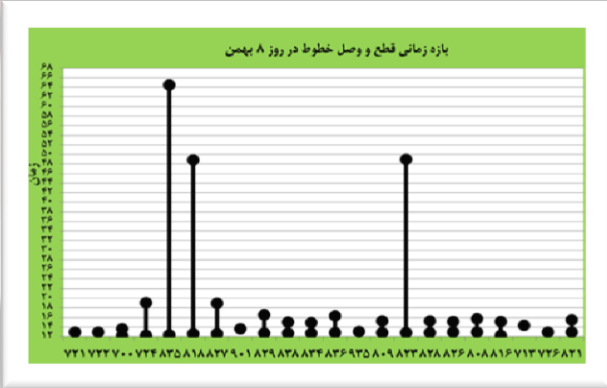
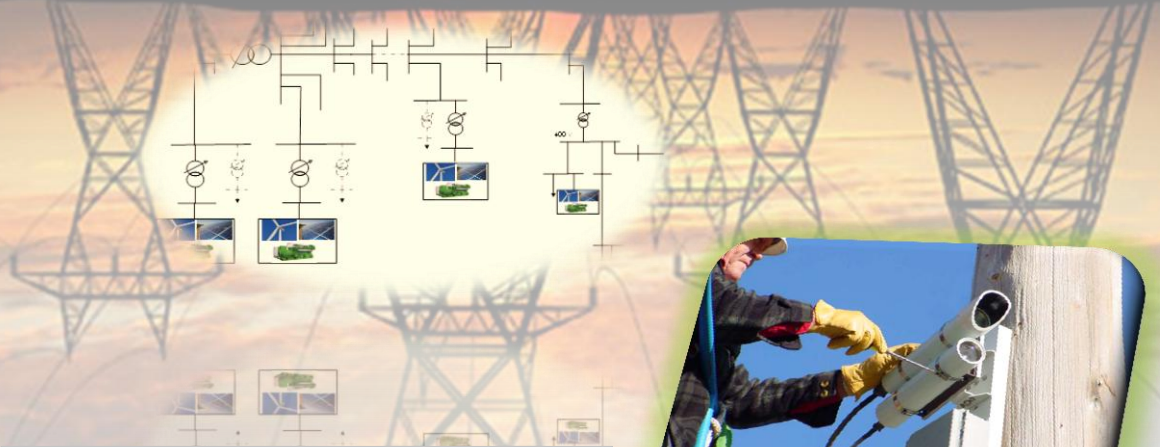
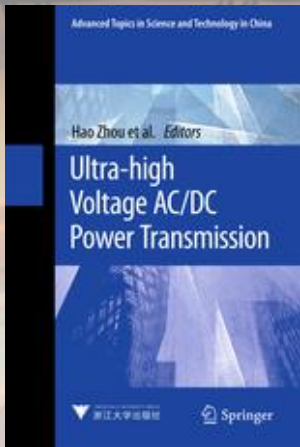




برونداهای تخصصی گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

پژوهشگاه نیرو - گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

سال سوم، شماره ۸، بهار ۱۳۹۷



به نام خدا

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

صاحب امتیاز: پژوهشگاه نیرو

مدیرمسئول: مجتبی گیلوانژاد

سر دبیر: هادی نوروزی

مدیر اجرایی: هادی نوروزی

گرافیکست و صفحه آرا: هادی نوروزی

ویراستار: هادی نوروزی، رشید خاضعی نسب

عکس روی جلد: هادی نوروزی

همکاران این شماره: مجتبی گیلوانژاد، پژمان

خزایی، مصطفی گودرزی، آرمان صفایی، هادی

نوروزی

همکاران گروه: مجتبی گیلوانژاد، فرشید

منصوربخت، پژمان خزایی، مصطفی گودرزی،

آرمان صفایی، هادی نوروزی

همکاران معاونت پژوهشی: مهندس ثریا

رستمی، نوشین فرودی

ناشر:

نشانی الکترونیکی: honorouzi@nri.ac.ir

نشانی: تهران، شهرک غرب، انتهای پونک

باختری، پژوهشگاه نیرو، گروه تجهیزات

خط و پست

تلفن: ۰۲۱-۸۸۵۹۰۱۷۳

دورنگار: ۰۲۱-۸۸۵۷۴۷۸۶

اعضای هیئت تحریریه:

مجتبی گیلوانژاد، آرمان صفایی، پژمان خزایی،

مصطفی گودرزی، هادی نوروزی

اعضای هیئت داوران:

آرش آقایی فر، سیامک رفیعزاده، بیژن شورجه،

ایمان احمدی، محمد گودرزی

اهداف و رویکرد:

«بروندادهای تخصصی گروه پژوهشی تجهیزات

خط و پست» با هدف ایجاد بستر مناسب برای

تبادل اطلاعات مربوط به تجهیزات خط و پست

به صورت داخل پژوهشگاهی منتشر می شود.

این مجموعه از هرگونه پیشنهاد یا انتقاد برای

هرچه بهتر شدن مطالب استقبال می کند و استفاده

از مطالب آن با ذکر منبع بلامانع است.

مسئولیت مطالب، مقالات و پژوهش های

درج شده بر عهده نویسندگان است.

• سخن سردبیر	۱
• خبر و گزارش	۲
• بررسی چگونگی و الزامات اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه	۱۱
• اختتام پروژه مطالعه حوادث ناشی از وقوع گرد و غبار بهمن سال ۹۵ در خوزستان	۲۸
• مرکز تحقیقاتی بین المللی	۳۴
• تازه‌های نشر	۴۹

سخن سردبیر

سپاس خداوند را که هستی، نام از او یافت و خرد را بی میانجی حکمت آموخت تا او را بشناسیم که شناخت او، از شناخت خود و دنیای اطراف خود شروع می‌شود.

بدون شک یکی از ویژگی‌های عصر حاضر این است که نشر و تبادل اطلاعات همزمان با پیشرفت تکنولوژی و فناوری در زمینه‌های مختلف علمی، با سرعت زیاد در حال انجام است. در مورد سیستم‌های قدرت و تجهیزات مرتبط با آن نیز چه در زمینه تکنولوژی و چه در زمینه پژوهش‌ها و خدمات انجام یافته، تغییرات رو به جلو بوده و پیشرفت‌های زیادی در مراحل مختلف تولید تا توزیع و مصرف برق، شکل گرفته است. تجهیزات و فعالیت‌های مربوط به خط و پست نیز از این مقوله مستثنی نبوده و با توجه به اهمیت فراوان آن، در کارایی سیستم قدرت نقش بسزایی دارد.

پروژه‌ها و تحقیقات انجام شده در گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست پژوهشگاه نیرو، همواره در مسیر پیشرفت و در سطح فعالیت‌های پیشرو در دنیا می‌باشد. با توجه به اهمیت نشر و تبادل اطلاعات سعی شده است که این نشریه پژوهشی از انواع فعالیت‌های پژوهشی و تخصصی انجام شده در گروه باشد تا بتوان با استفاده از نشر این فعالیت‌ها در قالب گزارشات و مقالات، ارتباط مناسبی با گروه‌های مختلف داخل پژوهشگاه و همچنین سایر مراکز علمی و تحقیقاتی مثل دانشگاه‌ها برقرار کرد.

هادی نوروزی

گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست

اختتام پروژه

بررسی عملکرد سیستم مانیتورینگ online خطوط روی یک خط نمونه شبکه انتقال و

فوق توزیع

👤 مدیر پروژه: مصطفی گودرزی

با افزایش روزافزون میزان مصرف انرژی الکتریکی در سطح توزیع و فوق توزیع به تناسب رشد جمعیت در سال‌های مختلف نیز تغییر الگوی مصرف در دهه‌های اخیر، نیاز به افزایش ظرفیت شبکه تولید و انتقال بالاخص در سال‌های اخیر بسیار مشهود بوده است. در سطح تولید دو راه‌کار جهت پاسخ‌گویی به افزایش میزان بار در نظر گرفته می‌شود: نخست، احداث نیروگاه‌های جدید و افزایش تولید متمرکز توان که نیاز به افزایش ظرفیت خطوط انتقال را جهت رساندن توان تولیدی نیروگاه‌ها به نزدیکی محل مصرف بیش از پیش آشکار می‌کند و دوم، افزایش تولید در سطح توزیع و فوق توزیع با استفاده از منابع تولید پراکنده. در سطح انتقال انرژی الکتریکی. افزایش ظرفیت شبکه انتقال به طور سنتی از طریق احداث خطوط انتقال جدید انجام می‌پذیرد. این امر هزینه‌های بسیار زیادی را جهت احداث هر خط انتقال جدید به همراه خواهد داشت و جدا از این مورد، مشکلات زیست‌محیطی زیادی را پیش روی شرکت‌های برق منطقه‌ای قرار می‌دهد. راه‌کار جدیدی که در سال‌های اخیر در دنیا به منظور افزایش ظرفیت شبکه انتقال مورد توجه قرار گرفته است، افزایش ظرفیت بهره‌برداری از خطوط انتقال با رویکرد مانیتورینگ آنلاین خطوط انتقال است. شرکت‌های برق علاوه بر اینکه به مطالعه ظرفیت شبکه الکتریکی در زمان اوج مصرف می‌پردازند، باید از قابلیت اطمینان تامین برق نیز تا حد مقبولی مطمئن باشند؛ در نتیجه در کشورهایی که رشد نسبی مصرف

برق در آن‌ها بالا است از جمله ایران، استفاده مؤثر از خطوط انتقال موجود از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد.

با توجه به اینکه احداث خطوط انتقال، هزینه‌های سنگینی را تحمیل می‌نماید و مراحل طراحی و اجرای آن زمان‌بر می‌باشد و با توجه به محدودیت‌های زیست محیطی در اختیار گرفتن زمین و حریم مناسب برای احداث خطوط، شرکت‌های برق می‌توانند با پیاده‌سازی سیستم مانیتورینگ آنلاین خطوط انتقال، ظرفیت خطوط را در حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد افزایش داده و به جای استفاده از ظرفیت استاتیک خطوط به ظرفیت دینامیک آن برسند که این کار می‌تواند علاوه بر جلوگیری از ایجاد مشکل برق‌رسانی در ساعات پیک بار، پاسخ مناسبی برای رشد سالانه‌ی بار باشد و احداث خطوط انتقال جدید را تا چند سال به تعویق اندازد.

ظرفیت استاتیکی خط انتقال ظرفیتی است که طبق بدترین شرایط بهره‌برداری و در شرایط سخت آب و هوایی تعیین می‌شود و مقدار ثابتی دارد. باید در نظر داشت، یک خط همواره در بدترین شرایط محیطی در حال بهره‌برداری نیست و در بسیاری از موارد می‌توان جریان بیشتری از خط عبور دهد بدون آن‌که به هادی و عایق‌بندی خط آسیبی برسد. این ظرفیت مجاز عبور جریان در هر لحظه را ظرفیت دینامیکی خطوط انتقال گویند که به طور معمول ۲۵ تا ۳۰ درصد و در موارد سخت‌گیرانه در طراحی، تا حدود ۳۵ درصد می‌تواند بالاتر از ظرفیت استاتیکی خط انتقال باشد.

سیستم‌های مانیتورینگ آنلاین خطوط انتقال، انواع مختلفی را شامل می‌شوند و هرکدام بر اساس این‌که از چه نوع تجهیزات اندازه‌گیری یا چه سیستم پردازنده و انتقال اطلاعاتی استفاده می‌کنند تقسیم‌بندی می‌شوند. سیستم‌های مانیتورینگ خطوط انتقال، از راه‌های مختلفی، ظرفیت دینامیکی عبور جریان از خطوط انتقال را محاسبه می‌کنند که از جمله این روش‌ها می‌توان موارد زیر را نام برد:

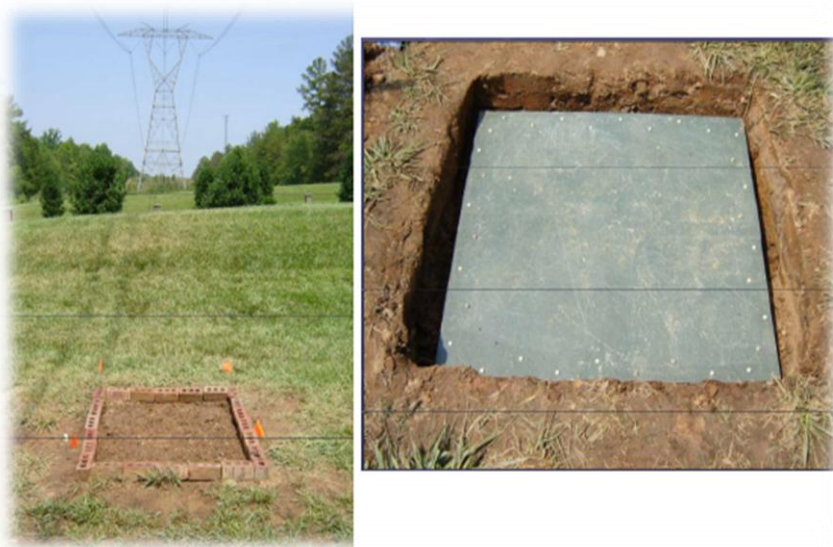
- مانیتورینگ مستقیم شرایط آب و هوایی از قبیل دما، میزان وزش باد و رطوبت در محیط
- مانیتورینگ دمای هادی و جریان خط از طریق سنسورهای دمایی و ترانسفورماتور جریان روی

