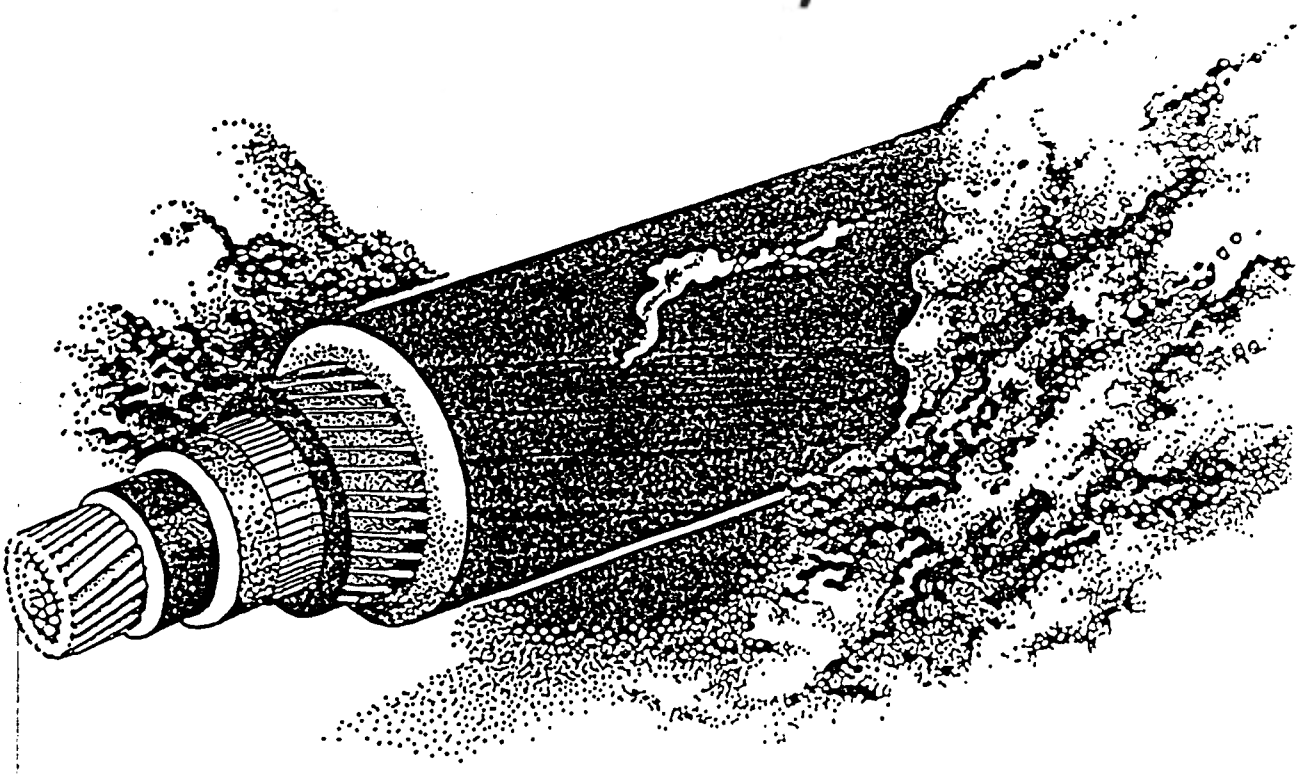
شرکت اسپیدار
ESPIDAAD

مقالات عیب یابی

کابـــل

POWEREN.IR



I40391

فهرست

ردیف	شرح	صفحه
۱- بخش اول	اجرای مقررات ایمنی در موقع کار	۱
۲- بخش دوم	تمرینات مناسب برای عیب‌یابی کابل (به قلم آقای باری گلگ Barry Clegg)	۸
۳- بخش سوم	تمرینات مناسب برای عیب یابی کابل (به قلم آقای اگن ییکل Eugen jacle)	۲۸
۴- بخش چهارم	عیب یابی در کابلهای زیر زمینی با عایق پلاستیکی (به قلم آقای اگن ییکل Eugen jacle)	۳۸
۵- بخش پنجم	آزمایش وتعیین محل عیب (به قلم آقای اگن ییکل Eugen jacle)	۴۵
۶- بخش ششم	آزمایش کابل بطریق رزونانس (به قلم آقای اگن ییکل Eugen jacle)	۵۴
۷- بخش هفتم	نقش وسیله نقلیه مجهز به وسائل آزمایش کابل در خطوط توزیع انرژی (به قلم آقای تئوویدمان Th, Wiedman)	۶۲

بخش اول

آموزش عیب یابی کابل

به قلم : آقای باری کِلِگ
(Barry Clegg)

POWEREN.IR

POWEREN.IR
PowerEn.ir

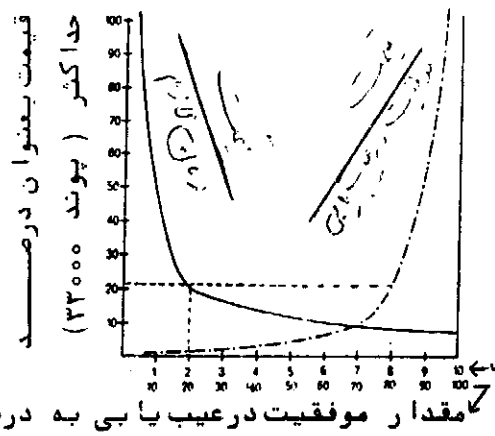
تعمیرات و نگهداری

* مقاله اول درمورد تعین محل عیبهای بیش از پیش بغرنج و مبهم کابل

هدف از نگارش سه مقاله اول این نشریه ، آشنا کردن خوانندگان با انواع روشهای کلی تعین محل عیب کابل و دستگاههای مخصوص تعین محل عیبهای مشکل میباشد ، نحوه پیدا کردن و راه دستیابی به عیبهائی که در آنها جرقه برقرار شده و عیبهای ناشی از اتصال کامل هسته به پوسته کابل (با مقاومت اتصالی صفر اهم) توسط نویسنده تشریح گردیده است .
به اشتباهات معمولی ، منشاء و منابع خطا اشاره شده و فنون مربوط به آنها توضیح داده شده است . گفته میشود که " تعین محل عیب در کابلهای زیر زمینی ، بیشتر یک هنر است تا یک علم " و در این مورد دلائلی نیز ارائه میدهند . در واقع دستگاههای عیب یاب موجود امروزی میتوان محل کاملا" دقیق اکثر (با درصد بسیار زیاد) عیبها را در مدت زمان تقریبا " کمی ، مشخص نمود . فقط تعداد کمی از عیبها هستند که به تکنیکهای خاصی نیاز دارند که شاید تاکنون شناخت کاملی از آنها نداریم .
دو منحنی نشان داده شده در شکل ۱ : نمایش جالبی از ارتباط بین قیمت تقریبی دستگاه و دو عامل : درصد عیبهائی که با موفقیت عیب یابی میشوند و زمان موردنیاز تعین محل عیب را بما ارائه میدهد . همچنانکه در این منحنی ها دیده میشود با یک هزینه ۷۰۰ پوندی میتوان ۸۰ درصد عیبهای کابل را در زمان حدود ۲ ساعت تعین محل نمود (در شرائط عملی میتوان گفت که تعین محل مقدماتی عیب کابل حدود ۲ ساعت وقت لازم دارد) . سپس با اجرای عملیات کابل سوزی یا بدون اجرای آن میتوان با استفاده از : تخلیه شوک الکتریکی و یا بعضی اوقات از دستگاه فرکانس صوتی ، عیب را بطور دقیق محل یابی نمود . بدیهی است که نهایتا " نمیتوان تمام عیبها را در مدت زمان صفر محل یابی نمود و این امرغیرممکن است .

