

به نام آن که جان را فکرت آموخت



نشریه داخلی صنعت سیم و کابل
انجمن صنفی کارفرمایان تولیدکنندگان سیم و کابل ایران
شماره هفتاد و پنجم - تابستان ۱۳۹۸

طرح روی جلد: شهلا احمدیان

- ۲ سخن سردبیر صاحب امتیاز: انجمن صنفی کارفرمایان تولیدکنندگان سیم و کابل ایران
مدیر مسئول: نسترن کسرائی
سردبیر و مدیر اجرایی: حسین حق بیان
زیر نظر شورای نویسندگان: حسین حق بیان، محمدباقر پورعبداله، محمدعلی مساواتی، غلامرضا فلاح نژاد
- ۴ آشنایی با کابل های Cat5 و Cat6 - بخش پایانی محمدباقر پورعبداله
- ۹ اثر متقابل هادی با مواد پلیمری (XLPE / EPR) در تخلیه جزئی - بخش اول مرتضی خواجه افضلی
- ۱۳ آزمون الکتریکی روی کابل های با متراژ بالا الهام علایی
- ۱۸ مقدمه ای بر حسگرهای فیبرنوری محمدعلی مساواتی
- ۲۳ بازخوانی پرونده کابل خودنگهدار پنج سیمه و شش سیمه (قسمت اول) مهرداد طرفدارحق، کریم روشن میلانی
- ۲۷ پارامترها و چالشهای اندازه گیری مقاومت الکتریکی عایقها در صنعت سیم و کابل حمید اوجاق ققیهی
- ۳۳ بررسی عملکرد هادی های پر ظرفیت - بخش دوم محمد حسین جوکار
- ۴۰ اخبار انجمن www.iwcma.com
info@iwcma.com
- ۴۶ گزارش تصویری از مجمع عادی انجمن صنفی کارفرمایان تولیدکنندگان سیم و کابل ایران مورخ ۱۳۹۸/۰۴/۰۳ www.iwcma.com
- ۴۸ گزارش تصویری بازدید از کارخانه کابل باختر در تاریخ ۱۳۹۸/۰۵/۰۶ www.iwcma.com
- نشانی انجمن: تهران، خیابان مفتح جنوبی، بعد از مترو طالقانی، خیابان سمیه، کوچه شهید جلیل مژدهی، پلاک ۴، طبقه اول، واحد ۲
کدپستی: ۱۵۸۱۷۵۶۴۱۳
تلفن: ۸۸۳۲۶۰۶۹ - ۸۸۳۲۴۲۶۳
نمابر: ۸۸۳۴۱۰۴۶
- صنعت سیم و کابل در ویرایش و اصلاح مطالب آزاد است.
- مسئولیت مطالب بر عهده نویسندگان است.
- استفاده از مطالب مجله با ذکر نام، شماره و تاریخ انتشار مجاز است.

سخن سر دیبر

در سال‌های اخیر، شعار سال توسط رهبر معظم انقلاب در حوزه‌های رونق تولید، نیروی کار ایرانی، حمایت از کالای ساخت ایران، اقتصاد مقاومتی و ... تبیین شده است. این امر حاکی از پیش‌بینی در راستای آمادگی در برابر تحریم و تشکیل ستادهایی مانند ستاد اقتصاد مقاومتی و بیانگر لزوم توجه و حمایت بیش از پیش مسئولان از تولیدات داخل است. امروزه می‌توان گفت به گونه‌ای تحریم باعث توجه خاص به تولید داخلی شده است که باید از این فرصت بهره‌برداری نمود.

با توجه به شرایط کنونی اقتصادی و تحریم‌ها، خروج ارز از کشور به هر طریق، پسندیده نیست. به ویژه اگر ارز صرف واردات کالایی شود که مشابه آن در داخل تولید می‌شود. معمولاً در چنین وضعیتی توجه به صادرات در اولویت قرار می‌گیرد. بنابراین باید موانع و مشکلات پیش روی صادرکنندگان را رفع نمود تا از این طریق ارز وارد کشور شود. توجه به تولید داخلی نباید مقطعی باشد. حمایت از تولید داخلی باید تداوم داشته باشد، چرا که بی توجهی به آن، به رکود منجر می‌شود و تعطیلی واحدهای تولیدی را در پی خواهد داشت و به صنایع پایین دستی آسیب شدیدی وارد خواهد کرد. بی شک در بخش صنعت که محور اصلی آن تولید است، تحریم سازنده است و توانمندی به خودکفایی منجر می‌شود. امروزه دستگاه‌ها و قطعات مورد نیاز صنعت سیم و کابل در داخل کشور به دست صنعتگران ساخته می‌شود و واردات در این حوزه کمتر شده است. هر چند هنوز کاملاً بومی سازی نشده است و برخی از ماشین‌آلات و تجهیزات از خارج وارد می‌شود. با توجه به نوسانات ارزی و اینکه ماشین‌آلات سیم و کابل متشکل از قطعات متعدد برقی و ... هستند، برآورد سهم ارزشی قطعات بومی سازی شده، به طور دقیق میسر نیست، اما در حال حاضر تولیدکنندگان داخلی ماشین‌آلات مورد نیاز صنعت را تولید می‌نمایند که امید است در سایه تلاش و اهتمام صنعتگران در آینده شاهد کیفیت بهتر ماشین‌آلات سیم و کابل باشیم.

در شرایط کنونی صنعت سیم و کابل با برخورداری از مدیران، متخصصان و کارشناسان خبره، توانایی خود را نشان داده است، چنانکه دیگر نیازی به واردات این محصولات نبوده مگر در کالای خاص. با توجه به اینکه کشور ما از امکانات ویژه‌ای نظیر نفت، پتروشیمی، معادن مختلف و ... برخوردار است نباید در دسترسی به مواد اولیه، صنایع پایین دست با مشکلاتی مانند کمبود عرضه، گرانی و ... مواجه باشد. حال که تحریم‌های ظالمانه بر اقتصاد کشور حاکم است، باید بیش از گذشته از صنعتگران حمایت کنیم. بدیهی است در این شرایط باید مسئولان مجرب و توانمند در عرصه صنعت در رأس امور قرار گیرند تا بتوانند مسائل و مشکلات را بر طرف کنند.



مقالات

آشنایی با کابل‌های Cat5 و Cat6 – بخش پایانی

ترجمه: مهندس محمدباقر پور عبدالله (کارشناس صنایع)

کابل Category 5 TUP شبکه اترنت گیگابیتی را خصوصاً در کوتاه مدت پشتیبانی می‌کند، اما این نوع کابل، در زمینه شبکه ۱۰۰ مگابیتی کاربرد چشمگیری دارد. تجهیزاتی که معمولاً از این نوع کابل بهره می‌برند عبارتند از: کامپیوترهای شخصی، عرصه بازی‌های نسل جدید، وسایل اینترنتی، کارت‌های شبکه 100/10 گیگابیتی، هاب‌ها، ابزارهای کابنده و سویچ‌ها

مقایسه کابل‌های شبکه

امروزه سیستم کابل کشی Category 5 TUP عملاً به عنوان استاندارد و معیار در ساختار شبکه در کل دنیا مطرح است. طی چند سال گذشته Category 5e در بازار مصرف جایگزین کابل استاندارد Category 5 شده است. بنابراین واژه‌های Cat 5 و Cat 5e تا حدودی به جای یکدیگر بکار می‌روند. هر چند سیستم



کابنده‌های بی‌سیم سازگار با سیستم Cat 5e



برخی از محیط‌های خاص سرشار از تداخلات زیان‌بار EMI/RFI هستند. چنین تداخلاتی می‌تواند به سرعت باعث افت کیفی در پایداری داده‌های پر سرعت در یک سیستم کابلی استاندارد زوجی بدون شیلد شود. در هر موردی که تداخلات باعث از بین رفتن مزایای سیستم کابلی زوجی و فناوری مدرن پردازش سیگنال دیجیتال شود، گاهی بکارگیری کابل شیلددار الزامی می‌گردد.



کابل زوجی با شیلد فویل (FTP)

این سیستم کابل دارای ساده‌ترین طراحی شیلد، شامل لایه‌ای فویل پیچیده از جنس پلی‌استر/ آلومینیوم است که چهار زوج موجود در کابل را می‌پوشاند. این شیلد اساساً باعث از بین رفتن تداخلاتی می‌شود که از سمت بیرون به داخل کابل، جریان پیدا می‌کند. قیمت کابل‌های FTP نسبت به کابل‌های UTP بالاتر است زیرا اضافه کردن شیلد فویل به کابل فرآیندی کاربر است. از طرفی این فویل شیلد مزیت دیگر حفاظت زوج‌های داخلی کابل را از آسیب‌های فیزیکی فراهم می‌کند. به همین خاطر است که کابل‌های Cat 5e شیلددار را اغلب به منظور ساختار کابلی پابرجا می‌پذیرند.

استفاده از سیستم کابلی Cat 5e FTP در محیط‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- هر محل مسکونی فاقد اتصال زمین مناسب و یا واقع در مجاورت خطوط فشار قوی
- ملزومات صنعتی و کارخانه‌هایی که از تجهیزات دارای جریان زیاد یا ولتاژ بالا استفاده می‌کنند
- ایستگاه‌های فرستنده، تأسیسات نظامی، مؤسسات مالی و بیمارستانها
- هر ناحیه حساسی که در آن قابلیت اطمینان داده‌ها دارای اهمیت بسیار زیادی باشد.

این نوع کابل بدون شیلد است، ولی بدون شیلد بودن آن اغلب مشکل ساز نیست. در صورتی که محیط شبکه شما شرایط مطرح شده زیر را رعایت کند، کابل زوجی بدون شیلد Cat5e عملکردی عالی را فراهم می‌کند.

- هر محل مسکونی که الزامات الکتریکی استاندارد NEC را در مورد اتصال زمین برآورده سازد
- اغلب ساختمانهای امور تجاری با کانال کابل کشی و دارای یک بخش اتصال زمین مرکزی

• کارخانه‌های صنعتی کوچک دارای احتمال پارازیت و تداخلات کم در صورتیکه کابل‌های شبکه به رنگ‌های گوناگون تولید شوند امکان تشخیص بهتری برای اتصالات شبکه فراهم می‌شود. مثلاً در برخی از شرکتها الزام می‌گردد که هر یک از افراد IT رنگ کابل منحصر به فردی را برای هر یک از تأسیسات در نصب اختصاص دهند تا باعث بهبود در رفع مشکل و زمان پاسخ شود. از طرفی به دلیل عملکرد بهتر می‌توانید هر کابلی را برای منظور خاصی در نظر بگیرید یعنی به عنوان مثال رنگ قرمز را برای اتصال کامپیوترهای شخصی و رنگ آبی را برای اتصالات بین نقاط دسترسی.



کابل زوجی Category 5e شیلددار به صورت فویل (FTP)

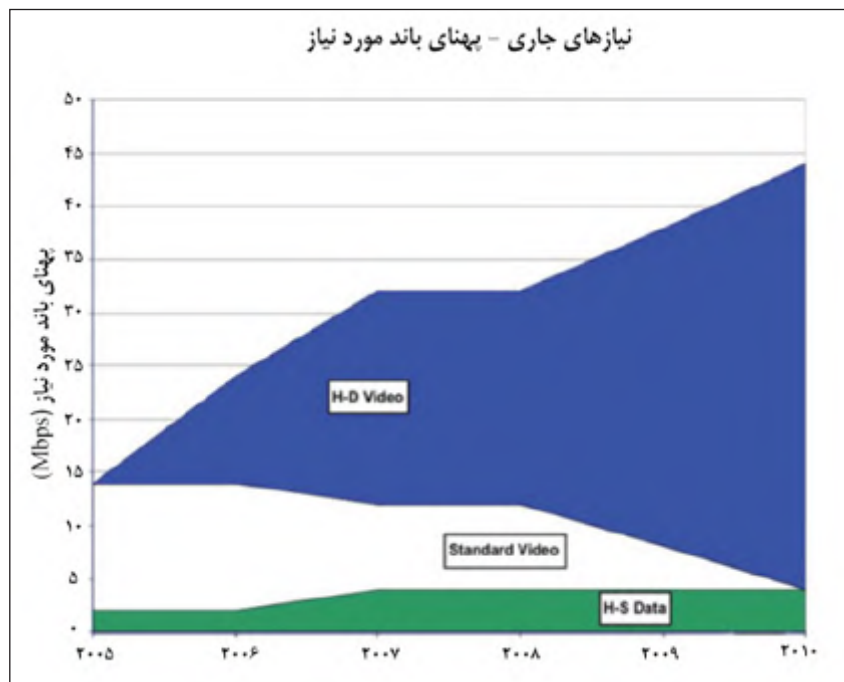


همه کابل‌های FTP اساساً کابل‌هایی هستند که در صورت درخواست، می‌توانند با اتصالات دقیق سربندی RJ-45 دارای ویژگی شیلددار بودن و منطبق با امپدانس مورد نظر مجهز شوند تا ارتباطات قابل اطمینانی فراهم گردد. کابل‌های FTP Cat 5e را باید ترجیحاً با تجهیزات شبکه‌ای اتصالات RJ-45 شیلد شده بکار گرفت تا به همه مزایای آن دست یافت. موارد دیگری نیز وجود دارد که در آنها شبکه‌ها به دلیل طول اضافی کابل‌ها یا مشکلات دیگر به طور ضعیف عمل می‌کنند که در این موارد با استفاده از کابل FTP می‌توان مشکلات موجود را رفع کرد.

کابل زوجی بدون شیلد (UTP) Category 6

تقریباً همه فناوری‌های نوین از اینترنت برای عرضه توانمندی‌های خود بهره می‌برند. تلویزیون‌های HD TV به زودی از طریق اینترنت به بهره‌برداری می‌رسند. سیستم HD TV به تنهایی بیشتر ظرفیت شبکه ما را در آینده نزدیک به خود اختصاص خواهد داد. همانگونه که در تصویر زیر ملاحظه می‌کنید پیش از سال ۲۰۱۰ تقریباً ۹۰ درصد ترافیک شبکه را تلویزیون‌های HD TV اشغال کرده است.

سیستم کابلی Category 6 را امروزه کاربران عرصه بین‌المللی به منظور "کاربری مطمئن در آینده" برمی‌گزینند. در حال حاضر درک میزان وابستگی ما به پهنای باند شبکه در آینده دشوار است. تلفن‌های موبایل، تلفن‌های منازل، جعبه‌های تقسیم کابل، کامپیوترها، دستگاه‌های mp3، سیستم‌های ایمنی و سایر فناوری‌ها همگی از نظر مصرف پهنای باند با سرعت فزاینده‌ای در حال ارتقا هستند.

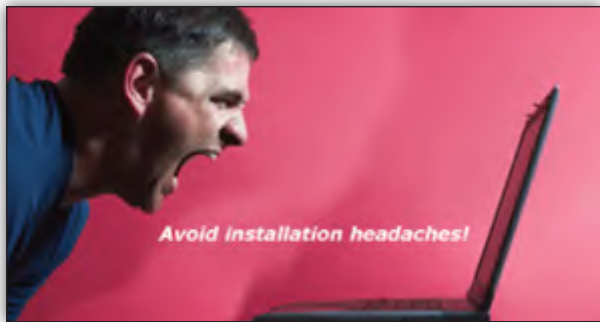


کابل‌های Category 6 تضمینی برای الزامات جاری و آتی



کابل Cat 6 نیازهای سرعتی ۱۰ برابر بیشتر نسبت به اترنت گیگابیتی را فراهم می‌کند

بایدها و نبایدهای نصب شبکه کابلی



- در صورتیکه قوانین و مقررات زیر را بکار ببندید، شرایطی فراهم می‌شود که ارتقاء شبکه شما فرآیندی بی نقص خواهد بود.
- برای پرهیز از بروز مشکلات، طول کابل خود را به حدود ۱۰۰ متر یا کمتر محدود کنید.
- کابل‌های Category 5 و Category 6 را با هم در یک شبکه به کار نگیرید
- در صورت لزوم کابل را به تدریج خم کنید و هرگز شعاع خمش را از ۱ اینچ کمتر در نظر نگیرید.
- هنگام بکارگیری کابل، تاب هر زوج سیم را بیش از ۰/۵ اینچ باز نکنید.

نصب Category 6 در منزل یا شبکه اداری نوعی سرمایه‌گذاری برای آینده محسوب می‌شود. سیستم کابلی Cat6 را می‌توان به عنوان پدیده‌ای عالمگیر فرض نمود. این کابل سرعت انتقال داده ۱۰۰ مگابیتی و گیگابیتی را بسیار بهتر از کابل Cat 5e پشتیبانی کرده و از سویی با تجهیزات اترنت 100/10 ناسازگای دارد. سیستم‌های بکار رفته از کابل Category 6 به خاطر عملکرد بهتر انتقال و مصونیت‌های عالی در برابر نویزهای بیرونی، در کاربردهای کنونی دارای خطاهای بسیار کمتری در مقایسه با سیستم‌های Category 5e هستند. برای اینکه به این اختلافات فاحش در خطاها پی ببرید جدول زیر را مشاهده کنید.

میزان خطاهای سیستم‌های کابلی Cat 5، Cat 5e، Cat 6

سیستم کابلی	خطاهای نوعی	درصد خطا	میزان بهبود نسبت به Cat5
Cat 5	200000	5%	
Cat 5e	100000	5/3%	50%
Cat 6	17000	4/0%	92%

ممکن است سیستم کابلی Cat 6 همانند سیستم کابلی Cat 5 به نظر برسد ولی بین این دو سیستم تفاوت‌های اساسی وجود دارد. کابل‌های Cat 6 بر اساس حدود رواداری‌های دقیق‌تری بنا شده‌اند. دقت در تاییدن اجزای کابل اساساً موجب از بین رفتن تداخلات، بدون نیاز به شیلد کردن کابل می‌شود. مشکل همس‌نویی نیز با بکارگیری یک عایق صلیبی بین زوج‌ها برطرف می‌گردد. این نکات ظریف به کار گرفته در طراحی کابل امکان پشتیبانی سرعت‌های انتقال ۱۰ گیگابیتی را فراهم کرده است. اساساً بکارگیری کابل Cat 6 به عنوان کابل شبکه، امکان استفاده از تجهیزات شبکه با سرعتی حدود ۱۰ برابر بیشتر در مقایسه با سیستم‌های رقیب است. در صورت بکارگیری کابل Category 6 مقداری افزایش هزینه در تأمین آن پرداخت خواهید کرد ولی با در نظر گرفتن صرفه‌جویی دراز مدت و پرهیز از نیاز به ارتقاء در آینده پرداخت چنین هزینه اولیه‌ای قابل توجیه است. استفاده از کابل Category 6 در تمامی تأسیسات مسکونی و تجاری در صورت امکان شدیداً توصیه می‌شود. برآورد می‌شود که کابل Cat 6 تا ۲۵ سال آتی نیز پابرجا بماند.

نظر می‌رسد ولی عملاً چنین نیست. باید کانکتورهای مخصوص هر کابیل را به کابیل مورد نظر متصل کرد. اگر سیستم کابیل کشی شما از نوع Category 6 باشد باید همه کانکتورهای مربوط Patch bay های کابلی از نوع Category 6 انتخاب شود تا سرعت انتقال گیگابیتی حفظ شود.

به هیچوجه نباید کابیل Category 5 یا 6 را در هم تنید یا آن را شکاف داد. هاب‌ها و سویچ‌ها و روترهایی طراحی شده‌اند تا این عمل را به صورت الکترونیکی انجام دهند. همواره باید تنها از گیره‌های عایق‌دار در هنگام نصب کابیل به دیوار استفاده کنید.

آینده کابلهای زوجی

بازار مصرف کابلهای زوجی شبکه در آینده چگونه خواهد بود؟ با پیگیری موارد ثبت شده اخیر، دورنمای مورد نظر انتظار، حاکی از آن است که این نوع کابلهای به هیچوجه در آینده نزدیک از گردونه خارج نخواهند شد. کابیل نوع Category 6a به سرعت گسترش پیدا کرد، درست همانگونه که Cat 5e در زمان خود توسعه یافت. کابیل Category 7 نیز بیشتر فرآیند گسترش را طی کرده و این کابلی است که نسخه جدیدی از Cat 6 را با حدود رواداری‌های دقیق‌تر تولیدی عرضه می‌کند. در کابیل Cat 7 علاوه بر بکارگیری شیلد به صورت فویل در اطراف کل رشته‌های کابیل، به دور هر زوج نیز یک شیلد در نظر گرفته می‌شود. این نوع کابلهای ساختار بهبود یافته در عایق به صورت فوم اسکین برای ترافیک شبکه ۱۰ گیگابیتی بهینه‌سازی شده‌اند.



پی نوشت

1. Router

- کابیل خود را از منابع بالقوه EMI/RFI دور نگه دارید.
- هنگام بکارگیری بست‌های کمربندی برای نظم در کابیل کشی از اعمال فشار زیاد بر کابیل بپرهیزید. همواره از اتصالات نوع Category 6 استفاده کنید.
- کابیل Cat 5e یا Cat 6 را هیچگاه به صورت درهم تنیده یا به صورت پل به کار نبرید.
- در صورت امکان همواره حداقل ۵ فوت (۱/۵ متر) آویختگی در هر کابیل در نظر بگیرید.
- برای بستن کابلهای Cat 5 یا Cat 6 از رکابی‌های معمول استفاده نکنید زیرا ممکن است باعث آسیب به کابیل شود.
- اگر خود اقدام به نصب کابیل می‌کنید همواره کابلهای را با یک دستگاه آزمونگر مورد بازرسی قرار دهید.
- هرگز کابیل شبکه را با نیروی زیاد یا با شدت نکشید.

