

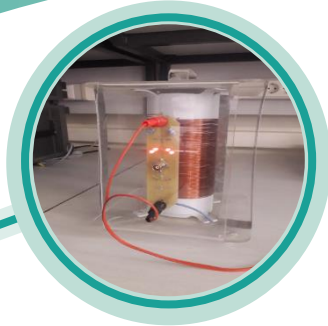


برونداد تخصصی

گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات

شماره دهم

پاییز ۱۴۰۴





مدیر مسئول

زهرا شریف پور

هماهنگ کننده، طراحی و تنظیم

منصوره کریمی مشکانی

نویسندگان

صبریه چوبکار

حمیدرضا حافظ عقیلی

سحر راکعی

معصومه رحمانی

یحیی سلیمی خلیق

مریم شبرو

زهرا شریف پور

محمد رضا طریحی

محسن ظهیر جوزدانی

منصوره کریمی مشکانی

فرزانه مرتضوی

مهدی مظفری پور

صاحب امتیاز

گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات

فهرست مطالب

۴	سخن آغازین	
۵	پروژه‌های پایان یافته	
۱۴	مقالات منتشر شده	
۲۱	کتاب‌های منتشر شده	
۲۵	دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده	
۲۷	مشارکت در نمایشگاه‌ها	
۲۸	فعالیت‌های آزمایشگاه‌ها	

سخن آغازین

دهمین برونداد تخصصی گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) پژوهشگاه نیرو، حاوی مجموعه‌ای از فعالیت‌های پژوهشی این گروه، تصویری روشن از تعهد آن به بهره‌گیری هدفمند از فناوری‌های حوزه ICT در پاسخ به چالش‌ها و نیازهای روبه‌رشد صنعت برق کشور ارائه می‌دهد. این برونداد تخصصی، با دیدگاهی راهبردی به پیشرفت‌های فناورانه و با هدف ارائه برخی دستاوردها و اشتراک‌گذاری تجربیات ارزشمند پژوهشی این گروه پژوهشی، گردآوری و تدوین شده است.

در این برونداد، بخشی از دستاوردها و فعالیت‌های گروه شامل پروژه‌های پژوهشی خاتمه‌یافته، مقالات منتشرشده در کنفرانس‌ها و مجلات علمی، کتب منتشر شده، سخنرانی‌ها و مشارکت در کارگاه‌های علمی، برگزاری دوره‌های آموزشی تخصصی، توسعه آزمایشگاه و مشارکت در نمایشگاه‌های تخصصی گردآوری و ارائه شده است. این گزارش، افزون بر ارائه این فعالیت‌ها، بستری برای تقویت پیوند میان دانش علمی و عمل اجرایی در صنعت برق فراهم می‌آورد. امید است انتشار آن، همچون شماره‌های پیشین، به افزایش دانش تخصصی این حوزه کمک کرده و زمینه‌ساز گسترش همکاری‌ها، تبادل تجربیات، گسترش ارتباطات علمی و تقویت زیربنای دانشی صنعت برق کشور شود و سهمی در توسعه دانش و پشتیبانی از تصمیم‌سازی‌های آتی در صنعت برق کشور ایفا کند.

در پایان، از تلاش‌های ارزشمند همکاران گرامی، حمایت مدیران محترم و همراهی متخصصان صنعت صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

پروژه‌های پایان یافته

راه اندازی فاز اول آزمایشگاه نرم افزارهای صنعت برق

مدیر پروژه: فرزانه مرتضوی

همکار پروژه: الهه حبیبی

واحد مجری: گروه پژوهشی فناوری
اطلاعات و ارتباطات

کارفرما: پژوهشگاه نیرو

تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه تولید برق حرارتی

مدیر پروژه: سحر راکعی

همکار پروژه: محسن ظهیر، فرزانه مرتضوی، مرضیه
مرتضایی و جوانه ضیاءطبری

واحد مجری: گروه پژوهشی فناوری
اطلاعات و ارتباطات

کارفرما: شرکت برق حرارتی

طراحی و ساخت مدارات جالبی مورد نیاز جهت انجام آزمون RIV در آزمایشگاه فشار قوی مطابق با استانداردهای IEC 60437 و CISPR 18-2

مدیر پروژه: حمید حافظ عقیلی

همکار پروژه: بهنام غلامرضا زاده فامیلی، منصوره کریمی

واحد مجری: طرح توسعه فناوری های نوین ساخت،
بهره برداری و پایش تجهیزات عایقی فشار قوی
واقع در مناطق با اقلیم خاص

در حوزه انتقال برق

کارفرما: شرکت توانیر

تهیه دستورالعمل آزمون های ماژول های SFP+ و SFP و آماده سازی شرایط انجام آزمون

مدیر پروژه: زهرا شریف پور

همکار پروژه: محمدرضا طریحی، محسن ظهیر
منصوره کریمی

واحد مجری: گروه پژوهشی فناوری
اطلاعات و ارتباطات

کارفرما: پژوهشگاه نیرو

راهاندازی فاز اول آزمایشگاه نرم افزارهای صنعت برق

فرزانه مرتضوی، الهه حبیبی

(شروع پروژه: دی ۱۴۰۲ پایان پروژه: شهریور ۱۴۰۴)

واژه‌های کلیدی: آزمایشگاه نرم افزار، آزمون عملکردی، مدل آزمون، مورد آزمون، رویه آزمون، فرآیند آزمون، استاندارد

از آنجایی که یکی الزامات هوشمند شدن شبکه برق، استفاده از نرم افزار در لایه‌های مختلف شبکه به منظور پایش و کنترل شبکه است، در سال‌های اخیر نرم افزارهای متعددی به صنعت برق اضافه شده است. با توجه به حساسیت این نرم افزارها، حصول اطمینان از کارکرد صحیح آن‌ها ضروری است. کیفیت یک نرم افزار تحت تأثیر دو مقوله فرآیند ساخت و آزمون می‌باشد. اگر در فرآیند توسعه و ایجاد نرم افزار، فازهای استخراج نیازمندی، تحلیل، طراحی و پیاده‌سازی آن با بهره‌گیری از دانش و اصول کافی نباشد، کیفیت محصول مطلوب نخواهد بود. با این دقت در طراحی و ساخت محصول، باز هم امکان خطا و اشتباه وجود دارد و آزمون می‌تواند کمک بسزایی در کشف این خطاها و ارتقای کیفیت نرم افزار بنماید. به عبارت دیگر، آزمون عملکردی، راهکاری مناسب برای تضمین کیفیت در توسعه نرم افزارها به شمار می‌رود. فرایند آزمون نرم افزار به منظور سنجش تطابق نرم افزار با اهداف تعیین شده آن و شناسایی خطاها و نقاط ضعف نرم افزار صورت می‌پذیرد. اطمینان از انطباق نیازمندی‌های مشتری با نرم افزار تولید شده و کشف رفتارهای نامطلوب و عیوب آن از مهم‌ترین اهداف آزمون نرم افزار به شمار می‌روند.



پروژه «راهاندازی فاز اول آزمایشگاه نرم افزارهای صنعت برق» به منظور فراهم کردن زیرساخت لازم برای آزمون نرم افزارهای صنعت برق (نرم افزارهای فنی و عمومی) با تمرکز بر انجام آزمون‌های عملکردی نرم افزارها انجام شده است. در این پروژه روال آزمون نرم افزار در آزمایشگاه استخراج شده و دستورالعمل‌های لازم برای مستندسازی روال آزمون و خروجی‌ها تهیه شده است. همچنین مشخصات دقیق نرم افزارها و سخت افزارهای مورد نیاز در آزمایشگاه استخراج شده و خرید تجهیزات صورت گرفته و محیط آزمایشگاه آماده‌سازی شده است. علاوه بر این در

دهمین برونداد تخصصی گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات

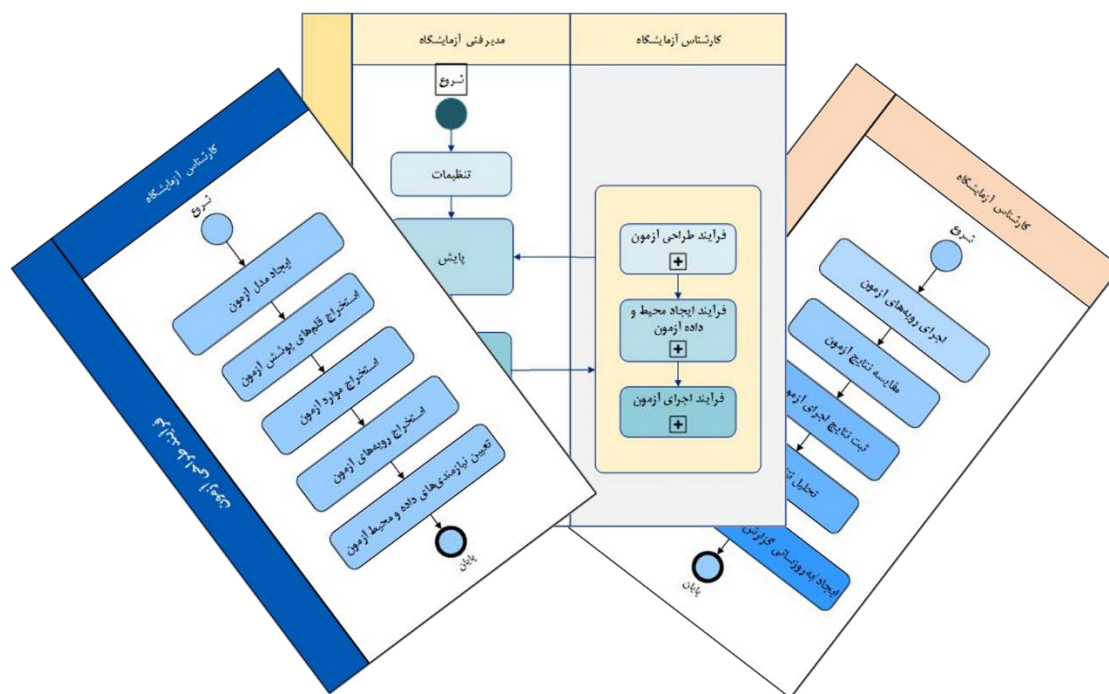
T

C

I

خصوص اقدامات لازم برای دریافت تأییدات و مجوزها بررسی‌های لازم صورت گرفته است. در انتهای پروژه، پایلوت آزمون یک نرم‌افزار نمونه انجام شده است.