دستگاههای با ویژگی برتر

تعداد عیبهائی که برای تعین محل آنها به : دستگاههای با ویژگی برتر و به روشهای خاصی نیاز میباشد ، زیاد نبوده یا در واقع میتوان گفت که موضوع این مقاله ، بررسی وکاربرد فنون محل یابی اینگونه عیبها میباشد .
بطورکلی انواع عیبهائی که مورد بررسی قرار میگیرند عبارتند از : عیبهای جرقه زدن ، عیبهای با مقاومت صفر اهم ، عیبهای با مقاومت ظاهری بسیار زیاد ، عیبهای اتصالی به زمین و مسائلی و مشکلات در ارتباط با سیستمهای دارای چند انشعاب .
بایستی در ذهن خود این تصور را داشته باشیم : که بهیچ وجه یک جعبه جادوئی وجود ندارد که با آن بتوانیم هرنوع عیبی را تعین محل کنیم ضمنا " باید بخاطر داشته باشیم که هر عیب دارای ویژگی خاصی خود بوده و آنرا با روش و دستگاهی که بایستی مورد استفاده قرار گیرد میتوان محل یابی نمود . علاوه برآن میتوان گفت که تقریبا " همیشه وقتیکه محل یابی مقدماتی یک عیب آسان باشد تعین محل دقیق آن مشکل است و برعکس .
شاید یکی از مشکل ترین نوع عیبی که با آن مواجه هستیم و محل یابی دقیق آن راحت ولی تعین محل مقدماتی آن مشکل است ، عیب جرقه دار است .



شکل ۱ : ارتباط بین قیمت تقریبی دستگاه عیب یاب و درصد عیبهائی که با موفقیت عیب یابی میشوند و زمان مورد نیاز آن

مقدار ولتاژ لازم برای ایجاد جرقه در این عیب ، مشخص میباشد ، بعبارت دیگر میتوان گفت که کابل قبل از قطع شدن و برقراری جرقه ، لازم است که قبلا" ولتاژ آن به حد معین رسیده باشد. درهرصورت نمیتوان اینگونه عیوب را با عبور جریان الکتریکی ، کابل سوزی نمود.

عملا" ، البته نه همیشه ، این نوع عیب در یک اتصال یا جعبه اتصال دهنده‌ائی اتفاق میافتد که عایق بکار برده شده در آن از نوع نرم و کم دوام باشد. علاوه برآن ، استفاده کابلهای با عایق پلی اتیلن در سرتاسر دنیا روبه‌افزایش است که باعث افزایش اینگونه عیبها میشود ، زیرا سوزاندن پلی اتیلن مشکل و یا غیر ممکن است.

اسیلوسکپ انعکاس موج رایجترین دستگاه مورد استفاده جهت محل یابی مقدماتی کابل است که در شرائط معمولی نمیتوان از آن برای محل یابی اینگونه عیبها ، استفاده نمود. برای تعیین محل مقدماتی عیبهای جرقه دار استفاده از روش (قبلا" گفته شده) هماهنگی یانوسان است.

برای این منظور از یک اسیلوسکپ استفاده میشود و این اسیلوسکوپ طوری طراحی شده که میتواند سیگنال گرفته شده خارجی را دریافت و نمایش دهد. در واقع این سیگنال یکی از امواج میرای با ولتاژ زیاد است که در موقع ایجاد جرقه در عیب بوجود میآید. یکدستگاه آزمایش ولتاژ زیاد یا دستگاه مولد موج شوک از طریق یک مقاومت R (به شکل ۲ مراجعه شود) که بایستی مقدارش از ۱۰ برابر امپدانس Zo کابل بیشتر باشد به کابل متصل شده است. هدف از قرار دادن R ، ایجاد کردن شرائط انعکاس موج میرا است. خازن C یک قسمت از تقسیم کننده خازن را تشکیل میدهد که برای درست کردن و دریافت یکی از سیگنالهای ولتاژ زیاد اشاره شده قبلی ، بکاربرده میشود. خازن دیگر یعنی (C) در اسیلوسکپ تعبیه شده است.

قوسهای برقرار شده در محل عیب تشکیل امواج میرا داده و دو موج میرای تشکیل یافته از محل عیب به دوسر انتهائی کابل حرکت میکنند . آن موجی را مورد بررسی قرار میدهیم که بطرف محل آزمایش ، انعکاس میابد.

شکل ۲ نوع موج تشکیل شده را نشان میدهد. قسمت " a " نشانداده شده موجی برگشتی به محل آزمایش را نشان میدهد. قسمت " b " نشانداده شده در شکل ، قسمتی از موج را نشان میدهد که پس از انعکاس ، تغیر پلاریته در آن ایجاد میشود. قسمت " C " از موج را وقتی که به محل عیب میرسد بدون هیچگونه تغیری در پلاریته انعکاس می یابد. زیرا در موقع

PowerEn.ir

ـ برگشت مانند یک موج صادره از محل عیب بعنوان یک مدار اتصال کوتاه موژ عمل مینماید (مدت زمانیکه طول میکشد تا این موج میرا سراسر کابل را طی کند حدود چندمیکروثانیه است در حالیکه مدت لازم برای عبور موج میرای ناشی از قوس در محل عیب حدود چند میلی ثانیه است). در موقع رسیدن در انتهای کابل طرف آزمایش ، مجددا " این موج بطرف محل عیب انعکاس میابد. (قسمت " d ") به این ترتیب یک سیکل کامل موج تکمیل میگردد و از بین میرود. فرم و شکل منحنی عملا" نامنظم میباشد ، ولی نقاط پیک (حداکثر مقدار) آن بآسانی قابل تشخیص میباشد. مقدار طول موج W آن کاملا" ثابت بوده و رابطه مستقیمی با فاصله محل عیب دارد. در واقع اندازه‌گیری انجام شده در شرائط چند میکروثانیه مساوی W ۰/۵ است. طول موج ، طی مسیر امواج میرا در کابل و در حالت سرعت معمولی و عادی انتشار امواج بستگی مخصوص بنوع کابل دارد و این مقدار برای تمام کابلها محاسبه گردیده و یا اینکه میتوان آنرا بوسیله یک آزمایش انعکاس موج معمولی ، براحتی محاسبه نمود. البته باید توجه داشت که در محاسبه از $\frac{V}{2}$ بجای سرعت انتشار واقعی V استفاده نمائیم. بعنوان مثال اگر مقدار W اندازه‌گیری شده مساوی ۱۰ متر باشد لذا مقدار فاصله عیب برای مقدار $\frac{W}{2}$ =۵ متر از رابطه $\frac{V}{2}\times 5$ = فاصله کابل و اگر $\frac{\text{متر}}{\text{میلی‌ثانیه}}$ ۸۰=$\frac{V}{2}$

بنابراین فاصله عیب مساوی ۸۰×۵ مساوی ۴۰۰ متر میشود این روش که سالیان متمادی از آن استفاده میشده بنظر میرسد که مشکل باشد. در واقع ، نمایش کاملا" درست موج که برای تجزیه و تحلیل شکل موج مورد استفاده قرار میگیرد، مشکل اساسی این روش میباشد.