خط

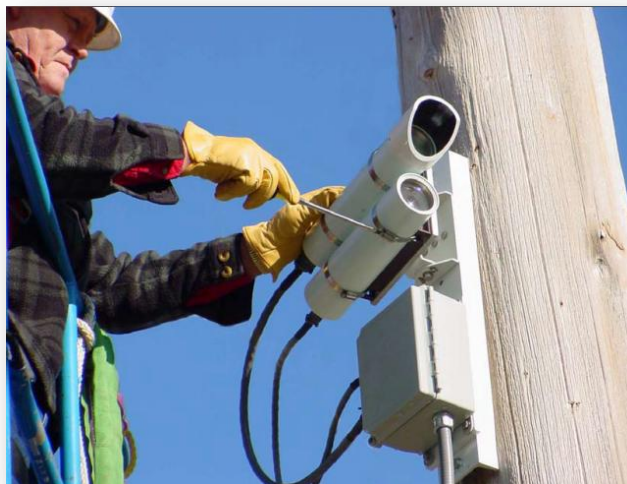
- مانیتورینگ کشش خطوط انتقال از طریق نصب لودسل در نزدیکی مقره
- مانیتورینگ فلش اسپن در خطوط انتقال از طریق در نظر گرفتن هدف و دوربین جهت مشاهده

هدف روی خط انتقال

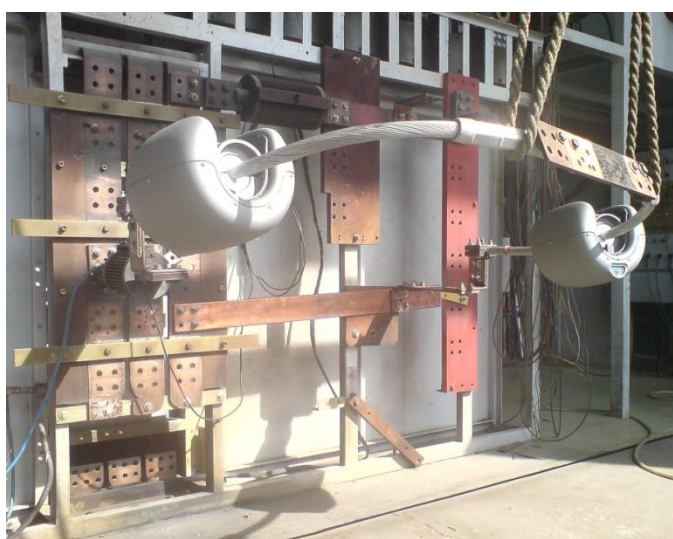
- مانیتورینگ دمای هادی از طریق امواج صوتی سطحی در خط انتقال
- نمونه‌هایی از سیستم‌های مانیتورینگ آنالین خطوط انتقال در شکل‌های زیر قابل مشاهده است.



شکل ۱: سنسور مغناطیسی و تعبیه در زمین زیر خط انتقال



شکل ۲: نصب دوربین جهت مانیتورینگ فلش در خط انتقال



شکل ۳: سیستم مانیتورینگ آنلاین دما و جریان خط انتقال

در این پروژه، در ابتدا مطالعاتی بر روی انواع سیستم‌های مانیتورینگ آنلاین خطوط انتقال صورت می‌گیرد و به تفکیک، تجهیزات اندازه‌گیری اصلی، واحد کنترل محلی، سیستم انتقال اطلاعات و سیستم کنترل مرکزی در هریک از سیستم‌های مورد مطالعه بررسی می‌شود. سیستم‌های مورد مطالعه می‌توانند انواع بسیاری را از مانیتورینگ ساده شرایط آب و هوایی از طریق داده‌های هواشناسی تا سیستم‌های پیشرفته‌ای از

قبیل مانتورینگ آنلاین دما و جریان خط با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری آنلاین و ایستگاه هواشناسی محلی بر روی دکل خط انتقال شامل شوند.

هریک از بخش‌های ذکر شده در بالا، استانداردهایی را جهت ساخت و بهره‌برداری شامل می‌شوند که از آن جمله می‌توان استانداردهای مربوط به تجهیزات اندازه‌گیری، تجهیزات کنترل محلی، تجهیزات انتقال اطلاعات و فرامین و زیرساخت‌های لازم برای ارتباط بین تجهیز اندازه‌گیری و سیستم پردازش مرکزی را نام برد.

پس از مطالعه اجمالی بر روی سیستم‌های مانتورینگ، گواهی‌های لازم برای هر یک از موارد فوق مورد مطالعه و بررسی قرار خواهد گرفت و انواع آزمون‌ها برای بررسی سلامت فنی تجهیزات و زیرساخت‌های لازم برای کارکرد صحیح سیستم مانتورینگ بسته به شرایط محیط نصب این تجهیزات بررسی خواهد شد. از جمله این استانداردها می‌توان استانداردهای مربوط به ایمنی تجهیزات الکترومغناطیسی در محیط‌های مختلف کار، استانداردهای مربوط به میزان انتشار مجاز تجهیز در هر محیط، استانداردهای تست دی‌الکتریک و سطوح عایقی تجهیز در سطح ولتاژ متوسط، استانداردهای شرایط جوی محیط شامل شرایط سرما و گرمای قابل تحمل و میزان رطوبت در محیط کار و استانداردهای ولتاژهای قابل تحمل تجهیزات را نام برد که در ادامه پروژه، این موارد و موارد مشابه بررسی خواهند شد.

شرایط تحویل‌گیری تجهیزات از دیگر مواردی است که در این پروژه مورد مطالعه قرار می‌گیرد تا مشخص شود، هنگام دریافت تجهیزات مانتورینگ از برنده مناقصه، چه شرایطی باید مورد بررسی قرار گیرد و چه آزمون‌هایی برای اطمینان از صحت عمل‌کرد تجهیزات در زمان تحویل، قابل بررسی هستند. همچنین، در این بخش شرایط ظاهری تجهیزات و سیستم‌های دریافتی از برنده مناقصه نیز بررسی خواهد شد تا سیستم

تحويل گرفته شده از شرکت برنده، كاملا از هر نظر مطابق با شرايط عنوان شده در كاتالوگ‌های شرکت و شرايط عمومي لازم به رعايت در تجهيزات مانيتورينگ باشد. شكل ۴ و شكل ۵، تصاویری از آزمون مخابراتی بر روی يك تجهیز اندازه‌گیری خریداری شده از طریق جاگذاری GPRS در این تجهیز را نشان می‌دهد.



شكل ۴: تحويل‌گیری تجهیز مانيتورينگ آنلاین جهت انجام آزمون



شكل ۵: جاگذاری GPRS در تجهیز مانيتورينگ

این بخش گستره‌ای از شرایط فیزیکی و ظاهری، آزمون‌های قابل اجرا در زمان تحویل و ابزار سنجش لازم در روز تحویل‌گیری را شامل می‌شود. این بخش در عمل، مطالعاتی را شامل می‌شود که پس از برگزاری مناقصه موضوعیت پیدا می‌کنند و باید در خصوص آن اطلاعات تمامی انواع سیستم مانیتورینگ مطالعه شود تا هرکدام را بتوان در صورت برنده شدن در مناقصه مورد بررسی قرار داد و معیاری برای سنجش سلامت و صحت عمل‌کرد تجهیزات مانیتورینگ دریافتی در دست داشت. پس می‌توان به طور خلاصه، هدف این بخش از پروژه را بررسی شرایط و معیارهای تحویل‌گیری سیستم مانیتورینگ آنلاین از تولیدکننده معرفی کرد.

در بخش بعدی مرحله اول پروژه، شرایط بهره‌برداری از سیستم مانیتورینگ آنلاین مورد مطالعه قرار خواهد گرفت. این بخش از گزارش به بررسی تمامی نکات لازم جهت نصب تجهیزات اندازه‌گیری آنلاین، نصب کنترل‌کننده‌های محلی یا دوربین‌ها و ایستگاه‌های هوایی روی دکل، تجهیزات لازم برای عمل‌کرد بهینه سیستم، شرایط محیطی مناسب، لیست تجهیزات مورد نیاز جهت حمل به سایت و موارد مشابه می‌پردازد. این شرایط بهره‌برداری به دو دسته اصلی تجهیزات مانیتورینگ و زیرساخت‌های انتقال پیام قابل تقسیم است و حتی شرایط بسته‌بندی تجهیزات، تعداد و نوع مناسب پوشش دور تجهیزات پیش از نصب را شامل می‌شود زیرا تجهیزات مانیتورینگ بسیار حساس هستند و در صورت تحمل ضربه‌های محکم و دارا نبودن محافظ مناسب، کالیبراسیون آنان دچار مشکل خواهد شد و در بهترین حالت، نیاز به بازیابی توسط شرکت سازنده را دارند. باید در نظر داشت عمر تجهیزات مانیتورینگ با افزایش تعداد دفعات قطع و وصل، کاهش خواهد یافت و این موضوع باید به عنوان معیاری در شرایط بهره‌برداری در نظر گرفته شود. همچنین، ذکر این نکته خالی از لطف نیست که تجهیزات مانیتورینگ برای عملکرد مناسب نیاز به آموزش دیدن اولیه

دارند تا بتواند کالیبراسیون دقیقی داشته باشند و این مرحله باید در سایت محل نصب و توسط فروشنده انجام گیرد و سیستم به صورت آماده به کار تحویل گرفته شود؛ پس از این مرحله، به ازای هر مرتبه به هم خوردن تنظیمات کالیبراسیون نباید مشکلی در راه‌اندازی مجدد دستگاه وجود داشته باشد و باید با یک مرحله تنظیمات اضافه بازیابی، بتوان دقت اندازه‌گیری تجهیزات را به شرایط هنگام تحویل بازگرداند که این بخش در قالب فعالیت‌های بهره‌برداری قرار می‌گیرد. شکل ۴، یکی از الزامات نصب تجهیزات مانیتورینگ را بر روی خطوط انتقال نشان می‌دهد.



شکل ۴: نیاز به جرثقیل برای نصب تجهیزات مانیتورینگ خط انتقال بر روی خط و در حالت برق‌دار

همچنین موضوع دیگری که در این قسمت از پروژه مورد مطالعه قرار خواهد گرفت، بررسی نیاز یا عدم نیاز به بی برق شدن خط جهت نصب تجهیزات مانیتورینگ بر روی آن است که فاکتور مهمی در بهره‌برداری از سیستم مانیتورینگ آنلاین خط انتقال خواهد بود.

پس از این مرحله و در مرحله دوم پروژه، با برگزاری مناقصه، تجهیزات مانیتورینگ که بتوانند ملزومات مطرح شده در گزارش را برآورده کنند و مناسب شرایط محیطی سایت باشند بر اساس امتیازی که در بخش فنی به دست خواهند آورد رتبه‌بندی خواهند شد و پس از آن، با بررسی پکت قیمت این تجهیزات،

تجهیزی که در مجموع دو قسمت فنی و قیمتی بتواند در مقایسه با سیستم‌های دیگر اولویت داشته باشد، به عنوان برنده انتخاب خواهد شد و اقدامات لازم جهت خرید تجهیزات از شرکت برنده صورت می‌پذیرد.

در مراحل بعدی پروژه، تجهیزات خریداری شده‌ی سیستم مانیتورینگ آنلاین خط انتقال، با روش مناسب به سایت محل نصب انتقال داده خواهند شد و عملیات نصب و کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری انجام خواهد شد و نحوه عملکرد این سیستم مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

بررسی چگونگی و الزامات اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

نویسندگان: مصطفی گودرزی^۱ و آرمان صفایی

چکیده: در گذشته ساختار صنعت برق به صورت یکپارچه بوده است. در این ساختار یکپارچه تمامی نهادها از جمله بخش توزیع تحت نظارت یک مرکز اداره می‌شدند و بار بسیار کم بود. از این رو ارتقاء شبکه‌های توزیع از روش‌هایی نظیر احداث فیدرهای جدید، تقویت شبکه و در سطوح بالاتر احداث پست‌های توزیع و ... استفاده می‌شد حال آن‌که استفاده از این روش‌ها هزینه زیادی برای شرکت‌های توزیع در بر داشت لذا با گذر زمان و با تغییر در ساختار صنعت برق، رویکردهای جدید مطرح گردید که از جمله این رویکردها احداث نیروگاه‌های تولید پراکنده بود. احداث این نیروگاه‌ها در مقیاس کوچک به دلیل دارا بودن مزایای متعدد با سیاست‌های تشویقی دولت همراه بوده‌است که بخش خصوصی را جهت احداث این نیروگاه‌ها به منظور پاسخگویی به نیاز مصرف ترغیب کرده است و در نتیجه تعداد این نیروگاه‌ها رشد چشمگیری داشته است. در عین حال، اتصال این منابع به شبکه، متولیان شرکت‌های برق را با چالش‌هایی مواجه کرده است. چالش‌هایی نظیر چگونگی نحوه اتصال این منابع به شبکه، نحوه تاثیرگذاری این منابع بر هماهنگی حفاظتی تجهیزات به کار رفته در شبکه، میزان تاثیرگذاری این منابع بر پارامترهای شبکه و نحوه بهره‌برداری از شبکه برق، تجهیزات جانبی مورد نیاز جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه و آزمایش‌های مورد نیاز جهت بهره‌برداری مطمئن از تولیدات پراکنده که همگی نیازمند انجام بررسی‌های دقیق و فنی می‌باشند. در ادامه در این مقاله مطالعات فنی مورد نیاز جهت اتصال این منابع به شبکه، حداقل تجهیزات فنی جانبی جهت اتصال و هم چنین برخی از آزمون‌های راه اندازی و قیود بهره‌برداری به صورت اجمالی شرح داده شده است.

