



اضافه و نتایج و هماهنگی عایقی در شبکه‌های قدرت

مؤلفان:

دکتر محسن نیاستی

(عضو هیأت علمی دانشگاه سمنان)

دکتر احمد غلامی

(عضو هیأت علمی دانشگاه علم و صنعت)

سرشناسه	: نیاستی، محسن، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	: اضافه ولتاژها و هماهنگی عایقی در شبکه‌های قدرت/ مولفان محسن نیاستی، احمد غلامی.
مشخصات نشر	: سمتان: دانشگاه سمتان، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	: ۲۸۷ ص.
شابک	: 978-600-8424-08-6
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: کتابنامه: ص. ۲۸۳.
موضوع	: برق -- افزایش فشار
موضوع	: Overvoltage
موضوع	: عایق‌ها و عایق‌سازی برقی
موضوع	: Electric insulators and insulation
موضوع	: برق -- سیستم‌ها -- تلفات
موضوع	: Electric power systems -- Electric losses
شناسه افزوده	: غلامی، احمد، ۱۳۲۹ -
شناسه افزوده	: دانشگاه سمتان
شناسه افزوده	: Semnan University
رده بندی کنگره	: ۱۲۶۵ - ۶۹۸ TK۷۸۸
رده بندی دیویی	: ۵۴۱/۳۷۲۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۴۳۷۹۳۷۳



اضافه ولتاژها و هماهنگی عایقی در شبکه‌های قدرت

مؤلفان: دکتر محسن نیاستی - دکتر احمد غلامی

نوبت چاپ: اول - پائیز ۱۳۹۵

طرح جلد و صفحه آرایی: اسماعیل شجاعی

ناشر: انتشارات دانشگاه سمتان

شمارگان: ۱۰۰۰ جلد

قیمت: ۱۷۰۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-8424-08-6



شابک:

حق چاپ محفوظ و متعلق به انتشارات دانشگاه سمتان می‌باشد.

تلفن انتشارات: ۰۲۳-۳۱۵۳۳۲۷۰ وب سایت: www.press.semnan.ac.ir

پیشگفتار

انرژی الکتریکی به عنوان عاملی مهم در ایجاد زیرساخت برای توسعه هر منطقه دارای نقش مهم و اساسی می باشد و در این راستا توجه به بخش تحقیقات و به روزآوری اطلاعات فعالان و متخصصین در این حوزه بسیار مهم است .

شرکت برق منطقه ای سمنان در مسیر تحقق هدف والای خود و با عنایت به شعاری که در این خصوص در نظر گرفته است (افتخار ما خدمت به مردمی است که شایسته خدمتند) توجه به موضوع مهم تحقیق و توسعه را به عنوان بخشی مهم در تحقق عملی و عینی منویات مقام معظم رهبری و اقتصاد مقاومتی ، سرلوحه کار خویش قرار داده و با تقویت ارتباط هدفمند میان صنعت برق و دانشگاه، با تلفیق تخصص همکاران سخت کوش و کارآمد خویش ، با دانش و ظرفیتهای علمی مراکز آموزش عالی معتبر در کشور در این مسیر گام برداشته و تمام سعی خود را در راستای تولید محتوی به منظور افزایش توان علمی و تخصصی به منظور تامین برق مطمئن ، پایدار و با کیفیت بکار خواهد بست.

سید علی اکبر صباغ

رئیس هیات مدیره و مدیرعامل

شرکت برق منطقه ای سمنان

پائیز ۱۳۹۵

اضافه ولتاژها نقش بسیار موثری بر قابلیت اطمینان شبکه‌های قدرت دارند. لذا شناخت دقیق مشخصات و چگونگی ایجاد انواع اضافه ولتاژها به منظور انتخاب مناسب مشخصات عایقی تجهیزات الکتریکی و همچنین انتخاب مناسب روشهای کنترل و حفاظت در برابر اثرات مخرب اضافه ولتاژهای شبکه‌های الکتریکی امری ضروری و مهم می‌باشد. این کتاب سعی دارد با بررسی انواع مختلف اضافه ولتاژها و معرفی تجهیزات و روشهای حفاظت در برابر اضافه ولتاژها براساس استانداردهای معتبر و اطلاعات سازندگان تجهیزات و با بیان مثالهای طراحی، کمک موثری به درک بهتر و بیشتر دانشجویان و کارشناسان مهندسی برق از اصول هماهنگی عایقی داشته باشد.