موقعیکه از تخلیه موج شوک الکتریک بعنوان یک منبع ولتاژ زیاد استفاده میکنیم ،نیروی محرکه تخلیه را با سرعت تولید بیش از یک بار در هر ثانیه نمیتوان ایجاد کرد. تجزیه و تحلیل این موج سریع که در صفحه CRO نمایش داده میشود با چشم بسیار مشکل است.

باین دلیل روش عکاسی پولاروید که سابقا " استفاده میشده و همچنان نیز استفاده میگردد، مورد استفاده قرار میگیرد ولی امروزه از وسائل حافظه دار مخصوص ذخیره اطلاعات موج میرا برای استفاده در اسیلوسکپهای مدرن انعکاس موج استفاده میشود و به بهره‌بردار این امکان را میدهد تا در سرفرصت به بررسی منحنی بپردازد و آنرا تجزیه وتحلیل نماید. درصورتیکه از یکدستگاه آزمایش جهت تولید ولتاژ زیاد استفاده شود، تکرار سیگنال آزمایش را با سرعت بیشتری میتوان تولید نمود و در اینصورت تهیه دستگاه حافظه نیز ممکن است لازم نباشد. درهرصورت این دستگاه آزمایش ولتاژ زیاد بایستی از نوعی باشد که بتواند بطور اتوماتیک جریان الکتریکی را محدود نموده و دستگاه نبایستی درتنظیمهای جریان معین چند میلی آمپری قطع گردد.

عیبهای اتصال صفر اهمی هسته به (پوسته)

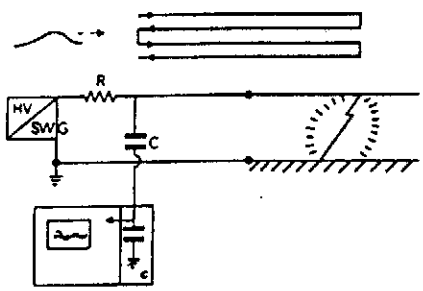
عیبهای اتصالی صفر اهمی هسته به‌پوسته‌کابل کاملا" نقطه مقابل عیبهای از نوع جرقه‌دار میباشد. این نوع عیب را با استفاده از یک پل یا اسیلوسکپ انعکاس موج ، براحتی میتوانند بطور مقدماتی تعیین محل نموده ، اما تعیین محل دقیق آن بسیار مشکل است. دلیل آن ساده میباشد ، زیرا موج تخلیه شوک الکتریکی در اتصال صفر اهمی فاقد انرژی بوده و نمیتوان آنرا در روی صفحه نمایش داد و بنابراین امواج صوتی موژی در محل عیب تولید نمیشود .باین دلیل است که بایستی از روشهای فرکانس صوتی استفاده نمائیم.

POWEREN.IR

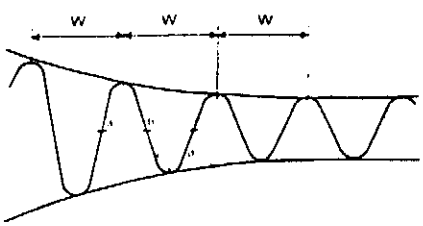
PowerEn.ir

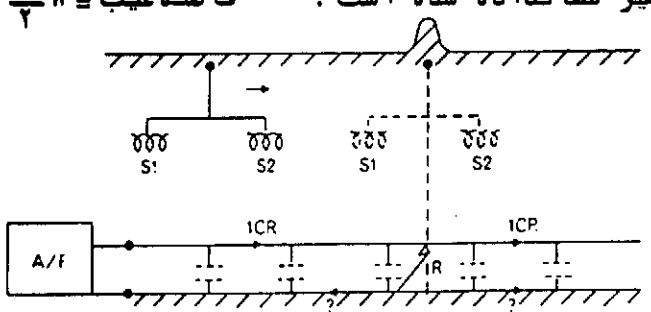
در حالت عادی تعیین محل دقیق یک عیب ناشی از اتصال هسته به غلاف کابل ، با استفاده از دستگاه فرکانس صوتی و یک کویل سیگنال یاب ، خیلی مشکل است . بنابراین بایستی از هر نتیجه آزمایش حداکثر استفاده بعمل آورد و هرنتیجه آزمایش و تحقیقی را با وسواس و دقت زیاد و کاملا" منطقی مورد مطالعه قرار داد .

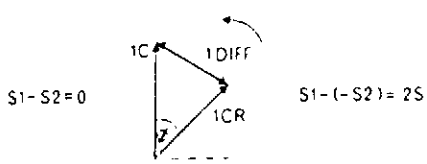
شکل ۳ جریانهای دستگاه فرکانس صوتی را در کابل نشان میدهد که در آن عیب از نوع اتصال هسته به غلاف کابل وجود دارد . جریان گذرنده قبل از عبور از محل عیب از یک مجموعه‌ائی از مقاومت عیب و خازن کابل میگذرد و بنابراین جریان گذرنده بعداز عبور از محل عیب کاملا" و بطور خالص حالت کاپاسیتیو دارد .



شکل ۲ـ اتصال یکدستگاه آزمایش ولتاژ زیاد برای تعیین محل یک عیب از نوع جرقه‌زن،نوع موج تنظیم شده نیز نشانداده شده است . فاصله عیب = $\frac{1}{2}W$







شکل ۳ـ جریانهای دستگاه فرکانس صوتی گذرنده از یک کابل دارای عیب از نوع اتصال هسته به غلاف

تعداد متغیرها

در این وضعیت ، متغیرهای زیادی داریم که شامل : فرکانس‌های مورد استفاده (از ۱ تا ۱۰ کیلوهرتس) ، طول کابل ، طول کابل بعداز محل عیب ، اتصال به زمین غلاف که نمایانگر مقدار جگالی یا تراکم جریان برگشتی در هر نقطه غلاف کابل و دوری از مرکز هسته داخل غلاف در هر نقطه ، میباشد .

همانطوریکه قبلا" اشاره شده است در نظر گرفتن تمام این متغیرها با یک کویل یابنده اغلب غیرممکن است زیرا کویل یابنده ،سیگنال را در دو طرف عیب (بعد و قبل از عیب) مشخص میکند ، بنابراین اغلب لازم است که طبق شکل ۳ از دو کویل یابنده استفاده نمائیم. اگر دوعدد کویل یابنده در قبل از عیب قرار داده شود باعث میشود تا سیگنالهای (S) تولید شده از یک حوزه مغناطیسی مشابه تولید کنند و بدلیل آنکه در جهت خلاف هم بهم

دیگر متصل شده‌اند ، نتیجه حاصله مساوی صفر میباشد . در صورتیکه دو کویل یابنده در وضعیت بعدازعیب قرار داده شوند طبق دلایل فوق باز نتیجه مساوی صفر میباشد .درصورتیکه دو کویل یابنده درهرصورت ، چنانچه یکی از کویلها قبل از عیب و دیگری بعدازعیب قرار داده شوند باعث میشود که سیگنالهای دریافتی توسط آنها از لحاظ فاز با یکدیگر اختلاف داشته باشند (و اغلب از نظر دامنه هم باهم فرق داشته باشند) و بردار تفاضل آنها از طریق گوشی ها و یک نشاندهنده مشخص نمائیم .بنابراین همچنانکه بهره‌بردار روی زمین و بالای محل عیب راه میرود یک سیگنال حداکثر را تشخیص میدهد. علیهذا بعضی اوقات اتفاق میافتد که علیرغم وجود مشکلات ، میتوانیم از یک کویل یابنده نیز استفاده کنیم. استفاده از کویل یابنده در موقعی که عملیات کابل سوزی باعث شود تا هسته و غلاف کابل بهم جوش خورده و یک مقاومت مساوی صفر اهم را بین آندو ایجاد کرده باشد یا اینکه خرابی عیب و غلاف کابل باهم یکی شده و درهم آمیخته شده باشند. در اینصورت وقتی از یک دستگاه فرکانس‌صوتی استفاده میشود باعث میشود که یک حوزه مغناطیسی اصل ، پدید آید. کاملا" معلوم است که اگر یک کویل یابنده را در روی خط مسیر کابل قرار دهیم ویک دستگاه فرکانس‌صوتی را نیز با خود حمل کنیم، باعث میشود که جریان الکتریکی یک سیگنال حداقلی را تولید نماید و اغلب از این پدیده در عملیات دقیق مسیریابی کابل استفاده میگردد و به پیدا کردن محلهای انشعاب و خمش کابل نیز کمک مینماید.