توضیح در مورد بایددها و نبایدهای کابیل شبکه

محدودیت طول کابلهای Cat 5 و Cat 6 از لحاظ فنی ۱۰۰ متر است. ۱۰۰ متر کل محدودیت طولی تمامی کابلهای Patch نصب شده در خط، یکی پس از دیگری است. لازم به یادآوری است که Patch bay ها را می‌توان به این طول کلی افزود. به عنوان بهترین عملکرد محدودیت طول کابیل به مقداری کمتر یا مساوی ۳۰۰ فوت (حدود ۹۰ متر) عموماً شرایط ایمن‌تری را فراهم می‌سازد. هیچگاه نباید کابلهای Cat 5 و Cat 6 را به صورت توأم در یک شبکه به کار گرفت. سرعت شبکه محدود به پایین‌ترین نوع کابیل نصب شده در آن خواهد بود. بنابراین اگر شبکه خود را با کابیل Category 6 تجهیز می‌کنید، اطمینان حاصل کنید که صرفاً از Cat 6 و نه کابیل دیگری استفاده می‌کنید. خم کردن کابلهای، خصوصاً کابلهای زوجی بدون شیلد UTP، می‌تواند از نظر ساختار داخلی در کابیل مشکلات جدی پدید آورد. تحت هیچ شرایطی خم‌های تند در کابیل ایجاد نکنید. در صورتیکه خودتان کابیل را نصب می‌کنید در هنگام سربندی هر زوج به کانکتور هیچگاه تاب آن را بیش از نیم اینچ باز نکنید. باز کردن بیش از حد تاب بر امپدانس کابیل تأثیر می‌گذارد.

همواره از قرار دادن کابلهای در نزدیکی منابع قوی الکترومغناطیسی یا تداخلات فرکانس رادیویی نظیر اجاق‌های میکروویو، منابع تأمین برق، ترانسفورماتورها، یخچال، چراغ‌های فلورسنت، سویچ‌های، ترانس‌میترها و آنتن‌ها بپرهیز کنید. هر چند کانکتورهای RJ-45 در کابیل کشی Cat 5 و Cat 6 یکسان به



اثر متقابل هادی با مواد پلیمری (XLPE / EPR) در تخلیه جزئی – بخش اول

ترجمه: مهندس مرتضی خواجه افصلی (کارشناس برق – قدرت)

چکیده

تحقیق جدیدی در رابطه با رفتار رابط بین یک ماده عایقی و یک هادی تحت تحریک سینوسی ارایه شده است. هر دو مفتول مس و آلومینیوم در سیم‌پیچ‌های ماشین‌های الکتریکی و نیز سیم‌های کابل برق استفاده می‌شوند. طی فرآیند تولید، تخلیه جزئی (PD) ممکن است در فرآیند عایق کاری رخ دهد. این مقاله نتایج تجربی اثر متقابل انواع مختلف هادی‌ها و مواد دی‌الکتریک را بر مکانیزم تخلیه‌های جزئی در سیستم عایق نشان می‌دهد. آزمون اختصاصی برای انجام آزمایش با الکترودهای مختلف طراحی شده است که تمرکز ویژه بر روی مس می‌باشد. دو نمونه از نمونه‌های خاصی از عایق ساخته شده مورد آزمایش قرار گرفتند، لاستیک پروپیلن اتیلن (EPR) و پلی‌اتیلن کراس‌لینک شده (XLPE). این مواد عایق شده در محدوده زمانی معینی از پیش تعیین شده به محرک سینوسی منتقل شدند و در معرض آزمون PD قرار گرفتند. این مقاله شامل نتایج اندازه‌گیری‌های PD و مشاهدات میکروساختارهای انجام شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM) همراه با تجزیه پراکنده انرژی (EDS) می‌باشد. تجزیه و تحلیل مورفولوژیکی و عنصری نشان دهنده تعامل هادی در تخریب مواد پلیمری است. دو ناحیه مشخص شد، نواحی نفوذ و فرسایش که نفوذ اتم‌های ماده الکتروود در زیر لایه دی‌الکتریک ناشی از فعالیت PD مشاهده شد. اصطلاحات کلیدی: تخلیه جزئی، فرآیند کهنگی، مواد الکتروود، تجزیه و تحلیل مورفولوژیکی و عنصری، فرسایش، نفوذ

۱- معرفی

در هنگام استفاده از تجهیزات الکتریکی ولتاژ بالا (HV)، تخلیه جزئی (PD) ممکن است در سیستم‌های عایق الکتریکی رخ دهد. عملکرد طولانی مدت PD می‌تواند منجر به شکست عایق الکتریکی شود که ممکن است بعدها منجر به خرابی دستگاه شود. سیستم‌های عایق واقعی اغلب دارای نقایصی از انواع مختلف، مانند حفره‌ها یا برجستگی‌ها در مواد دی‌الکتریک یا در مرز بین دی‌الکتریک و هادی باشند. این نقایص می‌توانند در طول فرآیندهای تولید یا به علت استرس‌های بهره‌برداری بوجود آیند و زمانی که میدان‌های الکتریکی به اندازه کافی بزرگ باشند می‌توانند منبع PD باشند. در ساخت و ساز معمولی از کابل‌های HV، PD عمدتاً در حفره‌های بین اسکرین نیمه هادی از هادی و عایق یا بین عایق و اسکرین

نیمه رسانای خارجی رخ می‌دهد. همچنین امکان شکست محلی اسکرین وجود دارد که موجب می‌شود هادی به طور مستقیم به عایق برسد. دیگر اشکال PD در سیستم‌های عایق پلیمری، فرایندهای فرسایش است که به عنوان اثر تخلیه سطحی ایجاد می‌شود. تحول مورفولوژیکی یک سیستم عایق با توجه به فعالیت PD، به افزایش احتمال بروز PD در آینده کمک می‌کند، بنابراین سرعت فرآیند فرسایش و ویژگی‌های مرتبط با آن افزایش می‌یابد. از این رو می‌توان تا حدی فعل و انفعالات «کنش - واکنش» را در دوره‌های حلقه‌های بازخورد مشاهده کرد.

مکانیسم شکست عایق پلیمر در تجهیزات الکتریکی تحت عمل تخلیه جزئی در بسیاری از مطالعات قبلی مورد بحث قرار گرفته است. قبلاً مشخص شده که فرآیندهای کهنگی و تخریب مواد دی‌الکتریک اثرات پیچیده‌ای از یونیزاسیون، شکل‌گیری موقعیت و

الکتروود به بستر پلیمری به دلیل تخلیه جزئی. در آزمایشات آزمایشگاهی، تخلیه‌های جزئی بر روی سطح نمونه‌های پلیمری در طول زمان کهنگی عمل می‌کردند. ترکیبات الکتروود شامل الکترودهای مس (Cu) و آلومینیوم (Al) بود. کل زمان کهنگی به دو مرحله جداگانه تقسیم شد که نمونه‌ها پس از زمان‌های مختلف کهنگی به دست آمدند. فرآیندهای فرسایش روی سطح پلیمری با استفاده از یک روش ترکیب میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM) با تحلیل عنصری بررسی شد. الگوهای PD در فواصل زمانی انتخاب شده اندازه‌گیری شد.

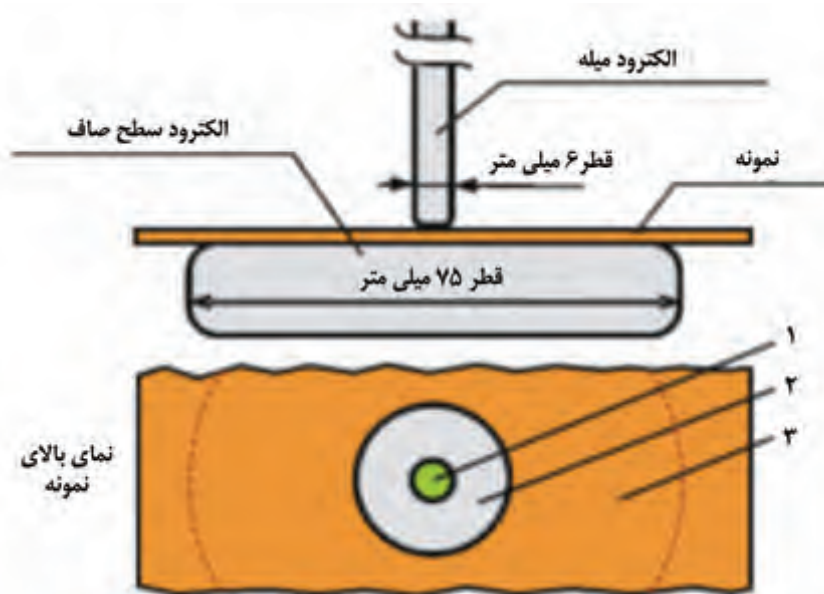
۲- نمونه‌ها، آماده سازی آزمون و شرایط آزمایشگاهی

نمونه‌های پلی‌اتیلن کراس‌لینک شده (XLPE) و لاستیک اتیلن پروپیلن (EPR) برای بررسی ارتباط هادی (Cu, Al) با سطح پلیمری تحت PD مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیبات الکتروود شامل یک میله (مس یا آلومینیوم) و یک الکتروود از جنس فولاد ضد زنگ صاف بود. میله الکتروود با قطر ۶ میلی‌متر با انحنای پایه شعاع ۱ میلی‌متر و با الکتروود صاف با قطر ۷۵ میلی‌متر است. نمونه‌های ۱۰۰ × ۱۰۰ میلی‌متر در آزمایشات طولانی مدت تا ۴۰۰ ساعت تحت ولتاژ ۱۰ کیلو ولت ۵۰ هرتز قرار گرفتند. ضخامت نمونه ۰/۴۵ میلی‌متر برای EPR و ۰/۵۵ میلی‌متر برای XLPE می‌باشد. قبل از شروع آزمایش، نمونه‌ها با الکل تمیز شدند و هیچگونه پیش‌تنظیمی انجام نشد. این آزمایش‌ها در فشار اتمسفر در دمای اتاق

گرم شدن دی‌الکتریک است. برای ارزیابی مناسب این فرآیندها، باید نوع نقص در نظر گرفته شود یعنی اینکه آیا فضای خالی در یک عایق پلیمری، یک حفره در نزدیکی یک هادی یا ذرات هدایت شده است. در این زمینه، نقش و تأثیر مواد هادی در تغییر ساختار مورفولوژیکی پلیمر در طی فعالیت‌های PD قابل توجه است.

تحقیقات ارائه شده در این مقاله به نتایج عملکرد PD مربوط به خواص مواد دی‌الکتریک تحت تخلیه جزئی ظاهری اشاره دارد (SPD). تمرکز این تحقیق، اثر متقابل بین هادی و مواد عایق‌بندی شده در معرض تخلیه جزئی در طول کهنگی است. این مسئله در زمینه مواد هادی (مواد الکتروود) نفوذ به پلیمر، تأثیر این اثرات بر اصلاح مورفولوژیکی دی‌الکتریک و بررسی فرآیندهای فرسایش مرتبط با اثر متقابل PD با مواد عایق مورد بحث قرار گرفته است. این موضوع پیچیده می‌تواند مربوط به فرآیندهای انتقال مواد مجاز مختلف، مانند انتشار شیمیایی به علت گرادیان تمرکز، نفوذ مواد ناشی از گرادیان درجه حرارت، نفوذ ناشی از تنش‌های مکانیکی و میدان الکتریکی (به عنوان مثال نفوذ مواد ناشی از یک میدان الکتریکی کاربردی) باشد. به طور جداگانه، هر یک از این پدیده‌ها به طور گسترده در ادبیات مورد بحث قرار گرفته است (به عنوان مثال ۱-۵، ۱۴-۱۶) و این موضوع به علت اهمیت بررسی تأثیر عوامل مختلف بر تخریب عایق است.

در این مقاله دو جنبه ارائه شده است؛ فرسایش سطح و نفوذ اتم‌های



شکل ۱. ترتیب الکتروودهای میله و سطح صاف. علامتگذاری برای کدگذاری نتایج استفاده می‌شود:

۱- سطح زیرالکتروود، ۲- اطراف الکتروود، ۳- سطح ظاهری مواد



۳- روش‌های ارزیابی

برای شناسایی همبستگی بین تنش‌های الکتریکی ناشی از SPD در سطح پلیمر و تغییرات ساختاری آنها، مطالعات زیر بر روی نمونه‌ها انجام شد:

- ۱) اندازه‌گیری ولتاژ آزمون و ارزیابی پارامترهای PD با استفاده از داده $\phi-q-n$ ،
- ۲) تجزیه و تحلیل سطح میکروسکوپ نوری،
- ۳) تحلیل میکروساختار سطح پلیمر با استفاده از میکروسکوپ الکترونی اسکن (SEM)،
- ۴) تجزیه بنیادی با اسپکتروسکوپ پراکندگی انرژی (EDS)،
- ۵) تخلخل‌های ریز سطح دی الکتریک.

۳-۱- آشکارسازی و کشف تخلیه جزئی

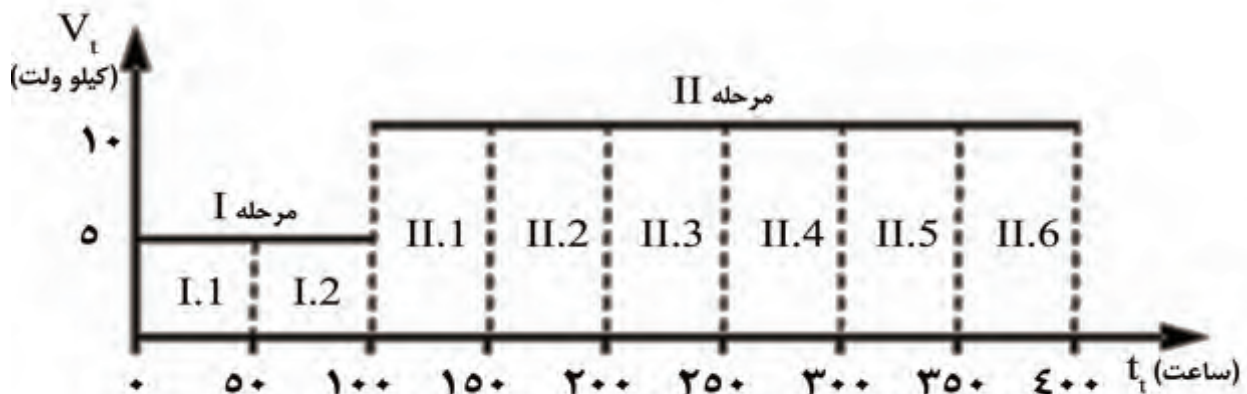
به منظور تشخیص و ثبت تخلیه‌های جزئی، سیستم با تشخیص پهنای باند مورد استفاده قرار گرفت. یک امپدانس اندازه‌گیری Z_m به صورت موازی با سیستم الکتروود، در شاخه‌ای با خازن جفتی متصل شد. سیستم تشخیص مجهز به الزامات استاندارد IEC60270 برای تشخیص پهنای باند PD است. پالسهای ولتاژ از امپدانس اندازه‌گیری با استفاده از پیش تقویت شده برنامه‌ریزی

انجام شد. برای ایجاد تخلیه سطح، سیستم الکتروود IEC، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، مورد استفاده قرار گرفته است. فرآیندهای یونیزاسیون به علت میدان الکتریکی قوی در مجاورت الکتروود میله متمرکز شده است.

گروه‌های زیرنمونه‌هایی از Cu/XLPE، Cu/EPR، Al/XLPE، Al/EPR و کهنگی در فواصل مشخص شده برای مطالعه تغییرات ساختاری با زمان کهنگی مورد استفاده قرار گرفتند.

آزمایش کهنگی شامل دو مرحله است، همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است:

مرحله I: ولتاژ آزمون $V_t = 5 \text{ kv}$ ، زمان آزمون $t_1 = 0$ تا 100 ساعت؛
 مرحله II: ولتاژ آزمون $V_t = 10 \text{ kv}$ ، زمان آزمون $t_1 = 100$ تا 400 ساعت.
 در طول هر دو مرحله آزمون، اسلات زمانی اختصاصی تعریف شد. اندازه‌گیری‌های مورفولوژیکی روی نمونه‌ها پس از 100 ، 200 و 400 ساعت آزمایش انجام شد. نمونه آزمایشی از راه‌اندازی کهنگی برای اندازه‌گیری‌های PD و مورفولوژی حذف شد. اندازه‌گیری‌های PD از ولتاژ شروع تخلیه جزئی (PDIV) تا ولتاژ آزمایش انجام شد. در ابتدای آزمایش PDIV بین $2/2 \text{ kv}$ تا $3/2 \text{ kv}$ بود. در مرحله اول PDIV افزایش یافت و بعد از 100 ساعت مقدار آن به سطح 5 kv رسید. با توجه به این اثر، در مرحله دوم ولتاژ آزمون افزایش یافت. در طی دوره آزمایش دوم، افزایش بیشتر PDIV مشاهده شد.



شکل ۲. مشخصات آزمون کهنگی:

I و II - مراحل آزمون، I.1، I.2، II.1، II.2، II.3، II.4، II.5، II.6 - اسلات زمانی آزمون

از طریق هر سه ناحیه نشان داده شده در شکل ۱ به منظور مقایسه تأثیر رفتار سطح انجام شده بر روی زبری آن صورت گرفت.

۴- نتایج

هدف اصلی این بود که بررسی کنیم که آیا اتم‌های الکترومی‌توانند به دلیل فعالیت PD در مایع دی‌الکتریک نفوذ کنند. اگر چنین نفوذی رخ دهد، ممکن است روند تخریب عایق را تسریع کند. شرایط چنین سناریویی ممکن است به عنوان مثال در کابل‌ها، زمانی که شیلد رسانا به صورت موضعی آسیب دیده باشد و هادی به عایق اصلی بچسبد، ظاهر شود. در مورد EPR مشکل به دلیل حضور بسیاری از ترکیبات در ساختار عایق پیچیده‌تر است. ترکیب شیمیایی EPR شامل اصلاح‌کننده‌های مختلف مانند اکسید: Al_2O_3 (96%)، TiO_2 ، SiO_2 (3%)، Fe_2O_3 اگرچه ZnO به طور عمده به عنوان یک تثبیت‌کننده حرارتی اضافه شده است، همچنین مقاومت الکتریکی را بهبود می‌بخشد. اکسید سرب برای محدود کردن روند کهنگی به کار می‌رود. همچنین کاتالیزورها به ویژه V و Al وجود دارند. چنین مواد افزودنی در XLPE وجود ندارند.

پالس PD در لبه الکترودهای میله به عنوان تخلیه سطحی و همچنین در یک لایه هوا بسیار نازک بین سطح الکتروده و پلیمر رخ داده است. بنابراین، فرآیندهای تخریب عمدتاً تحت الکتروده (ناحیه ۱) و بر روی سطح کهنگی حلقه‌ای (ناحیه ۲) قرار گرفته است، همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است. اگر چه سطح زیر الکتروده هیچ اثر قابل توجهی از فرسایش را نشان نمی‌دهد، فرورفتگی‌های موضعی و نقاط با تغییر رنگ مشاهده شد. محدوده اطراف الکتروده نشان داد که آثار درختچه مانند، در سطح نمونه و زبری سطح افزایش یافته است (شکل ۳).

شده تقویت شدند. سیستم ICM از Power Diagnostix برای ثبت فاز پالس PD در حالت فاز شارژ (p-q) مورد استفاده قرار گرفت. سپس، توزیع‌های فاز و بار با استفاده از پالس‌های PD و الگوهای فاز سه بعدی (p-q-n) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳-۲- تجزیه و تحلیل سطح میکروسکوپی نوری

بخش‌هایی از مواد دی‌الکتریک که دارای سه ناحیه هستند مطابق سطح نمونه (شکل ۱) برش داده شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مشاهدات میکروسکوپی با میکروسکوپ نوریون Optiphot 2 تحت نور قطبی انجام شد.

۳-۳- مشاهدات میکروساختاری سطح از طریق SEM

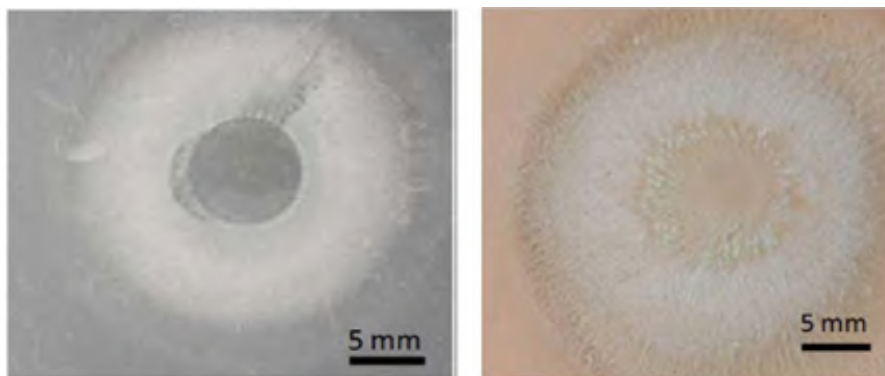
ابزار الکترون اسکن میکروسکوپ (SEM) برای مشاهده ساختار سطح نمونه‌های مورد بررسی، مورد استفاده قرار گرفت. در طی فرآیند PD آزمون تخریب هر ۱۰۰ ساعت نمونه‌برداری از نمونه، برای مشاهدات SEM انجام شد.

۳-۴- تجزیه و تحلیل بنیادی توسط EDS

یک سیستم پراکندگی انرژی از EDAX همراه با SEM برای تحلیل عناصر سطح نمونه مورد استفاده قرار گرفت. برای هر ناحیه که در شکل ۱ مشخص شده حداقل سه ناحیه به منظور بررسی توزیع عناصر تجزیه و تحلیل شده‌اند. تصاویر SEM و تجزیه و تحلیل EDS در خلاء ۶۰ پاسکال بدون لایه رسانایی روی سطح نمونه انجام شد.