این کتاب در یازده فصل تنظیم و تالیف شده است. در فصل اول این کتاب، ضرورت مطالعه اضافه ولتاژها و هماهنگی عایقی در سیستمهای قدرت مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل دوم، انواع اضافه ولتاژها در سیستمهای قدرت، منابع تولید و مشخصات کلی آنها بیان شده است. فصل سوم مروری بر اعمال دینار الکترومغناطیسی، معادلات حاکم بر آنها و چگونگی انتشار امواج سیار در شرایط مختلف دارد.

فصل چهارم شامل بررسی روشها و تجهیزات حفاظت سیستمهای قدرت در برابر اضافه ولتاژها می‌باشد. در فصل پنجم اصول کلی هماهنگی عایقی در شبکه‌های قدرت مورد مطالعه قرار گرفته است. در فصل ششم، اصول هماهنگی خطوط انتقال نیرو و حفاظت خطوط در برابر اصاب مستقیم و غیر مستقیم صاعقه بررسی شده است. اصول هماهنگی عایقی و حفاظت پستهای فشارقوی در فصل هفتم بیان شده است. در فصل هشتم، تاثیر آلودگی محیطی بر هماهنگی عایقی مورد بررسی قرار گرفته است. فصل نهم این کتاب شامل مدلسازی فرکانس بالای تجهیزات شبکه قدرت برای مطالعات حالتی گذرا می‌باشد. در فصل دهم، یک شبکه قدرت به صورت نمونه در محیط نرم افزار EMTP مدلسازی و شبیه سازی شده است همچنین محاسبات هماهنگی عایقی برای یک خط انتقال نمونه ارائه شده است. در فصل یازدهم انواع آزمایشهای عایقی تجهیزات الکتریکی سیستم قدرت به طور اجمال مورد بررسی قرار گرفته است.

نویسندگان، چاپ اول کتاب اضافه ولتاژها و هماهنگی عایقی در سیستمهای قدرت را تقدیم به متخصصین ارجمند صنعت برق کشور و دانشجویان رشته مهندسی برق و مهندسین عزیزی که مایل به تکمیل معلومات خود در این زمینه می‌باشند می‌نمایند و منتظر دریافت نظرات و پیشنهادات ارزنده این عزیزان می‌باشند.

مؤلفین در اینجا بر خود لازم می‌دانند که از آقایان مهندس سید علی اکبر صباغ ، مهندس محمود سنگی ، مهندس مجید خطیبی ، علیرضا امینیان از شرکت برق منطقه ای سمنان و اعضای کمیته تحقیقات این شرکت و آقایان دکتر علی حقیقی اصل ، مهندس حمیدرضا مولایی، مهندس مصطفی رئوفی، اسماعیل شجاعی، مهندس محمد باقر اسد پور و خانم مهندس سمیه موزونی به دلیل همکاری در تهیه و تنظیم و چاپ و انتشار کتاب سپاسگزاری بعمل آورند.

دکتر محسن نیاستی - دکتر احمد غلامی

پائیز ۱۳۹۵

صفحه	فهرست مطالب	عنوان
۱۵	فصل اول : ضرورت بررسی اضافه ولتاژها و هماهنگی عایقی در سیستمهای قدرت	
۱۵	۱-۱ مقدمه	
۱۷	۲-۱ اهمیت مطالعات هماهنگی عایقی در شبکه قدرت	
۲۰	۳-۱ ساختار کتاب	
۲۳	فصل دوم : انواع اضافه ولتاژها در شبکه‌های قدرت	
۲۳	۱-۲ مقدمه	
۲۷	۲-۲ اضافه ولتاژهای گذرای صاعقه	
۲۷	۱-۲-۲ فرآیند شکل‌گیری تخلیه جوی	
۲۸	۲-۲-۲ طبقه‌بندی تخلیه جوی	
۳۰	۳-۲-۲ بررسی اثرات صاعقه	
۳۱	۴-۲-۲ مشخصات امواج صاعقه	
۳۴	۵-۲-۲ بیش‌بینی وقوع صاعقه	
۳۶	۶-۲-۲ انواع اضافه ولتاژهای صاعقه	
۳۶	۱-۶-۲-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از اصابت مستقیم صاعقه	
۳۷	۲-۶-۲-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از اصابت غیر مستقیم صاعقه	
۴۰	۷-۲-۲ اضافه ولتاژهای الکترواستاتیکی	
۴۱	۸-۲-۲ تاثیر اضافه ولتاژهای صاعقه بر شبکه‌های توزیع	
۴۲	۳-۲ اضافه ولتاژهای گذرای کلیدزنی	
۴۳	۱-۳-۲ عوامل و شرایط ایجاد اضافه ولتاژهای گذرای کلیدزنی	
۴۴	۲-۳-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از قطع ناگهانی و نوسانات بار	
۴۴	۳-۳-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از قطع و وصل خطوط	
۴۴	۴-۳-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از کلیدزنی جریانهای خازنی و سلفی	
۴۵	۵-۳-۲ شکل موج اضافه ولتاژ کلیدزنی	
۴۶	۶-۳-۲ ولتاژ بازیابی گذرا در کلیدهای قدرت	
۴۸	۴-۲ اضافه ولتاژهای موقتی	
۴۹	۱-۴-۲ اضافه ولتاژهای موقتی ناشی از وقوع فرورزونانس	

