

برق‌گیرها و هادی‌های زمین

در

خطوط انتقال انرژی

www.ketab.ir

تالیف و ترجمه: طهماسب‌قلی شاه‌رخشاهی

زنجان - ۱۳۹۶

کد ۴۸



گاوین پرداز

سرشناسه: شاهرخشاهی، طهماسبقلی، ۱۳۲۴ -

عنوان و نام پدیدآور: برق گیرها و هادی های زمین در خطوط انتقال انرژی/تالیف و ترجمه طهماسبقلی شاهرخشاهی.
مشخصات نشر: تهران: کاوش پرداز، ۱۳۹۶. مشخصات ظاهری: ث، ۱۷۰ ص: مصور (رنگی).

شابک: 9786006102269 وضعیت فهرست نویسی: فیبا

موضوع: برق گیرها موضوع: Lightning-arresters موضوع: هادی های برقی

موضوع: برق — خطوط — حفاظت موضوع: Electric lines — Protection

موضوع: برق — جریان — اتصال به زمین موضوع: Electric currents — Grounding

رده بندی کنگره: ۱۳۹۶ ۲۴ب/ش/TK۳۲۴۸

رده بندی دیویی: ۶۲۱/۳۱

شماره کتاب ماس: سی: ۴۷۵۱۵۰۷



آ و شر رداز

برق گیرها و هادی های زمین در خطوط انتقال انرژی

تالیف و ترجمه: طهماسبقلی شاهرخشاهی

چاپ و صحافی: ۱۳۹۶

چاپ اول: تهران، ۱۳۹۶

ناشر: کاوش پرداز

قیمت: ۳۰۰۰۰ تومان

شابک: ۹-۲۶-۶۱۰۲-۶۰۰-۹۷۸

همه حقوق این اثر به نشر کاوش پرداز تعلق دارد و هر نوع استفاده از این کتاب اعم از فتوکپی، بازنویسی، خلاصه نویسی، اسکن و ذخیره ی کامپیوتری و یا تکثیر به هر روشی، کلاً و جزئاً ممنوع و قابل پیگرد قانونی است.

تلفن انتشارات: ۶۶۴۸۴۹۵۷ ۶۶۴۹۹۵۹۱

فصل اول: پدیده تخلیه جوی

- ۱-۱: تشکیل ابرها با بار الکتریکی ۱
۱-۲: شرایط بروز قوس تخلیه جوی (رعد و برق) و تخلیه جوی از ابر ۴
۱-۳: مشخصات عمده تخلیه جوی ۱۹
۱-۴: تشکیل جریان های تخلیه جوی ۲۴
۱-۵: برآورد مشخصات انتقال تخلیه جوی ۳۲

فصل دوم: حفاظت، خطوط انتقال انرژی در قبال تخلیه جوی

- ۲-۱: جهت تخلیه جوی در هوا ۳۷
۲-۲: میزان موثر بودن میله ها و هادی های زمین در برخورد تخلیه جوی ۴۰
۲-۳: هادی های محافظ یا هادی های زمین در حفاظت انتقال انرژی ۵۱
۲-۴: محاسبات به منظور برآورد تخلیه جوی بر تجهیزات موجود در هوا (فضا) نظیر هواپیما ۷۵

فصل سوم: اضافه ولتاژهای تخلیه جوی در خطوط انتقال و نصب برق گیرها

- ۳-۱: اضافه ولتاژهای تخلیه جوی در خطوط انتقال انرژی ۷۹
۳-۲: تخلیه جوی مستقیم بر هادی های فاز و هادی های زمین و نصب رقتورها در خطوط ۱۰۲
۳-۳: برآورد فاصله هوایی هادی زمین و هادی های فاز در طول اسپن (SPAN) ۱۱۸
۳-۴: حفاظت خطوط انتقال انرژی هوایی فاقد هادی زمین ۱۱۹
۳-۵: حفاظت خطوط انتقال انرژی هوایی فاقد هادی زمین ۱۲۷

فصل چهارم: خصوصیات برق گیرهای مورد نصب در خطوط

- ۴-۱: خصوصیات برق گیرهای مورد نصب در خطوط (TLSA) ۱۳۱
۴-۲: مشخصه کار برق گیرهای TLSA ۱۳۵
۴-۳: سطح حفاظت برق گیر نصب شده در خط، شرایط هم آهنگی عایقی ۱۳۷
۴-۴: توانایی انرژی تخلیه در TLSA ۱۳۹
۴-۵: شرایط از کار افتادن برق گیر خط ۱۴۱

