



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

اصول حفاظت الکتریکی منابع تولیدات پراکنده

با توجه به نوع و ظرفیت آن ها

استاد راهنما: دکتر منصور اوجاقی

جابر محمودی

کامران نصیری الموتی

تابستان ۹۶

۱۵	۱-۶-۲- وصل مجدد فیدر فشار متوسط متصل به مولد مقیاس کوچک
۱۷	۲-۶-۲- وصل مجدد ناموفق فیدرهای خروجی غیرمتصل به مولد بر ناپایداری گذرا
۱۷	۷-۲- ایجاد ناپایداری گذرا در ژنراتورهای سنکرون متصل به ریزشیکه
۱۸	۸-۲- تأثیر نامطلوب بر حفاظت جریان زیاد جهتی در فیدر ورودی
۱۸	۹-۲- به هم خوردن منطق Fuse saving
۲۱	فصل سوم
۲۱	رله های حفاظتی مورد نیاز در محل مشترک اتصال
۲۲	۱-۳- اهداف حفاظتی رله های بکار رفته در محل مشترک اتصال
۲۲	۲-۳- نیازمندی های سیستم حفاظتی بر مبنای توان نامی ژنراتور
۲۳	۳-۳- تقسیم بندی منابع تولید پراکنده بر اساس توان نامی
۲۵	۱-۳-۳- کلاس ۱
۲۵	۱-۳-۳- کلاس ۱، طرح ۱
۲۵	۲-۳-۳- کلاس ۱، طرح ۲
۳۱	۲-۳-۳- کلاس ۲
۳۱	۱-۲-۳-۳- کلاس ۲، طرح ۲
۳۲	۲-۲-۳-۳- کلاس ۲، طرح ۳
۳۸	۳-۳-۳- کلاس ۳
۳۸	۱-۳-۳-۳- کلاس ۳، طرح ۳
۴۳	۴-۳-۳- کلاس ۴
۴۳	۱-۴-۳-۳- کلاس ۴، طرح ۳
۴۴	۲-۴-۳-۳- کلاس ۴، طرح ۴
۵۰	۵-۳-۳- کلاس ۵
۵۰	۱-۵-۳-۳- کلاس ۵، طرح ۴
۵۱	۲-۵-۳-۳- کلاس ۵، طرح ۵
۵۶	۴-۳- تشخیص جزیره ای شدن و حفاظت در برابر شرایط نامناسب
۵۶	۱-۴-۳- رله های Overvoltage و Undervoltage
۵۷	۱-۴-۳- کاربرد رله های ولتاژی
۵۷	۲-۱-۴-۳- انتظارات از رله های ولتاژی حفاظت محل مشترک اتصال
۵۷	۳-۱-۴-۳- بهبود تنظیمات پیشنهادی استاندارد
۶۰	۲-۴-۳- رله های Underfrequency و overfrequency
۶۰	۱-۲-۴-۳- تنظیمات پیشنهادی استاندارد IEEE ۱۵۴۷
۶۰	۲-۲-۴-۳- کاربرد

۳-۲-۴-۳- انتظارات از رله های فرکانسی	۶۰
۳-۲-۴-۳- نکاتی از تنظیمات پیشنهادی استاندارد.....	۶۱
۳-۲-۴-۵- بهبود تنظیمات پیشنهادی استاندارد.....	۶۱
۳-۵- تشخیص اتصال کوتاه در شبکه بالادست.....	۶۲
۳-۶- رله Power Reverse.....	۶۳
۳-۷- رله نامتعادلی جریان (۴۶).....	۶۳
۳-۸- رله سنکرونایزینگ.....	۶۴
۳-۸-۱- نیازمندی مشخص شده در استاندارد IEEE ۱۵۴۷, ۲۰۰۳ در مورد سنکرونایزینگ.....	۶۴
۳-۹- رله خطای زمین تاخیری.....	۶۵
۳-۱۰- رله جریان زیاد جهتی.....	۶۵
۳-۱۱- رله جا به جایی فاز.....	۶۵
فصل چهارم.....	
اهمیت تشخیص جزیره ای شدن مولد و روشهای شناسایی آن.....	
۴-۱- جزیره ای شدن.....	۶۸
۴-۱-۱- مزیت‌های عملکرد جزیره‌ای.....	۶۸
۴-۱-۲- معایب عملکرد جزیره‌ای.....	۶۸
۴-۲- جزیره‌های شدن غیر عمدی.....	۶۹
۴-۳- جزیره‌های شدن عمدی.....	۶۹
۴-۳-۱- موقعیت بهره برداری جدید.....	۶۹
۴-۳-۲- تغذیه ی چند سوبه ی جریان خطا.....	۷۰
۴-۳-۳- کاهش جریان خطا.....	۷۰
۴-۳-۲- برقرار شدن از چند نقطه.....	۷۱
۴-۴- نکات تکمیلی.....	۷۱
۴-۵- شناسایی جزیره.....	۷۲
۴-۶- روشهای شناسایی جزیره.....	۷۳
۴-۶-۱- روش های محلی - غیرفعال.....	۷۳
۴-۶-۲- روش های محلی - فعال.....	۷۴
۴-۶-۳- روش های مبتنی بر سیستم مخابراتی.....	۷۴
۴-۷- رله نرخ تغییرات فرکانس ROCOF.....	۷۶