در صورتیکه دقتهای مخصوص را رعایت نمائیم میتوان طبق شکل ۴a محل دقیق عیب را مشخص نمائیم. قبل از عیب معمولا" ، مقدار حداقل را خواهیم داشت اما با نزدیک شدن به محل عیب این مقدار حداقل با خط مسیر کابل یک زاویه تشکیل میدهد و با دور شدن از محل عیب انحراف زاویه از بین میرود و در وضع معمولی خود قرار میگیرد. این اثر از دوران حوزه مغناطیسی در اطراف خط قائم ، ناشی میشود. در موقعیکه محور پل اتصال کربن در امتداد قائم قرار گرفته باشد از این روش نمیتوان استفاده کرد. البته این موضوع ، اتفاقی بوده و به پیچش هسته بستگی دارد (شکل ۴b) . چنانچه استفاده از این روش نتیجه‌ائی در بر نداشته باشد دو امکان دیگر را بایستی بررسی نمود. یکی از آنها ،مسیر-یابی کابل طبق روش معمولی است که با استفاده از یک کویل یابنده از نوع عمودی میباشد که در این حالت [illegible] نماید (برای این منظور بایستی از یک گیرنده با امکان نمایش نورانی که بتوان حساسیت آنرا تنظیم نمود، استفاده نمائیم.) .اگر این عمل را با دقت فوق‌العاده زیاد انجام دهیم و مقادیر حداقل را در روی سنگ ، پله یا میله و نرده‌های جدا کننده یادداشت نمائیم ، اغلب ملاحظه میگردد که مقدار حداقل در بالای محل عیب از بقیه نقاط کوچکتر میباشد. شکل شماره ۵ یک تصویری از این پدیده را نشان میدهد ، اگرچه تعداد و مقادیر نشانداده در شکل اختیاری میباشد.

دومین امکان ، استفاده از روش مشهور به '' روش پیچش '' است که بعضی اوقات در پیدا کردن عیب اتصال هسته به زمین ، موثر میباشد. این روش در شکل ۶ نشانداده شده است. همچنانکه از این شکل نتیجه میشود که بجای اینکه در عیبهای اتصال هسته به هسته ''اثر پیچش'' درست در محل عیب قرار گرفته باشد بعداز محل عیب تشکیل می یابد.

POWEREN
PowerEn.ir

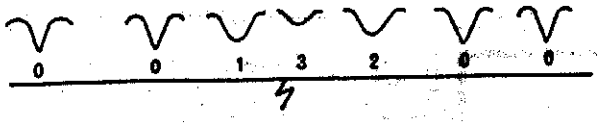
رعایت دقت بیشتر

با رعایت دقتهای لازم در استفاده از دستگاه فرکانس‌صوتی علیهذا باید تاکید نمود که بایستی از تمام شرائط موجود حداکثر استفاده را بعمل آورد و کلیه آزمایشها را با دقت زیاد انجام دهیم . برای مثال باید گفت که استفاده از این روشها در مورد کابل بطول چند کیلومتر بدون محل یابی مقدماتی عملا" بیفایده میباشد، زیرا در تمام انشعابات و خمهای کابل و در محلهائی که عمق کابل گذاری کم است اثرهای وجود عیب های غیر واقعی ظاهر میشود. به‌همین ترتیب میتوان گفت که بدون تعیین مسیر واقعی کابل هرگز نمیتوان عملیات عیب‌یابی را با موفقیت انجام داد حتی اگر بهره‌بردار در فاصله ۰/۵ متری کنار کابل باشد و بهترین برنامه‌ریزی را ترتیب دهد هیچ شانسی برای موفقیت ندارد.
درهرصورت باید بخاطر داشته باشیم که عیبهای با مقاومت اهمیک کم را اگر در طرف‌مثبت قرار گرفته شده باشد میتوان بآسانی تعیین محل مقدماتی نمود. بنابراین بایستی تعیین محل مقدماتی با آنچنان دقتی انجام داد بطوریکه مقدار خطای بهره‌برداروخطای دستگاه به حداقل ممکنه تقلیل یابد.
در صورت لزوم میتوان مسیر کابل را برای اندازه‌گیری طول کلی کابل ردیابی نمود.مسیر کابل را از طریق علامت‌گذاری در فواصل مختلف بایستی ردیابی نمود و ممکن است شرائط زمین طوری باشد که لازم شود علامت‌گذاری را در فواصل ۱ یا ۲ متری انجام داد. اندازه‌گیری دقیق را بایستی بوسیله یک چرخ اندازه‌گیر جهت اندازه‌گیری انحنای مسیر انجام گیرد و ضمنا" طولهای کابل در ترمینالها بایستی اندازه‌گیری شود و کویلهای یدکی(رزرو)وغیرو را نیز بایستی در نظر داشت.
باین طریق میتوان تعیین محل مقدماتی عیب را با خطای بین ۰/۱ و ۰/۵ درصد محاسبه نمود. در بدترین شرائط ، مقدار خطای یک کابل بطول ۵ کیلومتر مساوی ۲۵ متر است. در اینصورت عیب یک کابل بطول حدود ۵۰ ـ۴۰ متری را میتوان براحتی مشخص نمود . بنابراین از روشهای فوقالذکر فقط باید در عیب یابی های کابل بیشتر از ۵۰ ـ ۴۰ متر استفاده نمود.هر نتیجه نامتناسب و نامنظمی معمولا" حکایت از وجود یک وضعیت در عیب ، دارد. چنانچه ناهمواره‌های متعددی در مسیر مورد آزمایش وجود داشته باشد بایستی مسیرهای خم‌دار (انحنادار)،عمق کابل گذاری یا وجود اتصالات منطقه عملیاتی را مجددا" مورد بررسی قرار داد. برای این منظور میتوان از دستگاههای مدرن فرکانس‌صوتی استفاده نمود. اجرای عملیات فوقالعاده دقیق و منظور نمودن جزئیات امر البته دقت‌گیر بوده و حدود ۱ تا ۵ ساعت بطول می انجامد . درهرصورت میتوان گفت که هزینه اجرای عملیات فوقالقاده دقیق در مقابل مقایسه با هزینه‌های حتی یکی دو حفاری غیر ضروری و هزینه‌های مربوط به‌توقف عملیات آزمایش ، فوقالعاده ناچیز میباشد و نتیجه رضایت‌بخش موقعی حاصل میشود که تا آنجائیکه مقدور است محل هرعیب را فقط با یک حفاری مشخص نمائیم.