- ۵۶ ۲-۴-۲ اضافه ولتاژهای ناشی از خطای عایقی سیستم
- ۵۷ ۲-۴-۳ اضافه ولتاژهای ناشی از قطع خطوط
- ۵۸ ۲-۴-۴ اضافه ولتاژ ناشی از خطوط طولیل بی بار
- ۶۰ ۲-۵-۵ سؤال و تمرین

۶۱

۶۱ فصل سوم : مروری بر امواج سیار

- ۶۲ ۱-۳ مقدمه
- ۶۴ ۲-۳ معادلات امواج سیار
- ۶۷ ۲-۲-۱ خط انتقال بدون تلفات
- ۶۸ ۲-۳-۳ انرژی موج سیار
- ۷۲ ۲-۲-۳ انتشار و انعکاس امواج سیار
- ۷۳ ۲-۳ سؤال و تمرین

۷۳ فصل چهارم : حفاظت شبکه های قدرت در برابر اضافه ولتاژها

- ۷۳ ۱-۴ مقدمه
- ۷۳ ۲-۴ روشهای حفاظت در برابر اضافه ولتاژها
- ۷۴ ۱-۲-۴ حفاظت اولیه در برابر صاعقه
- ۷۵ ۱-۱-۲-۴ سیمهای محافظ
- ۷۵ ۲-۱-۲-۴ صاعقه گیرهای میله ای
- ۷۶ ۳-۱-۲-۴ سیستم پراکنده کننده صاعقه
- ۷۶ ۲-۲-۴ حفاظت ثانویه در برابر صاعقه
- ۷۷ ۱-۲-۲-۴ تجهیزات محدود کننده صاعقه
- ۷۸ ۲-۲-۲-۴ سیستم حفاظت کابلی تجهیزات
- ۷۹ ۳-۲-۴ زمین کردن نقطه نول سیستم قدرت
- ۸۰ ۱-۳-۲-۴ سیستم با نول زمین نشده
- ۸۱ ۲-۳-۲-۴ سیستم با نول زمین شده مستقیم
- ۸۱ ۳-۳-۲-۴ سیستم با نول زمین شده با مقاومت
- ۸۲ ۴-۳-۲-۴ سیستم با نول زمین شده با راکتور
- ۸۳ ۳-۴ برقگیرها
- ۸۴ ۱-۳-۴ انواع برقگیرها
- ۸۴ ۱-۱-۳-۴ برقگیر میله ای یا شاخکی
- ۸۵ ۲-۱-۳-۴ برقگیر سیلیکون کارباید

۸۶	۳-۱-۳-۴ برقگیر اکسید فلزی
۸۹	۴-۱-۳-۴ برقگیر قوس طولانی
۹۰	۲-۳-۴ مشخصات حفاظتی برقگیرها
۹۰	۱-۲-۳-۴ حداکثر ولتاژ کار دایم برقگیر
۹۱	۲-۲-۳-۴ ولتاژ نامی برقگیر
۹۲	۳-۲-۳-۴ جریان نامی برقگیر
۹۲	۴-۲-۳-۴ حداکثر جریان ضربه قابل تحمل
۹۳	۵-۲-۳-۴ ظرفیت انرژی جذب برقگیر
۹۴	۳-۳-۴ انتخاب تراس برقگیر
۹۵	۴-۳-۴ تست نگهداری برقگیرها
۹۶	۴-۴ سؤال و تمرین
۱۰۱	فصل پنجم : اصول هماهنگی عایقی
۱۰۱	۱-۵ مقدمه
۱۰۲	۲-۵ مروری بر عایقهای الکتریکی
۱۰۳	۱-۲-۵ انواع عایقها
۱۰۴	۲-۲-۵ مقایسه عایقهای الکتریکی
۱۰۵	۳-۵ مفاهیم و استانداردهای هماهنگی عایقی
۱۰۵	۱-۳-۵ اصطلاحات و تعاریف
۱۱۵	۲-۳-۵ استانداردهای هماهنگی عایقی
۱۱۶	۴-۵ روشهای هماهنگی عایقی
۱۱۶	۱-۴-۵ روش احتمالاتی هماهنگی عایقی
۱۱۷	۱-۱-۴-۵ تعیین احتمال وقوع اضافه ولتاژها
۱۱۹	۲-۱-۴-۵ روش قطعی هماهنگی عایقی
۱۲۰	۵-۵ تاثیر شرایط محیطی بر هماهنگی عایقی
۱۲۱	۱-۵-۵ تاثیر دمای محیط
۱۲۲	۲-۵-۵ تاثیر رطوبت محیط
۱۲۳	۳-۵-۵ تاثیر ارتفاع منطقه از سطح دریا
۱۲۴	۶-۵ سؤال و تمرین