کلیدواژه: نیروگاه فتوولتائیک، تولیدات پراکنده، شبکه توزیع، طرح اتصال

مقدمه

در هنگام اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه بایستی نحوه اتصال این مولدها و نیز تاثیرات آن بر شبکه شامل ناپایداری، هماهنگی حفاظتی، کیفیت توان، اثرات بر سیستم زمین و غیره مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. همچنین بحث مهم دیگری که لازم است در این مطالعات بدان توجه شود، ارتباط این مولدها با

^۱ - تهیه شده توسط مصطفی گودرزی کارشناس پژوهشی گروه پژوهشی تجهیزات خط و پست، پژوهشگاه نیرو، پست الکترونیک:

شبکه سراسری می‌باشد. در این قسمت مباحث مختلفی از قبیل جایابی تولیدات پراکنده، مباحث مربوط به مطالعات پخش بار، مباحث حفاظتی از قبیل مطالعات اتصال کوتاه و هماهنگی مرتبط با تجهیزات مختلف حفاظتی، مطالعات مربوط به پایداری و ناپایداری گذرا، مباحث کیفیت توان تحویلی به شبکه و مصرف کننده و نیز مطالعات مربوط به سیستم‌های زمین منابع تولید پراکنده مختلف، مطرح می‌گردد.

مطالعات پخش بار

اهدافی که در انجام این مطالعات بررسی می‌گردد شامل موارد زیر می‌باشد:

☞ در حداقل بار شبکه (بار محلی و بار پست فوق توزیع) و حداکثر ظرفیت مولد (با ضریب توان

بهره‌برداری که در حالت بدبینانه $0/9$ پس فاز در نظر گرفته می‌شود)، اگر برگشت توان به شبکه

بالا دستی وجود دارد، بایستی ولتاژ در محل مولد بیش از حد مجاز ($1/05$ پریونیت) نشود.

☞ در حداکثر بار شبکه و در حضور مولد، مناسب است محدودیت‌های بهره‌برداری (ولتاژ باس‌ها،

جریان عبوری از خطوط و ترانسفورماتورها) در حد مجاز باشد. (ولتاژ بیش از 95% باشد و

جریان عبوری از هر بخش فیدر در حد جریان مجاز حرارتی آن باشد).

☞ پخش بار باید برای مانورهای مختلف شبکه در حالت‌های کم‌باری و پرباری انجام گردد.

☞ در تمامی موارد ذکر شده لازم است که نتیجه مطالعات پخش بار قبل و بعد از اتصال مولد

مقیاس کوچک انجام شده و این دو حالت با هم مقایسه شوند.

لازم به تذکر است که در این حالت باید اطلاعات خروجی بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های مربوط

به اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه از لحاظ محدودیت‌های الکتریکی مانند محدوده مجاز ولتاژ سیستم

($\pm 5\%$ درصد ولتاژ نامی) و همین‌طور بارگیری مجاز خطوط (تا 80% درصد بار نامی) بررسی شود. در صورت

مجاز بودن نتایج خروجی، پخش بار اتصال مولد به شبکه از دیدگاه مطالعات پخش بار مجاز می‌باشد.

در صورت مغایرت نتایج پخش بار با استاندارد لازم، در طرح اتصال بازننگری انجام شود. این بازننگری می‌تواند شامل تغییر تجهیزات مورد استفاده اعم از تغییر سطح مقطع هادی‌های مختلف، تغییر تنظیمات ولتاژ و در صورت لزوم استفاده از تنظیم کننده‌های ولتاژ می‌باشد. ممکن است تغییراتی در محل نصب و همینطور توان خروجی مولد انجام شود. این تغییرات لازم است با هماهنگی کامل شرکت برق مربوطه و سرمایه‌گذار صورت گیرد.

مطالعات اتصال کوتاه

اتصال مولدهای مقیاس کوچک می‌تواند تاثیر بالقوه‌ای بر مقدار سطح اتصال کوتاه در نواحی مختلف شبکه توزیع همانند بالادست یا پایین دست فیدر توزیع (در صورت نصب شدن مولد مقیاس کوچک در طول فیدر توزیع)، باس بار ۲۰ کیلو ولت پست فوق توزیع و همین‌طور شبکه بالادست داشته باشد. اهدافی که در این مطالعات دنبال می‌گردد به شرح زیر می‌باشد:

- ☞ بررسی توانایی تحمل حرارتی و مکانیکی تجهیزات در عبور جریان اتصال کوتاه
- ☞ بررسی توانایی قطع و وصل جریان اتصال کوتاه
- ☞ تنظیم رله‌های حفاظت ژنراتور و اطمینان از عملکرد وسایل حفاظتی مشترکین
- ☞ اطمینان از مناسب بودن ترانسفورماتورهای جریان
- ☞ افزایش جریان اتصال کوتاه فاز به زمین در حضور ژنراتور ولتاژ ضعیف از نوع *Bus-connected*
- ☞ محاسبه *Arc flash hazard*
- ☞ بررسی تاثیر افت ولتاژ ناشی از اتصال کوتاه بر مصرف کنندگان
- ☞ با اتصال مولد به هر سطح ولتاژ، مناسب است که کفایت تحمل اتصال کوتاه در تجهیزات موجود در همان سطح ولتاژ و ترجیحاً یک سطح ولتاژ بالاتر از آن بررسی شود.

نوع خطاهایی نیز که در انجام این مطالعات محاسبه می‌گردد به صورت زیر است :

↪ جریان خطای سه فاز برای بررسی تحمل تجهیزات و هادی ها و همچنین هماهنگی وسایل

حفاظتی

↪ جریان خطای فاز به نول برای بررسی تحمل تجهیزات و هادی های فشار ضعیف

↪ جریان خطای فاز به زمین برای بررسی هماهنگی وسایل حفاظتی تشخیص خطای زمین

↪ جریان خطای فاز به فاز برای بررسی هماهنگی وسایل حفاظتی دو طرف ترانسفورماتورهای با

گروه برداری Dy و Dyn

ممکن است که اتصال مولد به شبکه باعث افزایش قابل توجه سطح اتصال کوتاه شود و ممکن است

عملکرد بعضی از تجهیزات شبکه مانند قطع کننده‌های جریان اتصال کوتاه و یا ترانسفورماتورهای جریان را

تحت تاثیر قرار بدهد. بنابراین اطمینان از برآورد شدن نیازمندی‌های اتصال مولد مقیاس کوچک به شبکه از

نقطه نظر اتصال کوتاه باید برآورده شود.

➤ مطالعات حالت گذرا

خطاهای گذرا در سیستم‌های قدرت اهمیت فراوانی دارند، زیرا ممکن است با وقوع خطاهای گذرا، به علت

خارج شدن از محدوده مجاز ولتاژ و توان و غیره، شبکه دچار مشکل شود. این فرآیند همچنین ممکن است

منجر به آسیب رساندن به تجهیزات الکتریکی و مصرف کننده‌ها گردد. اهداف مورد بررسی در این مطالعات

نیز به قرار زیر می‌باشد:

↪ میزان توانایی تحمل اغتشاشات توسط DG

↪ میزان تاثیرگذاری DG بر پایداری دینامیکی و گذرای شبکه

↔ عملکرد *DG* در حالت جزیره ای شدن

↔ کفایت سیستم‌های حفاظتی

↔ پدیده کیفیت توان

عوامل مختلفی می‌توانند بر ناپایداری گذرای شبکه تاثیر گذار باشند. مهم‌ترین پارامتر در بررسی حالت گذرا، زمان بحرانی رفع خطا (CCT) است که با میزان آسیب رسیدن به تجهیزات الکتریکی ارتباط مستقیمی دارد. به عبارت دیگر زمان رفع خطای بحرانی بیانگر میزان تنظیمات زمانی رله‌های حفاظتی است. این زمان رفع خطا، بستگی به پارامترهای مختلفی از قبیل اینرسی (لختی) ژنراتورها، نوع خطا، فاصله محل وقوع خطا از ژنراتور، نقطه کار اولیه ژنراتور و نیز سیستم کنترل تحریک ژنراتور دارد. دقت گردد که این زمان مهم‌ترین پارامتر در تعیین میزان پایداری گذرای شبکه شامل تولیدات پراکنده است، به گونه ای که میزان زمان بحرانی رفع خطا نباید از ۱۵۰ درصد بیشترین زمان عملکرد رله‌ها کمتر باشد. در صورتی که این قاعده رعایت نشود، باید به نحوی میزان زمان بحرانی رفع خطا زیاد شود یا اینکه تنظیمات زمانی رله‌ها تغییر یابند تا بیشترین زمان عملکرد رله‌ها قاعده فوق را رعایت کنند.

مطالعات کیفیت توان

امروزه توجه شرکت‌های برق و مشترکین آنها به شکل روز افزونی به مسئله کیفیت انرژی الکتریکی معطوف شده است. واژه کیفیت برق در کشورهای صنعتی و در صنعت برق کاربرد فراوانی پیدا نموده است. مبحث فوق تعداد بسیار زیادی از اعوجاج‌های موجود در شبکه برق را پوشش می‌دهد و هدف از انجام مطالعات آن بررسی مقدار مجموع هارمونیک‌های موجود در باس‌بارهای سیستم و مقدارهای هارمونیک‌های جریان است. در این مطالعات با مدل کردن مولد مقیاس کوچک متصل به شبکه به عنوان یک منبع هارمونیک و

همین طور مدل سازی هارمونیک بارها به بررسی تاثیر مولد مقیاس کوچک بر سطح هارمونیک شبکه پرداخته شده است. لازم است مقادیر هارمونیک‌های به دست آمده در حضور مولد مقیاس کوچک در محدوده مجاز قرار داشته باشد.

مطالعات هماهنگی حفاظتی

یکی از مهم‌ترین مطالعات که لازم است جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه انجام شود، مطالعات هماهنگی حفاظتی است. هدف از مطالعات مربوط به هماهنگی حفاظتی، بررسی و طراحی یک سیستم حفاظتی مناسب است به طوری که در هنگام وقوع خطا در شبکه توزیع یا در سمت مولد (DG) از قبیل فیدر خروجی مولد یا فیدرهای دیگر، عملکرد مناسب و سریعی داشته باشد.

مطالعات سیستم زمین

این مطالعات نیز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه نقش بسیار مهمی دارد. سیستم زمین تجهیزات باید به گونه‌ای طراحی گردد که در هنگام بروز خطاهای مختلف به خصوص خطای تک‌فاز به زمین، مانع از آسیب رسیدن به آنها شوند. طراحی سیستم زمین برای مولدهای تولید پراکنده به طرح‌های مختلف اتصال به شبکه بستگی دارد.

☞ مولد تک واحدی و جدا از شبکه

☞ مولد چند واحدی و جدا از شبکه

☞ مولد چند واحدی و موازی با شبکه

که در تمام موارد بیان شده در بالا ترانسفورماتور واسطه متصل کننده مولد به شبکه می‌تواند به دو صورت مثلث-ستاره زمین شده (Dyn) یا ستاره زمین شده-مثلث (YNd) باشد.

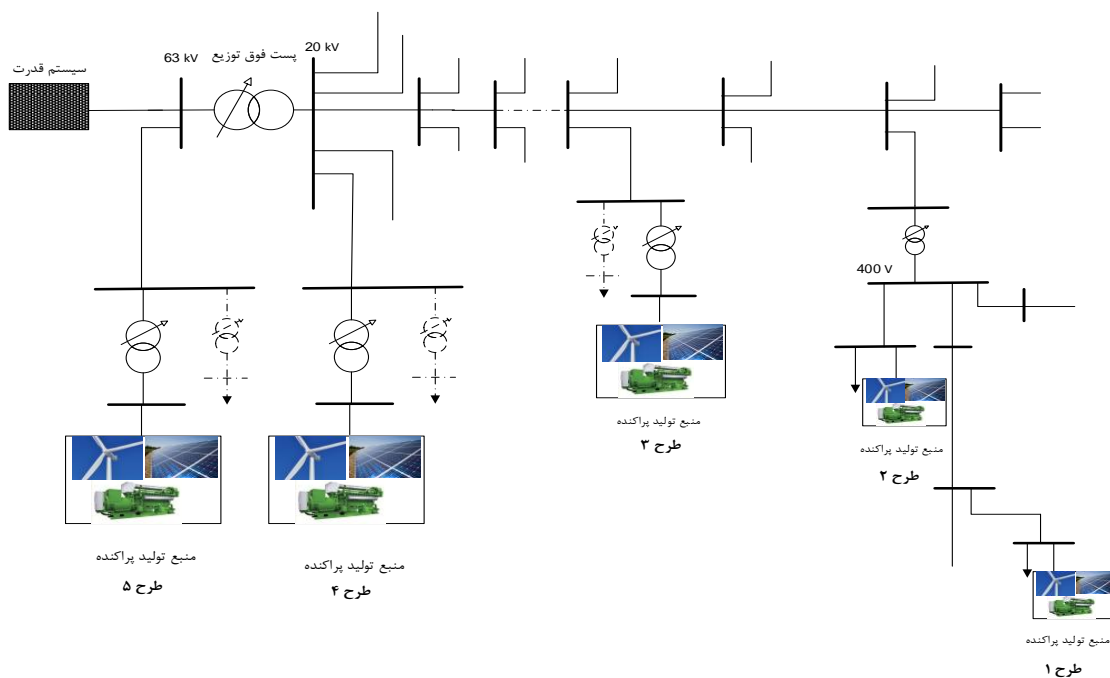
با بررسی‌های صورت گرفته و انواع اتصالات ترانسفورماتورهای واسطه، می‌توان به این نتیجه رسید که به منظور رعایت نکات حفاظتی مرتبط با سیستم زمین مولدهای تولید پراکنده، استفاده از اتصال YNd به جای اتصال Dyn (که در کشور ما مرسوم است) در ترانسفورماتورهای واسطه، موجب کاهش آسیب به تجهیزات شبکه در صورت وقوع خطا خواهد گردید، لذا بهتر است اتصال ترانسفورماتورهای واسطه مولد، از نوع YNd بوده و همچنین نوترال ترانسفورماتورهای واسطه به وسیله یک اینترلاک الکتریکی، در هنگام اتصال به شبکه سراسری از زمین قطع بوده و در هنگام کار جدا از شبکه، متصل به زمین باشند.