۷۶	۸-۴-رله برگشت توان
۷۸	فصل پنجم
۷۸	حفاظت ریزش شبکه با هدف کاهش تاثیر مولد بر بهره برداری مناسب از ریزش شبکه
۷۹	۱-۵-رله محدود کننده مصرف بار محلی به میزان برق پشتیبان
۷۹	۲-۵-رله کاهش ولتاژ (عملکرد به هنگام خروج مولد)
۸۰	۳-۵-رله اضافه ولتاژ به هنگام برگشت توان
۸۱	فصل ششم
۸۱	حفاظت مولد های مقیاس کوچک
۸۲	۱-۶-حفاظت ژنراتور
۸۳	۲-۶-حفاظت خطای زمین سیم پیچ روئور
۸۳	۳-۶-توزیع ولتاژ هارمونیک سوم در طول سیم پیچ استاتور
۸۴	۴-۶-حفاظت خطای زمین سیم پیچ استاتور
۸۴	۵-۶-حفاظت قطع تحریک
۸۴	۱-۵-۶-رفتر ژنراتور سنکرون پس از قطع تحریک
۸۵	۶-۶-حفاظت برگشت توان
۸۶	۷-۶-رله جریانی حفاظت شفت
۸۸	۸-۶-حفاظت ژنراتور القایی
۸۸	۹-۶-تاثیر مولد با واسط اینورتری بر جریان خطای تزریقی به شبکه
۸۹	۱۰-۶-تشخیص خطا در محل مشترک اتصال مولد با واسط اینورتری به شبکه
۸۹	۱۱-۶-حفاظت اینورتر با فیوز سریع
۹۰	۱۲-۶-حفاظت ژنراتورهای میکرو
۹۰	۱۳-۶-حفاظت ترانسفورماتور واسطه
۹۰	۱۳-۶-حفاظت های الکتریکی
۹۰	۲-۱۳-۶-حفاظت های مکانیکی متداول
۹۱	فصل هفتم
۹۱	مطالعه یک نمونه عملی در نیروگاهی اطراف زنجان

پایان نامه کارشناسی

فصل اول

تعریف تولید پراکنده و انواع آن

۱-۱- مقدمه

نیروگاه های تولید پراکنده (DG^۱) به نیروگاه هایی با ظرفیت تولیدی کم گفته می شود که جهت تولید انرژی الکتریکی در نقاط نزدیک به مصرف کننده ها نصب می گردند. جهت استفاده از منابع تولید پراکنده بدون مزاحمت های موجود که از آنها به اغتشاشات شبکه یاد می شود، حفاظت هایی مورد نیاز است. که سعی شده است در این پروژه به حفاظت از سیستم های قدرت شامل منابع تولید پراکنده پرداخته شود.

۱-۲- تعریف تولید پراکنده

تعاریف مختلفی برای تولیدات پراکنده بکار رفته، ولی تعریف جامع وبدون محدودیت آن، عبارت است از منبع انرژی الکتریکی که مستقیماً به شبکه توزیع و یا سمت مصرف کننده وصل می گردد. مقادیر نامی این تولیدات متفاوت است.

IEEE، تولید برق توسط وسایلی را که به اندازه کافی از نیروگاه های مرکزی کوچکتر بوده و قابل نصب در محل مصرف هستند را به عنوان تولید پراکنده معرفی کرده است.

همچنین تعاریفی که در کشور های مختلف برای تولید پراکنده ارایه کرده اند، بر اساس مقالات IEEE در جدول زیر بیان شده است.