۳-۵- تخلخل‌های ریز سطح دی‌الکتریک

زبری سطح نمونه‌های مورد بررسی با استفاده از دستگاه پروفیل‌سنج RUGOSURF 90G (TESA Technology) اندازه‌گیری شد. اسکن‌ها



شکل ۳. عکس از سطح نمونه پس از عمل PD (۴۰۰ ساعت): راست: EPR و چپ: XLPE



آزمون الکتریکی روی کابل های با متر از بالا

ترجمه: الهام علایی (کارشناس مهندسی فروش)

بررسی اجمالی

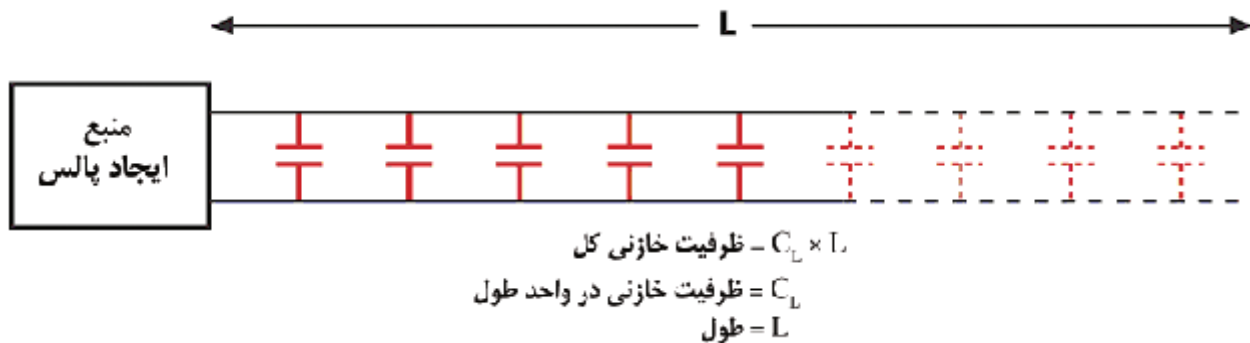
کابل‌های مسی تمام جنبه‌های فناوری مدرن را احاطه کرده و با وجود افزایش کاربردهای فیبرنوری در مخابرات، کماکان از هادی‌های مسی برای انتقال برق، کنترل الکتریکی و انتقال سیگنال‌های دیتا با هزینه اندک برای آینده‌ای قابل پیش‌بینی، استفاده می‌شود. تا زمانی که صنعت، متقاضی کابل مسی برای اینگونه کاربردهاست، این کالاهای تولیدی، به آزمون‌هایی نیازمند هستند تا از عملکرد درست و مطابق با استانداردهای کیفیت، اطمینان حاصل گردد. در برخی کاربردها، قبل از اتمام عمر مفید محصول باید آزمون کهنگی بر روی کابل انجام گردد عدم انجام این آزمون ممکن است منجر به زیان‌های چشمگیر اقتصادی یا نتایج فاجعه‌بار شود.

فناوری پیشرفته و سهل‌الوصولی برای آزمون الکتریکی کابل‌ها و سیم‌های مهاردار با طول کمتر از سه متر وجود دارد. کابل‌هایی با طول بیش از ده‌ها، صدها و هزاران متر نیاز به تجهیزات و روش‌های آزمون و اپراتورهای جدید دارند تا بدون آسیب رساندن به تجهیزات یا ایجاد خطر ایمنی برای اپراتور بتوان به اطلاعات آزمونی دقیق دست یافت. این مقاله بر روی این موضوع متمرکز است.

تفاوت الکتریکی کابل‌های با متر از بالا و متر از کوتاه

تفاوت این نوع کابل‌ها در ظرفیت خازنی آنهاست. هادی‌های عایق شده واقع در کابل‌های چند رشته باعث افزایش خازنی بین هادی‌ها می‌شوند. این اثر اجتناب‌ناپذیر و معمول، نتیجه کنار هم قرارگیری هادی‌هایی است که با لایه نازکی از عایق از هم جدا شده‌اند. یک میدان الکتریکی بین هادی‌های موازی با هم بروز پیدا می‌کند. درست همانطوری که میدان الکتریکی بین یک صفحه خازن ایجاد می‌شود. اما در این مورد، به جای صفحات فلزی، رشته‌های بلند و نازک مس وجود دارند. با افزایش طول کابل، تاب سیم و وجود شیلد، ظرفیت خازنی نیز افزایش می‌یابد.

کابل شبکه اترنت زوجی با کیفیت بالا، دارای ظرفیت خازنی حدود ۱۷ پیکوفاراد در هر فوت است. باید توجه داشت که در صورت فقدان یک هسته آهنی یا هر ماده دیگری که شار مغناطیسی قرار گرفته و در مجاورت کابل متمرکز کرده باشد، اندوکتانس در مقایسه با ظرفیت خازنی تأثیر بسیار کمی بر انتقال سیگنال در طول کابل با متر از بالا خواهد داشت.



شکل ۱. نمای ظرفیت خازنی کابل

اثر افزایش ظرفیت خازنی بر مقدار مقاومت سیم

خروجی برای شارژ سریع‌تر ظرفیت خازنی کابل وجود دارد. اما به راحتی امکان طولانی کردن پالس برای دستیابی به زمان کافی جهت آزمون ولتاژ پالس قبل از رسیدن مقدار اندازه‌گیری به آستانه سقوط وجود دارد. تصویر زیر نشان می‌دهد ظرفیت خازنی هنگامی که سه هادی یا بیشتر به طور موازی در طول کابل قرار گرفته باشند پیچیده‌تر می‌شود، مخصوصاً اگر یک شیلد فلزی نیز آنها را احاطه کرده باشد. در این مورد ظرفیت خازنی بین یک سیم و انبوهی از مس‌هایی که آنها را احاطه کردند می‌تواند بسیار بالاتر باشد و در نتیجه تأثیر اشاره شده بسیار شدیدتر گردد.

دریافت داده‌های مربوط به مقاومت سیم، معمولاً توسط اعمال پالس‌های DC کوتاه حاصل می‌گردد. امپدانس خروجی محرک در ترکیب با ظرفیت خازنی کابل، فیلتر پایین‌گذری را فراهم می‌کند که با ظرفیت خازنی کابل با اندازه کافی به شدت پالس اندازه‌گیری را دچار انحراف می‌کند و باعث بروز خطا می‌گردد. اندازه‌گیری مقاومت سیم در ولتاژ پایین ثابت و معمولاً حدود ۱۰ ولت انجام می‌شود و امکان اندکی برای بالا بردن ولتاژ یا کاهش امپدانس



شکل ۲. پالس‌های آزمون منحرف شده توسط امپدانس خروجی و ظرفیت خازنی طبیعی کابل (پالس ۲ و ۳) می‌توانند منجر به عملکرد نادرست شوند (پالس ۳) مگر اینکه پالس آزمون تنظیم شود (پالس ۴).



شکل ۳. نمای ظرفیت خازنی پارازیتی در یک کابل چند رشته.



به محدوده جریان قطع می‌رسد که در یک و نیم میلی‌آمپر، یک و نیم وات برق را ($1000V \times 0.0015A$) به یک کانال سوراخ فوق‌العاده ریز با سرعت رعد و برق متمرکز می‌کند. حرارتی که در کسری از ثانیه منجر به تخلیه الکتریکی می‌شود، می‌تواند باعث سوختگی سوراخ در عایق یا تبخیر مس در سطوح سیم‌ها شود که در نتیجه به کابل آسیب دائمی وارد آورد.

هر چه زمان افزایش ولتاژ کوتاه‌تر باشد، جریان هجومی مورد نیاز برای شارژ ظرفیت خازنی پارازیتی کابل، بزرگ‌تر خواهد بود. اگر شیب رو به بالا بسیار سریع باشد، قبل از اینکه به ولتاژ آزمون برسیم، از جریان قطع تجاوز خواهیم کرد و قبل از اینکه سنجش نشستی را بتوان انجام داد، سیستم آزمون ولتاژ را قطع می‌کند. این وضعیت با خرابی عایق که در آن نیز از جریان قطع تجاوز می‌شود، غیر قابل تشخیص است.

هر چه طول کابل بیشتر شود، ظرفیت خازنی آن نیز بیشتر می‌شود و این یعنی اینکه زمان افزایش را محدود می‌کند. بنابراین برای رسیدن به ولتاژ آزمون بدون تجاوز از جریان قطع، باید شیب ولتاژ را با احتیاط طبق طول کابل تنظیم کنیم؛ هر چه طول کابل بیشتر باشد افزایش شیب باید آهسته‌تر انجام گیرد.

آزمون مقاومت عایق شیلد دار

در یک کابل چندرشته، یک آزمون خطی، ولتاژ بالا به یک سیم اعمال گردید در حالی که بقیه هادی‌ها ولتاژ صفر داشتند. این آزمون به صورت پله‌ای با سایر هادی‌ها با اعمال ولتاژ و سنجش نشستی پیش رفت. این کار احتمال شناسایی نقص عایقی در هر قسمتی از کابل را به حداکثر می‌رساند.

زمان کلی لازم برای انجام این آزمون مستقیماً به تعداد هادی‌ها بستگی دارد. در اکثر کابل‌های مانند این کابل، ظرفیت خازنی بین هادی‌های دارای ولتاژ صفر، تقریباً یکسان است و در صورت نبودن نقص در عایق، مقاومت عایق برای هر کدام باید تقریباً یکسان باشد.

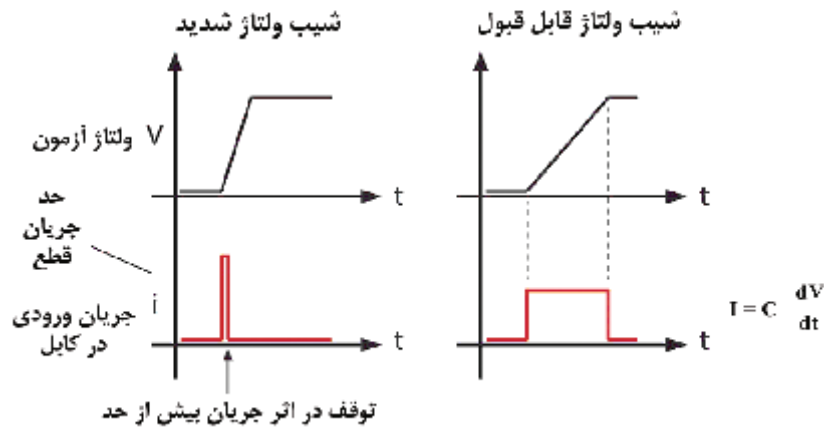
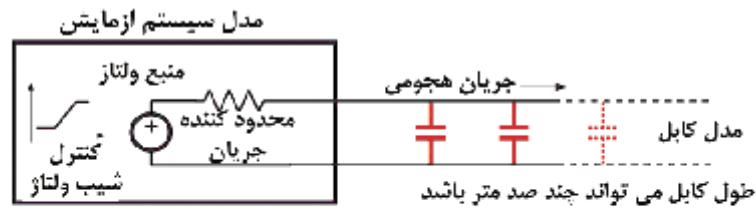
اگر شیلد، هادی‌ها را احاطه کرده باشد باید آن را نیز مورد آزمون قرار داد. ظرفیت خازنی شیلد می‌تواند مقدار بالاتری نسبت به هر یک از هادی‌ها داشته باشد و جریانی که هنگام بالا رفتن شیب برقرار می‌شود معمولاً قبل از اینکه به ولتاژ آزمون برسیم به ولتاژ قطع می‌رسد که به اشتباه یک نقص در شیلد را نشان می‌دهد. با اعمال ولتاژ به شیلد و سنجش نشستی آن نسبت به مجموع سایر

اثر افزایش ظرفیت خازنی بر مقدار اندازه‌گیری مقاومت عایقی

مقاومت ایده‌آل هادی مسی تاییده با سایز ۲۲ AWG و طول ۱۰ فوت، ۰/۱۶ اهم است. برای انتقال مناسب سیگنال، هر چه مقاومت پایین‌تر باشد بهتر است. اگرچه در مورد عایق سیم، عکس این موضوع صادق است، یعنی هرچه مقاومت عایقی آن بیشتر باشد بهتر است. اندازه‌گیری مقاومت عایق‌های امروزی، دارای مقاومت ۱۰۰ مگا اهم یا بیشتر با ضخامت در حدود تنها ۶۴ صدم میلی‌متر، نسبت به اندازه‌گیری مقاومت مس، تجهیزات متفاوتی را مطالبه می‌کند. در حالی که برای اندازه‌گیری مقاومت هادی مسی به ولتاژ کمی در حدود ۱۰ ولت یا حتی کمتر نیاز است تا جریان به اندازه کافی برای عبور از آن داشته باشیم، برای عبور الکترون‌ها از میان عایق با کیفیت مناسب، نیاز به صدها یا حتی هزاران ولت برق داریم تا یک جریان قابل اندازه‌گیری به دست آوریم. معمولاً به تجهیزات مورد نیاز که برای این کار طراحی شده‌اند، تست‌های های‌پات (HighPotential) می‌گوییم.

نتایج اندازه‌گیری مقادیر مقاومت عایق معمولاً در حدود مگا اهم و یا گیگا اهم است و تمایل بر آن است که جریان نشستی از عایق را بر حسب میکروآمپر در یک ولتاژ خاص برای محاسبه این عدد پیدا کنیم یک آزمون اضافه نیز انجام می‌شود تا اطمینان حاصل شود عایق دچار شکست دی‌الکتریک در ولتاژ معین نشده است، که معمولاً این ولتاژ، بالاتر از ولتاژ مورد استفاده در سنجش جریان نشستی است. شکست دی‌الکتریک هنگامی اتفاق می‌افتد که عایق (دی‌الکتریک) یونیزه شود (معمولاً در یک سوراخ ریز در عایق) تا مسیر رسانایی را با مقاومت پایینی در طول عایق شکل دهد. عایق‌هایی که دچار خرابی دی‌الکتریک می‌شوند نه تنها در آزمون رد می‌شوند، بلکه به کابل آسیب می‌زنند. در مورد سنجش سیم مسی، با شروع از یک پالس ولتاژ بالا تصور بر آن بود که در صورت اندازه‌گیری جریان نشستی در ولتاژ بالا جواب مورد نظر حاصل خواهد شد اما در مدت زمانی اندک مشکلات ظاهر شد.

در ابتدا به علت ایمنی اپراتور هنگام استفاده از تجهیزات آزمون ولتاژ بالا، بیشینه جریان خروجی مجاز را به ۱/۵ میکرو آمپر محدود کردیم. در حقیقت در عمل ترجیح دادیم که محدوده بیشینه که جریان قطع نیز نامیده می‌شود حتی از این هم کمتر باشد. تصور کنید که در ولتاژ معمول آزمون یعنی هزار ولت دی‌سی، در عایق یک سوراخ سر باز کند، در این صورت جریان به سرعت بالا رفته و



شکل ۴. برای رسیدن به ولتاژ آزمون بدون اینکه ابتدا به جریان قطع برسیم، باید با احتیاط بر اساس طول کابل، شیب ولتاژ را تنظیم کنیم، در نتیجه مطلوب است که جریان قطع را پایین نگه داریم. اگر چه این امر خود محدودیت دیگری ایجاد می کند که در اثر ظرفیت خازنی کابل است. جریانی که باید به کابل منتقل شود i و ولتاژ آزمون V است که تابعی از ظرفیت خازنی پارازیتی است و نسبت تغییر ولتاژ افزایشی dv/dt است:

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

خط	HDR-64 B1	HDR-64 B2	مقدار	فعالسازی آزمون	نتایج آزمون	جریان مستقیم	ولتاژ مستقیم
۱	۱	۱	$\pm 0.1 \Omega$	✓	⊞ ⊞	$< 1 \mu A$	۸۰۰V
۲	۲	۲	$\pm 0.1 \Omega$	✓	⊞ ⊞	$< 1 \mu A$	۸۰۰V
۳	۳	۳	$\pm 0.1 \Omega$	✓	⊞ ⊞	$< 1 \mu A$	۸۰۰V
۴	۴	۴	$\pm 0.1 \Omega$	✗	⊞ ⊞		
۵	۵	۵	$\pm 0.1 \Omega$	✓	⊞ ⊞	$< 1 \mu A$	۸۰۰V
۶	۶	۶	$\pm 0.1 \Omega$	✓	⊞ ⊞	$< 1 \mu A$	۸۰۰V

شکل ۵. نتایج آزمون های پات بعد از برنامه ریزی تستر برای نگاه داشتن ولتاژ شیلد روی صفر.



با مترآژ بالا بسته به وضعیت‌های ممکن می‌تواند خطر مرگ به همراه داشته باشد. قسمت انتهایی کابل را باید با احتیاط باز کرد و به تمام کسانی که در نزدیکی هستند باید اطلاع داد که قصد انجام آزمون وجود دارد.

نتیجه‌گیری

وجود ظرفیت خازنی در کابل‌های طولانی تر از ۱۰ فوت یا ۳ متر ضرورت ایجاد می‌کند که زمان سنجش را افزایش دهیم تا بتوانیم مقاومت عایق و سیم کابل را با دقت اندازه بگیریم. جریان هجومی مورد تجربه در شروع آزمون عایق و لتناژ بالا، نیاز به شیب کنترل شده دارد تا از محدوده جریان ایمن یعنی ۱/۵ میلی‌آمپر تجاوز نکنند. یک شیب افزایشی آهسته در ولتاژ برای تطبیق با این نیاز، می‌تواند زمان آزمون را به طرز چشمگیری افزایش دهد.

به دلیل ظرفیت خازنی افزایش یافته هادی شیلد که به خاطر جریان شارژ بالای اولیه منجر به سختی در رسیدن به ولتاژ آزمون روی شی می‌شود، آزمون عایق‌بندی که شامل شیلد می‌شود، ممکن است فقط محدود به سیم به شیلد شود و اعمال ولتاژ به شیلد به سیم بدون از دست دادن اطمینان به عایق شیلد حذف شود.

هنگام آزمون ولتاژ بالا به کابل‌های با مترآژ بالا باید دقت بسیار بالایی توسط تکنسین‌ها انجام شود تا از شوک الکتریکی هنگام آزمون پرهیز شود، زیرا به طور بالقوه جریان تخلیه مرگباری وجود دارد که می‌تواند بسیار بالاتر از جریان تولید شده توسط خود تستر باشد.

هادی‌ها، مقدار کمی به دست می‌آید، بنابراین، برنامه‌ریزی سیستم برای نگه داشتن ولتاژ شیلد روی صفر هنگام انجام آزمون، این مشکل را برطرف می‌سازد. هدف از این آزمون یافتن نشستی در هادی‌ها و شیلد است و چون هادی مورد نظر در ولتاژ بالا در برابر شیلد دارای ولتاژ صفر مورد سنجش قرار گرفته است، بدون این که حتی نیاز باشد به خود شیلد ولتاژ اعمال کنیم به این امر دست یافته‌ایم.

احتمال وجود خطر در آزمون کابل با مترآژ بالا در ولتاژ بالا

به دلیل حفظ نکات ایمنی بیشتر تجهیزات آزمون‌های پات، شدت جریان بیشینه را که توسط تجهیزات تولید می‌شود، هنگامی که یک مسیر کم مقاومت هنگام آزمون توسعه می‌یابد، محدود می‌کند، در نتیجه اگر اپراتور به طور غیر عمد با پین باز هنگام ولتاژ بالا تماس برقرار کند، شدت جریان به اندازه این خواهد بود که اپراتور را به خطر بیناندازد. اگرچه هنگام آزمون کارهای بلند باید انرژی ذخیره شده در کابل را نیز در نظر بگیریم:

$$1/2 CV^2$$

با افزایش ولتاژ آزمون، انرژی ذخیره شده به اندازه مجذور ولتاژ افزایش می‌یابد. بنابراین کابلی که در ۱۰۰۰ ولت دی سی مورد آزمون قرار می‌گیرد در مقایسه با ۱۰ ولت دی سی، ده هزار برابر انرژی بیشتری ذخیره می‌کند. تماس غیرعمدی در انتهای کابل

مدیریت محترم عامل کابل دورود جناب آقای مهندس یاراحمدی

بدینوسیله درگذشت دختر گرامیتان را به شما و خانواده محترمتان تسلیت عرض نموده و از خداوند متعال برای آن مرحومه، علودرجات و برای سایر بازماندگان صبر و شکیبایی مسئلت داریم.

هیئت مدیره، دبیر و کارکنان انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران

مقدمه‌ای بر حسگرهای فیبر نوری

ترجمه: مهندس محمدعلی مساواتی (کارشناس ارشد صنایع / کارشناس برق و الکترونیک)

چکیده

در قسمت اول این مقاله پیش زمینه کلی سیستم‌های حسگر بر پایه فیبر نوری ارائه می‌شود و در قسمت دوم به بحث پیرامون اهمیت خاص گریتنینگ‌های فیبر در حوزه حسگر نوری می‌پردازیم.

۱- مقدمه

سیلیکون در دهه ۸۰ برای ارتباطات نوری ساخته شد. از آن زمان، یک روند توسعه انفجاری در ارتباطات فیبر نوری وجود داشته است و سیستم‌های مبتنی بر فیبر به ستون فقرات "عصر اطلاعات" تبدیل شده‌اند.

به موازات این پیشرفت‌ها، حسگرهای فیبر نوری، که کاربر اصلی تکنولوژی مرتبط با صنایع ارتباطات فیبر نوری و اپتوالکترونیک بوده‌اند؛ برای سی سال محققان و مهندسان برنامه را مجذوب خود کرده‌اند. بسیاری از قطعات مرتبط با صنایع ارتباطات فیبر نوری و اپتوالکترونیک امروزه برای کاربردهای حسگرهای فیبر نوری توسعه داده می‌شوند.

از آنجایی که قیمت قطعات کاهش و کیفیت آن‌ها افزایش پیدا کرده است؛ توانایی حسگرهای فیبر نوری در جایگزین کردن حسگرهای سنتی برای کاربردهای تشخیصی افزایش یافته است.

