

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده فنی و مهندسی
مهندسی برق - قدرت

عنوان:

نحوه اتصال مولد های کوچک برق به شبکه
و دستورالعملهای آن

استاد راهنما:

نام دانشجو:

فهرست مطالب

۱	چکیده
۲	مقدمه
فصل اول تاریخچه انرژی های نو	
۵	۱-۱ مقدمه
۵	۲-۱ پیدایش صنعت برق در جهان
۶	۳-۱ اولین مولد برق در ایران
۶	۴-۱ مولدهای بعدی
	۵-۱ بخش انرژی
۸	۱-۵-۱ افزایش بهره وری انرژی
۸	۲-۵-۱ جایگزینی سوخت
۸	۳-۵-۱ استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و پاک
۹	۴-۵-۱ جایگزین انرژی های فسیلی
۹	۱-۴-۵-۱ انرژی خورشیدی
۱۰	۲-۴-۵-۱ انرژی بادی
۱۰	۳-۴-۵-۱ انرژی زمین گرمایی
۱۱	۴-۴-۵-۱ انرژی اقیانوسی
۱۱	۵-۴-۵-۱ انرژی هیدروژنی (پیل سوختی)
۱۱	۶-۴-۵-۱ انرژی بیوماس
۱۲	۷-۴-۵-۱ انرژی آب
فصل دوم مروری بر انواع سیستم های تولید پراکنده	
۱۴	۱-۲ معرفی انواع تولید پراکنده
۱۴	۱-۱-۲ ماشین حرارتی داخلی (ICE)
۱۵	۲-۱-۲ توربین احتراقی (CT) یا گازی
۱۵	۳-۱-۲ میکروتوربین
۱۶	۴-۱-۲ پیل سوختی

۱۹	توربین بادی	۵-۱-۲
۲۳	فتوولتاییک	۶-۱-۲
۲۶	انرژی گرمایی خورشیدی	۷-۱-۲
۲۶	زمین گرمایی	۸-۱-۲
۲۹	چرخ لنگر	۹-۱-۲
۲۹	واحد های آبی کوچک	۱۰-۱-۲
۲۹	بیوماس	۱۱-۱-۲
۳۰	جایگاه انرژی های مختلف در جهان	۲-۲
۳۲	پتانسیل تولید پراکنده در ایران	۳-۲
۳۳	موانع و مشکلات منابع تولید پراکنده در دنیا	۴-۲
۳۴	راهکارهایی جهت کاهش موانع	۱-۴-۲
۳۵	اثرات زیست محیطی استفاده از منابع تولید پراکنده	۵-۲

فصل سوم دستور العمل های اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه توزیع نیروی برق

۴۰	مقدمه	۱-۳
۴۱	شرایط فنی اتصال مولدهای مقیاس کوچک به شبکه توزیع	۲-۳
۴۲	هماهنگی با سیستم زمین شبکه توزیع	۳-۳
۴۳	هماهنگی تبادل توان	۴-۳
۴۴	مونیتورینگ	۵-۳
۴۵	جداسازی	۶-۳
۴۵	اغتشاشت ولتاژ	۷-۳
۴۵	اغتشاشات فرکانس	۸-۳
۴۶	فلیکر ولتاژ	۹-۳
۴۷	هارمونیک	۱۰-۳
۴۷	مصونیت حفاظتی	۱۱-۳
۴۸	حده اقل مطالعات فنی	۱۲-۳
۴۸	تجهیزات مورد نیاز برای اتصال مولدهای مقیاس کوچک	۱۳-۳
۴۹	آزمایش ها	۱۴-۳

فصل چهارم توزیع مختصر در مورد نحوه اتصال مولد های پراکنده

۵۱	۱-۴	روشهای اتصال DG
۵۲	۲-۴	اتصال DG به شبکه توزیع
۵۳	۳-۴	اطلاعات مورد نیاز جهت اتصال DG
۵۵	۴-۴	فهرست مشکلات موجود در اتصال به شبکه
۵۶	۵-۴	قواعد و استثنا ندارد های تدوین یا فته برای اتصال DG به شبکه