ارائه حداقل تجهیزات فنی جانبی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه

بر اساس دستورالعمل اتصال به شبکه توانیر، مولدهای تولید پراکنده بر اساس توان نامی منابع به پنج کلاس تقسیم‌بندی می‌شوند. جدول زیر کلاس‌بندی مولدهای سه‌فاز را بر اساس قدرت نامی آنها نشان می‌دهد. با توجه به طبقه‌بندی انجام شده، مولدهای هر کلاس با توجه به کلاس قدرتی که در آن قرار می‌گیرند، از طریق یک یا دو طرح خاص می‌توانند به شبکه متصل شوند. طرح‌هایی که برای اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، در شکل (۱) نشان داده شده است. با توجه به شکل مشاهده می‌شود که در بعضی طرح‌ها مولدها به طور مستقیم و بدون نیاز به ترانسفورماتور متصل کننده به شبکه متصل می‌شوند و برخی دیگر با استفاده از ترانسفورماتور متصل کننده به شبکه توزیع متصل می‌شوند. طرح‌های قابل قبولی که با توجه به توان نامی منابع تولید پراکنده می‌توان برای اتصال این منابع به شبکه مورد استفاده قرار داد در جدول (۲) بیان شده است.

جدول (۱): طبقه بندی منابع تولید پراکنده با توجه به مقادیر نامی

مقادیر نامی	کلاس
کمتر از ۲۰ کیلووات	کلاس ۱
بیشتر از ۲۰ کیلووات و کمتر از ۲۰۰ کیلووات	کلاس ۲
بیشتر از ۲۰۰ کیلووات و کمتر از ۱۰۰۰ کیلووات	کلاس ۳
بیشتر از ۱ مگاوات و کمتر از ۷ مگاوات	کلاس ۴
بیشتر از ۷ مگاوات و کمتر از ۲۵ مگاوات	کلاس ۵



شکل (۱): طرح‌های اتصال تولیدات پراکنده به شبکه

جدول (۲): طبقه بندی منابع تولید پراکنده با توجه به کلاس تعریف شده

کلاس / طرح	۱	۲	۳	۴	۵
۱	*				
۲	*	*			
۳		*	*	*	
۴				*	*
۵					*

در این بخش حداقل تجهیزاتی که هنگام اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه مورد نیاز است بررسی می‌شود. منابع تولید پراکنده به طور کلی به دو دسته منابع اینورتری و غیراینورتری تقسیم بندی شده‌اند. به طور کلی به تجهیزاتی که جهت اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرند و امکان بهره‌برداری صحیح، مطلوب و ایمن از شبکه و DG را فراهم می‌کنند، تجهیزات جانبی فنی گویند. در یک تقسیم‌بندی کلی می‌توان این تجهیزات را بر اساس نوع و وظیفه‌ای که بر عهده دارند به سه دسته زیر تقسیم‌بندی نمود:

↔ تجهیزات حفاظتی

↔ تجهیزات قدرت و کنترلی

↔ تجهیزات مانیتورینگ و اندازه‌گیری

درجداول زیر حداقل تجهیزات حفاظتی پیشنهادی را به طور خلاصه برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری و غیر اینورتری در کلاس‌ها و طرح‌های مختلف نشان داده شده است.

تجهیزات منابع تولید پراکنده اینورتری

درابتدا برای نمونه تجهیزات فنی طرح و کلاس خاصی بیان می‌گردد و سپس تجهیزات پیشنهادی کلی در جدوالی ارائه می‌گردد:

↔ منابع تولید پراکنده کلاس ۱ و طرح اتصال ۱

جدول (۳): حداقل حفاظت‌های مورد نیاز کلاس ۱ و طرح اتصال ۱- با بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات الزامی مورد نیاز
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افت ولتاژ (۲۷)*
	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱)*
	رله توان معکوس (۳۲)

*در صورتی که اینورتر فاقد این نوع حفاظت باشد.

جدول(۴): حداقل حفاظت‌های مورد نیاز کلاس ۱ و طرح اتصال ۱- بدون بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات مورد نیاز
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افت ولتاژ (۲۷) *
	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱) *

*در صورتی که اینورتر فاقد این نوع حفاظت باشد.

جدول(۵): حداقل تجهیزات قدرت و کنترلی، اندازه‌گیری و مانیتورینگ برای اتصال DG اینورتری در کلاس ۱ طرح ۱

تجهیزات قدرت و کنترلی	تجهیزات مانیتورینگ	تجهیزات اندازه‌گیری
اینورتر کلید سنکرون‌کننده	ضروری نیست	کنترل

منابع تولید پراکنده کلاس ۱ و طرح اتصال ۲

جدول(۶): حداقل حفاظت‌های مورد نیاز کلاس ۱ و طرح اتصال ۲- با بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات الزامی مورد نیاز
رله افزایش ولتاژ آنی و تاخیری (۵۹)	رله افت ولتاژ (۲۷) *
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱) *
رله ROCOF (۸۱R) **	رله توان معکوس (۳۲)
جابجایی فاز (۷۸) **	

*در صورتی که اینورتر فاقد این نوع حفاظت باشد.

**در صورتی که اینورتر فاقد حفاظت ضد-جزیره‌ای باشد.

جدول(۷): حداقل حفاظت‌های مورد نیاز کلاس ۱ و طرح اتصال ۲- بدون بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات الزامی مورد نیاز
رله افزایش ولتاژ آنی و تاخیری (۵۹)	رله افت ولتاژ (۲۷) *
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱) *
رله ROCOF (۸۱) **	
جابجایی فاز (۷۸) **	

*در صورتی که اینورتر فاقد این نوع حفاظت باشد.

**در صورتی که اینورتر فاقد حفاظت ضد-جزیره‌ای باشد.

جدول(۸): حداقل تجهیزات قدرت و کنترلی، اندازه‌گیری و مانیتورینگ برای اتصال DG اینورتری در کلاس ۱ طرح ۲

تجهیزات قدرت و کنترلی	تجهیزات مانیتورینگ	تجهیزات اندازه‌گیری
اینورتر کلید سنکرون‌کننده	ضروری نیست	کنترل

و لذا در حالت کلی تجهیزات فنی پیشنهادی در جداول زیر عنوان می‌گردد:

جدول (۹): حداقل تجهیزات حفاظتی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری

کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آن‌ها به شبکه									تجهیزات حفاظتی
کلاس ۵ (طرح ۵)	کلاس ۵ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۳)	کلاس ۳ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۱)	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله افت ولتاژ (۲۷)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله توان معکوس (۳۲)
*	*	*	*	*	*	*			رله اضافه جریان آنی و معکوس زمانی (۵۱/۵۰)
*	*	*	*	*	*	*			افزایش ولتاژ آنی و تاخیری (۵۹)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	افزایش و کاهش فرکانس (۸۱)
*	*	*	*	*	*	*			رله افزایش جریان آنی و تاخیری زمانی (۵۱/۵۰ N)

جدول (۱۰): حداقل تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری

کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه									تجهیزات اندازه‌گیری
کلاس ۵ (طرح ۵)	کلاس ۵ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۳)	کلاس ۳ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۱)	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	کنتورها
*	*	*	*	*	*	*			CT
*	*	*	*	*	*				PT(VT)

جدول (۱۱): حداقل تجهیزات مانیتورینگ مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری

کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه									تجهیزات مانیتورینگ
کلاس ۵ (طرح ۵)	کلاس ۵ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۳)	کلاس ۳ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۱)	
*	*	*	*	*					ترانسدیوسرها
*	*	*	*	*					پورت‌های نرم‌افزاری
*	*	*	*	*					تجهیزات اندازه‌گیری و ثبت داده‌ها
*	*	*	*	*					RTU ها
*	*	*	*	*					ایجاد بستر مخابراتی
*	*	*	*	*					انتقال تریپ

جدول (۱۲): حداقل تجهیزات قدرت و کنترلی مورد نیاز برای اتصال منابع تولید پراکنده اینورتری

کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آنها به شبکه									تجهیزات قدرت و کنترلی
کلاس ۵ (طرح ۵)	کلاس ۵ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۴)	کلاس ۴ (طرح ۳)	کلاس ۳ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۳)	کلاس ۲ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۲)	کلاس ۱ (طرح ۱)	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	کلید سنکرون کننده
*	*	*	*	*	*				کلید قدرت
*	*	*	*	*	*				سکسیونر
+*	*	*	*	*	*	*	*	*	اینورتر

تجهیزات فنی منابع تولید پراکنده غیر اینورتری

در این مورد نیز به مانند حالت قبل تجهیزات یک نمونه کلاس و طرح عنوان می‌شود و در نهایت جدول

کلی تجهیزات بیان می‌گردد:

منابع تولید پراکنده کلاس ۱ و طرح اتصال ۱

جدول (۱۳): حفاظت‌های مورد نیاز اتصال ۱ از منابع کلاس ۱- با بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات الزامی مورد نیاز
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افت ولتاژ (۲۷)
رله اضافه ولتاژ توالی منفی (عدم توالی فاز) (۴۷)	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱)
رله جریانی عدم تعادل جریان (۴۶)	رله سنکرون چک (۲۵)
رله‌ی توان راکتیو جهتی (R۳۲)	رله توان معکوس (۳۲)

جدول (۱۴): حفاظت‌های مورد نیاز اتصال ۱ از منابع کلاس ۱- بدون بار محلی

تجهیزات اضافی پیشنهادی	حداقل تجهیزات الزامی مورد نیاز
رله اضافه جریان آنی و تاخیری (۵۰ و ۵۱)	رله افت ولتاژ (۲۷)
رله اضافه ولتاژ توالی منفی (عدم توالی فاز) (۴۷)	رله افزایش و کاهش فرکانس (۸۱)
رله جریانی عدم تعادل جریان (۴۶)	رله سنکرون چک (۲۵)
رله‌ی توان راکتیو جهتی (R۳۲)	

جدول (۱۵): حداقل تجهیزات قدرت، کنترلی، اندازه‌گیری و مانیتورینگ پیشنهادی برای اتصال CHP در کلاس (۱) طرح (۱)

تجهیزات قدرت و کنترلی	تجهیزات مانیتورینگ	تجهیزات اندازه‌گیری
AVR کلید سنکرون‌کننده	ضروری نیست	کنطور

جدول (۱۶): حداقل تجهیزات حفاظتی پیشنهادی برای اتصال منابع تولید پراکنده غیر اینورتری

کلاس‌های مختلف و طرح‌های اتصال آن‌ها به شبکه									شماره تجهیزات حفاظتی
کلاس ۱ (طرح ۱)	کلاس ۱ (طرح ۲)	کلاس ۲ (طرح ۲)	کلاس ۲ (طرح ۳)	کلاس ۳ (طرح ۳)	کلاس ۴ (طرح ۳)	کلاس ۴ (طرح ۴)	کلاس ۵ (طرح ۴)	کلاس ۵ (طرح ۵)	
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله سنکرون چک (۲۵)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله افت ولتاژ (۲۷)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله توان معکوس (۳۲)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	(۵۱/۵۰)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	(۵۰/۵۱N)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله افزایش ولتاژ آنی و تاخیری (۵۹)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	(۸۱)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله اندازه‌گیری نرخ تغییرات فرکانس ROCOF (R) (۸۱)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله جابجایی زاویه فاز (۷۸)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	۵۰CBF
*	*	*	*	*	*	*	*	*	اضافه جریان جهت دار زمین (N۶۷)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	اضافه جریان جهت دار (۶۷)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله اضافه جریان توالی فاز منفی (۴۶)
*	*	*	*	*	*	*	*	*	رله توالی فاز ولتاژ (۴۷)

آزمون‌های راه‌اندازی و دوره‌ای در اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه و قیود بهره‌برداری

برای بهره‌برداری مطمئن و مناسب از نیروگاه‌های تولید پراکنده (مقیاس کوچک) باید آزمون‌هایی پیش از اتصال این منابع به شبکه و پس از اتصال آنها صورت گیرد و عملکرد منابع مختلف تولید پراکنده در شرایط عادی و غیرعادی مورد بررسی قرار گیرد. در آزمون‌های راه‌اندازی، کلیه تاسیسات و تجهیزات اعم از منابع تولید پراکنده، کلیه تجهیزات بکار رفته در نیروگاه و سیستم‌های اتصال‌دهنده منابع تولید پراکنده به شبکه

مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اما در آزمون‌های دوره‌ای تنها تجهیزات سخت‌افزاری و یا نرم‌افزاری از سیستم اتصال داخلی و یا تنظیماتی از سیستم اتصال دهنده که در آن دوره تغییر نموده‌اند مورد آزمون جدی قرار می‌گیرند و در بقیه تجهیزات تنها به بازبینی و بررسی چشمی بسنده می‌شود.

