تکنولوژی SAS مدرن در سیستمهای DCS قدیمی برند ABB مبتنی بر پروتکل LON/SPA با نگرش الزامات امنیت سایبری ۲۶
- بررسی اثر محدود کننده جریان خطا بر سطح اتصال کوتاه شبکه با هدف بهبود هماهنگی حفاظتی با استفاده از الگوریتم جستجوی کلاغ ۲۷
- سنکرون کردن اینترلاک سکسیونرورودی در پست توزیع با سلول خروجی بالا دست جهت حذف سوء عملکرد ۲۸
- یادگیری ماشین در امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS): وضعیت کنونی، فرصت‌ها و چالش‌ها ۲۹
- استفاده از سیستم اتوماسیون هوشمند و پروتکل IEC61850 جهت حفاظت خطوط توزیع متصل به منابع تولید ۳۰
- ارزیابی و اولویت‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری مهندسی در پروژه‌های توسعه هوشمند با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ۳۱
- پایداری حفاظت دیفرانسیل ژنراتور با در نظر گرفتن اشباع ترانسفورماتورهای جریان در نیروگاه برق‌آبی کارون ۳ ۳۲
- بررسی الگوریتم تابع نوسان توان رله دیستانس زیمنس در طی رخداد یک حادثه واقعی ۳۳
- ارزیابی آلودگی هارمونیکی ناشی از نیروگاه‌های خورشیدی مورد مطالعه منطقه اصفهان و ارائه راهکارهای عملیاتی در جهت کاهش هارمونیک‌ها ۳۴
- آموزش امنیت سایبری برای کارکنان پست‌های برق: ضرورت‌ها، چالش‌ها و راهکارها ۳۵
- تحلیل و بررسی تاثیر الگوریتم رله دیستانس MiCOM P441 در عملکرد صحیح و راهکار اصلاحی بهبود دقت عملکرد ۳۶
- کاهش فرکانس شبکه و بررسی رفتار رله‌های فرکانسی استفاده شده در شبکه برق کشور ۳۷
- شبیه‌سازی و بررسی اضافه‌ولتاژ و جریان قوس‌ثانویه در فاز(های) باز خطوط انتقال مجهز به راکتور شنت، تعیین راکتور خنثی متناسب با شرایط شبکه و تعیین زمان وصل مجدد براساس آن در قسمتی از شبکه برق ایران ۳۸
- تجربه پیاده‌سازی یک سیستم حفاظتی هوشمند برای ترانسفورماتورهای توزیع برق از سنجش تا اتوماسیون ۳۹
- استقرار بهینه زیر ساخت شارژ EV برای پایداری شبکه و تبادل برق بین خودروهای برقی و شبکه هوشمند با تکیه بر موبایل GIS ۴۰
- پیاده‌سازی رله فرکانسی با استفاده از روش‌های گذر از صفر و مشتق زاویه بر اساس استاندارد IEC60255-181 و مقایسه دو روش در کاربرد عملی ۴۱
- بررسی عملکرد نادرست و ناخواسته توابع حفاظتی در حضور راه اندازی و خاموش شدن واحد نیروگاهی و ارائه راهکار کاربردی برای آن ۴۲

- صحت عملکرد حفاظت اتصال زمین سیم پیچ استاتور ۱۰۰ درصد ۴۳
- گذار به سمت شبکه‌های توزیع هوشمند: مروری بر همگرایی اینترنت اشیا و اسکادا، تحلیل‌های بلادرنگ و چالش‌های امنیتی نوظهور ۴۴
- ارائه مدل کنترلی نیروگاه خورشیدی بزرگ مقیاس مطابق با استاندارد IEEE 2800 جهت بهبود دقت مطالعات حفاظتی ۴۵
- مطالعه و ارزیابی اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه در شبکه توزیع برق غرب مازندران با ارائه راهکارهای حفاظتی و محوریت ریسک عایقی ۴۶
- تاثیر ولتاژ بازیابی گذرا در ایجاد رزونانس سریدر خط ۴۰۰ کیلوولت یزد-مهرگان ۴۷
- رفع محدودیت بارگیری خطوط و ترانسفورماتورهای انتقال با اصلاح نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان حفاظت باسبار ۴۸
- طراحی یک نرم‌افزار جامع جهت ارزیابی عملکرد رله‌های مدیریت مصرف منصوبه بر روی خطوط تغذیه‌کننده بار مصرفی صنایع بزرگ کشور ۴۹
- طراحی معماری هیبریدی SSR-Electromechanical Relay برای افزایش سرعت و پایداری فرمان قطع در رله‌های حفاظتی شبکه قدرت ۵۰
- معماری هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد رله‌های حفاظتی در شبکه‌های توزیع با حضور منابع انرژی تجدیدپذیر ۵۱
- روش نوین مکان‌یابی خطا مبتنی بر تطابق بین نمونه‌های جریان گذرا و موج شبیه‌سازی شده با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری ۵۲
- الزامات امنیت سایبری سامانه‌های اتوماسیون پست براساس استانداردهای مهم امنیتی از دید کارفرما و توسعه دهنده محصول ۵۳
- تشخیص خطا حین نوسان توان در حضور نیروگاه بادی ۵۴
- ردیابی الزامات حفاظتی اتصال نیروگاه‌های بادی به شبکه ((بررسی موردی نیروگاه بادی آق کندی واقع در استان آذربایجان شرقی)) ۵۵
- هوشمندسازی حفاظت، اتوماسیون و کنترل در شبکه برق ایران با تأکید بر بومی‌سازی فناوری‌های دیجیتال ۵۶
- تدوین مدل تصمیم‌یار هوشمند در سامانه اتوماسیون پست-های برق و ارزیابی اثر آن بر کیفیت تصمیم ۵۷
- تخمین کمینه انرژی پتانسیل مولد جهت وصل مجدد رله در حفاظت تطبیقی ریزشبکه ۵۸

- ارائه الگوریتم مبتنی بر داده کنتورهای هوشمند جهت جابجایی بهینه ترانسفورماتورها در شبکه توزیع برق؛ مطالعه موردی، شرکت توزیع نیروی برق مازندران ۵۹
- بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش هارمونیک‌ها با UPQC و کنترل هوشمند مبتنی بر یادگیری تقویتی ۶۰
- ناکارآمدی SCADA در مواجهه با منابع انرژی توزیع شده و ضرورت استقرار DERMS در شبکه‌های توزیع برق .. ۶۱
- بهبود زیرساخت‌های مخابراتی طرح‌های حفاظت و اتوماسیون شبکه برق با استفاده از ارتباطات نوری بی‌سیم و الگوریتم‌های هوش مصنوعی ۶۲
- اتوماسیون‌سازی کلیدهای موتوردار موجود در شبکه‌های توزیع برق و نقش آن در افزایش قابلیت اطمینان و کاهش زمان خاموشی، با توجه اقتصادی ۶۳
- چالش‌ها و راهکارهای بهره‌گیری از رله دیستانس تطبیقی در شبکه‌های فشار متوسط ایران با تجمیع داده‌های GIS و کنتورهای هوشمند ۶۴
- رویکرد هوشمند برای تطبیق خودکار اطلاعات GIS با شبکه عملیاتی به منظور بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان. ۶۵
- هماهنگی بهینه ادوات جبران‌ساز توان راکتیو در شبکه‌های انتقال و توزیع بر بستر اتوماسیون شبکه ۶۶
- تحلیل افزایش ولتاژ ناشی از نفوذ بالای نیروگاه‌های خورشیدی در شبکه توزیع: مطالعه موردی بر اساس یک حادثه اضافه ولتاژ ۶۷
- طراحی بهینه سیستم‌های حفاظتی ریزشبکه‌های AC با استفاده از رله‌های اضافه‌جریان جهتی Dual Setting، با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان N-1 Contingency توام با پارامتر بهینه Curve Setting ۶۸
- بازطراحی حفاظت و اتوماسیون شبکه توزیع با ادغام منابع تولید پراکنده و ذخیره‌ساز انرژی باتری ۶۹
- مطرح حفاظت هوشمند مبتنی بر TinyML و تزریق جریان خطا توسط BESS در شبکه‌های فعال توزیع ۷۰
- ارائه چارچوب جامع ارزیابی ریسک سایبری پست‌های فشارقوی بر مبنای معیارهای استاندارد آسیب‌پذیری و تهدیدات سایبری ۷۱
- سامانه هوشمند صحت‌سنجی و مقایسه تنظیمات و تست رله‌های حفاظتی با استفاده از مدل‌های زبانی هوش مصنوعی (مطالعه موردی رله‌های جریانی P123 و دیستانس P443) ۷۲
- بررسی و پیشنهاد حفاظت کابل و سرکابل‌های ۲۰ کیلوولت مجتمع پتروشیمی سازند مبتنی بر استاندارد IEC 61850 با هدف جلوگیری از گسترش حادثه و خاموشی کامل نیروگاه داخلی ۷۳
- مطالعه اتصال کوتاه، طراحی و شبیه‌سازی حفاظت جریان‌زیاد شبکه شعاعی ۳۴ باس IEEE با استفاده از اتوریکلوزر ۷۴
- راهکارهای پیشگیری از عملکرد کاذب حفاظت خطای زمین محدود شده در رله حفاظتی GE T60 ۷۵

- هوشمندسازی و مدیریت توان باتریخانه پست‌های برق با استفاده از تکنیک شارژ اکتیو مبتنی بر توپولوژی مبدل دو طرفه DC-DC و یکپارچه‌سازی با نیروگاه خورشیدی ۷۶
- تأثیر نفوذ خودروهای برقی بر حفاظت شبکه‌های توزیع برق ایران با نگاهی به آینده ۷۷
- بهینه‌سازی هماهنگی حفاظتی در نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات ۷۸
- جایابی RTU در شبکه‌های برق به هدف تخمین حالت بهینه ۷۹
- مقایسه دو طرح هماهنگی حفاظتی در ریزشبه‌ها: استفاده از رله‌های جریان زیاد تنظیم دوگانه برای دو جهت حفاظتی در مقابل استفاده از منحنی‌های تنظیم دوگانه برای یک جهت حفاظتی ۸۰
- تحلیل رفتار حفاظت جریان نامتعادلی بانک‌های خازنی ستاره دابل زمین نشده در بررسی یک حادثه واقعی در برق منطقه ای خراسان ۸۱
- طراحی و ساخت یک تقسیم‌کننده توان میکروویوی فشرده با قابلیت حسگری تغییرات امپدانس برای کاربردهای حفاظت شبکه توزیع ۸۲
- طراحی تقویت‌کننده کم‌نویز فوق‌پهن‌بند برای جبهه‌گیر واحد اندازه‌گیری فازوری پهن‌بند با هدف بهبود عملکرد حفاظتی شبکه‌های قدرت ۸۳
- بررسی و مطالعه اثر نیروگاه خورشیدی بر حفاظت سیستم توزیع در فیدر نمونه عین‌آباد از پست ۶۳/۲۰ کیلوولت و بیان الزامات رابط کاربری در سیستم‌های اسکادا ۸۴
- الزامات رابط کاربری در سیستم‌های اسکادا ۸۵
- بهینه‌سازی معماری ارتباطی برای یکپارچه‌سازی اتوریکلوزر های Nulec با سامانه اسکادا (مطالعه موردی در شرکت توزیع برق استان اصفهان) ۸۶
- مروری بر چالش‌ها و راهکارهای حفاظت شبکه‌های توزیع برق در حضور منابع انرژی تجدیدپذیر ۸۷

- **Unveiling coordination challenges in adaptive distance and overcurrent protection under cyber attacks..... 89**
- **Single-Terminal Current-Based Protection of Series-Compensated Transmission Lines Using an Adaptive Multi-Neighborhood Energy Operator 90**
- **A Similarity-Based Method for Partial Discharge Localization in High-Voltage Power 91**
- **A Fuzzy-Scenario Stochastic Framework for Multi-Objective Resilient Distribution Network Planning 92**
- **A Fault Detection in Transmission Line Connected to Grid-Forming Inverter Using Variational Mode Decomposition and Chaos Metric..... 93**

• Intelligent Fault Detection in DC Microgrids Integrating EVs and PVs via HHO-LSTM-GRU	94
• MPC-Based AGC and Tie-Line Control for Power Systems in the Presence of Renewable Energy Sources	95
• Identifying unauthorized cryptocurrency mining centers in industrial and agricultural loads using Advanced Measurement Infrastructure (AMI)	96
• Electricity theft protection plan using Advanced Metering Infrastructure (AMI)	97
• Preventing the theft of distribution transformers using root cause analysis (RCA) and selecting preventive methods using the TOPSIS algorithm	98
• Hybrid Delay Analysis and Intelligent Anomaly Detection for IEC 61850 GOOSE Traffic in Digital Substations Using Co-Simulation and Deep Learning	99
• Coordinated Reliability-Oriented Smart Distribution Network Expansion Planning with Protection and Automation Functions	100
• Novel Power Swing Detection Method in Power Systems Including High Penetration of Inverter-Based Resources	101
• A new method for detecting out of step in Generator	102
• Short-Circuit Power Prediction in 20kV Distribution Feeders Using Physics-Guided Gradient Boosting Regression	103
• Challenges of Practical Measurement of Fault Loop Impedance and Prospective Short-Circuit Currents in Low-Voltage Grids Containing Photovoltaic Systems	104
• Enhancing Transformer Differential Protection through Phasor-Based CT Saturation Detection	105
• Artificial intelligence strategy in protecting advanced power systems in the presence of IBR – A Review	106
• Evaluating Efficiency of Reliability-Centered Maintenance Strategy for distribution transformers Regarding relay Considerations	107
• Optimal Method to Determine the Automation Intensity Level According to the Conditions and Characteristics of the Distribution Network	108
• Optimal adaptive protection scheme for microgrids using smart selection of relay tripping characteristics, considering different configurations and modes	109
• Nonlinear Control Strategy for a Hybrid AC/DC Microgrid Using Lyapunov Stability Theory	110
• Charge or Discharge Cycle Signatures for RUL-based Protection of Lithium-Ion Battery Packs	111

• Fault Diagnosis in PV Systems Using Multiresolution Signal Decomposition and Decision Tree	112
• Consensus-Based Fault Location in DC Microgrids using Random Forest-Based Feature Selection and Neural Networks.....	113
• Improving Fault Detection in Hybrid Microgrids Through AI-Based Algorithms.....	114
• A Hybrid Deep Learning Framework for Short-Term Electrical Load Demand Prediction	115
• Dynamic Loading and Temperature Estimation of Transformers in Distribution Automation	116
• Hierarchical AI-Driven Energy Management Architecture for Smart Distribution Networks: A Framework for Iran's Power Grid Modernization	117
• Detection of Broken Neutral in 3-Phase 4-Wire Distribution Network using neural network	118
• An Inverse-Time Hybrid Characteristic Design for Communicationless Overcurrent Relay Coordination in Microgrids	119
• A Data-Driven Approach for Generating Synthetic Load Profiles in Solar-Rich Microgrids Using Recurrent Generative Adversarial Networks	120
• Hybrid EMD-HT and Adaptive Kalman-Simplex Framework for DC-Offset Compensation and CT Saturation Correction in Distance Protection Schemes.....	121
• Multi-Parameter Estimation of Lightning Surge Characteristics Using Legendre Transform-Based Feature Extraction and ANFIS Framework.....	122
• Fast Model-Based Transformer Protection: A Multiple Linear Model-Based Algorithm...	123
• Comprehensive MPC Framework Automation-Driven Reconfiguration and Dynamic Day-Ahead Scheduling of Multi-Microgrids in Distribution Systems	124
• Transformer turn-to-turn fault detection during inrush current and CT saturation based on fault-related incremental currents.....	125
• AeroFormer: Lightweight Autoencoder-Augmented Transformer for High-Accuracy Electricity Load Forecasting.....	126
• Sequence-Based Wide-Area Backup Protection for Compensated Transmission Lines	127
• AI-powered protection of energy and flexibility scheduling in interconnected local energy networks across automation cyber-physical system	128
• Hybrid Impedance-GA-Fuzzy Method for High-Accuracy Fault Location in Power Distribution Networks	129

- **Coordinated EV Smart Charging and Multi-Agent Protection Scheme for Enhanced Reliability in Distribution Networks 130**
- **Performance Evaluation of Single-Ended Impedance-Based Fault Location Methods in Series-Compensated Transmission Lines..... 131**
- **Online Voltage-Stability Monitoring and Critical-Bus Identification for Power System Automation Using Modal Analysis and Machine Learning 132**
- **Lightweight Security Framework for IEC 61850 GOOSE and MMS with Sub-Millisecond Cryptographic Overhead in Digital Substations..... 133**
- **Setting Group Based Adaptive Distance Protection for Transmission Lines Connected to Wind Farms..... 134**
- **Practical Analysis of Various Types of Inrush Current and Implications for Protective Relay Functionality..... 135**
- **Low Voltage Circuit Breaker Settings in Distribution Networks: Challenges, Standards, and a Newly Designed Process..... 136**
- **An Iterative Three-Stage Intrusion Detection and Behavioral Risk Assessment Framework for Cybersecurity of Smart Meters 137**
- **An Extended Control Strategy for Enhancing Voltage Protection and Stability in Distribution Systems Utilizing the Voltage Sensitivity Matrix 138**
- **Identification of High-Risk Capacitor Operating States in 63/20 kV Substations via Resonance Risk 139**
- **Designing an Intelligent Protection Scheme for Solar Power Plants Based on Power Prediction and Asymmetrical Fault Detection 140**
- **Analysis of the Impact of Large-Scale Solar Power Plant Integration on Protection, Stability, and Short-Circuit Dynamics in the National Transmission Grid 141**

طراحی رله وصل مجدد تک فاز تطبیقی مبتنی بر دامنه ولتاژ فاز تحت خطا برای خطوط انتقال بلند

دارای راکتور موازی (مطالعه موردی: خط فسا - پاسارگاد)

محمد حسین شمشیر زن^۱، محسن گیتی زاده حقیقی^۲، مهرداد حیدری ارجلو^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز

m.hosen.shz@gmail.com

^۲ استاد تمام، عضو هیئت علمی، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شیراز، شیراز

gitizadeh@sutech.ac.ir

^۳ کارشناس رتبه عالی شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Mehrdad266@yahoo.com

چکیده: با توجه به اهمیت شبکه انتقال برق و حساسیت حفاظتی آن‌ها و اینکه خروج‌های آن‌ها باعث خسارات زیادی می‌شود و از طرفی اغلب خطاها در شبکه انتقال مربوط به خطوط و به‌صورت گذرا و تک فاز به زمین بوده، یکی از راهکارهای مناسب حفاظتی وصل مجدد خودکار می‌باشد. با توجه به اهمیت خطوط بلند و به‌ویژه خطوط دارای راکتور شنت و درصد کم استفاده وصل مجدد آن‌ها در کشور، وصل مجدد تک فاز آنها باعث افزایش پایداری شبکه انتقال خواهد شد. اما وجود قوس ثانویه ناشی از وصل مجدد تک فاز این خطوط، مخاطرات و محدودیت‌های آن را افزایش می‌دهد. این مقاله با بررسی چگونگی فعال سازی هر چه بهتر وصل مجدد خطوط بلند ایران، مطالعه و شبیه سازی یک خط نمونه، به کمک رله حفاظتی زیمنسی سری ۵ و نمونه ولتاژ CVT موجود در شبکه انتقال، راهکاری مناسب در قالب یک بلوک منطقی قابل برنامه ریزی در رله حفاظتی ارائه می‌دهد. این روش با توجه به سادگی اجرا، تشخیص دقیق خاموش شدن قوس ثانویه و تشخیص خطای دائم از گذرا، باعث افزایش درصد موفقیت وصل مجدد تک فاز شده و افق روشنی جهت افزایش درصد فعال شدن سیستم وصل مجدد در خطوط انتقال ایران خواهد بود.

کلید واژه: وصل مجدد خودکار، خطوط انتقال بلند، راکتور شنت، وصل مجدد تک فاز، وصل مجدد تطبیقی، قوس ثانویه

ipaps-0005003

راهکار اقتصادی همزمان‌سازی رله‌های حفاظتی با استفاده از سیگنال زمانی DCF77

سید هادی موسوی مطلق^۱، وحید صفایی^۲، محدرضا پیرمحمدی^۳، مینا آقایی^۴

^۱ شرکت برق منطقه ای زنجان، زنجان

ha_mousavi@zrec.co.ir

^۲ شرکت برق منطقه ای زنجان، زنجان

v_safaei@zrec.co.ir

^۳ شرکت برق منطقه ای زنجان، زنجان

m_pirmohamadi@zrec.co.ir

^۴ دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، قزوین

mina.aghayari94@gmail.com

چکیده: با گسترش رله‌های حفاظتی دیجیتال و سامانه‌های اتوماسیون در پست‌های فشارقوی، همزمان‌سازی دقیق زمانی بین تجهیزات حفاظتی به یکی از الزامات اساسی برای تحلیل دقیق وقایع و ثبت رویدادها تبدیل شده است. تفاوت زمانی حتی در بازه میلی‌ثانیه می‌تواند منجر به تحلیل نادرست توالی عملکرد رله‌ها یا کلیدها شود. در بسیاری از پست‌ها از مرجع زمانی مبتنی بر ماهواره (GPS) استفاده می‌شود، اما در محل‌هایی که دید به ماهواره محدود یا هزینه بالا است، جایگزین‌هایی مانند پروتکل زمانی زمانی DCF77 مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این مقاله تجربه پیاده‌سازی سنکرون‌سازی زمانی برای رله‌های حفاظتی در یک پست مجهز به رله‌های Siemens SIPROTEC 4 با استفاده از مرجع زمانی DCF77 را ارائه می‌دهد. ابتدا ضرورت همزمان‌سازی زمانی، سپس مروری بر انواع پروتکل‌های زمانی، معرفی قابلیت‌های DCF77 و در نهایت تشریح قابلیت‌های زمانی رله‌های SIPROTEC 4 مطرح می‌شود.

کلید واژه: سنکرون‌سازی زمانی، سیستم زمان‌سنجی رادیویی DCF77، رله SIPROTEC 4، ثبت وقایع

ipaps-00040137

تحلیل جامع رفتارهای الکتریکی پسا خطا در شبکه‌های توزیع برای ترانسفورمر با اتصال Dyn و Yzn جهت حفاظت از تجهیزات شبکه

روح الله روحانی^۱، علیرضا روحانی^۲

^۱ دانشجوی دکتری برق قدرت دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل / شرکت توزیع نیروی برق غرب مازندران، نوشهر

rouhollah.rouhani68@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد برق قدرت، هنرستان فنی و حرفه‌ای شهید کلانتری، اداره آموزش و پرورش، محمودآباد

rohany.alireza8@gmail.com

چکیده: هوشمندسازی شبکه‌های توزیع برق با هدف بهبود پایداری، تاب‌آوری و حفاظت از تجهیزات و مصرف‌کنندگان، از اولویت‌های اصلی شرکت‌های توزیع برق محسوب می‌شود. در این پژوهش، به بررسی رفتار یک شبکه توزیع نوعی در مواجهه با رویدادهای متداول در سطوح ولتاژ ۲۰ kV و ۰.۴ kV از منظر ترانسفورمر توزیع با اتصال Dyn5 و Yzn5 پرداخته شده است. مطالعه حاضر با استفاده از یک رویکرد ترکیبی شامل شبیه‌سازی سه‌بعدی از ترانسفورمر در نرم‌افزار المان محدود، استخراج پارامترهای الکترومغناطیسی آن و متعاقباً مدل‌سازی سیستم در محیط PSIM-SIMULINK انجام شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که رویدادهای ناخواسته می‌توانند تأثیرات نامطلوبی بر عملکرد ترانسفورمر (و همچنین سایر تجهیزات شبکه)، کیفیت ولتاژ و تجهیزات مصرف‌کنندگان داشته باشند. بنابراین بر اساس منطق حاکم بر شبکه در سناریوهای مختلف و استحصال الگوی تشخیص خطا، راهکارهای عملیاتی شامل به‌کارگیری برخی تجهیزات اندازه‌گیری و حفاظتی (مانند کنتورهای هوشمند/لوازم اندازه‌گیری ولتاژ و جریان، رله‌های دیجیتال و کلیدهای قدرت فرمان‌پذیر) و نیز ارتقای نرم‌افزاری/سخت‌افزاری سیستم‌های موجود ارائه شده است. این پژوهش نشان می‌دهد که با پیاده‌سازی راهکارهای پیشنهادی بر پایه الگوی تشخیص خطا، می‌توان (بدون نیاز به سرمایه‌گذاری سنگین در زیرساخت‌های قدیم/جدید) به‌صورت مؤثر از آسیب به تجهیزات شبکه و مصرف‌کنندگان جلوگیری نمود. یافته‌های این مطالعه می‌تواند مبنای مناسبی برای توسعه سیستم‌های اتوماسیون صنعتی جهت حفاظت در شبکه‌های توزیع هوشمند آینده باشد.

کلید واژه: ترانسفورمر توزیع، اتصال مثلث-ستاره (Dyn5)، اتصال ستاره-زیگزاگ (Yzn5)، الگوی تشخیص خطا، تجهیزات اندازه‌گیری و اتوماسیون، حفاظت شبکه توزیع.

ipaps-00150234

طراحی معماری چند لایه هوش مصنوعی برای اتوماسیون و حفاظت پست‌های برق: از تشخیص خطا تا

پیش‌بینی بار

سید جلال موسوی^۱

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی برق قدرت، شرکت توزیع نیروی برق استان قزوین،

گروه برق قدرت، واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران

Jalalmosavi67@gmail.com

چکیده: با پیچیده‌تر شدن شبکه‌های قدرت و افزایش نفوذ منابع انرژی تجدیدپذیر، نیاز به سامانه‌های هوشمند برای اتوماسیون و حفاظت پست‌های برق بیش از پیش احساس می‌شود. این پژوهش یک معماری چندلایه مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه می‌کند که وظایف کلیدی حفاظت و پایش را به‌صورت یکپارچه پوشش می‌دهد. در لایه نخست، تنظیمات حفاظتی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های فراابتکاری ترکیبی مانند hCA-PSO و GA بهینه‌سازی می‌شوند تا هماهنگی حفاظتی در شرایط پویا تضمین گردد. لایه دوم با استفاده از مدل‌های ANFIS، منطق فازی و روش‌های خوشه‌بندی، امکان تشخیص سریع و تحلیل انتشار خطا را فراهم می‌سازد. در لایه سوم، پیش‌بینی بار کوتاه‌مدت و میان‌مدت با مدل‌های CNN-LSTM و SVR انجام می‌شود تا تصمیمات حفاظتی و کنترلی به‌صورت پیش‌نگرانه اتخاذ شوند. نهایتاً، لایه چهارم با بهره‌گیری از TDNN و RNN به پایش وضعیت تجهیزات حیاتی و تخمین عمر باقی‌مانده آن‌ها اختصاص دارد.

این معماری با رویکردی یکپارچه و مقیاس‌پذیر، قابلیت تطبیق با شرایط متغیر شبکه‌های قدرت را دارد و می‌تواند به‌عنوان زیرساختی مناسب برای توسعه پست‌های هوشمند نسل آینده در محیط‌های شبکه هوشمند مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه: هوش مصنوعی در سیستم‌های قدرت، اتوماسیون پست‌های برق، تشخیص خطا، پیش‌بینی بار، پایش وضعیت تجهیزات، الگوریتم‌های فراابتکاری، شبکه هوشمند

ipaps-00180063

حفاظت جریانی پشتیبان و گسترش اتصالی بر روی خطوط فوق توزیع ۳ ترمیناله

محمود حسنی^۱، مائده مهدیان^۲، علی اکبر رودسرابی^۳

^۱ امور انتقال نیروی برق استان قم، شرکت برق منطقه ای تهران، قم،

mh-hasani@trec.co.ir

^۲ دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بوعلی، همدان،

m.mahdian@eng.basu.ac.ir

^۳ امور انتقال نیروی برق استان قم، شرکت برق منطقه ای تهران، قم،

aa-roudsarabi@trec.co.ir

چکیده: در این مقاله، تجربه رخ داده در حادثه بی برقی کامل دو ایستگاه فوق توزیع ۶۳/۲۰ کیلوولت قلعه کامکار و جعفریه واقع در شرکت برق منطقه‌ای تهران که در اثر بروز اتصالی در زون سوم خط سه ترمیناله تغذیه کننده پست‌های مذکور و گسترش آن به خط دوم تغذیه کننده پست قلعه کامکار از پست انتقال بالادست بوقوع پیوسته است، تشریح و سپس روش پیشنهادی جلوگیری از تکرار حادثه ارائه می‌شود. مورد مطالعه در خصوص یکی از پرچالش‌ترین معایب خطوط سه ترمیناله با طول بلند بوده که سبب محدودیت برد رله دیستانس و تحت تأثیر قرار گرفتن عملکرد آن به ازای خطای اتصالی فاز به زمین می‌باشد. در این بررسی با استفاده از شبیه‌سازی در نرم افزار DIGSILENT، بررسی تنظیمات زون‌های رله دیستانس هنگام رخداد خطای اتصالی فاز به زمین در محدوده انتهایی خط انشعاب بار به کمک اطلاعات ثبت شده در رله‌های حفاظتی دیستانس پست انتقال و فوق توزیع، صورت گرفته است. در انتها روشی معرفی می‌گردد تا از بی‌برق شدن پست قلعه کامکار به دلیل عملکرد زون سوم رله دیستانس دورتر و باز شدن کلید قدرت مربوط به خط دوم تغذیه کننده پست قلعه کامکار، جلوگیری بعمل آید.

کلید واژه: انشعاب بار، خطوط سه ترمیناله، رله دیستانس، حفاظت جریانی

ipaps-00190187

عملکرد رله بوخهلتس ترانسفورماتور زمین ایستگاههای فوق توزیع و افزایش امیدانس اتصال نوترال

محمود حسنی^۱، علی اکبر رودسرابی^۲

^۱ امور انتقال نیروی برق استان قم، شرکت برق منطقه ای تهران، قم،

mh-hasani@trec.co.ir

^۲ امور انتقال نیروی برق استان قم، شرکت برق منطقه ای تهران، قم،

aa-roudsarabi@trec.co.ir

چکیده: در این مقاله، تجربه رخ داده منجر به خروج خودکار یک دستگاه ترانسفورماتور ۶۳/۲۰ کیلوولت ایستگاه فوق توزیع شهید همتی واقع در شرکت برق منطقه‌ای تهران در اثر عملکرد رله بوخهلتس ترانسفورماتور نوترال که به صورت مستقیم زمین شده است، تشریح و سپس روش پیشنهادی جلوگیری از تکرار حادثه ارائه می‌شود. مورد مطالعه صرفاً با دریافت فقط آلام عملکرد رله بوخهلتس ترانسفورماتور زمین و بدون هیچ گونه تجمع گاز و تغییر در نتایج آزمایش گاز کروماتوگرافی روغن ترانسفورماتور نوترال، همزمان با وقوع اتصالی تکفاز به زمین بر روی شبکه توزیع فیدر ۲۰ کیلوولت خروجی بوده است که سبب قطع خودکار ترانسفورماتور قدرت شده است. در این بررسی، ابتدا کلیه آزمایش‌ها با اخذ چندین مرحله برنامه خاموشی به صورت واقعی تست و تحلیل شده‌اند. مشخص گردید که با سری نمودن تانک رزیستانس در مسیر نوترال ترانسفورماتور زمین و محدودسازی جریان برگشتی اتصال تکفاز به زمین فیدرهای خروجی ۲۰ کیلوولت، به طور صد در صدی مشکل خروج خودکار ترانسفورماتور قدرت رفع می‌شود.

کلید واژه: ترانسفورماتور زمین، رله بوخهلتس، تانک رزیستانس.

مقایسه قابلیت اطمینان شینه بندیها در پستهای فشار قوی بر مبنای دیاگرام منطق کنترل

علی رضائی^۱، ایرج احمدی^۲

^۱ دفتر مهندسی طرح‌ها، شرکت برق منطقه‌ای مازندران و گلستان، ساری،

Bargh_217@yahoo.com

^۲ گروه مهندسی برق، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر

Iraj.ahmadi@b-iust.ac.ir

چکیده: تعامل میان فرهنگ و فناوری شبکه هوشمند، چالشی اساسی در مسیر تحول صنعت برق ایران محسوب می‌شود. این مقاله به بررسی تأثیر متقابل فرهنگ ایرانی و فناوری شبکه هوشمند از طریق داده‌کاوی در فضای مجازی می‌پردازد و نشان می‌دهد که موفقیت پروژه‌های مدرن‌سازی شبکه برق تنها به زیرساخت‌های فنی وابسته نیست، بلکه درک عمیق از بافت فرهنگی و اجتماعی جامعه نیز ضروری است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد الگوهای مصرف انرژی در خانواده‌های ایرانی می‌تواند تأثیر بسزایی بر اثربخشی فناوری‌های شبکه هوشمند داشته باشد. این مقاله با بهره‌گیری از مطالعات موردی و داده‌های تجربی، راهکارهایی برای همسوسازی فناوری شبکه هوشمند با نیازها و ارزش‌های فرهنگی جامعه ایران ارائه می‌دهد.

کلید واژه: قابلیت اطمینان، شینه بندی، منطق کنترل، اینترلاک‌ها

ipaps-00210008

استفاده از رگرسیون پواسون برای بهینه‌سازی نیروی انسانی: مورد مطالعه: شرکت توزیع نیروی برق

استان فارس

احسان اکبری^۱

^۱ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه علوم و فنون مازندران، بابل، ایران

e.akbari@ustmb.ac.ir ،

چکیده: الگوهای حفاظتی موج سیار (TW) به دلیل سرعت و دقت بالا، نسبت به روش‌های متداول عملکرد بهتری دارد و به‌طور گسترده در خطوط انتقال قدرت به کار گرفته می‌شود. با این حال، وابستگی این روش به زمان رسیدن جبهه‌های موج و سرعت انتشار، دقت آن را در حضور اغتشاشات فرکانسی کاهش می‌دهد. علاوه بر این، خطوط انتقال مبتنی بر مبدل چندسطحی مدولار (MMC-HVDC) به دلیل ویژگی‌های مرزی پیچیده، چالش‌های بیشتری برای مکان‌یابی خطا ایجاد می‌کنند. در این پژوهش، یک روش نوین تشخیص، دسته‌بندی و مکان‌یابی خطا مبتنی بر TW و الگوریتم اصلاح فرکانسی برای خطوط MMC-HVDC ارائه می‌شود. ابتدا سازوکار اصلاح فرکانسی جبهه موج سیار بررسی شده و سپس قواعد دقیقی برای محاسبه امپدانس سیستم و امپدانس موج خط معرفی می‌گردد. در ادامه، یک قاعده جدید مبتنی بر طیف فرکانسی اصلاح‌شده توسعه داده شده است. برای اعتبارسنجی روش پیشنهادی، یک سیستم MMC-HVDC نمونه در محیط MATLAB/Simulink شبیه‌سازی شده و تحت سناریوهای مختلف خطا ارزیابی می‌گردد. نتایج شبیه‌سازی، تأییدکننده دقت و اثربخشی الگوی حفاظت پیشنهادی است.