فصل پنجم دستورالعمل های آزمون اتصال مولد مقیاس کوچک به شینه فشار متوسط پست

های فوق توزیع

۶۰	۱-۵	دستورالعمل های آزمون اتصال
۶۱	۲-۵	دستور انجام کار
۶۲	۱-۲-۵	آزمایش های اتصال
۶۲	۲-۲-۵	آزمایش های دوره ای
۶۲	۳-۲-۵	تاییدیه آزمون اتصال و آزمون ها دوره ای
۶۳	۳-۵	نحوه انجام آزمایش های اتصال
۶۳	۱-۳-۵	اضافه ولتاژ
۶۴	۲-۳-۵	افت ولتاژ
۶۴	۳-۳-۵	اضافه فرکانس
۶۵	۴-۳-۵	افت فرکانس
۶۵	۵-۳-۵	هارمونیک
۶۷	۶-۳-۵	عدم عمل کرد مولد در حالت جزیره ای
۶۹	۷-۳-۵	کنترل تطابق فاز بین مولد و شبکه
۷۰	۸-۳-۵	آزمایش اضافه دور روتور

۷۰	آزمایش های مدار باز و اتصال کوتاه	۹-۳-۵
۷۰	آزمایش رگولاتور خود کار ولتاژ	۱۰-۳-۵
۷۰	ممیزی تنظیم های سطوح حفاظتی	۱۱-۳-۵
۷۰	آزمایش ظرفیتی	۱۲-۳-۵
۷۱	آزمایش نرخ حرارتی	۱۳-۳-۵
۷۱	آزمایش قابلیت اطمینان	۱۴-۳-۵
۷۱	تست های راه اندازی	۴-۵
۷۲	تریپ	۱-۴-۵
۷۲	در حال کار	۲-۴-۵
۷۳	سیستم زمین	۳-۴-۵
۷۴	باسبارها و سیم کشی هوایی	۴-۴-۵
۷۴	ترانسفورمر اصلی	۵-۴-۵
۷۶	کلید قدرت	۵-۵
۷۸	سکسیونر و تیغه زمین	۶-۵
۷۹	ترانسفورمر جریان	۱-۶-۵
۷۹	ترانسفورمر ولتاژ	۲-۶-۵
۸۰	تابلوهای فشار متوسط	۳-۶-۵
۸۱	تابلوهای حفاظت و کنترل	۴-۶-۵
۸۳	تابلوهای تغذیه جریان مستقیم و متناوب	۵-۶-۵
۸۴	دستگاه های شارژ باتری و اینورتر	۶-۶-۵
۸۴	باسداکت ها	۷-۶-۵
۸۵	باتری ها	۸-۶-۵
۸۵	سیستم کابل	۹-۶-۵
۸۶	سیستم روشنائی محوطه	۱۰-۶-۵

فصل ششم اتصال، پروفیل ولتاژ حفاظت سیستم های تولید پراکنده (DG)

۸۸	اتصال منابع تولید پراکنده به شبکه	۱-۶
۸۸	سیستم DG مستقل از شبکه سراسری برق باشد	۱-۱-۶
۸۹	سیستم DG متصل به شبکه سراسری برق باشد	۲-۱-۶

۹۰	تکنولوژی های اتصال	۲-۶
۹۰	ژنراتورهای سنکرون	۱-۲-۶
۹۰	ژنراتورهای آسنکرون	۲-۲-۶
۹۱	مبدل الکترونیک قدرت	۳-۲-۶
۹۱	قوانین اتصال	۳-۶
۹۲	پروفیل ولتاژ (Voltage Profile)	۴-۶
۹۴	پروفیل ولتاژ فیدرهای توزیع	۱-۴-۶
۹۶	محدوده بهره برداری از ژنراتور DG	۲-۴-۶
۹۶	نامتعادلی ولتاژ	۳-۴-۶
۹۷	کاهش نامتعادلی ولتاژ و اثرات ناشی از آن	۴-۴-۶
۹۸	پخش بار در شبکه های توزیع در حضور ژنراتورهای تولید پراکنده	۵-۴-۶
۱۰۱	حفاظت سیستم های تولید پراکنده	۵-۶
۱۰۱	مسائل حفاظت نوعی	۱-۵-۶
۱۰۱	تأثیر در خروج بی موقع	۱-۱-۵-۶
۱۰۳	کورشدن حفاظت	۲-۱-۵-۶
۱۰۴	خطای بازبست	۳-۱-۵-۶
۱۰۶	نتایج	۲-۵-۶
۱۰۶	هماهنگی فیوز- فیوز و هماهنگی رله-رله	۱-۲-۵-۶
۱۰۶	هماهنگی فیوز-ریکلوزر	۲-۲-۵-۶