در فاز اول راه‌اندازی آزمایشگاه، تمرکز آزمایشگاه بر انجام آزمون‌های عملکردی است. فرآیند انجام آزمون نرم‌افزار در این آزمایشگاه، بر اساس استاندارد ISO/IEC/IEEE 29119-2:2021 و مستندسازی آزمون بر اساس ISO/IEC/IEEE 29119-3:2021 انجام می‌شود و به منظور طراحی آزمون عملکردی نرم‌افزار از روش‌های آزمون مطابق استاندارد ISO/IEC/IEEE 29119-4:2021 و همچنین روش‌های معتبر جدیدتر ارائه‌شده در مراجع تحقیقاتی و کتاب‌های علمی استفاده می‌شود. روال انجام آزمون نرم‌افزار در آزمایشگاه شامل فرآیندهای ۱- برنامه‌ریزی آزمون، ۲- طراحی آزمون، ۳- راه‌اندازی و نگهداری محیط و داده‌های آزمون، ۴- اجرای آزمون، ۵- پایش و کنترل آزمون و ۶- خاتمه آزمون است که این روال به طور کامل در دستورالعمل «روال آزمون نرم‌افزار» مستند شده است. هر یک از فرآیندهای فوق دارای مستندات خروجی می‌باشد که برای آن‌ها قالب‌هایی طراحی شده است و در خصوص نحوه مستندسازی آن‌ها در دستورالعمل «مستندسازی آزمون نرم‌افزار» تهیه شده است. همچنین برای آزمون عملکردی نرم‌افزار نیز دستورالعملی تهیه گردیده است.



در طی این پروژه، آماده‌سازی فضای لازم برای فعالیت آزمایشگاه انجام شده و تجهیزات سخت‌افزاری مورد نیاز برای آزمون عملکردی نرم‌افزار تهیه شده است. همچنین ابزارهای آزمون نرم‌افزار، در سه دسته ابزارهای مدیریتی، ابزارهای طراحی و ابزارهای خودکارسازی مورد بررسی قرار گرفته و ابزارهای مناسب تهیه و نصب شده است.

در مرحله آخر پروژه، آزمون بر روی یک نرم‌افزار نمونه انجام شده است. به این منظور یکی از نرم‌افزارهای صنعت برق به عنوان پایلوت آزمون انتخاب گردید. در گام اول در برنامه آزمون، دامنه آزمون، مفروضات و محدودیت‌ها، ریسک‌های آزمون، استراتژی آزمون، تخمین زمانی فعالیت‌های آزمون، تخمین نیروی انسانی مورد نیاز برای آزمون و برنامه زمان‌بندی آزمون مشخص شد. سپس به منظور طراحی آزمون‌ها، نرم‌افزار به ۹ ماژول تقسیم شده و برای هر ماژول، مدل آزمون و روش آزمون استخراج گردید و پس از آن موارد آزمون و رویه‌های آزمون تهیه شد. در گام آخر اجرای آزمون انجام شد و نتایج اجرای آزمون ارائه گردید.

طراحی و ساخت مدارات جانبی مورد نیاز جهت انجام آزمون RIV در آزمایشگاه فشار قوی مطابق با استانداردهای IEC 60437 و CISPR 18-2

حمید حافظ عقیلی، بهنام غلامرضا زاده فامیلی، منصوره کریمی
(شروع پروژه: شهریور ۱۴۰۰ پایان پروژه: اردیبهشت ۱۴۰۴)

واژه‌های کلیدی: تداخل رادیویی، آزمون RIV، دستگاه‌های مخابراتی، کوپلینگ فشار قوی، فیلتر خط، خازن پراکنده، مقرها و یراق‌آلات

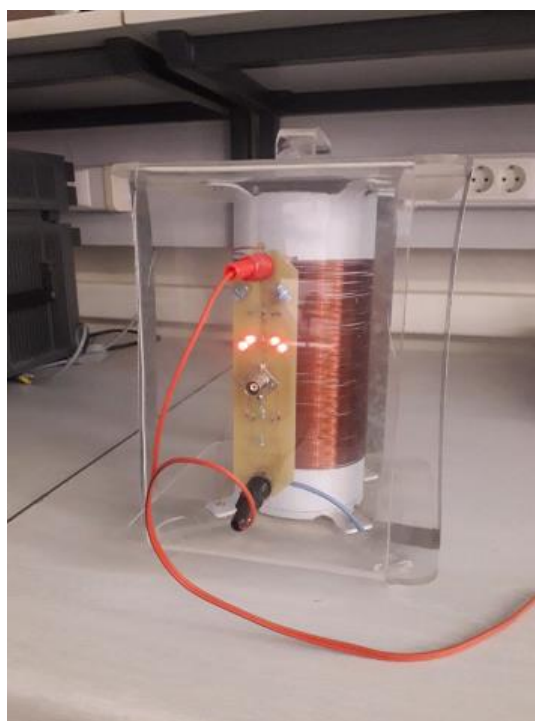
در سیستم‌های قدرت نویزهای رادیویی تولید می‌شوند که می‌توانند منجر به تداخل رادیویی گردد. از اینرو ضروری است تا میزان این نویزها اندازه‌گیری شده و از کم بودن مقدار آنها و قرار گرفتن در محدوده مجاز (مشخص شده توسط استاندارد) اطمینان حاصل شود. وجود مقرها و یراق‌آلات در خطوط انتقال باعث ایجاد چنین نویزهایی می‌گردند. این نویزها به اختصار RIV نامیده می‌شوند. فراهم شدن امکان انجام آزمون RIV علاوه بر اینکه باعث می‌شود تجهیزات استفاده شده در شبکه انتقال استاندارد باشند، سبب رشد و ارتقاء شرکت‌های تولید کننده داخلی نیز می‌شود.

در این پروژه هدف فراهم سازی امکان انجام آزمون RIV (Radio Interference Voltage) در پژوهشگاه نیرو بوده است. در این راستا، برای تکمیل چیدمان آزمون فوق، دو دستگاه کوپلینگ خط و یک فیلتر خط طراحی و ساخته شد.

در این پروژه ابتدا استانداردهای مورد نیاز بررسی گردید و سپس چیدمان آزمون و تجهیزات موجود مورد بررسی قرار گرفت. آزمون RIV با استفاده از دستگاه‌ها و ابزارهای فشار قوی و دستگاه‌های مخابراتی انجام می‌شود. با توجه به ابعاد تجهیزات تحت تست و همچنین ابعاد تجهیزات آزمایشگاه فشار قوی، چیدمان آزمون در آزمایشگاه فشار قوی انجام می‌گیرد. جهت تکمیل چیدمان تست، دستگاه‌های کوپلر فشار قوی و فیلتر خط در پروژه طراحی و ساخته شدند. برای طراحی و ساخت تجهیزات فوق، ملاحظات و نیازهای استاندارد و چیدمان آزمون مورد توجه بوده‌اند.

در طول پروژه همچنین وضعیت تجهیزات موجود در آزمایشگاه فشار قوی و آزمایشگاه مخابرات از نظر برآورده نمودن نیازهای استاندارد، مورد بررسی قرار گرفتند. یکی از مواردی مشاهده شد نویز چیدمان آزمون بود. در آزمون RIV هدف اندازه‌گیری نویز تجهیزات تحت تست است، بنابراین خود چیدمان آزمون باید نویز پایینی داشته باشد. در واقع چیدمان آزمون باید نویزی به مقدار قابل توجه پایین‌تر از محدوده تعیین شده توسط استاندارد داشته باشد. با بررسی و اندازه‌گیری‌های انجام شده معلوم شد نویز چیدمان تست از محدوده استاندارد هم بالاتر است. بعد از بررسی‌ها و آزمایش‌های مختلف، منبع نویز موجود در چیدمان آزمون شناسایی شد. در واقع خازن 50 pF ولتاژ بالای آزمایشگاه، عامل ایجاد نویز در چیدمان تست بوده است. خازن فوق یک خازن گازی با ولتاژ نامی 600 kV است. ساختار داخلی این خازن‌ها به این صورت است، یک الکتروود دارند که به فشار قوی متصل می‌شود، الکتروود دیگر خازن به کانکتور خروجی متصل می‌شود، این مدل خازن به خاطر ساختاری که دارد و همچنین به دلیل ابعاد آن، خازنهای پراکنده در اطراف الکتروودها ایجاد می‌شود، برای کنترل این خازن‌ها الکتروود دیگری در این خازن‌ها استفاده می‌شود که معمولاً اتصال گارد نامیده می‌شود. در خازن آزمایشگاه فشار قوی علاوه بر خروجی اصلی، خروجی دیگری در پنل خازن وجود دارد که با توجه به مشخصات آن، همان اتصال گارد است. این الکتروود کاربردهای مختلفی دارد (به عنوان مثال اندازه‌گیری δ tg). ولی برای کاربردهای اندازه‌گیری، کانکتور فوق باید زمین شود. با زمین کردن اتصال فوق مشکل نویز چیدمان آزمون برطرف گردید.

در ادامه پروژه کوپلر فشار قوی و فیلتر خط مطابق با نیازهای استاندارد طراحی و ساخته شدند که در شکل‌های زیر قابل مشاهده‌اند.



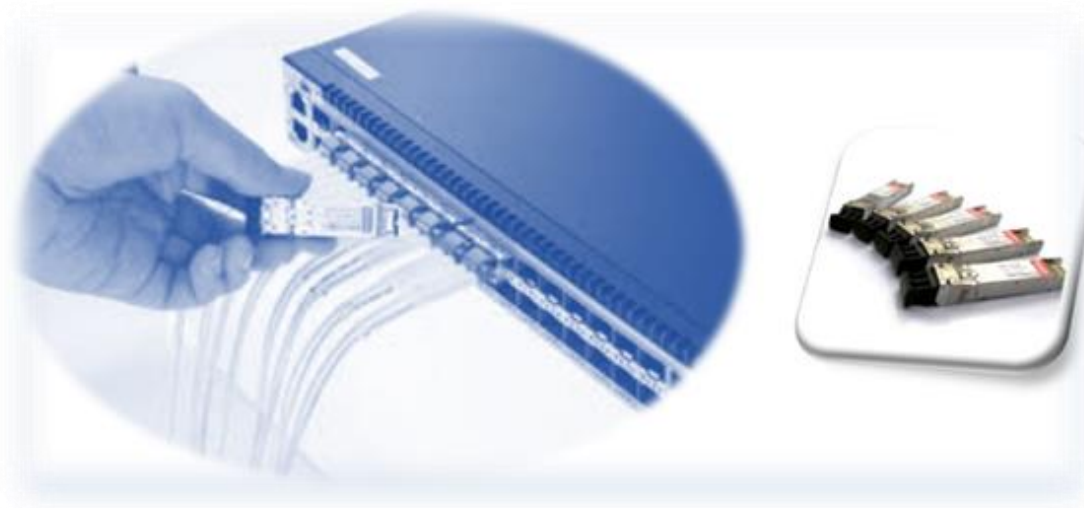
فراهم نمودن امکان انجام آزمون RIV در پژوهشگاه نیرو دستارود ارزشمندی است. فراهم شدن امکانات لازم جهت انجام آزمونهای کرونا و RIV در داخل، تکرار آزمون ها را در فاز طراحی و تولید برای تولید کنندگان داخلی آسان کرده و امکان تحقیقات لازم در این زمینه را میسر می کند.