آزمون‌های قابل انجام در نیروگاه‌های تولید پراکنده در دو بازه زمانی انجام می‌شوند که به صورت زیر است: بازه اول پیش از اولین اتصال منابع DG به شبکه است. آزمون‌هایی که در این دوره زمانی انجام می‌شود را آزمون‌های راه‌اندازی گویند.

بازه زمانی بعدی برای انجام آزمون‌ها، دوره‌های زمانی معین پس از بهره‌برداری سیستم است. این فاصله زمانی باید در ابتدای بهره‌برداری بین بهره‌بردار شبکه و مالک منابع تولید پراکنده مورد توافق قرار گیرد. این آزمون‌ها را دوره‌ای نامند.

✚ آزمون‌های راه‌اندازی

در بخش مرتبط با آزمون‌های راه‌اندازی هدف، اعمال آزمون‌هایی است که می‌توانند بر روی شبکه متصل به منابع تولید پراکنده اثرات مثبت یا منفی داشته باشند که برای دو حالت اینورتری و غیر اینورتری آزمون‌های خاصی طراحی شده است.

✚ آزمون‌های راه‌اندازی منابع تولید پراکنده اینورتری

• افزایش/کاهش فرکانس، اضافه/افت ولتاژ

• آزمون اغتشاش هارمونیک

• آزمون فلیکر (ولتاژ)

• آزمون ضریب توان

• تزریق جریان DC

- آزمون قابلیت اطمینان
- ضد جزیره ای اینورترها
- تعادل جریان فاز
- آزمون اتصال مجدد سیستم اینورتری به شبکه بعد از رفع خطای شبکه و سنکرون شدن با آن

☞ آزمون‌های راه اندازی منابع تولید پراکنده غیر اینورتری

جدول (۱۸): آزمون‌های راه اندازی منابع تولید پراکنده غیر اینورتری

آزمون‌ها	
توربین‌های بادی	CHP
راه اندازی و خاموش کردن مولد- تغییرات توان اکتیو	سنکرونیزاسیون
راه اندازی و خاموشی- نرخ تغییر توان اکتیو	تابع کنترل سنکرونیزاسیون با استفاده از منابع شبیه سازی شده قطع فاز
آزمون ولتاژ حین خطا (LVRT)	قطع فاز
آزمون فلیکر(ولتاژ)	وصل مجدد پس از قطع ناشی از شرایط غیر عادی
آزمون نامتعادلی ولتاژ	اضافه دور موتور
حفاظت شبکه	قابلیت اطمینان
آزمون هارمونیک ولتاژ و جریان و هارمونیک میانی	هارمونیک‌ها برای ژنراتور سنکرون
آزمون زمان وصل مجدد	کنترل تطابق فاز بین مولد و شبکه

☛ آزمون‌های دوره ای

اولین دوره انجام این آزمون‌ها ۳ سال و در دوره‌های بعدی ۲ سال پیشنهاد می‌شود. این آزمون‌ها شامل

دو بخش زیر خواهند بود:

☞ آزمون تجهیزات و تاسیسات به صورت دوره ای

در این آزمون قسمت‌های مختلفی از سیستم که وجود نقص در هر یک از آنها می‌تواند عملکرد کل سیستم را تحت تاثیر قرار دهد بررسی می‌شوند. عمدتاً آزمون‌هایی که در این بخش مورد استفاده قرار می‌گیرد همان آزمون‌هایی هستند که در بخش آزمون‌های راه‌اندازی طراحی شده‌اند.

☞ آزمون پس از تغییر در تجهیزات سیستم اتصال داخلی و یا تنظیمات توابع حفاظتی

این آزمون‌ها در مواردی که در مدت بهره‌برداری از این منابع، عناصر سخت‌افزاری و نرم‌افزاری از سیستم اتصال داخلی تغییر یابند یا قطعات تعویضی نصب شده پس از تعمیر متفاوت باشند، صورت می‌گیرند.

قیود بهره‌برداری

پس از انجام تست‌های راه‌اندازی منابع تولید پراکنده به منظور اتصال به شبکه باید قیودی در بهره‌برداری از این منابع لحاظ گردد که با توجه به اینکه این منبع در شاخه اینورتری و یا غیراینورتری قرار می‌گیرد ملاحظات و الزاماتی خاصی در نظر گرفته می‌شود ولی در حالت کلی به منظور اتصال این منابع به شبکه مهم‌ترین قیودی که مطرح می‌گردد شامل هماهنگی اپراتور منابع تولید پراکنده با بهره‌بردار شبکه، ایمنی پرسنل و فراهم کردن حفاظت مناسب برای مشتریان شبکه، سنکرون‌سازی مولد در حالت باربرداری و بدون بار با شبکه، محدودیت فیزیکی (شامل: زمان زاه‌اندازی مجدد، نرخ افزایش بار گذاری و...)، چگونگی به مدار آوردن این منابع، تشخیص جزیره‌ای نبودن و... می‌باشد.

مراجع

[1] Moore, Andrew T. "Distributed generation (DG) protection overview." Literature Review for ES 586b, University of Western Ontario, 2008.

- [2]IEEE Standards, 1547TM. “IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems.” , 2003.
- [3]Finney, D., B. Kasztenny, and M. Adamiak. “Generator Protection Needs in DG Environment.” Proceedings of The Power Systems Conference, 2002.
- [4]Manitoba hydro-electric board. “Technical requirements for connecting distributed resources to the Manitoba hydro distribution system.” revision 2.1, 2011.
- [5]Federal Ministry for Environment, Nature Conversation and Nuclear Safety, “Act revising the legislation on renewable energy sources in electricity sector”, Federal Law Gazette, 2004.
- [6]Jauch C., Sorensen P., Jensen B.B., “International Review of Grid Connection Requirements for Wind Turbines.” Nordic Wind Power Conference, Göteborg, 2004.
- [7]IEC 61400-21. “Wind Turbine Generator Systems” ,2008.
- [8]International Electrotechnical Commission. “Grid integration of large-capacity Renewable Energy sources and use of large-capacity Electrical Energy Storage.” White Paper, 2012.

مطالعه حوادث ناشی از وقوع گرد و غبار(ریزگردها) در بهمن سال ۹۵ در خوزستان و

ارائه راهکارهای کوتاه مدت با تکیه بر مطالعات بین‌المللی

مدیر پروژه: هادی نوروزی

پدیده ریزگردها یکی از نمونه‌های بارز تغییرات اقلیمی و محیطی در کشور به خصوص در استان خوزستان می‌باشد که در طول چند سال گذشته مشکلات و چالش‌های عمده‌ای در زمینه‌های مختلف زندگی ساکنین این استان ایجاد کرده است. مسائل مهمی از قبیل بروز مشکلات تنفسی و سلامتی افراد، ایجاد چالش‌های زیست محیطی، بحران‌های اجتماعی، امنیتی و سیاسی، آسیب‌ها و مشکلات اقتصادی از

جمله این مسائل

می‌باشند. اما یکی از

مهمترین چالش‌هایی

که این پدیده به

وجود آورده و ریشه

بسیاری از مشکلات

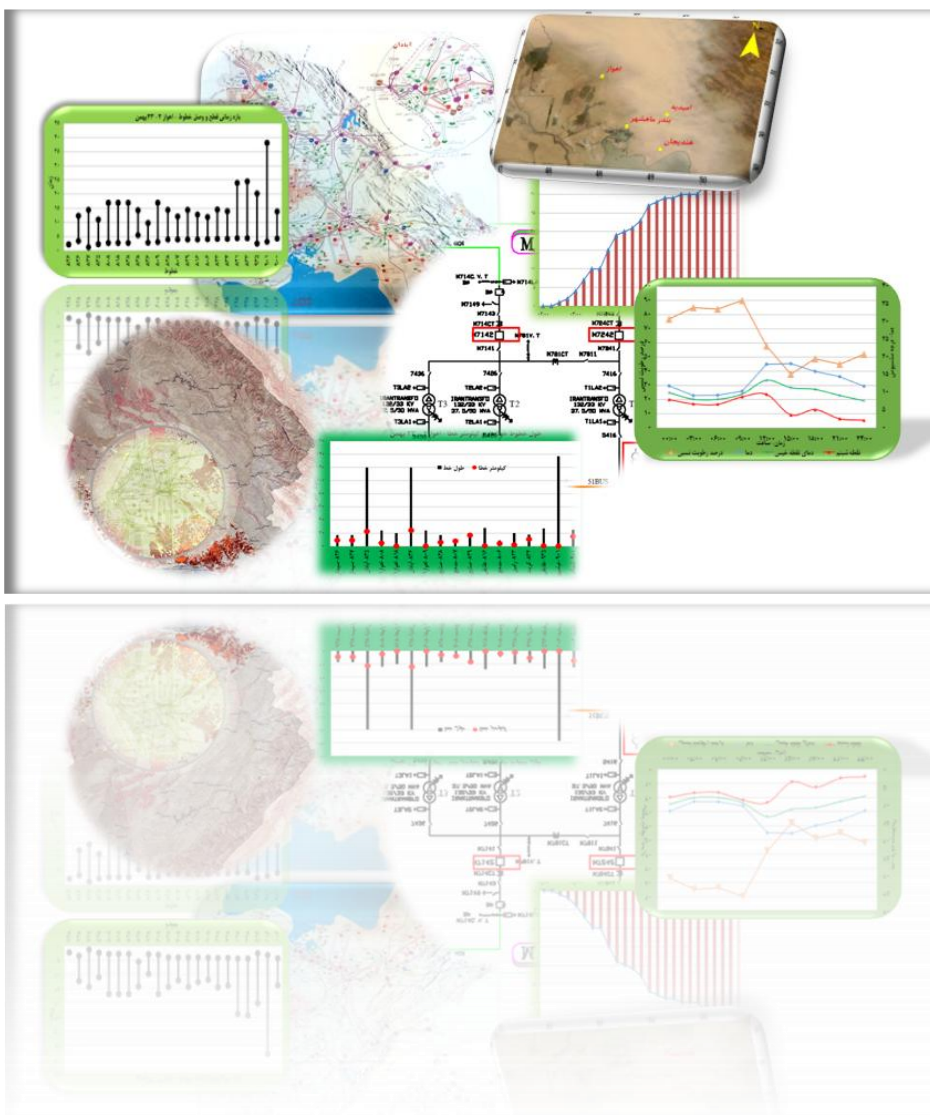
ذکر شده نیز می‌باشد،

اثرات آن بر روی

سیستم‌های قدرت و

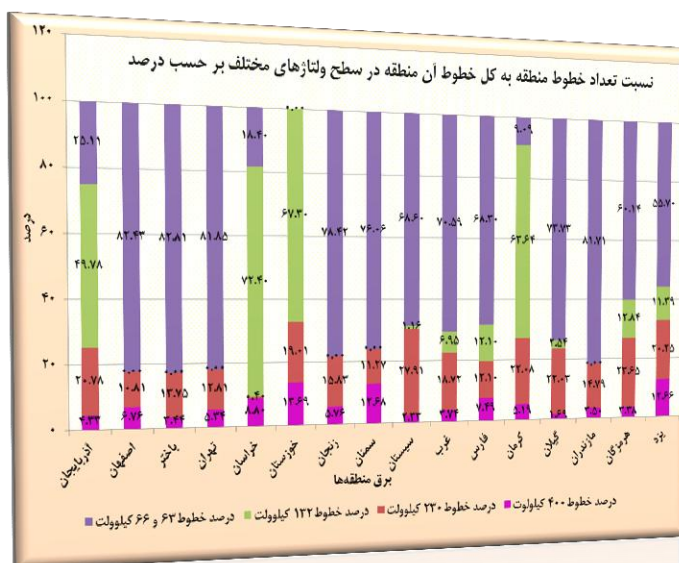
بروز حوادث، قطعی

و خاموشی‌های



گسترده در شبکه برق می باشد که ابعاد این مسئله بسیار وسیع بوده و منجر به ایجاد مشکلات مختلف می گردد.