فصل هفتم چگونه برای تأمین برق خانه، صفحات خورشیدی را به خانه مان متصل کنیم؟

۱۰۸	مقدمه	۱-۷
۱۰۸	دستورالعمل	۲-۷

فصل هشتم سیاست‌هایی برای اتصال مولدهای پراکنده

۱۱۲	سیاست‌های برای اتصال مولدهای پراکنده	۱-۸
۱۱۳	اسناد سیستم‌های قدرت	۲-۸
۱۱۳	قابلیت اتصال به ولتاژ پایین	۳-۸
۱۱۴	قابلیت اتصال به ولتاژ بالا	۴-۸
۱۱۵	طراحی	۵-۸
۱۱۵	طرح حفاظت	۶-۸
۱۱۶	تابلو «نصب تجهیزات کلیدها»	۷-۸
۱۱۷	اندازه‌گیری	۸-۸
۱۱۷	حفاظت	۹-۸
۱۱۹	کنترل و نظارت	۱۰-۸

فصل نهم معیار اتصال در شبکه توزیع برای مولدهای پراکنده

۱۲۴	قیود و محدودیت‌های حالت دائم اتصال کوتاه	۱-۹
۱۲۴	موضوعات مربوط به کیفیت برق	۲-۹
۱۲۵	توان راکتیو و کنترل ولتاژ	۳-۹
۱۲۵	سهیم شدن در خدمات جانبی	۴-۹
۱۲۶	جنبه‌های حفاظتی	۵-۹
۱۲۶	جزیره‌ای شدن و عملکرد جزیره‌ای	۶-۹
۱۲۶	معیار فنی اتصال DG ها به در کشورهای مختلف	۷-۹
۱۲۷	موضوعات کلیدی و توصیه‌هایی برای تحقیق بیشتر و فعالیت‌های استاندارد	۸-۹
۱۲۷	تعیین ظرفیت نصب شده DG	۱-۸-۹
۱۲۷	شارژهای عمیق در مقابل کم عمق	۲-۸-۹
۱۲۷	شبکه‌های توزیع فعال	۳-۸-۹
۱۲۸	جزیره‌ای شدن ناخواسته	۴-۸-۹
۱۲۸	جزیره‌ای شدن کنترل شده-ریز شبکه‌ها	۵-۸-۹
۱۲۸	رفتار DG طی اغتشاشات شبکه	۶-۸-۹
۱۲۸	تزریق DG به داخل شبکه فشار ضعیف	۷-۸-۹