انجام آزمون فوق در خارج از کشور در حدود ۲۰ هزار دلار هزینه دارد که هزینه قابل توجهی است. به هزینه انجام آزمون، هزینه های جانبی دیگری که شامل هزینه اقامت کارشناس شرکت تولید کننده تجهیز و ناظر بهره بردار نیز اضافه می شود که آنها نیز قابل توجه هستند. در مجموع میتوان گفت پروژه توجیه اقتصادی بالایی دارد، به علاوه اینکه امکان انجام تحقیقات در زمینه طراحی و ساخت مقرها و یراق آلات فشار قوی را برای تولید کنندگان داخلی نیز فراهم می کند.

تهیه دستورالعمل آزمون‌های ماژول‌های SFP و SFP+ و آماده سازی شرایط انجام آزمون

زهره شریف‌پور، محمدرضا طریحی، محسن ظهیر، منصوره کریمی
(شروع پروژه: مرداد ۱۴۰۲ پایان پروژه: مرداد ۱۴۰۴)

واژه‌های کلیدی: مخابرات نوری، فرستنده و گیرنده نوری، ماژول ترنسیور نوری، SFP، SFP+، ارزیابی عملکرد، دستورالعمل آزمون



رشد روزافزون شبکه‌های هوشمند انرژی، نیاز به تبادل سریع، پایدار و ایمن داده میان اجزای مختلف شبکه را به یک ضرورت اساسی در بهره‌برداری، پایش و کنترل این شبکه‌ها تبدیل کرده است. سامانه‌هایی نظیر واحدهای اندازه‌گیری فازور (PMU)، سیستم‌های مدیریت توزیع (DMS)، تجهیزات الکترونیکی هوشمند (IED) و پایانه‌های راه دور (RTU) برای عملکرد بلادرنج و تصمیم‌گیری دقیق، به زیرساخت‌های مخابراتی قابل اطمینان و با تأخیر پایین متکی هستند. هرگونه اختلال در بسترهای ارتباطی این سامانه‌ها می‌تواند منجر به تأخیر در ارسال سیگنال‌های حفاظتی، اختلال در هماهنگی عملکرد حفاظتی و حتی بروز ناپایداری در شبکه قدرت شود. در این میان، فناوری مخابرات نوری به دلیل ویژگی‌هایی نظیر پهنای باند بالا، تأخیر بسیار کم، مقاومت در برابر تداخل الکترومغناطیسی و امکان انتقال داده در مسافت‌های طولانی، به عنوان ستون فقرات ارتباطات در شبکه‌های هوشمند انرژی شناخته می‌شود. گسترش استفاده از تجهیزات مبتنی بر فیبر نوری موجب شده است که ماژول‌های ترنسیور نوری، به‌ویژه انواع SFP و SFP+، نقشی کلیدی در برقراری ارتباط میان تجهیزات مخابراتی و بستر فیزیکی فیبر ایفا کنند. این ماژول‌ها با پشتیبانی از نرخ‌های انتقال داده در محدوده گیگابیتی و ده گیگابیتی، قابلیت تعویض در حین کار (Hot-swap) و سازگاری با انواع رسانه‌های انتقال نوری، امکان پیاده‌سازی ارتباطات پرسرعت، پایدار و مقیاس‌پذیر را در زیرساخت‌های مخابرات قدرت فراهم می‌سازند. با این حال، عملکرد این تجهیزات به‌شدت به کیفیت ساخت و انطباق آن‌ها با استانداردهای بین‌المللی وابسته است. در شرایط عملیاتی متنوع شبکه‌های قدرت (شامل تغییرات دما، رطوبت، ارتعاش و نویز محیطی) استفاده از ماژول‌های بی‌کیفیت یا تقلبی می‌تواند موجب افزایش نرخ خطای بیت (BER)، افت توان اپتیکی، ناپایداری لینک‌های حیاتی و در نهایت کاهش قابلیت اطمینان سامانه‌های حساس حفاظتی و کنترلی شود. از این رو، ارزیابی دقیق عملکرد ماژول‌های نوری، شناسایی پارامترهای کلیدی مؤثر در عملکرد و کارایی آن‌ها و اطمینان از انطباق با استانداردهای معتبر بین‌المللی نظیر IEEE، ITU-T و MSA، اهمیت ویژه‌ای در طراحی و بهره‌برداری ایمن شبکه‌های هوشمند انرژی دارد.



براین اساس، انجام آزمون‌های فنی و عملکردی این ماژول‌ها به منظور اطمینان از صحت و پایداری عملکرد آنها، یکی از نیازها و انتظارات اصلی از آزمایشگاه لینک‌های مخابرات نوری در صنعت برق محسوب می‌شود. این پروژه با هدف پاسخ‌گویی به این نیاز و ایجاد امکان ارزیابی و اطمینان از کیفیت ماژول‌های نوری اجرا شد. در این راستا، ابتدا استانداردهای بین‌المللی مرتبط با آزمون ماژول‌های SFP و SFP+ شناسایی و بررسی شدند و پارامترها و عوامل موثر در عملکرد و کارایی ماژول‌های ترنسیور نوری SFP و SFP+ شناسایی گردید. محدوده‌های مجاز این پارامترها که وابسته به نرخ داده و نوع فناوری هستند، براساس استانداردهای بین‌المللی ITU و IEEE استخراج شده است و آزمون‌های مورد نیاز به همراه محدوده‌های پذیرش استخراج گردیدند.

سپس مشخصات فنی تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز تعیین و آزمایشگاه‌های همکار شناسایی و نحوه تعامل با آنها مشخص شد. در ادامه، بوردهای راه‌انداز و تست ماژول‌های SFP و SFP+ تهیه و مورد آزمون قرار گرفتند. براساس نتایج این مراحل، دستورالعمل آزمون‌های قابل انجام متناسب با تجهیزات موجود تدوین شد و در پایان، آزمون‌های آزمایشی بر روی یک نمونه از هر نوع ماژول اجرا گردید و دستورالعمل‌ها اصلاح و نهایی شدند.

نتیجه نهایی پروژه، شامل تدوین مجموعه دستورالعمل‌های آزمون ماژول‌های نوری SFP و SFP+، شناسایی و آماده‌سازی تجهیزات لازم و فراهم‌سازی شرایط انجام آزمون‌های عملکردی این ماژول‌ها در آزمایشگاه لینک‌های مخابرات نوری است. این دستورالعمل، گامی مهم در جهت ارتقای کیفیت و اطمینان‌پذیری تجهیزات مخابرات نوری در صنعت برق محسوب می‌شود.

تدوین سند راهبردی و نقشه راه فناوری هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه تولید برق حرارتی

سحر راکعی، محسن ظهیر جوزدانی، فرزانه مرتضوی، مرضیه مرتضایی، جوانه ضیاءطبری
(شروع پروژه: خرداد ۱۴۰۲ پایان پروژه: شهریور ۱۴۰۴)

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، تحول دیجیتال، تولید برق حرارتی هوشمند، موارد کاربرد هوش مصنوعی در تولید برق

هوش مصنوعی در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از پیشران‌های اصلی تحول دیجیتال در صنایع مختلف مطرح شده است و صنعت برق نیز از این قاعده مستثنی نیست. در میان بخش‌های مختلف صنعت برق، حوزه تولید برق حرارتی به‌دلیل سهم بالای آن در تأمین انرژی الکتریکی کشور، پیچیدگی فرآیندهای بهره‌برداری، تنوع تجهیزات، حجم بالای داده‌های عملیاتی و حساسیت بالا نسبت به قابلیت اطمینان و بهره‌وری، از ظرفیت قابل توجهی برای استفاده از راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی برخوردار است. با این حال، توسعه و به‌کارگیری این راهکارها بدون برخورداری از یک چارچوب روشن و قابل اجرا، می‌تواند به اقدامات پراکنده، پروژه‌محور و کم‌اثر منجر شود.

پروژه تدوین سند راهبردی و نقشه راه هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه تولید برق حرارتی با هدف پاسخ به این نیاز و ایجاد یک نگاه کلان و مبتنی بر چارچوب مشخص به توسعه و استقرار هوش مصنوعی در صنعت تولید برق حرارتی تعریف و اجرا شده است. هدف اصلی این پروژه، حرکت از رویکردهای موردی و جزیره‌ای به سمت یک مسیر مشخص و اجرایی بوده است که بتواند فرآیند تصمیم‌گیری، انتخاب پروژه‌ها، تخصیص منابع و پایش پیشرفت در این حوزه را به‌صورت منسجم هدایت کند.

در این پروژه تلاش شده است ضمن شناسایی ظرفیت‌ها و محدودیت‌های واقعی صنعت تولید برق کشور، هوش مصنوعی نه به‌عنوان یک ابزار صرفاً فناورانه، بلکه به‌عنوان یک اهرم راهبردی برای ارتقای بهره‌وری، بهبود تصمیم‌گیری، افزایش قابلیت اطمینان و کاهش هزینه‌های عملیاتی مورد توجه قرار گیرد. به همین منظور، پروژه با یک رویکرد مرحله‌ای و بر پایه چارچوب‌های مشخص طراحی شد و از مرحله مفهوم‌سازی و مطالعات تطبیقی آغاز گردید و در نهایت به تدوین نقشه راه اجرایی ختم شد.

در مراحل ابتدایی پروژه، مفاهیم و رویکردهای اصلی هوش مصنوعی با تمرکز بر کاربردهای صنعتی و متناسب با نیازهای نیروگاه‌های حرارتی مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش، راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی و موارد کاربرد آنها در صنایع انرژی، به‌ویژه در حوزه تولید برق، به‌صورت تطبیقی تحلیل شد. همچنین اسناد راهبردی و نقشه‌های راه مرتبط با هوش مصنوعی در کشورهای پیشرو و نهادهای فعال در حوزه انرژی مطالعه گردید تا تجارب موفق و الگوهای قابل استفاده شناسایی شود. خروجی این مرحله، ایجاد یک درک مشترک و چارچوب تحلیلی روشن برای ادامه مسیر پروژه بود.