فصل ششم : هماهنگی عایقی برای خطوط انتقال نیرو

۱۲۵	۱-۶ مقدمه
۱۲۵	۲-۶ انتخاب عایقهای خطوط هوایی
۱۲۶	۱-۲-۶ مقره‌های سوزنی
۱۲۶	۲-۲-۶ مقره‌های بشقابی
۱۲۷	۳-۲-۶ مقره‌های مهاری
۱۳۱	۴-۲-۶ مقره‌های یکپارچه یا استوانه‌ای
۱۳۲	۵-۲-۶ مقره‌های چرخشی
۱۳۳	۳-۶ انواع آرایشی مقره‌ها در زنجیره
۱۳۴	۱-۳-۶* زنجیره مقره آویزی
۱۳۴	۲-۳-۶ زنجیره مقره آویز چندتایی
۱۳۵	۳-۳-۶ زنجیره مقره ویزی شکل
۱۳۵	۴-۳-۶ زنجیره مقره آویزی V شکل چندتایی
۱۳۶	۵-۳-۶ زنجیره مقره کششی
۱۳۷	۶-۳-۶ زنجیره مقره جامپر
۱۳۸	۴-۶ مشخصات عمومی مقره‌ها
۱۳۹	۵-۶ تعیین فواصل فازی هادی‌های خطوط هوایی
۱۴۰	۱-۵-۶ محاسبه فاصله فازی بر مبنای اضافه ولتاژ ناشی از صاعقه
۱۴۰	۲-۵-۶ محاسبه فاصله فازی بر مبنای اضافه ولتاژ ناشی از کلیدزنی
۱۴۳	۳-۵-۶ محاسبه فاصله فازی بر مبنای آلودگی محیط
۱۴۶	۶-۶ حفاظت خطوط در برابر اصابت مستقیم صاعقه
۱۴۸	۷-۶ برقریر خطوط انتقال
۱۵۲	۸-۶ ستوال و تمرین
۱۵۵	

فصل هفتم : هماهنگی عایقی در پستها

۱۵۷	۱-۷ مقدمه
۱۵۷	۲-۷ انتخاب عایق پستهای فشارقوی
۱۵۷	۳-۷ تعیین فواصل فازی در پستها
۱۶۱	۱-۳-۷ محاسبه فواصل هوایی فاز به زمین
۱۶۱	۲-۳-۷ محاسبه فواصل هوایی فاز به فاز
۱۶۸	

۱۷۰	۴-۷ حفاظت پستها در برابر اصابت مستقیم صاعقه
۱۷۹	۵-۷ برقگیرهای پستها
۱۸۵	۶-۷ سؤال و تمرین