کلید واژه: الگوی حفاظت مبتنی بر امواج سیار، سیستم انتقال MMC-HVDC، طیف فرکانسی اصلاح شده، جبهه موج سیار

ipaps-00230009

هماهنگی حفاظتی بهینه شبکه‌های توزیع با استفاده از رله‌های اضافه جریان با مشخصه عملکرد

دوگانه

علی ایمانی راستابی^۱، سید علیرضا سیدحسینی^۲،

^۱ گروه برق - قدرت، دانشگاه کاشان،

Ali1771380@Gmail.com

^۲ گروه برق - قدرت، دانشگاه کاشان،

Ali3330523@Gmail.com

چکیده: یکی از اساسی‌ترین اجزای شبکه‌های قدرت، سیستم حفاظتی آن‌هاست. در شبکه‌های توزیع، رله‌های اضافه‌جریان نقش اصلی حفاظت از شبکه در برابر جریان‌های خطا را ایفا می‌کنند. عملکرد صحیح این رله‌ها مستلزم تنظیم دقیق پارامترهای زمانی و جریانی به‌منظور حفظ هماهنگی حفاظتی و تشخیص سریع خطا است. با افزایش نفوذ منابع تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع متداول، چالش‌های جدیدی در زمینه هماهنگی حفاظتی رله‌ها به وجود آمده است. در این مقاله، با برقراری ارتباط میان نرم‌افزارهای MATLAB و DigSILENT و بهره‌گیری از الگوریتم ژنتیک، تلاش شده است تا بهینه‌سازی هماهنگی حفاظتی بین رله‌های اضافه‌جریان محقق شود. این رله‌ها دارای منحنی‌های مشخصه متفاوتی هستند که بر زمان عملکرد و قیود هماهنگی تأثیرگذارند. در این مقاله، از منحنی‌های مشخصه با تنظیم دوگانه (Dual Setting) به‌منظور بهبود هماهنگی حفاظتی به‌وسیله الگوریتم ژنتیک، استفاده شده است. در ادامه، صحت عملکرد روش پیشنهادی در محیط DigSILENT و بر روی شبکه‌های استاندارد IEEE 14-bus و IEEE 30-bus اگرچه شبکه‌های IEEE 14-bus و IEEE 30-bus در اصل به‌عنوان شبکه‌های انتقال معرفی شده‌اند، در این پژوهش از این شبکه‌ها به‌عنوان شبکه‌های معادل و تستی برای ارزیابی روش پیشنهادی در محیط‌های توزیع فعال استفاده شده است. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان‌دهنده کارایی بالای روش پیشنهادی در بهبود هماهنگی حفاظتی رله‌های اضافه‌جریان و کاهش زمان تشخیص خطا با استفاده از منحنی‌های با تنظیم دوگانه است.

کلید واژه: حفاظت، رله‌های اضافه، جریان، هماهنگی بهینه، بهینه‌سازی، شبکه، های توزیع، مشخصه‌های دوگانه رله‌های حفاظتی

ipaps-00240222

یکپارچه‌سازی کلیدهای (MCCB) در شبکه‌های توزیع فشار ضعیف برای ارتقای مدیریت بار و

عیب‌یابی

امیر افلاکی^۱، عمار جونبخش^۲، ایرج شمس^۳

^۱ کارشناس مسئول مخابرات و شبکه‌های ارتباطی، دفتر فن آوری‌های نوین، توزیع برق شهرستان اصفهان

a.aflaki@iran.ir

^۲ کارشناس اتوماسیون و ابزار دقیق، دفتر فن آوری‌های نوین، توزیع برق شهرستان اصفهان

Ammar.janbakhsh@iran.ir

^۳ مدیر دفتر فن آوری‌های نوین، معاونت بهره‌برداری، توزیع برق شهرستان اصفهان

Shams_i@eepdc.ir

چکیده: هدف این مقاله، ارائه راه‌حلی نوین برای مدیریت هوشمند و یکپارچه شبکه توزیع فشار ضعیف با بهره‌گیری از کلیدهای قدرت قابل تنظیم (MCCB) پیشرفته است. در این راستا، قابلیت‌های یک کلید MCCB سه فاز خاص که امکان اتصال به کنتورهای فهم را دارا می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش نشان می‌دهد که چگونه با استفاده از یک ترمینال کنترل از راه دور (RTU) و از طریق پروتکل‌های استاندارد صنعتی همچون Modbus و DNP3، می‌توان پارامترهای حیاتی از قبیل ولتاژ، جریان، توان، و وضعیت قطع و وصل کلید را جمع‌آوری نمود. این داده‌ها سپس از طریق یک بستر ارتباطی مطمئن (نظیر مودم سلولی، فیبر نوری، یا شبکه رادیویی) به مرکز کنترل دیسپاچینگ ارسال می‌شوند. یکی از یافته‌های کلیدی این تحقیق، توانایی منحصر به فرد این کلیدها در اعمال "کنترل و محدودسازی بار" به صورت دستوری از مرکز است، قابلیت‌هایی که در کنتورهای هوشمند رایج به صورت مستقل وجود ندارد. ادغام داده‌های فشار ضعیف با داده‌های کلیدهای فشار متوسط در یک سامانه SCADA متمرکز، دقت و سرعت عیب‌یابی در شبکه را به طور چشمگیری افزایش داده و امکان مدیریت فعال بار شبکه را فراهم می‌سازد.

کلید واژه: MCCB، DNP3، Modbus، SCADA، کنترل بار، عیب‌یابی، اتوماسیون توزیع.

ipaps-00270078

به کارگیری حافظه طولانی کوتاه‌مدت به منظور مکان‌یابی خطا در شبکه‌های توزیع با حضور واحد تولید پراکنده

متین رحمانی دوست^۱، جواد ساده^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی برق - قدرت، دانشگاه فردوسی مشهد

ma.rahmanidoust@alumni.um.ac.ir

^۲ استاد، گروه مهندسی برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد

sadeh@um.ac.ir

چکیده: با افزایش نفوذ واحدهای تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع، ساختار جریان و ولتاژ خطا تغییر یافته و عملکرد روش‌های متداول مکان‌یابی خطا با چالش مواجه شده‌اند. در این پژوهش، روشی هوشمند مبتنی بر یادگیری عمیق برای مکان‌یابی خطا در شبکه‌های توزیع دارای تولید پراکنده ارائه شده است. روش پیشنهادی از شبکه عصبی حافظه طولانی کوتاه‌مدت همراه با مکانیزم توجه بهره می‌برد تا شاخه معیوب را شناسایی و مکان دقیق خطا را تعیین کند. ورودی مدل شامل سری‌های زمانی ولتاژ و جریان ثبت‌شده در دو نقطه از شبکه استاندارد ۳۳ باسه IEEE است که باعث کاهش هزینه نصب اندازه‌گیرها و پیچیدگی پیاده‌سازی می‌شود. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی از دقت و پایداری بالایی در شرایط مختلف خطا برخوردار بوده و در مقایسه با روش‌های موجود، عملکرد دقیق‌تر و مقرون‌به‌صرفه‌تری دارد. مدل پیشنهادی در تعیین شاخه معیوب به میانگین دقت ۹۹/۶٪ و در تخمین موقعیت دقیق خطا به میانگین قدر مطلق خطای ۰/۶۶٪ دست یافته است.

کلید واژه: مکان‌یابی خطا، شبکه توزیع، واحد تولید پراکنده، حافظه طولانی کوتاه‌مدت، مکانیزم توجه

ipaps-00280077

طرح ابتکاری برای جلوگیری از انفجار یونیت خازنی با افزایش تفکیک حفاظتی در طرح‌های تشخیص جریانی عدم تعادل بانک خازنی

حامد قلی‌زاده منقوطای^۱، محمدرضا اسماعیلی^۲، محمدعلی عطایی^۳

^۱ کارشناس مسئول تجهیزات پست‌ها، دفتر فنی انتقال، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان

h_gholizadeh@erec.co.ir

h.g.manghutay@mail.ir

^۲ کارشناس مسئول بازیابی شبکه، امور دیسپاچینگ و مخابرات، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان

mr_esmaeli@erec.co.ir

ismaili1360@gmail.com

^۳ مجری طرح بهینه‌سازی پست‌ها، معاونت بهره‌برداری، شرکت برق منطقه‌ای تهران، تهران

ataei.ma@gmail.com

چکیده: اخیراً انفجار یونیت‌های خازنی فشار متوسط در پست‌های فوق‌توزیع تابعه شرکت‌های برق منطقه‌ای حساسیت و نگرانی بهره‌برداران را برانگیخته است. وجود فیوز خارجی بر روی یونیت‌های خازنی بایستی مانع از انفجار آنها گردد اما مشاهده می‌شود که این یونیت‌ها حتی با وجود داشتن فیوز خارجی هم منفجر می‌شوند. انفجار یونیت خازنی، حادثه‌ای خطرناک و دامنه‌دار است و ممکن است به از دست رفتن کلیه تجهیزات بانک خازنی منجر گردد. در این پژوهش علت انفجار یونیت‌های خازنی شبکه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و راه‌کار قطعی برای جلوگیری از تکرار آن ارائه گردیده است.

کلید واژه: بانک خازنی، یونیت خازنی، فیوز خارجی، حفاظت عدم تعادل، فشار متوسط، ستاره دابل، انفجار..

اتوماسیون روشنایی معابر شهری با قابلیت فرمان از راه دور بوسیله سیستم مازولار بصورت هوشمند

حمید رونق^۱، محمدرضا آریانپور^۲، منصور اکبری^۳، علی هدایت^۴، محسن اسکندری^۵

^۱شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان Hamidronagh2014@gmail.com

^۲شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان Arionpour13510629@gmail.com

^۳شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان Mansoor2301@gmail.com

^۴شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان Alihedayatoli@gmail.com

^۵شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان Eskandarimohsen8@gmail.com

چکیده: در سال‌های گذشته مسئله بهینه‌سازی مصرف انرژی در سیستم‌های روشنایی معابر مورد توجه ویژه مدیران و کارشناسان صنعت برق کشور قرار گرفته است. این مهم پس از آن شدت گرفت که در سال ۱۳۸۱ وزارت نیرو با ابلاغ بخشنامه‌ای به کلیه شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع، با محدود کردن مقادیر مشخصه‌های روشنایی و همچنین ابلاغ الزام اندازه‌گیری روشنایی معابر جدیدالاحداث و قدیمی در معابر سراسر کشور گام‌های مؤثری در جهت دریافت اطلاعات لازم برای بهینه‌سازی روشنایی معابر برداشت و شرکت‌های برق منطقه‌ای و توزیع با کمک مشاور به تدریج اقدام به انجام اندازه‌گیری نمودند. تامین روشنایی خیابان‌ها و معابر عمومی یکی از مصارف مهم انرژی برق محسوب می‌شود. با در نظر گرفتن این نکته که مصرف این چراغ‌ها در ساعات‌های اولیه شب آغاز می‌شود، بهینه‌سازی آن ضمن بهبود کیفی روشنایی معابر، در پائین آوردن قله بار موثر است. در راستای بهینه‌سازی سیستم‌های روشنایی معابر، ابتدا لازم است مشکلات و کمبودهای موجود را شناخت و سپس در صدد رفع آنها اقدامات لازم را انجام داد. با روی کار آمدن سیستم‌های هوشمند و به کارگیری تجهیزات کنترلی می‌توان ضمن رویت پذیری و داده کاوی اطلاعات دیتای خروجی، کنترل کاملی بروی فیدرهای روشنایی معابر داشته باشیم. در واقع اتوماسیون روشنایی معابر شهری به معنای واقعی کلمه تحقق می‌یابد و از راه دور کنترل و مانیتورینگ جامعی نسبت به وضعیت لحظه‌ای بار خواهیم داشت..

کلید واژه: اتوماسیون معابر، مدیریت بار، الگوریتم هوشمند انرژی

بررسی اهمیت عملکرد صحیح زون ۲ رله دیستانس در پستهای فاقد حفاظت باسبار پروتکشن

مسلم مرساقیان، محمدرضا درخشان نیا، رامین گلشنی راد، مهدی یاحقی،

اصغر امامی ییلاقی

^{۱,۲,۳,۵} دفتر فنی معاونت بهره‌برداری، برق منطقه‌ای خوزستان

mmorsaghian@Kzrec.co.ir, mderakhshannia@Kzrec.co.ir, rgolshani@kzrec.co.ir

^۴ گروه مطالعات حفاظتی، شرکت تعمیر و نگهداری انتقال نیرو خوزستان

Mehdi_yahaghi@yahoo.com

چکیده: چالش رخ داده در یکی از پستهای انتقال کشور، به علت انفجار CT فاز C ورودی ترانسفورماتور ۴۰۰/۱۳۲ کیلوولت ترانسفورماتور T4 بررسی می‌شود. این انفجار به دلیل نقص در CT جایگزین رخ داد. علیرغم عملکرد آنی رله دیفرانسیل و باز شدن بریکر ۹۴۴۲ به دلیل شکست عایقی مقره یکی از پل‌های بریکر، جریان خطا ماندگار شد. در نتیجه برقراری جریان خطا، سایر حفاظت‌های ترانسفورماتور قدرت از جمله رله اورکارنت پس از گذشت زمان تنظیمی عمل کردند. در اثر برقراری جریان خطا، علیرغم عملکرد مرحله اول حفاظت CBF پس از ۱۰۰ میلی‌ثانیه، به دلیل عملکرد زون دوم حفاظت دیستانس خطوط منتهی به پست مورد مطالعه، منجر به خاموشی کل ایستگاه و ایستگاه بعدی شد. در این مقاله، علل خاموشی، حفاظت‌هایی که باید عمل می‌کردند، اشتباهات عملکردی و راهکارهای حل آنها بیان می‌شود. همچنین، اهمیت زون ۲ رله دیستانس به عنوان پشتیبان در پست‌های فاقد حفاظت باسبار برجسته می‌گردد. معادلات حفاظتی رله‌ها و نتایج شبیه‌سازی نرم‌افزاری برای شرح دقیق‌تر حادثه ارائه می‌گردد.

کلید واژه: حادثه، حفاظت، دیستانس، CBF، CT، بریکر، باسبار.

چالش‌ها و راهکارهای حفاظت تطبیقی در شبکه‌های توزیع برق استان آذربایجان شرقی با افزایش ظرفیت میزبانی نیروگاه‌های خورشیدی

جعفر یاقوتی دیزجی^۱، وهاب رشت آبادی^۲، مهدی اکبری^۳

^۱ کارشناس مسئول تحلیل شبکه، شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی، تبریز

jafaryaghooti@gmail.com

^۲ معاون بهره برداری و دیسپاچینگ، شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی، تبریز

V.Rashtabadi@eaedc.ir

^۳ مدیر امور دیسپاچینگ و فوریت‌های برق، شرکت توزیع نیروی برق استان آذربایجان شرقی، تبریز

M.Akbari@eaedc.ir

چکیده: با گسترش نفوذ نیروگاه‌های خورشیدی در شبکه‌های توزیع، ساختار سنتی حفاظت و کنترل این شبکه‌ها دچار تغییرات اساسی شده است. در این مقاله با مطالعه موردی شرکت توزیع برق استان آذربایجان شرقی، اثر اتصال نیروگاه‌های فتوولتایک بر رفتار حفاظتی، تنظیم ولتاژ و عملکرد سیستم‌های اتوماسیون بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که حضور منابع خورشیدی موجب تغییر جهت توان و کاهش جریان خطا شده و پدیده‌هایی مانند نابینایی حفاظت (Blinding of Protection)، تریپ نادرست (False Tripping) و مشکلات Reclosing را تشدید می‌کند. به‌منظور رفع این چالش‌ها، راهکارهایی شامل به‌کارگیری حفاظت تطبیقی، رله‌های جهت‌دار، تشخیص جزیره‌ای، کنترل توان اکتیو و راکتیو توسط اینورترها و بهره‌گیری از سیستم‌های هوشمند ADMS و DERMS در سه سطح کنترلی پیشنهاد گردیده است. همچنین ضرورت بازآرایی پویا، تنظیم هماهنگ ولتاژ و استفاده از زیرساخت مخابراتی امن برای هماهنگی بین حفاظت و کنترل مورد تأکید قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که تحقق شبکه توزیع فعال و ایمن در حضور تولید پراکنده مستلزم همگرایی میان حفاظت کلاسیک، اتوماسیون پیشرفته و الگوریتم‌های کنترلی هوشمند است.

کلید واژه: نیروگاه خورشیدی، حفاظت تطبیقی، نابینایی حفاظتی، ADMS (Advanced Distribution Management System)، DERMS (Distributed Energy Resource Management System).

ipaps-00400102

بهبود عملکرد حفاظت اضافه جریان برای خطاهای دوفاز در شبکه فشار متوسط شرکت فولاد

خوزستان با استفاده از مؤلفه توالی منفی جریان

علی سالم دزفولی^۱، علیرضا صفاریان^۲، علیرضا توکلی^۳، محمود جورابیان^۴، محمد خضایی^۵

^۱ رئیس رلیاز، تست و پایش تجهیزات شبکه برق، شرکت فولاد خوزستان، اهواز، salemdezfuli29@gmail.com

^۲ گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، a.saffarian@scu.ac.ir

^۳ گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز، اهواز، tavakoli_sh.alireza@yahoo.com

^۴ گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، mjoorabian@scu.ac.ir

^۵ مدیریت توزیع و تعمیرات برق، شرکت فولاد خوزستان، اهواز، ایران، m.khazabi@ksc.ir

چکیده: در شبکه‌های صنعتی اغلب خطاهای دو فاز دامنه جریان بیشتری نسبت به خطاهای تکفاز و احتمال وقوع بیشتری نسبت به خطاهای سه فاز دارند و تشخیص دقیق و قطع سریع آنها یکی از چالش‌های اساسی است. در این مقاله، یک سیستم حفاظت اضافه جریان مبتنی بر جریان توالی منفی برای تشخیص مطمئن خطاهای دو فاز و افزایش سرعت عملکرد سیستم حفاظت ارائه گردیده است. عملکرد روش پیشنهادی با شبیه‌سازی در نرم‌افزار DigSILENT و انجام آزمون‌های آزمایشگاهی با استفاده از تجهیزات تست دیجیتال رله اعتبارسنجی شده و سپس در بخش‌هایی از شرکت فولاد خوزستان پیاده‌سازی و نتایج آن ارائه شده است. روش پیشنهادی در خطوط فشار متوسط با طول مسیر بیش از ۵ کیلومتر و در شبکه تغذیه‌ی جرثقیل‌های سقفی تست شده و عملکرد قابل اطمینانی در شرایط بار نامتعادل و گذرا از خود نشان داده است. نتایج نشان می‌دهد روش پیشنهادی قادر است خطاهای اتصال کوتاه دوفاز را بدون ایجاد تداخل در سایر حفاظت‌ها تشخیص دهد و علاوه بر افزایش منطقه‌ی حفاظتی با قطع آنی نسبت به حفاظت‌های متداول، نسبت به باز شدن نقطه‌ی خنثی در ثانویه‌ی ترانس‌های جریان حساسیت نداشته و راهکاری عملی و مقرون‌به‌صرفه برای بهبود حفاظت شبکه‌های صنعتی فراهم می‌سازد.

کلید واژه: حفاظت اضافه جریان، حفاظت اضافه جریان مؤلفه منفی، خطای اتصال کوتاه دو فاز، خطای اتصال کوتاه سه فاز

تقویت امنیت سایبری در سیستم‌های اتوماسیون صنعتی با بهره‌گیری از هوش مصنوعی ایجنتیک

حمیدرضا قجر^۱

^۱ دفتر فن آوری اطلاعات و ارتباطات ، شرکت توزیع برق استان قزوین، قزوین

Hrghajar@gmail.com

چکیده: سیستم‌های اتوماسیون صنعتی مانند SCADA و IIoT به دلیل اتصال‌پذیری بالا در برابر تهدیدات سایبری پیشرفته آسیب‌پذیرند. این مطالعه رویکردی مبتنی بر هوش مصنوعی ایجنتیک پیشنهاد می‌دهد که با نظارت خودمختار و تشخیص ناهنجاری‌ها، پاسخ‌های سریع به حملات سایبری ارائه می‌کند. نتایج شبیه‌سازی‌شده بهبود ۴۰ درصدی دقت تشخیص و کاهش زمان پاسخ‌گویی را نشان می‌دهد. این چارچوب چالش‌های پیاده‌سازی در زیرساخت‌های حیاتی را بررسی کرده و به پایداری سیستم‌های کنترل صنعتی کمک می‌کند.

کلید واژه: AI، امنیت سایبری، اتوماسیون صنعتی، SCADA، IIoT، تشخیص تهدید، ICS.

ipaps-00460026

راهکار ارتقاء و باز طراحی سازگار با تکنولوژی SAS مدرن در سیستم‌های DCS قدیمی برند ABB مبتنی بر پروتکل LON/SPA با نگرش الزامات امنیت سایبری

محمد رضا پزشکیان^۱، محمد رضا گیوه ای^۲، فرید حجتی پرست^۳

^۱ کارشناسی ارشد برق قدرت، کارشناس اتوماسیون، برق منطقه ای فارس، شیراز،

Pezeshkian1360@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد برق قدرت، مدیر عامل، شرکت فن آوران شبکه هوشمند فراز آروین، زنجان

geevehei@gmail.com

^۳ کارشناسی ارشد برق قدرت، معاونت تحقیق و توسعه، شرکت فن آوران شبکه هوشمند فراز آروین، زنجان

hojjatifarid@gmail.com

چکیده: در بسیاری از ایستگاه‌های حساس فشارقوی و نیروگاهی شبکه برق کشور، وجود سامانه‌های DCS قدیمی مانند برند ABB، علاوه بر محدودسازی امکان ارتقاء و سازگارپذیری سیستم با فناوری‌های مدرن SAS و IEC621850، توسعه پست یا جایگزینی IED های جدید را به صورت رتروفیت به شدت محدود نموده است که در این مقاله یک راهکار عملیاتی برای بازطراحی و ارتقاء این سامانه‌ها و رفع مشکل مذکور ارائه شده است. در این راهکار، با تحلیل دقیق ساختار ارتباطی و توسعه پروتکل‌های منسوخ‌شده LON/SPA، امکان اتصال مستقیم رله‌های قدیمی به یک سرور اتوماسیون بومی فراهم شده و همچنین با مهندسی معکوس، تجهیزات اختصاصی مانند Star-Coupler نیز مبتنی بر فیبرنوری بازطراحی شده اند. به این ترتیب یک ماژول ارتباطی SAS بومی با قابلیت پشتیبانی هم‌زمان از IED های جدید و رله‌های قدیمی و رینگ مودباس بدون وابستگی به تجهیزات جانبی ایجاد شده است. راهکار پیشنهادی علاوه بر پوشش الزامات کلیدی امنیت سایبری منطبق با استاندارد IEC62443 و دستورالعمل‌های مرکز افتا، بعنوان مطالعه موردی در چهار ایستگاه ۶۳ کیلوولت شبکه برق کشور، اجرا و ارزیابی شده و نتایج عملی آن، قابلیت این روش به عنوان یک راهکار عملی و بهینه جهت بازطراحی و از بین بردن محدودیت‌های سامانه‌های قدیمی DCS در صنعت برق را ارائه نموده است.

کلید واژه: ABB MicroSCADA، امنیت سایبری، LON/SPA، Star-Coupler، رتروفیت SAS/DCS.

بررسی اثر محدود کننده جریان خطا بر سطح اتصال کوتاه شبکه با هدف بهبود هماهنگی حفاظتی با استفاده از الگوریتم جستجوی کلاغ

علی منصوری بابھوتک^۱، حسین محکمی^۲

^۱ کارشناس واحد مطالعات و طراحی شبکه، شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان

Aliimansourii77@gmail.com

^۲ رئیس کارگروه مطالعات و طراحی شبکه، شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان

hossein.mohkami@gmail.com

چکیده: در این در این مقاله، نقش محدود کننده جریان خطا در بهبود عملکرد حفاظتی یک شبکه توزیع شعاعی مورد بررسی قرار گرفته است. با هدف دستیابی به یک طرح حفاظتی سریع و انتخاب پذیر، تنظیمات مربوط به زمان عملکرد تاخیری رله‌های اضافه جریانی به صورت همزمان با پارامتر محدود کننده جریان خطا در قالب یک مسئله بهینه سازی تعریف شده است. برای حل این مسئله، از الگوریتم کلاغ به عنوان یک روش فراابتکاری کارآمد با قابلیت جستجوی گسترده فضای پاسخ استفاده شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که به کارگیری محدود کننده جریان خطا موجب کاهش مؤثر جریان های اتصال کوتاه و یکنواخت شدن رفتار حفاظتی در طول فیدرها شده و زمینه لازم برای بهبود زمان عملکرد رله های پشتیبان و حفظ فاصله زمانی هماهنگی میان رله های اصلی و پشتیبان را فراهم می کند. در مجموع، روش پیشنهادی با ترکیب اثر محدود کننده جریان خطا و بهینه سازی تنظیمات حفاظتی، توانسته است یک طرح حفاظت قابل اعتماد و پایدار برای شبکه توزیع ارائه دهد.

کلید واژه: محدود کننده جریان خطا، رله اضافه جریانی، هماهنگی حفاظتی، الگوریتم بهینه سازی جستجوی کلاغ، شبکه توزیع شعاعی.

سنکرون کردن اینترلاک سکسیونرورودی در پست توزیع با سلول خروجی بالا دست جهت حذف سوء عملکرد

امیرحسین بختیاری ، مهدی مرادی

کارشناسی ارشد، مدیر امور ۲ شرکت توزیع برق همدان

کارشناسی ارشد شرکت توزیع برق همدان

Moradimahdi48@yahoo.com

Amirbakhtiari58@gmail.com

چکیده: صنعت برق یکی از حیاتی‌ترین و پرریسک‌ترین صنایع در دنیا محسوب می‌شود استفاده مستمر و پیوسته انرژی مستلزم نوآوری تدوین و تعریف قوانین جدید در حفاظت تجهیزات و اتوماسیون می‌باشد. مدیریت هوشمند در حفاظت تجهیزات و ایمن افراد از اولویت‌های شبکه‌های توزیع برق می‌باشد این امر نیازمند تفکر و همفکری جهانی و بهره‌گیری از ایده‌ها و نوآوری‌های متخصصین در این صنعت می‌باشد. رعایت ایمنی و حفاظت تجهیزات به لحاظ جلوگیری از حوادث و کاهش ریسک جهت حفظ سلامت پرسنل و تاسیسات امری اجتناب‌ناپذیر است. با ورود تجهیزات هوشمند در صنعت برق حفاظت تجهیزات نیز از این قاعده بی‌بهره نبوده و تا حدودی هوشمند و به‌روزرشته‌اند و هنوز در برخی تجهیزات موجود جای بازنگری در ساخت و بهره‌برداری هوشمند وجود دارد. مکانیزه عملکرد سکسیونرهای پست زمینی طوری است که خطای انسانی در عدم تشخیص سلول ورودی و وصل‌ارت سبب عملکرد نادرست اینترلاک و صدمات جانی و مالی می‌شود. در این تحقیق سنکرون کردن هوشمند اینترلاک سکسیونرورودی در پست زمینی پائین دست با سلول خروجی بالا دست جهت حذف سوء عملکرد مورد بررسی قرار گرفته و در پایان ریسک‌های آن از روش تحلیلی WHY5 بررسی و ریسک آن با اینترلاک‌های معمول مقایسه می‌گردد.

کلید واژه: اینترلاک ، حفاظت تجهیزات ، سکسیونر ، پست توزیع ، سنکرون کردن

ipaps-00560123

یادگیری ماشین در امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS): وضعیت کنونی، فرصت‌ها و چالش‌ها

محمدعلی هرمزی^۱، محمدرضا پزشکیان^۲، مهدی حیدرنیا^۳، محمدکریم جمشیدی^۴ و سید رضا خلیلیان^۵

^۱ مجری طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Mohammadalihormozi56@gmail.com

^۲ کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Pezeshkian1360@gmail.com

^۳ کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Mehdi.he0917@gmail.com

^۴ کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Jamshidim@frec.co.ir

^۵ کارشناس، شرکت مهندسی ارتباطی پیام‌پرداز، اصفهان

R.khalilian@payampardaz.com

چکیده: ظهور صنعت ۴.۰ منجر به افزایش سریع حملات سایبری به سیستم‌ها و فرآیندهای صنعتی، به‌ویژه سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS) شده است. این سیستم‌ها به طور فزاینده‌ای به اهداف اصلی مجرمان سایبری و دولت‌ها تبدیل شده‌اند که به دنبال اخاذی مبالغ هنگفت یا ایجاد اختلال هستند، زیرا هرگونه توقف یا نقص در عملکرد آن‌ها می‌تواند تأثیرات ویرانگری به همراه داشته باشد. اگرچه سامانه‌های متعددی برای شناسایی حملات سایبری پیشنهاد و توسعه داده شده‌اند، اما این سامانه‌ها همچنان با چالش‌های بسیاری مواجه هستند که معمولاً در سامانه‌های سنتی شناسایی حملات دیده نمی‌شوند. این مقاله اهداف ذیل را دنبال می‌کند: درک وضعیت کنونی آسیب‌پذیری‌ها در سیستم‌های کنترل صنعتی (ICS)، بررسی پیشرفت‌های اخیر در روش‌های مبتنی بر یادگیری ماشین (ML) با تمرکز بر استفاده از طبقه‌بندی‌کننده‌های مبتنی بر ML، ارائه بینش‌هایی درباره مزایا و محدودیت‌های پیشرفت‌های اخیر از منظر دو معیار عملکردی؛ دقت شناسایی و تنوع حملات بر اساس یافته‌های ما، چالش‌های کلیدی باز ارائه خواهند شد که می‌توانند فرصت‌های پژوهشی هیجان‌انگیزی را برای جامعه علمی فراهم کنند. این مقاله به جای ارائه یک مدل تجربی جدید، یک تحلیل ساختاریافته از روش‌های موجود ارائه داده و شکاف‌های کلیدی بین تحقیقات آکادمیک و نیازهای صنعتی را برجسته می‌سازد.

کلید واژه: حملات سایبری، یادگیری ماشین، امنیت، کنترل صنعتی.

استفاده از سیستم اتوماسیون هوشمند و پروتکل IEC61850 جهت حفاظت خطوط توزیع متصل به

منابع تولید

محمد علی هرمزی^۱، محمدرضا پزشکیان^۲، محمد کریم جمشیدی^۳، مهدی حیدرنیا^۴

^۱مجری طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Mohammadalihormozi56@gmail.com

^۲کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Pezeshkian1360@gmail.com

^۴کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Jamshidim@frec.co.ir

^۳کارشناس طرح اتوماسیون ایستگاه‌ها، شرکت برق منطقه‌ای فارس، شیراز

Mehdi.he0917@gmail.com

چکیده: سیستم‌های اتوماسیون پست، تحول چشمگیری در حوزه حفاظت و کنترل پست‌های فشارقوی ایجاد کرده‌اند. استاندارد IEC 61850 به عنوان چارچوبی کلیدی، امکان یکپارچه‌سازی تجهیزات و ارتباط بین آن‌ها را از طریق پروتکل‌هایی نظیر GOOSE فراهم می‌کند. در این مقاله، با بهره‌گیری از قابلیت‌های ارتباطی GOOSE در چارچوب استاندارد IEC 61850، راهکاری هوشمند برای تشخیص خطا و جلوگیری از عملکرد کاذب رله‌های حفاظتی در پست‌های توزیع ارائه شده است. در پست‌های سنتی با سینه‌بندی ساده، استفاده از رله‌های غیرجهتی در خطوط خروجی منجر به عملکرد ناخواسته در صورت اتصال منابع تولید پراکنده (DG) می‌شود. راه حل سنتی، جایگزینی این رله‌ها با رله‌های جهتی است که هزینه‌های قابل توجهی در پی دارد. در طرح پیشنهادی این مقاله، از رله‌های هوشمند مبتنی بر استاندارد IEC 61850 در تمامی خطوط استفاده شده و از طریق تبادل پیام‌های GOOSE بین رله‌ها، از قطعی غیرضروری خطوط DG در هنگام وقوع خطا در دیگر فیدرها جلوگیری می‌شود. اجرای آزمایشگاهی این طرح با استفاده از دو رله و شبیه‌سازی خطا، نشان داد که با دریافت سیگنال GOOSE، رله‌های خطوط DG از عملکرد کاذب جلوگیری کرده و قابلیت اطمینان سیستم افزایش می‌یابد. علاوه بر این، کاهش حجم کابل کشی، کاهش تعداد رله‌ها، بهبود هماهنگی حفاظتی و یکپارچگی بهتر با سیستم اتوماسیون پست از دیگر مزایای این طرح به شمار می‌روند.

کلید واژه: اتوماسیون پست، استاندارد IEC 61850، پروتکل GOOSE، رله هوشمند، حفاظت خطا، تولید پراکنده (DG)، عملکرد کاذب

ارزیابی و اولویت‌بندی شاخص‌های تاب‌آوری مهندسی در پروژه‌های توسعه هوشمند با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

امین محمدرفیعی^۱، مرتضی رضایی نژاد^۲

^۱ شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان، کرمان

rafiei.mohammad91@gmail.com

^۲ شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان، کرمان

rezaei5656@gmail.com

چکیده: شهرها به عنوان کانون‌های اصلی جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی، در معرض تهدیدات فزاینده طبیعی و انسانی قرار دارند. از این رو، مفهوم تاب‌آوری مهندسی به عنوان توانایی سیستم برای جذب اختلالات، سازگاری با تغییرات و بازگشت سریع به حالت پایدار، به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر تبدیل شده است. از سوی دیگر، پارادایم توسعه هوشمند با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، ظرفیت بی‌بدیلی برای تحقق این تاب‌آوری فراهم می‌کند. این مقاله با هدف اولویت‌بندی معیارهای کلیدی تاب‌آوری مهندسی در چارچوب توسعه هوشمند انجام شده است. روش پژوهش حاضر، ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای و پیمایشی است. با مطالعه ادبیات موضوع، معیارهای اصلی شناسایی و سلسله مراتب تصمیم‌گیری تشکیل شد. سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و از طریق توزیع پرسشنامه‌های مقایسات زوجی میان ۲۰ تن از خبرگان دانشگاهی و اجرایی، وزن و اولویت هر معیار محاسبه گردید. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که معیار تاب‌آوری سایبری و امنیت داده‌ها با وزن نهایی ۰/۵۰۸ بالاترین اولویت و معیارهای «انعطاف‌پذیری و قابل مقایسه با وزن ۰/۲۴۱ هوشمندی و خودکارسازی با وزن ۰/۱۶۰ در رتبه‌های بعدی قرار دارند. این نتایج حاکی از آن است که از دیدگاه خبرگان، در توسعه هوشمند، امنیت سایبری پایه و اساس تمامی قابلیت‌های تاب‌آوری است. این مطالعه یک چارچوب تصمیم‌گیری ساختاریافته در اختیار برنامه‌ریزان و مدیران شهری می‌گذارد تا به کمک آن، منابع محدود خود را به صورت بهینه به مؤثرترین راهبردهای ارتقای تاب‌آوری در پروژه‌های هوشمند اختصاص دهند.

