دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان :

خطوط Gil

استاد راهنما: دکتر نظامی زاده

نگارش: محمدجواد جعفری

تابستان ۸۹

فهرست مطالب

فصل اول - مزایا و معایب GIL ۵

فصل دوم - ساختار کابلهای GIL ۱۸

فصل۳ - احداث خطوط زیر زمینی GIL ۲۷

فصل چهارم- مشخصات فنی GIL ۳۶

فصل پنجم- مطالعه حساسیت باردهی کوتاه مدت ۴۲

فصل ششم -وظیفه عایق در GIL ۵۳

فصل هفتم- تعیین رفتار الکتریکی اجزا خطی که با گاز عایق شده است در هنگام رخ دادن جرقه داخلی ۵۶

فصل هشتم - رفتار GIL در مقابل شبکه ۷۰

فصل نهم- انواع حفاظت و کنترل ۷۵

فصل دهم- .رفتار مکانیکی و گرمایشی GIL ۷۷

فصل یازدهم- نظارت بر GIL در عمل ۸۳

فصل دوازدهم- شرح کامل نصب خط GIL با ظرفیت بالا در ژاپن در ردیف ولتاژ ۲۷۵ کیلو ولت و طول ۳.۳ کیلومتر: ۹۹

مراجع ۱۱۹

چکیده

GIL[1] یا خطوط انتقال با عایق گازی، نسل جدیدی از خطوط انتقال انرژی هستند که قادر به انتقال توانهای بیش از ۲۵۰۰ مگا ولت آمپر با کمترین تلفات (۰/۰۰۱۱ درصد قدرت انتقالی) و با ضریب اطمینان بالا هستند. ایجاد تغییر ساختار در شبکه های برق و مکانیزم های جدید بازاریابی باعث گردیده است تا شرکتهای بهره برداری شبکه متمایل به افزایش توان انتقال گردند. از آنجا که احداث خطوط هوای چهره ناخوشایندی به شهرها و مناطق مسکونی می دهد، لزوم تجدید نظر در طراحیها، ایده سیستم انتقال انرژیGIL را عرضه نموده است.

با توجه به اینکه تجربه اولین خط GIL را به ۳۰ سال پیش بر می گردد و با گذشت زمان تغییراتی در نحوه ساخت و اجرای این نوع خط به وجود آمده است، در ابتدا خلاصه ای از آن معرفی می گردد.

[1] GIL: Gas Insulated Transmission Lines

مقدمه:

احداث خطوط فشار قوی با هادی های مرسوم سالهاست در دنیا متداول و مورد بهره برداری قرار گرفته و بدنه اصلی شبکه های فشار قوی با این هادی ها تجهیز شده اند و نقش اصلی ارتباطی نیروگاهها به پست های فشار قوی و انتقال به مراکز مصرف و نیز ارتباطات بین کشورها و قاره ها را عهده دار می باشند.

همزمان با استفاده از این خطوط با هادیهای سنتی همواره تحقیقات پیرامون ابداع هادیها و خطوط مدرن ادامه داشته و تمهیداتی در انتقال انرژی به لحاظ انتقال بیشتر، تلفات کمتر و اثرات سوء زیست محیطی کمتر بوجود آمده است و به موازات این اقدام، هادیها و خطوط با فن آوری جدید ابداع گردیده اند تا ضمن داشتن قدرت انتقال مناسب از حریم کمتری برخوردار بوده و مهم اینکه تاثیر زیست محیطی کمتری داشته باشند و بر این اساس ایده سیستم انتقال انرژی GIL را عرضه نموده اند.

GIL یا خطوط انتقال باعایق گازی، نسل جدیدی از خطوط انتقال انرژی هستند که قادرند توانهای بیش از ۲۵۰۰ مگا ولت آمپر را با کمترین تلفات و با ضریب اطمینان بالا بدون هیچ گونه مشکلی انتقال دهند.

پس از ظهور و احداث نسل اول خطوط GIL به عنوان خطوط انتقال انرژی، به دلایلی این طرح فراگیر و جهانی نشد. اولین مسئله، هزینه تمام شده هر کیلومتراین خط در مقایسه با کابل زمینی و هوایی بود. بنابراین از دهه نود تحقیقات برای کاهش هزینه ساخت و احداق آن به میزان ۵۰ درصد با توجه به سه عامل زیر صورت گرفت:

•استاندارد نمودن اجزای خط:

ارائه طرح مدولار برای تجهیزات و قطعات شامل اعضاء متفاوت برای ساده کردن سیستم GIL .