با توجه به موارد بیان شده نیاز است که راهکارهای مناسبی در جهت کاهش اثرات مخرب پدیده

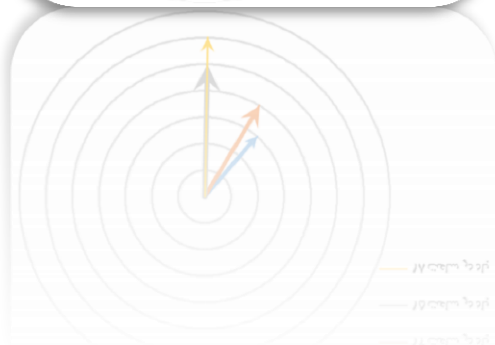
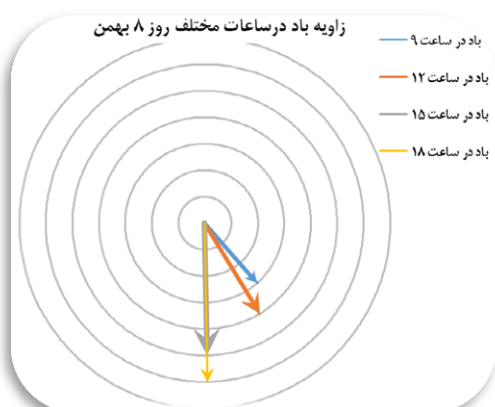


ریزگردها در شبکه برق ارائه گردد. برای ارائه راهکارهای مناسب نیاز است که در ابتدا شرایط موجود شبکه و مشکلات ایجاد شده ناشی از ریزگردها مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد. حوادث و خاموشی های گسترده ای که در بهمن ماه سال ۹۵ و در روزهای ۸، ۹، ۲۳ و ۲۶ بهمن در استان خوزستان بر اثر بروز ریزگرد در شبکه برق

این استان به وجود آمد از مهم ترین چالش های سال های اخیر در کشور می باشد که در این

پروژه در سه مرحله مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است.

در مرحله اول در ابتدا شرایط جغرافیایی و شبکه برق استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. در واقع در این بخش شرایط قرارگیری این استان از لحاظ جغرافیایی بیان و کانون های اصلی منشا ریزگردها معرفی شد و محدوده قرارگیری آنها ذکر گردید و مشخصاتی از قبیل مساحت، نوع



خاک، نوع اراضی مربوط به این کانون‌ها به صورت کلی بیان شد.

همچنین مشخصات سیستم قدرت خوزستان از قبیل تعداد و نام پست‌ها در سطوح ولتاژی مختلف،

مشخصات خطوط، مقدار تولید و

مصرف نیز شرح داده شده و

مقایسه‌ای بین وضعیت این استان و

سایر نقاط کشور با استفاده از

پارامترها و شاخص‌هایی انجام

گرفت. در ادامه شرایط آب و

هوایی روزهای حادثه مورد تحلیل

و بررسی قرار گرفت. برای دریافت

اطلاعات و تحلیل مناسب شرایط،

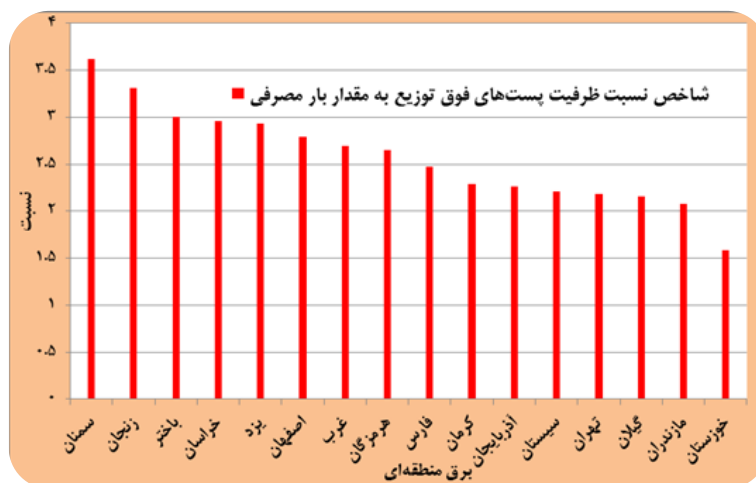
برای شهرهایی که دچار حوادث

قطعی شده‌اند، داده‌های آب و

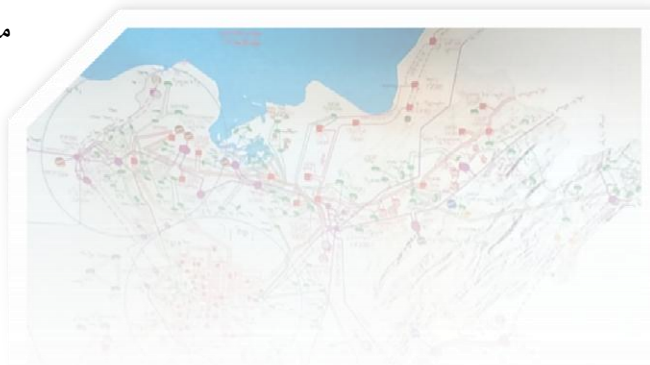
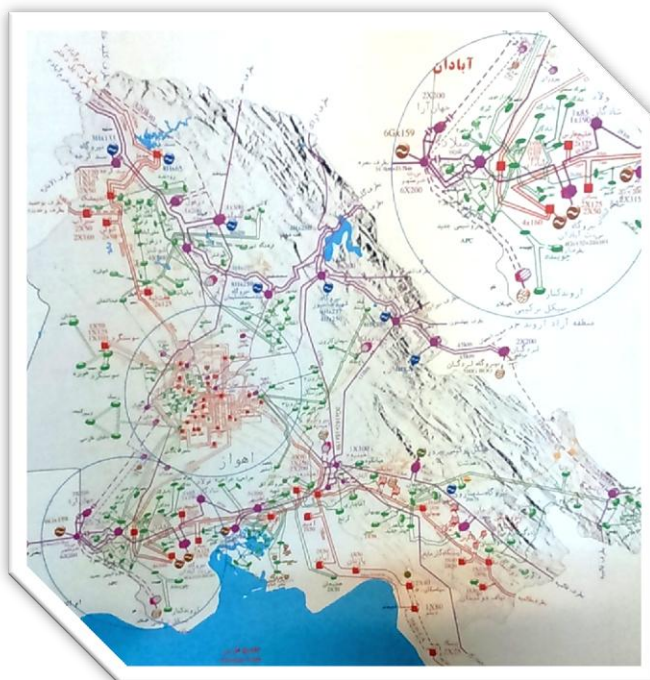
هوایی از جمله میزان بارش،

جهت باد و سرعت باد و البته سایر پارامترها با توجه به نزدیک‌ترین ایستگاه آب و هواشناسی، اخذ شد و

مورد بررسی قرار گرفت.



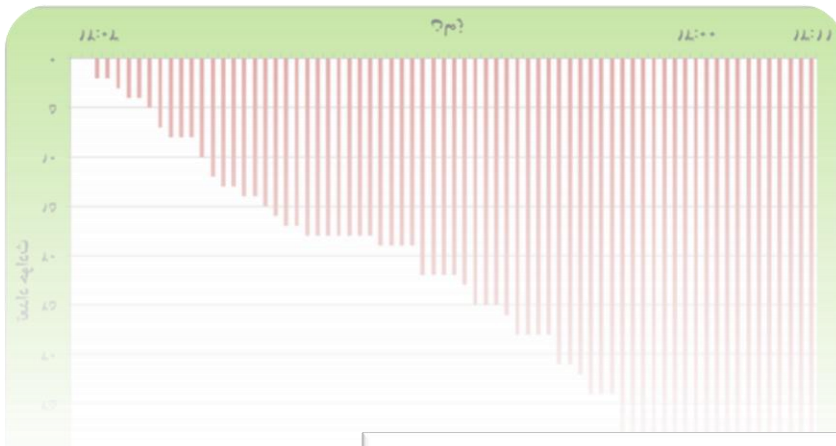
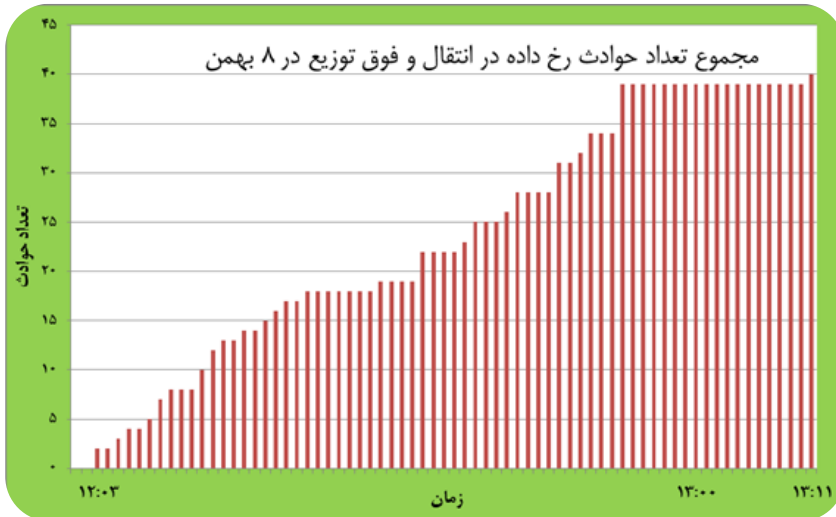
همچنین در ادامه این مرحله از پروژه، هر حادثه به صورت مجزا مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته و عوامل گسترش حادثه با توجه به مشخصات شبکه و پست‌های مورد نظر شناسایی شده است. روند تحلیل و بررسی حوادث در این بخش بر اساس زمان وقوع ثبت شده می‌باشد که با توجه به این امر حوادث مربوط به پست‌های مختلف آورده شده است. همچنین برای پست‌های حادثه دیده روند اتفاق‌ها و خروج خطوط و همچنین مشخصات عایقی آنها مورد بررسی قرار گرفته است.



مرحله دوم این پروژه با عنوان "مطالعه سوابق و تجربیات شرکت‌های برق در شرایط مواجهه با هجوم ریزگردها در ایران و سایر کشورها (به ویژه

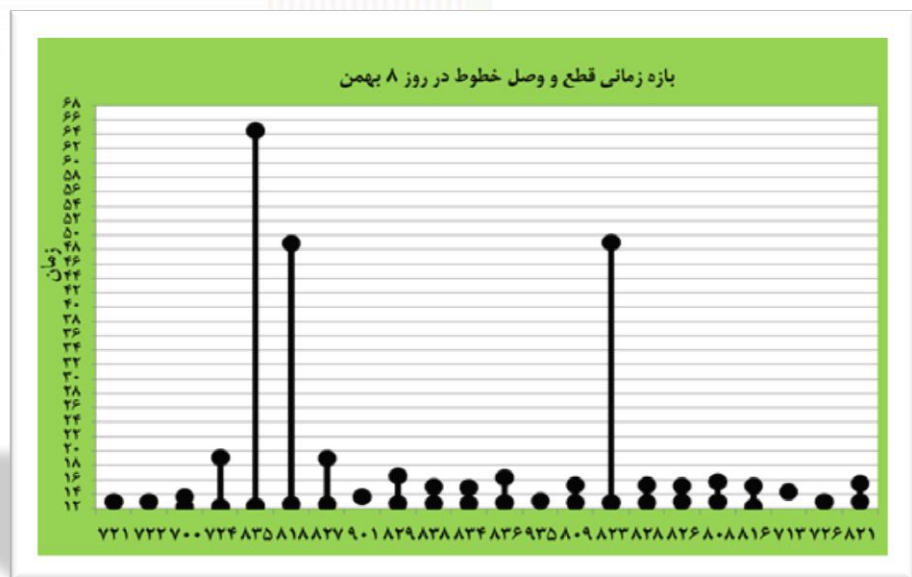
منطقه خلیج فارس) و استخراج راهکارهای اتخاذ شده"، انجام پذیرفت و راهکارها و تجربیات موجود در دنیا در زمینه مقابله با انواع آثار مخرب ریزگردها و یا پدیده‌ها و آلودگی‌های مشابه زیست محیطی بر عملکرد عایقی سیستم قدرت در بخش‌های شبکه‌های توزیع، خطوط و پست‌های انتقال و فوق توزیع، از

قبیل انواع روش‌های شست و شوی مفره‌ها، استفاده از پوشش‌های سیلیکونی و یا ارتقاء تجهیزات استخراج شد. در مرحله سوم با توجه موارد بسیاری که به عنوان مشکلات و چالش‌های شبکه برق منطقه‌ای



خوزستان بررسی شده بود راهکارهایی مناسب از قبیل پیش‌بینی وقوع ریزگردها و شرایط آب و هوایی، پیشگیری و ارزیابی وضعیت تجهیزات خط و پست، تغذیه بارهای حساس شبکه با استفاده از منابع تولید پراکنده، بازنگری در طراحی برخی پست‌ها، استفاده از جبران‌سازهای راکتیو، تنظیمات

دوباره و دقیق سیستم حفاظتی، استراتژی مناسب جهت بازگردان خطوط خارج شده با اولویت مناسب



به شبکه و شناسایی سایر نقاط ضعف شبکه خوزستان، بیان شد و الزامات و نیازمندی‌های هر کدام از این روش‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

چکیده نتایج:

- ❖ بررسی شرایط و مشخصات شبکه برق خوزستان
- ❖ بررسی سطوح عایقی خطوط و پست‌های حادثه دیده
- ❖ بررسی آرایش پست‌های