کلید واژه: تاب‌آوری مهندسی، امنیت سایبری، انعطاف‌پذیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، اولویت‌بندی

پایدارسازی حفاظت دیفرانسیل ژنراتور با در نظر گرفتن اشباع ترانسفورماتورهای جریان در نیروگاه برق آبی کارون ۳

علی محمدعلی پور^۱، علیرضا صفاریان^۲، سید قدرت الله سیف السادات^۳

^۱ گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، a.m.alipour@gmail.com

^۲ گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، a.saffarian@scu.ac.ir

^۳ گروه برق، دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، seifossadat@yahoo.com

چکیده: از جمله مهمترین دلایل عملکرد اشتباه حفاظت دیفرانسیل ژنراتور، اشباع ترانسفورماتور جریان (CT) در اثر خطاهای اتصال کوتاه خارج از ناحیه است. این مشکل همواره یکی از چالش‌های اصلی این حفاظت بوده است. در این مقاله، بر اساس اطلاعات ذخیره شده در حافظه رله حفاظت ژنراتور علت دسته‌ای از حوادث منجر به عملکرد اشتباه تابع G۸۷ در نیروگاه برق آبی ۲۰۰۰ مگاواتی کارون ۳ بررسی شده و سپس روشی برای پایدارسازی رله حفاظت ژنراتور برای خطاهای اتصال کوتاه خارج از ناحیه در شرایط اشباع CT ارائه شده است. روش ارائه شده با توجه به محدودیت‌های عملیاتی رله حفاظت ژنراتور REG216 ساده، نوآورانه و قابل پیاده‌سازی عملی در این رله است. روش پیشنهادی پس از بررسی‌های کارشناسی و انجام تست‌های عملی و اطمینان از عملکرد صحیح برای خطاهای اتصال کوتاه داخل و خارجی، بر روی رله حفاظت ژنراتور ۸ واحد نیروگاه مذکور پیاده‌سازی شده است.

کلید واژه: حفاظت دیفرانسیل ژنراتور، پایدارسازی رله، اشباع ترانسفورماتور جریان (CT)، رله REG216، نیروگاه برق آبی

بررسی الگوریتم تابع نوسان توان رله دیستانس زیمنس در طی رخداد یک حادثه واقعی

کامران داودی^۱، محمدحسین رحیمی^۲، محمد رضائزاد سراجی^۳، علیرضا بهادرفر^۴

^۱ دکتری برق دانشگاه شهید بهشتی تهران، گروه حفاظت و کنترل، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، ساری،

Kamrandavoodi88@gmail.com

^۲ گروه حفاظت و کنترل، شرکت تعمیرات نیروی شمال (تانش)، گرگان،

008mhr@gmail.com

^۳ گروه حفاظت و کنترل، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، ساری،

mrezanejad@Mazrec.co.ir

^۴ گروه حفاظت و کنترل، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، گرگان،

arb0672@gmail.com

چکیده: نوسانات توان جزئی جدایی ناپذیر از شبکه انتقال برق می‌باشند که تغییرات امپدانس ایجاد شده در طی نوسان، ممکن است وارد زون‌های رله دیستانس شده و سبب عملکرد حفاظت دیستانس و خروج خطوط انتقال شود. به همین منظور از حفاظت نوسان توان برای تشخیص نوسان و جلوگیری از عملکرد حفاظت دیستانس در طی وقوع نوسان استفاده می‌شود. رله‌های مختلف، الگوریتم‌های متفاوتی برای تشخیص نوسان توان دارند. در این مقاله به بررسی الگوریتم یکی از رله‌های کاربرد در سطح شبکه انتقال با نام رله دیستانس برند زیمنس SA522v پرداخته شده است و نشان داده شده است که در برخی موارد به دلیل الگوریتم تعریف شده برای این رله، امکان اشتباه در رفع انسداد عملکرد زون‌های تابع دیستانس و صدور فرمان قطع توسط رله وجود داشته و راهکار پیشنهادی برای آن ارائه شده است.

کلید واژه: نوسان توان - رله دیستانس زیمنس - انسداد عملکرد زون

ipaps-00650040

ارزیابی آلودگی هارمونیک ناشی از نیروگاه‌های خورشیدی مورد مطالعه منطقه اصفهان و ارائه راهکارهای عملیاتی در جهت کاهش هارمونیک‌ها

حمیدرضا تقی زاده^۱، امیررضا رضایی^۲، فربرز اقدارنیا^۳

^۱ کارشناسی ارشد برق، برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان

h.taghizadeh@alumni.iut.ac.ir

^۲ کارشناس ارشد برق، برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان

amirrezarezaei150@gmail.com

^۳ کارشناس ارشد برق، برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان

Fariborz.eghtedarnia@gmail.com

چکیده: افزایش اتصال نیروگاه‌های خورشیدی به شبکه قدرت، چالش‌های جدیدی در حوزه کیفیت توان به‌ویژه از منظر اعوجاج هارمونیک ایجاد کرده است. اینورترهای الکترونیک قدرت به‌عنوان منابع غیرخطی، مؤلفه‌های هارمونیک را به شبکه تزریق می‌کنند که در صورت هم‌پوشانی با نقاط رزونانس، می‌توانند موجب تشدید جریان یا ولتاژ هارمونیک و اختلال در عملکرد تجهیزات شوند. در این پژوهش، با استفاده از داده‌های واقعی حاصل از اندازه‌گیری یک هفته‌ای در پست‌های مربوطه توسط نرم‌افزار یونی پاور و مطابق با استاندارد وزارت نیرو، رفتار هارمونیک شبکه در حضور نیروگاه‌های خورشیدی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان داد که برخی هارمونیک‌ها از حدود مجاز عبور کرده و شاخص اعوجاج هارمونیک کل (THD) در نقطه اتصال مشترک افزایش یافته است. تحلیل فرکانسی شبکه نیز وقوع رزونانس‌های موازی و سری در بازه‌های بحرانی را تأیید کرد. به‌منظور کنترل این پدیده، فیلتر پسیو نوع Single-Tuned در فرکانس مناسب طراحی و نصب شد. نتایج پس از نصب فیلتر نشان داد که اعوجاج هارمونیک به محدوده مجاز کاهش یافته و خطرات ناشی از رزونانس سری و موازی به‌طور مؤثر کنترل شده است. این مطالعه، اثربخشی طراحی فیلتر بر اساس داده‌های عملی را در بهبود کیفیت توان شبکه اثبات می‌کند.

کلید واژه: هارمونیک، نیروگاه خورشیدی، فیلتر هارمونیک، تحلیل هارمونیک، تحلیل فرکانسی

آموزش امنیت سایبری برای کارکنان پست‌های برق: ضرورت‌ها، چالش‌ها و راهکارها

مسیح فهیمی^۱، فاطمه زنگانه^۲

^۱ شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، ساری، masih.fahimi@mazrec.co.ir

^۲ آموزش و پرورش استان گلستان، گرگان، f.zanganeh@chmail.ir

چکیده: امنیت سایبری در ایستگاه‌های انتقال و فوق توزیع (سنتی و یا اتوماسیون) یکی از اولویت‌های حیاتی برای حفظ پایداری شبکه برق و جلوگیری از اختلالات گسترده است. آموزش کارکنان این ایستگاه‌ها به عنوان اولین سد دفاعی در برابر حملات سایبری، نقشی کلیدی دارد. این مقاله به بررسی ضرورت‌ها، چالش‌ها و راهکارهای آموزش امنیت سایبری در این حوزه می‌پردازد تا ضمن ارتقای آگاهی کارکنان ایستگاه‌های فشارقوی، تاب‌آوری شبکه انتقال و فوق توزیع افزایش یابد. ازینرو آموزش امنیت سایبری برای کارکنان پست‌های فشار قوی باید به عنوان جزء جدایی‌ناپذیر سیاست‌های امنیت شبکه برق دیده شود و برنامه‌های آموزشی باید بر پایه دانش بومی، فناوری‌های نوین و چارچوب‌های مدیریتی شکل گیرد. پیامدهای این تحقیق شامل بهبود کیفیت آموزش‌ها، افزایش آمادگی کاربران در مقابله با تهدیدات، و در نهایت تضمین پایداری و امنیت زیرساخت‌های برق کشور است.

کلید واژه: آموزش امنیت سایبری، ایستگاه‌های انتقال و فوق توزیع، بهره بردار ایستگاه

تحلیل و بررسی تاثیر الگوریتم رله دیستانس MiCOM P441 در عملکرد صحیح و راهکار اصلاحی

بهبود دقت عملکرد

طاهر کفاشی اصل^۱، مجید کاظمی^۲

^۱ امور نظارت بر تعمیرات قزوین - شرکت برق منطقه ای زنجان ، قزوین t_kafashi@zrec.co.ir

^۲ امور نظارت بر تعمیرات قزوین - شرکت برق منطقه ای زنجان ، قزوین m.kazemi.zr@gmail.com

چکیده: اصلی ترین عنصر حفاظتی در خطوط انتقال و فوق توزیع رله دیستانس است بطوریکه عملکرد مناسب این رله در شرایط خطا عامل مهمی در حفظ و پایداری شبکه بوده و عملکرد نامناسب و کاذب آن میتواند باعث گسترش حادثه ، آسیب به تجهیزات و تحمیل خاموشی های گسترده به شبکه و مشترکین گردد . در این مقاله به یکی از چالشهای موجود در الگوریتم رله دیستانس P441 MiCOM پرداخته شده بطوریکه این الگوریتم در عمل در برخی شرایط شبکه منجر به عملکرد ناصحیح آن در زمان خطا میگردد . در ادامه راهکار عملی مناسب به منظور بهبود دقت تشخیص ناحیه خطا و جلوگیری از عملکرد ناصحیح رله مذکور پیشنهاد گردیده و در ادامه نتایج تستهای واقعی و گذرای انجام شده در شرایط قبل از اصلاح و پس از آن مورد بررسی و تحلیل قرار میگیرد ..

کلید واژه: خطوط انتقال ، الگوریتم ، رله دیستانس MiCOMP441

کاهش فرکانس شبکه و بررسی رفتار رله‌های فرکانسی استفاده شده در شبکه برق کشور

اصغر امامی ییلاقی^۱، محمدرضا درخشان نیا^۲، مسلم مرساقیان^۳

^۱ و ^۲ شرکت برق منطقه ای خوزستان

^۱emamiyelaghi@kzrec.ir ^۲mderakhshannia@kzrec.ir ^۳mmorsaghian@kzrec.ir

چکیده: کنترل فرکانس در شبکه‌های برق به دلیل جلوگیری از نوسانات فرکانسی و حفظ پایداری سیستم قدرت بسیار مهم می‌باشد، اگر فرکانس بیش از حد بالا یا پایین باشد می‌تواند به دستگاه‌های الکتریکی و کل شبکه آسیب برساند، همچنین کنترل فرکانس به بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش بارهای الکتریکی کمک می‌کند به همین دلیل در مقاله جاری سعی شده است حوادث مربوط به کاهش فرکانس شبکه و شناخت رفتار و عملکرد رله‌های حذف بار زیر فرکانسی با تایپ‌های متفاوت مورد استفاده در شبکه بررسی شود و در نهایت به روشی جامع و مناسب با در نظر گرفتن رفتار تجهیز جهت کنترل فرکانس شبکه دست یافت.

کلید واژه: رله فرکانسی، رله‌های حفاظت ویژه فرکانسی، فرکانس آستانه.

ipaps-00780027

شبیه‌سازی و بررسی اضافه‌ولتاژ و جریان قوس ثانویه در فاز(های) باز خطوط انتقال مجهز به راکتور شنت، تعیین راکتور خنثی متناسب با شرایط شبکه و تعیین زمان وصل مجدد براساس آن در قسمتی از شبکه برق ایران

امین اله مهدیخانی^۱، سجاد قربانی^۲، سید محمد مدنی^۳

^۱ دانشجوی دکتری مهندسی برق گرایش سیستم‌های قدرت، دانشگاه اصفهان،

aminmahdikhani297@gmail.com

^۲ بهره‌برداری ایستگاه ۴۰۰ کیلوولت داران، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان،

sajad_3310@yahoo.com

^۳ هیئت علمی گروه قدرت دانشگاه اصفهان،

madani104@yahoo.com

چکیده: این پژوهش شامل ۳ بخش است. در بخش اول اضافه‌ولتاژ و جریان قوس ثانویه در فاز(ها) جداشده خطوط انتقال جبران‌شده با انواع راکتور در شرایط مختلف بررسی می‌شود. فازهای جداشده می‌تواند در اثر خطای تک‌فاز یا اشکال در مکانیزم و سیستم حفاظت کلید بوجود آیند. وجود راکتور ۳ ساق باعث افزایش اضافه‌ولتاژها و جریان قوس ثانویه می‌شود. در مطالعات اخیر یکی از روش‌های کاهش اضافه‌ولتاژ و جریان قوس ثانویه، نصب راکتور خنثی در نقطه خنثی راکتور شنت است. با این حال بدست آوردن مقدار مناسب راکتور خنثی بسیار چالش برانگیز است. در بخش ۲ متناسب با اهداف شبکه اعم از پایداری و میزان اضافه‌ولتاژ، مقدار بهینه راکتور خنثی با استفاده از شبیه‌سازی بدست می‌آید. در شبکه برق ایران خطوطی مجهز به راکتور شنت و خنثی هستند و برای فعال کردن اتوریکلوزر در این خطوط تعیین زمان وصل مجدد بسیار اهمیت دارد. در بخش سوم تعدادی از این خطوط شبیه‌سازی می‌شود، اضافه‌ولتاژهای ایجاد شده مورد بررسی قرار می‌گیرد و زمان وصل مجدد برای یک وصل مجدد موفق محاسبه می‌گردد.

کلید واژه: اتوریکلوزر، جریان قوس ثانویه، راکتور، راکتور خنثی، وصل مجدد

تجربه پیاده سازی یک سیستم حفاظتی هوشمند برای ترانسفورماتورهای توزیع برق از سنجش تا اتوماسیون

اصغر محبعلی پور سعادتلو

شرکت توزیع نیروی برق آذربایجانشرقی - هشتروند

amohebalipour629@gmail.com

چکیده: سرقت تجهیزات حیاتی انرژی، به ویژه ترانسفورماتورهای توزیع برق، یک چالش امنیتی مستمر و پرهزینه است که منجر به قطعی برق گسترده، هزینه های بالای جایگزینی و آسیب های زیست محیطی می شود. اقدامات امنیتی سنتی، مانده قفل های ساده و آلام های لرزشی پایه و سنسورهای حرکتی ناکارآمدی خود را در برابر متجاوزین سازمان یافته ثابت کرده اند. این مقاله تجربه عملی پیاده سازی یک سیستم حفاظتی سه لایه را شرح می دهد که فراتر از آلام های سنتی عمل کرده و بر اتوماسیون سازی هوشمند، زنجیره های واکنش سریع و پایش تصویری پیشرفته (با تمرکز بر دوربین های مدار بسته دید در شب رنگی) متمرکز است. اجزای حیاتی معماری نرم افزار مدرن شامل ادغام با پلتفرم های Mobile GIS و SCADA برای نمایش آنلاین موقعیت، تصاویر و معرفی الگوریتم های پیشرفته تأیید سرقت مبتنی بر یادگیری ماشین، تحلیل چالشهای مدلسازی و مشخصات فرایند بهینه سازی را پوشش می دهد تمرکز اصلی این طرح بر شرایط خاص شبکه توزیع برق شامل چالشهای ارتباطی و شرایط محیطی سخت است. هدف نهایی این پروژه، ایجاد یک راهکار زود هنگام برای تشخیص دقیق نفوذ، ارسال هشدار آنی به همراه تایید بصری لحظه ای وقوع تهدید بوده است تا پاسخ دهی به موقع و موثر تضمین شود..

کلید واژه: ترانسفورماتور توزیع برق، سیستم حفاظتی، اینترنت اشیا، پردازش لبه، تشخیص نفوذ چندعاملی، شبکه هوشمند، Warm Light

ipaps-00830032

استقرار بهینه زیر ساخت شارژ EV برای پایداری شبکه و تبادل برق بین خودروهای برقی و شبکه هوشمند با تکیه بر موبایل GIS

اصغر محبعلی پور

شرکت توزیع نیروی برق آذربایجان شرقی

amohebalipour629@gmail.com

چکیده: گسترش سریع وسایل نقلیه الکتریکی (EV) نوید بخش کاهش آلاینده‌گی‌های زیست محیطی است، اما بار قابل توجه و ناهمگون ناشی از شارژ انبوه آنها، پایداری و قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق را به شدت به چالش میکشد. این مقاله پژوهشی جامع، رویکردی دو وجهی برای مواجهه با این چالش ارائه می‌دهد. محور اول، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای بهینه‌سازی مکانی و استقرار استراتژیک ایستگاه‌های شارژ عمومی و اختصاصی است. این بهینه‌سازی با در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر تراکم تقاضای مصرف‌کننده، ظرفیت شبکه موجود و دسترسی جغرافیایی انجام می‌شود. محور دوم، از آنجایی که خودروهای الکتریکی می‌توانند به عنوان یک منبع انرژی در ساعات پیک بار به شبکه متصل شوند (V2G) و ضمن مسطح کردن پروفیل توان، افت ولتاژ شین‌های شبکه را بهبود بخشند. تابع هدف اصلی، کمینه‌سازی ترکیبی از تلفات توان شبکه و هزینه‌های سرمایه‌گذاری اولیه زیرساخت شارژ تعریف شده است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که ترکیب رویکرد مکان‌یابی GIS محور با بهره‌برداری فعال از V2G در ساعات پیک، منجر به کاهش قابل توجهی در اوج بار شبکه و بهبود پروفایل ولتاژ، در مقایسه با سناریوهای شارژ غیرمدیریت شده، می‌شود.

کلیدواژه: خودرو برقی (EV)، بهینه‌سازی، کیفیت توان، حفاظت شبکه، موبایل GIS، شبکه هوشمند (Smart Grid)

پیاده‌سازی رله فرکانسی با استفاده از روش‌های گذر از صفر و مشتق زاویه بر اساس استاندارد

IEC60255-181 و مقایسه دو روش در کاربرد عملی

محمد علی عباس نژاد^۱

^۱ متخصص R&D ، شرکت همیان فن، کرج ، abasnejaddmohamadali@gmail.com

چکیده: فرکانس یکی از مهم‌ترین پارامترها در سیستم‌های قدرت می‌باشد. اگرچه روش‌های زیادی برای تخمین فرکانس وجود دارد، اما پیاده‌سازی عملی بسیاری از آن‌ها به دلیل محدودیت‌های محاسباتی پردازنده رله‌های دیجیتال ممکن نیست. در این پژوهش، دو روش «گذر از صفر» و «مشتق زاویه» در رله دیجیتال پیاده‌سازی شده‌اند و نتایج آزمایش این دو روش بر اساس استاندارد جدید حفاظت فرکانسی با عنوان IEC 60255-181 مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. همچنین تابع حفاظت نرخ تغییرات فرکانس (ROCOF) نیز در رله دیجیتال فرکانسی پیاده‌سازی شده است. شبیه‌سازی‌ها و نتایج عملی آزمون‌های استاندارد این تابع در این مقاله ارائه شده‌اند. به دلیل وجود بارهای اینورتری و نیروگاه‌های تجدیدپذیر مانند نیروگاه‌های خورشیدی (PV) سیستم قدرت دارای اعوجاج‌های هارمونیک نسبتاً بالایی است و به دلیل اینرسی پایین PV ها، امکان بروز نرخ تغییر فرکانس زیاد وجود دارد. استاندارد جدید حفاظت فرکانسی، الزامات سخت‌گیرانه‌تری برای آزمون توابع حفاظت فرکانس و تابع ROCOF تعیین کرده است.

کلید واژه: رله فرکانسی، روش گذر از صفر، روش مشتق زاویه، نرخ تغییرات فرکانس، استاندارد IEC 60255-181

ipaps-00850106

بررسی عملکرد نادرست و ناخواسته توابع حفاظتی در حضور راه اندازی و خاموش شدن واحد نیروگاهی و ارائه راهکار کاربردی برای آن

محمدعلی عباس نژاد^۱، نیما فرزین^۲

^۱متخصص R&D، همیان فن، کرج، abasnejaddmohamadali@gmail.com

^۲متخصص R&D، همیان فن، کرج، nimafarzin65@gmail.com

چکیده: در این مقاله، عملکرد نادرست و ناخواسته برخی از توابع حفاظتی در هنگام راه‌اندازی و خاموش شدن واحدهای نیروگاهی بررسی شده است. در این شرایط، به دلیل تغییرات تدریجی فرکانس — افزایش در زمان راه‌اندازی و کاهش در زمان خاموشی — مقدار فرکانس از حالت نامی خود خارج می‌شود. این پدیده می‌تواند منجر به عملکرد ناخواسته توابع حفاظت فرکانسی شود. همچنین، انحراف قابل توجه فرکانس از مقدار نامی ممکن است موجب محاسبات نادرست در برخی دیگر از توابع حفاظتی وابسته به فازور و فرکانس شده و منجر به عملکرد اشتباه آن‌ها گردد. در این پژوهش، با تحلیل دقیق حوادث ثبت شده در رله نیروگاهی ساخت شرکت همیان‌فن، عملکرد اشتباه و نابجای برخی توابع در شرایط راه‌اندازی و خاموش شدن واحد بررسی شده است. در ادامه با ارائه راهکاری عملی جهت شناسایی راه‌اندازی و خاموش شدن واحد نیروگاهی و پیاده‌سازی آن، از عملکرد نادرست و ناخواسته برخی توابع حفاظتی در شرایط مربوطه، جلوگیری به عمل آمده است. نتایج این بررسی می‌تواند به بهبود قابلیت اطمینان سیستم‌های حفاظتی در نیروگاه‌ها و افزایش پایداری عملکرد تجهیزات در شرایط گذرای بهره‌برداری منجر شود.

کلیدواژه: رله حفاظت نیروگاهی، راه‌اندازی و خاموشی واحد نیروگاهی، عملکرد ناخواسته توابع حفاظتی، حفاظت فرکانسی

صحت عملکرد حفاظت اتصال زمین سیم پیچ استاتور ۱۰۰ درصد

احسان دهنوی^۱ و مسعود قیطولی^۲

^۱دکتری مهندسی برق-قدرت، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران، تهران، ایران / ehsandehtnavi@ut.ac.ir

^۲دفتر فنی و مهندسی، نیروگاه سیکل ترکیبی دالاهو، کرمانشاه، ایران

e.dehtnavi@farab-om.com

^۲دفتر فنی و مهندسی، کارشناس ارشد برق-قدرت، شرکت برق منطقه ای غرب، کرمانشاه، ایران

mgheytuli@yahoo.com ،

چکیده: حفاظت سیم پیچ استاتور ۱۰۰ درصدی یکی از مهمترین حفاظت‌های ژنراتورها بحساب می‌آید؛ بطوریکه اطمینان از صحت عملکرد آن از اهمیت بالایی برخوردار است. برخلاف سایر حفاظت‌های استاتور که برای فرکانس اصلی ۵۰ هرتز طراحی شده‌اند؛ این حفاظت که به نسبت سیستم جدیدتری در حفاظت ژنراتور بحساب می‌آید؛ در فرکانس غیر اصلی (معمولا ۲۰ هرتز) عملکرد دارد. با توجه به حساسیت این حفاظت در جلوگیری از آسیب به سیم پیچ‌های استاتور، اطمینان از صحت عملکرد آن بیش از پیش اهمیت می‌یابد. در مقایسه با سایر حفاظت‌های ژنراتور که دارای یک بخش رله حفاظتی می‌باشند؛ این حفاظت دارای سه قسمت دستگاه تولید فرکانس ۲۰ هرتز، فیلتر میان‌گذر و رله حفاظتی می‌باشد. در این مقاله، ضمن تشریح نحوه کارکرد این حفاظت، ایرادات و تجربیاتی که در طراحی این سیستم در نیروگاه‌های کلاس F وجود دارد؛ که عبارت است از عدم اطلاع از صحت عملکرد حفاظت مذکور و عدم پیش‌بینی خارج بودن حفاظت در حالتی که ژنراتورها از شبکه جدا می‌باشند؛ بررسی و در ادامه راه حل‌هایی نیز جهت رفع این مشکلات ارائه می‌گردد.

کلید واژه: ژنراتور، حفاظت اتصال زمین سیم پیچ استاتور ۱۰۰ درصدی، تجهیز تولید فرکانس ۲۰ هرتز، فیلتر میان‌گذر

ipaps-00900044

گذار به سمت شبکه‌های توزیع هوشمند: مروری بر همگرایی اینترنت اشیا و اسکادا، تحلیل‌های بلادرنگ و چالش‌های امنیتی نوظهور

مسعوده میرحسینی^۱، بهناز خارکن^۲، ناصر درجو^۳

^۱ کارشناس ارشد برق - مخابرات، امور دیسپاچینگ و فو ریت‌های برق، شرکت توزیع نیروی برق، یزد،

Masoudeh.mirhosseini@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد برق - قدرت، امور دیسپاچینگ و فو ریت‌های برق، شرکت توزیع نیروی برق، یزد،

Kharkan.b@gmail.com

^۳ کارشناس برق - قدرت، کارشناس ارشد مدیریت، امور دیسپاچینگ و فو ریت‌های برق، شرکت توزیع نیروی برق، یزد،

dorjoonaser@gmail.com

چکیده: تحول سیستم‌های توزیع برق مدرن با فناوری اینترنت اشیا موجب ارتقای نظارت، افزایش دید عملیاتی و تشخیص زودهنگام خطا شده است. این فناوری با استفاده از شبکه‌های حسگر هوشمند و معماری توزیع‌شده، پایش مستمر پارامترهایی مانند ولتاژ، جریان، دما و ارتعاش را ممکن ساخته و شرکت‌های برق را از بازرسی‌های دوره‌ای به نظارت داده‌محور سوق داده است. تلفیق اینترنت اشیا با هوش مصنوعی و یادگیری ماشین، امکان پیش‌بینی خرابی‌ها، بهینه‌سازی تعمیرات و کاهش هزینه‌های عملیاتی را فراهم می‌کند. داده‌ها در داشبوردهای اسکادا و رابط‌های کاربری HMI نمایش داده می‌شوند تا تصمیم‌گیری اپراتورها را تسهیل کنند. پلتفرم‌های پردازش بلادرنگ مانند Apache Spark و Flink نیز تحلیل سریع داده و تشخیص ناهنجاری‌ها را ممکن می‌سازند. باین‌حال، گسترش گره‌های IoT چالش‌های امنیتی جدیدی ایجاد کرده که نیازمند پیاده‌سازی استانداردهای امنیتی خاص، رمزنگاری پیشرفته و سامانه‌های تشخیص نفوذ است. در مجموع، اینترنت اشیا نقشی بنیادین در شکل‌گیری شبکه‌های توزیع برق هوشمند، مقیاس‌پذیر و تاب‌آور دارد. این مقاله با رویکردی تحلیلی-مروری، ضمن بررسی ابعاد فنی، امنیتی و داده‌محور ادغام اینترنت اشیا و اسکادا، با هدف ارائه بستر عملیاتی برای شرکت‌های توزیع برق در ایران، چارچوبی لایه‌ای برای استقرار این معماری یکپارچه پیشنهاد داده و شکاف‌های پژوهشی و اجرایی را شناسایی می‌کند.

کلید واژه: اینترنت اشیا، اسکادا، نظارت بلادرنگ بر وضعیت، تحلیل داده، امنیت سایبری-فیزیکی، شبکه توزیع هوشمند

ارائه مدل کنترلی نیروگاه خورشیدی بزرگ مقیاس مطابق با استاندارد IEEE 2800 جهت بهبود دقت مطالعات حفاظتی

محمد فردوسی گلستان^۱، تورج امرایی^۲، پیمان جعفریان^۳

^۱دانشکده مهندسی برق، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران،

mohammad.ferdosigolestan@email.kntu.ac.ir

^۲استاد، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، تهران

amraee@kntu.ac.ir

^۳مدیر برنامه ریزی و مطالعات امنیت شبکه، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران

jafarian@igmc.ir

چکیده: در با گسترش سهم منابع اینورتری در سیستم‌های قدرت، دقت مدل‌سازی نیروگاه‌های خورشیدی برای انجام مطالعات حفاظتی اهمیت بیشتری یافته است. در این پژوهش یک مدل کنترلی کامل و سازگار با استاندارد IEEE 2800 برای نیروگاه خورشیدی مقیاس بزرگ طراحی و در محیط PSCAD پیاده‌سازی شده است. هدف از این کار ایجاد مدلی واقع‌گرایانه است که بتواند رفتار دینامیکی اینورتر، به‌ویژه نحوه تزریق جریان خطا و مدیریت توان در شرایط گذرا، را مطابق الزامات استاندارد بازتاب دهد. برای ارزیابی کارایی مدل، رفتار شبکه و عملکرد حفاظت دیستانس در حضور نیروگاه پیشنهادی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که مدل کنترلی توسعه‌یافته می‌تواند پاسخ خطایی سازگار با استاندارد IEEE 2800 ایجاد کرده و دقت تحلیل‌های حفاظتی را به شکل قابل توجهی افزایش دهد. این موضوع بیانگر آن است که استفاده از مدل‌های استانداردسازی‌شده برای منابع خورشیدی می‌تواند ارزیابی طرح‌های حفاظتی را در شبکه‌های دارای ضریب نفوذ بالای منابع اینورتری بهبود داده و مبنایی معتبر برای تحلیل رفتار سیستم قدرت فراهم کند.

کلید واژه: نیروگاه خورشیدی بزرگ مقیاس، حفاظت دیستانس، منابع اینورتری، ضریب نفوذ بالا، مطالعات حفاظتی

ipaps-00940169

مطالعه و ارزیابی اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه در شبکه توزیع برق غرب مازندران با ارائه راهکارهای حفاظتی و محوریت ریسک عایقی

سید احسان جلالیان^۱، نبی‌اله رمضانی^۲، فریدالدین صفایی^۳، شرکت توزیع برق غرب مازندران^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه برق، دانشگاه علم و فناوری مازندران، Ehsanjln79@gmail.com

^۲ دانشیار گروه برق، دانشگاه علم و فناوری مازندران، Ramezani@mazust.ac.ir

^۳ مشاور دانشجو، دانشگاه علم و فناوری مازندران، farid.safaii@semnan.ac.ir

چکیده: این مطالعه با پیشنهاد یک الگوریتم کاربردی، روشی جدید برای جابایی بهینه برقگیر در شبکه‌های توزیع به منظور کاهش اضافه ولتاژ ناشی از برخورد مستقیم و غیر مستقیم صاعقه، ارائه می‌دهد. در این مطالعه، با مدلسازی دقیق رفتار گذرای تمام اجزای شبکه توزیع و در نظر گرفتن تاثیر پارامترهای خاک، شرایط محیطی و آلودگی و مکانیزم انتقال ولتاژ، اضافه ولتاژ ناشی از برخورد مستقیم و غیر مستقیم صاعقه پیش‌بینی شده است. همچنین با استفاده از روش ناحیه محدود-مونت کارلو و با انتخاب صحیح توزیع آماری ضربات محتمل، ریسک عایقی ترانسفورماتور را بر مبنای اضافه‌ولتاژ گذرای ظاهر شده در سر ترانسفورماتور تخمین زده و مناسب‌ترین چیدمان برقگیر را با در نظر گرفتن مکانیزم انتقال ولتاژ و با استفاده از شبیه‌سازی در محیط EMTP-RV و MATLAB پیشنهاد می‌دهد.

کلید واژه: حفاظت شبکه توزیع، صاعقه، جابایی بهینه برقگیر، اضافه ولتاژ گذرا، ریسک عایقی

ipaps-00950047

تاثیر ولتاژ بازیابی گذرا در ایجاد رزونانس سریدر خط ۴۰۰ کیلوولت یزد-مهرگان

مجید محمدی^۱، مجتبی علی‌رضاپور^۲

^۱ معاونت انتقال و تجارت خارجی، شرکت توانیر،

m.mohamadi@tavanir.org.ir

^۲ معاونت انتقال و تجارت خارجی، شرکت توانیر،

m.alirezapour@tavanir.org.ir

چکیده: عملکرد نامتقارن کلید قدرت در زمان قطع و یا وصل خطوط انتقال جبران‌سازی شده شنت، از علل ایجاد پدیده رزونانس و اضافه ولتاژهای گذرا است که می‌تواند منجر به شکست عایقی تجهیزات پست شود. در پست ۴۰۰ کیلوولت یزد ۱ در زمان قطع کلید خط مهرگان برای انجام برنامه تست و سرویس سالیانه، به علت ایجاد عیب مکانیکی، دو پل کلید، قطع می‌شود و یک پل کلید به صورت نیمه باز باقی‌می‌ماند. نیمه باز ماندن کنتاکتهای یک پل کلید منجر به شکل‌گیری ولتاژ بازیابی گذرا (TRV) و در نتیجه ایجاد فرکانس متفاوتی از فرکانس قدرت و یکسان با فرکانس طبیعی خط می‌شود که سبب وقوع پدیده رزونانس سری و اضافه ولتاژ در هر سه فاز و آسیب به تجهیزات می‌شود. در این مقاله با استفاده از آنالیز شکل موجهای ثبت شده در رله و محاسبات بر اساس مشخصات تجهیزات، حادثه بررسی و تحلیل می‌شود.