در قرن ۲۱، تکنولوژی فوتونیک به یکی از حوزه‌های تحقیقاتی پایه تبدیل شده است. حسگرهای فیبر نوری کاربردهای گوناگونی دارند؛ از نظارت بر ساختارهای طبیعی برای پیش‌بینی زمین لرزه‌ها و فعالیت‌های آتشفشانی تا سیستم‌های پزشکی مثل مانیتور کردن اکسیژن خون.

در کاربردهای ساختاری، حسگرهای فیبر نوری برای تشخیص تنش استفاده می‌شوند. این حسگرها همچنین برای سنجش دما، فشار، چرخش، شتاب، میدان مغناطیسی، سرعت، لرزش، گونه‌های زیستی و شیمیایی، درجه pH، موج‌های صوتی، سنجش‌های محیطی و بسیاری از پارامترهای فیزیکی دیگر مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

حسگرهای فیبر نوری می‌توانند به عنوان وسیله‌ای تعریف شوند که از طریق آن، کمیت‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی یا دیگر موارد

فیبرنوری یکی از مهمترین اختراعات قرن بیستم به شمار می‌آید. فیبرنوری که توسط کائو و هوخام در مراحل اولیه توسعه آن پیشنهاد گردید، به صورتی ظهور کرده است تا به گونه ای غیرقابل انکار به مهم‌ترین واسطه انتقال موج نوری تبدیل شود و ارتباطات مدرن و دانش نوری را دستخوش تحول نماید.

اعطای جایزه نوبل فیزیک ۲۰۰۹ به چارلز کائو، کسی که اولین بار استفاده از فیبرهای نوری را برای ارتباطات داده پیشنهاد داد، نقطه عطف این داستان خارق‌العاده است. حسگر فیبرنوری یکی از تکنولوژی‌هایی است که از پیشرفت‌های قابل توجه‌ای که توسط صنایع ارتباطات اپتوالکترونیک و فیبرنوری انجام شده، بیشترین بهره را برده است. اساساً حسگر فیبر نوری از طریق شناسایی چند ویژگی موج نوری منتشرشده از جمله شدت، فاز، قطبیت و طول موج در پاسخ به اندازه‌گیری پارامتر محیط؛ عمل می‌کند.

امروزه دستگاه‌های مبتنی بر فیبر نوری از جمله گریتنینگ‌های فیبری، نقش بزرگی در کاربردهای ارتباطات و حسگرهای نوری بازی می‌کنند. این کاربردها شامل تکنولوژی‌های سنجش عمرانی، مکانیکی، الکتریکی، هوافضا، خودروسازی، هسته‌ای، زیست پزشکی و شیمیایی می‌شود.

۲- سنسورهای فیبر نوری (FOS)

فیبر نوری از دهه ۶۰ به عنوان واسط هدایت موج نوری پیشنهاد و توسعه داده شده است. اما اولین فیبر با اتلاف پایین بر پایه



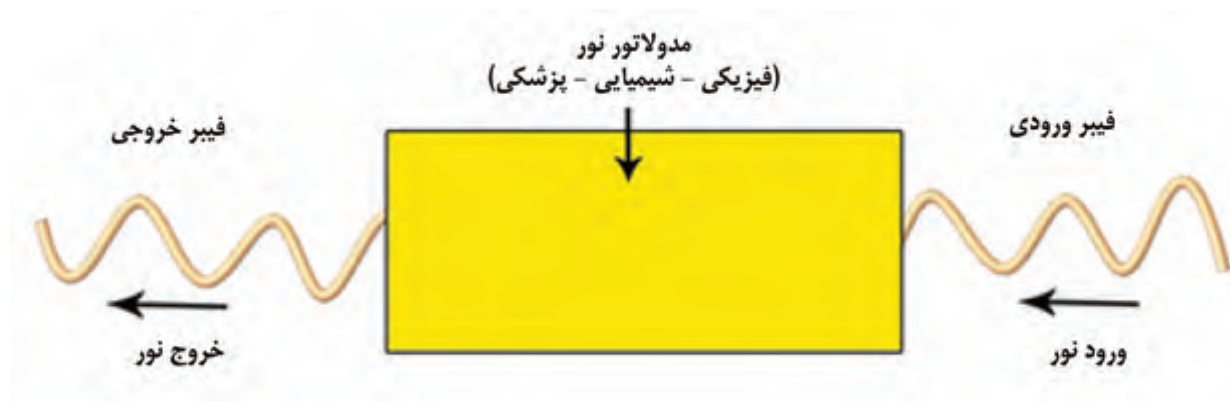
- که به ساختن یک سیستم فشرده اندازه‌گیری کمک می‌کند و برای نصب کردن یا قرار دادن در ساختارها مناسب است.
- کارکرد در محیط‌های خطرناک: حسگرهای فیبرنوری می‌توانند تحت شرایط شدید مثل دما و فشار بالا، محیط‌های سمی و خورنده، اشعه بالا، میدان‌های الکترومغناطیسی بزرگ و دیگر محیط‌های ناملایم، عمل کنند.
- حساسیت بالا و پهنای باند وسیع: یک حسگر فیبرنوری به آشفتگی‌های کوچک در محیطش حساس است.
- اندازه‌گیری توزیع شده: یک شبکه ارتباطی فیبرنوری به کاربر اجازه می‌دهد در طول خط انتقال هنگامی که سیگنال از آن عبور می‌کند، بدون اتلاف چشمگیری در نقاط مختلف اندازه‌گیری کند.

۲-۱ طبقه‌بندی سنسورهای فیبرنوری

- به طور کلی، حسگرهای فیبرنوری با توجه به کاربردشان تحت دو عنوان دسته‌بندی می‌شوند:
 - (۱) حسگر فیبرنوری بیرونی
 - (۲) حسگر فیبرنوری درونی
- همان‌طور که در شکل ۲ - الف نشان داده شده است، در حسگرهای بیرونی، عنصری اصلی حسگر در بیرون فیبر قرار گرفته و سنجش در محلی خارج از فیبر اتفاق می‌افتد. فیبرنوری فقط به عنوان وسیله‌ای برای انتقال و جمع‌آوری نور استفاده می‌شود. نور منتشرشده، از فیبر وارد سیستم حسگر شده سپس نور مدوله شده توسط همان فیبر یا

- با نور هدایت شده درون فیبر نوری و با نور هدایت شده توسط فیبرنوری درون یک محیط تعاملی، فعل و انفعال داشته باشند تا یک سیگنال نوری مرتبط با پارامتر موردنظر تولید کنند.
- حسگر فیبر به صورت شماتیک در شکل ۱ نمایش داده شده است. نور با استفاده از یک فیبرنوری به یک ناحیه مدولاسیون برده شده و در آنجا توسط پدیده‌های فیزیکی، شیمیایی یا زیستی مدوله می‌شود سپس نور مدوله شده به یک گیرنده منتقل شده و شناسایی و وامدوله می‌شود.
- فواید تشخیص فیبرنوری شناخته شده و به صورت گسترده ارایه شده‌اند. در مقایسه با حسگرهای الکتریکی و الکترونیکی مرسوم، حسگرهای فیبرنوری برتری‌هایی دارند که انواع دیگر نمی‌توانند یا به سختی می‌توانند بدست آورند:

- عدم حساسیت به EMI (تداخلات الکترومغناطیسی) و عدم هدایت جریان الکتریکی
- تشخیص از راه دور: این امکان وجود دارد که قسمتی از فیبر را به عنوان یک معیار سنجش با یک قسمت بلند از فیبری دیگر (یا همان فیبر) استفاده کرد تا اطلاعات سنجش به یک ایستگاه دور منتقل شود. کابل‌های انتقال فیبرهای نوری به طور قابل توجهی اتلاف سیگنال کمتری را در مقایسه با انتقال سیگنال در حسگرهای دیگر دارند، و می‌توانند نرخ سیگنال به نویز (SNR) بالایی را حفظ کنند.
- اندازه کوچک و وزن سبک: فیبرهای نوری ذاتاً کوچک هستند،



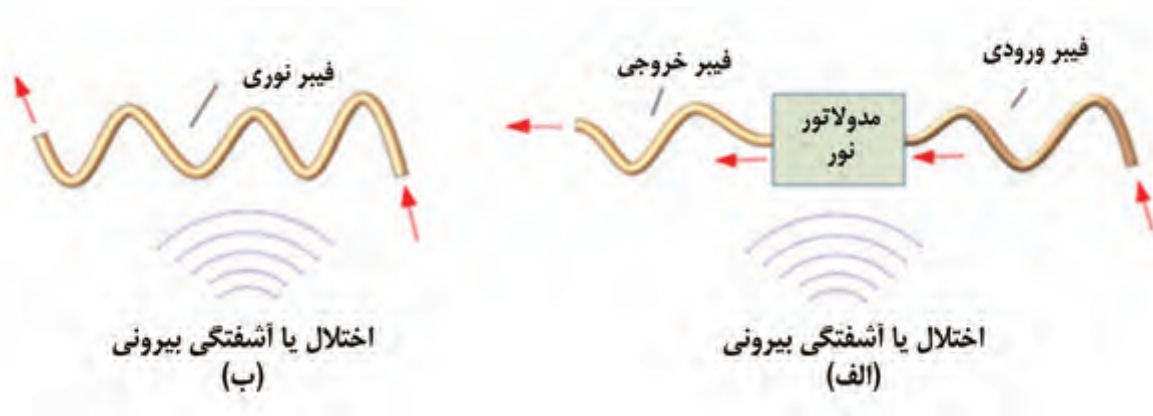
شکل ۱. یک سیستم حسگر پایه‌ای از یک فیبر نوری و تمهیدات مدولاسیون نور تشکیل می‌شود.

تداخل سنج فابری - پرو یا اتالون، از یک تیغه شفاف با دو سطح بازتابنده یا از دو آینه موازی با بازتابندگی زیاد ساخته می شود. نام این تداخل سنج از نام های چارلز فابری و آلفرد پرو گرفته شده است. واژه اتالون از واژه فرانسوی étalon به معنی پیمانانه اندازه گیری یا استاندارد گرفته شده است.

اتالون ها به صورت بسیار وسیع در ارتباطات راه دور، لیزرها و طیف سنجی برای کنترل و اندازه گیری طول موج های نور استفاده می شود. حسگرهای فیبرنوری درونی مانند ژيروسکوپ فیبرنوری، براگ گریتینگ فیبری، گریتینگ های طولانی مدت، یکروبانده و حسگرهای فیبر روکش شده یا دوپ شده؛ از بیشتر مزیت های این تکنولوژی استفاده می کنند. سیستم های با سنسور درونی بسیاری از محققان را جذب توانایی خود برای تعبیه شدن در ساختارهای کامپوزیت کرده اند.

فیبر دیگری شناسایی و دوباره جمع آوری می شود. حسگرهای درونی از این نظر با حسگرهای بیرونی متفاوتند که نور برای انجام عمل سنجش لازم نیست فیبرنوری را ترک کند. (شکل ۲ - ب). در FOS های درونی، ساختار فیبرنوری تغییر پیدا کرده و خود فیبر نقش فعالی در عمل سنجش بازی می کند. در واقع عنصر اصلی حسگری در درون فیبر تعبیه می شوند. برای مثال، مدولاسیون نور درون فیبر انجام می شود تا یک پارامتر بخصوص اندازه گیری شود. این حسگرها حسگرهای all-Fiber نیز نامیده می شوند.

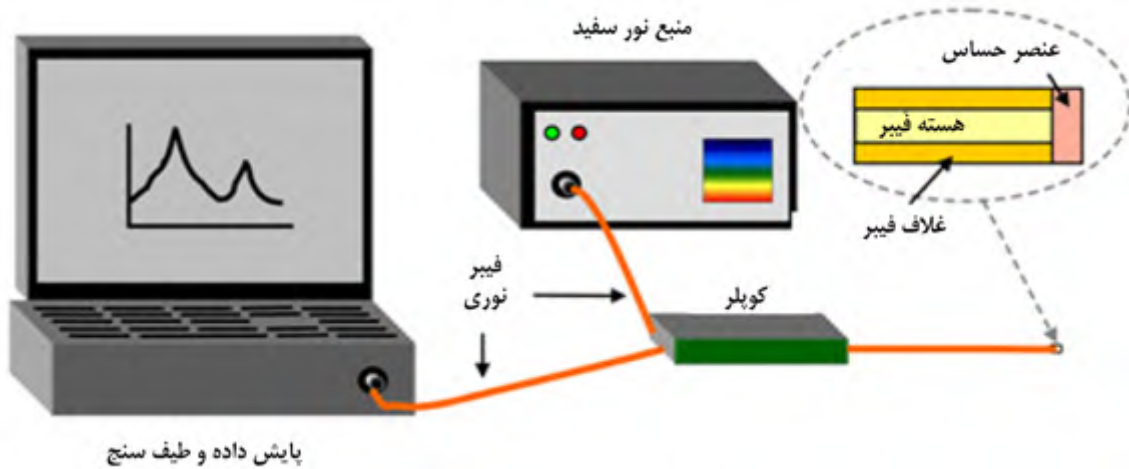
حسگرهای فیبرنوری بیرونی می توانند در طرح هایی مثل تداخل سنج های فابری - پرو یافت شوند که تنها از برخی از مزیت های استفاده می کنند که فیبرهای نوری در مقابل تکنولوژی های رقیب عرضه می کنند.



شکل ۲. شکل شماتیک طرح کلی سنسورهای (الف) بیرونی و (ب) درونی فیبرنوری.



شکل ۳. تداخل سنج فابری - پرو



شکل ۴. سنسور درونی فیبر نوری

منبع نور منسجم مثل یک لیزر و دو فیبر سینگل مود را بکار می‌گیرد.

حسگرهای شدت اساساً در ذات غیرمنسجم هستند و از نظر ساخت و بکارگیری ساده می‌باشند، در حالی که حسگرهای تداخل سنج از نظر طراحی و کار پیچیده بوده اما حساسیت و رزولوشن بهتری را در مقایسه با سنسورهای با مدولاسیون شدت ارائه می‌دهند.

در حسگرهای مبتنی بر مدولاسیون قطبیت، یک نور قطبی صاف درون فیبر وارد می‌شود و تغییرات حالت قطبیت به عنوان عملکرد پارامتر مزاحم مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود.

در استفاده از حسگرهای با مدولاسیون طول موج، نور از یک منبع گسترده وارد یک طرف فیبر می‌شود و تغییر در محیط را بر حسب تغییر در طول موج طیف بازتاب شده یا منتقل شده می‌سنجد.

۲-۱ حسگرهای با مدولاسیون شدت

در یک FOS مدولاسیون شدت، کمیت مورد اندازه‌گیری، شدت نور منتقل شده از فیبر را مدوله می‌کند و تغییرات شدت نور خروجی توسط یک شناساگر مناسب اندازه‌گیری می‌شود. اندازه‌گیری قدرت نوری آسان‌تر از اندازه‌گیری ویژگی‌های پیچیده نوری مثل تغییر طول موج، حالت قطبیت یا تداخل فاز است.

مکانیزم‌های مختلف از جمله انتقال، بازتاب، ریز خم‌ها یا پدیده‌های دیگر مثل جذب، پراکندگی یا فلوتورسنس می‌توانند همراه با اتلاف نور باشند. بسته به اینکه کدام مکانیزم شدت یک سیگنال را تغییر می‌دهد، تنوع گسترده‌ای برای معماری این حسگرها موجود است.

۲-۲ طبقه‌بندی سنسورها بر اساس تکنیک‌های مدولاسیون

حسگرهای فیبر نوری به عنوان مبدل عمل کرده و کمیت‌هایی مثل دما، کشش و فشار را به یک تغییر متناظر در تابش نوری تبدیل می‌کند.

موج نوری منتشر شده در طول فیبر نوری می‌تواند بر حسب چهار فاکتور مشخص شود؛ شدت (دامنه)، فاز، طول موج (فرکانس) و حالت قطبیت. هنگامی که محیط اطراف آشفتگی مشخصی در ناحیه المان سنسور ایجاد می‌کند، حداقل یکی از این چهار فاکتور بر اساس میزان تأثیر تغییر می‌کنند.

از طریق اندازه‌گیری تغییرات سیگنال نوری، می‌توان اطلاعات مفیدی از تغییرات محیط اطراف بدست آورد. بنابراین اثربخشی حسگر فیبر نوری وابسته به توانایی آن در تبدیل قابل اعتماد و دقیق کمیت‌های مورد اندازه‌گیری به این پارامترها است. بر اساس تکنیک‌های مدولاسیون، سنسورهای نوری به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند.

- FOS با مدولاسیون شدت
- FOS با مدولاسیون فاز
- FOS با مدولاسیون قطبیت
- FOS با مدولاسیون طول موج

حسگرهای مدولاسیون فاز معمولاً از یک تداخل سنج استفاده می‌کنند و سیگنال خروجی را از طریق مقایسه فاز سیگنال دریافتی با یک سیگنال مرجع، می‌سنجند. به طور کلی، این حسگر یک

این حسگرهای تداخل سنجی کاربردهای گسترده‌ای در علم، مهندسی و فیلد تکنیکال دارند. تداخل سنج ماخ زاندر مرسوم‌ترین حسگر مدولاسیون فاز است. به طور کلی، حسگر فیبرنوری مبتنی بر فاز حساس‌تر از حسگر مبتنی بر شدت است.

۲-۲-۳ حسگرهای با مدولاسیون قطبش

فیبر نوری از شیشه ساخته می‌شود. ضریب شکست فیبر می‌تواند از طریق اعمال فشار یا کشش تغییر کند. این پدیده اثر فوتو الاستیک نامیده می‌شود. به علاوه، در خیلی از موارد، استرس یا کشش در جهات مختلف متفاوت است، به طوری که تغییر القا شده ضریب شکست نیز در جهات مختلف متفاوت باشد. بنابراین، یک اختلاف فاز القا شده در جهات مختلف وجود دارد. به عبارت دیگر، تحت آشفتگی‌های خارجی، مثل استرس یا کشش، فیبرنوری مانند یک دنبال کننده خطی عمل می‌کند. از این رو، با شناسایی تغییر در حالت قطبیت خروجی، آشفتگی خارجی می‌تواند احساس شود. قطبش نقش مهمی را در سیستم‌های مبتنی بر فیبر سینگل مود بازی می‌کند. پدیده‌های فیزیکی مختلفی وضعیت قطبش نور را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این پدیده‌ها شامل چرخش فارادی، الکتروبراسیون، اثر الکترواپتیک و اثر فوتو الاستیک می‌شوند. مدولاسیون قطبش همچنین ممکن است توسط تعدادی از شیوه‌های دیگر مثل پیچش مکانیکی یا با اعمال استرس روی فیبر، عرضه شود. می‌توان میدان مغناطیسی، میدان الکتریکی، دما و گونه‌های شیمیایی را بر اساس اثر قطبیت اندازه‌گیری نمود.

۲-۲-۴ حسگرها با مدول طول موج

حسگرهای با مدولاسیون طول موج از تغییرات طول موج نور برای شناسایی استفاده می‌کنند. حسگرهای با مدول طول موج در واقع آنهایی هستند که از گریٹینگ‌های محاط درون فیبرنوری استفاده می‌کنند. گریٹینگ یک ساختار تناوبی است که باعث می‌شود نور یا انرژی الکترومغناطیس ورودی به گونه خاص عمل کند که وابسته به تناوب گریٹینگ است. در بخش دوم این مقاله در مورد حسگرهای مبتنی بر گریٹینگ فیبر مطالبی ارائه خواهد شد.

حسگرهای فیبرنوری انعکاسی مبتنی بر شدت، نمایانگر حسگرهای اولیه، رو به جلو و شاید با بیشترین استفاده هستند. حسگر مبتنی بر شدت نیازمند نور بیشتری است و در نتیجه معمولاً از فیبرهای مولتی مود با هسته بزرگ استفاده می‌کند. محبوبیت این حسگرها مرتبط با تنظیمات ساده آنها، هزینه پایین ساخت، احتمال چند برابر شدن، نیرومندی و انعطاف‌پذیری است زیرا هیچ جزء یا فیبر خاصی مورد نیاز نیستند بجز یک منبع ثابت نوری، یک دکتور نور و البته واحد پردازش سیگنال.

به هر حال، با اضافه کردن اجزای مناسب به ساختمان این حسگرها، عملکرد می‌تواند بهبود یابد و سنجش در نقاط متعدد ممکن شود. حسگرهای فیبرنوری مبتنی بر شدت دارای یک سری محدودیت‌هایی برای اندازه‌گیری هستند که به علت اتلاف‌های مختلف در سیستم تحمیل شده‌اند و ارتباطی به اثر محیطی که بایستی اندازه‌گیری شوند ندارند. منابع خطای احتمالی شامل اتلاف‌های مختلفی به واسطه اتصالات و شکاف‌ها، اتلاف ریزخم‌ها، اتلاف خم‌های ماکر، زوال فیبر نوری و عدم تطبیق منابع نوری و دکتورها می‌شود. تغییرات شدت منبع نور همچنین ممکن است سبب خوانش و تفسیر اشتباه شود، مگر آنکه از یک سیستم مرجع استفاده شود. FOS با مدولاسیون شدت در تنوع زیادی از سنسورهای درونی و بیرونی یافت می‌شود.

۲-۲-۲ حسگرهای با مدولاسیون فاز

حسگرهای با مدولاسیون فاز از تغییرات در فاز نور برای شناسایی استفاده می‌کنند. مبنای جذابیت مدولاسیون فاز نوری، حساسیت داخلی بالای آن به تغییرات محیطی است، به طوری که اندازه‌گیری‌ها با رزولوشن بسیار بالا ممکن باشند. فاز نور عبوری از فیبر توسط تغییرات محیطی مدوله می‌شود. مدولاسیون فاز بعداً به صورت تداخل سنجی، از طریق مقایسه فاز نور در فیبر سیگنال و در فیبرنوری مرجع، شناسایی می‌شود.