•بهینه سازی روش خواباندن در زمین و کاهش زمان اجرا و اتوماتیک نمودن ماشینهای جوش برای اجرای عملیات جوشکاری اتصالات در محوطه:

تمهیداتی برای حمل و نقل قطعات بلندتر به منظور کاهش اتصالات در کارگاه، به کارگیری خمهای انعطاف پذیر برای کاهش تجهیزات خمشی.

•استفاده از گاز نیتروژن:

به منظور کاهش هزینه ها، عمدتاً از گاز نیتروژن به عنوان عایق استفاده می شود.

به طوری که حدود ۸۰ درصد عایق با نیتروژن و ۲۰ در صد توسط SF_6 تامین می شود.

حدود ۳۰سال است که خطوط انتقال جدید GIL که در زمین دفن می شوند احداث می شوند. این طرحها به کندی پیش می روند چون از لحاظ اقتصادی هنوز راه حل اقتصادی مناسبی پیدا نشده است که این کار را بهینه کند.

در سالهای اخیر جمعیت رشد فزاینده ای داشته است و این امر باعث افزایش نیاز به خطوط انتقال است اما این امر باعث بروز مشکلاتی از قبیل زشت شدن دید عمومی، هدر رفتن زمین (زمین زیر دکل و حریم کابلها است.)

- بهبودشکل ظاهری دکلها.

- بهبود نرم افزار طراحی دکلها به گونه ای که از لحاظ منظره مناسب باشد.

- پیشرفت تکنولوژی کابلهای انتقال زیر زمینی.

که این روش بسیار مناسب است به این خاطر که مقادیر بالای توان را می توان درده های بالای ولتاژ انتقال داد.

فصل اول

مزایا و معایبGIL

موارد مهم خط GIL، مزایا و معایب

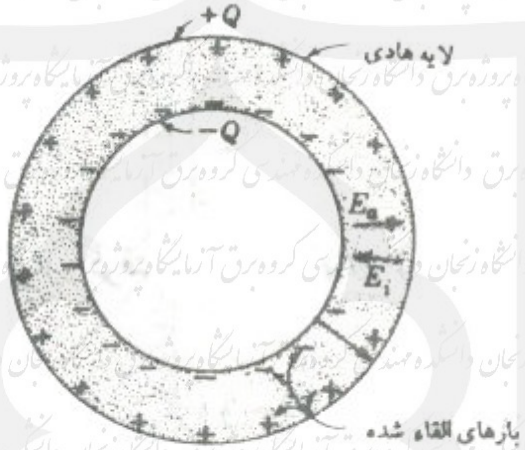
در خطوط GIL درجه حرارت دیگر معنی نخواهد داشت چون عایق درون خط از نوع SF6 و N2 می باشد که خود دارای درجه حرارت پایین می باشد. و هادی درون این عایق به صورت استاتیک در حال انتقال انرژی می باشد بدین صورت دیگر مشکل تلفات حرارتی درطول سال به علت متغیر بودن آب و هوا در سرما و گرما نخواهیم داشت طبق رابطه P=RI که تلفات خط می باشد می توان نتیجه گرفت که با ازدیاد جریان در یک هادی با سطح مقطع ثابت و یک مقاومت ثابت تلفات بالا رفته چون در این حالت ازدیاد دما را خواهیم داشت ولی به علت اینکه در این حالت ما از دو گاز سرد (SF6 و N2) بهره می بریم دما را کنترل کرده پس تلفات کاهش یافته و از حد مجاز بالاتر نمی رود که این یک مسئله بسیار مهم در امر خطوط انتقالGIL می باشد و هزینه های تولید را در طول سال از این لحاظ به حداقل می رساند با پایین آمدن هزینه، بهره از نیروگاه به حداکثر خود می رسد و می تواند در پایین بودن هزینه های تولید نقش خوبی را ایفا کند پس از این لحاظ خط GIL نسبت به خط انتقال هوایی برتری دارد. در ضمن نیز اثر پوسته ای به علت پایین بودن دما مقداری از اثر پوسته های خطوط انتقال هوایی کمتر می باشد به علت اینکه در فرکانس بالا جریان مایل است به سمت بیرون از مرکز سطح مقطع برود و با افزایش دما در هادی خط انتقال همراه است که با پایین نگه داشتن دما در این حالت نیز توسط گازهای مورد استفاده که از خاصیت عایق خوبی نیز برخوردار هستند مقداری اثر پوسته ای کاهش می یابد که این نیز دیگر از مزیتهای خط GIL نسبت به خط هوایی می باشد.