نتیجه گیری

۱۳۰

مراجع

۱۳۳

فهرست جداول

- جدول ۱-۲ منابع تأمین انرژی و میزان مصرف آنها در جهان ۳۱
- جدول ۲-۲ سوخت های فسیلی و میزان مصرف آنها در جهان ۳۱
- جدول ۳-۲ انرژی های نو و میزان مصرف آنها در جهان ۳۱
- جدول ۴-۲ فناوری های بکار رفته در تولیدات پراکنده ۳۲
- جدول ۵-۲ پتانسیل های موجود در کشور ۳۳
- جدول ۶-۲ درصد گازهای متصاعد شده از دفن زباله ها ۳۶
- جدول ۷-۲ غلظت گازهای خروجی از دود کش نیروگاه ها ۳۷
- جدول ۸-۲ کشورهای استفاده کننده از منابع تولید پراکنده و سیاست مربوط به کاربرد آن ۳۸
- جدول ۱-۳ طبقه بندی مولد های مقیاس کوچک با توجه به مقادیر نامی ۴۰
- جدول ۲-۳ شرایط اتصال ژنراتور ۴۳
- جدول ۳-۳ نیاز واحد های مولد مقیاس کوچک به مونیتورینگ ۴۴
- جدول ۴-۳ پاسخ مولدهای مقیاس کوچک به اغتشاش فرکانس (۵۰ هرتز) ۴۶
- جدول ۵-۳ ۴۷
- جدول ۶-۳ درصد هارمونیک های قابل قبول تزریق شده توسط مولدهای تولیدات پراکنده ۴۷
- جدول ۱-۵ ۶۵
- جدول ۲-۵ سطح توان بار و توان خروجی معادل مولد ۶۹
- جدول ۱-۶ فناوری تولید پراکنده به همراه تکنولوژی اتصال آن ۹۲

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۲ نحوه ی عملکرد توربین های احتراقی ۱۴
- شکل ۲-۲ اجزاء میکروتوربین ها ۱۵
- شکل ۳-۲ مراحل عملکرد پیل سوختی ۱۶
- شکل ۴-۲ پیل سوختی پلیمری ۱۷
- شکل ۵-۲ مقایسه انواع مختلف پیل سوختی و یون جابجا شده ۱۸
- شکل ۶-۲ پیل سوختی در کاربری های خانگی ۱۸
- شکل ۷-۲ اجزاء توربین بادی ۲۰
- شکل ۸-۲ نحوه ی عملکرد توربین های بادی ۲۲
- شکل ۱-۹-۲ عملکرد سیستم های فتوولتائیک ۲۴
- شکل ۲-۹-۲ عملکرد سیستم های فتوولتائیک ۲۵
- شکل ۱۰-۲ نرخ افزایش استحصال از انرژی باد و فتوولتائیک در جهان ۲۵
- شکل ۱۱-۲ نمونه ای از یک نیروگاه زمین گرمایی ۲۷
- شکل ۱۲-۲ نیروگاه زمین گرمایی دو فازی ۲۷
- شکل ۱۳-۲ نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز ۲۸
- شکل ۱۴-۲ یک نیروگاه زیست توده با سوخت زائدات کشاورزی ۳۰
- شکل ۱-۴ اتصال DG به شبکه توزیع ۵۳
- شکل ۱-۵ طرح انجام آزمایشی جهت انجام تست هارمونیک ۶۶
- شکل ۲-۵ مدار مورد نظر جهت انجام آزمایش جزیره ای شدن ۶۸
- شکل ۱-۶ اتصال منابع تولید پراکنده به صورت مستقل از شبکه ۸۸

- ۸۹ شکل ۶-۲ اتصال منابع تولید پراکنده به صورت موازی با شبکه
- ۱۰۲ شکل ۶-۳ تریپ متأثر
- ۱۰۳ شکل ۶-۴ کور کردن حفاظت
- ۱۰۴ شکل ۶-۵ خطای بازبست
- ۱۰۹ شکل ۷-۱ اتصال صفحه های خورشیدی به منازل
- ۱۱۰ شکل ۷-۲ نصب صفحات خورشیدی بر سقف منازل
- ۱۲۲ شکل ۸-۱ نمونه ای از تنظیمات (ترتیبات) اتصالات در ولتاژ بالا (HV)

چکیده

با توجه به سیاست‌های اخیر وزارت نیرو در راستای تقویت و تشویق تولیدات پراکنده در شبکه توزیع، حضور این پدیده در سال‌های اخیر بسیار ملموس شده است. در این تحقیق در ابتدا به معرفی تولیدات پراکنده و تاریخچه آن‌ها پرداخته شده و پس از معرفی مسائل آن در ایران و کشورهای دیگر و همچنین در مورد نحوه اتصال این مولد ها به شبکه برق می پردازیم.