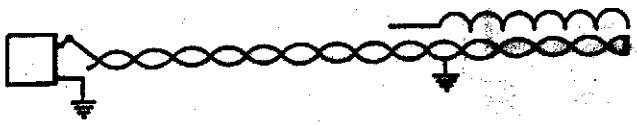
شکل ۴ ـ (a) زاویه ایجاد شده با مسیر کابل برای سیگنال حداقل با بکارگیری یک کویل یا بنده سیگنال

(b) وضعیت پل کربن در یک کابل

POWEREN.IR



شکل ۵ ـ نمایش مقدار حداقل موج ایجاد شده در بالای یک عیب کابل با بکارگیری یک کویل یا بنده از نوع عمودی



شکل ۶ ـ نمایش استفاده از " روش پیچش "

** مقاله دوم درباره تعیین محل عیبهای کابل بیش از پیش بفرنج

در این دومین مقاله از سری سه مقاله مربوط به تعیین محل عیبهای مشکلتر در کابلها، عیبهای ازنوع مقاومت ظاهری زیاد و عیبهای ناشی از اتصال به زمین مورد بررسی قرار میگیرند.

در وضعیت مواجه شدن با یک " عیب دارای مقاومت ظاهری زیاد " بایستی از همان آغاز عملیات عیب یابی دقت فوق العاده زیادی را اعمال کنیم. در عیبهای از نوع برقراری جرقه مذکور در مقاله اول نیز شاید همان دقت لازم باشد ، اما در عیبهای با امپدانس زیاد مقدار تقریب زیاد بوده و در اکثر موارد دقت عمل عیب یابی خیلی زیاد میباشد.

یک عیب از نوع جرقه زن واقعی با یک ولتاژ معین در صورتیکه با یک اهم متر معمولی یا دستگاه آزمایش مقدار عایق با ولتاژ ۱۰۰۰ یا ۱۵۰۰ ولت مورد آزمایش قرار گیرد ، در آغاز امر ساده بوده و میتوان گفت که محل یابی آن بسیار آسان است.

عیبهای با امپدانس زیاد جزء گروه عیبهائی هستند که مقاومت نشتی بسیار زیادی داشته و مقاومت حدود کیلو اهم یا مگا اهم آنرا میتوان اکثرا" با اندازه‌گیریهای یک پل ولتاژ کم و اندازه‌گیریهای انعکاس موج ، اندازه‌گیری نمود.

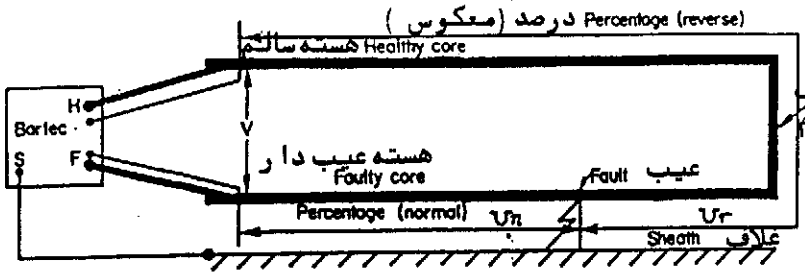
در این نوع عیبها میتوان عیب یابی مقدماتی را با اجرای یک تعداد معین عملیات کابل‌سوزی ، بسادگی انجام داد و بحث خود را در مورد وسایر عیبهای این گروه ، ادامه میدهیم.

بقیه عیبها مربوط به انواعی است که آنها را از طریق استفاده از انعکاس موج یا ولتاژ کم نمیتوان عیب یابی مقدماتی نمود، اما با استفاده از پلهای ولتاژ زیاد یا یک دستگاه

نموده و عیب را محل یابی نمود (این روش در مقایسه با روش پل با ولتاژ زیاد نمیتواند زیاد کارآمد باشد) (مترجم: روش Murray ، یک روشی است که در مورد پیدا کردن یک عیب در مدارهای سیمهای تلفن بکار برده میشود و به این طریق است که یک سیم سالم را با سیم معیوب بطور موازی وصل کرده و یک سر باطری را به یک سرپل و ستون تشکیل شده وصل میکنیم و سر دیگر باطری را به زمین متصل میکنیم). درهرصورت ، در بسیاری از مواقع نمیتوان از پل ولتاژ زیاد استفاده نمود از آن جمله : تشکیل پل عایق شده امکان پذیر نباشد ، منبع تولید ولتاژ در دسترس نباشد ، کابلهای مخابراتی یا در محوطه‌هائی که ایجاد جرقه در آن خطرناک باشد ، در مواردیکه تولید ولتاژ زیاد ممنوع باشد ، را میتوان نام برد.

در اینگونه موارد از یکدستگاه عیب یاب دیجیتالی با امپدانس زیاد بکار برده میشود که اتصال مدار آن طبق شکل ۷ میباشد.

POWEREN
owerEn.ir



شکل ۷ـ نمایش اتصال دستگاه عیب یاب دیجیتالی با مقاومت ظاهری زیاد

از این مدار نتیجه میگیریم که از محلی که گالوانمتر قرار داشت و مسیر برگشت آن،مدار اصلی به یک حلقه Murray با باطری تبدیل شده است.

واضح است که در یک آزمایش حلقه Murray، مقدار حساسیت آزمایش بمقدار میلی آمپر گذرنده از مقاومت عیب، بستگی دارد این جریان گذرنده از طریق باطری تامین میشود (در صورتیکه مقاومت عیب زیاد باشد، به باطریهای با ولتاژ بیشتر نیاز داریم). درهرصورت، با تبدیل به روش Murray ، جریان فقط از مدار شامل : سیم سالم و سیم معیوب ، عبور میکند . این برقراری جریان باعث میشود که در این مدار بسته یک افت ولتاژی تولید گردد. مقدار افت ولتاژ V عیب (از محل عیب تا محل آزمایش) را از طریق مدار اتصال شده به غلاف یا زمین ، اندازه‌گیری میکنیم و نظر به زیاد بودن امپدانس خروجی دستگاه عیب یاب ، درصورتیکه مقاومت عیب زیاد و در حدود چند مگا اهم باشد در اینصورت میتوان گفت که سری قرار گرفتن مقاومت عیب با سیمهای اتصال تغیری در نتیجه آزمایش ایجاد نمیکند. مقدار درصد طول حلقه (مدار بسته) تا محل عیب را میتوان از فرمول درصد $\frac{Vm}{V} \times 100$ محاسبه نمود و یا آنرا بطور نمایش عددی ثابت از روی دستگاه قرائت نمود.

در تصویر ۸ ، شکل این نوع دستگاه نشانداده شده است. این دستگاه مجهز به باطریهای قابل شارژ بوده و ظرفیت باطریها طوری است که میتواند جریان الکتریکی را از سیمهای نازک و سطح مقطع کم را تامین نماید که بوسیله آن بتوانیم افت ولتاژ مربوطه را اندازه‌گیری نمائیم . مزیت عمده و قابل ملاحظه این دستگاه نسبت به برقراری پل این است که نتیجه آزمایش را در حدود ۲ ثانیه بعد بوسیله آن میتوان پلاریته‌های آزمایش موردنیاز را تعویض نموده و سریعا " قرائت دستگاه را با استفاده از فرمول درصد $\frac{Vr}{V} \times 100$ کنترل نمود. (شکل ۷)

ضمنا "این دستگاه دارای سیستم جبران کننده اتوماتیک بوده که میتواند ولتاژهای القاء شده ناشی از اثر فوکو (ادی) در روی غلاف را خنثی و جبران نماید.