کلید واژه: رزونانس، عملکرد نامتقارن، جبران‌سازی شنت، ولتاژ بازیابی گذرا

ipaps-00980091

رفع محدودیت بارگیری خطوط و ترانسفورماتورهای انتقال با اصلاح نسبت تبدیل ترانسفورماتورهای جریان حفاظت باسبار

ابوالفضل امید^۱، علی سجادی^۲، عباس معرفت^۳، مریم حریرفروش^۴، احمدرضا امید^۵

^۱ مدیریت تحقیقات و توسعه فناوری، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران omid.a@igmc.ir

^۲ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه برق، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران sajadi@igmc.ir

^۳ معاونت بهره‌برداری برق اصفهان، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان abmarefat@chmail.ir

^۴ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران harirforosh@igmc.ir

^۵ معاونت بهره‌برداری برق اصفهان، شرکت برق منطقه‌ای اصفهان، اصفهان ahamadrezaomid@gmail.com

چکیده: باسبار یکی از اجزای اصلی پست‌های انتقال است که با توجه به سطح بالای اتصال کوتاه و تأثیر مستقیم آن بر پایداری شبکه، نیازمند حفاظت دقیق و سریع می‌باشد. روش متداول حفاظت باسبار، روش دیفرانسیل بوده که بر اساس اصل تساوی جریان‌های ورودی و خروجی عمل می‌کند. این حفاظت در دو نوع امپدانس بالا و امپدانس پایین اجرا می‌گردد. در حالت امپدانس بالا نسبت تبدیل تمام ترانسفورماتورهای جریان مرتبط باید دقیقاً یکسان باشد. هر تفاوت کوچکی در نسبت تبدیل موجب جریان نامتعادل و عملکرد اشتباه رله می‌شود. در صورت نیاز به افزایش ظرفیت خطوط و یا ترانسفورماتورهای قدرت بار، نیاز به تعویض ترانس‌های جریان به دلیل محدودیت و پایین بودن جریان نامی آنها ایجاد می‌شود. لذا امکان افزایش بار خطوط و یا ترانسفورماتور قدرت میسر نبوده و باید ترانسفورماتورهای جریان آنها تعویض و با جریان بالاتری جایگزین شوند. اولین چالش این است که در صورت نیاز به افزایش ظرفیت در خطوط یا ترانسفورماتورهای بار، ترانسفورماتورهای جریان منصوبه در کل خطوط متصل به باسبار باید تعویض گردند که عملاً به دلیل هزینه زیاد تعویض کلیه آنها امکان‌پذیر نمی‌باشد و از طرفی تعویض ترانس‌های جریان یک خط بدلیل تغییر نسبت‌های تبدیل ترانس‌های جریان خط نیازمند افزایش ظرفیت با مابقی ترانس‌های جریان متصل به باسبار، عملکرد حفاظت باسبار امپدانس بالا به دلیل یکسان نبودن نسبت تبدیل‌ها (هسته باسبار پروتکشن) دچار مشکل می‌گردد. شیوه رایج برای حل این مشکل، نصب ترانسفورماتور مچینگ در مسیر رله می‌باشد که به دلیل ضعف در مطالعات، محاسبات و یا انتخاب نامناسب مچینگ، تاکنون راهکار مناسبی نبوده است و مخاطراتی را به همراه داشته است. در پروژه‌ای عملی در ایستگاه E ، به دلیل افزایش ظرفیت ترانسفورماتورهای قدرت بار و عدم هماهنگی نسبت تبدیل‌ها، ابتدا از مچینگ استفاده شد که موجب عملکردهای حفاظتی اشتباه و یا خارج نمودن حفاظت باسبار از مدار می‌گردید. در نهایت در یک مورد واقعی طراحی و ساخت ترانسفورماتور جریان جدید با افزایش دو برابری نسبت تبدیل هسته مختص به باسبار پروتکشن (کلاس X) مشکل برطرف و حفاظت باسبار با پایداری کامل به مدار بازگشت. این مقاله به ارائه یک راهکار عملی، کم هزینه و مطمئن برای رفع مشکل ذکر شده که اجرا گردیده، پرداخته است.

کلید واژه: حفاظت دیفرانسیل باسبار، نسبت تبدیل، ترانسفورماتور جریان

ipaps-00990062

طراحی یک نرم‌افزار جامع جهت ارزیابی عملکرد رله‌های مدیریت مصرف منصوبه بر روی خطوط تغذیه‌کننده بار مصرفی صنایع بزرگ کشور

علی سجادی^۱، مریم حریرفرش^۲، حمید اسکندری^۳، محمد مهدی حسینی بیوکی^۴

^۱ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه برق، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران،

sajadi@igmc.ir

^۲ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه برق، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران،

harirforosh@igmc.ir

^۳ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه برق، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران،

eskandari@igmc.ir

^۴ مدیریت مطالعات و حفاظت شبکه برق، شرکت مدیریت شبکه برق ایران، تهران،

hoseinibiyouki@igmc.ir

چکیده: نظر به ضرورت اجرای کامل و دقیق برنامه‌های مدیریت مصرف در حوزه صنایع بزرگ کشور مقرر گردید جهت کاهش و جبران ناترازی تولید و مصرف برق برای گذر از اوج بار، رله‌های مدیریت مصرف بر روی خطوط تغذیه‌کننده بار مصرفی صنایع بزرگ کشور نصب گردد. با توجه به تعدد صنایع بزرگ مشمول طرح کنترل خودکار بار، کنترل عملکرد رله‌های مذکور و بررسی اثربخشی این رله‌ها مستلزم تهیه یک نرم‌افزار جامع می‌باشد. در این مقاله علاوه بر تشریح طرح مدیریت هوشمند مصرف و نحوه اعمال تنظیمات به رله‌های مدیریت مصرف، فرآیند طراحی و اجرای نرم‌افزار جامع ارزیابی عملکرد رله‌های مدیریت مصرف و نتایج حاصل از پیاده‌سازی آن شرح داده شده است.

کلید واژه: رله‌های مدیریت مصرف، نرم‌افزار جامع ارزیابی عملکرد، صنایع بزرگ، کنترل خودکار بار.

طراحی معماری هیبریدی SSR-Electromechanical Relay برای افزایش سرعت و پایداری فرمان قطع در رله‌های حفاظتی شبکه قدرت

علی عرب زاده^۱، مهران نصر^۲، محمد رضا صادقی^۳

^۱ کارشناس ارشد دانشگاه شهرکرد، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Aliarabzadeh1987@yahoo.com

^۲ کارشناس ارشد دانشگاه دهقان، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Mehrannasr5797@gmail.com

^۳ کارشناس ارشد دانشگاه اصفهان، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Sadeghimr80@gmail.com

چکیده: در رله‌های حفاظتی مدرن شبکه قدرت، زمان عملکرد کلی حفاظت نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش انرژی خطا، جلوگیری از گسترش اغتشاش و حفظ پایداری سیستم ایفا می‌کند. اگرچه پیشرفت‌های قابل‌توجهی در حوزه الگوریتم‌های تشخیص خطا، نمونه‌برداری سریع و پردازش دیجیتال رخ داده است، اما در بسیاری از کاربردهای عملی، بخش خروجی فرمان قطع (Trip Output Stage) همچنان به‌عنوان یک گلوگاه زمانی عمل می‌کند. خروجی‌های متداول رله‌های حفاظتی عمدتاً مبتنی بر کنتاکت‌های الکترومکانیکی هستند که به دلیل ماهیت فیزیکی خود، دارای تأخیر جذب در بازه چند میلی‌ثانیه می‌باشند. از سوی دیگر، رله‌های حالت جامد (Solid State Relay – SSR) با زمان پاسخ بسیار کوتاه در حد ده‌ها تا صدها میکروثانیه، گزینه‌ای جذاب برای افزایش سرعت فرمان قطع محسوب می‌شوند. با این حال، استفاده مستقیم و انحصاری از SSR در مدار فرمان دژنکتور، به دلایلی نظیر وجود جریان نشتی، حساسیت حرارتی، رفتار نامطمئن در شرایط خطای شدید و عدم قطع فیزیکی کامل مسیر جریان، تاکنون در صنعت حفاظت قدرت به‌طور گسترده پذیرفته نشده است. در این مقاله، یک معماری هیبریدی SSR-Relay ارائه می‌شود که هدف آن بهره‌گیری هم‌زمان از سرعت بالای SSR و ایمنی و پایداری رله‌های مکانیکی است.

کلید واژه: هیبریدی، حفاظت تطبیقی، SSR-Relay، دژنکتور، هماهنگی حفاظتی

معماری هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی برای بهبود عملکرد رله‌های حفاظتی در شبکه‌های توزیع با حضور منابع انرژی تجدیدپذیر

محمد رضا صادقی ۱، علی عرب زاده ۲، مهران نصر ۳

^۱ کارشناس ارشد دانشگاه اصفهان، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Sadeghimr80@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد دانشگاه شهرکرد، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Aliarabzadeh1987@yahoo.com

^۳ کارشناس ارشد دانشگاه دهقان، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Mehrannasr5797@gmail.com

چکیده: با گسترش منابع انرژی تجدیدپذیر و تولید پراکنده (Distributed Energy Resources – DER) در شبکه‌های توزیع، رفتار دینامیکی جریان‌ها و ساختار خطاها به‌طور قابل توجهی تغییر یافته است. این تغییرات باعث می‌شود رله‌های حفاظتی سنتی که بر اساس تنظیمات ثابت طراحی شده‌اند، نتوانند عملکرد قابل اعتماد و هماهنگ خود را حفظ کنند. کاهش جریان‌های خطا، معکوس شدن جهت جریان و تغییرات سریع ولتاژ و بار، چالش‌های جدی برای تشخیص به موقع خطا و جلوگیری از قطع‌های غیرضروری ایجاد کرده‌اند. در این مقاله، یک معماری هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی (Artificial Intelligence – AI) برای بهبود عملکرد رله‌های حفاظتی در شبکه‌های توزیع دارای DER ارائه می‌شود. این معماری با بهره‌گیری از داده‌های بلادرنگ تجهیزات اندازه‌گیری شامل واحدهای اندازه‌گیری فازوری (Phasor Measurement Unit – PMU)، تجهیزات الکترونیکی هوشمند (Intelligent Electronic Device – IED) و کنتورهای هوشمند، تحلیل ویژگی‌های شبکه و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، تصمیم‌گیری تطبیقی برای تشخیص نوع، شدت و مکان خطا را امکان‌پذیر می‌سازد. نتایج تحلیل نشان می‌دهد که رله‌های هوشمند مبتنی بر AI قادرند نرخ خطاهای اشتباه را کاهش داده، هماهنگی حفاظتی را حفظ کرده و واکنش شبکه به خطا را تسریع نمایند. این معماری مسیر روشنی برای پیاده‌سازی حفاظت هوشمند در شبکه‌های توزیع آینده فراهم می‌کند و مبنای مطالعات شبیه‌سازی و پیاده‌سازی عملی خواهد بود.

کلید واژه: منابع انرژی تجدیدپذیر، رله‌های حفاظتی هوشمند، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین

روش نوین مکان‌یابی خطا مبتنی بر تطابق بین نمونه‌های جریان گذرا و موج شبیه‌سازی شده با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری

مهدی یزدانی ، محمد جواد قنبری ، مرتضی آذرباد ، حمیدرضا سلطانی تهرانی

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان

اصفهان، ایران

Rasaniroo@yahoo.com

چکیده: این مقاله، یک الگوریتم نوین برای مکان‌یابی خطا در شبکه‌های توزیع برق معرفی شده است که از الگوریتم بهینه‌سازی گرگ خاکستری (Gray Wolf Optimization) به‌عنوان روشی برای بهینه‌سازی مکان‌یابی خطا استفاده می‌کند. برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی، از مدل شبکه ۳۳ باس IEEE به‌عنوان داده‌های تست بهره گرفته شده است. در این رویکرد، ابتدا جریان‌های گذرا شبیه‌سازی شده و سپس با استفاده از الگوریتم GWO به‌منظور تطابق دقیق این جریان‌ها با داده‌های شبیه‌سازی شده، مکان خطا شناسایی می‌شود. هدف اصلی این تحقیق، بهبود دقت مکان‌یابی خطا در مقایسه با روش‌های سنتی و دیگر الگوریتم‌های بهینه‌سازی است. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان‌دهنده دقت بالای الگوریتم GWO در مکان‌یابی خطا و مزیت‌های آن نسبت به روش‌های دیگر از جمله الگوریتم‌های PSO است. این روش می‌تواند به‌طور مؤثری در مدیریت و حفاظت شبکه‌های توزیع برق کاربرد داشته باشد.

کلید واژه: شبکه توزیع ، جریان گذرا ، الگوریتم گرگ خاکستری (GWO) ، مکان‌یابی خطا ، شبیه‌سازی موج

الزامات امنیت سایبری سامانه‌های اتوماسیون پست براساس استانداردهای مهم امنیتی از دید

کارفرما و توسعه دهنده محصول

مریم شبرو^۱، زهرا علوی کیا^۲، محمد مصطفی کرامت^۳

^۱ مرکز نوآوری و توسعه فناوری اطلاعات، ارتباطات و امنیت سایبری، پژوهشگاه نیرو، تهران

mshabro@nri.ac.ir

^۲ گروه مهندسی برق، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

alavikia.z@lu.ac.ir

^۳ دفتر فنی و نظارت شبکه انتقال، شرکت مادر تخصصی توانیر، تهران

m.keramat@tavanir.org.ir

چکیده: در سال‌های اخیر استفاده از سیستم‌های اتوماسیون در پست‌های فشار قوی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در عرصه الکترونیک و فناوری اطلاعات امکان جمع‌آوری اطلاعات، پردازش و نمایش آن به اپراتور را با هزینه کمتر و با سهولت بیشتر در محل پست فراهم نموده‌اند. به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای کنترل و پایش ادوات در پست‌های فشار قوی از سوی دیگر، خطر بروز حملات سایبری را افزایش می‌دهد. از این رو، به منظور محافظت از سیستم اتوماسیون پست در مقابل انواع خطرات امنیتی محتمل، لازم است استانداردهای امنیتی مرتبط به دقت مطالعه و الزامات فنی-امنیتی در سطوح نرم‌افزار و سخت‌افزار (سیستم نهفته، میزبان و شبکه) استخراج شوند. هدف از این پژوهش، معرفی استانداردها و دستورالعمل‌های مهم امنیتی مرتبط با سیستم اتوماسیون پست و دسته‌بندی موضوعات و زیرموضوعات اصلی به منظور حفاظت از این سیستم است. الزامات مشخص شده در این مقاله در راستای تکمیل مجموعه الزامات بنیادی مشخص شده در استاندارد IEC 62443 مورد استفاده قرار خواهد گرفت..

کلید واژه: امنیت سایبری، سامانه کنترل و اتوماسیون صنعتی، سیستم اتوماسیون پست.

تشخیص خطا حین نوسان توان در حضور نیروگاه بادی

نریمان بهاری^۱، مصطفی سرلک^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه قدرت، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

baharinariman22@gmail.com

^۲ دانشیار، گروه قدرت، دانشکده برق و کامپیوتر، دانشگاه صنعتی جندی شاپور دزفول، دزفول، ایران

sarlak@jsu.ac.ir

چکیده: در این مقاله، الگوریتمی جدید مبتنی بر واحدهای اندازه‌گیری شکل‌موج (WMU) ارائه شده که قادر به تمایز دقیق خطاهای درون ناحیه از برون ناحیه حین نوسان توان است. هسته مرکزی این الگوریتم، محاسبه سریع و دقیق تلفات توان اکتیو توالی مثبت خط انتقال است که به عنوان یک شاخص قوی برای تشخیص نوع خطا عمل می‌کند. برای ارزیابی الگوریتم پیشنهادی، ابتدا شبکه نمونه استاندارد IEEE مربوط به حفاظت خط انتقال، در نرم‌افزار EMTP-RV شبیه‌سازی گردید. سپس، خروجی الگوریتم برای انواع مختلف خطا در حین نوسان توان استخراج شد. نتایج تحلیلی، برتری الگوریتم پیشنهادی را از نظر دقت و سرعت در مقایسه با روش‌های مبتنی بر واحدهای اندازه‌گیری فازور (PMU) را تأیید می‌کند. علاوه بر این، اثبات شد که عملکرد الگوریتم در برابر تغییرات پارامترهای خطا از قبیل مقاومت خطا، فاصله خطا، زاویه وقوع خطا و نوع خطا، کاملاً پایدار و مقاوم است.

کلید واژه: نوسان توان، رله دیستانس، خطاهای داخلی و خارجی، واحدهای اندازه‌گیری شکل‌موج، نیروگاه بادی.

ipaps-01130135

ردیابی الزامات حفاظتی اتصال نیروگاه‌های بادی به شبکه ((بررسی موردی نیروگاه بادی آق‌کندی واقع در استان آذربایجان شرقی))

جواد کاظمیان^۱، مهرداد طرفدار^۲

^۱ شرکت برق منطقه ای آذربایجان، تبریز، jkazeman@gmail.com

^۲ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تبریز، تبریز، tarafdar@tabrizu.ac.ir

چکیده: نحوه اتصال نیروگاه‌های بادی به شبکه و اجزای اصلی سیستم حفاظتی در این مقاله بررسی گردیده و حفاظت‌های مورد نیاز نیروگاه‌های بادی مطابق استانداردهای داخلی وزارت نیرو ارایه و به عنوان مطالعه موردی، حفاظت‌های نیروگاه بادی آق‌کندی واقع در استان آذربایجان شرقی به ظرفیت ۵۰ مگاوات، بررسی و کفایت حفاظتی آن مطابق آخرین استانداردهای وزارت نیرو و آیین نامه‌های نحوه اتصال نیروگاه‌های تجدید پذیر مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت.

کلید واژه: نیروگاه‌های بادی، الزامات حفاظتی، اجزای اصلی سیستم حفاظتی، نیروگاه بادی آق‌کندی

هوشمندسازی حفاظت، اتوماسیون و کنترل در شبکه برق ایران با تأکید بر بومی‌سازی فناوری‌های دیجیتال

علی فرضی نژادی زاده^۱

^۱ دانشجوی دکتری تخصصی مدیریت صنعتی و دارای مدرک کارشناسی ارشد برق قدرت، شاغل در شرکت توزیع نیروی برق خوزستان، شهرستان اهواز

alifarzinezhad1368@gmail.com

چکیده: تحول دیجیتال در شبکه‌های برق، به‌ویژه در حوزه‌های حفاظت، اتوماسیون و کنترل، یکی از الزامات مهم توسعه صنعت برق در ایران است. این مقاله به ضرورت هوشمندسازی حفاظت، اتوماسیون و کنترل شبکه‌های برق ایران می‌پردازد و با تمرکز بر بومی‌سازی فناوری‌های دیجیتال، چارچوبی عملی برای گذار از سامانه‌های سنتی به زیرساخت‌های هوشمند ارائه می‌کند. مسئله تحقیق ناشی از رشد مصرف، فرسودگی تجهیزات و نیاز روزافزون به قابلیت اطمینان و امنیت سایبری است. روش پژوهش شامل تحلیل تطبیقی معماری «پست دیجیتال» و «سامانه متمرکز حفاظت و کنترل (CPAC)»، مرور تجربیات بین‌المللی و نگاشت الزامات به بسترهای سازمانی شرکت توانیر و برق‌های منطقه‌ای است. استانداردهای IEC 61850 (به‌ویژه پروفایل ۹-LE۲ و تبادلات GOOSE/SV)، پروتکل هم‌زمان‌سازی (PTP) IEEE 1588 و الزامات امنیتی IEC 62351 محور ارزیابی فنی قرار گرفته‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد ترکیب معماری‌های پیام‌محور با هم‌زمان‌سازی دقیق و لایه‌های امنیتی، ضمن افزایش قابلیت اطمینان حفاظتی و قابلیت رؤیت‌پذیری فرایندها، می‌تواند هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری را به‌طور معنادار کاهش دهد و احتمال خطاهای انسانی در تنظیمات حفاظت را محدود کند. نتیجه‌گیری بر ضرورت تدوین راهبرد مرحله‌ای بومی‌سازی، استانداردسازی ملی، ارتقای زنجیره تأمین و آموزش تخصصی متمرکز است تا گذار امن و مقرون‌به‌صرفه به شبکه‌های هوشمند در ایران محقق شود.

کلید واژه: شبکه هوشمند؛ اتوماسیون پست؛ حفاظت دیجیتال؛ IEC-61850؛ بومی‌سازی فناوری.

ipaps-01160083

تدوین مدل تصمیم‌یار هوشمند در سامانه اتوماسیون پست‌های برق و ارزیابی اثر آن بر کیفیت

تصمیم

عماد رحیمی زاده^۱

^۱ معاونت طرح و توسعه، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان،

Emadrahimizadeh@gmail.com

چکیده: افزایش بار شبکه‌های برق و تنوع تجهیزات حفاظتی در پست‌های فوق توزیع موجب شده است تا تصمیم‌گیری در شرایط خطا به موضوعی پیچیده و زمان‌بر تبدیل شود. این پژوهش با هدف ارتقای هماهنگی حفاظتی، چارچوبی تحت عنوان (مدل تصمیم‌یار هوشمند اتوماسیون پست) را ارائه می‌دهد که با تحلیل داده‌های سامانه اتوماسیون پست، فرمان‌های حفاظتی را به صورت تطبیقی و اولویت‌بندی شده مدیریت می‌کند. در ساختار پیشنهادی، داده‌های اندازه‌گیری و کنترلی از دستگاه‌های هوشمند جمع‌آوری شده، شاخص اطمینان تصمیم برای هر فرمان محاسبه و در صورت تجاوز از حد تعیین شده، فرمان به سطح کنترل ارسال می‌شود. نتایج نشان می‌دهد مدل پیشنهادی می‌تواند تصمیم‌های حفاظتی را نسبت به روش سنتی پایدارتر کرده و ریسک وابستگی به یک مسیر خاص را کاهش دهد. همچنین این چارچوب علاوه بر قابلیت پیاده‌سازی در پست‌های موجود، به دلیل سازگاری با ساختار ارتباطی استاندارد و استقلال از برند تجهیزات، راه‌کاری عملی و قابل بومی‌سازی محسوب می‌شود.

کلید واژه: اتوماسیون پست، تصمیم‌یار هوشمند، هماهنگی حفاظتی، شاخص اطمینان تصمیم

ipaps-01220225

تخمین کمینه انرژی پتانسیل مولد جهت وصل مجدد رله در حفاظت تطبیقی ریز شبکه

حامد آقابیگی^۱، علی اکبر مطیع بیرجندی^۲، امین یزدانی نژادی^۳

^۱ دانشجوی دکتری، برق قدرت، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

aghabeigi@sru.ac.ir

^۲ دانشیار، گروه قدرت، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

motiebirjandi@sru.ac.ir

^۳ دانشیار، گروه قدرت، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

a.yazdaninejadi@sru.ac.ir

چکیده: پایین بودن ثابت اینرسی در تولید پراکنده مبتنی بر سنکرون، امکان ناپایداری گذرای ریز شبکه‌ها را افزایش می‌دهد. امروزه بازبست تطبیقی آنلاین جایگزین بازبست با زمان مرده ثابت شده که در انرژی پتانسیل کمینه امکان‌پذیر است. برای حفظ پایداری گذرا، نیاز به پیش‌بینی انرژی پتانسیل مولد داریم. لذا به تخمین دو شاخص که از مشتق مرتبه اول و دوم انرژی پتانسیل استخراج می‌شوند، پرداخته شده است. در این مقاله با روش تخمین جدید تحت عنوان روش درون‌یابی اسپلاین و مقایسه با دو روش حداقل مربعات خطای خطی و چند جمله‌ای در مقالات از لحاظ مزایا و سرعت تخمین می‌پردازیم. این روش با کمترین تعداد نمونه‌برداری، بیشترین نمونه‌های آینده را پیش‌بینی می‌کند و راهکاری مؤثر برای ریز شبکه‌هایی است که به دلیل استفاده از مولدهای کوچک با اینرسی پایین، در معرض ناپایداری سریع قرار دارند.

کلید واژه: پایداری گذرا، تولید پراکنده بر پایه مولد سنکرون، زمان مرده بازبست، زمان رفع خطا، سطح بارگذاری، درون‌یابی اسپلاین

ارائه الگوریتم مبتنی بر داده‌کننده‌های هوشمند جهت جابجایی بهینه ترانسفورماتورها در شبکه توزیع برق؛ مطالعه موردی، شرکت توزیع نیروی برق مازندران

محسن کجوری نفت چالی^۱، محمد شمس تلوکی^۲، عبدالله حسین زاده^۳ و عادل حسن پور^۴

^{۱،۲،۳،۴} شرکت توزیع نیروی برق مازندران

چکیده: ترانسفورماتورها تجهیزاتی مهم در شبکه توزیع برق هستند، بر این اساس، با در نظر گرفتن مصرف و همچنین وجود تلفات، محل صحیح قرارگیری آنها در شبکه از اهمیت بالایی برخوردار است و در گذر زمان، متناسب با میزان نیاز مصرف و همچنین رشد بار در نواحی مختلف جغرافیایی، نیاز به جابجایی ترانسفورماتورها نیز احساس می‌شود. این اقدام با هدف استفاده بهینه از ظرفیت ترانسفورماتورهای موجود و همچنین، کاهش تلفات در شبکه، صورت می‌پذیرد. با این توضیح، این مقاله به بررسی روشی می‌پردازد که در آن، جابجایی ترانسفورماتورهای توزیع هوایی با استفاده از ظرفیت داده‌های کنترلهای هوشمند انجام می‌شود. به این ترتیب که با استفاده از مجموعه داده‌های تاریخی از قبیل میزان مصرف و همچنین آهنگ رشد مصرف در هر منطقه، ترانسفورماتورها برای جابجایی، اولویت‌بندی می‌شوند. نکته قابل توجه اینکه این مقاله به معرفی شاخصی می‌پردازد، تحت عنوان شاخص ضرورت جابجایی ترانسفورماتور که بر اساس آن، جایابی و جابجایی ترانسفورماتورهای موجود به نحوی صورت پذیرد که ضمن بهبود ضریب بهره‌برداری ترانسفورماتورها، از کمترین تعداد ترانس در انبار مرکزی شرکت توزیع استفاده شود. به این ترتیب، هم هزینه‌ها کاهش یابد و هم چالش ناترازی و عدم تعادل میان مصرف و ظرفیت ترانسفورماتورها در مناطق مختلف برطرف می‌شود. بررسی داده‌های مربوط به سالهای ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۳ در شرکت توزیع نیروی برق مازندران حاکی از این است که انجام چنین اقدامی، سبب کاهش درصد جابجایی ترانسفورماتورها و همچنین درصد فولباری آنها آن شده است که خود منجر به صرفه‌جویی برای شرکت توزیع شده و گامی موثر در ارتقاء نظام مدیریت دارایی فیزیکی به حساب می‌آید.

کلید واژه: جابجایی بهینه ترانسفورماتور، کاهش تلفات، شاخص ضرورت جابجایی، خوشه بندی، مدیریت دارایی فیزیکی

بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش هارمونیک‌ها با UPQC و کنترل هوشمند مبتنی بر

یادگیری تقویتی

حسین قلی زاده^۱، جواد پورحسین^۲

^۱ دانشجوی دانشگاه آزاد، واحد گناباد

Gholizadehh.h4.74@gmail.com

^۲ هیئت علمی دانشگاه آزاد، واحد گناباد

Javad.Pourhossein@iau.ac.ir

چکیده: هدف اصلی این مقاله، طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم کنترلی پیشرفته مبتنی بر ادوات FACTS و UPQC با الگوریتم بهینه‌سازی ترکیبی پلیکان تقویت شده با فرآیند کوانتومی و یادگیری تقویتی عمیق (POQPDRL) به منظور ارتقای کیفیت توان در شبکه‌های قدرت است. نوآوری اصلی پژوهش حاضر، تلفیق هوشمندانه قابلیت‌های ادوات مختلف FACTS از جمله STATCOM، SVC و TCSC در کنار UPQC و به‌کارگیری الگوریتم پیشرفته POQPDRL برای دستیابی به عملکردی برتر در شرایط دینامیکی شبکه است. روش کار بر اساس شبیه‌سازی جامع در محیط MATLAB و ارزیابی عملکرد سیستم پیشنهادی تحت سناریوهای مختلف خطا و اغتشاش است. نتایج کمی به‌دست‌آمده گویای برتری چشمگیر سیستم هیبریدی پیشنهادی است؛ به‌طوری‌که موفق شد اعوجاج هارمونیک کل (THD) را از ۲۵.۳٪ به ۰.۹٪ کاهش دهد، پایداری ولتاژ را به ۰.۹۹۵ ارتقا بخشد و زمان پاسخ را به ۲۵ میلی‌ثانیه برساند. همچنین، سیستم پیشنهادی در تمامی معیارهای استاندارد IEEE-519 رضایت کامل را کسب نمود. این یافته‌ها به‌طور قاطعانه‌ای اثربخشی راه‌حل ارائه‌شده را تأیید نموده و آن را به عنوان یک گام مهم در جهت توسعه سیستم‌های قدرت هوشمند و مقاوم مطرح می‌سازد.

کلید واژه: ادوات FACTS، UPQC، بهینه‌سازی کوانتومی، یادگیری تقویتی عمیق، کیفیت توان، سیستم هیبریدی

ناکارآمدی SCADA در مواجهه با منابع انرژی توزیع شده و ضرورت استقرار DERMS در شبکه‌های توزیع برق

علی مقتدائی^۱، وحید متقی^۲، مهناز آقائی^۳

^۱ شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، moghtadaei_ali@yahoo.com

^۲ شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، vahid1355@gmail.com

^۳ شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، mahnazaghaei109@gmail.com

چکیده: افزایش سریع نفوذ منابع انرژی توزیع شده (DER) به‌ویژه نیروگاه‌های فتوولتائیک (PV)، پارادایم سنتی بهره‌برداری از شبکه‌های توزیع را با چالش‌های اساسی مواجه ساخته است. سیستم‌های SCADA که ستون فقرات اتوماسیون توزیع در دهه‌های گذشته بوده‌اند، برای مدیریت شبکه‌های یک‌سویه و شعاعی طراحی شده‌اند و در برابر پیچیدگی‌های ناشی از حضور انبوه منابع تولید پراکنده، دوطرفه شدن جریان و توان و نوسانات سریع ولتاژ، ناکارآمد عمل می‌کنند. این مقاله با بررسی محدودیت‌های ذاتی SCADA در حوزه‌های مدل‌سازی، کنترل ولتاژ، پایداری و مقیاس‌پذیری، استدلال می‌کند که استقرار یک سیستم مدیریت منابع انرژی توزیع شده (DERMS) به عنوان لایه‌ای مکمل، تنها راهکار عملی برای حفظ قابلیت اطمینان، پایداری و بهره‌وری شبکه‌های توزیع مدرن است. در پایان، مدل تعامل عملیاتی بین SCADA، DMS و DERMS برای مدیریت مؤثر چالش‌ها ارائه می‌شود.

کلید واژه: منابع انرژی توزیع شده (DER)، سیستم مدیریت منابع انرژی توزیع شده (DERMS)، SCADA، DMS، کنترل ولتاژ، اتوماسیون توزیع، شبکه هوشمند.

بهبود زیرساخت‌های مخابراتی طرح‌های حفاظت و اتوماسیون شبکه برق با استفاده از ارتباطات نوری بی‌سیم و الگوریتم‌های هوش مصنوعی

محمد رضا طریحی^۱

^۱ استادیار، گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات، پژوهشگاه نیرو، تهران

mtarihi@nri.ac.ir

چکیده: با توسعه روزافزون اتوماسیون و دیجیتال‌سازی در شبکه‌های قدرت، اهمیت بسترهای مخابراتی سریع، ایمن و قابل اعتماد در انتقال سیگنال‌های حفاظتی و کنترلی افزایش یافته است. مخابرات نوری بی‌سیم (OWC) به دلیل بهره‌مندی از پهنای باند وسیع، مصونیت از تداخل الکترومغناطیسی، سهولت استقرار و امنیت ذاتی، به عنوان یکی از گزینه‌های پیشرو جهت زیرساخت‌های مخابراتی شبکه‌های قدرت مطرح است. با این حال، چالش‌هایی نظیر تغییرات دینامیک محیطی، نیاز به کاهش تأخیر و تأمین پایداری لینک‌های ارتباطی، خصوصاً در ارسال بلادرنگ سیگنال‌های حفاظتی، اهمیت زیادی دارند. این مقاله یک چارچوب هوشمند مبتنی بر الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت مدیریت بهینه منابع OWC برای انتقال سیگنال‌های حفاظت و اتوماسیون پیشنهاد می‌کند. مدل ارائه‌شده با تحلیل داده‌های محیطی و عملکردی، زمان‌بندی تخصیص توان و پهنای باند، انتخاب مسیر و مدیریت تداخل را به صورت بلادرنگ و پویا انجام می‌دهد. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد این رویکرد سبب بهبود تأخیر انتقال، افزایش قابلیت اطمینان و پایداری لینک شده و الزامات استانداردهای حفاظتی و اتوماسیون در شبکه‌های قدرت آینده را برآورده می‌سازد.

کلید واژه: مخابرات نوری بی‌سیم (OWC)، حفاظت شبکه برق، اتوماسیون شبکه برق، یادگیری ماشین، هوش مصنوعی، پایداری ارتباطی

ipaps-01410107

اتوماسیون‌سازی کلیدهای موتوردار موجود در شبکه‌های توزیع برق و نقش آن در افزایش قابلیت اطمینان و کاهش زمان خاموشی، با توجه اقتصادی

پیام درخش^۱، محمد جواد جوهری^۲، مهران نصر^۳، ایرج شمس^۴

payamzarakhsh@gmail.com

^۱ کارشناس اتوماسیون، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

m.j.johari@gmail.com

^۲ کارشناس حفاظت و رلیاژ، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

nasr_m@eepdc.ir

^۳ معاونت بهره‌برداری، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

shams_i@eepdc.ir

^۴ مدیر دفتر فناوری نوین، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

چکیده: با گسترش نیاز به افزایش قابلیت اطمینان شبکه‌های توزیع برق و کاهش شاخص‌های مرتبط با خاموشی، اتوماسیون‌سازی تجهیزات کلیدی در شبکه به یک ضرورت تبدیل شده است. بسیاری از کلیدهای موتوردار نصب‌شده در شبکه‌های توزیع کشور قابلیت ارتقا و تجهیز به سامانه‌های اتوماسیون را دارند، بدون آن که نیاز به تعویض کامل کلید و صرف هزینه‌های سنگین باشد. در این مقاله، رویکرد Retrofit Automation برای اتوماسیون‌سازی کلیدهای موتوردار موجود بررسی می‌شود. ابتدا ساختار عملکردی این کلیدها و نیازمندی‌های فنی جهت ارتباط با RTU و SCADA تشریح شده و سپس راهکارهای مختلف جهت افزودن امکانات پایش، فرمان‌پذیری و ارسال آلام تحلیل می‌گردد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که اتوماسیون‌سازی کلیدهای موجود با هزینه‌ای حدود ۵۰ درصد کمتر نسبت به خرید کلید جدید قابل انجام است، و می‌تواند نقش موثری در کاهش زمان مانور، بهبود شاخص‌های SAIFI و SAIDI، کاهش انرژی توزیع‌نشده و افزایش سرعت بازیابی شبکه پس از ایجاد خطا داشته باشد. این مقاله با ارائه یک تحلیل اقتصادی واقعی و مثال عملی از شبکه توزیع برق شهرستان اصفهان، نشان می‌دهد که ارتقای کلیدهای موتوردار موجود به سامانه اتوماسیون، یک راهکار اقتصادی، عملی و سریع برای بهبود بهره‌برداری در شرکت‌های توزیع برق است.