دیگر تلفات در خطوط هوایی مارپیچ بودن آن است که قبلا گفته شد و با افزایش طول سیم همراه بوده و مقاومت سیم را افزایش می دهد اما درخط GIL خط انتقال از نوع هادی آلیاژ آلومینیوم بوده و به صورت تو خالی می باشد پس دارای سطح مقطع کمتر و نیز این خط به صورت یک تکه می باشد و به صورت مارپیچ نمی باشد پس آلیاژ کمتری در این خط بکار برده شده و دارای مقاومت خیلی کمتری می باشد و این نیز یکی دیگراز مزایای خطوط انتقالGIL نسبت به خط انتقال هوایی می باشد و در این قسمت نیز به نوبه خود تلفات خط را پایین می آورد از دیگر مزایای خطوط GIL که مورد بحث است و هزینه را کاهش داده است این است که دیگر با مشکل رعد و برق مواجه نیستیم و نیاز به گاردینگ – برق گیر و دیگر حفاظت در این مورد نمی باشد که این امر نیز قابل توجه می باشد پس در اینجا هزینه خطوط گاردینگ از خطوطGIL حذف می شود. بحث ایمنی خطوط GIL می باشد که این خط در زیر زمین قرار داشته و از صدمات بر خود اشیا و طوفان ها به دور می باشد و برای فرودگاهها که در خطوط انتقال هوایی محدودیت داشت نیز دراین حالت حذف می شود و دیگر کرونا در خطوط هوایی وجود نخواهد داشت تا روی امواج رادیویی تاثیر بگذارد و آنها را دچار اختلال کند.

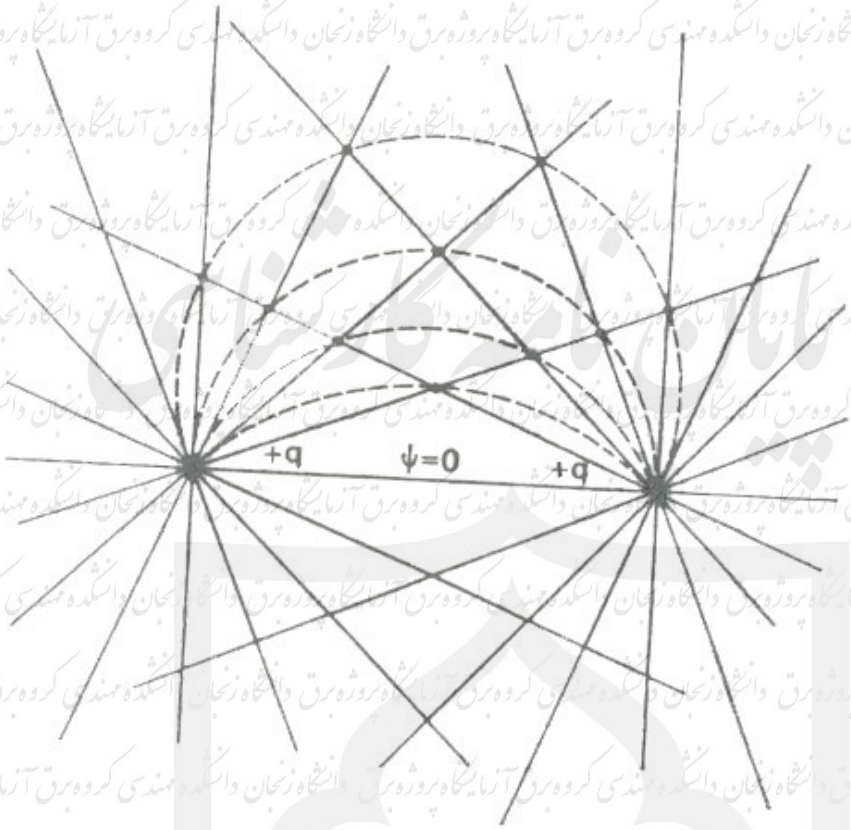
حذف محاسبه فلش و اسپین شین که به ارتفاع دکل ها مربوط می شد در این حالت به علت اینکه خطوط زیر زمین و صاف به صورت یکنواخت هستند دیگر وجود نخواهد داشت که محاسبه آن در مکان های متفاوت با یکدیگر فرق داشتند نکته دیگر بحث فونداسیون در خطوط انتقال می باشد در خط انتقال هوایی در مکانهای مختلف متفاوت می باشد و دارای هزینه های زیاد که در موارد قبل نام برده شد ولی در خط GIL این موضوع حذف می شود. بحث دیگر که مورد بحث قرار می گیرد بحث مقره ها در خطوط هوایی می باشد که دیگر این نیز در خطوط انتقال حذف می شود و در