فصل پنجم: برق گیرها مورد نصب در خطوط

- ۱-۵: برق گیرها مورد نصب در خطوط ۱۴۳
- ۲-۵: برآورد تخلیه در برق گیرهای نوع EGLA و NGLA ۱۵۳
- ۳-۵: ساختمان و ولتاژ اسمی برق گیر ۱۵۵
- ۴-۵: موارد نصب برق گیرها در خطوط ۱۵۵
- ۵-۵: کار در خطوط گرم، تامین حفاظت و ایمنی ۱۵۸
- ضمیمه شماره ۱ ۱۶۱

خطوط هوایی انتقال انرژی با طول چند صد کیلومتر و هادی‌ها حامل جریان در فضای باز (مجهز به فواصل هوایی ایزولاسیون). بطور مداوم در معرض حوادث طبیعی و تغییرات جوی از جمله رطوبت، برف و باران، طوفان، آلودگی محیط و تخلیه جوی واقع می‌باشند. هر یک از عوامل فوق می‌توانند به قطع خط منجر شوند. مهمترین و عمده ترین عوامل فوق را تخلیه جوی تشکیل می‌دهد. به همین علت نیز تخلیه جوی از دیر باز، از بدو احداث خطوط هوایی، هنگامیکه ردیف ولتاژهای انتقال کمتر از ۶۰۰^{kv} بوده است به عنوان مزاحم اصلی در خطوط انتقال انرژی و شبکه های توزیع شناخته گردید. از آن هنگام حفاظت خطوط انتقال انرژی و ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی در برابر اضافه ولتاژهای تخلیه جوی مطرح و مورد نظر بوده پیش بینی ها به منظور مقابله با اضافه ولتاژها و قطع خطوط ابداع و بکار برده شدند. با اینهمه روش های ابداع شده مطمئن نبوده، احتمال قطع خطوط و صدمات به تجهیزات موجود بوده است. بطور کلی تخلیه بر خطوط انتقال انرژی با دو عارضه همراه می‌باشد.

۱- قطع خطوط انتقال انرژی به علت اضافه ولتاژهای موجی ناشی از تخلیه ها با دامنه بیش از ولتاژ استقامت زنجیر مقرر و فواصل هوای خط.

۲- اعمال اضافه ولتاژ موجی با دامنه قابل ملاحظه بر ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی در ایستگاهها دو عارضه فوق متفاوت از یکدیگر بود. جلوه گیری از بروز قوس در فواصل هوایی ایزولاسیون و قطع خطوط جدا از اختلال و صدمه به ایزولاسیون داخلی تجهیزات در ایستگاهها مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در کتاب حاضر در فواصل هوایی ایزولاسیون در خطوط انتقال و سسش در بدنه های مورد نظر بوده، حفاظت ایزولاسیون داخلی تجهیزات در ایستگاهها در کتاب دوم مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

در سال های اخیر با توجه به پیشرفت ها در نوع مواد و تجهیزات حفاظتی کاهش درصد قطعی ها با اطمینان بیشتر مقدور گردیده است.

روش معمول و کلاسیک از بدو احداث خطوط را نصب هادی های زمینی به Shied Wire در سرتاسر طول خط به تعداد یک تا سه رشته و استفاده از رله های وصل مجدد اتوماتیک (موسوم به recloser) نوع سه فاز و تک فاز تشکیل می دهد.

روش نصب هادی های زمینی و پیش بینی مناسب آن شامل موقعیت نصب نسبت به رله های فاز، تعداد آنان و میزان حفاظت (احتمال قطعی ها علیرغم نصب هادی های زمینی)، بطور مشروح در طی دو فصل اول و دوم کتاب حاضر طبق روابط تئوری نشان داده شده است.

در ۲۰ - ۱۰ سال گذشته با ابداع برق گیرهای نوع جدید غیر خطی شامل المان های نیمه هادی موسوم به واریستور از جنس اکسید روی و سایر اکسیدها امکان حفاظت کامل و مطمئن و کاهش درصد قطعی ها تا نزدیک ۲ ÷ ۱٪ فراهم گردیده است. ان برق گیرها در ایستگاه های فشار قوی به منظور حفاظت ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی بکار برده می شوند. با اینهمه نصب آنان در خطوط انتقال انرژی به منظور کاهش دامنه اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی در هادی های فاز تا کمتر از ۵۰٪ بروز قوس زنجیر مقرر در چند سال اخیر

در بسیاری از کشورها معمول گردیده است، طبق نتایج تجربی نصب برق گیرها در خطوط، در کاهش درصد قطعی ها بسیار موثر بوده است.

ساختمان مناسب برق گیرهای غیر خطی نوع جدید شامل وزن ناچیز، سطح پائین حفاظت، برخورداری از عمر و دوام بالا، شرایط مناسب به منظور نصب آنان را در خطوط فراهم می نماید.

ترکیب هر سه روش مقابله با تخلیه های جوی بر خطوط عبارت از: نصب هادی های زمین، نصب رله وصل مجدد اتوماتیک و نصب برق گیرها حفاظت کامل خطوط هوایی را تامین می نماید.