فصل هشتم : اثر آلودگی بر هماهنگی عایقی

۱۸۷	۱-۸ مقدمه
۱۸۸	۲-۸ فرآیند تولید جرقه روی زنجیره مفره
۱۹۰	۳-۸ انواع آلاینده‌ها و منابع تولید آنها
۱۹۲	۱-۳-۸ آلودگی صنعتی
۱۹۲	۲-۳-۸ آلودگی دریایی
۱۹۲	۳-۳-۸ آلودگی کوبی
۱۹۳	۴-۳-۸ آلودگی نواحی شاورز
۱۹۳	۴-۸ تعیین سطح آلودگی متفاوت
۱۹۶	۵-۸ ارزیابی عایق‌های بیرونی براساس آلودگی محیط
۱۹۷	۱-۵-۸ ارزیابی عایق‌های بیرونی از طریق فاصله جزئی ویژه
۲۰۴	۲-۵-۸ محاسبه عایق‌های بیرونی از طریق ولتاژ استقامت عایق
۲۰۵	۶-۸ روشهای کاهش تاثیر آلودگی‌ها بر عایقهای بیرونی
۲۰۵	۱-۶-۸ استفاده از مفره با شکلهای بهینه شده
۲۰۵	۲-۶-۸ استفاده از پوشش RTV
۲۰۶	۳-۶-۸ بکارگیری مفره‌های با لعاب نیمه هادی
۲۰۶	۴-۶-۸ شستشوی دوره‌ای
۲۰۷	۵-۶-۸ استفاده از پوشش گریس
۲۰۸	۷-۸ سؤال و تمرین

فصل نهم : مدلسازی شبکه قدرت برای مطالعاتهای حالت گذرا

۲۰۹	۱-۹ مقدمه
۲۱۰	۲-۹ مدل خط انتقال هوایی
۲۱۶	۳-۹ مدل کابلها
۲۱۶	۴-۹ مدل دکل یا برج خط انتقال هوایی
۲۲۰	۵-۹ مدل زنجیره مفره دکل‌های خطوط انتقال

۶-۹	مدل ترانسفورماتور	۲۲۰
۷-۹	مدل کلیدها	۲۲۳
۸-۹	مدل سیستم زمین	۲۲۳
۹-۹	مدل برقگیر	۲۲۷
۱۰-۹	مدل موج صاعقه	۲۳۰
۱۱-۹	سئوال و تمرین	۲۳۲

فصل دهم : مطالعات هماهنگی عایقی برای یک سیستم قدرت نمونه

۱-۱۰	مقدمه	۲۳۳
۲-۱۰	بررسی مختار شبکه تحت مطالعه	۲۳۳
۳-۱۰	مدلسازی شبکه	۲۳۵
۱-۳-۱۰	مدل خط انتقال	۲۳۵
۲-۳-۱۰	مدل دکل خط انتقال	۲۳۷
۳-۳-۱۰	مدل زنجیره مفره	۲۳۹
۴-۳-۱۰	مدل صاعقه	۲۴۰
۵-۳-۱۰	مدل سیستم زمین دکل	۲۴۰
۶-۳-۱۰	مدل برقگیر	۲۴۱
۷-۳-۱۰	شبیه سازی خط انتقال	۲۴۱
۴-۱۰	مطالعات هماهنگی عایقی برای یک خط انتقال نمونه	۲۴۵
۱-۴-۱۰	محاسبه استقامت عایقی زنجیره مفره	۲۴۶
۱-۱-۴-۱۰	تعیین استقامت عایقی زنجیره مفره بر مبنای اضافه ولتاژ ناشی از رعد برق	۲۴۶
۲-۱-۴-۱۰	تعیین حداقل فاصله هوایی هادی در فرکانس قدرت	۲۵۰
۳-۱-۴-۱۰	محاسبات هماهنگی عایقی براساس اضافه ولتاژ کلیدزنی	۲۵۳
۴-۱-۴-۱۰	تعیین تعداد مفره ها براساس سطح آلودگی منطقه	۲۵۳
۵-۱۰	سئوال و تمرین	۲۵۳

فصل یازدهم : آزمایشهای فشارقوی مرتبط با هماهنگی عایقی

۱-۱۱	مقدمه	۲۵۵
۲-۱۱	مشخصات آزمایشهای عایقی براساس استانداردها	۲۵۶
۱-۲-۱۱	انواع شکست در آزمایش های عایقی	۲۵۶