در ادامه، وضعیت موجود صنعت تولید برق حرارتی کشور از منظر فرآیندها، ساختار سازمانی، وضعیت داده‌ها، میزان آمادگی دیجیتال و شرایط محیطی مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی، تصویری واقع‌گرایانه از توانمندی‌ها، محدودیت‌ها و چالش‌های پیش‌روی به‌کارگیری راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی ارائه داد و مبنای تصمیم‌گیری مراحل بعدی پروژه قرار گرفت. در این مرحله، تأکید ویژه‌ای بر شناسایی فاصله میان وضعیت موجود و وضعیت مطلوب در حوزه تحول دیجیتال صورت گرفت.

بر اساس نتایج مراحل پیشین، در گام بعدی ارکان جهت‌دهنده سند راهبردی شامل چشم‌انداز و اهداف کلان کاربرد هوش مصنوعی در حوزه تولید برق حرارتی تدوین شد. چشم‌انداز تعریف‌شده بر استفاده از راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در بهینه‌سازی زنجیره ارزش تولید برق،

ارتقای بهره‌وری نیروگاه‌ها، بهبود تصمیم‌گیری‌های مدیریتی و حرکت به سمت تولید برق پایدار و اقتصادی تأکید دارد. اهداف کلان نیز به گونه‌ای تعریف شدند که قابلیت تبدیل به پروژه‌های اجرایی و شاخص‌های عملکردی را داشته باشند.

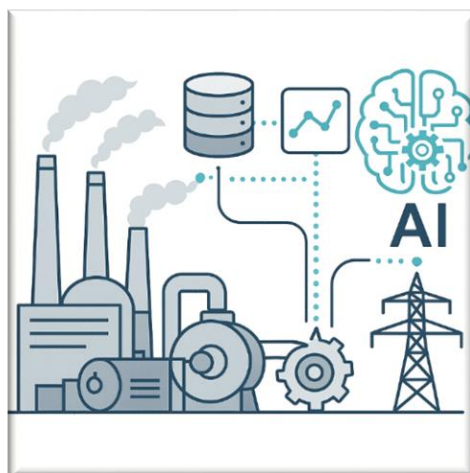
در ادامه پروژه، حوزه‌های اصلی کاربرد هوش مصنوعی در زنجیره ارزش تولید برق حرارتی شناسایی و دسته‌بندی شدند. این حوزه‌ها شامل برنامه‌ریزی و راهبری کلان تولید برق، پایش و کنترل فرآیندهای نیروگاهی، مدیریت و نگهداری دارایی‌ها، مدیریت زنجیره تأمین، امنیت سایبری و پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مدیریتی است. این دسته‌بندی، تصویری روشن از محل‌های بالقوه ارزش‌آفرینی راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت تولید برق حرارتی ارائه می‌دهد.

بر مبنای این چارچوب، مجموعه‌ای از پروژه‌های کاربردی مبتنی بر هوش مصنوعی شناسایی، تعریف و مستندسازی شد. این پروژه‌ها با تمرکز بر مسائل واقعی و فرآیندهای کلیدی استخراج شده و پس از پالایش، در قالب پروژه‌های مشخص با دامنه و خروجی‌های روشن تدوین گردیدند. سپس با استفاده از یک چارچوب ارزیابی مبتنی بر ارزش و سهولت اجرا، پروژه‌ها اولویت‌بندی شدند و فهرستی از پروژه‌های قابل اجرا در کوتاه‌مدت و میان‌مدت به دست آمد.

در کنار شناسایی پروژه‌ها، پیش‌نیازهای اجرای موفق راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در ابعاد سازمانی، انسانی، فنی و اکوسیستمی مورد بررسی قرار گرفت. در این بخش، الزامات ایجاد ساختارهای پشتیبان، چارچوب‌های حکمرانی داده و امنیت، توسعه زیرساخت‌های داده‌ای و پردازشی و برنامه‌های توانمندسازی نیروی انسانی تبیین شد. این پیش‌نیازها نقش تعیین‌کننده‌ای در موفقیت پروژه‌های هوش مصنوعی در صنعت تولید برق حرارتی ایفا می‌کنند.

در نهایت، یک نقشه راه اجرایی دوساله با رویکردی مرحله‌ای و کم‌ریسک تدوین شد که شامل فاز پایه‌گذاری و فاز گسترش است. در این نقشه راه، زمان‌بندی اجرا، پروژه‌های پایلوت، سازوکارهای گسترش، شاخص‌های ارزیابی پیشرفت و ملاحظات اجرایی مشخص گردیده است. نقشه راه تدوین شده، مسیر عملیاتی استقرار تدریجی راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در صنعت تولید برق حرارتی را ترسیم می‌کند.

در مجموع، این پروژه با ارائه یک بسته جامع شامل سند راهبردی، اهداف کلان، شناسایی حوزه‌ها و پروژه‌های کاربردی و نقشه راه اجرایی، زمینه لازم برای استفاده مؤثر از هوش مصنوعی در حوزه تولید برق حرارتی کشور را فراهم کرده و می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری مدیران، تخصیص منابع و حرکت به سمت تحول دیجیتال در این حوزه قرار گیرد.



مقالات منتشرشده گروه
فناوری اطلاعات و ارتباطات
(۱۴۰۳ تا ۱۴۰۴)

Integrated Design and Performance Optimization of Receiver Circuits for Radio Frequency Energy Harvesting Applications (2025)

شناسایی ناهنجاری و کاهش خطا در داده‌های اندازه‌گیری PMU با استفاده از مدل ترکیبی گوسی (GMM) (۱۴۰۴)

پیش‌نیازها و زیرساخت‌های لازم برای بکارگیری فناوری همزاد دیجیتال در حوزه توزیع صنعت برق (۱۴۰۴)

تحول دیجیتال در صنعت برق؛ مفاهیم، برنامه‌ها و اقدامات (۱۴۰۴)

ارزیابی عملکرد و اصالت مازول‌های ترنسپور نوری و تأثیر آن بر پایداری ارتباطات در شبکه‌های هوشمند انرژی (۱۴۰۴)

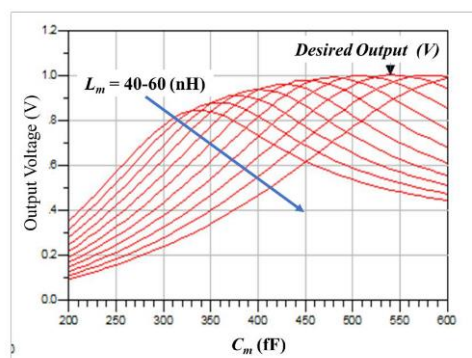
مطالعات تطبیقی و بررسی روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی توأمان سیستم‌های قدرت و شبکه‌های ارتباطی در شبکه‌های هوشمند (۱۴۰۴)

Integrated Design and Performance Optimization of Receiver Circuits for Radio Frequency Energy Harvesting Applications

Mahdi Mozaffaripour, Mohammadreza Tarihi
Journal of Circuits, Systems, and Computers (JCSC), 2025

Abstract: Radio Frequency Energy Harvesting (RFEH) has emerged as a promising solution to sustainably power the expanding ecosystem of low-power Internet of Things (IoT) devices. However, the realization of efficient RFEH systems necessitates specialized receiver circuits that can operate under ultra-low-power conditions without relying on conventional power sources. This paper presents a comprehensive analysis, design methodology, and optimization framework for such circuits, targeting the dual challenges of limited ambient RF energy and stringent power constraints that preclude the use of traditional amplification techniques. We begin by systematically examining the key building blocks of RFEH receivers—namely, the antenna, impedance matching (IM) network, and rectifier—and then conduct a critical review of existing literature to highlight gaps in practical circuit realization. A novel and streamlined design approach is introduced, enabling precise determination of circuit parameters tailored to specific load conditions—an aspect often overlooked in prior studies. Our primary contribution lies in a rigorous mathematical formulation of two-element IM networks, through which we derive closed-form expressions for optimal component values across six topologies. Furthermore, we demonstrate the infeasibility of certain configurations, such as single-inductor and specific multi-element designs, thereby challenging widely adopted but suboptimal design paradigms. The analytical results are corroborated via Advanced Design System (ADS) simulations, showing high fidelity between calculated and simulated values. Additionally, a sensitivity analysis identifies a particular topology as the most robust under parameter variations. This work distinguishes itself through a systematic, load-aware design framework and its analytical proof of structural limitations in common IM configurations. By bridging theoretical rigor with practical relevance, the proposed methodology provides a scalable foundation for the development of high-efficiency RFEH systems, advancing beyond the limitations of purely simulation-driven or overly simplified design approaches.

Keywords: Energy harvesting, Circuit design, Rectifier, Impedance matching, Mathematical analysis.



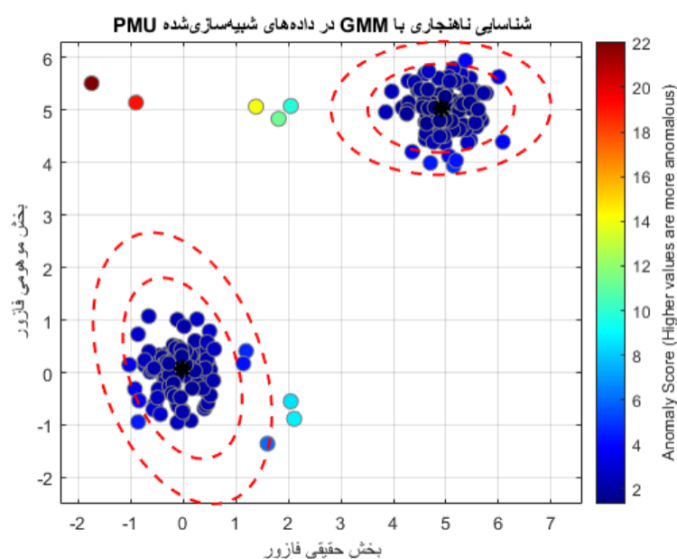
شناسایی ناهنجاری و کاهش خطا در داده‌های اندازه‌گیری PMU با استفاده از مدل ترکیبی گوسی (GMM)

محمدرضا طریحی، زهرا مدیحی

پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی شبکه‌های هوشمند انرژی شیراز، ۱۴۰۴

چکیده: این مقاله، یک روش تحلیلی بر پایه مدل ترکیبی گوسی (GMM) برای مقابله با نویز غیرگوسی و ناهنجاری‌ها در داده‌های PMU ارائه می‌دهد. برخلاف روش‌های معمول که دقت پایینی دارند، رویکرد ارائه شده با مدلسازی آماری، ناهنجاری‌ها را شناسایی و فیلتر می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که چارچوب GMM، با دقت شناسایی ۹۹.۵۴٪، ناهنجاری‌ها را از داده‌های سالم جدا می‌کند. همچنین، بهبود چشم‌گیری را در احتمال خطای بیت (BER) ایجاد می‌کند و BER را در مقایسه با روش معمول بیش از ۹۵٪ کاهش می‌دهد. این مقاله نشان می‌دهد که GMM با پاکسازی داده‌ها، به طور مؤثری منجر به کاهش خطا و افزایش قابلیت اعتماد در سیستم‌های پایش گسترده (WAMS) می‌شود.