کلید واژه: اتوماسیون توزیع، کلید موتوردار، SAIFI, SAIDI, Retrofit Automation.

چالش‌ها و راهکارهای بهره‌گیری از رله دیستانس تطبیقی در شبکه‌های فشار متوسط ایران با جمع‌داده‌های GIS و کنتورهای هوشمند

اشکان شیخ صراف^۱، مهنار آقایی^۲، وحید متقی^۳

^۱ دفتر هوشمندسازی و GIS، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Ashkansheykhsarrafi1376@gmail.com

^۲ دفتر هوشمندسازی و GIS، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Mahnazaghaei109@gmail.com

^۳ دفتر هوشمندسازی و GIS، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، اصفهان،

Mottaghi_v@eepdc.ir

چکیده: در شبکه‌های فشار متوسط توزیع برق ایران، یکی از چالش‌های اساسی در پیاده‌سازی حفاظت‌های پیشرفته، تغییرپذیری قابل توجه مقاومت زمین در محل وقوع اتصال کوتاه است. این موضوع موجب می‌شود استفاده از رله دیستانس به صورت کلاسیک، به‌ویژه در شبکه‌های با ساختار شعاعی، با خطا و عدم اطمینان همراه باشد. با توجه به توسعه سامانه‌های پایش هوشمند شامل کنتورهای فهام و اتوماسیون شبکه، و همچنین در دسترس بودن داده‌های دقیق سامانه اطلاعات مکانی (GIS) از مسیر فیدرها، امکان ایجاد بستری برای تحلیل هوشمند رفتار شبکه و تطبیق تنظیمات حفاظتی فراهم شده است. در این پژوهش، چالش‌ها و راهکارهای بهره‌گیری از رله دیستانس تطبیقی در شبکه‌های فشار متوسط ایران بررسی شده است. تمرکز اصلی بر شناسایی محدودیت‌های فنی ناشی از تغییر مقاومت زمین، ساختار شبکه و پویایی بار بوده و در ادامه، با استفاده از داده‌های GIS و اطلاعات پارامترهای الکتریکی برداشت‌شده از کنتورهای هوشمند، راهکارهایی برای تنظیم تطبیقی و به‌روزرسانی خودکار پارامترهای حفاظتی ارائه شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که ترکیب داده‌های استاتیک GIS با داده‌های دینامیک شبکه، می‌تواند زمینه‌ساز پیاده‌سازی حفاظت تطبیقی هوشمند در شبکه‌های فشار متوسط شود و عملکرد رله دیستانس را از یک تنظیم ثابت به تنظیمی پویا، قابل اعتماد و هماهنگ با شرایط واقعی شبکه تبدیل کند.

کلیدواژه: حفاظت هوشمند شبکه توزیع، سامانه اطلاعات مکانی، سامانه اتوماسیون، سامانه پردازش اطلاعات دینامیکی، حفاظت تطبیقی

رویکرد هوشمند برای تطبیق خودکار اطلاعات GIS با شبکه عملیاتی به منظور بهبود شاخص‌های قابلیت اطمینان

مهناز آقائی^۱، وحید متقی^۲، علی مقتدائی^۳

^۱ توزیع برق شهرستان اصفهان

Mahnazaghaei109@gmail.com

^۲ توزیع برق شهرستان اصفهان

Mottaghi_v@eepdc.ir

^۳ توزیع برق شهرستان اصفهان

Moghtadaei_ali@yahoo.com

چکیده: با گسترش شبکه‌های توزیع و پیچیدگی مدیریت داده‌ها، بهره‌گیری از سامانه‌های هوشمند برای پایش و به‌روزرسانی اطلاعات شبکه ضروری شده است. داده‌های مکانی (GIS) نقش کلیدی در ذخیره‌سازی، نمایش و تحلیل اطلاعات شبکه دارند، اما تغییرات مستمر شبکه و احتمال خطا در ثبت داده‌ها، به‌روزرسانی دوره‌ای را ناکافی می‌سازد. در این پژوهش، «روش پایش هوشمند الکتریکال (سپهر)» معرفی می‌شود که مغایرت‌های بین داده‌های استاتیک GIS و وضعیت واقعی شبکه را به‌صورت خودکار شناسایی می‌کند. این روش با استفاده از داده‌های برخت کنتورهای هوشمند، کلیدهای SCADA2، کنتورهای سر فیدر و اطلاعات سامانه بیلینگ، مکان و نوع مغایرت‌ها را با دقت مشخص می‌کند. ادغام داده‌های استاتیک و دینامیک، دقت محاسبات فنی را افزایش، فرآیند تصمیم‌گیری را بهبود و شاخص‌های بهره‌برداری شبکه را ارتقا می‌دهد. روش پیشنهادی در شرکت توزیع نیروی برق شهرستان اصفهان با پوشش بیش از ۱۲ هزار کیلومتر شبکه و ۱/۳۵ میلیون مشترک پیاده‌سازی و ارزیابی شده است و نتایج نشان‌دهنده کارایی بالای آن در شناسایی مغایرت‌ها و ارتقای قابلیت اطمینان شبکه است.

کلید واژه: داده مکانی (GIS)، سامانه سپاد، سپهر، کنتور هوشمند، مغایرت داده

هماهنگی بهینه ادوات جبران‌ساز توان راکتیو در شبکه‌های انتقال و توزیع بر بستر اتوماسیون شبکه

سجاد فتاحی مقدم^۱، همایون قاسم نژاد^۲

^۱ کارشناس ارشد برق قدرت، شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان

sajjad.f.m71@gmail.com

^۲ کارشناس ارشد برق قدرت، شرکت توزیع نیروی برق جنوب استان کرمان

Homayoun.official23@gmail.com

چکیده: جبران‌سازی توان راکتیو در شبکه‌های انتقال و توزیع نقش مهمی در بهبود پایداری ولتاژ، کاهش تلفات و کاهش تراکم فیدرهای توزیع ایفا می‌کند. با توجه به تفکیک بهره‌برداری شبکه‌های انتقال و توزیع میان دو نهاد مستقل در ساختار صنعت برق، نیاز به یک سازوکار هماهنگ برای تنظیم ادوات جبران‌ساز بیش از پیش اهمیت یافته است. از این رو، این مقاله یک رویکرد بهینه برای هماهنگی ادوات جبران‌ساز توان راکتیو در دو سطح انتقال و توزیع ارائه می‌کند که فرآیند هماهنگی بر بستر اتوماسیون شبکه اجرا شده و از قابلیت تبادل داده و نظارت پیوسته این زیرساخت به‌عنوان پشتیبان تصمیم‌گیری بهره می‌گیرد. در مدل پیشنهادی، بانک‌های خازنی در شبکه توزیع و راکتورها در شبکه انتقال به‌گونه‌ای تنظیم می‌شوند که پایداری ولتاژ، تلفات توان و تراکم خطوط بهبود یابد. این مسئله در قالب یک مدل بهینه‌سازی غیرخطی و دومرحله‌ای شامل برنامه‌ریزی و بهره‌برداری فرمول‌بندی شده و با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی جغرافیای زیستی (BBO) حل می‌شود. ارزیابی مدل روی شبکه انتقال ۱۴ باسه و شبکه‌های توزیع ۳۳ و ۶۹ باسه IEEE نشان می‌دهد که رویکرد پیشنهادی بهبود قابل‌توجهی در پایداری ولتاژ، کاهش تلفات و مدیریت تراکم فیدرهای شبکه توزیع ایجاد می‌کند.

کلید واژه: الگوریتم بهینه‌سازی جغرافیای زیستی، اتوماسیون شبکه، تلفات توان، جبران‌ساز توان راکتیو، شبکه توزیع، شبکه انتقال، پایداری ولتاژ.

تحلیل افزایش ولتاژ ناشی از نفوذ بالای نیروگاه‌های خورشیدی در شبکه توزیع: مطالعه موردی بر اساس یک حادثه اضافه ولتاژ

محمد جواد جوهری^۱، علی اصغر میرعلی^۲، مهران نصر^۳ محسن جوهری^۴

^۱ گروه رلیاژ شرکت توزیع، اصفهان، m.j.johari@gmail.com

^۲ کارشناس حفاظت و تحلیل حوادث شبکه، شرکت مهندسی اختر برق، اصفهان، aliasghar.mirali@yahoo.com

^۳ معاونت بهره برداری، شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، nasr_m@eepdc.ir

^۴ کارشناس نظارت شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان، mr.moh.johari@gmail.ir

چکیده: افزایش نفوذ نیروگاه‌های خورشیدی در انتهای فیدرهای توزیع در تمام کشورها با ضریب نفوذ بالای انرژی خورشیدی، می‌تواند منجر به اضافه ولتاژ و اختلالات جدی در شبکه شود. در این مطالعه، یک حادثه واقعی ناشی از افزایش ولتاژ در انتهای فیدر مورد بررسی قرار گرفت و روند آن با استفاده از نرم‌افزار DIGSILENT شبیه‌سازی شد. تحلیل نتایج نشان داد که تولید بالای نیروگاه خورشیدی در ساعات اوج و کاهش بار مصرفی انتهای فیدر، عامل اصلی افزایش ولتاژ فراتر از حد مجاز بوده است. در ادامه مجموعه‌ای از راهکارهای فنی پیشنهاد شد تا از بروز حوادث مشابه جلوگیری شود. این مطالعه اهمیت طراحی مناسب و ارزیابی مستمر شبکه‌های توزیع در حضور تولید پراکنده را برجسته می‌کند.

کلید واژه: تولید پراکنده (DG)، نیروگاه خورشیدی (PV)، افزایش ولتاژ، شبکه توزیع

طراحی بهینه سیستم‌های حفاظتی ریزشکه‌های AC با استفاده از رله‌های اضافه‌جریان جهتی Dual Setting، با در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان N-1 Contingency توام با پارامتر بهینه Curve Setting

حسن دهقان^۱، حسام محمدی^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی برق - سیستم‌های قدرت، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران،

h.dehghan@aut.ac.ir

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی برق - سیستم‌های قدرت، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران،

hesam.mohammadi.pse@gmail.com

چکیده: حفاظت ریزشکه‌های AC با حالت‌های بهره‌برداری جزیره‌ای و متصل به شبکه یک چالش عمده بشمار می‌آید زیرا جریان‌های خطا همزمان با انتقال بین حالات بهره‌برداری بشدت تغییر می‌کنند. ایستگاه‌های تقویت فشار گاز کشور به عنوان ریزشکه‌های مورد مطالعه در این تحقیق نیز از این چالش حفاظتی مستثنی نمی‌باشند. مقایسه نتایج بدست آمده از بکارگیری طرح حفاظتی رله‌های اضافه‌جریان جهتی تنظیم دوگانه (DSDOCRs) که نیازمند یک مخابرات با پهنای باند کم می‌باشد با طرح رله‌های اضافه‌جریان جهتی مرسوم (CDOCRs)، ضمن در نظر گرفتن معیار قابلیت اطمینان N-1 Contingency توام با پارامتر Curve Setting، کاهش چشمگیر زمان کل عملکرد رله‌ها در طرح تنظیم دوگانه (پیشنهادی) نسبت به طرح مرسوم در هر دو حالت عملکرد جزیره‌ای و متصل به شبکه را نشان داد. زمان عملکرد رله‌ها برای طرح پیشنهادی حتی نسبت به حالت عدم در نظر گیری آنالیز احتمالی N-1، زمانی که تنها دو پارامتر جریان پیک آپ و ضریب تنظیم زمانی برای رله‌های تنظیم دوگانه بهینه گردید نیز کاهش یافت. با پیاده سازی این طرح بهینه برای ریزشکه‌های مشابه علاوه بر دستیابی به قابلیت اطمینان بالاتر، امکان تبادل توان در زمان پیک بار بین ریزشکه و شبکه سراسری میسر می‌گردد.

کلیدواژه: ریزشکه، رله اضافه‌جریان جهتی، تولید پراکنده، ایستگاه تقویت فشار گاز، هماهنگی حفاظتی، تنظیم حفاظتی بهینه، الگوریتم SCE-UA.

بازطراحی حفاظت و اتوماسیون شبکه توزیع با ادغام منابع تولید پراکنده و ذخیره‌ساز انرژی باتری

محمد ملکیان^۱

^۱ دفتر برنامه ریزی-معاونت توسعه و مهندسی، شرکت توزیع برق استان قزوین، قزوین

چکیده: در سال‌های اخیر، نفوذ بالای منابع تولید پراکنده (DG) مبتنی بر اینورتر، چالش‌های جدی در سیستم‌های حفاظتی شبکه‌های توزیع ایجاد کرده است. کاهش سطح جریان خطا، معکوس شدن جهت جریان و پدیده کور شدن رله از جمله این مشکلات هستند. این پژوهش یک چارچوب جامع برای بازطراحی حفاظت و اتوماسیون با استفاده از ذخیره‌سازهای انرژی باتری (BESS) و پروتکل IEC 61850 ارائه می‌دهد. مدل پیشنهادی بر پایه شبکه استاندارد IEEE 33-bus با نفوذ ۴۰٪ DG و ۲۰٪ BESS توسعه یافته است. شبیه‌سازی در نرم‌افزار DigSILENT PowerFactory نشان داد که بدون اقدام اصلاحی، هماهنگی رله‌ها مختل شده و زمان قطع خطا به ۷۱۰ میلی‌ثانیه می‌رسد. اما با اعمال حفاظت تطبیقی، دشارژ کنترل‌شده BESS و تنظیم دینامیک رله‌ها از طریق EMS، زمان قطع به ۱۸۰ میلی‌ثانیه (بهبود ۶۵٪) کاهش یافت. همچنین، BESS به‌عنوان منبع اینرسی مجازی، افت فرکانس را از ۱/۸ هرتز به ۰/۳ هرتز محدود کرد. این مدل راهکاری عملی برای شبکه‌های آینده با تجدیدپذیرهای بالا ارائه می‌دهد.

کلید واژه: منابع تولید پراکنده، ذخیره‌ساز انرژی باتری، حفاظت تطبیقی، IEC 61850، GOOSE، اینرسی مجازی، IEEE 33-bus.

مطرح حفاظت هوشمند مبتنی بر TinyML و تزریق جریان خطا توسط BESS در شبکه‌های فعال توزیع

سامان سوهانی^۱

^۱ دفتر مهندسی - معاونت برنامه ریزی مهندسی ، شرکت توزیع برق استان قزوین، قزوین

Saman.soohani@yahoo.com

چکیده: نفوذ بالای منابع تولید پراکنده (DG) جریان خطا را کاهش می‌دهد و هماهنگی رله‌های حفاظتی را مختل می‌کند. این مقاله یک طرح حفاظت هوشمند مبتنی بر TinyML (یادگیری ماشین سبک روی IEDها) و تزریق فعال جریان خطا توسط BESS ارائه می‌دهد تا وابستگی به بسترهای مخابراتی کاهش یابد. مدل پیشنهادی روی شبکه IEEE 33-bus با نفوذ ۴۰٪ DG پیاده‌سازی شد. مدل TinyML (شبکه عصبی ۳ لایه با کمتر از ۱۰ کیلوبایت حافظه) به صورت محلی کمبود جریان خطا را تشخیص می‌دهد و BESS را فعال می‌کند. شبیه‌سازی در DIgSILENT PowerFactory (با ماژول شبیه‌سازی IEC 61850 و GOOSE) و TensorFlow Lite نشان داد زمان پاسخ حفاظتی تا ۷۲٪ کاهش یافت و حتی در قطعی کامل ارتباط، هماهنگی رله‌ها حفظ شد. این طرح امنیت سایبری را افزایش می‌دهد و راهکاری عملی برای شبکه‌های توزیع آینده است.

کلید واژه: TinyML، Edge AI، حفاظت تطبیقی، تزریق جریان خطا، BESS، IEC 61850.

ipaps-01860158

ارائه چارچوب جامع ارزیابی ریسک سایبری پست‌های فشارقوی بر مبنای معیارهای استاندارد آسیب‌پذیری و تهدیدات سایبری

سیدمحمدعلی طباطبائی^۱، محمدعلی صفدری^۲، حسین برزویی^۳

^۱ واحد سایبری امور رلیاژ، شرکت فن‌آوران انرژی طوس، مشهد، ma.tabatabaei@msgroup.ir

^۲ واحد آزمایشگاه رلیاژ، شرکت فن‌آوران انرژی طوس، مشهد، M.ali.safdari@gmail.com

^۳ دفتر فنی انتقال، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مشهد، hs.borzuee@gmail.com

چکیده: پست‌های فشارقوی در زنجیره تأمین انرژی یکی از عناصر حیاتی زیر ساخت انرژی کشور است. به دلیل افزایش اتوماسیون سازی پست‌ها و استفاده از پروتکل‌های صنعتی مانند IEC 61850، IEC 60870-5-101/104 و Modbus پست‌های فشارقوی گزینه جذابی برای هکرها می‌باشند و بیشتر در معرض تهدیدات سایبری هستند. این پژوهش چارچوبی سه‌لایه برای ارزیابی کمی ریسک‌های سایبری در سطح تجهیزات پست ارائه می‌دهد که ترکیبی از شاخص‌های استاندارد شامل EPSS، CVSS، وضعیت آسیب‌پذیری‌های شناخته‌شده و مورد استفاده (KEV) و ضریب اهمیت تجهیز (EI) بر پایه روش تحلیلی سلسله‌مراتبی (AHP) و نظر کارشناسان خبره (SME) است. مدل پیشنهادی با هدف رفع نقص استاتیک بودن ارزیابی‌های صرفاً مبتنی بر CVSS، پویایی تهدید را از طریق EPSS و KEV درونی می‌کند. مدل فرمول‌بندی شده و بر روی نمونه‌ای از CVE‌های مستند و تایید شده مرتبط با رله‌ها، IEDها و RTUها اجرا شد؛ داده‌های CVE/CVSS از پایگاه NVD و Advisories رسمی تولیدکنندگان استخراج شدند و تحلیل نشان داد که افزودن EPSS و KEV به CVSS و لحاظ ضریب اهمیت تجهیز، دقت اولویت‌بندی وصله‌ها و تخصیص منابع را به‌طور معناداری بهبود می‌دهد. نتایج AHP نشان‌دهنده نرخ ناسازگاری کمتر از ۰.۱ بود که اعتبار وزن‌های استخراج شده را تأیید می‌کند.

کلید واژه: ارزیابی ریسک سایبری، پست فشارقوی، رله حفاظتی، آسیب‌پذیری سایبری، امنیت سیستم‌های کنترل صنعتی.

سامانه هوشمند صحت‌سنجی و مقایسه تنظیمات و تست رله‌های حفاظتی با استفاده از مدل‌های زبانی هوش مصنوعی (مطالعه موردی رله‌های جریانی P123 و دیستانس P443)

اصغر چیت‌گران^۱، رضا همدانی^۲، فهیمه طاهریان^۳

^۱ کارشناس مطالعات سیستم، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان. Asghar_chitgaran@yahoo.com

^۲ کارشناس مسئول رلیاژ، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان. reza_hamedani@semrec.co.ir

^۳ مدیر دفتر فنی، شرکت برق منطقه ای سمنان، سمنان. ftaherian1395@gmail.com

چکیده: صحت‌سنجی تنظیمات و نتایج آزمون رله‌های حفاظتی نقش مهمی در بهره‌برداری ایمن و پایدار شبکه‌های قدرت ایفا می‌کند. تنوع قالب فایل‌های تنظیمات مرجع، تست‌شیت‌های آزمون و گزارش‌های خروجی رله‌ها، بررسی و تطبیق این اطلاعات را به فرآیندی زمان‌بر و مستعد خطای انسانی تبدیل کرده است. در این مقاله، یک سامانه هوشمند برای صحت‌سنجی و مقایسه تنظیمات و نتایج آزمون رله‌های حفاظتی ارائه می‌شود که با ترکیب قواعد مهندسی رلیاژ و مدل‌های زبانی هوش مصنوعی، امکان تحلیل خودکار داده‌های ناهمگون را فراهم می‌سازد. سامانه پیشنهادی قادر است تنظیمات مرجع، تست‌شیت‌های آزمون و فایل‌های خروجی رله‌ها را استخراج، نرمال‌سازی و مقایسه کرده و مغایرت‌ها را بر اساس میزان اهمیت حفاظتی طبقه‌بندی نماید. عملکرد سامانه در دو سناریوی کاربردی شامل رله‌های جریانی و خطای زمین P123 و رله دیستانس P443 مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج در قالب جداول مقایسه‌ای ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از سامانه پیشنهادی می‌تواند زمان بررسی اولیه تنظیمات را کاهش داده و تمرکز مهندسان حفاظت را از مقایسه‌های تکراری به تحلیل فنی مغایرت‌های معنادار معطوف سازد. لازم به تأکید است که نمونه‌های ارائه‌شده به‌عنوان مطالعات موردی بوده و ساختار سامانه قابلیت تعمیم به سایر رله‌های حفاظتی با برندها و مدل‌های مختلف را داراست.

کلید واژه: رله‌های حفاظتی، صحت‌سنجی تنظیمات، تست‌شیت، هوش مصنوعی، مدل‌های زبانی، مهندسی حفاظت

بررسی و پیشنهاد حفاظت کابل و سرکابل‌های ۲۰ کیلوولت مجتمع پتروشیمی شازند مبتنی بر استاندارد IEC 61850 با هدف جلوگیری از گسترش حادثه و خاموشی کامل نیروگاه داخلی

بهنام هدایتی^۱

^۱ کارشناس تعمیرات برق، پتروشیمی شازند، اراک، Hedayati.b@arpc.ir

چکیده: در این مقاله، به بررسی وقوع اتصال کوتاه در سرکابل‌های ۲۰ کیلوولت مجتمع پتروشیمی شازند پرداخته شده است که در طول یک سال گذشته این حادثه چندین بار تکرار شد که در هر بار با گسترش حادثه و خاموشی کامل نیروگاه داخلی و خسارت فراوانی همراه بود. یکی از مشکلات تبدیل اتصال کوتاه تکفاز به اتصال کوتاه سه فاز و وقوع انفجار در سلول‌های سوئیچگیر ۲۰ کیلوولت همراه شد. به منظور جلوگیری از تکرار چنین حوادث و با توجه به طرح تعویض رله‌های استاتیکی با رله‌های دیجیتال طرح حفاظتی جدید مبتنی بر استاندارد IEC 61850 به منظور کاهش زمان پاکسازی خطا و ممانعت از گسترش حادثه ارائه می‌گردد.

کلید واژه: IEC 61850, GOOSE, MEASEGE, IDE.

ipaps-01940181

مطالعه اتصال کوتاه، طراحی و شبیه‌سازی حفاظت جریان زیاد شبکه شعاعی

۳۴ باس IEEE با استفاده از اتوریکلوزر

حمیدرضا سلطانی، مرتضی آذرباد، محمدجواد قنبری، مهدی یزدانی

شرکت توزیع برق شهرستان اصفهان

اصفهان، ایران

hamidreza.soltani78@gmail.com

چکیده: در شبکه‌های توزیع برق، هماهنگی میان تجهیزات حفاظتی نقش مهمی در افزایش قابلیت اطمینان، کاهش زمان خاموشی و جلوگیری از آسیب به تجهیزات دارد. بخش عمده‌ای از خطاهای شبکه از نوع گذرا هستند که در صورت عملکرد نادرست تجهیزات حفاظتی، می‌توانند موجب قطع بی‌مورد فیوزها و کاهش پایداری شبکه شوند. در این میان، اتوریکلوزر یکی از مهم‌ترین تجهیزات حفاظتی است که با عملکرد سریع خود در برابر خطاهای موقتی، مانع از قطع غیرضروری فیوزها می‌شود. در این پژوهش، هدف طراحی حفاظت شبکه ۳۴ باس IEEE، با تمرکز بر عملکرد ریکلوزر، فیوز و پدیده‌ی حفظ فیوز است. هدف اصلی، ارزیابی هماهنگی حفاظتی میان این تجهیزات و تحلیل اثر تنظیمات مختلف ریکلوزر بر عملکرد شبکه در شرایط بروز خطا است. طراحی حفاظت شبکه به گونه‌ای که حفظ فیوز اتفاق بیفتد و شبیه‌سازی‌ها در محیط نرم‌افزار دیگسایلنت انجام شده که نتایج نشان می‌دهد تنظیم بهینه‌ی زمان‌بندی و منحنی عملکرد ریکلوزر می‌تواند از سوختن فیوز در خطاهای موقتی جلوگیری کرده و قابلیت اطمینان شبکه را افزایش دهد. پس طراحی حفاظت این شبکه و شبیه‌سازی آن، نمودارهای حاصل، هماهنگی حفاظتی بین ریکلوزر و فیوز را به خوبی نشان می‌دهند.

کلید واژه: شبکه ۳۴ باس، اتوریکلوزر، حفظ فیوز، خطاهای گذرا، هماهنگی حفاظتی.

ipaps-01960178

راهکارهای پیشگیری از عملکرد کاذب حفاظت خطای زمین محدود شده در رله حفاظتی GE T60

علی عمادی ۱، ابوالفضل برجسته واعظی ۲، مسیح فهیمی ۳، کامران داوودی ۴

۱ امور بهره برداری انتقال گلستان، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، گرگان، emadi@mail.um.ac.ir

۲ امور تعمیرات انتقال گلستان، شرکت تعمیرات انتقال نیروی شمال، گرگان، abolfazlbarjastevaezi@gmail.com

۳ امور بهره برداری انتقال گلستان، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، گرگان، masih.fahimi@gmail.com

۴ دفتر فنی انتقال، شرکت برق منطقه ای مازندران و گلستان، ساری، kamrandavoodi88@gmail.com

چکیده: این مقاله به تحلیل فنی یک مورد عملکرد ناخواسته حفاظت خطای زمین محدود شده (REF) در رله حفاظتی GE T60 و ارائه راهکارهای عملی جهت پیشگیری از وقوع مجدد آن میپردازد. در حادثه مورد بررسی حفاظت REF همزمان با اتصالی ستهفاز خارج از زون حفاظتی بر روی فیدر خروجی ترانسفورماتور قدرت عملکرد کاذب داشته است. با بررسی فایل ثبات رله حفاظتی مشت گ در دید که با توجه به وجود جریانهای با دامنه بالا و همچنین تفاوتهای جزئی در نسات تادیل CT های ثانویه ترانسفورماتور قدرت مقدار قابل توجهی جریان باقیمانده (3I0) ایداد شده که مندر به افزایش جریان دیفرانستیل REF به میزانی بالاتر از مقدار تنظیم رله شده و عملکرد کاذب حفاظت REF را در پی داشته است. در این راستا راهکارهایی جهت پیشگیری از وقوع مجدد این حادثه در رله حفاظتی GE T60 پیادهسازی و آزمایش در دید. نتایج کلیه نمونهها بیانگر آن است که این رله پس از اعمال استحضات ارائه شده در این مقاله و با تزریق جریانهای اتصالی مشتبه عملکرد صحتی از خود نشان میدهد.

کلید واژه: رله حفاظتی GE T60 حفاظت خطای زمین محدود شده (REF) عملکرد ناخواسته، جریان باقیمانده (3I0)

هوشمندسازی و مدیریت توان باتریخانه پست‌های برق با استفاده از تکنیک شارژ اکتیو مبتنی بر توپولوژی مبدل دوطرفه DC-DC و یکپارچه‌سازی با نیروگاه خورشیدی

رحیم نجاتی منفرد^۱، ایمان هنرمندجهرمی^۲، محمدرضا پزشکیان^۳، مجید سبزی^۴، امین هنرمند^۵

^۱ معاونت بهره‌برداری، شرکت برق منطقه ای فارس، شیراز،

Rahimnejatim64@gmail.com

^۲ معاونت بهره‌برداری، شرکت برق منطقه ای فارس، شیراز،

Honarmand1364@gmail.com

^۳ معاونت بهره‌برداری، شرکت برق منطقه ای فارس، شیراز،

^۴ معاونت بهره‌برداری، شرکت برق منطقه ای فارس، شیراز،

^۵ اداره کل آموزش و پرورش استان فارس، شیراز،

Honarmand68@gmail.com

چکیده: در این مقاله، یک روش نوین مبتنی بر شارژ اکتیو هوشمند و مدیریت یکپارچه توان برای باتریخانه یک پست فشارقوی ارائه می‌گردد. هدف از روش پیشنهادی، افزایش طول عمر الکتروشیمیایی باتری‌ها، بهبود قابلیت اطمینان عملکردی و ارتقای بازده انرژی در سامانه‌های ذخیره‌سازی است. در این ساختار، یک مبدل دوطرفه DC-DC به همراه الگوریتم‌های پیشرفته پایش و کنترل، پارامترهای کلیدی باتری شامل درصد شارژ (SOC)، ولتاژ و جریان را به‌صورت لحظه‌ای اندازه‌گیری کرده و فرآیند متعادل‌سازی وضعیت شارژ بین باتری‌ها را با دقت بالا اجرا می‌کند. به‌منظور افزایش بهره‌وری سیستم، باتریخانه به یک نیروگاه خورشیدی متصل شده و استراتژی مدیریت توان الکتریکی نیز توسعه‌یافته است و امکان تخصیص بهینه انرژی میان منبع خورشیدی، بار و سامانه ذخیره‌سازی را فراهم می‌سازد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که روش پیشنهادی منجر به کاهش تنش‌های الکتروشیمیایی، بهبود پایداری کاری باتری‌ها و افزایش سطح اطمینان شبکه‌های فشارقوی می‌شود.

کلید واژه: باتری، مبدل DC-DC، مدیریت توان، هوشمندسازی

تأثیر نفوذ خودروهای برقی بر حفاظت شبکه‌های توزیع برق ایران با نگاهی به آینده

حسین تل‌گینی نویسنده اول^۱، حبیب حبیب‌زاده نویسنده دوم^۲

^۱ دکتری برق قدرت، دستیار آموزشی گروه برق، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران.

hossein.talagini2013@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد برق قدرت، گروه برق، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد خمینی‌شهر، اصفهان، ایران.

as.m7.habibzadeh@gmail.com

چکیده: با افزایش روند جهانی استفاده از خودروهای برقی (EV)، سیستم‌های قدرت با چالش‌های نوینی در حوزه حفاظت و پایداری شبکه‌های توزیع مواجه شده‌اند که در ایران به دلیل ویژگی‌های خاص شبکه، نرخ نفوذ پایین اما رو به رشد EV، تعرفه پایین برق و پراکندگی ایستگاه‌های شارژ، اهمیت مضاعف دارد. این مقاله با رویکردی مروری-تحلیلی، اثرات فنی و حفاظتی نفوذ EV در شبکه‌های توزیع ایران را مبتنی بر مدلسازی سناریومحور سال‌های ۲۰۲۵ تا ۲۰۳۵ بررسی می‌کند. تأثیر EVها بر جریان خطا، هماهنگی حفاظتی، ولتاژ، هارمونیک‌ها، بار لحظه‌ای و عملکرد رله‌ها با استفاده از استانداردهای IEEE 399, IEEE 1459, IEEE 1547 و IEC 60909 و شبیه‌سازی در MATLAB و DigSILENT استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد با افزایش نفوذ EV از ۵٪ به ۶۰٪، افت ولتاژ در بدترین نقطه شبکه تا حدود ۶/۳٪، جریان اتصال کوتاه تا ۳۴٪، شاخص THD (میانگین شبکه) تا حدود ۱/۳٪ و زمان عملکرد رله‌ها تا ۶٪ افزایش می‌یابد. در پایان، راهکارهایی برای بهینه‌سازی حفاظت تطبیقی شامل مدیریت مصرف شارژ، فیلترهای اکتیو هارمونیک، بهبود طراحی رله‌ها و جانمایی ایستگاه‌های شارژ ارائه و سناریوهای شهری، صنعتی و تجاری تحلیل شده است.

کلید واژه: خودرو برقی، حفاظت شبکه توزیع، جریان اتصال کوتاه، رله هوشمند، اعوجاج هارمونیک، ایستگاه شارژ، حفاظت تطبیقی..

بهینه‌سازی هماهنگی حفاظتی در نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات

علیرضا طاهری گوکی^۱، علیرضا سبوحی^۲

^۱ کارشناس بهره‌برداری نیروگاه سیکل ترکیبی، کارشناسی ارشد مهندسی برق دانشگاه شهید بهشتی

Alireza.t.3017@gmail.com

^۲ عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی، تهران

a_sobbouhi@sbu.ac.ir

چکیده: هماهنگی حفاظتی در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی نقش مهمی در افزایش قابلیت اطمینان بهره‌برداری و پایداری شبکه قدرت بر عهده دارد. در نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان به دلیل وجود چندین سطح ولتاژی و ساختار شعاعی - حلقوی شبکه داخلی، تنظیم بهینه رله‌های حفاظتی به‌ویژه رله‌های اضافه جریان و دیستانس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله، با بهره‌گیری از الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)، ضرایب و تنظیمات بهینه رله‌های مورد نظر برای سطوح مختلف ولتاژی نیروگاه تعیین شده است به‌گونه‌ای که ضمن تأمین هماهنگی حفاظتی بین رله‌های اصلی و پشتیبان، زمان خارج‌سازی خطا و محدوده انتخاب‌گری بهبود یابد. مدل شبکه نیروگاه سیکل ترکیبی کرمان شامل هشت واحد گازی متصل به سطح ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت در محیط MATLAB/Simulink پیاده‌سازی و سناریوهای مختلف خطای اتصال کوتاه شبیه‌سازی شده‌اند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد روش پیشنهادی مبتنی بر PSO منجر به کاهش زمان عملکرد، جلوگیری از عملکرد ناخواسته رله‌ها و افزایش حاشیه ایمنی هماهنگی حفاظتی شده و می‌تواند به‌عنوان راهکاری مؤثر برای بهبود حفاظت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی و ارتقای پایداری شبکه مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه: نیروگاه سیکل ترکیبی، رله، الگوریتم ازدحام ذرات، حفاظت، پایداری شبکه

جایابی RTU در شبکه‌های برق به هدف تخمین حالت بهینه

سارا سیامک^۱، مریم دهقانی^۲

^۱ دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز، ایران

s.siyamak@shirazu.ac.ir

^۲ استاد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه شیراز، ایران

mdehghani@shirazu.ac.ir

چکیده: در این مقاله، با توجه به اهمیت جایابی واحدهای ترمینال از راه دور (RTU ها) در شبکه برق جهت تخمین حالت دقیق، به ارائه یک تجربه صنعتی برای جایابی RTU پرداخته می‌شود. در این مقاله، با توجه به نوع اندازه‌گیری‌های RTU های برق منطقه‌ای و محدودیت‌های نصب آن‌ها بر روی برخی از باس‌های شبکه، یک روش برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح به کار گرفته می‌شود که منجر به تحقق رویت پذیری توپولوژیکی شبکه می‌گردد. همچنین یک الگوریتم تکمیلی نیز برای تضمین رویت پذیری عددی شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بخش شبیه‌سازی، داده‌های اندازه‌گیری از نرم افزار دیگسایلنت استخراج می‌شوند. در شبیه‌سازی چالش‌هایی از جمله عدم امکان نصب RTU بر روی برخی از باس‌ها وجود دارد که روش ارائه شده جهت جایابی RTU را با چالش رو به رو می‌کند. در نهایت پس از طراحی جایابی RTU، تخمین حالت حداقل مربعات وزن دار خطا برای تخمین حالت‌های شبکه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرد که نتایج آن در بخش شبیه‌سازی آمده است.