در یک تداخل سنج، نور به دو پرتو تقسیم می‌شود، به طوری که یکی از پرتوها در معرض عمل اندازه‌گیری است و متحمل یک تغییر فاز می‌شود و پرتوی دیگر از محیط سنجش ایزوله شده و به عنوان مرجع استفاده می‌شود. هنگامی که پرتوها دوباره ترکیب می‌شوند، با یکدیگر تداخل می‌یابند. این پرتوها برای اندازه‌گیری فشار، چرخش، میدان مغناطیسی و غیره استفاده می‌شوند. حسگرهای تداخلی بر اساس تداخل امواج نوری، به اطلاعات مورد نظر می‌رسند. حسگرهای ماخ زاندر، مایکلسون، ساگاناک، فابری- پرو، قطبش سنجی و تداخل سنج‌های گریٹینگ، از تداخل سنج‌های رایج هستند.

منبع

Design and Development of Fiber Grating Based
Chemical and Bio-Sensors



بازخوانی پرونده کابل خودنگهدار پنج سیمه و شش سیمه (قسمت اول) احتمال پارگی نول در خودنگهدار پنج سیمه

دکتر مهرداد طرفدار حق (دکترای برق - قدرت)، مهندس کریم روشن میلانی (کارشناس ارشد برق - قدرت)

آلیاژ آلومینیوم است. ادعای عدم امکان تأمین آلومینیوم آلیاژی و تعجیل برخی از شرکت‌های توزیع برق کشور برای بکارگیری کابل خودنگهدار به عنوان راهی میان‌بر موجب شد که کابل خودنگهدار شش سیمه در یک مسیر ظاهراً غیرقابل بازگشت بطور گسترده مورد استفاده قرار گیرد.

علیرغم وجود استاندارد مصوب و ابلاغ شده وزارت نیرو (از سال ۱۳۷۵) به شماره ۵۱ تحت عنوان "استاندارد کابل‌های مورد استفاده در شبکه‌های توزیع"، جلد دوم: استاندارد کابل‌های فشار ضعیف توزیع، پیوست پ: کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف، که در بند پ-۴ آن به سیم نگهدارنده کابل بصورت آلیاژ آلومینیوم، تأکید شده بود، عدم آگاهی متولیان خرید و یا فرار از انجام تعهد کابل سازان برای تهیه سیم آلیاژی، موجب نادیده گرفته شدن استاندارد مذکور شد. نهایتاً خودنگهدار شش سیمه با استفاده از مسنجر فولادی جدا، پیشنهاد شده و متأسفانه مورد قبول مجموعه بهره‌برداری وزارت نیرو قرار گرفت.

در ارتباط با تأیید سایر مراجع ذیصلاح می‌توان به مجله‌های شماره ۱۳۲۲۱-۱ الی ۱۳۲۲۱-۴ سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران اشاره نمود که بر اساس کابل خودنگهدار پنج سیمه به تهیه و تصویب رسیده و لازم‌الاجرا است. همچنین ابلاغیه مدیریت محترم عامل وقت شرکت توانیر طی نامه شماره ۱۱/۲۶۲۰ مورخ ۱۳۹۰/۵/۲۷ بکارگیری خودنگهدار پنج سیمه را الزامی نموده است.

در مورخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۹ ریاست محترم وقت پژوهشگاه برق پژوهشگاه نیرو طی نامه شماره ۹۳/۷۲۲۳۵/۷۰۰ به معاونت محترم هماهنگی توزیع شرکت توانیر نامه‌ای در مقام حکم و قضاوت و مقایسه دو نوع کابل خودنگهدار پنج و شش سیمه با موضوع اعلام نظر در مورد کابل خودنگهدار فشار ضعیف نگهدارنده مشترک و نوع با نول و نگهدارنده مجزا نوشته و در آن با توجه به وجود استاندارد اروپائی HD626 برای خودنگهدار پنج سیمه و عدم وجود استاندارد جهانی یا منطقه‌ای برای خودنگهدار شش سیمه، خودنگهدار پنج سیمه را به شرط استفاده از یراق آلات و سیستم ارت پیشنهاد نمود. "دستورالعمل تعیین مشخصات فنی و الزامات کابل خودنگهدار

شبهات بکارگیری کابل خودنگهدار شش سیمه مانند مسائل مرتبط با ایمنی، برخورد صاعقه، عدم هماهنگی مکانیکی بین کابل و یراق‌آلات و پایه‌ها، اندوختن زیاد و نامتعادل، وزن و فلش زیاد، عدم امکان استفاده از استانداردها و تجربیات سایر کشورها و به قوت خود باقی بوده و اساساً لاینحل هستند. استفاده از کابل خودنگهدار شش سیمه، در مقطعی از زمان و بدون استانداردهای لازم، متأسفانه به صورت موقت در قالب یک دستورالعمل خرید کالا توصیه گردید. تنها کشوری که از این نوع کابل استفاده می‌کند ایران است. بکارگیری کابل مذکور نشانه یک انحراف مهندسی در ایران است. امید است مدیریت جدید توانیر و وزارت نیرو هرچه سریعتر به شبهات بکارگیری کابل خودنگهدار شش سیمه که بر اساس دلایل غیر فنی و علمی بوده است پایان داده و بکارگیری کابل خودنگهدار پنج سیمه را الزامی نمایند. این مقاله به بازخوانی پرونده مقایسه دو کابل پنج و شش سیمه می‌پردازد تا مدیران مذکور این تصمیم‌گیری را با اطمینان بیشتر انجام دهند. اولین مقاله مقایسه‌ای کابل خودنگهدار پنج و شش سیمه در کشور، مرجع [۱] است. مقاله حاضر نکاتی جدید و یا با نگرشی متفاوت از مرجع [۱] را ارائه می‌کند. نویسندگان قصد دارند با انتشار مجموعه‌ای از مقالات، به شبهات موجود در سطح کشور پاسخ دهند تا موجبات حذف خودنگهدار شش سیمه فراهم گردد. مقاله حاضر به موضوع احتمال پارگی سیم نول در خودنگهدار پنج سیمه پرداخته و مبحث استحکام کششی دو نوع کابل خودنگهدار مورد بحث را تبیین می‌کند.

بکارگیری کابل خودنگهدار شش سیمه توسط دستورالعمل تعیین الزامات، معیارهای ارزیابی فنی و آزمون‌های کابل‌های خودنگهدار فشار ضعیف شش سیمه که در دی ماه ۱۳۸۷ توسط معاونت هماهنگی توزیع و با حضور و نظرات کارشناسی نویسندگان این مقاله تهیه شد، رسمیت یافت. جالب اینکه دستورالعمل مذکور به مدت یکسال به صورت آزمایشی ابلاغ گردید و در صفحه اول آن توصیه شد که در صورت امکان تهیه هادی آلومینیوم آلیاژی از کابل خودنگهدار پنج سیمه استفاده شود که دارای نول و مسنجر مشترک

بکارگیری کابل خودنگهدار شش سیمه به تدوین فقط چند آزمون محدود نمی‌شود. مثلاً ضخامت عایق سیم فولادی چگونه مشخص شده است؟ مقدار گشتاور پیچ سربرنده کلمپهای دنداندار سیم فولادی چقدر است؟ جنس کلمپهای سیم فولادی و شکل دندانها و میزان استاندارد عمق فرورفتن آنها در فولاد چقدر است؟ کلمپهای کششی خودنگهدار شش سیمه دارای چه ساختاری بوده و چند درصد حداکثر قدرت کشش (MBL) سیم فولادی را باید تحمل کنند؟ چگونه فیوز مکانیکی (Weak Link) ها در این نوع از کابل شکل می‌گیرد؟ نحوه استخراج مقادیر اجباری چسبندگی عایق بر روی فولاد با سطح مقطع ۱۶ و یا ۲۵ میلی‌متر مربع چگونه است؟ آزمون میزان انقباض و انبساط عایق و فولاد بر اثر اعمال بارهای باد و یخ و تغییرات دمای محیط چگونه است؟ آزمون ولتاژ و یا ایستادگی ولتاژ ضربه چگونه انجام می‌شود؟ چرا باید از XLPE به عنوان عایق سیم فولادی استفاده کرد؟ آزمون سوراخ شدگی چگونه انجام خواهد شد؟ رفتار رشته نول نگهدارنده تحت تنش‌های ترکیبی مکانیکی گرمایی چگونه خواهد بود؟ با توجه به اینکه در HD 626 فقط برای مقاطع ۵۰ و ۷۰ میزان چسبندگی عایق بر روی مسنجر داده شده است تکلیف خودنگهدار شش سیمه با مسنجر ۱۶ و یا ۲۵ چیست؟ گام پیچش معادل ۲۲ تا ۲۸ برابر قطر تمام شده کابل خودنگهدار مخصوص نوع استاندارد پنج سیمه بوده و مقداری برای آن در نوع شش سیمه تدوین نشده است. کابل خودنگهدار شش سیمه که در آن سطح مقطع هادیهای فاز و نول با هم مساوی هستند، کاملاً مشابه ساختار یک کابل خودنگهدار دارای استاندارد بین‌المللی به نام کابل خودنگهدار Four-Core است. کابل مذکور در بسیاری از کشورهای دنیا استفاده شده و دارای محاسبات، آزمونها و یراق آلات خاص خود است. این نوع کابل اساساً دارای کلمپ انتهایی چهار سوراخه برای کشیده شدن هر چهار سیم می‌باشد. کابل خودنگهدار Four-Core فاقد سیم فولادی است اما مطابق تمامی استانداردهای موجود از نظر مکانیکی کاملاً پاسخگو است. در واقع خودنگهدار شش سیمه مورد استفاده در ایران اساساً نیازی به سیم فولادی نداشته و پنج هادی باقیمانده، استحکام کششی لازم را فراهم می‌کند. به عنوان مثال، در صورتیکه کوچکترین اندازه کابل خودنگهدار شش سیمه پیشنهادی دستورالعمل مذکور که دارای هادی‌های ۱۶ + ۱۶ + ۲۵ + ۲۵ × ۳ است را در نظر بگیریم و سیم فولادی آن را حذف کنیم، استحکام کششی بقیه پنج رشته آلومینیومی باقیمانده با در نظر گرفتن MPA 160 استحکام کششی رشته‌های آلومینیومی معادل ۱۸۵۶۰ نیوتن بر مترمربع یعنی معادل ۱۸۹۱ کیلوگرم نیرو

فشارضعیف شش رشته سه فاز و فشارضعیف تکفاز" اقتباسی از استاندارد کابل‌های خودنگهدار پنج و چهارسیمه (Four Core) است که در بسیاری از موارد و آزمون‌ها، اعداد و ارقام و روشهای اشتباهی را ارائه می‌کند. به خصوص تقریباً تمامی آزمونهای مرتبط با سیم مسنجر روکش دار کابل خودنگهدار شش سیمه بدون دقت کافی، از چند استاندارد برداشت شده است. گاه تصور می‌شود که چون اجزای کابل خودنگهدار فشار ضعیف از نوع شش سیمه از استاندارد ملی و بین‌المللی تبعیت می‌نماید لذا کابل خودنگهدار شش سیمه غیر استاندارد نیست. باید توجه داشت که وجود استاندارد برای اجزای کابل خودنگهدار شش سیمه شامل هادیهای آلومینیومی، نگهدارنده فولادی و عایق آن نشانگر وجود استاندارد برای خودنگهدار شش سیمه نیست. اگر چنین امری صادق است چرا آزمایشات الکتریکی، مکانیکی و حرارتی ویژه کابل خودنگهدار (به‌صورت یک مجموعه) در استانداردهای ملی و بین‌المللی (برای خودنگهدار پنج سیمه استاندارد) پیش‌بینی شده است؟

با توجه به اینکه کابل خودنگهدار شش سیمه مختص ایران است لذا در تدوین استانداردهای آن نمی‌توان از تجربیات سایر کشورها استفاده نمود. تصمیم‌گیری در مورد اینکه انجام کدام یک از آزمون‌های اختصاصی رشته نول نگهدارنده در استانداردهای نوع پنج رشته در مورد رشته فولادی نگهدارنده نوع شش رشته ضرورت دارد و همچنین، تعیین پارامترها و معیارهای مربوطه آزمون، به هیچ روی کار ساده‌ای نیست. علت این است که اولاً نوع و میزان تنش‌های الکتریکی، مکانیکی و حرارتی رشته نگهدارنده در انواع پنج و شش رشته، کاملاً متفاوت بوده و ثانیاً تدوین روش و معیار آزمون‌ها توسط کمیته‌های تدوین استاندارد جهانی یا منطقه‌ای در طول سالیان متمادی بر اساس تجارب میدانی و دانش متخصصین، به سطح حاضر رسیده این در حالی است که چنین پشتوانه تجربی و علمی در مورد نوع شش رشته در ایران وجود ندارد. حتی در مورد کابل خودنگهدار پنج رشته نیز هنوز موارد غیر قطعی در استانداردهای معتبر دیده می‌شود. به طور مثال در مورد شرایط یا معیارهای برخی آزمون‌های مقطعی از رشته نول نگهدارنده آلیاژی در استاندارد اروپایی HD 626 از عبارات "Under consideration" یا "Provisional value" استفاده شده و این موضوع نشان‌گر این است که استانداردهای انواع متداول کابل خودنگهدار فشار ضعیف نیز در حال حاضر با ابهاماتی همراه است. لذا بدیهی است که استاندارد نوع شش سیمه در داخل کشور نیز اصولاً باید با شدت بیشتری با این مسائل روبرو باشد اما حسب ظاهر مشکلی در این خصوص وجود ندارد.



(و حتی روشهای نصب) نیست. مطابق استاندارد، کلمپ کششی که عهده‌دار نگهداری سیم نول و مسنجر مشترک در کابل خودنگهدار پنج سیمه است، دارای حداکثر قدرت کششی Maximum Breaking Load (MBL) ۹۰٪ است. در واقع کلمپ کششی به عنوان فیوز مکانیکی (Weak Link) عمل نموده و قبل از پاره شدن نول، آن را رها می‌کند. لازم به ذکر است چنین شرایطی صرفاً در مواردی که نیروی عمود بر امتداد کابل به صورت ممتد تا حد پارگی (مانند برخورد احتمالی کامیون با کابل خودنگهدار) وارد شود قابل طرح است. تحت شرایط عادی بارگذاری مکانیکی، کشش کابل‌های خودنگهدار پنج سیمه بسیار کمتر از حد کشش نهایی آنها بوده و هیچ نگرانی از قطع نول و نگهدارنده وجود ندارد. همچنین در صورت بروز اتفاقاتی مانند افتادن پایه‌ها و یا کشش غیرعادی کابل خودنگهدار (مثلاً توسط کامیون یا ...) با توجه به اینکه حداکثر استحکام کلمپ‌های کششی "استاندارد" ۹۰٪ استحکام نول و نگهدارنده آلیاژی است، کلمپ مذکور، کابل را رها کرده و در نتیجه بارگذاری بر روی نول وجود نخواهد داشت. با توجه به توضیحات فوق، نگرانی از احتمال قطع نول، غیر قابل قبول بوده و فاقد پایه و اساس علمی است. این امر دلیل عدم نیاز به بکارگیری فولاد در ساختار خودنگهدار در کشورهای مختلف دنیا بوده است.

۳- بیش از یک دهه از استفاده از کابل خودنگهدار پنج سیمه در چند شرکت توزیع برق پیشرو کشور می‌گذرد. مطابق اطلاع نویسندگان مقاله تا به حال حتی یک مورد پارگی سیم نول- مسنجر آلیاژی به دلیل بارگذاری مکانیکی کابل خودنگهدار گزارش نشده است.

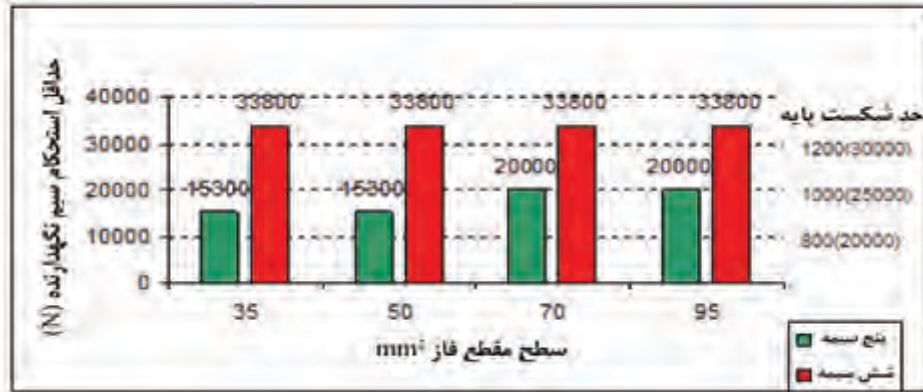
۴- شکل زیر که مبتنی بر عدد و رقم است نشان می‌دهد که خودنگهدار شش سیمه در صورت کشیده شدن موجب افتادن تمامی پایه‌های استاندارد ایران می‌شود. خودنگهدار پنج سیمه در صورت کشیده شدن موجب افتادن پایه‌های ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ نمی‌شود. کابل خودنگهدار پنج سیمه دارای نول و مسنجر ۳۵ و ۵۰ میلی‌متر مربع حتی موجب افتادن پایه ۸۰۰ نیز نمی‌شود و در بدترین شرایط کابل‌های خودنگهدار ۷۰ و ۹۵ دارای استقامت مکانیکی مساوی حد استاندارد پایه ۸۰۰ هستند. باید توجه داشت که از پایه ۴۰۰ به عنوان پایه کششی استفاده نمی‌شود.

به نظر می‌رسد حمایت‌های شرکت توانیر و معاونت هماهنگی توزیع از تولید ملی و ساخت داخل کابل‌های خودنگهدار پنج سیمه و

خواهد بود که حتی بیشتر از قدرت اسمی پایه ۱۲۰۰ است! و مشاهده می‌شود که اصلاً نیازی به سیم فولادی نیست. این درحالیست که استحکام کششی سیم فولادی کابل خودنگهدار شش سیمه در دستورالعمل مذکور، به تنهائی معادل ۲۱۳۵۰ کیلوگرم نیرو است! از طرف دیگر با توجه به نتایج محاسبات مکانیکی، هادیها دارای فلش می‌باشند و این امر موجب کاهش نیروی کششی وارد بر آنها می‌شود لذا ملاحظه می‌شود که خودنگهدار شش سیمه از نظر مکانیکی دارای ساختاری غیر فنی بوده و استحکام کششی آن به صورت غیرمهندسی و بسیار بیشتر از مقدار مورد نیاز در نظر گرفته شده است. مسائل فوق در مورد سایر اندازه‌های بزرگتر کابل خودنگهدار شش سیمه بسیار حادتر می‌باشد. استحکام بیشتر سیم فولادی نسبت به قدرت اسمی پایه‌ها در طی سالهای گذشته باعث شکسته شدن سر پایه‌های شبکه‌های موجود شده‌اند. بطوریکه فقط در یک مورد گزارش مرکز دیسپاچینگ توزیع استان مرکزی (اراک) کامیون حامل بار در هنگام دور زدن در جاده کمربندی جنوبی شهر اراک (سال ۱۳۸۹) با کابل خودنگهدار شش سیمه کشیده شده در وسط بلوار گیر کرده و باعث شکستن متوالی پنج پایه شبکه توزیع شده است. این حد تحمل بالا بیشتر از مقادیر متداول و استاندارد شده از نظر تحمل حد نیروی تجهیزات شبکه‌های توزیع از جمله کلمپ‌های کششی نیز می‌باشد. از طرف دیگر، احتمال پارگی سیم نول در خودنگهدار پنج سیمه به دلایل زیر قابل قبول نیست:

۱- حین اجرای شبکه‌های هوایی لازم است رژیم‌های بارگذاری و محاسبات مکانیکی انجام شده و مقادیر فلش و کشش حین نصب رعایت گردند. این موضوع ربطی به نوع شبکه هوایی نداشته و برای تمامی انواع شبکه‌ها باید رعایت شود. با افزایش فلش، کشش به حد مورد نیاز کاهش می‌یابد. استحکام کششی سیم نول و مسنجر مشترک آلیاژی کابل‌های خودنگهدار ۵ سیمه با توجه به نوع کابل، ۱۵۳۰۰ یا ۲۰۰۰۰ نیوتن است. به فرض استفاده از بزرگترین پایه کششی ایران با قدرت ۱۲۰۰ کیلوگرم نیرو و حتی با فرض بارگذاری حداکثر یعنی همان ۱۲۰۰ کیلوگرم نیرو که تقریباً معادل ۱۲۰۰۰ نیوتن است (یعنی بدون هیچ ضریب اطمینانی که چنین شرایطی اساساً مورد استفاده ندارد)، نیروی وارد به کوچکترین سیم نول و مسنجر مشترک آلیاژی کابل خودنگهدار پنج سیمه کمتر از حد استحکام سیم مذکور (یعنی ۱۵۳۰۰ نیوتن) است بنابراین احتمال پاره شدن نول تحت شرایط بارگذاری عادی وجود ندارد.

۲- استاندارد کابل خودنگهدار، جدا از استاندارد یراق آلات آن



شکل ۱. مقایسه نیروی وارده بر پایه

آلومینیوم غیرآلیاژی تأمین می‌شود (نوع شش رشته) را انتخاب نموده و تولید و عرضه نمودند. هم اکنون با توجه به راه‌اندازی کارخانه‌های تولید آلومینیوم آلیاژی در کشور، گشایش بازارهای منطقه، دلایل مذکور در مرجع [۱]، کاهش شدت نیاز به نصب شبکه‌های کابل خودنگهدار جدید و مطالب مقاله حاضر (و مجموعه مقالات آتی) لازم است بازبینی قاطع در بکارگیری کابل خودنگهدار شش سیمه به عمل آمده و حداقل از توسعه آن در شبکه‌های جدید جلوگیری به عمل آید.