واژه‌های کلیدی: شناسایی ناهنجاری، مدل ترکیبی گوسی (GMM)، نرخ خطای بیت (BER)، واحد اندازه‌گیری فازور (PMU)، سیستم‌های پایش گسترده (WAMS).



پیش‌نیازها و زیرساخت‌های لازم برای بکارگیری فناوری همزاد دیجیتال در حوزه توزیع صنعت برق

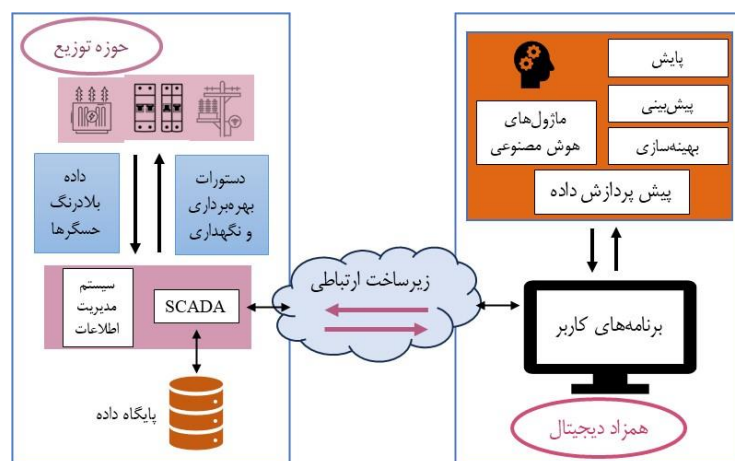
صبریه چوبکار، محسن ظهیر جوزدانی و محمدرضا جبارپور ستاری
بیست و نهمین کنفرانس بین‌المللی شبکه‌های توزیع برق، آبان ۱۴۰۴

چکیده: فناوری همزاد دیجیتال به سرعت در حال توسعه در کاربردهای مختلف صنعتی است. این فناوری که یک مدل زنده از المان مورد مطالعه است، فاکتورهای اثرگذار از زمان گذشته تا آینده را تحلیل می‌کند و به تصمیم‌گیری‌ها و کاهش ریسک و هزینه در پروژه‌های بزرگ و مرتبط با تجهیزات پیچیده و گران‌قیمت کمک می‌نماید. صنعت برق به عنوان یک صنعت بزرگ و دارای تجهیزات با ارزش بالا، به فناوری همزاد دیجیتال توجه داشته و می‌تواند از مزایای آن بهره‌مند گردد.

با ظهور انقلاب صنعتی پنجم و فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیاء، هوش مصنوعی، واقعیت‌های مجازی و افزوده، پردازش ابری و ارتباطات پرسرعت نسل پنجم موبایل، بخش‌های مختلف صنعتی پتانسیل بهره‌مندی از مزایای هر یک از این فناوری‌ها را دارند. همزاد دیجیتال که ترکیبی از فناوری‌های مذکور است به شرط فراهم آوردن پیش‌نیازها و زیرساخت‌های لازم، می‌تواند با ارائه دوگان مجازی از یک سیستم و یا یک تجهیز حیاتی، نقش مهمی در مدیریت سیستم‌ها و دارایی‌ها ایفا نماید. نمونه‌هایی از بکارگیری این فناوری در حوزه توزیع برق عبارتند از طراحی همزاد دیجیتال برای سیستم‌های کنترل و مدیریت بالادستی و محلی با هدف پیش‌بینی میزان تولید، بهینه‌سازی، و تحلیل خطا، توسعه اتوماسیون، روش‌های نگهداری و تعمیر پیش‌بینانه، مدیریت زنجیره تأمین، مدیریت منابع انسانی، افزایش راندمان و بهره‌وری تجهیزات اصلی مانند ترانسفورماتورها و کلیدهای حفاظتی.

در این مقاله، نیازمندی‌ها و زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی فناوری همزاد دیجیتال استخراج و مورد بررسی قرار می‌گیرند. این نیازمندی‌ها و زیرساخت‌ها می‌توانند طراحی همزاد دیجیتال برای زیرسیستم‌ها و تجهیزات بخش توزیع را به صورت هدفمند و با کارایی زیاد به مرحله اجرا برسانند. این پیش‌نیازها و زیرساخت‌ها برای بکارگیری همزاد دیجیتال در حوزه توزیع برق نیز مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

واژه‌های کلیدی: همزاد دیجیتال (Digital Twin)، حوزه توزیع برق، پیش‌نیازها و زیرساخت‌ها.



سیستم همزاد دیجیتال برای حوزه توزیع

تحول دیجیتال در صنعت برق؛ مفاهیم، برنامه‌ها و اقدامات

مریم شبرو، زهرا علوی کیا، محمدرضا طریحی، محسن معدنی، آزاده جعفری، مرضیه مرتضایی، فریدون حسین خانی
ماهنامه بین‌المللی نفت، گاز و انرژی، ۱۴۰۴

چکیده: در این مقاله به مرور مفاهیم، برنامه‌ها و اقدامات در جهت توسعه تحول دیجیتال صنعت برق پرداخته شده است. در این راستا، برخی از مهمترین ابعاد دیجیتالی شدن سازمان‌ها شامل مدل‌های کسب و کار دیجیتال، رهبری و حکمرانی دیجیتال، فرهنگ دیجیتال، منابع انسانی دیجیتال و مشتری دیجیتال مرور می‌شوند. مطالعات این ابعاد نشان می‌دهند که تحول دیجیتال صرفاً محدود به بهره‌گیری از فناوری‌های نوین دیجیتال نمی‌شود. همچنین از آنجایی که رویکرد تحول دیجیتال برای صنعت برق، تا حدودی با شبکه هوشمند متفاوت است، در ادامه این مقاله ضمن تبیین این تمایز، بر تدوین یک برنامه همه جانبه در راستای هوشمندسازی شبکه برق، و همچنین مدیریت گذار تاکید می‌شود. در انتها نیز برنامه تحول دیجیتال صنعت برق کشور در سطح سازمان، شبکه و دارایی و مشتریان و مهم‌تر از آن توانمندسازی تحول دیجیتال شامل داده، زیرساخت، قانون، امنیت، سواد و مهارت به طور مختصر معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تحول دیجیتال، شبکه هوشمند، صنعت برق، مصادیق دیجیتال.



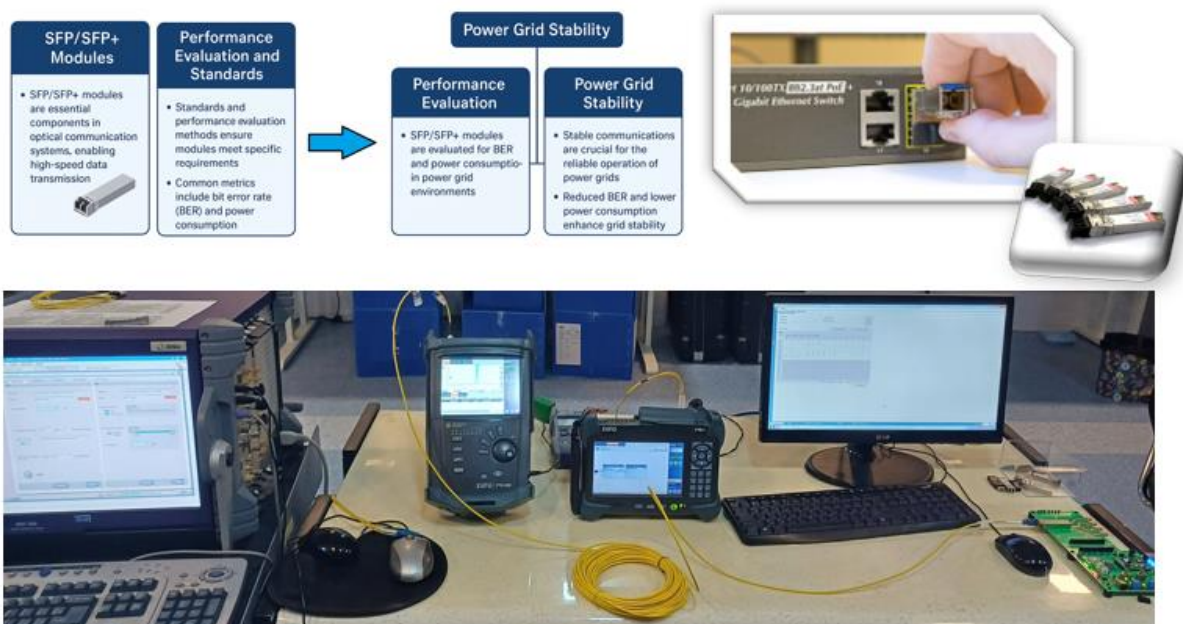
ارزیابی عملکرد و اصالت ماژول‌های ترنسیور نوری و تأثیر آن بر پایداری ارتباطات در شبکه‌های هوشمند انرژی

زهره شریف پور

پانزدهمین کنفرانس بین المللی شبکه‌های هوشمند انرژی شیراز، ۱۴۰۴

چکیده: رشد سریع شبکه‌های هوشمند انرژی، نیاز به زیرساخت‌های مخابراتی پرسرعت، پایدار و ایمن را افزایش داده است. ماژول‌های ترنسیور نوری، به عنوان اجزای کلیدی ارتباطات فیبر نوری، نقش حیاتی در انتقال داده در کاربردهای پایش، کنترل و حفاظت شبکه دارند. استفاده از ماژول‌های بی کیفیت یا تقلبی می‌تواند منجر به افزایش نرخ خطای بیت (BER)، افت توان و کیفیت سیگنال نوری و ناپایداری لینک‌های حیاتی شود و در نتیجه عملکرد سامانه‌های شبکه را مختل کند. شناسایی ماژول‌های تقلبی و ارزیابی کیفیت ماژول‌های اصیل، نقش کلیدی در تضمین پایداری و قابلیت اطمینان ارتباطات شبکه‌های هوشمند انرژی دارد. در این مقاله، اهمیت اطمینان از عملکرد صحیح ماژول‌ها پیش از بهره‌برداری و خطرات استفاده از ماژول‌های بی کیفیت یا تقلبی بررسی شده و مجموعه‌ای از آزمون‌های ارزیابی عملکرد و اصالت ماژول‌ها که بر پایه استانداردهای بین‌المللی طراحی و اجرا شده‌اند، ارائه شده است. همچنین زیرساخت و تجهیزات فراهم شده برای اجرای این آزمون‌ها امکان به‌کارگیری تکنیک‌های یادگیری ماشین و پیش‌بینی خرابی ماژول‌ها از طریق داده‌های DDM را فراهم می‌کند. این رویکرد می‌تواند پایداری ارتباطات حساس و کاهش ریسک عملیاتی را در شبکه‌های قدرت بهبود بخشد و مسیر تحقیقات آینده در توسعه مدل‌های پیش‌بینی هوشمند را هموار سازد.