خطوط انتقال هوایی تعداد مقره ها متفاوت می باشد ولی ما در خط GIL برای نگه داشتن هادی انتقال در وسط حفاظ گالوانیزه از سه عایق پر قدرت استفاده می کنیم که باز نیز این امر باعث کاهش هزینه ها در بحث عایق خط انتقال GIL می باشد که از مزیت های دیگر خط GIL نسبت به خط انتقال هوایی می باشد دیگر اینکه به علت عایق قوی دیگر جریان نشتی به مقدار ناچیزی می رسد و در این حالت قابل صرفه نظر کردن می باشد و تلفات نیز در این حالت کاهش یافته و به مزیت خط افزوده می شود نکته دیگر در رابطه با کرونا این است که کرونا تحت تاثیر شرایط نامساعد جوی افزایش می یابد و تلفات را افزایش می دهد که در خط GIL به علت اینکه در زیر سطح زمین می باشد این امر دیگر وجود نخواهد داشت و خود به خود از بین می رود کلاً زمین در تاسیسات برق رسانی به دو قسمت تبدیل می شود یک قسمت سطحی که تا عمق m بوده و تحت تاثیر شرایط جوی قرار نمی گیرد و خط GIL نیز در این عمق از سطح زمین قرار می گیرد و دیگر تحت تاثیر شرایط جوی نبوده و دیگر اینکه حفاظ آن فولاد گالوانیزه بوده که تحت مکان های آلوده مانند PH اسیدی و PH بازی که خاصیت خوردگی دارد مقاوم می باشد و صدمه ای به خط انتقال وارد نمی کند و نکته دیگر در مورد زمین اینکه دما در این عمق از زمین تقریباپایین بوده و دمابه خط انتقال وارد نمی کندو نکته دیگر در مورد زمین اینکه دما دراین عمق از زمین تقریباً پایین بوده و دما به خط انتقال داده نمی شود که از طرفی این نیز یک مزیت مهم می باشد. در خطوط انتقال هوایی برای کاهش میدان الکتریکی و تخلیه جزئی از باندل کردن استفاده می شود که در خطوط انتقال GIL دیگر این امر وجود ندارد و روی سیم های مخابراتی تاثیری نمی گذارد و نیز اینکه در خطوط GIL کاهش هزینه وجود دارد به دلیل خطی بودن زیرا هزینه سیم کشی در خطوط هوایی با موازی کردن سیم ها با یکدیگر هزینه را در سیم دو تا سه برابر می کند و نیز تعداد مقره ها و باندل ها افزایش

یافته و زمان ساخت افزایش می یابد بحث تشعشعات الکترومغناطیسی که در خطوط هوایی به عنوان یک مشکل با آن مواجه هستیم در خطوط GIL دارای هادی های کاملاً تو خالی بوده و این مشکل را تا حدود زیادی کاهش می دهد و دیگر روی امواج 8-4% مگاهرتز تاثیر ندارد و نیز تلفات کاهش می یابد و طبق روابط مغناطیسی که در الکترومغناطیسی به اثبات رسیده است به دلیل هم پتانسیل بودن هادی تو خالی برایند میدان ها درون آن صفر می باشد و به دلیل اینکه گرادیان میدان الکتریکی کوچک می باشد.



نمایش یک هادی تو خالی که برایند نیرو ها در آن صفر می باشد



نمایش میدان الکتریکی دو بار خط که میدان درون آن صفر می باشد

میدان الکترومغناطیسی دیگر در طول سال متغیر نبوده در خطوط GIL چون این دو میدان بر روی کاپاسیتانس و اندوکتانس تاثیر زیادی دارد و با تغییر دما این دو پارامتر نیز تغییر می کند و نبودن این مسئله درخطوط GIL هزینه ها را کاهش می دهد و نگران افزایش یا کاهش هر یک از پارامترها نمی باشیم و این امر همواره ثابت می باشد. دیگر مسئله روی خطوط انتقال که بر روی میدان های مغناطیسی تاثیر دارد بحث دما می باشد که در خطوط GIL به دلیل وجود گاز N2 و SF6 دما را کنترل کرده و این امر دیگر تاثیری روی میدان و تلفات ندارد در ضمن آلومینیوم جزء مواد کم مغناطیسی می باشد که در خطوط هوایی مغزی آهنی هادی به مغناطیسی می باشد که در خطوط