۲۵۷	۱۱-۲-۲ انواع عایق‌های تجهیزات فشارقوی
۲۵۸	۱۱-۲-۳ انواع آزمایش‌های عایقی
۲۵۸	۱۱-۲-۳-۱ آزمایش‌های تحت شرایط خشک
۲۵۸	۱۱-۲-۳-۲ آزمایش‌های تحت شرایط مرطوب
۲۵۸	۱۱-۲-۳-۳ آزمایش‌های با ولتاژ مستقیم
۲۵۹	۱۱-۲-۳-۴ آزمایش‌های با ولتاژ متناوب
۲۶۰	۱۱-۲-۳-۵ آزمایش‌های با ولتاژ ضربه صاعقه
۲۶۱	۱۱-۲-۳-۶ آزمایش با ولتاژ ضربه کلیدزنی
۲۶۱	۱۱-۳-۱ آزمایش‌های کله‌های قدرت
۲۶۱	۱۱-۳-۱-۱ آزمایش‌های استقامت کوتاه مدت با فرکانس قدرت
۲۶۲	۱۱-۳-۱-۲ آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه
۲۶۲	۱۱-۳-۱-۳ آزمایش ولتاژ ضربه کلیدزنی
۲۶۳	۱۱-۴-۱ آزمایش عایقی مقره‌ها
۲۶۴	۱۱-۴-۱-۱ آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه
۲۶۴	۱۱-۴-۱-۲ آزمایش ولتاژ استقامت با فرکانس قدرت در شرایط مرطوب
۲۶۴	۱۱-۴-۱-۳ آزمایش ولتاژ استقامت سوراخ شدگی
۲۶۴	۱۱-۵-۱ آزمایش عایقی مقره‌های عبوری
۲۶۵	۱۱-۵-۱-۱ ولتاژ استقامت فرکانس قدرت
۲۶۵	۱۱-۵-۱-۲ آزمایش ولتاژ استقامت ضربه صاعقه
۲۶۶	۱۱-۵-۱-۳ آزمایش ولتاژ استقامت کلیدزنی
۲۶۷	۱۱-۵-۱-۴ آزمایش اندازه‌گیری ضربه تلفات عایقی
۲۶۸	۱۱-۵-۱-۵ آزمایش اندازه‌گیری تخلیه جزئی
۲۶۸	۱۱-۶-۱ آزمایش عایقی تجهیزات حفاظتی
۲۶۹	۱۱-۶-۱-۱ آزمایش ولتاژ استقامت ضربه
۲۶۹	۱۱-۶-۱-۲ آزمایش ولتاژ فشار قوی با فرکانس قدرت
۲۷۰	۱۱-۷-۱ آزمایش عایقی ترانسفورماتورها
۲۷۰	۱۱-۷-۱-۱ آزمایش ولتاژ استقامت AC با منبع مجزا
۲۷۱	۱۱-۷-۲ آزمایش ولتاژ AC القایی
۲۷۱	۱۱-۷-۲-۱-۱ آزمایش ولتاژ AC القایی کوتاه مدت برای ترانسفورماتور با سیم‌پیچی یکنواخت
۲۷۲	۱۱-۷-۲-۲-۱ آزمایش ولتاژ AC القایی کوتاه مدت برای ترانسفورماتور با سیم‌پیچی غیریکنواخت

۲۷۲	۱۱-۷-۲- آزمایش ولتاژ AC القایی بلند مدت برای ترانسفورماتورهای با سیم پیچی یکنواخت و غیریکنواخت
۲۷۲	۱۱-۷-۳- آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه
۲۷۲	۱۱-۷-۴- آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه بریده شده
۲۷۲	۱۱-۷-۵- آزمایش ولتاژ ضربه کلیدزنی
۲۷۲	۱۱-۸- آزمایش عایقی کابلها
۲۷۳	۱۱-۸-۱- آزمایش ولتاژ استقامت
۲۷۳	۱۱-۸-۲- اندازه گیری مقاومت عایقی در دمای محیط
۲۷۴	۱۱-۸-۲- آزمایش اندازه گیری مقاومت عایقی در حداکثر دمای کاری هادی
۲۷۵	۱۱-۸-۳- آزمایش ولتاژ ۶۰ دقیقه
۲۷۶	۱۱-۸-۴- آزمایش با ولتاژ ضربه
۲۷۶	۱۱-۸-۵- آزمایش ولتاژ DC دف بیرونی کابل
۲۷۶	۱۱-۸-۶- آزمایش عایقی کابل
۲۷۷	۱۱-۹- آزمایش برقگیرها
۲۷۷	۱۱-۹-۱- آزمایش ولتاژ ضربه صاعقه
۲۷۷	۱۱-۹-۲- آزمایش ولتاژ ضربه کلیدزنی
۲۷۷	۱۱-۹-۳- آزمایش ولتاژ فرکانس قدرت
۲۷۹	۱۱-۱۰- آزمایشهای رایج برای عایق تجهیزات
۲۷۹	۱۱-۱۰-۱- استقامت دی الکتریک
۲۸۰	۱۱-۱۰-۲- آزمایش اندازه گیری مقاومت عایقی یا آزمایش میگر
۲۸۱	۱۱-۱۱- سنوال و تمرین