واژه‌های کلیدی: ماژول ترنسیور نوری SFP/SFP+، ارتباطات نوری شبکه هوشمند انرژی، مخابرات نوری، ارزیابی عملکرد.



مطالعات تطبیقی و بررسی روش‌ها و ابزارهای شبیه‌سازی توأمان سیستم‌های قدرت و شبکه‌های ارتباطی در شبکه‌های هوشمند

مهدی مظفری‌پور، صبریه چوبکار

فصلنامه عصر برق، ۱۴۰۴

چکیده: با گسترش شبکه‌های هوشمند برق، نیاز به تحلیل و طراحی یکپارچه میان سامانه‌های قدرت و زیرساخت‌های ارتباطی بیش از پیش احساس می‌شود. شبیه‌سازی توأمان به‌عنوان رویکردی مؤثر برای مطالعه رفتار شبکه‌های سایبر-فیزیکی، امکان بررسی دقیق اثرات متقابل میان سیستم‌های قدرت و ICT را فراهم می‌سازد. در این مقاله با رویکردی تطبیقی، مفاهیم، الزامات، روش‌های همگام‌سازی و ابزارهای کلیدی شبیه‌سازی توأمان مرور و تحلیل شده‌اند. مقایسه چارچوب‌های مطرح نظیر HELICS، Mosaik، FNCS و INSPIRE نشان می‌دهد که تفاوت بنیادین میان مدل‌های پیوسته در حوزه قدرت و مدل‌های رویدادگرا در حوزه ارتباطات، نقش تعیین‌کننده‌ای در دقت و کارایی نتایج دارد. همچنین نمونه‌های کاربردی در سطح پست انتقال دیجیتال اهمیت تأخیرهای ارتباطی و از دست‌رفتن بسته‌های داده در عملکرد حفاظتی را برجسته می‌سازد. در پایان، پیشنهادهایی برای بومی‌سازی ابزارها، توسعه واسطه‌های زمان‌واقعی و خودکارسازی ساخت مدل‌ها بر پایه فایل‌های استاندارد IEC 61850 ارائه شده است. نتایج این مطالعه ضمن پر کردن خلأ پژوهش‌های بومی، مسیر توسعه بسترهای شبیه‌سازی توأمان در صنعت برق ایران را روشن می‌سازد و به ارتقای تاب‌آوری، کارایی و امنیت شبکه‌های هوشمند کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شبیه‌سازی توأمان، شبکه هوشمند برق، سیستم‌های سایبر-فیزیکی، همگام‌سازی زمانی، ICT در صنعت برق.



کتاب‌های منتشر شده

ارتباطات شبکه هوشمند برق بر پایه نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G)

مؤلفان: معصومه رحمانی، محمدرضا طریحی، صبریه چوبکار

در پی پیشرفت و نوآوری بی‌وقفه در جهان امروز، ادغام فناوری‌های نوین در شکل دادن مفهوم دنیای دیجیتال انکارناپذیر شده است. همبستگی بین حوزه‌های دیجیتال و صنعت انرژی، یک تحول عظیم را به وجود آورده است که بهره‌وری، پایداری و مدیریت بهینه شبکه انرژی را در آینده به ارمغان خواهد آورد. در قلب این تحول دیجیتال، مفهوم «شبکه هوشمند» قرار دارد، رویکردی که روش تولید، انتقال و توزیع برق را بازتعریف می‌کند. از سوی دیگر، نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G) تا چند سال آینده، به‌طور گسترده و به‌صورت تجاری در دسترس عموم قرار می‌گیرد. فناوری 5G با تأخیر بسیار کم، ظرفیت و سرعت بیشتر، نسبت به نسل‌های قبلی، بازده انرژی بیشتری دارد و به‌عنوان یک فناوری توانمندساز برای کاربردهای مبتنی بر اینترنت اشیاء در نظر گرفته شده است. این فناوری با مدیریت کلان‌داده‌های حسگرهای کم‌مصرف و کم‌هزینه و سایر دستگاه‌های متصل، راه را برای انبوهی از خدمات جدید مبتنی بر هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، واقعیت مجازی/افزوده و تجزیه و تحلیل پیشرفته باز خواهد کرد.

برای توسعه شبکه هوشمند برق و انرژی و تمرکززدایی تولید برق، شبکه 5G می‌تواند با تکامل مداوم فناوری‌های توانمندساز، با چالش‌های نوظهور ارتباطی مقابله کند. برخی فرصت‌ها و مزایای استفاده از شبکه 5G برای نسل بعدی شبکه هوشمند، تسهیل و تأمین ارتباطات برای کاربردهایی همچون تشخیص سریع و پاسخ به افزایش تقاضا در مواجهه با شارژ انبوه خودروهای الکتریکی (EVs)، قیمت‌گذاری پویای انرژی بر اساس تقاضای زمان-واقعی، مدیریت داده‌های کنتورهای هوشمند، روشنایی هوشمند و شهر هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء است که علاوه بر مدیریت مصرف انرژی، در هزینه‌های انرژی نیز صرفه‌جویی خواهد شد. امروزه شرکت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات راه‌حلی را بر اساس شبکه 5G و اینترنت اشیاء در حوزه‌های تقاضای انرژی، نیروگاه‌های مجازی و انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه داده‌اند که برخی از آنها مورد بهره‌برداری نیز قرار گرفته است.

بر همین اساس و نیازی که وجود داشت، بستری فراهم شد تا کتاب پیش رو بر اساس قابلیت‌های نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G) و ضرورت کاربردهای آن در شبکه هوشمند با همکاری گروه پژوهشی «فناوری اطلاعات و ارتباطات» و مرکز تخصصی نوآوری و توسعه فناوری «شبکه هوشمند برق و انرژی» پژوهشگاه نیرو نگارش و منتشر شده است. امید است با انتشار این کتاب، درک عمیقی از مفاهیم ارتباطات نسل پنجم شبکه تلفن همراه (5G) و شبکه هوشمند برق برای خوانندگان گرامی فراهم آید. در این اثر، بررسی جامعی از مفاهیم اساسی شبکه‌های هوشمند برق، اصول عملکرد و نحوه تلفیق آن با شبکه 5G ارائه شده است. همچنین موضوعاتی نظیر ارتباطات شبکه هوشمند، معماری شبکه 5G، فناوری‌های مرتبط و نیز فرصت‌ها و چالش‌های بهره‌گیری از شبکه 5G در سامانه‌های هوشمند برق، به تفصیل مورد بحث قرار گرفته‌اند.



Digital Twin Technology for Smart Grid

Written by: Sabrieh Choobkar, Seyed Mohsen Hashemi

روش‌های محاسباتی و الگوریتم‌های جبری در دو دهه گذشته به طرز چشمگیری بهبود یافته‌اند و فناوری‌های اطلاعات و دیجیتال (ICT) را تقویت کرده‌اند. یکی از پیشرفت‌های اخیر فناوری، مفهوم «همزاد دیجیتال» (DT) است. این فناوری که به سرعت در حال رشد است، در حال حاضر در صنایع مدرن مانند تولید و هوافضا مورد استفاده قرار می‌گیرد. همزاد دیجیتال یک ماکت مجازی از یک شی یا سیستم است که ویژگی‌ها و رفتارهای آن را به طور دقیق منعکس می‌کند. این فناوری نوآورانه بر یک رویکرد واحد یا یک فناوری خاص تمرکز نمی‌کند، بلکه چندین فناوری پرتلفدار را برای پرداختن به چالش‌های پیچیده یک سیستم ترکیب می‌کند. این ساختار، DT را به ابزاری پیشرفته برای برآورده کردن نیازهای پیچیده برنامه‌های آینده تبدیل می‌کند.

سیستم شبکه هوشمند (SG) به عنوان یک شبکه پیچیده کاندیدای اصلی برای استقرار فناوری همزاد دیجیتال است. DT نمای کاملی از کل سیستم و بخش‌های زیرمجموعه آن ارائه می‌دهد و می‌تواند بر تغییرات پارامترها و اثرات آنها در کاربردهای SG تمرکز کند. نکته مهم دیگر، خطاهای پرهزینه در SG است. یک همزاد دیجیتال سفارشی که قادر به پیش‌بینی و توضیح خطاها باشد، اولویت بالایی برای استقرار در حوزه‌های SG دارد.

این کتاب مروری جامع بر همزاد دیجیتال (DT) برای مهندسان برق ارائه می‌دهد. این کتاب تمام دانش ضروری در مورد مفهوم، کاربردها و فناوری‌های ساخت DT را پوشش می‌دهد. سپس کتاب ساختار و زیرسیستم‌های SG را بررسی می‌کند و در عین حال نوآوری‌های DT را برای هر بخش از این سیستم برق مدرن معرفی می‌کند. اهداف اصلی نگارش این کتاب به شرح زیر است:

۱. معرفی و بیان مفاهیم اساسی فناوری DT، ساختار و ماژول‌های معماری آن.
۲. بررسی کاربردهای DT در صنعت، ارائه مزایا، پیامدها و چالش‌های پیش‌بینی‌شده آنها.
۳. مطالعه و بررسی تمام جنبه‌ها و مزایای پیاده‌سازی DT در شبکه هوشمند برق و زیرسیستم‌های آن.
۴. ارائه دیدگاه برای ترسیم نقشه راه فناوری DT در SG.
۵. نقطه آغاز برای مطالعات متمرکز و تحقیقات بیشتر در مورد فناوری‌های DT و SG.