حادثه دیده و تعیین نقاط

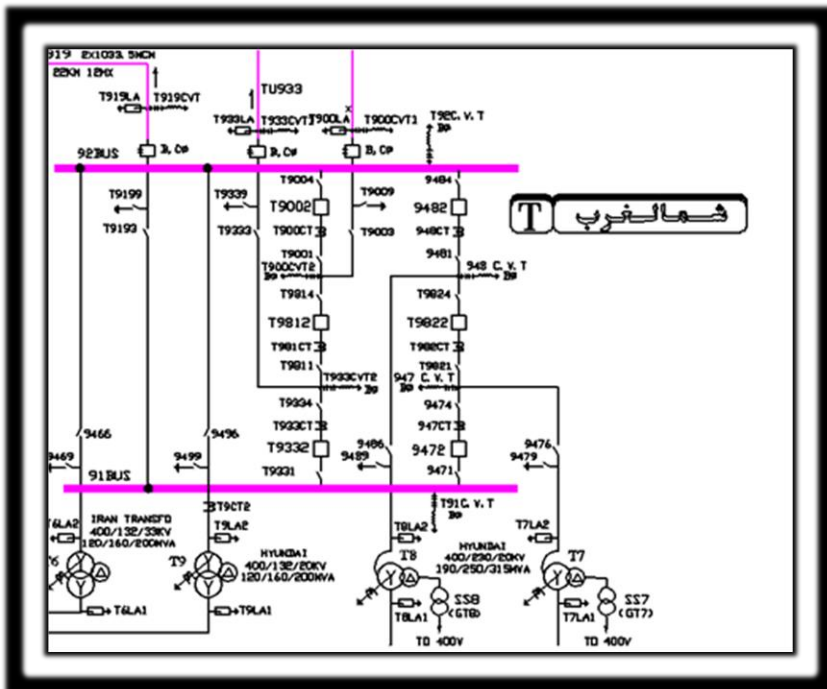
ضعف آنها

- ❖ تحلیل عملکرد رله‌های

حفاظتی

- ❖ تعیین علل گسترش

حوادث





معرفی محورهای کاری مرتبط با تجهیزات خط و پست و حوزه انتقال موسسه CIGRE

کمیته‌های تشکیل شده در موسسه CIGRE مسئولیت تعریف و مدیریت فعالیت‌ها و پژوهش‌های این مرکز را به عهده دارد. این مرکز بر اساس آخرین مدرکی که منتشر کرده است از ۱۶ کمیته اصلی تشکیل شده است که هر کدام از این کمیته‌ها به زیر کمیته‌های جدا از هم تقسیم می‌شوند. در این گزارش با توجه به اینکه از اصطلاح حوزه و محور استفاده می‌شود، در نتیجه فعالیت‌های این مرکز نیز بر اساس این عناوین دسته‌بندی شده است و حوزه‌های مرتبط با انتقال و تجهیزات خط و پست ذکر گردیده‌اند.

حوزه‌های مرتبط با انتقال که در این مرکز وجود دارند عبارتند از:



← ترانسفورماتورها

← ادوات فشارقوی

← کابل‌های عایق کاری شده

← خطوط انتقال هوایی

← پست

← HVDC و الکترونیک قدرت

← حفاظت و اتوماسیون

← توسعه و اقتصاد سیستم

← بهره‌برداری و کنترل

⇐ عملکرد سیستم از دید محیط زیستی

⇐ عملکرد فنی

⇐ بازار برق و قوانین آن

⇐ فناوری اطلاعات و سیستم‌های مخابراتی

در ادامه برای هر کدام از حوزه‌های عنوان شده، محورهای تحقیقاتی مختص آن نیز بیان شده و مورد بررسی قرار گرفته می‌شود.

✚ حوزه ترانسفورماتور

یکی از حوزه‌های اصلی که همواره نقش اساسی در سیستم قدرت دارد، ترانسفورماتور و تجهیزات مرتبط با آن می‌شود. در این حوزه انواع ترانسفورماتورهای موجود در شبکه و همچنین مطالعات مرتبط با آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. در حال حاضر محورهای مهم تحقیقاتی در این حوزه در به صورت زیر دسته‌بندی



می‌شوند:

- قابلیت اطمینان ترانسفورماتور و تجهیزات مرتبط با آن
- ابزارهای نوین مدل‌سازی مانند فرکانسی و حرارتی
- تکنیک‌ها و روش‌های جدید تشخیص و تفسیر مانند FRA
- مانیتورینگ، تعمیر و نگهداری و مسائل مربوط به تعمیر و نگهداری ترانسفورماتور
- تخمین عمر و مدیریت عمر
- مطالعات مربوط به مشخصات ترانسفورماتور مانند بازدهی، نویز صوتی و ظرفیت بایاس DC

حوزه ادوات فشارقوی

حوزه ادوات فشار قوی شامل عناصر و موارد متعددی می‌شود که از جمله آنها عبارتند از:



- برقیگیرها
- ابزارات ترانسفورماتور
- مقره‌ها
- پوشینگ
- خازن
- محدودساز جریان خطا
- بانک خازنی جبران‌ساز موازی و سری
- روش و تکنیک‌های تشخیص و مانیتورینگ

همچنین اهداف مهمی که در این حوزه دنبال می‌شوند عبارتند از:

- تکنولوژی‌های جدید
- بهبود مشخصات
- مدیریت عمر
- قابلیت اطمینان
- بهبود روش‌های آزمون
- کاهش اثرات ناشی از تنش و اضافه بار

کابل‌ها

در این حوزه انواع کابل‌های AC و DC مورد بررسی و تحقیق قرار می‌گیرند. در واقع دامنه مورد مطالعه

در این حوزه شامل موارد زیر می‌شود:



- ❖ طراحی
- ❖ کاربرد
- ❖ ساخت
- ❖ نصب و راه‌اندازی
- ❖ بهره‌برداری
- ❖ آزمون
- ❖ تعمیر و نگهداری
- ❖ ارتقاء

❖ تکنیک‌های تشخیص و ارزیابی

با توجه دامنه تحقیقات اشاره شده در این حوزه عمده‌ترین زمینه‌هایی که در حال حاضر مورد توجه

می‌باشند عبارتند از:

- سیستم‌های کابلی HVDC
- تولید ارتباط کابلی در خشکی و دریا و مسائل مرتبط با آن
- کابل‌های زیر دریا
- روش‌های نوین تست و آزمون
- مواد عایقی جدید

خطوط انتقال هوایی



دامنه کارهای مورد مطالعه در این حوزه شامل تمامی جنبه‌های طراحی و نوسازی خطوط هوایی می‌شوند. اهداف استراتژیک در این حوزه شامل موارد زیر می‌شوند:

- افزایش پذیرش خطوط هوایی
- افزایش استفاده از خطوط موجود
- افزایش قابلیت اطمینان و دسترس‌پذیری خطوط

همچنین زمینه‌های مورد توجه و علاقه در حوزه خط عبارتند از:

- عملکرد الکتریکی: در این زمینه کارهایی که باعث افزایش استفاده از خطوط موجود می‌شود، مانند استفاده بهینه از ظرفیت خط موجود و اقتصادی بودن طرح احداث خطوط جدید، مورد توجه می‌باشد.
- دکل، مقره و فونداسیون: در زمینه به دنبال بهبود روش‌های تشخیص و مدل‌سازی مقره به درحالی که خط در مدار است، می‌باشد.
- هادی‌ها: شامل مواردی مانند کاهش خستگی هادی‌ها، حفاظت آنها در برابر نوسانات، ارزیابی وضعیت هادی‌ها و استفاده از دمپرهای مناسب می‌باشد.
- مدیریت دارایی: شامل جنبه‌های الکتریکی و عمرانی مباحثی مانند قابلیت اطمینان محورهای اساسی که در این حوزه مورد علاقه هستند به طور کلی به صورت زیر دسته‌بندی شده‌اند:

🕒 انتخاب مسیر

🕒 طراحی بهینه خطوط

🕒 تعمیر و نگهداری خطوط

⊖ بازسازی خطوط موجود

⊖ مشخصات طراحی

⊖ ارزیابی چرخه عمر

⊖ نوسانات و گالوپینگ ناشی از باد

⊖ افزایش عبور توان از خطوط موجود

⊖ دستورالعمل مدیریت دارایی

⊖ سیستم‌های مانیتورینگ خط به صورت بلادرنگ (real time)

⊖ کمینه کردن اثرات خطوط

با توجه به محورهای اصلی عنوان شده، به صورت کمیته‌های موجود در حوزه خطوط هوایی در

چارچوب زیر قرار داده شده‌اند:

⊖ توصیف حامل‌های خطوط انتقال HV و UHV زیر بار های استاتیک و دینامیک

⊖ محاسبه فاصله الکتریکی بین بخش های برقدار و موانع برای خطوط انتقال

⊖ تاثیرات احتمالی آتش سوزی جنگلی بر عملکرد خطوط انتقال

⊖ اقدامات اصلاحی برای اتصالات کهنه و تعمیر هادی‌ها

⊖ تست مکانیکی انواع جدید هادی‌ها

⊖ استفاده ایمن از هادی ها و اتصالات

⊖ استفاده از رباتیک جهت ارزیابی و تعمیر و نگه داری خطوط انتقال

⊖ دستورالعمل مدیریتی جهت برون سپاری امور فنی خطوط انتقال

⊖ هادی های جدید جهت بهبود خطوط انتقال فعلی

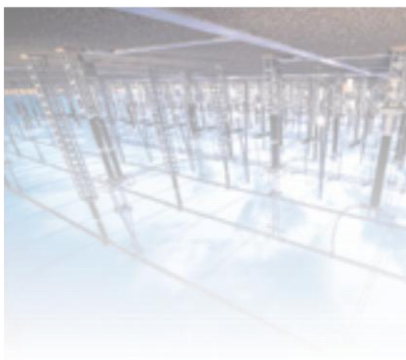
- ⇐ افزایش پتانسیل زمین در خطوط انتقال AC هوایی حین خطا
- ⇐ بررسی تجربه استفاده از عایق‌های کامپوزیتی عملیاتی و راهنمای به کارگیری برای این عایق‌ها
- ⇐ مدل‌سازی لرزش‌های با دمای بالا و شکم‌کم
- ⇐ پیش‌بینی دینامیک مشخصات خط
- ⇐ چارچوب خط انتقال با استفاده از کامپوزیت‌های FRP
- ⇐ طراحی خطوط انتقال HVDC فشرده
- ⇐ خطوط انتقال AC فشرده
- ⇐ بازرسی، تست تجهیزات و آموزش کار با خط گرم
- ⇐ تشخیص، پیشگیری و تعمیر خوردگی زیر سطحی در حامل‌ها، یراق‌الات و شالوده خط هوایی
- ⇐ مسائل محیط زیستی خطوط انتقال فشارقوی برای مناطق شهری و روستایی

پست



یکی دیگر از حوزه‌هایی که نقش مهمی در انتقال مطمئن انرژی در شبکه دارد پست می‌باشد. دامنه و زمینه‌های کاری که در این حوزه مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از:

- طراحی
- ساخت
- تعمیر و نگهداری
- نصب



▪ مدیریت مستمر پست های انتقال

اهداف مهمی که در این حوزه دنبال می شود شامل افزایش و بهبود مهندسی و دانش در زمینه پست های انتقال می باشد. همچنین مهمترین محورهای این حوزه عبارتند از:

- ⇐ مفاهیم جدید (شامل ترکیب روش های جدید اتوماسیون شبکه)
- ⇐ مدیریت چرخه عمر پست (شامل موضوعات مرتبط با نوسازی، نگه داری، مانیتورینگ، قابلیت اطمینان و پایداری)
- ⇐ تاثیر استاندارد های جدید مخابراتی بر پست های موجود و جدید
- ⇐ پست های با کاربری خاص (مانند پست های ساحلی و هم چنین پست های کم هزینه با سرعت ساخت بالا)

- ⇐ مدیریت ریسک در طراحی، نصب و بهره برداری پست ها
- ⇐ صرفه جویی در تعمیر و نگهداری بهینه پستهای با عایق هوا
- ⇐ تاثیرات مورد انتظار مفاهیم آینده در شبکه بر مدیریت پست
- ⇐ نقش تشخیص PD بر تخمین وضعیت پست های GIS
- ⇐ بهینه سازی طراحی سیستم زمین پست با استفاده از تحلیل ریسک
- ⇐ مدیریت ریسک در پست ها
- ⇐ تاثیر به کارگیری NCIT بر سویچگیر فشار قوی با عایق گازی
- ⇐ راهنمای اندازه گیری گاز SF₆
- ⇐ طراحی و دستورالعمل تحلیل سیستم های کمکی فشار ضعیف AC و DC
- ⇐ راهکارهای جدید ساخت پست های کم هزینه

← تعمیر و نگهداری ایستگاه فرعی و نظارت با استفاده از دستگاه‌های موبایل و سنجش هوشمند

HVDC و الکترونیک قدرت



اغلب زمینه‌های کاری که در این حوزه دنبال می‌شود همانطور که از اسم این حوزه نیز مشخص است، مربوط به انتقال برق به صورت جریان مستقیم و ابزارهای الکترونیک قدرت به کار رفته در بخش انتقال می‌باشد. در ادامه محورهای این حوزه آورده شده است.