[۱] "مقایسه کابل خودنگهدار پنج و شش سیمه"، مهرداد طرفدارحق، کریم روشن میلانی، هیجدهمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق، اردیبهشت ۹۲، کرمانشاه

تشکیل جلسات لازم با سندیکای آلومینیوم و انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل برای برگشت به استاندارد جهانی نه تنها امکان صادرات را برای صنایع کابل کشور فراهم می‌آورد بلکه دست سودجویان و تولیدات غیر استاندارد را هم خواهد بست، این فرآیند با اعلان عمومی اجباری شدن تولید کابل خودنگهدار پنج سیمه بر اساس استاندارد به مراتب گسترده‌تر نیز خواهد شد.

علت اصلی فراگیر شدن تولید و مصرف خودنگهدار شش سیمه در یک مقطع زمانی در کشور، عدم توانایی تأمین راد آلومینیوم آلیاژی توسط تولیدکنندگان سیم و کابل داخلی بوده که با توجه به نیاز روزافزون به این محصول، تولیدکنندگان، سهل‌الوصول‌ترین ساختمان برای این نوع کابل را که در آن استحکام مکانیکی مجموعه، توسط سیم فولادی و هدایت الکتریکی توسط هادی‌های

بازرگانی فلزات غیر آهنی

(نیکل ، قلع ، سرب ، روی ، مس ، آلومینیوم و انواع مسترالوی)

تلفکس : ۲۲۶۵۸۴۱۸-۲۲۶۵۸۲۸۰-۲۲۰۲۳۵۸۱

شماره ثبت : ۳۵۳۳۵



پارامترها و چالشهای اندازه گیری مقاومت الکتریکی عایقها در صنعت سیم و کابل

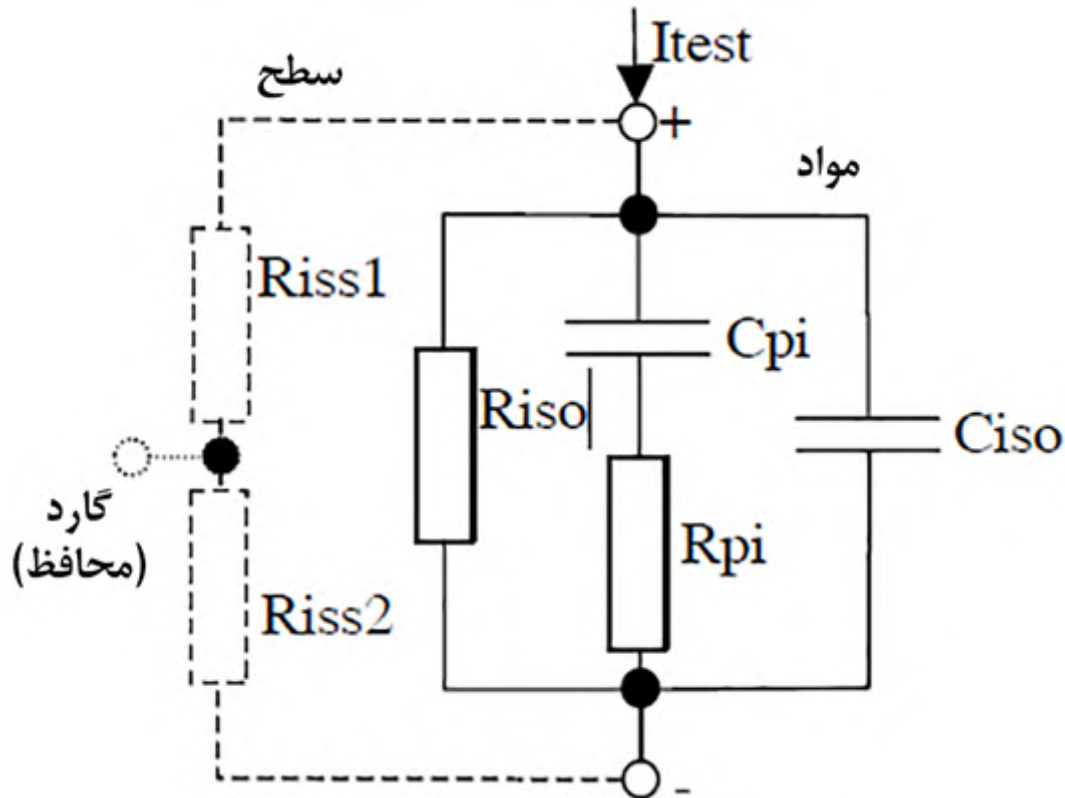
تألیف: مهندس حمید اوجاق فقیهی (کارشناس ارشد برق - قدرت)

مقدمه

مواد عایقی بخش مهمی از هر محصول الکتریکی هستند. خواص مواد عایقی تنها به جنس آنها بستگی نداشته بلکه به دما، آلودگی، رطوبت، پیری، فشارهای الکتریکی و مکانیکی و ... نیز وابسته است. برای تضمین ایمنی و اطمینان از عملکرد خوب در شرایط کاری، نگهداری و آزمایش مرتب مواد عایقی، ضروری می باشد. معمولاً روشهای آزمایشی ولتاژ بالا برای آزمایش مواد عایقی به کار برده می شود. مقاومت عایقی عموماً بخشی از یک معادله ریاضی است که این بخش خارج قسمت تقسیم ولتاژ مستقیم اعمال شده بر جریان ورودی در مقدار اندازه گیری شده معین از زمان شروع اعمال ولتاژ می باشد.

سیستم عایق بندی در یک کابل

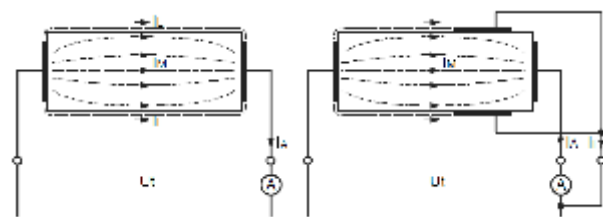
- ۱- سیستم عایق یک کابل از بخشهای مختلف زیر تشکیل شده است:
 - ۲- عایق بین هر هادی فاز و شیلد یا آرمور کابل
 - ۳- عایق بین هر هادی فاز با هادی فازهای دیگر
 - ۴- عایق بین شیلد فلزی و یا آرمور کابل با زمین
 - ۵- لایه های عایقی مختلف در سر کابلها و مفصلهای متصل به یک کابل
- در این مدار پارامترهای جریان، مقاومت و خازن به صورت زیر بیان می گردند:
- Riss1 و Riss2 : مقاومت سطح (موقعیت اتصال به گارد محافظ)



شکل ۱. مدار معادل الکتریکی عایق در اندازه گیری مقاومت عایقی

ترمینال گارد یا محافظ:

هدف ترمینال GUARD هدایت جریانهای احتمالی نشت و جریانهای سطحی می باشد که در نتیجه عایق بندی نامناسب، آلودگی سطح و رطوبت به وجود می آید و در اندازه گیری جریان اصلی دخالت می کنند. در نتیجه مقاومت عایق تحت تأثیر این جریان می باشد. شکل زیر نحوه عملکرد ترمینال گارد را نشان می دهد.

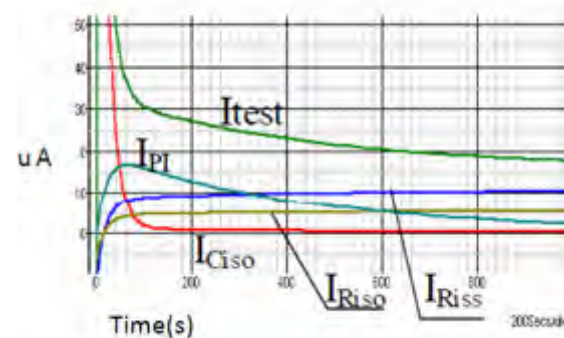


Riso : مقاومت عایق واقعی مواد

Ciso : ظرفیت خازنی عایق

Cpi ، Rpi : اثرات قطبش را نشان می دهد (در ادامه اشاره خواهد شد).

عبور جریان مستقیم از عایق، منجر به جاری شدن جریانهای مختلف در مدار عایق می شود. شکل زیر انواع این جریانها را نشان می دهد.



شکل ۲. نمودار جریانهای ایجاد شده در عایق در اندازه گیری مقاومت الکتریکی عایق

$I_{test} = I_{PI} + I_{RISO} + I_{RISS}$ = جریان تست کلی

I_{PI} = جریان جذب یا جریان قطبی شدن:

یکی از مؤلفه های جریان عبوری از عایق، تحت شرایطی است که به آن ولتاژ اعمال شده باشد. این مؤلفه جریانی ناشی از پدیده

قطبی شدن مولکولهای عایق بوده و از لحظه اعمال ولتاژ با گذشت زمان از یک مقدار نسبتاً بزرگ به سمت صفر کاهش می یابد. مقدار این مؤلفه به نوع و شرایط عایق بستگی دارد.

IRISO = جریان عایق واقعی

IRISS = جریان نشت سطح:

همانگونه که اشاره این جریان در نتیجه عایق بندی نامناسب، آلودگی سطح و رطوبت به وجود می آید و در اندازه گیری جریان اصلی دخالت می کند.

مشکلات اولیه اندازه گیری مقاومت های بزرگ و روش حل آن

یکی از مهم ترین کاربردهای اندازه گیری مقاومت های بزرگ، اندازه گیری مقاومت عایقها است. هر ماده عایق علاوه بر خاصیت مقاومتی، دارای خاصیت خازنی نیز هست، چون هر گاه یک ماده عایق بین دو جسم رسانا قرار گیرد تشکیل خازن می دهد. بنابراین هنگام اندازه گیری مقاومت عایق، ظرفیت خازنی ماده عایق در جریان عبوری از ماده تأثیر می گذارد و در نهایت مقدار واقعی مقاومت عایق به دست نمی آید. بنابراین در اندازه گیری مقاومت عایقها همواره با این دو چالش روبرو هستیم:

۱- جریان دشوارژ یا تخلیه (جریان خازنی)

پس از برداشتن پتانسیل مستقیم مؤثر و تأمین جریان دشوارژ تخلیه مناسب و کافی، جریان دشوارژی آشکار خواهد شد که شامل ۲ قسمت زیر می باشد:

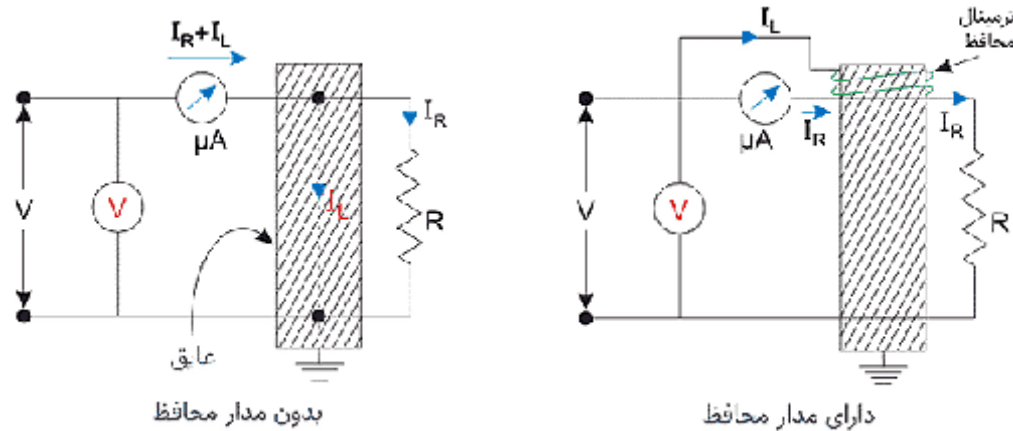
الف: جریان دشوارژ خازنی که تقریباً به طور آنی ضعیف شده و به مقاومت دشوارژ تخلیه بستگی دارد.

ب: جریان دشوارژ جذبی که از یک مقدار اولیه بالا تا نزدیک به صفر سقوط می کند، مانند آنچه که در جریان جذبی رخ می دهد.

۲- جریان نشتی

در نقاط مختلف مدار، از لحاظ اندازه با جریانی که برای اندازه گیری از آن استفاده می کنیم قابل مقایسه خواهد بود و موجب بروز خطاهای بزرگ خواهد شد.

بنابراین برای حل کردن مسئله جریانهای نشتی و جریانهای خازنی، از یک مدار محافظ استفاده می کنیم. هدف از مدار محافظ این است که جریان نشتی (IL) را توسط یک مسیر فرعی منحرف کنیم تا جریان مقاومتی اصلی اندازه گیری شود.



شکل ۳. دو حالت مختلف برای اندازه‌گیری مقاومت R توسط ولت‌متر و میکروآمپرمتر که یکی دارای مدار محافظ و دیگری فاقد آن است

شاخص قطبی سازی یا پلاریزاسیون

شاخص قطبی سازی یا پلاریزاسیون معیاری است برای ارزیابی کیفیت یک عایق. در کابل سالم مقدار مقاومت عایقی آن با شروع آزمون و اعمال ولتاژ به کابل با گذشت زمان همواره مقداری افزایشی یا ثابت (در طی بازه زمانی آزمون) خواهد داشت با فرض اینکه دمای عایق کابل طی فرآیند آزمون ثابت باشد. در صورتیکه مقاومت عایقی کاهش یابد یا به شکل ناپایداری تغییر کند، عایق کابل در وضعیت نامناسبی قرار دارد.

آزمایش مقاومت عایقی برحسب زمان یکی از رایج‌ترین و اساسی‌ترین تست تشخیص عایقی مواد است. در طول مدت انجام آزمایش یعنی وقتی که دستگاه میگر را به تجهیز وصل نموده و آزمایش را شروع می‌کنیم در واقع ولتاژ و جریان کوچک برقرار شده و در طول مدت آزمون آن تجهیز در حال شارژ قرار می‌گیرد و جریان کوچکی در آن بوجود می‌آید. در ابتدا جریان زیاد و در ادامه که ساختار عایق به حالت تعادل خود می‌رسد این جریان میرا می‌شود و جریان دیگری که ما آن را به عنوان جریان نشستی می‌شناسیم نیز برقرار است که توسط مواد ناخالص و یا رطوبت و یا فرسودگی عایق ایجاد می‌شود و یک جریان مدت دار خواهد بود. این آزمون که برای مواد عایق جامد انجام می‌شود به آزمون PI (اندیس یا اندیکس پلاریزاسیون) معروف است که در آن ما دو مقدار مقاومت در زمانهای ۱ دقیقه و ۱۰ دقیقه مقادیر را ثبت می‌نماییم. از تقسیم مقدار مقاومت در زمان دوم به زمان اول یک نتیجه عددی بدست می‌آید که مستقل از هر آیتیم دیگری حتی دمای عایق خواهد بود.

شکل ۳ دو حالت مختلف برای اندازه‌گیری مقاومت R توسط ولت‌متر و میکروآمپرمتر را نشان می‌دهد که یکی دارای مدار محافظ و دیگری فاقد آن است.

بنابراین هدف از ترمینال محافظ (Guard Terminal) این است که جریان نشستی که در سطح ماده عایق جریان پیدا می‌کند و موجب بروز خطا می‌شود، یک مسیر فرعی برای خود پیدا کند. پارامترهای مؤثر در اندازه‌گیری مقاومت عایقی با دستگاه میگر شاخص قطبی سازی PI^۱

نسبت جذب دی الکتریک DAR^۲

نسبت تخلیه دی الکتریک DD^۳

در آزمون میگر علت اعمال ولتاژ بزرگ DC یکی آن است که دیگر مؤلفه‌های ولتاژ AC را ندارد و وجود امپدانس در آن تأثیرگذار نیست و دیگر آنکه ما به دنبال سنجش استقامت الکتریکی هستیم لذا انتظار ما این است که هیچ مسیر جریانی وجود ندارد و ما با اعمال ولتاژ می‌خواهیم که یک مسیر جریانی (بسیار بسیار کوچک) در سطح ولتاژ شکست و یا جریان نشستی پدید آید. هنگام اعمال ولتاژ به یک عایق ما دو جریان خواهیم داشت جریان حقیقی که از سطح و خود عایق عبور می‌کند و جریان دیگر همان جریان قطبیت مولکولها و تشکیل دو قطبی‌ها خواهد بود و از آنجا که یک عایق در لحظه اول اعمال ولتاژ همانند یک خازن عمل می‌کند لذا در لحظه اول اعمال ولتاژ نامی به این تجهیزات، قسمتهایی که ظرفیت خازنی کمتری دارند آسیب‌پذیر خواهند بود و جریان از آنها عبور می‌کند تا زمانی که این مواد عایق همانند خازن شارژ شده و به صورت مدار باز در آیند و دیگر در آنها جریانی به وجود نیاید. جهت اطمینان از زمان شارژ این مواد و بررسی بیشتر، زمان اعمال ولتاژ بیشتر شده و با بررسی نسبت آنها به روند خوب یا بد بودن عایق پی می‌بریم.

جدول ۲. مقادیر قابل پذیرش PI در انداز گیری مقاومت عایقها (بررسی کیفیت عایق)

نتیجه	PI
غیر قابل قبول (عایق فرسوده)	۱ تا ۱/۵
قابل قبول	۲ تا ۴
عایقهای با مقاومت عایقی بسیار بالا (عایقهای مدرن)	۱

آزمون تخلیه دی الکتریک

آزمون تخلیه دی الکتریک بعد از انجام آزمون مقاومت عایقی صورت می گیرد. ولتاژی در مدت زمان حدود ۳ دقیقه به عایق اعمال می شود و سپس تخلیه می گردد. بعد از یک دقیقه میزان جریان جذبی اندازه گیری می شود. در پایان فرآیند، انجام هر آزمون بر روی کابل، تمامی هادیهای فلزی آن باید تا زمانیکه همه انرژی شارژ شده در آن به صورت خازنی و یا جذبی تخلیه نشده است، به یک سیستم زمین به صورت ایمن و پایدار اتصال یابند. زمان دشارژ در کابلها مختلف با توجه به طول و سطح ولتاژ آن متفاوت است اما به طور تجربی این زمان معمولاً بین ۱۰ ثانیه تا ۱ دقیقه است در این مدت تمام هادیهای کابل باید به صورت مستقیم زمین شده باشند. باید در نظر داشت در صورتیکه پیش از آزمون کابل کاملاً دشارژ نشده باشد، به علت وجود شارژ یا قطبیدگی باقیمانده در عایق کابل، نتایج آزمون با خطا همراه خواهد بود. توجه شود که دشارژ کابل به کمک دستگاه سنجش مقاومت عایقی در صورتیکه این قابلیت را داشته باشد تنها منجر به تخلیه انرژی ذخیره شده در پارامتر خازنی کابل می شود و در نتیجه برای تخلیه انرژی جذبی، کابل برای مدت بیشتری باید به زمین به صورت مستقیم متصل شود. اندیس تخلیه دی الکتریک از رابطه زیر محاسبه می گردد:

$$DD = \frac{Idis \text{ Imin [mA]}}{U [V] \cdot C [F]}$$

Idis Imin: تخلیه جریان (یک دقیقه پس از تخلیه منظم اندازه گیری شده است)

U: ولتاژ آزمون

C: ظرفیت خازنی عایق مورد آزمایش

$$PI = \frac{IR_{t_2}}{IR_{t_1}}, t_2 > t_1$$

در رابطه فوق PI شاخص

پلاریزاسیون کابل، IR_1 و IR_2 مقدار مقاومت عایقی کابل در دمای یکسان بعد از سپری شدن به ترتیب زمان t_1 و t_2 از لحظه شروع آزمون و اعمال ولتاژ به کابل هستند. به عبارت دقیق تر PI برابر است با:

$$PI = \frac{R_{tsc}(10min)}{R_{tsc}(1min)}$$

در هنگام محاسبه IR (1min) باید به ظرفیت خازنی (به دلیل شارژ شدن) عایق توجه داشت. ظرفیت خازنی تقریبی عایق از رابطه زیر تبعیت می کند:

$$C_{max} [1\mu F] = \frac{t [s] - 10^3}{3 \cdot U [V]}$$

U: ولتاژ تست

t: مدت زمان اعمال آن می باشد.

جدول ۱. معیار پذیرش حداقل اندیکس پلاریزاسیون

کلاس حرارتی مجاز	کمینه PI
کلاس A	۱/۵
کلاس B	۲/۰
کلاس F	۲/۰
کلاس H	۲/۰

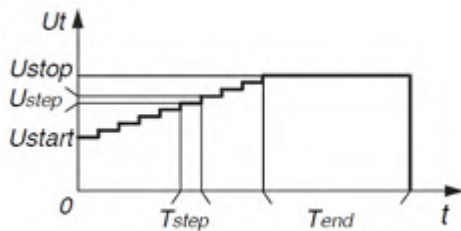


جدول ۳. مقادیر قابل پذیرش DAR

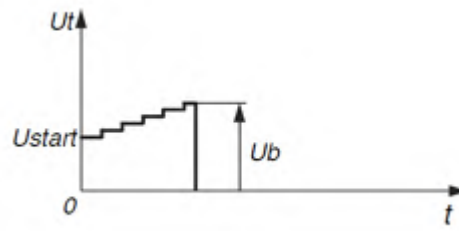
DAR	نتیجه
$< 1/25$	غیر قابل قبول (عایق فرسوده)
$< 1/6$	قابل قبول (خوب)
$> 1/6$	خیلی خوب

تحمل ولتاژ در آزمون میگر

این آزمون عملکرد ولتاژ در برابر عایق را ارائه می‌دهد. در صورت عدم تحمل ولتاژ ممکن است در دستگاه خرابی ایجاد شده باشد باشد یا در عایق شکست الکتریکی رخ داده باشد. در هر دو عملکرد نیاز به تشخیص جریان شکست می‌باشد. ولتاژ تست مرحله به مرحله افزایش می‌یابد. از مرحله قبل تا مقدار Stop در یک زمان از پیش تعریف شده ولتاژ را افزایش می‌دهیم و در نقطه Stop نگه داشته می‌شود.