جدول ۱-۱- ۱- تعاریف تولید پراکنده در کشورهای مختلف

کشورها	تعاریف
آمریکا	منابع کوچک تولید کننده توان (از چند کیلووات تا ۵۰ مگاوات) که به شبکه توزیع وصل می شوند.
انگلیس	تولیدی است که به سیستم توزیع (تا 132kV) وصل می شود و ممکن است به صورت متمرکز بهره برداری شود.
فرانسه	تولیدی که به سطوح ولتاژ ۲۰، ۱۵، ۴ کیلوولت وصل می شود.
پرتغال	منابع انرژی تجدیدپذیر و تولید همزمان که به هر سطح ولتاژی وصل می شود و دارای توان خروجی کمتر از ۱۰ مگاوات می باشند.
آلمان	تعریف مشخصی وجود ندارد ولی معمولاً به انرژی خورشید، بادی و آبی کوچک گفته می شود که به سطح ولتاژ تا ۲۰ کیلوولت متصل می گردند.

¹ Distributed Generation

۱-۲-۱- تعریف در ایران

تامین انرژی برق با استفاده از مولد تولید برق با ظرفیت حداکثر ۲۵ مگاوات که قابلیت نصب در محل های مصرف و یا اتصال به شبکه توزیع با قابلیت کارکرد دایم به منظور تامین انرژی برق را دارند، و از لحاظ مشخصه های زیست محیطی بهره برداری از آنها در مراکز مختلف میسر باشد.

مطابق با جلسه ۹۵ هیات تنظیم بازار برق کشور (پیوست شماره ۳)، نیروگاه هایی که از نظر فنی قابلیت اتصال به شبکه توزیع محل اتصال را دارا هستند و ظرفیت عملی تولید آنها از ۲۵ مگاوات بیشتر نیست، به عنوان نیروگاه مقیاس کوچک تلقی می شوند.

بر اساس تبصره همان مصوبه، اگر تولیدکننده ای دارای ظرفیت تولید بیش از ۲۵ مگاوات بوده، بخشی از این ظرفیت توسط خود او یا دیگر مصرف کنندگان متصل به شبکه محلی به مصرف برسد و مایل به عرضه بقیه ظرفیت آماده تولید خود به شبکه باشد، تا سقف ۲۵ مگاوات از تولید آن مشمول احکام نیروگاه های مقیاس کوچک خواهد شد، مشروط بر آنکه مازاد تولید آن نسبت به کل مصرف در شبکه محلی بیش از ۲۵ مگاوات نباشد.

مکان نصب مولد های پراکنده در شبکه های توزیع و پست های ۶۳/۲۰ کیلوولت می باشد.

با توجه به امکان اتصال مولد ها به شبکه، جهت اتصال به شبکه توزیع باید مقررات استاندارد IEEE ۱۵۴۷ کاملاً رعایت شود. علاوه مولد ها باید از لحاظ آلاینده های زیست محیطی مطابقت با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست را داشته باشند.

۱-۳- اهداف استفاده از تولیدات پراکنده

اهداف استفاده از تولیدات پراکنده از دید شرکت توزیع واز دید مشترک متفاوت است.

در واقع اگر مالک DG شرکت توزیع باشد، اهداف مورد نظر می تواند آزاد سازی ظرفیت شبکه توزیع، بهبود قابلیت اطمینان سیستم، تولید همزمان برق و حرارت، بهبود کیفیت توان و پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات باشد.

اگر مالکیت DG در اختیار مشترک باشد، این اهداف می تواند فروش برق و شرکت در بازار انرژی، فروش برق به عنوان سرویس جانبی، بهبود قابلیت اطمینان خود و یا تشویق های دریافتی از شرکت توزیع و... باشد.

متأسفانه چون مالکیت بیشتر تولیدات پراکنده در اختیار مشترکین می باشد، لذا شرکت های توزیع کنترل کمتری روی اندازه و محل نصب تولیدات پراکنده دارند. در نتیجه برای جلوگیری از تاثیر گذاری منفی تولیدات پراکنده بر پارامتر های مختلف سیستم، باید یک استاندارد کلی و جامع برای کنترل، نصب و جایابی این تولیدات وجود داشته باشد.

به طور کلی هدف از استفاده از منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع، تامین تمام یا قسمتی از توان مصرفی شبکه به صورت تمام وقت یا پاره وقت می باشد که در این میان هدف اصلی تولید توان اکتیو است.

۱-۴- علل رویکرد به منابع تولید پراکنده در ایران

دلایل زیر کاربرد تولید پراکنده و تولید همزمان را در کشور ما برای مصارف معمولی و عمومی توجیه می کند:

۱- کاربرد واحد های کوچک توسط مصرف کنندگان، صنعت برق را عملاً به تدریج خصوصی می کند و این خصوصی سازی از اهداف دولت و وزارت نیرو می باشد و از سرمایه گذاری ملی در زمینه تولید می کاهد.