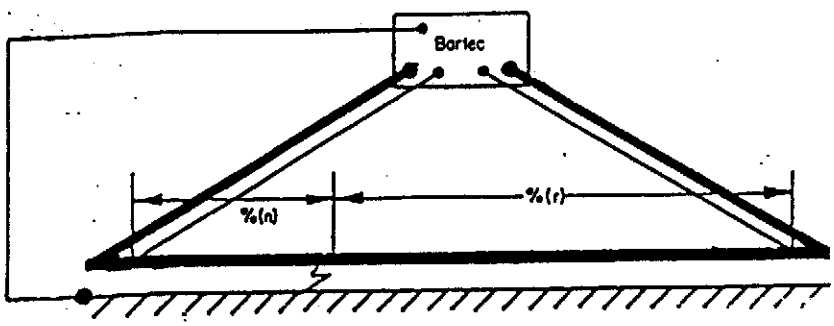
شکل ۸ ـ

POWEREN.I

PowerEn.ir

دقت عملیات تعیین محل مقدماتی عیب

در موقعیکه با امکان استفاده از یک سیم / سیمهای سالم یدکی موجود است استفاده. از این دستگاه باعث افزایش سرعت و دقت عملیات عیب یابی مقدماتی میگردد، اما کاربرد آن مخصوص عیب یابی در عیبهای : با امپدانس زیاد سیستمهای مخابراتی ، و حتی بیشتر در کابلهای است که در عملیات کابل گذرنده. استفاده. میشود، در. کاگاههای تعمیر کابل که دوسر انتهای کابل آزاد است ، میباشد. (شکل ۹)



شکل ۹ ــ عیب یابی کابل در مواردیکه دوسر آن قابل دسترسی است

میتوان گفت که از نظر تئوری این دستگاهها را برای عیب یابی با مقاومت عیب ، چندین صد مگااهم ، مورد استفاده قرار میگیرد. درهرصورت نتایج حاصله در آزمایشگاه این بوده است که مقاومت اهمیک عایق هسته سالم کابل چندین هزار مگااهم است. عملا" میتوان گفت که این مقاومت حدود ۵۰ مگااهم است که درهر صورت باز هم مقاومت زیادی است .

عیبهای اتصال به زمین

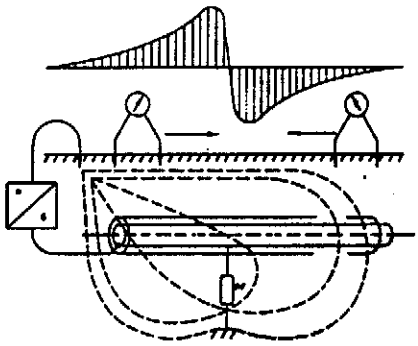
معمولا" یک عیب ناشی از اتصال به زمین را "عیب غلاف" میگویند که در این حالت غلاف فلزی عایق شده در یک نقطه به زمین اتصالی میکند. در هرصورت همواره باید بخاطر داشت که یک آسیب و خرابی در کابلهای بدون غلاف مخصوص ولتاژ کم یا کابلهای مخابراتی نیز میتوانند وضعیتی مشابه کابلهای الکتریکی پیدا کنند و این در حالتی است که یک سیم هادی با زمین اتصالی داشته باشد.

تعیین محل دقیق این عیبها نسبتا " آسان است ولی تعیین محل مقدماتی آنها مشکل است. برای مثال در اینگونه موارد استفاده از اسیلوسکپ انعکاس پالس نیز بی نتیجه است زیرا محل عیب بین یک الکترد و زمین قرار گرفته است و در بین دو الکترد قرار ندارد.

آزمایش کابلهای روغن (با فشار روغن) ۳۳ کیلوولتی با غلاف آلومینومی و عایق P.V.C که دوطرف آن از زمین عایق شده باشد، یک اتصال غیر واقع به زمین را نشان میدهد که در واقع ناشی از اتصال به زمین نبوده و نمایانگر وجود یک اشکال ناشی از خورندگی بوده و لازم است که نسبت به پیدا کردن و مرمت آن اقدام کنیم و گرنه باعث نشتی روغن شده و پیدا کردن محل عیب آن بسیار پرهزینه خواهد بود. درهمه اینگونه موارد بایستی آزمایش غلاف را طبق برنامه منظمی انجام داد و موارد خوردگی را پیدا و مرمت نمود تا از نشتی روغن و مشکلات بعدی آن جلوگیری گردد و یا در سایر انواع کابلها ، برای پیدا کردن عیبهای هسته بایستی آزمایش را با استفاده از دستگاههای جدید پیدا نمود.

PowerEn.ir

سالیان متمادی است که تعیین محل این نوع عیبها را بوسیله روش " روش حوزه پتانسیل " انجام میدهند. برای این منظور مابین غلاف و زمین ولتاژهای در حدود چندین صد ولت یا چندین هزار ولت اعمال میکنند تا جریانهای گذرنده از نقطه آسیب دیده به زمین در اطراف نقطه عیب، جریانهای دایره‌ائی شکل تشکیل دهند. این جریانها باعث تشکیل حوزه پتانسیل طبق شکل ۱۰ میگردند.



شکل ۱۰- نمونه تغیرات حوزه پتانسیل

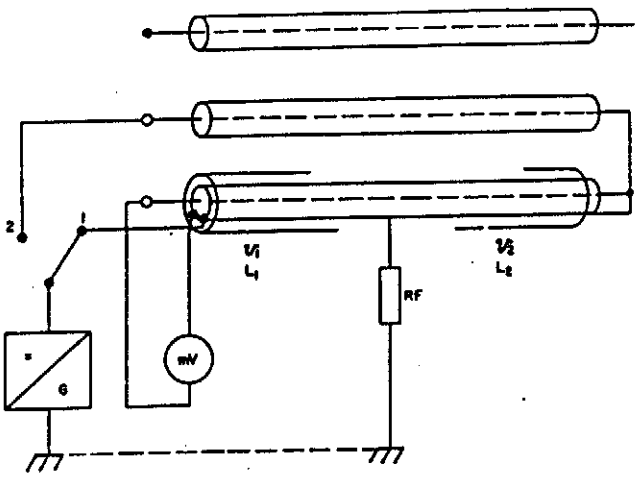
سپس بهره‌برداران همراه با دو میله (میخ) اتصال به زمین در مسیر کابل حرکت کرده و جریان گذرنده از گالوانمتر و جهت انحراف آنرا یادداشت مینمایند. تغیری در پولاریته یا جهت انحراف گالوانمتر نمایانگر عبور از وضعیت عیب میباشد و نقطه‌ائی که در پولاریته آن تغیر یافته حدود ۰/۳ متر با محل دقیق عیب فاصله دارد. توجه به این نکته مهم میباشد که این جریانها در زمین جریان دارند و همچنین آزمایش را میتوان نه تنها در روی مسیر تقریبی کابل مورد آزمایش قرار داد بلکه میتوان در جهت عمود بر مسیر نیز انجام داد بطوریکه مسیر کابل را نیز قطع کند. این روش مورد استفاده قرار گرفته و همچنان مورد استفاده قرار میگیرد و روش فوق‌العاده مناسب و موثری است و تنها اشکال آن موقعی پیش میآید که بدلائلی نتوانیم میله یا میخها را در زمین فرو نمائیم. درهرصورت حتی در سطوح سخت و مشکل از قبیل: سیمان یا قیر، آزمایش موفقیت‌آمیز را میتوان با مرطوب کردن سیمان در نقطه اتصال و یا مته کاری و ایجاد سوراخهائی در قیر، انجام داد. مشکل دیگر بعلت وجود جریانهای گردابی (فوکو یا ادی) در زمین است که باعث میشود عقربه گالوانمتر دائما" به اینطرف و آنطرف حرکت کرده و جریانهای متفاوتی را نشان دهد. این مشکل را نیز براحتی میتوان بر طرف نمود و برای این منظور بایستی کلید اتصال به منبع ولتاژ (DC) زیاد را بطور اتوماتیک قطع و وصل نمود بطوریکه زمان قطع کلید با زمان وصل آن مساوی نباشد. وبعبارت دیگر آهنگ قطع و وصل نامتناسب باشند، مثلا" مدت زمان وصل کلید حدود ۱ ثانیه و مدت قطع آن ۳ ثانیه باشد. باین ترتیب است که میتوان جهت انحراف عقربه گالوانمتر را برحسب ولتاژهای آزمایش، تشخیص داد.