ارائه ولتاژ آزمون بدون خرابی



ارایه ولتاژ با شکست

شکل ۴. آزمون ولتاژی که مقادیر از پیش تعریف شده است

- U_t : ولتاژ آزمون
- U_{stop} : ولتاژ پایانی آزمون
- U_{step} : مرحله ولتاژ تقریباً ۲۰ ولت (مقدار ثابت - از پیش تعیین نشده)
- U_{start} : ولتاژ آزمون اولیه
- T_{step} : مدت زمان ولتاژ در هر مرحله
- T_{end} : مدت زمان ولتاژ ثابت پس از رسیدن به مقدار نهایی
- t : زمان
- U_b : ولتاژ خرابی

شکل ۴ نشان دهنده آزمون ولتاژ است که مقادیر از پیش تعریف شده است

نسبت جذب دی الکتریک

DAR : نسبت مقادیر مقاومت عایق اندازه گیری پس از ۱۵ ثانیه و بعد از ۱ دقیقه است.
اندازه گیری مقاومت در حال اجرا است و در پایان نسبت DAR به صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$DAR = \frac{R_{15s} (1min)}{R_{60s} (15s)}$$

هنگام تعیین Riso در ۱۵s به ظرفیت خازنی عایق باید توجه شود. در بخش اول (۱۵s) شارژ می‌شود. ظرفیت خازنی تقریبی عایق از رابطه زیر تبعیت می‌کند:

$$C_{max} [\mu F] = \frac{t [s] \cdot 10^3}{3 \cdot U [V]}$$

U ولتاژ آزمون و t مدت زمان اعمال آن می‌باشد.

نتیجه گیری

چندین ساعت زمان افت آن لازم دارد، با کم شدن و افت جریان پلاریزاسیون جریان هدایتی باقی می ماند که همواره مقدار ثابتی دارد. پس در حالت کلی جریان عبوری از عایق با گذشت زمان کم می شود در نتیجه مقاومت عایقی با افزایش زمان افزایش می یابد، اندازه مقاومت عایقی علاوه بر اینکه به پارامترهایی از قبیل شدت، دما و مقدار رطوبت عایق، آلودگی سطح عایق و... وابسته است، به برخی شاخصهای مرتبط با اندازه گیری مقاومت عایقی نیز وابسته است که به تشخیص کیفیت عایق و به ویژه نوع انجام آزمون مقاومت عایقی کمک بسزایی می کند.

مقاومت عایقی به نسبت ولتاژ به جریان عبوری از یک عایق هنگامی که تحت تاثیر ولتاژ dc قرار می گیرد اتلاق می شود، زمانی که یک ولتاژ مستقیم به یک عایق اعمال می شود جریان های مختلف از آن عبور می کند که عبارتند از جریان خازنی، جریان پلاریزاسیون و جریان هدایتی، اندازه گیری مقاومت عایقی و مقاومت های بزرگ با چالشهایی روبرو می باشد که با در نظر گرفتن آنها می توان به نتایج دقیق تری دست یافت. جریان خازنی بسیار سریع افت می کند ولی جریان پلاریزاسیون با توجه به ابعاد عایق گاهی تا

پی نوشت:

1. Piplarization Index
2. Dielectric Absorption Ratio
3. Dielectric Discharge Testing

منابع

- 1-The Complete Guide to Electrical Insulation Testing
- 2-Metrel MI 2077 User Manual
- 3-EN/IEC 60204
- 4-EN/IEC 60335-1
- 6-EN/IEC 60349-1
- 7-EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V basic insulation

شرکت کارخانجات تولیدی شهید قندی سرکار خانم پور آزاد

بدینوسیله درگذشت پدرگرامیتان را به شما و خانواده محترم تسلیت عرض نموده و از خداوند متعال برای آن مرحوم، علودرجات و برای سایر بازماندگان صبر و شکیبایی مسئلت داریم.

هیئت مدیره، دبیر و کارکنان انجمن صنفی کارفرمایی تولید کنندگان سیم و کابل ایران



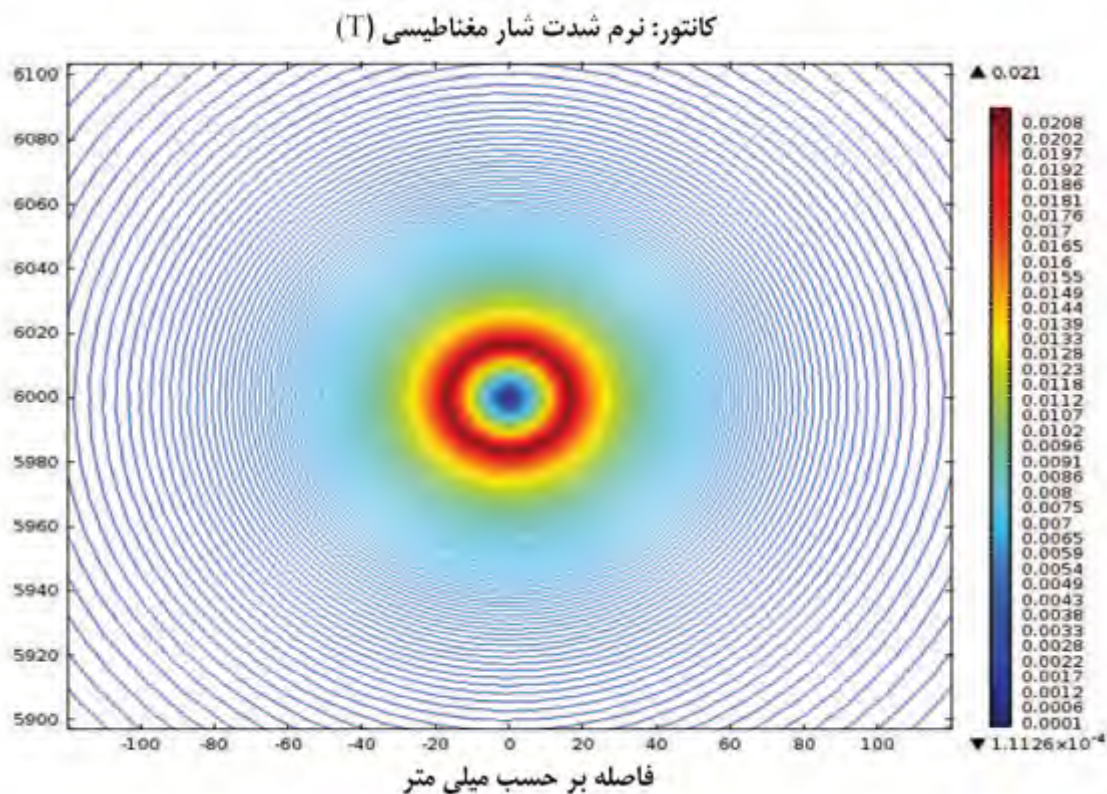
بررسی عملکرد هادی های پر ظرفیت – بخش دوم

ترجمه: مهندس محمد حسین جوکار (کارشناس برق – الکترونیک)

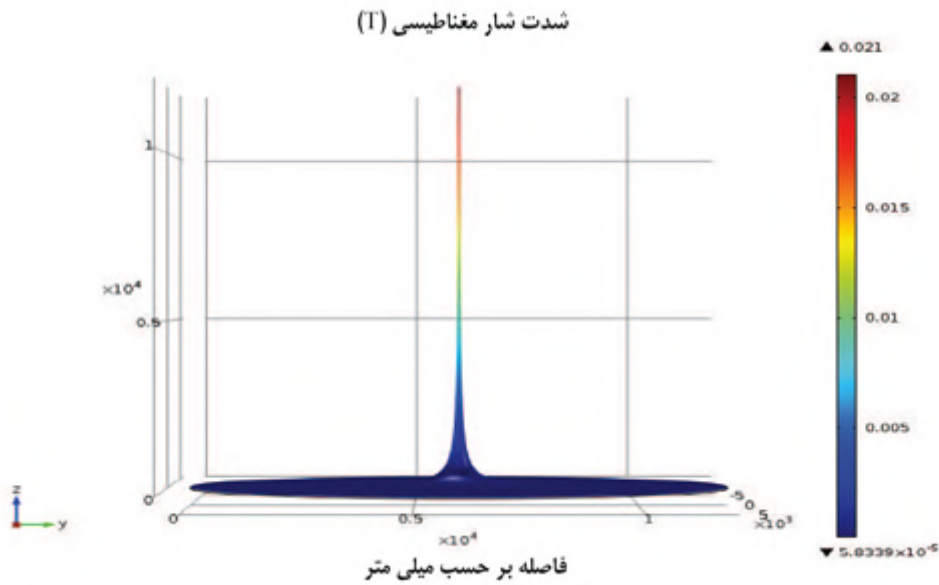
از طریق کل هادی انتقال می یابد و این ناحیه تا ۶ متر در تمامی جهات و عمود بر محور هادی می باشد. خطوط میدان مغناطیسی شبیه سازی شده برای خطوط انتقال با هادی های تکی و دوتایی در شکل های ۷ و ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. نمودار سه بعدی شدت شار میدان مغناطیسی تولید شده روی سطح مقطع هادی های خطوط انتقال تکی و دو تایی به ترتیب در شکل ۸ و ۱۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، شدت میدان های مغناطیسی نزدیک به محور هادی ها بسیار بالا می باشد و این مقدار با فاصله کاهش می یابد.

۵- شبیه سازی میدان مغناطیسی نزدیک هادی های HTLS

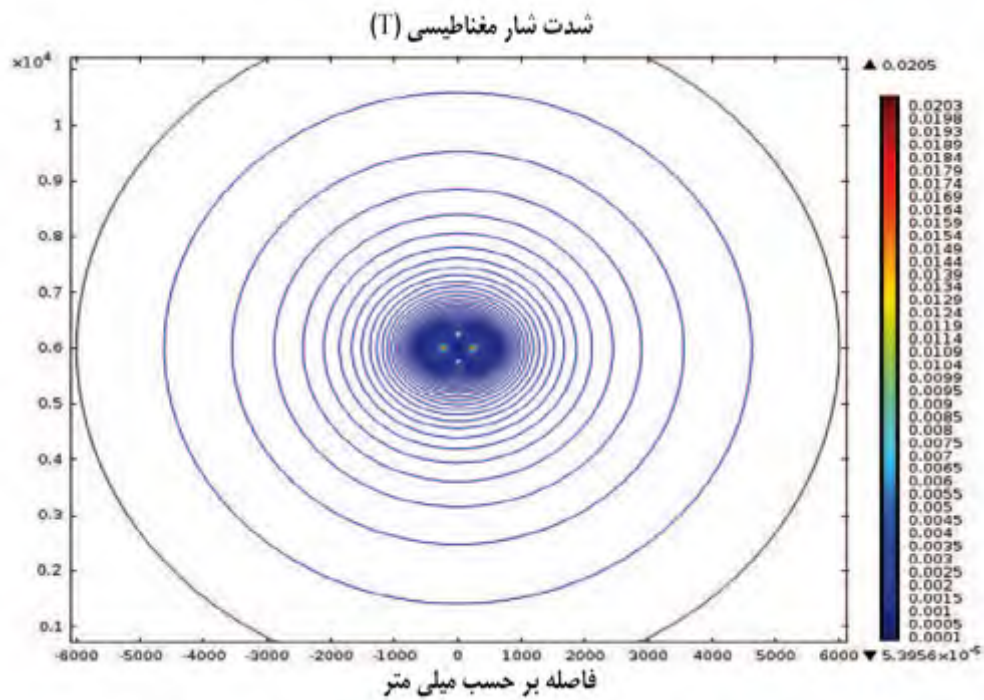
وقتی هادی های HTLS در سطح جریان بالاتری کار می کنند، به تناسب آن میدان مغناطیسی بالاتری را در اطرافشان تولید می کنند. در این مقاله، میزان میدان مغناطیسی نزدیک هادی با فاصله تخمین زده شده است. شبیه سازی میدان های مغناطیسی شامل نمودارهای سه بعدی میدان مغناطیسی روی سطح مقطع هادی های تکی و دو تایی می باشد. در این روش فرض شده که جریان ۱۷۵۰ آمپری



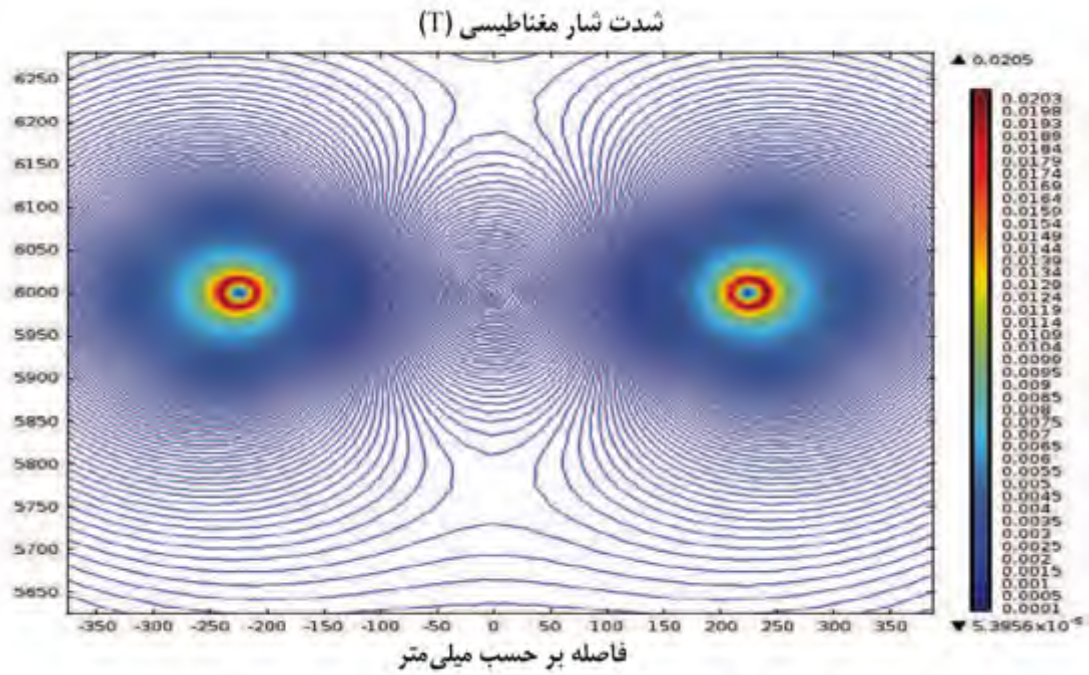
شکل ۷. خطوط میدان مغناطیسی ناشی از خط تکی حامل ۱۷۵۰ آمپر



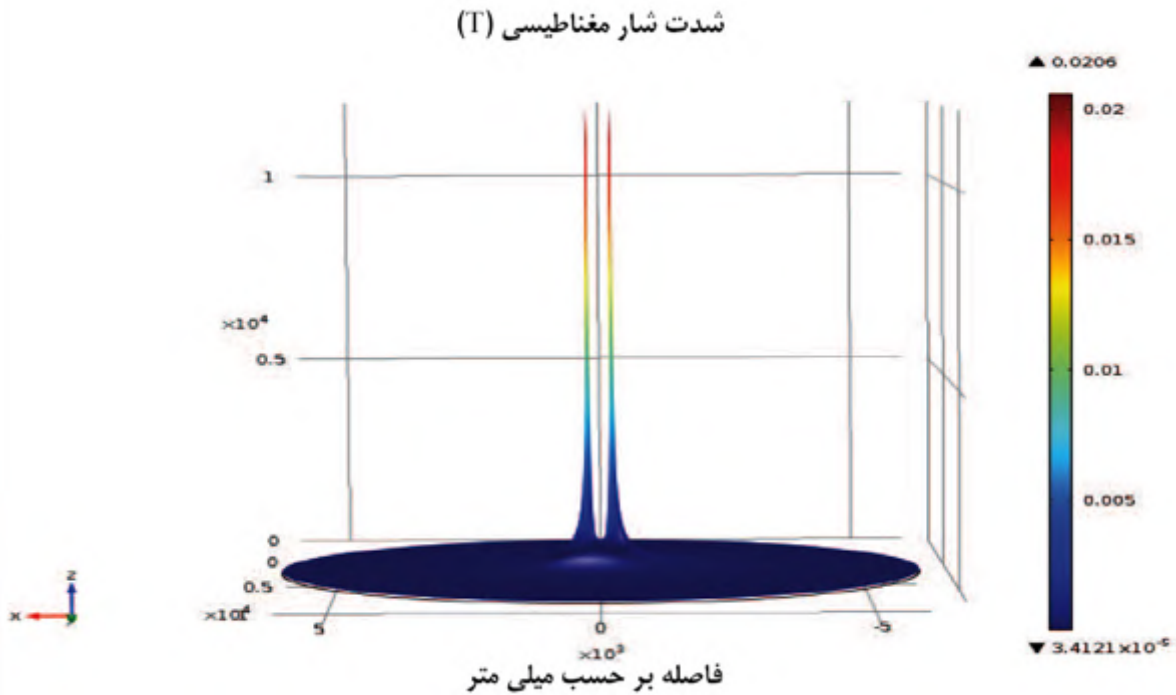
شکل ۸. شدت میدان مغناطیسی در مقطع سطح خط تکی حامل ۱۷۵۰ آمپر



شکل ۹. خطوط میدان مغناطیسی ناشی از خطوط دوتایی که هر یک حامل ۱۷۵۰ آمپر



شکل ۱۰. خطوط میدان مغناطیسی (بزرگنمایی شده) ناشی از خطوط دوتایی هر یک حامل ۱۷۵۰ آمپر

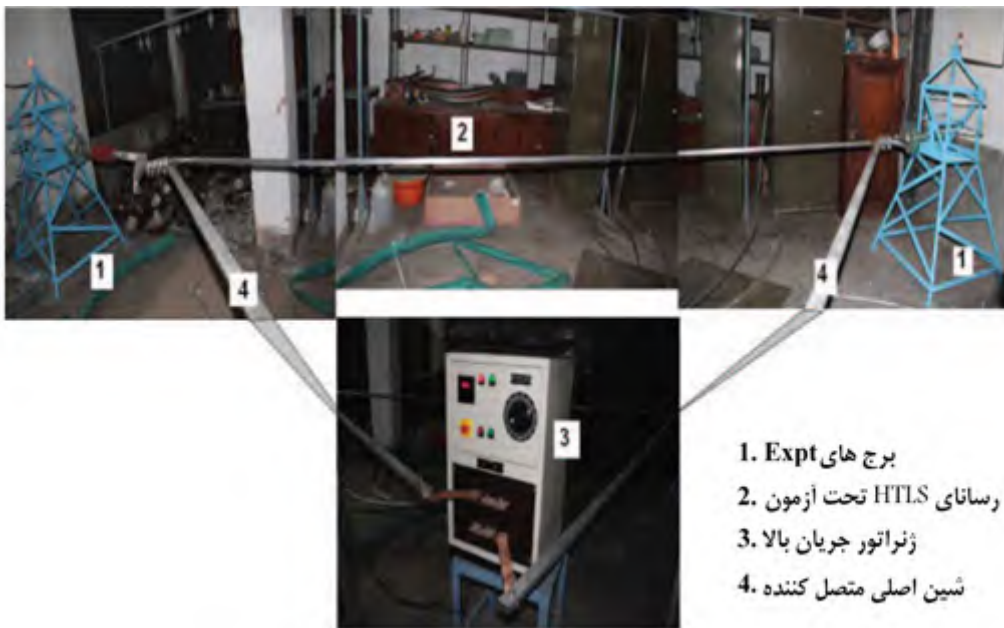


شکل ۱۱. شدت میدان مغناطیسی در سطح مقطع خطوط دوتایی هر یک حامل ۱۷۵۰ آمپر

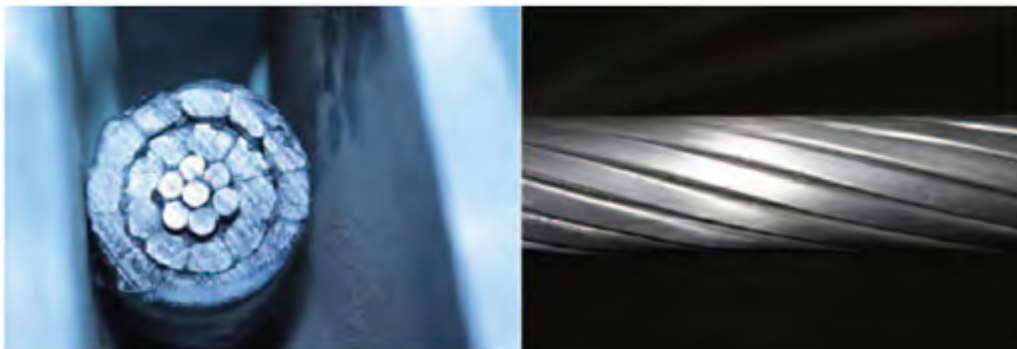
۶- مطالعات تجربی

نوع HTLS و رساناهای Bersimis، Zebra، Moose، GTZ ACSR GAP، INVAR Moose، ACS Curlew انجام شد. شکل‌های ۱۳ و ۱۴ سطح مقطع و نمای بیرونی دو نوع از هادی‌های HTLS استفاده شده را نشان می‌دهد. آزمایش‌ها برای کوتاه مدت: با اعمال جریان برای ۵ دقیقه (الف) و برای طولانی مدت با اعمال جریان برای ۱۰۰ دقیقه (ب) روی انواع مختلف هادی‌های HTLS و لوازم جانبی آنها انجام شده است.