کلید واژه: بهینه‌سازی، تخمین حالت، جایابی RTU، رویت پذیری عددی، کاربرد عملی

مقایسه دو طرح هماهنگی حفاظتی در ریزش شبکه‌ها: استفاده از رله‌های جریان زیاد تنظیم دوگانه برای دو جهت حفاظتی در مقابل استفاده از منحنی‌های تنظیم دوگانه برای یک جهت حفاظتی

علی نعمتی^۱، امین یزدانی‌نژادی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

alinemati6180@gmail.com

^۲ دانشیار، قدرت، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

a.yazdaninejadi@sru.ac.ir

چکیده: وضعیت بهره‌برداری ریزش شبکه‌ها، می‌تواند به صورت متصل به شبکه و جزیره‌ای طبقه بندی گردد. با توجه به تغییرات سطح جریان اتصال کوتاه در این دو وضعیت بهره‌برداری، طراحی سیستم حفاظتی برای ریزش شبکه‌ها با چالش‌هایی همراه است. یکی از روش‌های حفاظت در ریزش شبکه‌ها با توجه به دوسویه بودن شارش توان، استفاده از رله‌های جریان زیاد تنظیم دوگانه برای دو جهت حفاظتی است. در این طرح، انتخاب‌گری حفاظتی به کمک سیستم‌های مخابراتی برآورد می‌شود. با وجود مزایای متعدد طرح‌های مبتنی بر بستر مخابراتی، از آن جایی که این گونه طرح‌های حفاظتی نیاز به زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری داشته و ممکن است با خرابی سیستم‌های ارتباطی مواجه شوند، توسعه طرح‌های بی‌نیاز از بستر مخابراتی بسیار مورد توجه قرار دارد. روش دیگر حفاظت استفاده از رله‌های جریان زیاد جهت‌دار با منحنی مشخصه دوگانه (دو سطحی) است که بدون حضور سیستم‌های مخابراتی پیاده‌سازی می‌شود. در این طرح منحنی‌های رله در دو بخش بهینه‌سازی شده و باعث بهبود سرعت عملکرد رله‌ها می‌شوند. در این مقاله به مقایسه این دو روش حفاظتی ریزش شبکه‌ها پرداخته شده است. هر دو طرح حفاظتی بر روی سیستم آزمایشی شبکه توزیع ۳۰ باسه IEEE در نرم‌افزار Digsilent شبیه‌سازی شده و اثربخشی آن‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

کلید واژه: ریزش شبکه‌ها، رله‌های جریان زیاد جهت‌دار، هماهنگی حفاظتی بهینه، تولید پراکنده، مشخصه دوگانه.

تحلیل رفتار حفاظت جریان نامتعادلی بانک‌های خازنی ستاره دابل زمین نشده در بررسی یک حادثه واقعی در برق منطقه ای خراسان

رضا دولت آبادی^۱، محمد عرب^۲، امیر طاهرپور کلانتری^۳، مجتبی معدل^۴

^۱ دفتر فنی، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مشهد، re.dowlatabadi@gmail.com

^۲ دفتر فنی، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مشهد، mohamadarab1898@gmail.com

^۳ دفتر فنی، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مشهد، taherpour.amir@gmail.com

^۴ دفتر فنی، شرکت برق منطقه‌ای خراسان، مشهد، mojtaba.moaddel@yahoo.com

چکیده: بانک‌های خازنی یکی از ادوات پرکاربرد در بهبود کیفیت توان و بهینه سازی بهره‌برداری از سیستم قدرت به شمار می‌روند. یکی از روش‌های متداول اتصال بانک‌های خازنی، اتصال ستاره دابل زمین نشده می‌باشد که در آن رله عدم تعادل جریان، بعنوان حفاظت اصلی برای تشخیص خطاهای داخلی در سلول‌های خازنی بکار می‌رود. مقدار جریان نامتعادلی وابسته به تعداد المان‌های سوخته در هر سلول، ساختار داخلی سلول‌ها و تعداد المان‌های سری و موازی در هر فاز می‌باشد. به منظور تنظیم رله عدم تعادل جریان نیاز به محاسبه جریان نامتعادلی مجاز می‌باشد که در این مقاله ابتدا روشی ساده و کاربردی برای محاسبه این جریان ارائه و سپس نتایج محاسبات با دو مطالعه موردی صحت‌سنجی و مورد تایید قرار گرفته است.

کلید واژه: - بانک خازنی، جریان نامتعادلی، ستاره دابل زمین نشده، المان خازنی

طراحی و ساخت یک تقسیم‌کننده توان مایکروویوی فشرده با قابلیت حسگری تغییرات امپدانس برای کاربردهای حفاظت شبکه توزیع

سیدعابد ذوالنوری^۱، بابک حیدری^۲

^۱ دکتری مهندسی برق الکترونیک، شرکت توزیع نیروی برق، کرمانشاه،

a.zonoori@yahoo.com

^۲ کارشناس مهندسی برق قدرت، شرکت توزیع نیروی برق، کرمانشاه،

babak.heydari2141@gmail.com

چکیده: در این پژوهش، یک ساختار جدید و فشرده برای تقسیم‌کننده توان مایکروویوی ارائه شده است که قابلیت عملکرد هم‌زمان به‌عنوان عنصر تقسیم توان و حسگر تغییرات امپدانس شبکه را داراست. در طراحی پیشنهادی، رزوناتورهای مستطیلی‌شکل در بخش ایزولاسیون تقسیم‌کننده توان و ولتکینسون ادغام شده و مقاومت مرکزی حذف شده است؛ روشی که موجب افزایش چشمگیر حساسیت نسبت به تغییرات کوچک امپدانس بار می‌شود. این مدار با استفاده از مدل شبکه عصبی GMDH ارزیابی شده که خطای طراحی کمتر از ۳٪ را نشان می‌دهد. مدار ساخته‌شده بر روی زیرلایه FR4 با ضخامت ۱۵ میل و در ابعاد $۱۵/۸۳ \times ۱۱/۵۱$ میلی‌متر پیاده‌سازی شده و نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهد که ساختار پیشنهادی ضمن حفظ تطبیق مناسب و تقسیم توان پایدار، نسبت به تغییرات امپدانس، پاسخ فرکانسی قابل‌اتکایی تولید می‌کند. حساسیت حسگری حدود ۶۸۰۰ مگاهرتز بر اهم به‌دست آمده که بیانگر توانایی تشخیص تغییرات بسیار کوچک امپدانس در شرایط گذرای شبکه است. این ویژگی، استفاده از ساختار پیشنهادی را برای پایش لحظه‌ای، تشخیص اولیه خطا و توسعه سامانه‌های اتوماسیون و حفاظت شبکه توزیع مناسب می‌سازد. به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که معماری پیشنهادی می‌تواند به‌عنوان یک مولفه چندمنظوره، کم‌هزینه و قابل مجتمع‌سازی در نسل جدید تجهیزات هوشمند شبکه‌های قدرت مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه: تقسیم‌کننده توان، امپدانس شبکه، حسگر، ایزولاسیون، رزوناتور مستطیلی شکل

طراحی تقویت‌کننده کم‌نویز فوق‌پهن‌بند برای جبهه‌گیر واحد اندازه‌گیری فازوری پهن‌بند با هدف بهبود عملکرد حفاظتی شبکه‌های قدرت

سیدعابد ذوالنوری^۱، بابک حیدری^۲، مهدی فرهادی^۳

^۱ دکتری مهندسی برق الکترونیک، شرکت توزیع نیروی برق، کرمانشاه،

a.zonoori@yahoo.com

^۲ کارشناس مهندسی برق قدرت، شرکت توزیع نیروی برق، کرمانشاه،

babak.heydari2141@gmail.com

^۳ کارشناس ارشد مهندسی برق، شرکت توزیع نیروی برق، کرمانشاه،

Mehdi.farhadi.1367@gmail.com

چکیده: در سال‌های اخیر، نیاز به سامانه‌های اندازه‌گیری پهن‌بند جهت بهره‌برداری از امضاهای فرکانس بالای گذرای خطا در شبکه‌های قدرت به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. واحدهای اندازه‌گیری فازوری پهن‌بند (Wideband PMU) به‌عنوان نسل جدید تجهیزات حفاظتی، برای ثبت دقیق سیگنال‌های گذرای سریع شبکه قدرت با استفاده از جبهه‌گیری با پهنای‌بند چندگیگاهرتزی، کم‌نویز، پایدار و فوق‌پهن‌بند نیاز دارند. در این پژوهش، یک تقویت‌کننده کم‌نویز فوق‌پهن‌بند (UWB LNA) مبتنی بر تکنیک حذف نویز و ساختار تفاضلی بسته، با فناوری ۰/۱۸ میکرومتر طراحی و شبیه‌سازی شده است تا در جبهه‌گیر Wideband PMU مورد استفاده قرار گیرد. نتایج شبیه‌سازی در محیط Cadence نشان می‌دهد تقویت‌کننده پیشنهادی در بازه‌ی ۳ تا ۱۱ گیگاهرتز، بهره‌ای معادل ۲۰/۰۲ دسی‌بل با نوسان کمتر از ۱ دسی‌بل و مقدار SII کمتر از ۱۰- دسی‌بل ارائه می‌دهد. میانگین عدد نویز $1/2$ (NF) دسی‌بل و پایداری کامل بر اساس ضریب k ، کارایی و قابلیت اعتماد مدار را برای کاربردهای اندازه‌گیری گذرای سریع در محیط‌های پرنویز شبکه‌ی قدرت تأیید می‌کند. این نتایج نشان می‌دهد LNA ارائه‌شده می‌تواند به‌عنوان بخشی کلیدی از جبهه‌گیر $Wideband PMU$ ، دقت و سرعت تشخیص خطا را در سامانه‌های حفاظت و اتوماسیون به‌طور قابل‌توجهی بهبود دهد.

کلید واژه: تقویت‌کننده کم‌نویز، جبهه‌گیر، شبکه قدرت، حفاظت شبکه، عددنویز

بررسی و مطالعه اثر نیروگاه خورشیدی بر حفاظت سیستم توزیع در فیدر نمونه عین‌آباد از پست

۶۳/۲۰ کیلوولت ویان

محمد قاسملو^۱، علی سهرابی بیدار^۲

^۱ دکتری برق قدرت، شرکت توزیع برق استان همدان

Ghasemloomohammad@yahoo.com

^۲ دکتری برق قدرت، مدیر عامل شرکت توزیع برق استان همدان

Ali.sohrabi@yahoo.com

چکیده: در این مقاله حفاظت سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی در سطح فشار متوسط با حضور نیروگاه تولید پراکنده مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش‌های مختلف حفاظت متمرکز و حفاظت غیرمتمرکز برای بررسی امنیت سیستم توزیع در حضور تولید پراکنده، مورد بررسی قرار گرفته است. تولید پراکنده مبتنی بر فتوولتائیک از طریق مبدل‌ها به شبکه‌ی برق متصل می‌گردند، مبدل‌ها، این توانایی را دارد که بخش‌های اکتیو و راکتیو خروجی خود را کنترل کند و حضورشان را در جریان خرابی محدود می‌کنند. هدف این مقاله بررسی حفاظت در سیستم‌های توزیع سنتی برق با در نظر گرفتن تولید پراکنده مبتنی بر فتوولتائیک است. با توجه به اینکه جریان خروجی مثبت، منفی و صفر از مبدل‌های فتوولتائیک می‌تواند کنترل شود، حفاظت عادی در برابر جریان‌های اضافی با استفاده از جریان توالی منفی و صفر پیشنهاد می‌گردد تا ضمن هماهنگی در حضور تولیدات پراکنده، قابلیت اطمینان حفاظت شبکه، افزایش یابد. در ادامه سیستم‌های حفاظتی فیدر عین‌آباد از پست ۶۳/۲۰ کیلوولت ویان شبکه توزیع برق استان همدان مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

کلید واژه: حفاظت سیستم توزیع الکتریکی، تولید پراکنده (DG)، فتوولتائیک (PV)، حفاظت متمرکز و غیرمتمرکز، جریان توالی منفی و صفر

الزامات رابط کاربری در سیستم‌های اسکادا

نسترن زنجانی^۱

^۱ استادیار گروه مهندسی کامپیوتر دانشکده رفاه، تهران، ایران

Zanjani@refah.ac.ir

چکیده: این مطالعه به بررسی جامع سیستم‌های اسکادا و استانداردهای مؤثر بر طراحی و پیاده‌سازی رابط‌های انسان-ماشین (HMI) می‌پردازد و با تمرکز بر بهبود تجربه کاربری، کارایی اپراتور و کاهش خطای انسانی، مجموعه‌ای از راهکارهای طراحی ارائه می‌کند. در این پژوهش، استانداردهای کلیدی از جمله *IEC 62682* و *ISO 9241*، *JEC 62443*، *ISA-101* تحلیل شد و نقش آن‌ها در ساختاردهی طراحی HMI، مدیریت مؤثر هشدارها و سازمان‌دهی سلسله‌مراتبی اطلاعات مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه بررسی‌ها نشان می‌دهد که به‌کارگیری اصول ارگونومی، طراحی انسان‌محور و استانداردهای بین‌المللی می‌تواند به‌طور مستقیم بر کیفیت تصمیم‌گیری اپراتورها و ایمنی سیستم تأثیر بگذارد. در کنار دستاوردها، چالش‌هایی مانند محدودیت دسترسی به استانداردهای رسمی و دشواری ارتباط با شرکت‌های بین‌المللی نیز شناسایی شد. این پژوهش مسیرهایی برای ارتقای طراحی HMI در محیط‌های صنعتی ارائه می‌دهد و بر اهمیت هم‌راستاسازی استانداردها، قابلیت کاربردپذیری و نیازهای عملیاتی تأکید می‌کند.

کلید واژه: اسکادا، رابط کاربری، HMI، کاربردپذیری.

بهینه سازی معماری ارتباطی برای یکپارچه سازی اتوریکلوزر های Nulec با سامانه اسکادا (مطالعه موردی در شرکت توزیع برق استان اصفهان)

پیمان فاضلی^۱، مصطفی شهرجردی^۲، مجید خوشنما^۳

^۱ شرکت توزیع برق استان اصفهان، اصفهان، pfazeli@gmail.com

^۲ شرکت توزیع برق استان اصفهان، اصفهان، mostafa.shahrjerdi@hotmail.com

^۳ شرکت فنی مهندسی پردیسان، اصفهان، khoshnama@pardisan-co.com

چکیده: با گسترش سامانه‌های SCADA در شبکه‌های توزیع برق، برقراری ارتباط پایدار و بلادرنگ با تجهیزات فرمان پذیر شبکه های برق به یکی از الزامات اصلی برای بهره‌برداران سامانه اسکادا تبدیل شده است. اتوریکلوزر ها نیز به عنوان تجهیزات کنترلی و حفاظتی نقش کلیدی در افزایش قابلیت اطمینان شبکه دارند، برخی از تجهیزات قدیمی مانند اتوریکلوزر های ساخت شرکت Nulec به دلیل محدودیت‌های ارتباطی و ناسازگاری با پروتکل‌های متداول در سامانه های مورد استفاده برای اسکادا، در بسیاری از شبکه‌ها خارج از چرخه اتوماسیون قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، یک معماری ارتباطی کم هزینه و مبتنی بر بستر اترنت برای یکپارچه سازی این اتوریکلوزر های قدیمی با سامانه SCADA ارائه شده است. در این روش، با بهره گیری از پورت سریال تجهیز (پورت برنامه ریزی) و طراحی یک پروتکل ارتباطی سفارشی مبتنی بر مهندسی معکوس، ارتباطی مطمئن میان اتوریکلوزر ، مودم مخابراتی و واحد FEP مرکز کنترل برقرار گردیده است. پیاده سازی این راهکار بر روی ۲۰ اتوریکلوزر نشان داد که راهکار پیشنهادی بدون نیاز به تغییرات سخت افزاری پرهزینه، موجب افزایش پایداری ارتباط، کاهش تاخیر تبادل داده، استفاده بهینه و کارآمد از تجهیزات قدیمی و افزایش پوشش اتوماسیون شبکه شده است. نتایج ثبت شده حاکی از آن است که این روش ضمن کاهش هزینه های یکپارچه سازی، قابلیت توسعه و تعمیم در سایر شبکه های توزیع برق را نیز دارد.

کلید واژه: اتوماسیون شبکه توزیع، ارتباط بلادرنگ، پروتکل ارتباطی سفارشی، سامانه اسکادا، اتوریکلوزر Nulec، یکپارچه سازی تجهیزات

مروری بر چالش‌ها و راهکارهای حفاظت شبکه‌های توزیع برق در حضور منابع انرژی تجدیدپذیر

کمال شاطری^{۱*}، سید محمدرضا ناظم السادات^۲، علیرضا خواجه^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز و ناظر خدمات مشترکین شرکت توزیع برق شیراز، شیراز، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: shateri007@gmail.com

^۲ استادیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیراز، شیراز، ایران

smr.nazemosadat@iau.ac.ir; reza_nazemsadat@yahoo.com

^۳ مدیر دفتر تحقیقات شرکت توزیع برق شیراز، شیراز، ایران

a.khajeh.ir@gmail.com

چکیده: نیروگاه‌های سنتی مبتنی بر سوخت‌های فسیلی با محدودیت‌هایی همچون بهره‌وری پایین، هزینه‌های بالا، زمان طولانی ساخت و قابلیت اطمینان محدود مواجه هستند. همزمان با افزایش نیاز جهانی به انرژی‌های پاک و پایدار و کاهش خاموشی‌های گسترده، تولید پراکنده (*DG*) به عنوان یک راهکار جایگزین و مؤثر برای ارتقای عملکرد شبکه‌های توزیع برق مطرح شده است. ادغام واحدهای تولید پراکنده (*DG*) به ویژه منابع انرژی تجدیدپذیر (*RES*) در شبکه‌های توزیع برق، مزایای قابل توجهی را فراهم می‌کند. اما همزمان چالش‌های فنی و حفاظتی پیچیده‌ای را نیز به وجود می‌آورد. تغییر مسیر و میزان جریان توان، دوطرفه شدن جریان، افزایش سطح اتصال کوتاه و ناپایداری ولتاژ و فرکانس از جمله اثرات جانبی این ادغام هستند که عملکرد حفاظتی سنتی را ناکارآمد می‌سازد. برای بهبود عملکرد حفاظتی شبکه‌های توزیع، رویکردهای متنوعی پیشنهاد شده‌اند. این راهکارها امکان سازگاری با شرایط شبکه و انواع منابع *DG* را فراهم می‌کنند و عملکرد حفاظتی را بهبود می‌بخشند. پیاده‌سازی چنین سیستم‌هایی، ضمن تضمین ایمنی و قابلیت اطمینان، مسیر بهره‌برداری پایدار و انعطاف‌پذیر از انرژی‌های تجدیدپذیر را هموار می‌سازد و به توسعه شبکه‌های توزیع فعال نسل آینده کمک می‌کند.

کلید واژه: تولید پراکنده، شبکه‌های توزیع، تجهیزات حفاظتی، انرژی‌های تجدیدپذیر، جریان خطا

مقالات انگلیسی

Unveiling coordination challenges in adaptive distance and overcurrent protection under cyber attacks

Seyed hadi mousavi motlagh
Zanjan Regional Electirc Company (ZREC)
shahid beheshti university
Zanjan, Iran
ha_mousavi@zrec.co.ir

Reza mohammadi
Dept. of electrical Eng
shahid beheshti university
Tehran, Iran re_mohammadi@sbu.ac.ir

Abstract—The increasing deployment of adaptive protection schemes in modern power systems has introduced new vulnerabilities to sophisticated cyber-attacks. Among these, Man-in-the-Middle (MITM) and Distributed Denial of Service (DDoS) attacks targeting relay setting groups pose a critical threat to the proper coordination of distance and overcurrent relays. This paper analyzes the impact of malicious setting group manipulation on relay coordination integrity under MITM scenarios. A typical transmission network is modeled and tested in MATLAB/Simulink to replicate normal and compromised conditions. Simulation results demonstrate that even slight unauthorized modifications in setting groups can lead to significant miscoordination, such as unwanted tripping or failure to isolate faults properly. The findings emphasize the importance of securing setting group management and maintaining robust relay coordination to ensure reliable system protection under emerging cyber threats.

Keywords— relay coordination, adaptive protection, setting group, cyber attack

Single-Terminal Current-Based Protection of Series-Compensated Transmission Lines Using an Adaptive Multi-Neighborhood Energy Operator

Ehsan Akbari

Department of Electrical Engineering,

Mazandaran University of Science and Technology,

Babol, Iran

e.akbari@ustmb.ac.ir

Ehsan Davoudi

Department of Electrical Engineering,

Young Researchers and Elite Club, Bojnourd Branch, Islamic Azad University,

Bojnourd, Iran

ehda_89@yahoo.com

Abstract— This paper introduces an advanced single-terminal, current-based protection scheme for series-compensated transmission lines employing an Adaptive Multi-Neighborhood Energy Operator (AMNEO). The proposed operator extends the conventional energy operator framework (e.g., the Teager–Kaiser Energy Operator) by incorporating a multi-neighborhood structure with adaptive weighting and nonlinear transformation. This enhancement increases sensitivity to instantaneous energy variations, mitigates the influence of measurement noise, and effectively handles signals containing multiple frequency components. By directly processing the three-phase current signals measured at a single terminal, the AMNEO extracts instantaneous energy and phase deviation features for accurate fault detection, classification, and localization, eliminating the need for voltage measurements. The scheme is validated through comprehensive MATLAB/Simulink simulations under diverse operating conditions, including varying fault types, fault locations, compensation levels, line impedances, line lengths, and measurement noise levels. The simulation results confirm that the proposed AMNEO-based method achieves fast and precise fault identification within less than one cycle, while maintaining robustness against noise and compensation-induced distortions. Compared with conventional techniques, the proposed approach demonstrates superior reliability and computational efficiency, rendering it highly suitable for real-time distance protection in modern series-compensated transmission systems.

Keywords— Distance protection, series-compensated transmission line, single-terminal measurement, adaptive multi-neighborhood energy operator (AMNEO).

A Similarity-Based Method for Partial Discharge Localization in High-Voltage Power

1st Majid Jashani

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

majid.jashani@gmail.com

2nd Mehdi Jabareh Nasero

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

Mehd.jabare@shirazu.ac.ir

3rd Mehdi Allahbakhshi

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

allahbakhshi@shirazu.ac.ir

4th Hengameh Chabok

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

hengameh.ch222@gmail.com

Abstract— Partial Discharge (PD) localization in power transmission cables plays a significant role in assessing the cable's insulation condition and preventing unintentional outages, thereby contributing notably to the reliability of the power network. This paper presents a similarity-based approach for localizing PD in high-voltage underground power cables. The proposed method compares the waveform of an unknown PD signal with a set of reference signals injected at known locations along the cable. By evaluating the similarity index between the test signal and reference data, the method estimates the PD location with high accuracy. Simulation results under both noise-free and noisy conditions demonstrate the method's effectiveness in improving localization precision, outperforming traditional techniques such as Time Domain Reflectometry and Phase-Difference methods. The EMTP/ATP electromagnetic transient simulation software and a 20 kV cable model are used for simulation, while MATLAB software is employed for signal processing and result analysis.

Keywords— PD, Power Cables, Similarity Index, Localization

A Fuzzy-Scenario Stochastic Framework for Multi-Objective Resilient Distribution Network Planning

Mohammad Mahdi Kordian Hamedani

Department of Electrical Engineering Islamic Azad University of Hamedan, Hamedan, Iran

mm.kordian@gmail.com

Ebrahim Babaei

Sana Sadeghi

Department of Electrical Engineering Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran

s-sadeghi@tvu.ac.ir

Arshia Afshar

Department of Electrical Engineering Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

a.afshar@alumni.iut.ac.ir

Reza kafili

Department of Electrical Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

reza57.kafili@gmail.com

Abstract— The increasing frequency and severity of extreme weather events demands a shift from reliability-centered to resilience-oriented distribution network design. Traditional planning approaches, relying on deterministic models and single-dimensional metrics, often produce suboptimal configurations under uncertainty. This paper presents a novel integrated framework for the robust design of resilient distribution networks. A fuzzy-scenario stochastic model captures uncertainties in disaster intensity and photovoltaic (PV) generation, while a Composite Resilience Index (CRI) evaluates expected energy not supplied (EENS), distributed generation (DG) availability, and system restoration time. The design problem is formulated as a tri-objective optimization model and solved using an enhanced Harris Hawks Optimization (HHO) algorithm, co-optimizing DG placement, feeder reinforcement, substation upgrades, and switch placement. Simulations on IEEE 33-bus and 69-bus systems demonstrate that the proposed method outperforms conventional NSGA-II, achieving a 12.7% improvement in resilience and an 8.3% reduction in cost on average, with faster convergence and higher solution stability. The framework offers planners a practical tool for optimizing investment and operational resilience in modern distribution networks.

Keywords— Distribution network resilience, uncertainty modeling, fuzzy logic, multi-objective optimization, metaheuristics, Harris Hawks Optimization, distributed generation.

ipaps-00360109

A Fault Detection in Transmission Line Connected to Grid-Forming Inverter Using Variational Mode Decomposition and Chaos Metric

Behrooz Taheri

Department of Electrical Engineering
Qazvin Branch, Islamic Azad University
Qazvin, Iran behrooztaheri1372@gmail.com

Seyed Amir Hosseini

Electrical and Computer Engineering Group
Golpayegan College of Engineering, Isfahan University of
Technology Golpayegan, Iran s.hosseini@iut.ac.ir

Hossein Askarian-Abyaneh

Department of Electrical Engineering,
Amirkabir University of Technology,
Tehran, Iran askarian@aut.ac.ir

Mehdi Mohammadi

Department of Electrical Engineering,
Amirkabir University of Technology,
Tehran, Iran m.mohammadi@aut.ac.ir

Abstract – With the increasing penetration of renewable energy sources and grid-Forming IBRs in power systems, rapid fault detection and classification in the lines connected to these sources is of critical importance. In this paper, a novel protection algorithm based on the combination of Variational Mode Decomposition (VMD) and chaos theory is presented. In this method, the current and voltage signals of each phase are combined before decomposition to include the dynamic and non-linear content of both quantities in a single signal. The combined signal is then decomposed into its intrinsic components by VMD, and the index mode is selected for chaos analysis. Using logistic mapping, the chaos metric for each phase is extracted and compared with predetermined thresholds, leading to fault detection and classification. The studied network is implemented in the PSCAD environment with a Virtual Synchronous Machine (VSM) controller, and the proposed protection algorithm is implemented in MATLAB software. Simulation results show that the proposed algorithm is able to detect and classify single-phase-to-ground, two-phase, two-phase-to-ground, and three-phase faults with high accuracy across different locations and impedances. The combination of VMD and chaos theory increases the sensitivity and accuracy of the algorithm in transient and steady-state network conditions, making this method an effective solution for protecting IBR-based power systems.

Index Terms – Power System Protection; IBR; Grid-Forming; VMD; Chaos Theory

Intelligent Fault Detection in DC Microgrids Integrating EVs and PVs via HHO-LSTM-GRU

Ali Hooshmand

*Graduate of the Department of Electrical Engineering,
Technical University of Braunschweig,
Braunschweig, Germany
hooshmand.r.ali@gmail.com*

Mahdie Hooshmand

*Graduate of the Department of Industrial Engineering,
Iran University of Science and Technology (IUST),
Tehran, Iran*

mahdie.hooshmand62@gmail.com

Mehdi Mohammadi

*Department of Electrical Engineering,
Amirkabir University of Technology,
Tehran, Iran*

m.mohammadi@aut.ac.ir

Behrooz Taheri

*Department of Electrical Engineering
Qazvin Branch, Islamic Azad University
Qazvin, Iran behrooztaheri1372@gmail.com*

Abstract— In this paper, a DC microgrid consisting of electric vehicles (EVs), photovoltaic (PV) units, and a hybrid energy storage system (HESS) is used. To provide a more detailed analysis, a hierarchical control system is also implemented so that the effects of the control system on the proposed algorithm can be examined. To extract the required features, first the voltage and current signals of the DC microgrid are compressed using Compressed Sensing Theory (CST), and then feature extraction is performed. Next, a hybrid deep learning architecture consisting of LSTM-GRU layers is used for fault detection and classification in DC microgrids. To increase the performance and accuracy of the model, the Harris Hawks Optimization (HHO) algorithm is used for optimal feature selection along with tuning the model's hyperparameters. The results show that the proposed model has an accuracy of 99% in fault detection and classification. These results confirm the effectiveness of integrating CST, LSTM-GRU, and HHO methods for intelligent monitoring and protection in DC microgrids.

Keywords— DC microgrid, DC microgrid protection, LSTM-GRU, HHO.

MPC-Based AGC and Tie-Line Control for Power Systems in the Presence of Renewable Energy Sources

Kia Saedifar

Electrical Engineering Department
Amirkabir University of Technology

Tehran, Iran

kiasaedifar@aut.ac.ir

Ali Doust-Mohammadi

Electrical Engineering Department
Amirkabir University of Technology

Tehran, Iran

dad@aut.ac.ir

Abstract— As variable renewable generation becomes more prevalent, the challenge of maintaining real-time control over system frequency and tie-line flows intensifies. This paper proposes an automatic generation control (AGC) scheme based on model predictive control (MPC) that explicitly incorporates tie-line bias control and two distinct time scales for slow conventional generators and fast inverter-based resources. The MPC objective function penalizes Area Control Error (ACE) and tie-line deviations, with hard constraints on frequency, tie-line loading, unit outputs, and ramp rates. Simulation results on a two-area system demonstrate that under realistic disturbances, the proposed AGC significantly outperforms conventional PID-based AGC. It achieves lower mean and peak frequency deviations and maintains tie-line power closer to its scheduled value. The results suggest that the proposed MPC-based two-rate AGC framework could effectively address the critical challenges of frequency and tie-line control in the evolving low-inertia power grid.

Keywords— Automatic Generation Control; Tie-Line; Model Predictive Control; Multiple Interconnected Areas; Inverter-based generation unit.

ipaps-00480277

Identifying unauthorized cryptocurrency mining centers in industrial and agricultural loads using Advanced Measurement Infrastructure (AMI)

Ehsan Aghababagoli

Technical and engineering department

Isfahan Province Electricity Distribution Company

Isfahan, Iran

ehsanbabgoli64@gmail.com

Abstract— Due to the large income of the custodians of unauthorized cryptocurrency mining centers in Iran's electricity distribution networks, this phenomenon has developed among subscribers with cheap electricity tariffs, especially in agricultural and industrial tariffs. Therefore, one of the most important concerns of experts in electricity distribution companies has been the issue of identifying such subscribers. In the early generation of installation and commissioning of these devices, in order to earn more income, the entire demand of industrial or agricultural subscribers was allocated to this issue, which led to the rapid identification of such subscribers. As a result, the tendency to install these devices in electricity subscribers in combination with other industrial and agricultural uses became widespread, so as not to be identified. This article uses the capabilities of smart meters and an algorithm to identify cryptocurrency mining centers in combined loads. In the presented multi-stage process, focusing on the common base load, it first identifies the cryptocurrency mining center with the characteristics of the base load, and in the next stage, by determining the nature of the base load, it judges the presence or absence of mining load in common with the combined load of cryptocurrency and other uses. The results of the simulation of the presented design and field visits to the studied locations indicate 100% accuracy of the presented method.

Keywords— Cryptocurrency mining centers; combined load; smart metering devices; base load

ipaps-00710253

Electricity theft protection plan using Advanced Metering Infrastructure (AMI)

Ehsan Aghababagoli
Technical and engineering department
Isfahan Province Electricity Distribution Company
Isfahan, Iran
ehsanbabgoli64@gmail.com

Abstract— In this paper, a theft alarm scheme based on a smart metering system is presented, based on which theft or destruction of overhead power distribution network facilities, especially wires and transformers, can be detected. This scheme is based on data sent from the Advanced Metering Infrastructure (AMI) at the consumer's location and is based on telecommunication platforms. In this project, by creating the required filters and analyzing the data, the issue of power outages caused by theft or destruction of power facilities is distinguished from other incidents such as power outages caused by transient faults, and by sending timely warnings to the operators of the power company, it protects the power facilities against theft or destruction by thieves. The algorithm presented in this scheme has been simulated in a standard 33-bus IEEE network in MATLAB software. The replication of the simulation results shows the appropriate accuracy of the presented alarm algorithm. Also, since 2021, the described scheme has been implemented within the scope of the Isfahan Province Power Distribution Company, and the results obtained from it show the appropriate accuracy of the presented system.

Keywords— Advanced Metering Infrastructure (AMI), destruction of electrical installations Protection of electrical installations, theft prevention, smart meters

ipaps-00710255

Preventing the theft of distribution transformers using root cause analysis (RCA) and selecting preventive methods using the TOPSIS algorithm

Ehsan Aghababagoli

Technical and engineering department

Isfahan Province Electricity Distribution Company

Isfahan, Iran

ehsanbabgoli64@gmail.com

Abstract— Nowadays, most electricity distribution companies have adopted various methods for preventive measures in the field of transformer theft. This article presents a plan in which preventive solutions are examined using root cause analysis (RCA) while reviewing the situation of transformer theft. In this plan, root causes are examined in three general areas before, during and after the workshop, and we have solved the aforementioned reasons by defining the problem appropriately. In the pre-workshop stage, RCA preliminary analysis was performed on the aforementioned issue, and in the in-workshop stage, theft statistics were extracted, the problem was defined and possible solutions were analyzed. Also, effective methods have been selected using the TOPSIS algorithm, considering the diversity of solutions provided. With the implementation of the aforementioned plan from 2019 to 2021, the theft rate of electrical installations, especially in the transformer area, has decreased significantly in the Isfahan Province Electricity Distribution Company.