نصب برق گیرها در هر سه فاز در مجاور زنجیر مقرر در برج ها به فواصل $3 \text{ km} \div 2$ در طول خطوط صورت می گیرد. فواصل مناسب نصب برق گیرها در طول خطوط به منظور کاهش سطح اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی تا کمتر از ولتاژ ۵۰٪ زنجیرهای مقرر با توجه به پدیده های جنبی از جمله انتشار و انعکاس موج ها و پدیده کرنا با انجام محاسبات لازم به شرح ارائه شده در فصل سوم تعیین گردیده است. همچنین دامنه اضافه ولتاژهای رجه تخلیه جوی در پی تخلیه بر هادی های زمین و هادی های فاز بر حسب طول SPAN در فصل دوم محاسبه و نشان داده شده است. درصد قطعی ها و بروز قوس در زنجیرهای مقرر با توجه به تعداد و موقعیت هادی های زمین (زائنه خنثی خط) و تخلیه ها بر فازهای کناری در خطوط افقی در ردیف ولتاژهای HV، EHV و UHV محاسبه شده است. چون تاکنون عمدتاً در نصب هادی های زمین و نصب برق گیرها بوده است، لذا عنوان کتاب: "برق گیرها و هادی های زمین" خطوط انتقال انرژی" انتخاب گردیده است.

به فصل اول کتاب ترجمه سه فصل اول از کتاب آقای پروفسور: "گ.ن. الکساندرف" منتشر شده به زبان روسی در سال ۲۰۰۸ می باشد. فصول دیگر کتاب پروفسور: "گ.ن. الکساندرف" به محاسبه دامنه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی و نصب برق گیرها در ایستگاه ها اختصاص یافته، در کتاب جداگانه مخصوص حفاظت ایزولاسیون داخلی تجهیزات فشار قوی در قبال اضافه ولتاژهای موجی تخلیه جوی آورده شده است.

برق گیرها مورد نصب در خطوط مشخصات و پیش بینی های خاص ایمنی را نسبت به برق گیرهای معمول مورد نصب در ایستگاه ها دارا می باشند. این مشخصات و پیش بینی ایمنی طبق استاندارد IEC و مطالعات موسسه EPRI آمریکا در فصل چهارم ارائه شده اند. نتایج تجربی نصب برق گیرها در خطوط و تاثیر آنان در کاهش دامنه اضافه ولتاژها طبق مطالعات انجمن CIGRE در فصل پنجم آورده شده اند.

محاسبات لازم به منظور برآورد دامنه اضافه ولتاژها و درصد قطعی ها در اصل کتاب به زبان روسی تالیف پروفسور گ.ن. الکساندرف برای کلیه ردیف ولتاژها $180 \text{ kV} \div 220$ صورت گرفته اند. دو ردیف 1150 kV و 1800 kV به منظور انتقال انرژی و احداث شبکه سراسری کشور شوروی در آینده تعیین و در نظر گرفته شده اند. بخشی از شبکه فوق شامل خط انتقال 1150 kV به عنوان اولین خط 1150 kV در دنیا در کشور شوروی در ناحیه سیبری احداث گردید. (کشوری که به زعم کشورهای سرمایه داری در تکنولوژی از نوع سرمایه داری عقب بوده است). مطالعات در ردیف ولتاژهای 1150 kV و 1800 kV از نظر آگاهی از مشخصات خطوط و تاثیر افزایش ابعاد برج ها و فواصل هوایی ایزولاسیون در دامنه اضافه ولتاژهای تخلیه جوی، دامنه جریان های تخلیه جوی و امپدانس موجی هادی ها حائز اهمیت و با ارزش بوده، تاکنون در هیچگونه منبع دیگری صورت نگرفته اند. ردیف

بعدی ولتاژ انتقال در کشور شوروی 250.0^{kv} تعیین گردیده است. در کتاب: "اختلال در ایزولاسیون خطوط انتقال انرژی"^۱ مطالعات لازم به منظور کاهش درصد قطعی ها با استفاده از رله وصل مجدد تک فاز در خطوط در ردیف ولتاژهای $250.0^{kv} \div 220$ در کشور شوروی صورت گرفته اند.

در خاتمه از کلیه همکاران، کارشناسان و متخصصان که همواره اینجانب را مورد لطف و عنایت خود قرار داده، در پرس و جوی چاپ و انتشار کتب جدید تالیف شده بوده اند، تشکر می نمایم. تنها مایه دلگرمی در ادامه و تداوم مطالعات و تالیفات انجام شده تا حال حاضر بالغ بر ۴۵ عنوان، توجه و استقبال همکاران بوده است.

ط - شاهرخشاهی

زنجان - تابستان ۱۳۹۵

توجه: کلیه زیرنویس ها توسط مترجم نگاشته شده است.