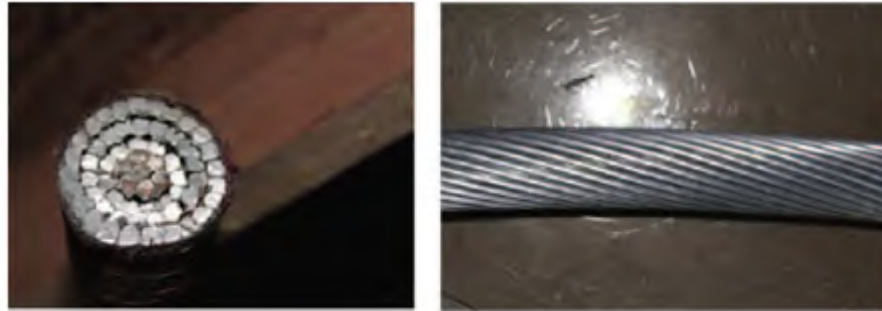
در شکل ۱۳ تجهیزات آزمایش شامل دکل‌های مخصوص ساخته شده با ارتفاع ۱/۵ متر و دهانه ۶/۵ متری و یک منبع جریان بالا (6 kVA و A2000) با دو شین اصلی آلومینیومی اتصال دهنده ۲۵ میلی‌متری نشان داده شده‌اند. برای اندازه‌گیری دما از یک سنسور دمای لیزری و یک نمایشگر حرارتی استفاده شده است. آزمایش‌ها روی نمونه‌های مختلف هادی‌های ACSR مانند



شکل ۱۲. آرایش تجربی برای هادی‌ها/لوازم جانبی HTLS



شکل ۱۳. سطح مقطع و نمای بیرونی هادی ACS/TW Curlew



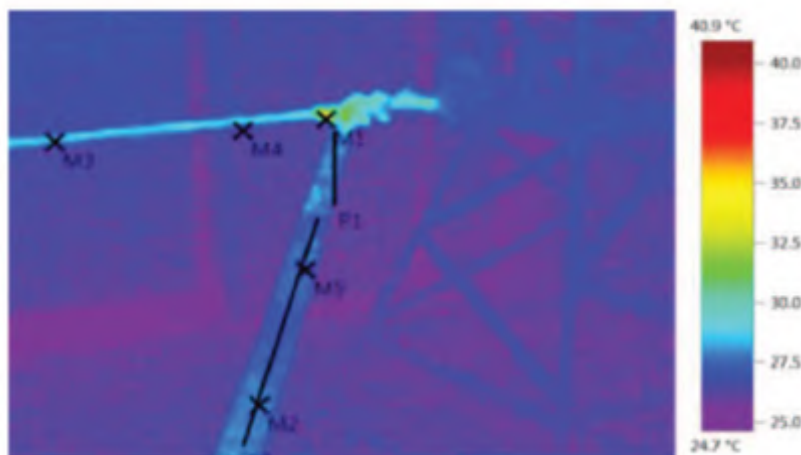
شکل ۱۴. سطح مقطع و نمای بیرونی هادی‌های Invar Moose

۸- آزمایش طولانی مدت روی هادی‌های HTLS و لوازم جانبی

هدف اصلی از آزمایش طولانی مدت بدست آوردن ثابت حرارتی زمانی برای هادی‌های ACSR و HTLS مختلف با استفاده از شرایط آزمایشگاهی یکسان با حالت کوتاه مدت می‌باشد. برای هادی‌های ACSR یک پالس جریان ۴۰۰ آمپری اعمال شده و دمای سطح هادی در هر ۱۰ ثانیه به مدت ۵ دقیقه اندازه‌گیری شده و تغییرات دمایی با زمان بدست آمده است. سپس جریان اعمالی کاهش پیدا کرده و به صفر رسانده شد و اجازه سرد شدن برای ۳۰ دقیقه به هادی داده شده است. این آزمایش به ترتیب برای ۵۰۰ آمپر و ۶۰۰ آمپر تکرار شد و مقادیر تغییرات دما بدست آمد. برای هادی‌های HTLS نیز این آزمایش به صورت مشابه تکرار شد و تغییرات دمایی با زمان بدست آمده است. این بار آزمایش به ترتیب برای سطوح آمپری ۵۰۰، ۶۰۰ و ۱۰۰۰ تکرار شده

۷- آزمایش کوتاه مدت روی هادی‌های HTLS

برای آزمایش کوتاه مدت، هادی بین دو دکل با دهانه ۶/۵ متری متصل شده است و سرهای انتهایی به صورت مناسبی به ژنراتور جریان بالا وصل شده تا یک مسیر بسته را تشکیل دهد (شکل ۱۲). برای هادی‌های ACSR، جریان ورودی از ۰ تا ۶۰۰ آمپر با گام ۱۰۰ آمپر در مدت ۵ دقیقه تغییر کرده و دما در نقاط مختلف روی هادی و شین‌های انتهایی ثبت گردید. اندازه‌گیری روی یکی از نمونه‌ها با استفاده از نمایشگر حرارتی انجام شد که نتایج در شکل ۱۵ نشان داده شده و نتایج نشان می‌دهد که دما مخصوصاً در نقاط اتصال، بالاتر است. این آزمایش برای هادی‌های HTLS با جریان ورودی از ۰ تا ۱۰۰۰ آمپر در گام‌های ۱۰۰ آمپری در طول ۵ دقیقه تکرار شد و مقادیر دما با حسگر لیزری و همچنین نمایشگر حرارتی ثبت شده است.



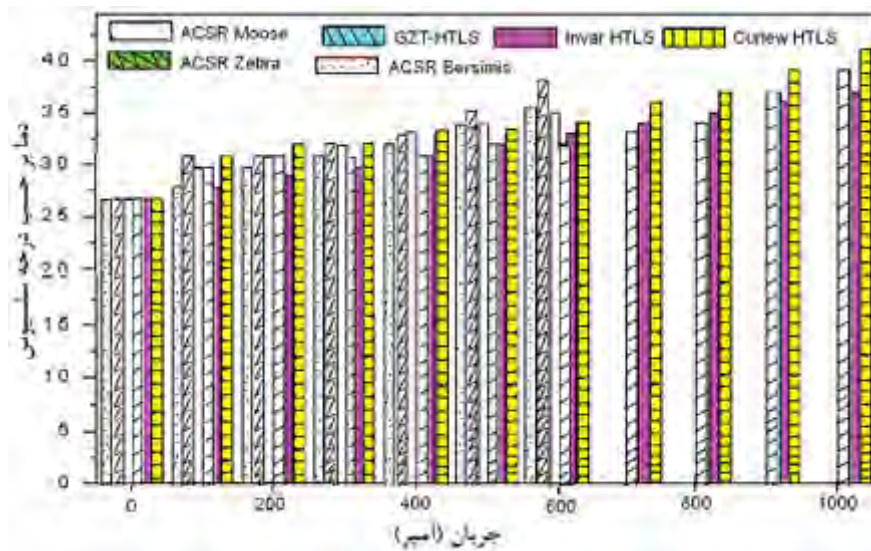
شکل ۱۵. سطح مقطع و نمای بیرونی هادی‌های Invar Moose

ACSR و HTLS مختلف نشان می‌دهد که با افزایش اندازه جریان، افزایش دما برای تمامی هادی‌های ACSR دیده می‌شود یک مقایسه از تغییرات در دمای سطح حالت پایا برای هادی‌های ACSR و HTLS مختلف با جریان در شکل ۱۷ نشان داده شده است. در تمامی موارد مشاهده می‌شود که برای یک جریان پله، با افزایش در زمان در دمای سطح افزایش می‌یابد.

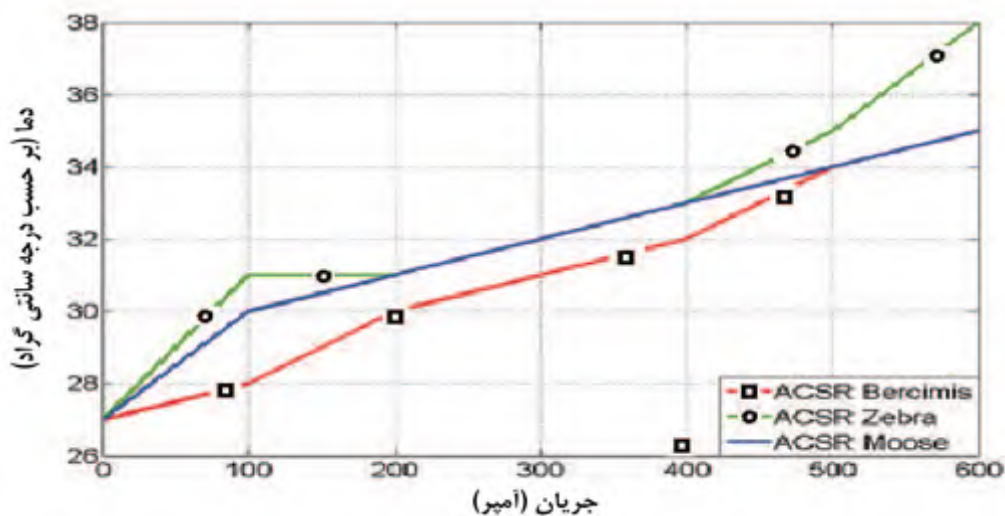
است. در آزمایشات روی هادی‌های HTLS به علت بالا رفتن دما در مفاصل اتصال، جریان به ۱۱۰۰ آمپر محدود شده است.

۹- نتایج تجربی

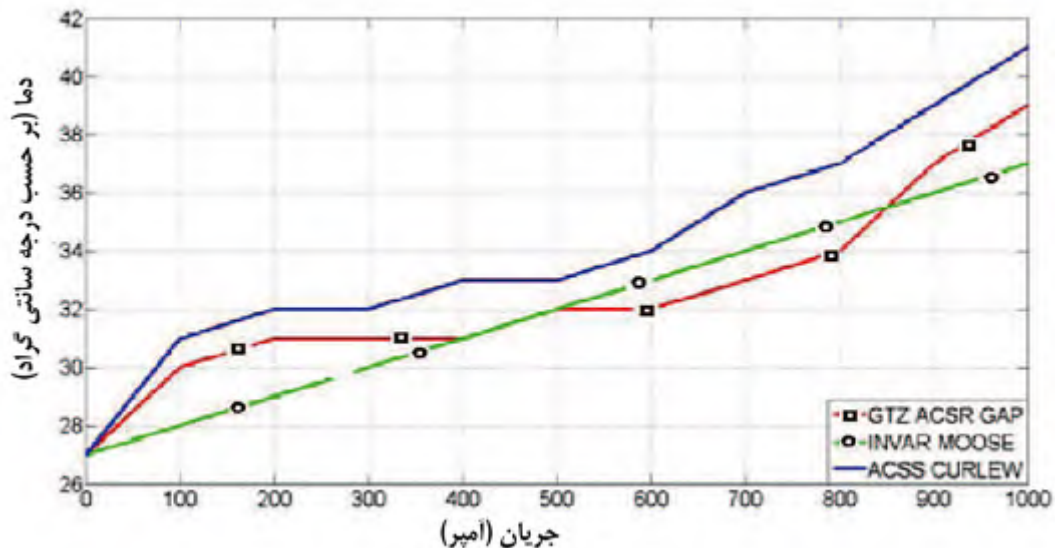
آزمایشات برای عملکرد کوتاه مدت و طولانی مدت هادی‌های



شکل ۱۶. مقایسه تغییرات در دمای سطح حالت پایا برای هادی‌های ACSR و HTLS مختلف با جریان



شکل ۱۷. تغییرات دمای سطح حالت پایا برای هادی‌های ACSR



شکل ۱۸. تغییرات دمای سطح حالت پایا برای هادی‌های HTLS مختلف

اختلاف در دمای بین هسته و لایه‌های تابیده شده بیرونی در هادی‌های HTLS کم بوده و این اختلاف بیش از ۲ درجه سلسیوس در ۱۷۵۰ آمپر نیست، در حالیکه برای هادی‌های ACSR مشابه این اختلاف تقریباً حدود ۱۰ درجه است. اما با تغییر تابش نسبی، قابلیت جذب و دمای محیط، تغییر دمای سطح در حالت ماندگار، برای هادی‌های HTLS مشابه با هادی‌های ACSR می‌باشد و با افزایش تابش نسبی، دمای سطح رسانا کاهش و با افزایش قابلیت جذب، دمای سطح رسانا افزایش می‌یابد.

میدان مغناطیسی در مجاورت هر دو هادی ACSR و HTLS یکسان است، اما تنها اندازه آن متناسب با جریان بالا در هادی‌های HTLS افزایش می‌یابد.

منبع:

IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation Vol. 23, No. 3; June 2016

۱۰- نتیجه گیری

در این مقاله تلاش شد تا عملکرد انواع مختلف هادی‌های HTLS و ACSR مورد مقایسه قرار گیرد و نتایج حاکی از آن می‌باشد که برای جریان یکسان، دمای سطح هادی در حالت ماندگار برای رسانای HTLS کمتر از دمای سطح هادی برای هادی ACSR معادل می‌باشد. ثابت زمانی حرارتی برای هادی‌های HTLS در مقایسه با هادی‌های ACSR مشابه کم تر است زیرا این پارامتر وابسته به مقاومت ویژه، هدایت حرارتی شعاعی و شکل / سطح هادی است.

برای هادی‌های HTLS، مقاومت ویژه به علت شکل ذوزنقه‌ای رشته‌ها در بیشتر موارد کم‌تر است هدایت حرارتی شعاعی نیز در هادی‌های HTLS در مقایسه با هادی‌های ACSR با اندکی قطر بیشتر، کمتر است. به دلیل فشردگی در این هادی‌ها ثابت زمانی حرارتی برای هادی‌های HTLS بسیار ناچیز است.

اخبار انجمن

نوسانات خروجی در اکسترودر کابل و روش‌های مختلف اکسترودر کردن کابل



دوره آموزشی "نوسانات خروجی در اکسترودر کابل و روش‌های مختلف اکسترودر کردن کابل" در تاریخ ۱۳۹۸/۳/۲۹ با حضور ۶۰ نفر از اعضای انجمن توسط جناب مهندس کافی در محل انجمن برگزار شد. با توجه به اوراق نظرسنجی این دوره بسیار مورد توجه شرکت‌کنندگان قرار گرفت و آن را مفید و بهره‌ور ارزیابی نمودند.





مجمع عمومی عادی انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران

بر اساس آگهی دعوت مندرج در روزنامه دنیای اقتصاد مورخ ۱۳۹۸/۲/۲۸ و دعوتنامه شماره ۱۸۴-۱۰۳ مورخ ۱۳۹۸/۲/۲۸ مجمع عمومی عادی انجمن در ساعت ۱۰:۳۰ روز دوشنبه مورخ ۱۳۹۸/۴/۳ در هتل مارلیک و با حضور ۷۳ نفر از اعضا و نمایندگان وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی تشکیل شد و پس از اعلام رسمیت توسط آقای حسین حق بیان نسبت به انتخاب اعضای هیئت رئیسه مجمع عمومی به شرح زیر با آرای حاضران اقدام گردید:



نایب رئیس: آقای پیمان صحرائی

ناظر اول: آقای پرویز برهمت

ناظر دوم: آقای بهزاد کاشانی

رئیس: آقای صمد یوسفی اصل

منشی: آقای محمد باقری

سپس گزارش رئیس هیئت مدیره توسط آقای مسعود پاکدل (رئیس هیئت مدیره) و گزارش مالی توسط آقای محمدرضا صالحی زاده (مدیر مالی) و گزارش بازرسی قانونی انجمن، آقای امیر فولادی باستماع حاضرین رسید. همچنین با اکثریت آرا حق عضویت سالانه انجمن از ابتدای سال ۱۳۹۸ با مبلغ ۴۰/۰۰۰/۰۰۰ ریال تصویب گردید.

آقایان :

ردیف	نام و نام خانوادگی	ردیف	نام و نام خانوادگی	ردیف	نام و نام خانوادگی
۱	پیمان میلادی لاری	۵	سید عزیز سیدی	۹	احمدرضا شاه مرادی
۲	علی صالحی زاده	۶	علیرضا معتمدسا	۱۰	حسن شکر ریز
۳	آرش خلیلی	۷	محمد علیمرادی	۱۱	فرهاد خسروی
۴	سعید صفری	۸	حسین پیوندی	۱۲	امیرحسین امیرمظاهری

به عنوان کاندیداهای هیئت مدیره اعلام آمادگی نمودند و همچنین آقایان:

۱- مسعود ملاسلمانی

۲- امیر فولادی

۳- احمد باقری

به عنوان کاندیداهای بازرسی انجمن اعلام آمادگی نمودند.

پس از اخذ و شمارش آرای به صندوق ریخته شده اعضای اصلی و علی البدل هیئت مدیره به شرح زیر انتخاب شدند:

ردیف	نام و نام خانوادگی	تعداد رأی	عضو	ردیف	نام و نام خانوادگی	تعداد رأی	عضو
۱	علیرضا معتمدسا	۵۸	اصلی	۵	حسین پیوندی	۴۴	اصلی
۲	حسن شکر ریز	۴۸	اصلی	۶	امیرحسین امیر مظاهری	۳۷	علی البدل
۳	علی صالحی زاده	۴۴	اصلی	۷	پیمان میلادی لاری	۱۷	علی البدل
۴	احمدرضا شاه مرادی	۴۴	اصلی				

همچنین آقایان امیر فولادی با ۴۷ رأی بازرسی اصلی و مسعود ملاسلمانی با ۱۴ رأی به عنوان بازرسی علی البدل انتخاب شدند و روزنامه دنیای اقتصاد به عنوان روزنامه کثیرالانتشار انتخاب شد.

در اولین جلسه هیئت مدیره نیز سمت اعضای هیئت مدیره به شرح زیر تصویب شد
حسن شکر ریز (رئیس)

علیرضا معتمدسا (نایب رئیس)

علی صالحی زاده (خزانه دار)

حسین پیوندی و احمدرضا شاه مرادی (عضو)

حسین حق بیان (دبیر)



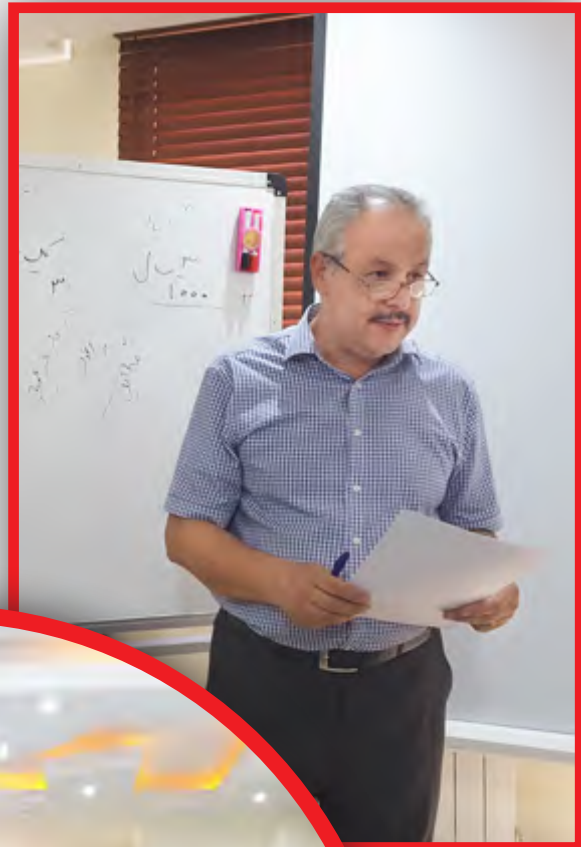
طراحی کابل

دوره آموزشی "طراحی کابل" در تاریخ ۱۳۹۸/۴/۳۱ در محل انجمن و با حضور ۵۰ نفر از اعضای انجمن توسط جناب مهندس پورعبداله برگزار گردید. کلیه شرکت کنندگان این دوره را مفید ارزیابی نمودند و خواستار تداوم این دوره‌ها شدند.



روغن‌های کشش مسی و آلومینیومی

دوره آموزشی "روغن‌های کشش مسی و آلومینیومی" صبح روز یکشنبه مورخ ۹۸/۵/۲۷ با حضور برخی از اعضای انجمن و توسط جناب مهندس مستوفی در محل انجمن سیم و کابل تشکیل شد. شرکت کنندگان این دوره را مفید و بهره‌ور ارزیابی نموده و خواهان استمرار آن شدند.





علاوه بر شرکت‌های نامبرده در فصلنامه‌های قبلی، شرکت‌هایی که موفق به دریافت لوح افتخار و یا گواهینامه شده‌اند به شرح زیر معرفی می‌شوند:

ردیف	نام شرکت	مدیریت	لوح افتخار	گواهینامه
۱	سیمباف	مجید مهدی	واحد نمونه صنعتی استان مرکزی در سال ۱۳۹۸ توسط استاندار استان مرکزی	-----

نظرخواهی

اعضای هیئت تحریریه نشریه به منظور ارتقاء سطح کیفی مطالب مندرج در نشریه به آگاهی از نظریات و پیشنهادهای مخاطبین محترم نیاز دارند.

بنابراین از خوانندگان عزیز تقاضا می‌شود با ارائه نقطه نظرات، پیشنهادهای و انتقادهای خود، ما را در این زمینه یاری فرمایند.

دریافت پیشنهادها و کتبی، راهگشای ما در تدوین مطالب مورد نظر شما در شماره‌های آینده نشریه خواهد بود.

گزارش تصویری از مجمع عادی انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران
مورخ ۱۳۹۸/۰۴/۰۳



مسعود پاکدل
رئیس هیئت مدیره



مسین مق بیان
دبیر انجمن



محمدرضا صالحی زاده
مدیر مالی



علی صالحی زاده
فزانہ دار



امیر فولادی
بازرس



هیئت رئیسه مجمع

نمایندگان وزارت تعاون
کار و رفاه اجتماعی



برخی از اعضاء انجمن

برخی از اعضاء انجمن



گزارش تصویری بازدید از کارخانه کابل باختر
در تاریخ ۱۳۹۸/۰۵/۰۶