← دستورالعمل تهیه و تست STATCOM ها

← دستورالعمل تهیه طرح اتصال شبکه‌های HVDC

← تجهیزات کنترل پخش بار و روش‌های کنترل ولتاژ DC در

شبکه‌های HVDC

← کنترل و حفاظت شبکه‌های HVDC

← طراحی شبکه‌های HVDC جهت دستیابی به عملکرد بهینه از نظر قابلیت اطمینان

← دستورالعمل عمومی برای طراحی الکتروود HVDC

← اتصال مزرعه بادی به شبکه‌های AC ضعیف

← راه‌اندازی VSC HVDC

← سطوح ولتاژ پیشنهادی برای شبکه‌های HVDC

← پیامدهای وجود هارمونیک‌ها در نزدیکی پست‌های مبدل HVDC و فیلتر کردن آنها

← هارمونیک‌های DC و فیلتر کردن آنها

← کاهش تلفات توان انتقالی با VSC حین خطا در خطوط هوایی



⇐ دستورالعمل مطالعات حالات گذرای الکترومغناطیسی شامل مبدل‌های VSC

⇐ دستورالعمل به کارگیری هماهنگی عایقی در VSC HVDC

⇐ مدل شبکه DC معیار برای مطالعات سیستم قدرت

⇐ تست های surge و اضافه ولتاژ بر روی سیستم کابلی HVDC

حفاظت و اتوماسیون



در این حوزه اصول و روش‌های مورد استفاده در حفاظت از سیستم قدرت در قالب محورهایی مانند طراحی، اتصال، بهره‌برداری و مانیتورینگ و ... اشاره شده است که به صورت زیر می‌باشد:

⇐ مفاهیم پیشرفته سیستم های اتوماسیون پست

⇐ ملاحظات جدید و مفاهیم اندازه گیری و مانیتورینگ

⇐ توصیه های فنی و کاربرد ها برای استاندارد IEC 61850

⇐ روش های بهبود عملکرد سیستم های حفاظتی

⇐ پیامد های حفاظتی فناوری های جدید تولید برق

⇐ سیستم اتوماسیون پست بر اساس IEC 61850 - انتظارات کاربران و تعاملات ذینفعان

⇐ استراتژی تست برای حفاظت از توابع، اتوماسیون و کنترل (PAC) در یک پست کامل دیجیتال بر

اساس کاربرد

⇐ طرح های حفاظتی برای ترانسفورماتور های خاص

⇐ ارزیابی عملکرد سیستم حفاظتی

- ⇐ حفاظت شبکه های در حال توسعه با قابلیت تولید جریان خطای محدود
- ⇐ حفاظت و اتوماسیون خازن های شنت
- ⇐ تحلیل و مقایسه سیستم محل خطا در سیستم های اتوماسیون پست
- ⇐ تکنولوژی های حفاظت و کنترل در محدوده های با وسعت زیاد
- ⇐ بررسی امکان بهبود سیستم های اندازه گیری برای مقاصد تعیین هزینه برق در پست
- ⇐ تجربیات پیرامون قابلیت اطمینان DSAS
- ⇐ ملزومات و استفاده از اطلاعات قابل دسترس از راه دور جهت بهره برداری و نگه داری از SAS
- ⇐ حفاظت و اتوماسیون شبکه های جزیره ای در هنگام black start
- ⇐ به کارگیری امواج سیار جهت حفاظت و اتوماسیون
- ⇐ بهینه سازی اتوماسیون حفاظتی و سیستم های کنترلی
- ⇐ چالش های جدید حفاظت فرکانس
- ⇐ پیامد ها و ملزومات سیستم های اتوماسیون شبکه و سیستم های حفاظتی سریع تر
- ⇐ تشخیص و کاهش رزونانس زیر سنکرون در شبکه های فعلی و آینده
- ⇐ کنترل و حفاظت شبکه های HVDC

توسعه و اقتصاد سیستم

- در این حوزه محورهایی که مورد بررسی قرار می‌گیرند عبارتند از:
- ⇐ بررسی عوامل کلیدی در تصمیمات سرمایه گذاری و نقش معیارهای برنامه ریزی فنی در سرمایه

گذاری انتقال

⇐ فرآیند های جدید تصمیمات سرمایه گذاری و و شیوه های نظارتی مورد نیاز برای مقابله با تغییر

محرك های اقتصادی

⇐ نکات پیرامون تصمیمات سرمایه گذاری در انتقال

⇐ تعریف قابلیت اطمینان در پرتو تحولات جدید در دستگاه ها و خدمات مختلف (که سطوح

انعطاف پذیری جدیدی در اختیار مشتریان و اپراتورها سیستم قرار داده است)

⇐ معیار های طراحی سیستم انتقال در حضور سیستم توزیع فعال

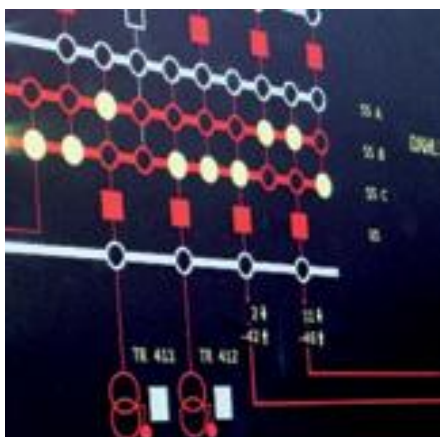
⇐ همراه کردن ذینفعان در فرایند برنامه ریزی سرمایه گذاری

⇐ بهترین روش جهت توسعه دیمانند پیش بینی انرژی در برنامه ریزی سیستم

⇐ روند کلی مراحل ارزیابی و اطلاعات مورد نیاز برای آب و برق

⇐ امکان سنجی شبکه برق جهانی

➤ بهره برداری و کنترل

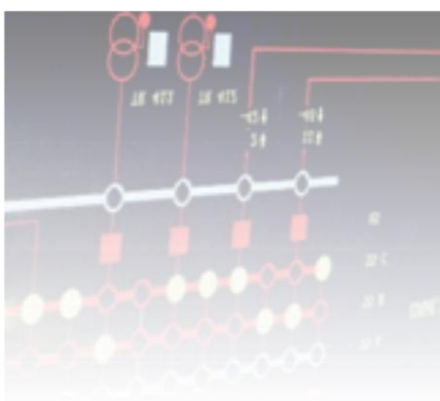


در این حوزه نیز زمینه های مختلفی مانند کنترل ولتاژ، کنترل

فرکانس، کنترل شبکه در مواقع کوتاه مدت و اضطراری و یا

انواع روش های بهره برداری که در بخش انتقال وجود دارد، بیان

می شود که این محورها در ادامه ذکر گردیده اند.



⇐ پشتیبانی از توان راکتیو و ولتاژ در بهره برداری از

سیستم

- ⇐ چالش‌های به وجود آمده در مرکز کنترل (EMS) به سبب تولید پراکنده و منابع تجدید پذیر
- ⇐ روند بازیابی و ترمیم سیستم
- ⇐ قابلیت‌ها و نیازمندی‌های یک مرکز کنترل (از نظر عملیاتی و منابع انسانی)
- ⇐ عملکرد سیستم بهره‌برداری، هدف از آموزش کارکنان و ارزیابی نحوه عملکرد اپراتور
- ⇐ پیشرفت‌ها و تغییرات در سیستم بهره‌برداری

✚ عملکرد سیستم از دید محیط زیستی



با توجه به افزایش اهمیت محیط زیست و حفظ آن، در مورد سیستم‌های قدرت نیز این مساله دارای توجه و اهمیت ویژه‌ای است که محورهای پیرامون این موضوع در زیر آورده شده‌اند:

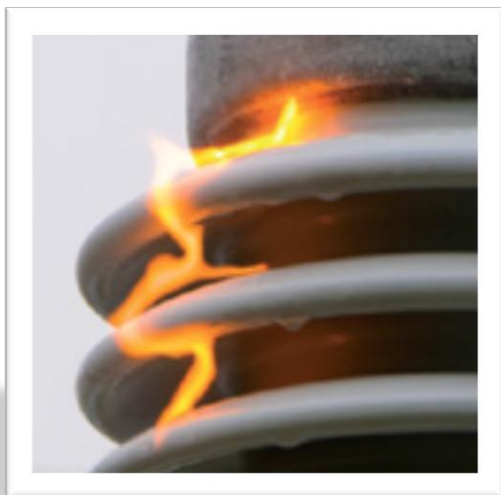
- ⇐ EMF و سلامتی
- ⇐ هزینه‌های جانبی خطوط انتقال
- ⇐ گازهای گلخانه‌ای و بررسی میزان تاثیر T&D
- ⇐ مسائل محیط زیستی خطوط انتقال ولتاژ فشارقوی در مناطق روستایی و حاشیه شهر
- ⇐ اثر تعهدات محیط زیستی بر فعالیت‌های مربوط به توزیع

وانتقال توان

- ⇐ بهترین نمونه تلاش‌های محیط زیستی و اجتماعی-اقتصادی برای ایجاد مقبولیت پست‌های فشار قوی در افکار عمومی

- ⇐ سیستم قدرت و حیات وحش

عملکرد فنی



فعالیت‌هایی که در این حوزه تعریف شده است مربوط به مواردی مانند شبیه‌سازی‌ها و یا تکنیک‌های نرم‌افزاری می‌باشد که در بخش انتقال کاربرد

بازار برق و قوانین آن



با توجه به تجدید ساختاری که در صنعت برق در حال اجرا می‌باشد در نتیجه حوزه بازار برق و زمینه‌هایی که در این حوزه می‌تواند مورد تحقیق و مطالعه قرار گیرد از اهمیت بالایی برخوردار است و در ادامه محورهایی که در این قسمت وجود دارند ذکر شده است.

← انگیزه‌های معمول برای نوآوری در شبکه‌های

الکتریکی

← مدیریت ریسک در چارچوب‌های قانونی پیشرو

← هزینه‌های خدمات الکتریکی، روش‌های تخصیص هزینه‌ها و تعیین نرخ برای مصارف مسکونی

← علایم قیمت بازار و چارچوب قانونمند برای سامان دهی سرمایه‌گذاری منطقه‌ای

← عوامل ایجاد تغییرات ناگهانی در بازار برق

← تاثیر قوانین محیط زیستی بر بازار برق

فناوری اطلاعات و سیستم های مخابراتی



با پیشرفت‌هایی که در حوزه مخابرات و فناوری به وجود آمده است استفاده از این سیستم‌ها در شبکه‌های قدرت نیز در حال افزایش می‌باشد. انواع تجهیزات ارتباطی که در سیستم قدرت وجود دارد و یا پروتکل‌های مخابراتی از جمله زمینه‌های پرکاربرد در این حوزه می‌باشد که در زیر محورهای تعریف شده برای این حوزه ذکر گردیده است.

- ⇐ مخابرات و فناوری اطلاعات برای تداوم تجارت و جبران خسارت در شرایط بحرانی
- ⇐ راهکار های مخابراتی برای تبادل اطلاعات در انتقال هوشمند انرژی الکتریکی
- ⇐ طراحی، پیاده سازی و نگه داری فیبرهای توری متصل به خطوط انتقال فشارقوی
- ⇐ ریسک های سایبری و امنیت سایبری برای نسل های بعدی سیستم های دیجیتال در تاسیسات

الکتریکی

- ⇐ مدیریت داده پیشرفته
- ⇐ استفاده از سیستم اندازه گیری Data Form

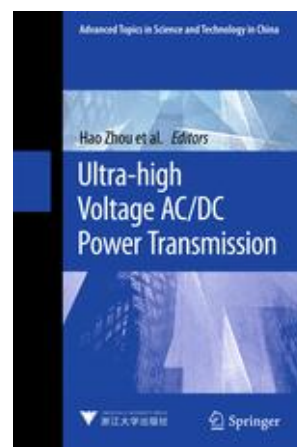
Title: Ultra-high Voltage AC/DC Power Transmission

Edited by Zhou, H., Qiu, W., Sun, K., Chen, J., Deng, X., Qian, F., Wang, D.

عنوان فارسی: انتقال توان AC/DC فوق فشار قوی

سال انتشار: 2018

ناشر: Springer



این کتاب آخرین دستاوردهای مربوط به انتقال توان AC/DC فوق فشارقوی (HVAC/UHVDC) را بررسی می‌کند. در ابتدا این کتاب مروری بر ساختارهای فعلی و برنامه‌های آینده‌ی پروژه‌های مهم UHVDC و UHVAC سرتاسر جهان دارد. این کتاب در ادامه نظریه‌های پایه، تجزیه و تحلیل‌های اقتصادی و فناوری‌های کلیدی شبکه‌های برق UHV را به تفصیل بیان می‌کند و در ادامه به تشریح طراحی پست‌های UHVAC و ایستگاه‌های مبدل و خطوط انتقال UHVDC می‌پردازد. وجود شکل‌ها و فرمول‌های واضح و مشخص در این کتاب به خوانندگان کمک می‌کند تا مفاهیم پایه‌ای مرتبط با تکنولوژی‌های UHVAC و UHVDC و همچنین روند رشد آنها را درک کنند. این کتاب برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی، محققان و مهندسين در زمینه سیستم‌های قدرت و مهندسی برق در نظر گرفته شده است. این کتاب دارای بیست و هشت فصل می‌باشد که عناوین مهمترین فصول آن عبارتند از:

توسعه انتقال توان UHV

تجزیه و تحلیل ویژگی‌های سیستم و اقتصاد انتقال توان UHV

اضافه ولتاژ ناشی از کلیدزنی در سیستم‌های UHVAC

➤ اضافه ولتاژهای گذرای خیلی سریع در سیستم های UHVAC

➤ هماهنگی عایقی پست‌های UHV

➤ هماهنگی عایقی خطوط انتقال UHVAC

➤ اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی در سیستم‌های UHVDC

➤ اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه در سیستم‌های انتقال UHVDC

➤ هماهنگی عایقی ایستگاه‌های تبدیل UHVDC

➤ هماهنگی عایقی خطوط انتقال UHVDC