SpringerBriefs in Energy
Computational Modeling of Energy Systems
Sabrieh Choobkar · Seyed Mohsen Hashemi

Digital Twin Technology for Smart Grid

 Springer

دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی برگزار شده

مشارکت در برگزاری کارگاه‌های آموزشی بیست و پنجمین نمایشگاه بین‌المللی صنعت برق با عناوین:

«بکارگیری هوش مصنوعی در صنعت برق»

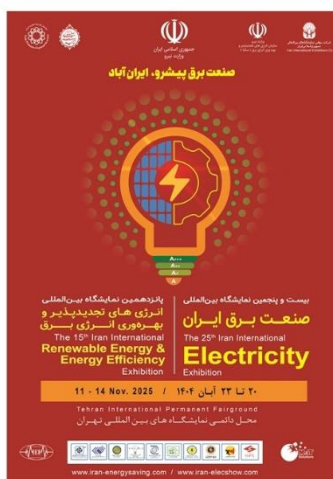
و

«کاربردهای هوش مصنوعی و همزاد دیجیتال در صنعت برق»

گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات پژوهشگاه نیرو طی برنامه‌ریزی برای ارتقای سطح علمی و حرفه‌ای شرکت‌کنندگان در بیست و پنجمین نمایشگاه بین‌المللی صنعت برق، با برگزاری نشست تخصصی با اهداف تشریح توانمندی‌ها و دانش همکاران این گروه و همچنین انتقال دانش و مهارت‌ها، تبادل تجربه‌های تخصصی، ایجاد تعامل مؤثر و مشارکت فعال مشارکت داشتند.

برگزاری کارگاه آموزشی «بکارگیری هوش مصنوعی در صنعت برق» با مشارکت شرکت مدیریت شبکه، پژوهشگاه نیرو، مینا دیجیتال و مونکو، به منظور بررسی ظرفیت‌ها، چالش‌ها و دستاوردهای فناوری هوش مصنوعی در صنعت برق در دستور کار نمایشگاه قرار گرفت. سرکار خانم دکتر راکعی از گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات، در این کارگاه، «معماری، چالش‌ها و راهکارهای اجرایی زیرساخت‌های توانمندساز هوش مصنوعی در صنعت برق» را ارائه دادند.

همچنین برگزاری کارگاه آموزشی «کاربردهای هوش مصنوعی و همزاد دیجیتال در صنعت برق» با مشارکت شرکت مدیریت شبکه، پژوهشگاه نیرو، مینا دیجیتال و مونکو به منظور معرفی قابلیت‌های این فناوری‌ها در دستیابی به تأمین، انتقال، توزیع و مصرف برق بهینه در دستور کار نمایشگاه قرار گرفت. در این کارگاه، سرکار خانم دکتر چوپکار سخنانی با عنوان «کاربردهای فناوری همزاد دیجیتال در شبکه هوشمند برق» را ارائه کردند که در آن پس از بررسی مفهوم معماری همزاد دیجیتال، به کاربردهای صنعتی این فناوری با تمرکز بر قابلیت‌های آن در توسعه شبکه هوشمند برق پرداخته شد.



کارگاه‌ها و نشست‌های جانبی بیست و پنجمین نمایشگاه بین‌المللی صنعت برق ایران و پانزدهمین نمایشگاه بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق

عنوان	روز	تاریخ	ساعت	مکان
نشست تخصصی هوشدین و هم‌افزایی پارک‌های علم و فناوری در مسیر نوآوری برق و انرژی	سه شنبه	۲۰ آبان	۱۶:۱۶	سالن IHIT
کارگاه دانشجوی طراحی و نصب سامانه‌های خورشیدی کوچک مقیاس و فرصتهای کسب و کار مرتبط	چهارشنبه	۲۱ آبان	۱۰:۱۲	سالن IHIT
کارگاه دانشجوی کاربردهای هوش مصنوعی و همزاد دیجیتال در صنعت برق	چهارشنبه	۲۱ آبان	۱۳:۱۴:۳۰	سالن IHIT
کارگاه حوزه انتقال چالش‌های حفاظتی و پایداری دینامیک شبکه قدرت در حوزه نیروگاه‌های خورشیدی	چهارشنبه	۲۱ آبان	۱۵:۱۶:۳۰	سالن IHIT
کارگاه کاربردهای هوش مصنوعی در صنعت برق	چهارشنبه	۲۱ آبان	۱۵:۱۶:۳۰	سالن میزبان
کارگاه دانشجوی طراحی و نصب سامانه‌های خورشیدی کوچک مقیاس و فرصتهای کسب و کار مرتبط	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۰:۱۲	سالن IHIT
کارگاه دانشجوی کاربردهای هوش مصنوعی و همزاد دیجیتال در صنعت برق	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۳:۱۴:۳۰	سالن IHIT
کارگاه دانشجوی مدل‌های سرمایه‌گذاری و فرآیندهای اخذ مجوز برای احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۳:۱۴:۳۰	سالن میزبان
کارگاه دانشجوی مدل‌ها و راهکارهای تضمین مالی نیروگاه‌های تجدیدپذیر	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۵:۱۶:۳۰	سالن میزبان
کارگاه دانشجوی ارائه استandarها و رویه‌های مرتبط با ارزیابی کیفی تجهیزات نیروگاه‌های تجدیدپذیر	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۵:۱۶:۳۰	سالن کنفرانس ۲۵
کارگاه حوزه توزیع	پنجشنبه	۲۲ آبان	۱۵:۱۶:۳۰	سالن IHIT
میزور تجربه گذر از پیک ۱۴-۱۳ و نقش حکمرانی و هوشمندسازی صنعت توزیع برق در مدیریت آوج بار ۱۴۰۵	جمعه	۲۳ آبان	۱۰:۱۲	سالن میزبان
بازار بهینه‌سازی و فرصتهای سرمایه‌گذاری در طرح‌های بهره‌وری و مدیریت مصرف انرژی	جمعه	۲۳ آبان	۱۰:۱۲	سالن IHIT
ساعت داخل فلبات استرازاگک میوه‌گانی				

برگزاری دوره آموزشی با عنوان «طراحی و اجرای دوره‌های آموزشی هوش مصنوعی در سازمان‌ها»

در چارچوب فعالیت‌های آموزشی، گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات اقدام به طراحی و اجرای مجموعه‌ای از دوره‌های آموزشی در حوزه هوش مصنوعی کرده است. این دوره‌ها با هدف ارتقای آگاهی و توان تحلیلی مدیران و کارشناسان سازمانی نسبت به مفاهیم، کاربردها و الزامات استفاده از هوش مصنوعی در سازمان‌ها طراحی شده و متناسب با نیازهای بخش دولتی و دستگاه‌های اجرایی برنامه‌ریزی گردیده‌اند.

دوره‌های برگزارشده تحت عنوان «آشنایی با هوش مصنوعی و کاربردهای آن در سازمان‌ها» ارائه شده‌اند. این عنوان در کدهای برگزاری دوره‌های وزارت نیرو ثبت شده و دوره با کد آموزشی TGCM-1145 اجرا گردیده است. این دوره فاقد پیش‌نیاز بوده و با مدت‌زمان ۲۴ ساعت، به‌صورت کاملاً نظری طراحی شده است. مبنای طراحی دوره، تحلیل نیازهای سازمانی و مدیریتی، تحولات فناورانه، مأموریت‌ها و برنامه‌های دستگاه‌ها و راهبردهای کلان بوده است.

در فرآیند طراحی و اجرا، ساختار کلی دوره، سرفصل‌ها و محتوای آموزشی توسط گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات تدوین و آماده‌سازی شده است. محتوای دوره پیش از برگزاری، در قالب تولید محتوای آموزشی تهیه شده و در اجرای دوره‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. در تدوین محتوا تلاش شده است علاوه بر ارائه مفاهیم پایه، به الزامات سازمانی، چالش‌های اجرایی و ملاحظات تصمیم‌گیری در استفاده از هوش مصنوعی پرداخته شود تا شرکت‌کنندگان بتوانند درک واقع‌گرایانه‌ای از این حوزه به‌دست آورند.

در این دوره آموزشی، مباحث با هدف ارائه تصویری جامع و کاربردی از هوش مصنوعی در سازمان‌ها مطرح شد؛ به‌گونه‌ای که ابتدا مفهوم هوش مصنوعی، دلایل توجه سازمان‌ها به آن و چالش‌ها و محدودیت‌های رایج تشریح گردید، سپس رویکردها و کاربردهای مختلف معرفی و معیارهای انتخاب مدل مناسب متناسب با مسئله سازمانی و وضعیت داده‌ها توضیح داده شد. در ادامه، مراحل طراحی، پیاده‌سازی و استقرار راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی، همراه با تأکید بر هماهنگی سازمانی و مدیریت تغییر، ارائه گردید و در نهایت پیش‌نیازها و الزامات اجرایی شامل زیرساخت‌های داده و پردازشی، ابزارها و سکوها، نرم‌افزاری و عوامل سازمانی مانند منابع انسانی و حاکمیت داده مورد بررسی قرار گرفت.

در چارچوب همکاری با مجتمع آموزشی و پژوهشی تهران، پیشنهاد مدرس نیز از سوی گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات انجام شده است. در ۳ ماهه دوم و سوم سال ۱۴۰۴ بر اساس محتوای تدوین شده، چهار دوره آموزشی با تدریس پژوهشگر این گروه سرکار خانم سحر راکعی به‌صورت حضوری برای شرکت آب منطقه‌ای البرز، شرکت آب منطقه‌ای تهران و شرکت آب و فاضلاب قم و به‌صورت مجازی برای کارکنان حوزه ستادی وزارت نیرو برگزار شد.

این آموزش‌ها به‌عنوان بخشی از فعالیت‌های آموزشی و ترویجی گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه توسعه دانش هوش مصنوعی در سطح سازمانی قابل ارزیابی است.