۲- نصب تولید پراکنده در پایدار نگه داشتن و لذا، اصلاح قدرت اکتیو، تزریق قدرت اکتیو و حفظ فرکانس و نهایتاً بهبود کیفیت برق شبکه تاثیر مثبت دارد.

۳- نصب تولید پراکنده در محل های مصرف، جا به جایی انرژی الکتریکی را در کل شبکه متناسب با قدرت نصب شده کاهش می دهد، در نتیجه تعویض هادی ها، کابل ها و سایر تجهیزات، خصوصاً در شبکه توزیع کاهش می یابد.

۱-۵- مزایای استفاده از تولید پراکنده

بکار گیری تولیدات پراکنده در سیستم های توزیع مزایای زیست محیطی، اقتصادی و فنی بسیاری زیادی را به دنبال دارد. برای رسیدن به این مزایا تولیدات پراکنده باید دارای اندازه مناسب بوده و در مکان های مناسب نصب شوند.

به طور کلی استفاده از تولیدات پراکنده در شبکه قدرت مزایای زیر را بر عهده دارد:

۱- کم کردن هزینه مربوط به تجهیزات قدرت

۲- کاهش تلفات انتقال قدرت

۳- سهولت امکان بازیافت گرما در این نیروگاه ها

۴- زمان نصب و بهره برداری کوتاه این نیروگاه ها

۵- کاهش آلودگی های زیست محیطی و صوتی

۶- کاهش تلفات با جایابی بهینه نیروگاه های تولید پراکنده در شبکه توزیع

۷- استفاده بعضی از منابع تولید پراکنده از منابع تجدید پذیر

۸- امکان کاربرد مجزا یا متصل به شبکه

همچنین می توان مزایای اقتصادی DG را از دید مشترکین و از دید شرکت توزیع بررسی کرد:

۱-۵-۱- مزایای اقتصادی DG از دید مشترکین

۱- کاهش هزینه های خرید انرژی، بخصوص در بار های حرارتی (بخار، آب گرم و سیستم خنک کننده):

در روش تولید همزمان برق و حرارت می توان بخار یا آب گرم مورد نیاز فرآیند های مختلف را تامین کرده و یا در مواردی که نیاز به گرم سازی و یا خنک سازی محیط باشد از آن استفاده کرد.

۲- کاهش نگرانی های ناشی از نوسانات نرخ انرژی: DG به مشترکین این امکان را می دهد که ریسک بیشتری در بازار انرژی داشته باشند، چون که در حقیقت مشترکین با استفاده از DG خود را از این نوسانات رهایی داده اند.

۳- افزایش قابلیت اطمینان: DG می تواند سبب کاهش خاموشی های ناشی از شبکه شود که این امر خود سبب کاهش زمان خاموشی و همچنین کاهش نگرانی های موجود در زمینه ایمنی شود.

۴- بهبود کیفیت توان: DG می تواند توان و انرژی با کیفیت بالا به مشترکین تحویل دهد و لذا این امر سبب کاهش و یا از بین بردن نگرانی های موجود در زمینه نوسانات ولتاژ شبکه و هارمونیک هایی می شود که بر روی بار های حساس مشترکین تاثیر می گذارد.

۵- منبع جدید درآمد: DG این امکان را به مشترکین می دهد که بتوانند انرژی تولیدی خود را به فروش رسانند و یا حالت کمکی برای بازاریابی داشته باشد.

۱-۵-۲- مزایای اقتصادی DG از دید شبکه توزیع الکتریکی

۱- جلوگیری از افزایش ظرفیت شبکه: DG به عنوان یک منبع کمکی و اضافی به تامین انرژی می پردازد و لذا می تواند تا حدودی شرکت توزیع را از ایجاد سیستم جدید تولید، انتقال و توزیع باز دارد.

۲- کاهش تلفات الکتریکی در بخش انتقال و توزیع: با نصب DG، شبکه انتقال و توزیع به منظور حمل و ارائه انرژی به مشترکین کوچک تر شده و لذا تلفات نیز کاهش می یابد.

۳- به تاخیر انداختن و به روزآوری شبکه های انتقال و توزیع: با استفاده از DG، شرکت های توزیع می توانند جوابگوی رشد بار بوده و لذا با تاخیر زمانی نسبت به بهبود ظرفیت اقدام کنند.

۴- تامین توان راکتیو: برخی تکنولوژی های DG مانند موتور های رفت و برگشتی می توانند تولید توان راکتیو این امر سبب کمک به تقویت و پایداری ولتاژ شبکه می شود.