پیشرفت وتکامل عمده

علاوه بر مورد فوق الذکر بایستی بدو پیشرفت عمده در زمینه تعیین محل عیبهای اتصال به زمین نیز اشاره نمود. اولین آنها یک روش جدید برای تعیین محل مقدماتی عیب است که اصول آن، استفاده از همان روش ایجاد حوزه پتانسیل الکتریکی است و دومین آنها استفاده از روش فرکانس صوتی است بدون آنکه نیازی به نصب و فروبردن میخهای (میله) اتصال به زمین باشد

POWEREN
PowerEn.ir

درصورتیکه امکان استفاده از سیمهای (هسته‌های) یدک با هرمقطعی وجود داشته‌باشد میتوان مداری مانند اتصال شکل ۵ تشکیل داد و از یک منبع معمولی جریان مستقیم که قبلا"به‌آن اشاره شده ، نیز استفاده نمود.



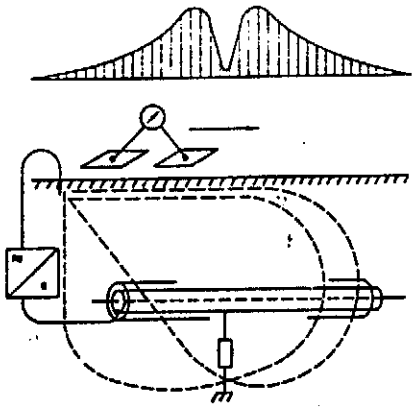
شکل ۱۱- سیم‌بندی و یا اتصال مدار با استفاده از یک منبع معمولی جریان مستقیم

این نوع سیم‌بندی و اتصال مانند یکدستگاه کابل سوز کوچک میباشد که معمولا" از این مدار برای سیستمهای مخابراتی با قدرت ظاهری ۵۰۰ کیلوولت‌آمپر و حداکثر ۲ کیلوولت از نوع جریان مستقیم ، استفاده میگردد. ضمن اینکه این مدار مثل یکدستگاه کابل سوز عمل میکند میتوان جریان گذرنده از مدار را به سادگی و بطور اتوماتیک بهر مقدار معین محدود نمود.

درموقعیکه کلید در وضعیت ۱ قرار داده شود ولتاژ از طریق مسیر زمین ومحل‌عیب اعمال میگردد و درست مثل حالتی است‌که یک آزمایش معمولی حوزه پتانسیل انجام گرفته است. در محل آزمایش ، یک میلی ولت‌متر را به غلاف و سردیگر آنرا از طریق یک سیم یدک (رزرو) و به مقطع خارجی غلاف ، به محل عیب وصل میکنیم.(توجه داشته باشیم که مدار حاصله یک مدار ساده اتصال میلی ولتمتر را تشکیل میدهد زیرا هیچ جریان آزمایش‌از آن عبور نمیکند.). سپس جریان خروجی از منبع ولتاژ مستقیم را تا درجه مخصوص تنظیم میکنیم و در حالیکه به قرائت میلی ولت‌سنج توجه داریم مقدار تنظیم شده ولتاژ را در حد ثابتی نگه میداریم.

سپس دستگاه را خاموش‌کرده و کلید را در وضعیت ۲ قرار میدهیم تا ولتاژ DC به‌دو سر انتهای دیگر غلاف (از طریق یک سیم یدکی دیگر) و نقطه عیب ، اعمال گردد. میلی ولت سنج در این حالت ولتاژ ۲ V مابین محل عیب و انتهای دیگر غلاف‌را نشان میدهد. البته این قرائت‌فقط در صورتی معتبر است‌که پس‌از چندین بار روشن کردن کلید ، جریان مساوی همان جریان خروجی تنظیم شده در آزمایش‌اول باشد. با در دست‌داشتن $\frac{V_1}{V_2}$ میتوان‌فاصله دقیق تا محل عیب‌را : با استفاده از روش‌مذکور قبلی حوزه پتانسیل یا بوسیله روش دستگاه فرکانس‌صوتی برای تعیین دقیق عیب (که حالا در مورد آن بحث‌خواهیم کرد)،مشخص نمائیم.

درموقع استفاده از روش‌حوزه پتانسیل در صورتیکه از همان اتصالات‌استفاده شود یک شباهتی بین دو حالت زیر بوجود میآید : استفاده از مولد فرکانس‌صوتی بجای استفاده از یک منبع DC.در این حالت‌شعاع جریانهای متناوب‌گذرنده مطابق شکل ۱۲ میباشد.



شکل ۱۲ – نمونه سیگنال جریان گذرنده از محل عیب و نمونه قوسی دار و منحنی جریان متناوب

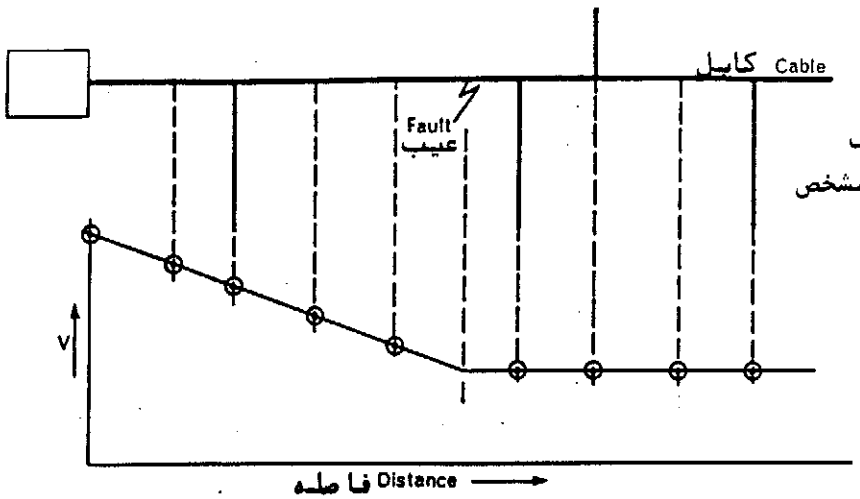
بهره‌بردار میتواند بجای استفاده از میخهای زمین و گالوانمتر ، ضمن همراه داشتن یک میله ولتاژ (که دو پایه آن مثل نردبان است) در روی مسیر کابل راه رفته و بوسیله آن افت ولتاژ بین نقاط بفواصل ۱ متر را در روی زمین نمونه‌گیری و اندازه‌گیری نماید. میخها (میله) کوچکی در پائین هریک از پایه‌ها ، میله ولتاژ وجود دارد که با زمین تماس میگیرد و در صورتیکه سطح زمین سفت باشد میتوان صفحاتی را بجای آنها (میخها) نصب نمود و با آنها سیگنال ولتاژ را بوسیله اتصال خازنی ، برداشت نمود. این سیگنال بوسیله گیرنده معمولی و یا تقویت‌کننده مورد استفاده در ردیابی و مسیریابی کابل ، تقویت شده و از طریق گوشی ها آنرا به علائم صوتی تبدیل نمود و یا آنرا از طریق یک علائم قابل رویت در دستگاه اندازه‌گیری مشاهده نمود. همچنانکه به محل عیب نزدیک میشویم علائم دریافتی (صوتی یا قرائت روی دستگاه اندازه‌گیر) روبه افزایش گذاشته تا به حداکثر خود میرسد و سپس در محل عیب با شیب زیادی کاهش یافته و بعد از نقطه عیب ، طبق شکل ۱۲ ، مجددا " به مقدار حداکثر خود افزایش می یابد.