مشارکت در نمایشگاه جانبی بیست و نهمین کنفرانس و نمایشگاه شبکه‌های توزیع برق

نمایشگاه جانبی بیست و نهمین کنفرانس و نمایشگاه شبکه‌های توزیع برق از تاریخ ۶ تا ۸ آبان‌ماه در محل پژوهشگاه نیرو برگزار گردید. برنامه‌ریزی و استقرار غرفه پژوهشگاه نیرو در این نمایشگاه با همت مرکز «نوآوری و توسعه فناوری شبکه هوشمند برق و انرژی» و مرکز «نوآوری و توسعه فناوری و مطالعات برقی‌سازی حمل و نقل برقی» انجام شد. در این خصوص گروه فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز مشارکت فعال داشته است. در این غرفه مجموعه‌ای از دستاوردها، محصولات و راهکارهای توسعه‌یافته در حوزه‌های مختلف صنعت برق ارائه شد و کارشناسان حاضر به تشریح قابلیت‌ها، ویژگی‌های فنی و کاربردهای این محصولات در فرآیندهای عملیاتی شرکت‌های توزیع پرداختند.

مزایای به‌کارگیری نتایج پروژه‌های تحقیقاتی پژوهشگاه نیرو برای مخاطبان تخصصی و فعالان حوزه سرمایه‌گذاری تشریح شد. تمرکز اصلی بر تبیین مزیت‌های فنی، اقتصادی و امکان‌سنجی تولید انبوه محصولات فناورانه بود تا علاقه‌مندان بتوانند با درک دقیق‌تری از ظرفیت‌های تجاری‌سازی، فرصت‌های موجود برای توسعه همکاری‌های صنعتی و سرمایه‌گذاری را ارزیابی کنند.



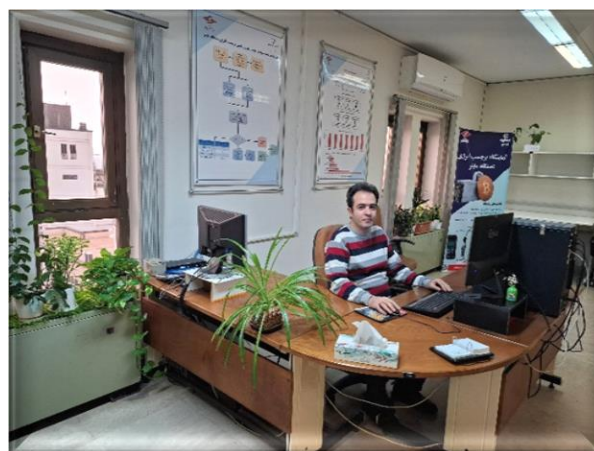
فعالیت‌های آزمایشگاه‌ها

دریافت گواهی استاندارد ISO/IEC 17025:2017 توسط آزمایشگاه برچسب انرژی دستگاه ماینر

و

تغییر عنوان این آزمایشگاه از آزمایشگاه تحقیقاتی به آزمایشگاه مرجع

مسئله ناترازی برق و همچنین جذابیت استخراج رمز ارزها با استفاده از دستگاه‌های ماینر، در شرایط حال حاضر کشور از چالش‌های مهم صنعت برق می‌باشد. لذا بازدهی دستگاه‌های ماینر و تاثیر آن بر روی شبکه برق مورد توجه وزارت نیرو بوده و استانداردهایی در این زمینه تدوین گردیده است. به منظور پیاده‌سازی و ارتقای این استانداردها، آزمایشگاه تحقیقاتی برچسب انرژی دستگاه ماینر با تاکید وزارت نیرو و پشتیبانی مسئولان محترم پژوهشگاه نیرو از سال ۱۴۰۱ شروع به فعالیت نمود. از همان ابتدای تاسیس، در راستای اجرای استاندارد ملی ۲۲۸۰۰، تلاش مستمر مسئول فنی آزمایشگاه، جناب آقای دکتر محسن ظهیر جوزدانی، کارشناس فنی آزمایشگاه، سرکار خانم مهندس منصوره کریمی مشکانی و همچنین مسئولین امور آزمایشگاه‌های پژوهشگاه نیرو در جهت تهیه مستندات جهت اخذ گواهینامه ISO/IEC 17025:2017 بوده که این مهم در شهریور ماه ۱۴۰۴ محقق شد و گواهی استاندارد ISO/IEC 17025:2017 توسط این آزمایشگاه اخذ گردید. همچنین در آذرماه ۱۴۰۴ با نظر شورای سیاست‌گذاری آزمایشگاه‌های پژوهشگاه نیرو نظر به مسئولیت وزارت نیرو در مدیریت مصرف ماینرها و همکاری آزمایشگاه با اداره ملی استاندارد و همچنین با توجه به اخذ گواهینامه ISO/IEC 17025:2017، عنوان آزمایشگاه از آزمایشگاه تحقیقاتی به آزمایشگاه مرجع تغییر یافت.



دهمین برونداد تخصصی گروه پژوهشی فناوری اطلاعات و ارتباطات

T

C

I

Identification Number of Accreditation: NACI/Lab/2758
Initial Accreditation Date: 2025.09.21
Granting Date: ---
Renewal Date: ---
Reaccreditation: ---
Correction: ---
Expiry Date: 2028.09.21

شماره اعتبار
تایید صلاحیت
NACI/Lab/2758
تاریخ صدور اولیه گواهینامه: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱
تاریخ تمدید گواهینامه: ---
تاریخ صدور مجدد گواهینامه: ---
تاریخ اصلاح گواهینامه: ---
تاریخ خاتمه اعتبار گواهینامه: ۱۴۰۸/۰۹/۲۱

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه آزمون
Testing Laboratory Accreditation Certificate
پیوست دامنه کاربرد تایید صلاحیت پژوهشگاه نیرو
Annex Accreditation Scope of Pazhuheshgah Niroy

ردیف NO.	نام محصول Product Name	محصول Product Oriented	آزمون Test Oriented	عنوان آزمون Test Title	محدوده کاربرد Applicable Range	مرجع Reference
				فاصله هوایی و فاصله خزشی Clearances and creepage distances	---	ISIRI 2611:1381 IEC 60898-1:2019 Clause: 8-1-3
				مکانیزم Mechanism	---	ISIRI 2611:1381 IEC 60898-1:2019 Clause: 8-1-2
				اتصال کوتاه Short-circuit	---	ISIRI 2611:1381 IEC 60898-1:2019 Clause: 9-12
1	تجهیزات استخراج فرآوردهای پرمایه رمزنگاری شده رمزرها (مایدها) Cryptocurrency mining equipments (miners)	✓	✓	تعیین معیار مصرف انرژی و دستورالعمل برچسب انرژی Determination of energy consumption criteria and energy labelling instruction	< 6500 W	INSO 22800 1399 Amd. 1: 1401

محصول محور: زسپشتا جهت عدم کلیه آزمون های مندرج بر استاندارد ویژگی های محصول، تایید صلاحیت شده است.
** آزمون محور: آزمایشتا جهت انجام آزمون های مندرج در جدول فوق تایید صلاحیت شده است.

* Product Oriented: Laboratory is accredited to meet all requirements of the product specification standard.
** Test Oriented: Laboratory is accredited for carrying out the tests mentioned in the above table.

M. Alipour
NACI PRESIDENT
Page 8 of 8 NACI-F315/02 Rev: August 2025 تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱ صفحه ۸ از ۸

Identification Number of Accreditation: NACI/Lab/2758
Initial Accreditation Date: 2025.09.21
Granting Date: ---
Renewal Date: ---
Reaccreditation: ---
Correction: ---
Expiry Date: 2028.09.21

شماره اعتبار
تایید صلاحیت
NACI/Lab/2758
تاریخ صدور اولیه گواهینامه: ۱۴۰۳/۰۹/۲۱
تاریخ تمدید گواهینامه: ---
تاریخ صدور مجدد گواهینامه: ---
تاریخ اصلاح گواهینامه: ---
تاریخ خاتمه اعتبار گواهینامه: ۱۴۰۸/۰۹/۲۱

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
NACI
National Accreditation Center of Iran
مرکز ملی تایید صلاحیت ایران

گواهینامه تایید صلاحیت آزمایشگاه آزمون
Testing Laboratory Accreditation Certificate

The National Accreditation Center of Iran (NACI) herewith confirms that body:

مرکز ملی تایید صلاحیت ایران بدین وسیله تایید می نماید که نهاد:

پژوهشگاه نیرو
Pazhuheshgah Niroy

Address: End of Shahid Dadman Biv, Shahrak Ghods
Tehran province, I.R. IRAN
Postal Code: 1468613113
Tel: +98(21)43767226
Fax: +98(21)88678296
Web Site: www.ndi.ac.ir

نشانی: ایران، تهران، شهرک غدس، تنهای بوار شهید دادمان
کد پستی: ۱۴۶۸۶۱۳۱۱۳
تلفن: ۰۲۱-۴۳۷۶۷۲۲۶
دورنگار: ۰۲۱-۸۸۰۷۸۲۹۶
سایت اینترنتی: www.ndi.ac.ir

Has fulfilled the INSO-ISO/IEC 17025:2017
And is competent to carry out Testing services according to accreditation scope are listed in 7 page/s of annex.

الزامات استاندارد ایران-ایزو/آی ای سی ۱۷۰۲۵: ۲۰۱۷ را رعایت نموده است و صلاحیت انجام خدمات آزمون مطابق دامنه کاربردی که جزئیات آن در ۷ برگ پیوست آمده است را داراست.

- Validity Of Accreditation Depends On Continuity Of Compliance With The Relevant Requirements And Obtaining The Approval Based On The Annual Surveillance Assessment.
- The Unique Identification Number Of This Accreditation Certificate And All Attachments Are The Same
- To Control The Originality Of This Certificate, Visit The Website Of NACI (naciportal.inso.gov.ir)

- اعتبار تایید صلاحیت منوط به استمرار تطابق با الزامات مربوطه و اخذ تاییدیه در ارزیابی های مراقبتی سالانه است.
- شماره همجاری شناسایی در این گواهینامه تایید صلاحیت و کلیه پیوستها یکسان است.
- جهت کنترل اصالت این گواهینامه به پایگاه اطلاع رسانی مرکز ملی تایید صلاحیت ایران مراجعه نمایید. (naciportal.inso.gov.ir)

M. Alipour
NACI PRESIDENT
Page 1 of 8 NACI-F315/02 Rev: August 2025 تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۸/۰۱ صفحه ۱ از ۸



تلفن: ۰۲۱-۸۸۰۷۹۳۹۸
دورنگار: ۰۲۱-۸۸۰۹۳۹۵۰



نشانی: تهران، شهرک غرب،
انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه
نیرو، گروه پژوهشی فناوری
اطلاعات و ارتباطات.



نشانی الکترونیکی:
ICTGroup@nri.ac.ir

شماره دهم، پاییز ۱۴۰۴