هوایی مغزی آهنی هادی به مغناطیسی شدن خط کمک زیادی می کند که باعث تلفات سلفی می شود البته با افزایش طول انتقال این امر افزایش یافته که باید شارژ مغناطیسی را تضعیف کرده تا به این مسئله غلبه کرد. این امر با نزدیک کردن هادی به یکدیگر انجام می شود که کاپاسیتانس خط را افزایش می دهد البته در خطوط GIL به دلیل بودن عایق قوی مانند گاز SF6 این مشکل برطرف می شود چون جود اندوکتانس در خط هوایی به دلیل کم بودن ضریب عایق هوا می باشد که اندوکتانس نشت کرده و بر روی خط مجاور تاثیر می گذارد که خط GIL تا حدود زیادی از اندوکتانس نشتی جلوگیری کند و جریان نشتی نیز که در رابطه با کاپاسیتانس و خاصیت خازنی بوده در خط GIL کم می شود و دیگر تاثیر روی خط ما ندارد.

وجود گاز SF6 درخط انتقال زیر زمین و گاز نیتروژن در این خطوط بر خیلی از تلفات غلبه کرده و تلفات خط را به صورت مستقیم و غیر مستقیم با تاثیر گذاری بر روی پارامتر کاهش می دهد و هزینه های زیادی را که در احداث این خط نسبت به خط انتقال هوایی وجود دارد را کاهش می دهد و سال ها بدون عیب و نقص می تواند به کار خود ادامه دهد هزینه تعمیر و نگهداری این خط نسبت به خط انتقال هوایی کمتر می باشد گاز SF6 به دلیل خاصیت عایق بسیار بالا و استقامت الکتریکی بالا باعث می شود که فاصله هادی های مجاور با یکدیگر بسیارکم شود. این گاز سمی نمی باشد و بی بو و سنگین تر از هوا می باشد این گاز قادر است الکترون های بوجود آمده را در خود جای دهد و بدین ترتیب الکترونها را از بین ببرد. وجود ۲۰ تا ۲۵٪ گاز SF6 در گازهایی مانند گاز ازت و یا نیتروژن استقامت عایق این گازها را تا حد زیاد بالا می برد و مخلوط این گازها با گاز SF6 نیز نقطه تقطیر گاز SF6 را پایین می آورد که درجه حرارت گاز به فشار جزئی گاز مربوط میشود. گازSF6 از نوع گاز های الکترونگاتیو می باشد و می توانند بر روی مولکول ها سوار شوند

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع:

شرکت برق منطقه ای خوزستان

شرکت توزیع برق خوزستان

شرکت مهندسین مشاور قدس نیرو

شرکت صنعتی پارسیان

شرکت فتح (سازنده دکل) وابسته به سپاه

کتابهای مورد مطالعه:

مهندسی فشار قوی پیشرفته

انتقال و توزیع قدرت الکتریکی ۱ و ۲

[1] INSTALIATION OF 275 KV -30 KM GAS – INSULATED TRANSMISSTON LINE FOR UNERGROUND LARGE CAPACITY TRANSMISSION IN JAPAN, CLGRE, session 98.

[2] ASESSMENT OF THE BEHAVIOUR OF GAS- INSULATED ELECTRICAL COMPONESTS IN THE PRESENCE OF AN INTERNAL ARC, CIGRE, Session98.

[3] DEVELOPMENT OF A DIRECTLY BURIED 400 KV GAS INSULATED LINE THECHNOLOGY, CLGRE, Session,2000.

[4] INSULATION CO – ORDINATION FOR GAS – INSULATED TRANMISSON LINES (GIL), LEEE, 2001.

[5] CIGRE GUIDE FOR SF GAS MIXTURES APPLICATION AND HANDING IN ELECTRIC POWER EQUTPMENT,ABB, SWTTZERLAND.

[6] WG 23/21/33 – 15 CIGRE GIL BROCHURE : MAIN PART, 2002

[7] 275 KV GAS INSULATED LONG TRANSMISSION LINE ,
CURRENT TOPICS ON R & D (CHUBU)