Keywords— Province Electricity Distribution Company, root cause analysis (RCA), TOPSIS algorithm, Transformer theft

Hybrid Delay Analysis and Intelligent Anomaly Detection for IEC 61850 GOOSE Traffic in Digital Substations Using Co-Simulation and Deep Learning

1st Hamid Hajirahimi Kashani*

Telecom Dept. of Zima Tarashe Toos

Moham Shargh Holding

Mashhad, Iran h.rahimi@msgroup.ir

2nd Mohsen Attari

Telecom Dept. of Zima Tarashe Toos

Moham Shargh Group

Mashhad, Iran m.attary@msgroup.ir

3rd Farshid Jafari

Telecom Dept. of Dispatching Center

Zanjan Regional Electrical Company

Zanjan, Iran Farshid.jafarii.1998@gmail.com

4th Alireza Shooshtari

Telecom Dept. of Zima Tarashe Toos

Moham Shargh Group

Mashhad, Iran a.shooshtari@msgroup.ir

Abstract— IEC 61850-based digital substations rely on time-critical Generic Object-Oriented Substation Event (GOOSE) messages for protection and interlocking. Ensuring that end-to-end (E2E) delay remains within a few milliseconds under varying load and possible cyber disturbances is essential for dependable operation of distance, differential and breaker-failure protection schemes. This paper proposes a hybrid framework that combines (i) quantitative delay analysis and QoS-aware configuration of GOOSE traffic using a MATLAB–OPNET co-simulation environment, and (ii) intelligent anomaly detection using a two-stage machine-learning architecture. The substation communication network, including process-bus Merging Units (MUs), bay-level IEDs, redundant switches and a station gateway, is modeled as a directed graph, and the E2E delay is decomposed into transmission, propagation, processing and queuing components. A compact parametric model is used to approximate the 99th-percentile delay as a function of link load and QoS configuration. Time-series features derived from simulated delay, jitter and interarrival times are then fed to a hybrid Long Short-Term Memory–Random Forest (LSTM–RF) classifier that distinguishes normal, congestion and cyber-induced delay attack conditions. Numerical results for 20–80% load levels show that enabling VLAN and Priority reduces 99th-percentile GOOSE delay by up to 73% at 80% link utilization and eliminates deadline violations for a 4ms requirement. The proposed LSTM–RF model achieves 97.8% validation accuracy with sub-6ms detection latency. The framework therefore offers both design-time guidance for QoS engineering and a run-time indicator for abnormal network behavior in IEC 61850 digital substations.

Keywords— IEC 61850, GOOSE, Digital Substation, Network Delay, MATLAB–OPNET co-Simulation, QoS, LSTM, Random Forest, Anomaly Detection

Coordinated Reliability-Oriented Smart Distribution Network Expansion Planning with Protection and Automation Functions

Fereshteh Radmand

East Azerbaijan Electric Power Distribution
Co Ahar, Iran f.radmand@eaedc.ir

Javad Farajnia

East Azerbaijan Electric Power Distribution Co

Ahar, Iran

j.farajnia@eaedc.ir

Akbar Broozdan

East Azerbaijan Electric Power Distribution Co

Ahar, Iran a.broozdan@eaedc.ir

Abstract— The optimization of both the economic efficiency and reliability of modern distribution networks is necessary through a combined planning for protection, automation, and reinforcement investments. Conventional cost-based extension strategies frequently do not include functions associated with automation and lack models of profit-driven goals in the regime of deregulated markets. This paper introduces a multi-stage distribution network expansion planning model based on profit, to which the features of Distribution Automation (DA) including AVC and AFM are considered. The issue is cast into a mixed-integer nonlinear model and solved through the developed Dholes-Inspired Optimization (DIO) algorithm, which aims to promote convergence stability and diversity in nine-dimensional search spaces. Numerical results on 24-node test system demonstrated that DIO obtained over 7% saving cost, over 10% higher net profit and more desirable reliability indices in contrast with Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization. Such results present evidence that automation in profit-oriented planning reinforces protection coordination, and favor the generation of intelligent and robust smart grids.

Keywords— Distribution expansion planning; protection and automation; reliability; optimization algorithm; smart grid

ipaps-00860046

Novel Power Swing Detection Method in Power Systems Including High Penetration of Inverter-Based Resources

1st Armin Nuri Imani

*School of ECE, College of Engineering, University of Tehran,
Tehran, Iran*

Armin.Nuri@ut.ac.ir

2nd Reza Bekhradian

*School of ECE, College of Engineering, University of Tehran,
Tehran, Iran*

R.Bekhradian@ut.ac.ir

3rd Majid Sanaye-Pasand

*School of ECE, College of Engineering, University of Tehran,
Tehran, Iran*

MSanaye@ut.ac.ir

Abstract— The growing presence of inverter-based resources (IBRs) in power grids has significantly decreased system inertia and challenged the reliability of traditional power swing detection (PSD) methods. This study presents an innovative technique to distinguish between fault conditions and power swings, enabling quick and dependable PSD in IBR-dominant grids. The proposed algorithm relies on the dynamic behavior of the X/R signal observed by the relay. The effectiveness of this method is tested across various scenarios, including short-circuit faults and load tripping, using PSCAD/EMTDC. The results demonstrate the algorithm's robustness and faster detection abilities compared to conventional PSD methods, providing a reliable solution for modern power systems affected by IBR integration.

Keywords— Distance relay, inverter-based resources (IBRs), power swing, power system protection, renewable energy

A new method for detecting out of step in Generator

Cyrus Ghodrati

Electrical and Computer Engineering Semnan University

Semnan, Iran cyrusghodrati@semnan.ac.ir

Mohsen Niasati

Electrical and Computer Engineering Semnan University

Semnan, Iran [mniasati@semnan.ac.ir](mailto:mnicasati@semnan.ac.ir)

Zahra Moravej

Electrical and Computer Engineering Semnan University

Semnan, Iran zmoravej@semnan.ac.ir

Fatemeh Yaghoobi

Electrical and Computer Engineering Semnan University

Semnan, Iran fatemehyaghoobi@semnan.ac.ir

Abstract— Loss of synchronism in synchronous generators poses severe risks to power system stability and equipment integrity. Conventional impedance-based out-of-step (OOS) relays suffer from delayed response, maloperation during stable swings, and sensitivity to fault resistance and location. This paper proposes a novel hybrid out-of-step detection method for generators that fuses local electrical measurements with physics-based stability criteria and data-driven classification. Out-of-step is a critical condition in network protection. If not properly managed, these phenomena can cause relay misoperations, uncontrolled tripping, and cascading blackouts. This paper provides a tutorial style overview of out-of-step detection and protection methods, combining academic insights and practical relay applications. Traditional approaches such as blinder and dual quadrilateral schemes are reviewed alongside advanced techniques including artificial intelligence methods. A comparative analysis highlights the strengths, limitations, and best applications of each approach. In this paper, a new method for detecting out-of-synchronization is presented using the gradient measurement of the changes in the generator terminal voltage harmonic distortion relative to time changes, which enables the detection of power swings in the network quickly and without the need for other parameters. Case studies modeled in DigSILENT Power Factory validate the performance of out-of-step under twelve scenarios: normal network conditions, normal breaker operation, unstable breaker opening, low voltage and near the high voltage bus short circuit faults cleared at 100 and 300 milliseconds and six other scenarios include clearing the power line fault in 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 and 3 seconds. Results confirm the decisive role of clearing time in system stability and demonstrate the effectiveness of adaptive protection strategies.

Keywords— Power swing; out of step tripping; protection relays; swing center voltage; synchronous generators; protection systems; harmonic distortion;

Short-Circuit Power Prediction in 20kV Distribution Feeders Using Physics-Guided Gradient Boosting Regression

1st Zahra Ghavami

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran zahraghavami13777@gmail.com

2nd Ensiyeh Askari

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran askariensiye8@gmail.com

3rd Mohammad Pourheydari

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran mrezapoorheydari@gmail.com

4th Fatemeh Kordi

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran fkordi73@yahoo.com

5th Ehsan Imani

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran e_imani@nked.co.ir

6th Hakimeh Rezaei

Engineering Department

North Kerman Electricity Distribution Company (NKED)

Kerman, Iran h_rezaei@nked.co.ir

Abstract— Accurate estimation of short-circuit parameters in medium-voltage (MV) distribution feeders is vital for equipment sizing, relay coordination, and system safety. Conventional analytical approaches based on IEC 60909 require complete network data and repetitive numerical calculations, limiting their use for real-time or scenario-based studies. This paper proposes a physics-guided machine learning framework that predicts the initial symmetrical short-circuit current, short-circuit apparent power, and the equivalent Thevenin resistance and reactance along a 20 kV feeder using only two inputs: distance from the substation and conductor type. The training dataset was generated from a real operational feeder modeled in DIgSILENT PowerFactory under IEC 60909 conditions. Each target quantity was learned using a family of monotonic gradient-boosting regressors, and the optimal model was selected by cross-validated error minimization. The proposed model achieved 99% accuracy and mean absolute percentage error below 1 % for most outputs, while strictly preserving physical monotonic trends. The results demonstrate that a physics-aware gradient-boosting surrogate can reproduce analytical short-circuit behavior with millisecond inference time, supporting digital-twin and protection-engineering applications.

Keywords— Short-Circuit Current, Gradient Boosting Regression, Short-Circuit Power, Machine Learning, distribution feeders

Challenges of Practical Measurement of Fault Loop Impedance and Prospective Short-Circuit Currents in Low-Voltage Grids Containing Photovoltaic Systems

Reza Looliaei

*Dept of Electrical and Computer Engineering
Graduate University of Advanced Technology*

Kerman, Iran

Rezalooliaei.edu@yahoo.com

Roohollah fadaeinedjad

*Dept of Electrical and Computer Engineering
Graduate University of Advanced Technology*

Kerman, Iran

rfadaein@kgut.ac.ir

Abstract— This paper investigates the practical challenges of measuring fault loop impedance and prospective short-circuit currents in low-voltage grids containing photovoltaic (PV) systems. Field measurements were conducted on a 10 kW grid-connected PV installation using a multifunction tester named Kyoritsu to evaluate phase-neutral and phase-earth loop impedances and corresponding PSC/PFC (Prospective short circuit)/(Prospective fault current) values at near and far points of the grid. The results show that while conventional grid sections exhibit consistent short-circuit behavior, inverter-based sections do not demonstrate a measurable increase in fault current despite the presence of additional generation sources. This behavior is attributed to inverter current-limiting control and the inherent limitations of impedance-based measurement methods. The study highlights that conventional loop impedance testing may lead to misleading conclusions in PV-dominated low-voltage grids and should be applied with caution.

Keywords— Short-circuit, Low-voltage Grids, Photovoltaic, MultiMeter

Enhancing Transformer Differential Protection through Phasor-Based CT Saturation Detection

Sina Jani-Roshan

*Department of Electrical and Computer Engineering
University of Science and Technology of Mazandaran*

Behshahr, Iran

s.janiroshan@mazust.ac.ir

Mohammad Gholami

*Department of Electrical and Computer Engineering
University of Science and Technology of Mazandaran*

Behshahr, Iran

gholami@mazust.ac.ir

Nabiollah Ramezani

*Department of Electrical and Computer Engineering
University of Science and Technology of Mazandaran*

Behshahr, Iran

ramezani@mazust.ac.ir

Abstract— Current transformer (CT) saturation is a major challenge that threatens the reliability of transformer differential protection, leading to false tripping during external faults or delayed operation during internal faults. This paper presents a simple and computationally efficient algorithm for CT saturation detection and fault discrimination. The method employs the magnitude of three-phase currents on both sides of the transformer to compute a moving average and identify disturbances when differential current deviations exceed a predefined threshold. Once a disturbance is detected, the normalized phasors of the corresponding phase currents are obtained and used to define a novel Transformer Current Ratio (TCR) index. The TCR behavior in the complex plane enables accurate distinction between internal and external faults. CT saturation is further detected when the TCR magnitude deviates from its nominal range. The proposed logic ensures blocking of the differential relay during CT saturation caused by external faults while maintaining fast tripping for internal faults. The algorithm was developed and tested in MATLAB on a 230 kV/109.8 kV power transformer under various fault and saturation scenarios. Simulation results confirm the accuracy, robustness, and low computational burden of the proposed method, making it suitable for real-time implementation in practical differential protection systems.

Keywords— power transformer protection, CT saturation, differential relay, fault detection.

Artificial intelligence strategy in protecting advanced power systems in the presence of IBR – A Review

Maryam Ahmadi
Tavanir Company

Tehran, Iran
maryam.ahmadi@tavanir.org.ir

Hossein Askarian-Abyaneh
Department of Electrical Engineering

Amirkabir University of Technology
Tehran, Iran
askarian@aut.ac.ir

Mojtaba Alirezapour
Tavanir Company
Tehran, Iran
m.alirezapour@tavanir.org.ir

Abstract— Artificial Intelligence (AI) plays a key role in improving the reliability and adaptability of protection systems in modern power grids. The high penetration of inverter-based Distributed Energy Resources (DERs) in transmission and distribution networks creates challenges for traditional protection methods, such as non-linearity, uncertainty, and rapid operating changes, which reduce accuracy, speed, and robustness. This paper reviews AI-based techniques for fault detection, classification, location, and adaptive protection, evaluating Machine Learning, Deep Learning, and Reinforcement Learning algorithms. Hybrid models that combine wavelet transforms, CNN/LSTM architectures, and optimization methods offer higher accuracy, faster decisions, and better performance under challenging conditions. Key challenges, including data dependency, model generalization, computational limits, and cyber-physical risks, are also discussed. In conclusion, AI-enabled protection, supported by advanced sensing and communication systems, provides a promising path to resilient and adaptive smart grids.

Keywords— Artificial Intelligence in Power Systems, Adaptive Protection, Fault Detection and Classification, Deep Learning for Power Systems, Inverter-Based Resources (IBRs).

Evaluating Efficiency of Reliability-Centered Maintenance Strategy for distribution transformers Regarding relay Considerations

Mohsen Kojury-Naftchali

Mazandaran Electricity Distribution Network

Kojury.savadkoohnaft@gmail.com

Sari, Mazandaran

Abdollah Hossein Zadeh

Mazandaran Electricity Distribution Network

Sari, Mazandaran

Mohammad Shams Talooki

Mazandaran Electricity Distribution Network

Sari, mazandaran

Abstract— In this paper, operational experience of Mazandaran Electric Power Distribution Company in applying Reliability-Centered Maintenance (RCM) for 630 kVA transformer is described in which, relay maintenance is regarded as protection device. Given the sensitivity and criticality of various equipment in the network, as well as the damage that is caused to the network by the failure of this equipment, various strategies are considered for maintaining this equipment. Therefore, based on the studies conducted, 630 KVA transformers were identified as important equipment, and inspection checklists as well as appropriate tasks were determined to monitor their conditions at specific time intervals. For this purpose, various operational states as well as equipment failure were examined and the consequences and results of the occurrence of each of the transformer failure states were also analyzed. Due to the existence of various time intervals for some tasks and inspections, a three-year period was considered in this study to examine the effectiveness of the selected maintenance strategy, and monitoring of indicators such as failure rate, reliability and maintainability was included in the agenda to monitor the equipment conditions. The trend of changing indicators indicates the efficiency of the applied method and, at the same time, it also carries corrective points to improve the inspection process and equipment inspection parameters at appropriate time periods.

Keywords— distribution transformer, protection, reliability-centered maintenance (RCM)

ipaps-01260214

Optimal Method to Determine the Automation Intensity Level According to the Conditions and Characteristics of the Distribution Network

Mohsen Kojury-Naftchali
Mazandaran Electricity Distribution Network
Kojury.savadkoohnaft@gmail.com
Sari, Mazandaran

Abstract— In this paper, a method is proposed to determine the optimal automation intensity level (OAIL) in the distribution network. In this way, while providing a definition of automation intensity level, by performing the key placement operation in the network in the form of different scenarios, the corresponding reliability and automation intensity indices are calculated. Given that the level of automation intensity in the distribution network is determined by control equipment such as remotely disconnectable and non-disconnectable switches, to calculate the optimal value of this index, the approach adopted must also be based on reaching certain values of reliability indices. For this purpose, the proposed method in this paper is implemented on bus number 4 of the roy-Bilinton test network and using optimization algorithms, optimal locations for installing switches for different scenarios have been determined.

Keywords— Distribution automation, automation level intensity, automatic switches, non-automatic switches

ipaps-01260215

Optimal adaptive protection scheme for microgrids using smart selection of relay tripping characteristics, considering different configurations and modes

Abdolreza Gholipour

Great Tehran Electric Distribution Company

Shahed University, Faculty of Engineering

Tehran, Iran

arezagholipour@gmail.com

Mahdi Akhbari

Shahed University, Faculty of Engineering

Tehran, Iran

akhbari@shahed.at.ir

Abstract— Due to the presence of distributed energy sources (RESs) in the microgrid, the protection of these networks is more complicated than the classic distribution networks with classic synchronous generators (CSGs). Specially the effects of RESs which are often connected to the network by inverters, should be carefully considered in the microgrid protection schemes. Because the contribution of inverter-based distributed generators (IBDGs) in short-circuit current is much less rather than CSGs, and detection of fault current by relays becomes very important in the presence of this type of DGs. Any change in the grid topology, changes load flow and short-circuit currents level and invalidates the previous protection coordination in the Microgrid. Therefore, above mentioned items should be studied and considered in the formulation and development of protection plans to achieve a protection scheme with the highest reliability. In this paper, an adaptive protection coordination scheme is proposed and its performance is tested in IEEE 30 bus system as a looped Microgrid. The results of the simulations show that the proposed protection scheme is suitable for different configurations in the Microgrid. Power flow and short circuit studies are performed in DIgSILENT, followed by obtaining the optimal settings of relays using GAMS.

Keywords— Looped Microgrid, Adaptive Protection, Renewable Energy Resource, Dual Setting Over Current Relay, N-1 Contingency

Nonlinear Control Strategy for a Hybrid AC/DC Microgrid Using Lyapunov Stability Theory

Yaser Toghani Holari

Department of Electrical Engineering, University of Kashan, Kashan, Iran

Yaser.toghani@grad.kashanu.ac.ir

Milad Moafi

Department of Electrical Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Moafi_milad@yahoo.com

Farhad Zishan

Department of Electrical Engineering, University of Sahand, Tabriz, Iran

f_zishan99@sut.ac.ir

Seyed Abbas Taher

Department of Electrical Engineering, University of Kashan, Kashan, Iran

Sataher@kashanu.ac.ir

Abstract— This paper introduces an advanced nonlinear control framework for a hybrid AC/DC microgrid integrating wind and photovoltaic (PV) energy sources. The proposed method, developed based on Lyapunov stability theory, ensures robust and stable operation under dynamic conditions. A DC/AC converter coupled to the DC bus delivers both active and reactive power to maintain regulated voltage profiles at the point of common coupling (PCC). To reinforce voltage stability, coordinated multi loop control structures are implemented across all converter stages to handle DC link voltage variations in real time. The key contribution lies in the design of the bidirectional DC/DC converter associated with the lithium battery (LB) storage system, which synergistically interacts with the inverter control variables. Extensive simulation studies performed in MATLAB/SIMULINK confirm that the proposed strategy achieves precise DC link voltage regulation, dynamic power sharing balance, and enhanced grid voltage performance.

Keywords— Hybrid microgrid, nonlinear control, Lyapunov theory, DC/DC and DC/AC converters, DC link voltage.

ipaps-01340262

Charge or Discharge Cycle Signatures for RUL-based Protection of Lithium-Ion Battery Packs

Omid Hosseini

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran omidhsn@hafez.shirazu.ac.ir

Alireza Shokripour

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran a.r.shokripour@gmail.com

Teymoor Ghanbari

School of Advanced Technologies

Shiraz University

Shiraz, Iran ghanbarih@shirazu.ac.ir

Ebrahim Farjah

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran farjah@shirazu.ac.ir

Abstract— The increasing trend of renewable generation has led to an enormous growth in batteries. Accurate prediction of Remaining Useful Life (RUL), in energy system storage, is essential not only to maintain the energy storage reliability but also to protect the battery packs from early aging and thermal runaways. In this paper, a data-driven method using the NASA battery aging tests dataset is suggested for prediction of the RUL. Also, the charge and discharge data are assessed from informative signatures aspect for learning a neural network to predict the RUL. The results confirmed that the discharge signatures with RMSE of 2.2% are more informative than the charge ones.

Keywords— Lithium-ion batteries, Neural network, Remaining useful life prediction

ipaps-01390136

Fault Diagnosis in PV Systems Using Multiresolution Signal Decomposition and Decision Tree

Matin Bahrami

Department of Electrical Engineering,
Faculty of Engineering
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran
matin.bahrami@mail.um.ac.ir

Javad Sadeh*

Department of Electrical Engineering,
Faculty of Engineering
Ferdowsi University of Mashhad
Mashhad, Iran
sadeh@um.ac.ir

Abstract— This paper presents a simple yet highly accurate method for classification of three PV faults— Partial Shading (PS), Line-to-Line (LL), and Open-Circuit (OC). Each of these faults requires different maintenance strategies. While PS faults typically self-resolve without human actions, LL and OC faults can cause permanent damage if not addressed promptly. The proposed method begins by generating residual voltage and current signals through subtraction of the expected output calculated from a reference module under normal operating conditions. This removes the effect of natural irradiation changes. After that, an adaptive Discrete Wavelet Transform (DWT) (db4, level 5) eliminates measurement noise using an energy-based threshold. This threshold is calculated from D1 coefficients, preserving genuine fault transients regardless of noise level. From the denoised residuals, 36 features (12 time-domain and 24 time-frequency) are extracted, and the five most discriminative features are selected using one-way ANOVA ($p < 0.001$), which are fed to a machine learning method, a decision tree classifier. The resulting model uses only four decision nodes and achieves 100 % accuracy on training scenarios and 98.44 % accuracy on unseen test data. This white-box machine learning has low computational burden and full interpretability. Therefore, when a misclassification occurs, its cause can be traced and the model improved, which is crucial for protection tasks..

Keywords— Fault Classification, Photovoltaic Systems, Machine Learning, Decision Tree, Wavelet Transform

ipaps-01430111

Consensus-Based Fault Location in DC Microgrids using Random Forest-Based Feature Selection and Neural Networks

Matin Bahrami

Department of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering

Ferdowsi University of Mashhad

Mashhad, Iran matin.bahrami@mail.um.ac.ir

Mohammadreza Mohammadhasani

Department of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering

Ferdowsi University of Mashhad

Mashhad, Iran mohammadhasani@mail.um.ac.ir

Javad Sadeh*

Department of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering

Ferdowsi University of Mashhad

Mashhad, Iran sadeh@um.ac.ir

Abstract— DC microgrids are widely used in sensitive applications where fast and accurate protection is essential. Many existing studies focus on detecting short-circuit faults and identifying the faulty line, but in practice this is not enough. For effective repair and minimal downtime, the exact fault location along the line must also be determined. This paper presents a data-driven method for fault location in a bipolar DC microgrid. The faulty line is assumed to be known, and the method does not require the fault type. Voltage and current signals measured at each bus are used to extract time-domain and time-frequency features using wavelet transform. After extracting various features, a random forest-based feature selection method is used to identify the most useful features, and for each bus–line pair, a regression neural network is employed to estimate the exact fault location as a percentage of the faulted line length. To achieve the highest possible accuracy, the models are trained using 14 different training algorithms combined with three data normalization algorithms (no normalization, Min-Max scaling, and Z-score standardization), and the best-performing combination is selected for each scenario. Finally, a scoring-based consensus combines the individual estimates into a single, more accurate value. Simulation results across various fault locations and fault resistances show that the proposed scheme achieves low location error and improved robustness compared with single-device estimation, with an overall RMSE of about 1.38%.

Keywords— DC microgrid, fault location, short-circuit fault, random forest, neural network, wavelet transform, consensus.

Improving Fault Detection in Hybrid Microgrids Through AI-Based Algorithms

Abolfazl Hadadi

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran
hadadi@aut.ac.ir

Mohammad Javad Jalilian

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran
jalilian@aut.ac.ir

Behrooz Vahidi

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran
vahidi@aut.ac.ir

Gholam Hossein Riahy Dehkordi

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran
gholam@aut.ac.ir

Abstract— Modern distribution microgrids integrate extensive power-electronic converters, renewable sources, and energy storage systems, which increases their sensitivity to electrical faults and complicates protection design. This study develops and evaluates an intelligent fault-detection scheme for a hybrid AC/DC 14-bus microgrid with photovoltaic generation, battery energy storage, and mixed linear, nonlinear, and unbalanced loads. The proposed method uses machine-learning algorithms applied to features extracted from local voltage and current signals to identify fault conditions. The algorithm is tested on simulation data under various operating scenarios and fault types. The results indicate fast and accurate fault detection with an appropriate protective response for the studied microgrid.

Keywords— Microgrid Protection, Hybrid AC/DC Microgrid, Machine Learning, Fault Detection, Artificial Intelligence.

A Hybrid Deep Learning Framework for Short-Term Electrical Load Demand Prediction

Mohammad Reza Seidi

Electrical Engineering Department

Shiraz University of Technology

Shiraz, Iran

seidimohammadreza64@gmail.com

Abdollah Kavousi Fard

Electrical Engineering Department

Shiraz University of Technology

Shiraz, Iran

kavousi@sutech.ac.ir

Abstract— This paper introduces a three-stage hybrid deep learning framework designed to enhance short-term electrical load demand prediction accuracy. In the first stage, a bidirectional long short-term memory (BiLSTM) network equipped with an attention mechanism is employed to extract deep temporal representations from historical load data. In the second stage, a support vector regression (SVR) model is trained on the prediction residuals of the BiLSTM to specifically correct systematic errors and capture unmodeled nonlinear patterns, thereby refining the forecast. The final stage integrates a dynamic fusion network that adaptively assigns weighting coefficients to the preliminary and SVR-corrected outputs, generating a robust and balanced final prediction. The forecasting capability of the proposed model is further strengthened through effective feature engineering, including cyclical time encoding and statistical lag features. The framework was evaluated using hourly data from the Austrian National Electricity Consumption dataset (ENTSO-E, 2015–2020). The model was trained on data from 2015 to 2019 and tested out-of-sample on 2020 data. Overall, the proposed architecture confirms its high-precision forecasting capability and establishes its practical applicability for real-world smart grid operations.

Keywords— Electrical load forecasting, Hybrid deep learning, Bidirectional LSTM, Attention mechanism, Support vector regression (SVR), Dynamic fusion.

Dynamic Loading and Temperature Estimation of Transformers in Distribution Automation

1st Alireza Ghasemloo

Energy engineering

Sharif university of technology

Tehran, Iran

alireza_ghasemloo@energy.sharif.edu

2nd Reza Mohammadi

Electrical engineering (control and power)

Shahid Beheshti University

Tehran, Iran

re_mohammadi@sbu.ac.ir

Abstract— Accurate assessment of transformer thermal behavior has become increasingly necessary as modern distribution networks experience greater load variability and stricter reliability requirements. In this context, dynamic loading plays an important role by allowing controlled overloads while keeping temperatures within acceptable limits. This study applies an IEEE-based dynamic thermal model, along with a practical MATLAB implementation, to estimate hot-spot temperature and insulation aging under three operating strategies: unconstrained loading, fixed current limiting, and dynamic loading. The method provides a systematic framework for evaluating how operational constraints affect thermal performance and insulation stress. The results show that dynamic loading offers a balanced compromise between transformer utilization and insulation preservation, making it a favorable operating strategy.

Keywords— Transformer thermal modeling, dynamic loading, hot-spot temperature, insulation aging, IEEE C57.91, loss of life

ipaps-01600121

Hierarchical AI-Driven Energy Management Architecture for Smart Distribution Networks: A Framework for Iran's Power Grid Modernization

Majid Karimian Jozan

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran first.karimianmajid@gmail.com
Mohammad Hassan Nazari

Smart Control Systems Department

Niroo Research Institute (NRI)

Tehran, Iran third.mhnazari@nri.ac.ir

Mahdi Salay Naderi

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic)
Tehran, Iran second.mehdi.salaynaderi@yahoo.com

Abstract— Iran's power distribution network faces unprecedented challenges with 95 GW installed capacity predominantly reliant on fossil fuels, amid ambitious renewable energy targets of 30 GW by 2030. This paper presents a comprehensive hierarchical artificial intelligence-driven energy management system (AI-EMS) architecture specifically designed for Iran's smart grid modernization initiatives. The proposed three-tier framework integrates advanced machine learning techniques across tertiary economic optimization, secondary voltage-frequency restoration, and primary real-time control layers. We systematically analyze the evolution from conventional SCADA-based systems to intelligent autonomous platforms, emphasizing deep learning forecasting, reinforcement learning control, and distributed optimization algorithms. The architecture addresses critical challenges including high renewable penetration, voltage regulation in Tehran's 22 kV distribution network, power quality deterioration, and cybersecurity threats. Performance evaluation demonstrates 23% reduction in operational costs, 18% improvement in voltage profile, and 31% enhancement in renewable hosting capacity compared to conventional centralized approaches. The framework aligns with Iran's smart grid roadmap (FAHAM program) and provides practical implementation guidelines for the country's 38 regional distribution companies managing 85,000 MW generation capacity. This work contributes to advancing AI applications in power systems while addressing specific technical, economic, and regulatory constraints of developing power infrastructure.

Keywords— Hierarchical control, artificial intelligence, energy management system, smart grid, distribution network, machine learning, Iran power grid, renewable integration, voltage control.

Detection of Broken Neutral in 3-Phase 4-Wire Distribution Network using neural network

Zeinab Taghiloo
Faculty of Electrical Engineering
Shahid Beheshti University (SBU)
Tehran, Iran
ze.taghiloo@mail.sbu.ac.ir

Reza Mohammadi*
Faculty of Electrical Engineering
Shahid Beheshti University (SBU)
Tehran, Iran
re_mohammadi@sbu.ac.ir

Mohammad Javadian*
Faculty of Electrical Engineering
Shahid Beheshti University (SBU)
Tehran, Iran
doctorjavadian@gmail.com

Abstract— Broken neutral faults in three-phase four-wire distribution networks present serious safety hazards and can result in voltage imbalance, equipment damage, and power quality degradation. Most existing detection methods require voltage measurements at multiple points or depend on specific network topologies, which limits their practical application. This paper introduces a neural network-based detection scheme that relies solely on phase and neutral current measurements at a single point (the feeder head). We propose a topology-independent normalized feature using the ratio of neutral current variation to total phase current variation. Two separate neural network models were developed: one for fault detection and classification (achieving 98% accuracy), and another for fault location estimation (achieving 92% accuracy across 13 network sections). The models were trained and validated using 5,000 simulated scenarios that cover diverse fault conditions, load patterns, and network configurations on a modified IEEE 13-bus test system. The main advantage of this approach is its simplicity—it eliminates the need for voltage sensors or distributed measurement infrastructure while maintaining high detection accuracy. Results demonstrate that the method performs reliably under varying load conditions and remains effective regardless of network topology, making it suitable for practical deployment in modern distribution systems and smart grid applications.

Keywords— Artificial Neural Networks (ANN), Broken Neutral Fault (BNF), Fault Detection, Fault Location, Low-Voltage Distribution Networks)

An Inverse-Time Hybrid Characteristic Design for Communicationless Overcurrent Relay Coordination in Microgrids

Mehran Abdi

Department of Electrical Engineering

University Of Shahid Beheshti (SBU)

Tehran, Iran

Mehran.abdi9574@gmail.com

Reza Mohammadi

Department of Electrical Engineering

Associate Professor Of Shahid Beheshti (SBU)

Tehran, Iran

re_mohammadi@sbu.ac.ir

Abstract— Microgrids present considerable challenges for conventional protection systems due to the significant variations in fault current levels between grid-connected and islanded modes. To overcome this issue, this paper introduces an innovative inverse-time characteristic that leverages both current and voltage signals. The core of this characteristic lies in the integration of an exponential term, which depends on the fault current, and a logarithmic term, which depends on the voltage. This combination significantly enhances the relay's sensitivity to various fault conditions. It allows for faster and more accurate fault detection without relying on costly communication infrastructure or the need for dynamic setting updates. The optimal parameters for this characteristic are determined using an efficient hybrid approach combining Genetic Algorithm and Linear Programming. This characteristic effectively achieves two opposing objectives: minimizing relay operating time while maintaining full coordination between all primary and backup relays, regardless of the microgrids operating mode (grid-connected or islanded). Simulations conducted on a real 18-bus microgrid show that this method significantly reduces the total relay operating time when compared to the standard IEC characteristic, while ensuring complete coordination between primary and backup relays across all operational scenarios.

Keywords— Overcurrent relays, microgrid, Genetic Algorithm and Linear Programming, current–time–voltage characteristic, communicationless protection

A Data-Driven Approach for Generating Synthetic Load Profiles in Solar-Rich Microgrids Using Recurrent Generative Adversarial Networks

Najmeh khalifeh

Department of Electrical Engineering, Marv. C., Islamic Azad University, Marvdasht, Iran

Khalife.najme@yahoo.com

Elham Bahmani

Department of Electrical Engineering, Marv. C., Islamic Azad University,

Marvdasht, Iran

2430249162@iau.ir

Mozhde Heydarianasl

Department of Electrical Engineering, Bu.C., Islamic Azad University,

Bushehr, Iran

heydarianasl@iau.ac.ir

Abstract— The integration of solar PV systems within microgrids presents important variability in power generation, making accurate load profiling vital for stable operation and optimal storage sizing. However, acquiring long-term, high-resolution load data remains a major challenge in remote or new installations. This research paper addresses this data shortage by developing and evaluating four generative methods—Recurrent Generative Adversarial Network (R-GAN), Variational Autoencoder (VAE), ARIMA, and Statistical Sampling—for synthesizing realistic 24-hour load profiles using a real-world solar microgrid dataset. Comprehensive evaluation metrics, including Wasserstein distance, Jensen-Shannon divergence, and autocorrelation, demonstrate that R-GAN outperforms all benchmark approaches with a Wasserstein distance of 4.97, followed by VAE (7.19), Statistical Sampling (8.58), and ARIMA (11.73). Especially, R-GAN excels in preserving temporal dynamics, achieving near-perfect autocorrelation (0.9994), which is critical for microgrid energy management and storage scheduling. This work provides a practical tool for microgrid planners to simulate diverse operational situations, enabling strong design and improved economic feasibility of solar-dominated power systems.

Keywords— solar microgrid, generative adversarial network, synthetic data, load profile, photovoltaic integration, energy management, comparative analysis.

Hybrid EMD-HT and Adaptive Kalman-Simplex Framework for DC-Offset Compensation and CT Saturation Correction in Distance Protection Schemes

Milad Samady Shadlu

Faculty of Electrical & Computer Engineering, Semnan University,
Semnan, Iran

m.samady@semnan.ac.ir

Zahra Moravej

Faculty of Electrical & Computer Engineering, Semnan University,

Semnan, Iran

zmoravej@semnan.ac.ir

Abstract— Current transformer (CT) saturation and DC-offset components can severely distort secondary current waveforms during faults or heavy-burden conditions, potentially leading to maloperation or delayed operation of distance protection relays. This paper proposes a hybrid signal-processing framework for fast and accurate DC-offset removal and sinusoidal current reconstruction under both fault and non-fault saturation scenarios. The method integrates Empirical Mode Decomposition (EMD) and Hilbert Transform (HT) with an adaptive Kalman filter (AKF) and a nonlinear Nelder-Mead (Simplex) curve-fitting algorithm. EMD-HT isolates low-frequency and DC components, while the AKF estimates the dynamic parameters of the decaying DC-offset in real time using only a few post-fault samples. The Simplex-based fitting further refines these parameters to reconstruct the ideal sinusoidal waveform. Validation under multiple scenarios—including faults with and without CT saturation, and non-fault saturation from increased CT burden—demonstrates high accuracy in DC-offset removal and waveform reconstruction, providing reliable, fast-available current signals for distance protection even under severe saturation.

Keywords— Current transformer saturation, DC-offset removal, Empirical Mode Decomposition-Hilbert transform (EMD-HT), Adaptive Kalman filter, Distance protection..

ipaps-01770139

Multi-Parameter Estimation of Lightning Surge Characteristics Using Legendre Transform-Based Feature Extraction and ANFIS Framework

Milad Samady Shadlu

*Faculty of Electrical & Computer Engineering, Semnan University,
Semnan, Iran*

m.samady@semnan.ac.ir

Zahra Moravej

*Faculty of Electrical & Computer Engineering, Semnan University,
Semnan, Iran*

zmoravej@semnan.ac.ir

Abstract— Accurate estimation of lightning surge characteristics is crucial for the reliable design and protection of power system equipment. This study presents an artificial intelligence-based framework capable of simultaneously estimating the current, voltage, equivalent resistance, and transferred energy of lightning surges. Nonlinear and temporal features are extracted from surge current and tower voltage signals using a Legendre transform-based feature extraction model. These features are then used to train two independent adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFISs)—one for voltage estimation and the other for current estimation. Accurate predictions of current and voltage further enable the determination of the lightning channel's equivalent resistance and associated energy. The proposed method is validated through simulated lightning scenarios with varying peak surge currents and arrester resistances. The results show that the Legendre-ANFIS framework achieves high estimation accuracy, with root-mean-square errors (RMSEs) below 3% for both current and voltage. Moreover, a comparative study with existing methods in the literature confirms the superior performance of the proposed approach in terms of surge current estimation error.

Keywords— Legendre transform, Lightning parameter estimation, ANFIS, Feature extraction, Surge current, Transferred energy.

Fast Model-Based Transformer Protection: A Multiple Linear Model-Based Algorithm

Saeed Nikbakhsh Jahromi

Department of Electrical Engineering

Sharif University of Technology

Tehran, Iran

saeed.nikbakhsh@ee.sharif.edu

Ehsan Hajipour

Department of Electrical Engineering

Sharif University of Technology

Tehran, Iran

e_hajipour@sharif.edu

Mehdi Ehsan

Department of Electrical Engineering

Sharif University of Technology

Tehran, Iran

ehsan@sharif.edu

Abstract— Model-based algorithms have been introduced as a practical solution for transformer protection. Compared with conventional protection functions, these methods provide more secure and dependable performance under challenging network conditions, although their high computational burden remains a limitation. This paper presents a fast model-based algorithm that not only requires lower computational burden compared with existing model-based algorithms, but also delivers comparable effectiveness. The proposed approach uses multiple linear models (MLMs) to approximate the nonlinear magnetizing characteristic of the transformer core. By replacing a single nonlinear model with several linear models, the computational burden is reduced while maintaining modeling accuracy. Simulation results have been employed to show the effectiveness of the proposed algorithm.

Keywords— Model-based algorithms, protection, state estimation, transformers.

Comprehensive MPC Framework Automation-Driven Reconfiguration and Dynamic Day-Ahead Scheduling of Multi- Microgrids in Distribution Systems

Shayan Hosseini

Department of Electrical Engineering

Science and Research Branch

Islamic Azad University

Tehran, Iran

shayan.hosseini@srbiau.ac.ir

Gevork B. Gharehpetian

Department of Electrical Engineering

Amirkabir University of Technology

Tehran, Iran

grptian@aut.ac.ir

Seyed Babak Mozafari

Department of Electrical Engineering

Science and Research Branch

Islamic Azad University

Tehran, Iran

mozafari@srbiau.ac.ir

Mehrnoosh Vatani

Department of Electrical Engineering

Science and Research Branch

Islamic Azad University

Tehran, Iran

m.vatani@iaiu.ac.ir

Abstract— This paper presents an automated comprehensive model predictive control (MPC) framework for the optimal reconfiguration and 24-hour dynamic scheduling of multi-microgrids (MMGs) in distribution systems. The proposed method integrates tie-switch operation, predictive scheduling of distributed energy resources (DERs), and DistFlow-based optimal power flow (OPF) formulations to minimize system losses, improve reliability, and enhance operational flexibility. The modified IEEE 33-bus radial distribution system is adapted to include multiple interacting microgrids with renewable energy sources, battery energy storage systems (BESS), microturbines (MTs) and controllable loads. The framework automates switching actions using a hybrid optimization approach that combines OPF with mixed-integer non-linear programming (MINLP) for network topology decisions. The method incorporates tie-switch control, distributed energy resources (DERs), demand response (DR) programs, and stochastic/robust MPC to handle uncertainties in renewable generation and loads. Simulation results demonstrate significant reductions in real power losses, improved voltage profiles, and more efficient DER coordination across a 24-hour horizon.

Keywords— Automation, tie switches, reconfiguration, dynamic scheduling, multi-microgrids, DistFlow-based optimal power flow

Transformer turn-to-turn fault detection during inrush current and CT saturation based on fault-related incremental currents

Pooriya Rashidi

Department of Electrical Engineering

Faculty of engineering

Ferdowsi University of Mashhad

Mashhad, Iran

pooriya.rashidi@mail.um.ac.ir

Javad Sadeh

Department of Electrical Engineering

Faculty of engineering

Ferdowsi University of Mashhad

Mashhad, Iran

sadeh@um.ac.ir

Abstract— Power transformers are among the most vital components of electrical power systems. Outage of a transformer can isolate a portion of the power network and disrupt the transmission of electrical energy. Moreover, the high cost of maintenance and replacement further emphasizes the necessity of reliable protection schemes. Among various transformer faults, the turn-to-turn fault in the winding is one of the most destructive types. It typically initiates between two adjacent turns and rapidly propagates to neighboring turns. If not detected in its early stages, it can cause severe and irreversible damage to the transformer. Conventional differential relays, designed to detect such faults, often lack the required sensitivity for identifying them at their early stage. Furthermore, during inrush current and current transformer (CT) saturation, differential protection is usually blocked to prevent false tripping, leaving the transformer momentarily unprotected. In this paper, a new method is proposed for the early detection of inter-turn faults even under inrush current and CT saturation conditions. The approach is based on analyzing the primary, secondary, and differential currents, as well as their rate of change. By examining the derivative of the differential current, the onset of an inter-turn short-circuit fault can be accurately detected. The proposed technique has been modeled and tested using the MATLAB/Simulink to evaluate its performance. The simulation results confirm the effectiveness and robustness of the proposed method in detecting inter-turn short-circuit faults in power transformer windings.

Keywords— Power transformer protection, Turn-to-turn fault Inrush current, Current transformer saturation

AeroFormer: Lightweight Autoencoder-Augmented Transformer for High-Accuracy Electricity Load Forecasting

Masoud Kargar

Department of Computer Engineering, Ta.C.

Islamic Azad University

Tabriz, Iran kargar@iau.ac.ir

Sondos Ardebili

Department of Computer Engineering, Ta.C.

Islamic Azad University

Tabriz, Iran sondos.ardebili@iau.ir

Shahin Sharbaf Movassaghpour

Department of Computer Engineering, Ta.C.

Islamic Azad University

Tabriz, Iran sh.movassaghpour@iau.ac.ir

Abstract— Accurate hourly load forecasting is a fundamental requirement for power-grid management and operational planning. However, nonlinear fluctuations, multiscale periodic patterns, and environmental noise make the forecasting process highly challenging. This paper introduces a novel hybrid framework combining an LSTM autoencoder with a Transformer-based encoder and an LSTM decoder. The framework is designed to extract compact latent representations and model long-range dependencies, thereby significantly enhancing predictive accuracy. In the first stage, the LSTM autoencoder performs unsupervised compression of multivariate temporal features and generates representations robust to noise. These representations are subsequently enriched with sinusoidal positional encoding and fed into a Transformer encoder to capture long distance relationships and intricate patterns within the electrical load. For forecasting power load, an LSTM decoder with autoregressive prediction and teacher forcing is used. The proposed model was evaluated on the public PJM dataset covering ten regions from 2002 to 2018. The results indicate that the proposed approach significantly improves RMSE, MAE, and CV-RMSE compared to conventional methods, while demonstrating strong capability in capturing real load variations and patterns. Although it has high accuracy and robust performance, the model remains lightweight, fast, and energy-efficient, with only 8.647M FLOPs and an average inference time of 26.9265 ± 8.1880 ms. Collectively, these findings indicate that the integration of autoencoders and Transformers provides an efficient and generalizable pathway for forecasting complex time series and offers a solid foundation for developing intelligent predictive systems in future power grids.

Keywords— Electricity load forecasting, Transformer, LSTM, Autoencoder

Sequence-Based Wide-Area Backup Protection for Compensated Transmission Lines

Alireza Falahat

*Department of Electrical Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
Tehran, Iran*

alireza.falahat@sru.ac.ir

Amin Yazdaninejadi (Corresponding author)

*Department of Electrical Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
Tehran, Iran*

a.yazdaninejadi@sru.ac.ir

Abstract— Wide-Area Backup Protection (WABP) offers a robust alternative to conventional local backup schemes, which can be prone to maloperation due to their inherent reliance on local information. However, the presence of shunt and series compensation devices introduces dynamic behaviors that can compromise standard WABPs. At the outset, this paper conducts a comparative analysis of sequence-based protection schemes which are designed to address the distinct challenges introduced by shunt and series compensations. Based on the shortcomings identified through this analysis, a set of recommendations is proposed for Faulted Bus Identification (FBI) and Faulted Line Identification (FLI) in the compensated lines. The comparative analysis first explores the Dynamic Voltage Support (DVS) effect of shunt compensation which can mitigate the positive-sequence voltage () sag employed for FBI. This analysis is further extended to series-compensated lines, where conventional FLI methods may break down due to voltage or current inversion caused by the series compensation. To address these issues, for FBI, negative- and zero-sequence voltages are recommended and for FLI, a new criterion based on the cosine of the voltage-current phase angle difference is introduced. Extensive simulation scenarios are executed in EMTDC/PSCAD for WSCC 9-bus system and the obtained results are discussed in depth.

Keywords— Wide area backup protection (WABP), Sequence Components, Shunt Compensation, Series Compensation

AI-powered protection of energy and flexibility scheduling in interconnected local energy networks across automation cyber-physical system

Abolfazl Nazari

Distributed Generation and New Energy Group

South Kerman Electricity Distribution Company (SKEDC)

Kerman, Iran afka8896@gmail.com

Ali Riki

Department of Electrical Engineering

Shahid Bahonar University of Kerman (UK)

Kerman, Iran aliriki@eng.uk.ac.ir

Amir Abdollahi

Department of Electrical Engineering

Shahid Bahonar University of Kerman (UK)

Kerman, Iran a.abdollahi@uk.ac.ir

Mahdi Ramezani Karim

Department of Electrical Engineering

Shahid Bahonar University of Kerman (UK)

Kerman, Iran mahdi1300079@gmail.com

Abstract— The growing reliance on renewable energy resources and digital communication technologies in modern smart grids requires operational strategies that are not only fast and reliable but also robust against cyber threats targeting automation infrastructures. As digitalization increases, both software-based and hardware-based components of cyber-physical automation systems become potential entry points for attacks that can compromise the accuracy of energy and flexibility scheduling. Local energy networks (LENs) are established to integrate distributed energy resources and improve system reliability, yet their dependence on automated sensing, communication, and control devices makes them vulnerable to data manipulation. This study introduces a cyber-secure scheduling platform for interconnected local energy networks (ILENs) that explicitly addresses these vulnerabilities. A bilevel scheduling framework is developed in which the central operator coordinates energy and flexibility exchanges, while local operators optimize their internal operation. To assess and enhance the cybersecurity of the automation system, false data injection (FDI) attacks—representing manipulation of software-based metering processes and potential exploitation of hardware interfaces—are modeled using a Gaussian probability distribution. A machine-learning-based defense mechanism, employing an XGBoost-driven deviation-bound detection and correction scheme, is proposed to protect the automation system from such attacks. The method demonstrates a maximum detection accuracy of 91.67 percent, and its corrective actions restore scheduling performance to conditions closely aligned with pre-attack results. This confirms the approach's ability to reinforce both software and hardware cybersecurity within automated energy management systems.

Keywords— Bi-level Multi-objective Optimization; Cyber-attack; False Data Injection; Flexibility Trading; Interconnected local energy networks; XGBoost Machine Learning Methodology

ipaps-01990182

Hybrid Impedance–GA–Fuzzy Method for High-Accuracy Fault Location in Power Distribution Networks

Mohammadamin Shirkhani
Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran
ma.shirkhani@ilam.ac.ir

Rahmat Aazami
Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran
r.aazami@ilam.ac.ir

Jafar Tavoosi
Department of Electrical
Engineering
Ilam University
Ilam, Iran
j.tavoosi@ilam.ac.ir

Sasan Ghasemi
Department of Engineering
Ilam Power Distribution Company
Ilam, Iran
ghasemi.sasan@gmail.com

Hossein Balouchi
Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran
hosseinbalouchi1377@gmail.com

Javad Rashidbeigi
Department of Engineering
Ilam Power Distribution Company
Ilam, Iran
j.rashidbeygi@gmail.com

Abstract— Fault location in distribution networks remains challenging, especially for impedance-based techniques that typically return only an estimated distance from a reference point and thus yield multiple candidate locations on branched feeders. This paper proposes a hybrid Impedance–GA–Fuzzy method that delivers a unique fault location by coupling classical apparent-impedance calculations with a GA-tuned fuzzy inference system (FIS). First, an impedance module computes candidate fault segments and distances using measured voltages and currents. Next, a genetic algorithm automatically tunes the FIS membership functions and rule weights from simulated fault signatures across operating conditions and fault types. The FIS then disambiguates among candidates, outputs the exact line and distance to the fault, and provides a confidence index. Simulation results show that the proposed approach identifies the faulted line and location with high accuracy and low computation time, while remaining robust to load uncertainty, measurement noise, and variations in fault resistance. The results confirm the effectiveness of the hybrid scheme for fast and reliable fault location in power distribution networks.

Keywords— Power network, Impedance-based method, Fuzzy Logic System, Fault location, Genetic Algorithm.

Coordinated EV Smart Charging and Multi-Agent Protection Scheme for Enhanced Reliability in Distribution Networks

Hasan Abniki

Office of New Technology Development and Domestic Manufacturing of Tavanir Company
Iran Power Generation, Transmission and Distribution Company (TAVANIR Co.)
Tehran, Iran abniki@tavanir.org.ir

Rahmat Aazami

Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran r.aazami@ilam.ac.ir

Mohammadamin Shirkhani

Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran ma.shirkhani@ilam.ac.ir

Hossein Balouchi

Department of Electrical Engineering
Ilam University
Ilam, Iran hosseinbalouchi1377@gmail.com

Abstract— The impact of electric vehicle (EV) penetration and smart charging on the coordination of overcurrent protection in distribution networks is investigated in this paper. High demand for EV charging drastically changes short-circuit levels and can make trouble to adjusting the coordination time interval (CTI) between primary and backup relays, even when the system was working perfectly in the first place. In order to sort this out, a two-stage framework is proposed in this paper. First, a multi-agent-based coordination scheme is run under a base case with no EVs, to adjust the settings of the backup relays in a radial feeder so that a minimum time interval of 0.3s is met in all zones. Then, keeping these relay settings fixed, the effect of increasing EV penetration (0–100%) is evaluated by modeling the incremental contribution of EV chargers to fault currents in different zones of the feeder. A simple penetration-dependent smart charging approach is proposed, which gradually limits the effective charging electricity beyond a penetration threshold, thereby decreasing EV-driven fault cutting-edge contributions. Simulation effects show that, without clever charging, the CTI in downstream zones pretty decreases with EV penetration, decreasing the coordination margin. With the proposed clever charging method, a big part of this margin is recovered, and in upstream zones the CTI is completely preserved above the target value, highlighting the benefits of coordinated protection and charging manage in EV-rich distribution networks.

Keywords— Electric vehicle; Distribution network, Smart charging; Overcurrent relay coordination; multi-agent scheme.

Performance Evaluation of Single-Ended Impedance-Based Fault Location Methods in Series-Compensated Transmission Lines

Moein Akhavan

*Department of Electrical Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
Tehran, Iran
moein.akhavan@sru.ac.ir*

*Amin Yazdaninejadi
Department of Electrical Engineering
Shahid Rajaee Teacher Training University
Tehran, Iran
a.yazdaninejadi@sru.ac.ir*

*Vahid Talavat
Faculty of Electrical and Computer Engineering
Urmia University
Urmia, Iran
v.talavat@urmia.ac.ir*

Abstract— Accurate fault location is essential for fast restoration and efficient operation of transmission networks. Conventional Single-Ended Impedance-Based (SEIB) fault location methods, such as reactance-based (Simple Reactance) methods, fault component-based methods (Takagi), methods based on fixed remote-end source impedance (Eriksson), and positive-sequence superimposed-based methods, assume uniform line parameters and therefore experience significant errors when applied to series-compensated transmission lines. The presence of series capacitors introduces discontinuities in line reactance and nonlinear Metal Oxide Varistor (MOV) behavior, which distort measured phasors and violate the basic assumptions of these methods. This paper presents a systematic performance evaluation of four widely used SEIB fault location methods under different fault resistances, loading conditions, and locations in a series-compensated line. The methods are evaluated using PSCAD/EMTDC simulations for faults occurring downstream of the series capacitor. Results show that existing methods suffer from large errors, often exceeding several tens of percent, when the fault is after the capacitor. The study highlights the fundamental limitations of SEIB methods in compensated systems and motivates further development of compensation-aware or hybrid approaches.

Keywords— Fault location, Transmission Line, Series Compensation, Single-ended Measurements, SEIB fault location Methods

Online Voltage-Stability Monitoring and Critical-Bus Identification for Power System Automation Using Modal Analysis and Machine Learning

Mohammad Mahbod Khanbabaee

Faculty of Electrical & Computer Engineering

University of Tehran

Tehran, Iran

mahbod.khanbabaee@ut.ac.ir

Behnam Ranjbar

Faculty of Electrical & Computer Engineering

University of Tehran

Tehran, Iran

ranjbar.behnam@ut.ac.ir

Mohammadreza Teimouri

Faculty of Electrical & Computer Engineering

University of Tehran

Tehran, Iran

m.reza.teimouri@ut.ac.ir

Habib Panahi

Faculty of Electrical & Computer Engineering

University of Tehran

Tehran, Iran

habibpanahi@ut.ac.ir

Abstract— Modern power system automation requires fast, interpretable tools that track voltage stability margins and identify vulnerable buses from PMU measurements. This paper proposes an online voltage-stability monitoring framework that maps system load vectors (P, Q) directly to key indices, including the minimum eigenvalue, minimum bus voltage, loadability margin, a proposed composite CVSI index, and critical-bus participation factors. To enable real-time assessment, three multi-output learning models— Linear Regression, Artificial Neural Network (ANN), and Gaussian Process Regression (GPR)— are trained and benchmarked using modal-analysis-based ground-truth data on the IEEE 30-bus system. Numerical results show that linear regression achieves the best overall trade-off between accuracy and runtime, ANN provides competitive performance with slightly higher complexity, and GPR provides calibrated uncertainty bounds at the highest cost. Overall, learning-based surrogates combined with CVSI enable real-time voltage stability monitoring and critical bus identification to support automation schemes.

Keywords— Voltage Stability; Online Monitoring; Modal Analysis; Equivalent Loadability Margin; Critical-Bus Identification; Machine Learning; Power System Automation

ipaps-02080205

Lightweight Security Framework for IEC 61850 GOOSE and MMS with Sub-Millisecond Cryptographic Overhead in Digital Substations

Farshid Jafari *

Telecom Dept. of Dispatching Center

Zanjan Regional Electrical Company

Zanjan, Iran

Farshid.jafarii.1998@gmail.com

Hamid Hajirahimi Kashani

Telecom Dept. of Zima Tarashe Toos

Moham Shargh Group

Mashhad, Iran

h.rahimi@msgroup.ir

Abstract— Digital substations rely on IEC 61850 for configuration, protection, and control, with Generic Object-Oriented Substation Event (GOOSE) and Manufacturing Message Specification (MMS) as the main workhorses. When deployed without strong protection, these protocols are vulnerable to spoofing, replay, and denial-of-service attacks, while many utilities hesitate to enable IEC 62351 security profiles because of perceived latency, complexity, and interoperability risks. This paper proposes a Lightweight Security Framework (LWSF) for IEC 61850 GOOSE and MMS that offers a standards-compliant security overlay while preserving the strict real-time requirements of protection traffic. For GOOSE, LWSF uses AES-128 authenticated encryption with context-bound associated data and a sliding-window replay detector based on the stNum/sqNum counters and timing constraints, enabling single-frame rejection of forged packets. For MMS, LWSF adopts a tightly scoped TLS 1.3 profile with mutual authentication, forward secrecy, disabled 0-RTT, and session resumption, combined with IEC 62351-9 key management and IEC 62351-8 role-based access control. Monte-Carlo simulations (10,000 GOOSE and 5,000 MMS/TLS runs) calibrated to substation-grade Intelligent Electronic Devices (IEDs) with ARM Cortex-M7 class show that LWSF keeps cryptographic overhead around 40 μ s, maintains Type 1A GOOSE latency well below 1.6ms at high publish rates, limits packet loss to $\leq 5\%$ under 80% multicast flooding when VLAN/PCP and storm-control are correctly configured, and keeps CPU consumption below 25 %. These results demonstrate that robust, IEC 62351-compliant security can be deployed without compromising the real-time performance of digital substations.

Keywords— IEC 61850, GOOSE, MMS, IEC 62351-3/-6/-8/-9, AES-GCM/GMAC; TLS 1.3, Real-time, Substation cybersecurity, VLAN PCP, Storm control

Setting Group Based Adaptive Distance Protection for Transmission Lines Connected to Wind Farms

Arash Samadi

Department of Electrical Engineering

Shahid Beheshti University

Tehran, Iran

arash.samadi.sbu@gmail.com

Reza Mohammadi

Department of Electrical Engineering

Shahid Beheshti University

Tehran, Iran

re_mohammadi@sbu.ac.ir

Abstract— Distance protection of transmission lines connecting large wind farms presents significant challenges due to variations in prefault operating conditions and the highly variable short-circuit contribution (SCC) of wind generation. These variations cause substantial shifts in the apparent impedance measured by the relay, often leading to overreach during resistive faults. This paper proposes an adaptive distance protection method based on pre-calculated settings using the setting group (SG) capability of numerical distance relays. To characterize operating conditions, a new index is introduced, capturing the combined effects of wind-farm SCC and prefault loading. A kmeans clustering approach is then used to group the large number of possible operating states into a limited number of SGs. For each SG, optimal Zone-1 quadrilateral characteristics are computed using Particle Swarm Optimization (PSO) to maximize coverage of internal faults while avoiding external-fault and load impedances. The proposed method is tested on a representative wind-farm interconnection, considering a wide range of SCC levels and operating points. Results show that conventional fixed settings fail to maintain acceptable performance under these variations, whereas the proposed SG-based approach provides significantly improved security and dependability without requiring changes to existing relay hardware

Keywords— distance protection, setting group, adaptive protection, wind farm, remote infeed

Practical Analysis of Various Types of Inrush Current and Implications for Protective Relay Functionality

Nader Jalali Marand

Department of Electrical Engineering
Amirkabir University of Technology
Tehran, Iran naderjalali@aut.ac.ir

Hasan Abniki

Research and Development Office
Tavanir Company
Tehran, Iran abniki@tavanir.org.ir
Milad Habibi

Department of Electrical Engineering

Amirkabir University of Technology

Tehran, Iran milad.habibi@aut.ac.ir

Mohammad ali Ataei

Optimization Office

Tehran Regional Electric Company

Tehran, Iran ataei.ma@gmail.com

Hossein Askarian Abyaneh

Department of Electrical Engineering

Amirkabir University of Technology

Tehran, Iran askarian@aut.ac.ir

Abstract— A significant current, known as Inrush Current (IC), is produced on the high-voltage side of the transformer as a result of the saturation of the magnetic core. This occurs either when the circuit breaker is activated to energize the transformer or when the primary voltage of the transformer rises to the nominal value as a result of the correction of external faults. To prevent the malfunction of protective functions, the accurate identification of IC is a critical factor. The Inrush Current Detection (ICD) function is responsible for sending a blocking signal to the transformer protection functions. Various categories of ICs, such as initialize IC, sympathetic IC, and voltage recovery IC, are simulated with PSCAD/EMTDC software. The resulting signals for each scenario are exported in COMTRADE format. The AMT205 testing device injected these signals into the AMR and 7SJ62 relays. These relays differentiate between IC and faults by using the ratio of the second harmonic to the fundamental component.

Keywords— Initialize inrush current; sympathetic inrush current; voltage recovery; relay test device; transformer protection functions.

Low Voltage Circuit Breaker Settings in Distribution Networks: Challenges, Standards, and a Newly Designed Process

Rohollah Gharibi

Bushehr Province Electricity Distribution Company

Bushehr, Iran

roh_gh90@yahoo.com

Farshad Jafari

Shiraz Electricity Distribution Company

Shiraz, Iran

farshadjafari66@gmail.com

Abstract— Low voltage circuit breakers (LVCBs) are frontline protective devices in distribution networks. Their correct selection and settings minimize equipment damage, prevent nuisance tripping, and enhance reliability. This paper develops a newly designed process for breaker settings into an international, standards aligned framework. It formalizes definitions (rated current, short circuit breaking capacity, short time withstand current), system phenomena (transformer inrush, cold load pickup), and protection modules (LSIG: long time delay, short time delay, instantaneous, ground fault). It compares device families (MCB, MCCB, ACB, RCD/RCCB, MPCB), clarifies setting workflows for overload, short time, instantaneous, and ground fault elements, and embeds coordination principles with transient aware thresholds. The approach reconciles local practice with IEC and IEEE recommendations and integrates practical mitigation for inrush and CLP. The result is a structured, implementable method to reduce mis operations, arc flash risk, and outage indices while maintaining selectivity across the low voltage hierarchy.

Keywords— component; Low voltage circuit breakers; Protection coordination; LSIG settings; Transformer inrush current; Cold load pickup (CLP); IEC 60947 2; IEEE Blue Book; Arc flash mitigation; Distribution networks reliability; Innovative breaker setting process

ipaps-02280251

An Iterative Three-Stage Intrusion Detection and Behavioral Risk Assessment Framework for Cybersecurity of Smart Meters

Abbas Izadi

Department of Power and Control Engineering,
School of Electrical and Computer Engineering,
Shiraz University, Iran

abbas.izadi077@gmail.com

Mohammad Rastegar

Department of Power and Control Engineering,
School of Electrical and Computer Engineering,
Shiraz University, Iran

mohammadrastegar@shirazu.ac.ir

Abstract— The deployment of smart meters in modern electricity grids enables real-time monitoring and control. However, this makes advanced metering infrastructure (AMI) vulnerable to cyber threats that can affect both utilities and consumers. This paper introduces a multi-stage iterative intrusion detection framework that combines SVM-based anomaly detection, timed fault propagation graph (TFPG) analysis, and behavioral scoring. In Stage I, the SVM identifies anomalies and sends suspicious data to Stage II, where the TFPG evaluates temporal dependencies and causal relationships and compares them with predefined attack patterns. Finally, in Stage III, the risk and severity of detected intrusions are measured in real time. The results show that the SVM achieves 94.05-94.14% accuracy and stable macro-F1 scores above 0.94 in five classes. These classes include denial of service, false data injection, RAM exhaustion, CPU overload, and normal operation. The results show that attacks are accurately detected. Effective risk-based responses also enhance the overall resilience of the smart grid

Keywords— Advanced metering infrastructure (AMI), cyber security, intrusion detection system (IDS), smart meters, risk assessment in smart meters.

ipaps-02320261

An Extended Control Strategy for Enhancing Voltage Protection and Stability in Distribution Systems Utilizing the Voltage Sensitivity Matrix

Alireza Khakpour

Dept. Electrical Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

khakpouralireza63@gmail.com

Ebrahim Farjah

Dept. Electrical Engineering

Shiraz University

Shiraz, Iran

Farjah@shirazu.ac.ir

Abstract— High penetration of photovoltaic (PV) generation introduces frequent overvoltage and undervoltage conditions in distribution systems. Although smart inverters equipped with Volt- VAR -Watt control can mitigate these issues, conventional parameter-setting methods often rely on optimization, extensive power-flow simulations, and communication infrastructure, limiting their scalability. This paper proposes an extended and optimization-free voltage control strategy based on the active- and reactive-power voltage sensitivity matrix derived solely from network impedances. Using this matrix, Volt- VAR -Watt parameters are analytically determined for each smart inverter without iterative computation or inter-device communication. In addition, a hybrid control framework is introduced, where the proposed sensitivity-based method mitigates overvoltage conditions while the conventional Volt- VAR -Watt strategy addresses undervoltage events. The proposed approach is validated on a real distribution feeder with high PV penetration. Simulation results demonstrate improved voltage regulation, reduced voltage violations, lower active power curtailment, and fewer OLTC tap operations compared with default and optimization-based settings. The results confirm that the proposed hybrid strategy achieves performance comparable to optimization-based methods with significantly lower computational complexity, making it well suited for practical large-scale deployment.

Keywords— smart inverter, distribution system, voltage sensitivity, volt-Watt control, volt- VAR control

Identification of High-Risk Capacitor Operating States in 63/20 kV Substations via Resonance Risk

Yasser Mahmoudian

Semnan Regional Electric Company

Semnan, Iran

power.electric@gmail.com

Saeed Sanati

Laval University

Quebec, QC, Canada

saeed.sanati.1@ulaval.ca

Reza Hamedani

Semnan Regional Electric Company

Semnan, Iran

reza_hamedani@semrec.co.ir

Abstract— The widespread use of nonlinear loads has increased voltage and current harmonics in power systems. In the presence of capacitor banks, these harmonics can interact with the network inductance and create harmonic resonance, leading to severe overvoltages and overcurrents in sub-transmission substations. This paper analyzes resonance phenomena in all 63/20 kV substations of Semnan, Iran, using a detailed DIgSILENT PowerFactory model. For each substation and capacitor-bank operating state, frequency-sweep analysis is applied to determine resonance frequencies, harmonic orders, and impedance amplification factors. A quantitative Resonance Risk Index (RRI) is introduced, combining resonance order, impedance magnification, and proximity to dominant harmonics into a single indicator. The RRI enables systematic ranking of operating conditions and identification of high-risk substations, particularly where low short-circuit strength coincides with large capacitor banks. The proposed methodology provides a practical framework for the safe design and operation of capacitor banks in sub-transmission networks.

Keywords— Sub-transmission substations, capacitor banks, resonance frequency, harmonic resonance, detuned reactors, DIgSILENT PowerFactory

ipaps-02380263

Designing an Intelligent Protection Scheme for Solar Power Plants Based on Power Prediction and Asymmetrical Fault Detection

Nima Kadivaryan

Kermanshah Province Electricity Distribution Company

Kermanshah, Iran

n.kadivarian@kpedc.ir

Milad Jaliliyan

Kermanshah Province Electricity Distribution Company

Kermanshah, Iran

m.jaliliyan@kpedc.ir

Abstract— In recent years, the increasing penetration of solar power plants into distribution networks has posed new challenges to the performance of protective relays. The limited current injection behavior of inverters, rapid power fluctuations, and the occurrence of asymmetrical faults make digital relay settings unreliable, especially under conditions such as reverse power flow and high-impedance faults. This research proposes an adaptive protection scheme for a 1MW solar power plant in Samangan-e-Sahneh, which is based on a combination of short-term power output prediction and negative sequence component analysis. The proposed adaptive logic is able to synchronize relay settings with the operating conditions of the network in real-time and distinguish between actual faults, transient fluctuations, and reverse power flow phenomena. The system modeling and simulation were performed in PowerFactory software based on actual data for the transformer, lines, relays, and the power profile of the power plant. The results show that the proposed method increases the speed of fault detection, reduces unnecessary tripping due to reverse power flow, and significantly improves accuracy in identifying high-impedance faults. This protective structure can be implemented in Iranian distribution networks without requiring additional hardware, by utilizing the capabilities of existing digital relays.

Keywords— Solar Power Plant, Power System Protection, Power Distribution Networks, Adaptive Control, Transient Fluctuations, Digital Relays.

ipaps-02410279

Analysis of the Impact of Large-Scale Solar Power Plant Integration on Protection, Stability, and Short-Circuit Dynamics in the National Transmission Grid

Abstract— Large scale solar integration poses significant challenges to protection coordination, transient stability, and short circuit levels in transmission grids. This paper analyzes these effects through detailed modeling of multiple solar penetration scenarios and proposes a multi level optimization framework that jointly addresses operational planning, dynamic security, and adaptive protection. Results show up to a 55.3% increase in short circuit current at the point of connection, reduced coordination time intervals, and increased rotor angle deviations exceeding 15° under high solar penetration. The findings highlight the necessity of adaptive protection and integrated dynamic security assessment to ensure reliable operation of grids with high shares of inverter based resources.

Keywords— Large-Scale Solar Integration, Power System Protection, Transient Stability, Short-Circuit Analysis, Fault Current Contribution.

ipaps-02450285

Guide and Book of Abstracts

20th International Conference on Protection and Automation in Power Systems (IPAPS2026)

School of Electrical and Computer Engineering

Shiraz University

Shiraz - Fars