برتری آشکار این روش ، آن است که آزمایش‌کننده میتواند با نصب صفحات خازنی با سرعت بیشتری قدم برداشته و محل دقیق عیب را سریعا " محل یابی نماید. در خاتمه باید تاکید نمود که عیبهای اتصال به زمین در روی هرکابل معمولی با پوشش فلزی اتفاق می افتد ، از آن جمله : غلافهای ، کابل عایق شده با P.V.C، لوله‌های عایق دار که در آنها سیال جریان دارند ، کابلهای پلاستیکی غیرغلاف دار مخصوص ولتاژهای کم ، کابلهای مخابراتی غیرغلاف دار و کابلهای کنترل .

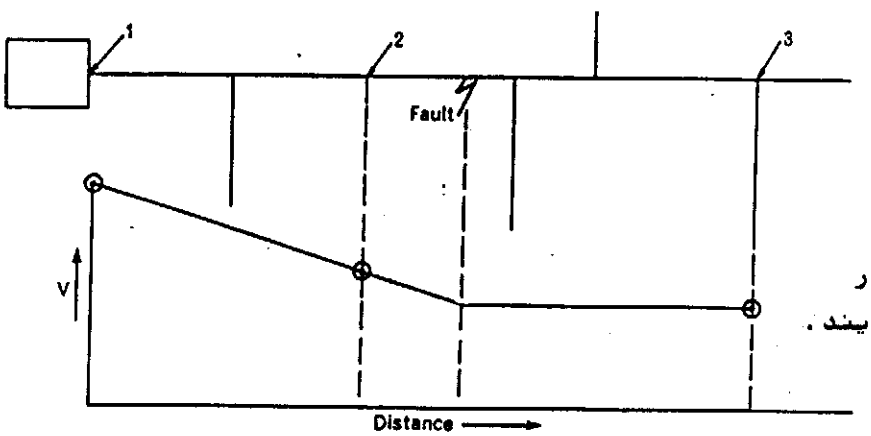
POWEREN.IR

*** مقاله سوم : تعیین محل عیبهای کابل بیش از پیش بغرنج و پیچیده

در آخرین مقاله ، از سری مقالات تهیه شده در مورد تعیین محل عیبهائی از کابل که پیدا کردن آنها پیچیده‌تر و مشکل تر میباشد، از موضوعاتی شامل موارد زیر بحث شده است :
عیبهای کابل ولتاژ کم ، سیستمهای انشعاب دار ، برنامه‌ریزی و مدیریت جهت محل یابی عیب و روشهای صوتی .
صرفنظر از اینکه یک کابل مخصوص فشار ضعیف و یا فشار قوی باشد ، در هرصورت یک کابل است و اگر بدو سر کابلی دسترسی داشته باشیم ، پیدا کردن محل عیب آنها مثل همدیگر میباشد بجز در مواردی که با سطوح ولتاژ مجاز و ولتاژ در آستانه (شروع و آغاز) جرقه مواجه باشیم.
در هرصورت ، عیب یابی در روی سیتمهای ولتاژ کم معمولا" مشکل تر بوده و بطور جدی به عوامل بهره‌برداری سیستم ارتباط دارد. بیشتر این سیسمها بصورت سه فازه میباشد ، و خیلی کم بصورت تک فاز ، و باین دلیل اندازه‌گیریهای انعکاس موج معمولی ، اغلب مشکل است و یا در نقاط انشعاب که دامنه موج از برآیند دامنه سه موج تشکیل شود و همچنین در انتهای شاخه انشعاب واقعا" عیب یابی غیرممکن است . علاوه بر موارد فوق که خود باعث ایجاد مشکلات جدی میگردند یک عامل دیگری نیز هست که مشکل ترین وضعیت را باعث میشود و آن وجود بارهای مختلف (بار ناشی از اتصال دستگاهها و کویل های دستگاههای اندازه‌گیری اشاره شده قبلی است) در مدار است که بطور موثری با عیب بطور موازی قرار میگیرد.
اگر فقط به یک منزل که از فاز مربوطه تغذیه میشود دسترسی نداشته باشیم ،هرگونه عملیات معمولی عیب یابی یا استفاده از دستگاههای عیب یاب بی نتیجه خواهد بود. حتی استفاده از یک اهم‌متر نیز بیفایده است و همچنین از ولتاژهای بیشتر از حد معمولی نیز نمیتوان استفاده کرد، زیرا افزایش سطح ولتاژ برای وسائل مصرف کنندگان مضر بوده و مغایر با مقررات دولتی است .
بنابراین میتوان گفت که مهندس مسئول تقریبا " همیشه تحت فشار است و چاره‌ائی جز استفاده از روشهای با ولتاژ متناوب معمولی یا کمتر از آنرا ، ندارد. این موضوع در مورد آزمایشات تغییرات ولتاژ ، آزمایش در حالت قطع مدار و وصل مجدد مدار جهت گوش کردن به اثرات صوتی ، نیز صدق میکند.
سالیان متمادی است که آزمایشات تغیر ولتاژ با موفقیت انجام شده است . اگر عیب دائمی بوده و همیشه وجود داشته باشد و بتوانیم برق مصرف کنندگان را قطع کنیم در اینصورت یک جریان ثابت در عیب کابل تغذیه نموده و مقادیر ولتاژ را در نقاط مختلف مسیر کابل قرائت مینمائیم . منحنی حاصله را مثل شکل ۱ رسم میکنیم و با استفاده از این منحنی میتوان محل تقریبی عیب را بدست آوریم .
شکل ۱۳ از منحنی های تغیرات ولتاژ میتوانیم محل تقریبی عیبها را مشخص نمائیم. اگر عیب از نوع متناوب باشد (سیستم Lotec) در اینصورت بایستی از سه یا تعداد بیشتر از سه دستگاه ثبات ولتاژ میرا استفاده کرد و افت ولتاژ در نقاط مختلف مسیر کابل را در موقع جرقه زدن کابل را در حافظه دستگاه ثبات ، ثبت نمائیم.(شکل ۲)



شکل۱۳ـ از منحنی های تغیرات ولتاژ میتوانیم محل تقریبی عیبها را مشخص نمائیم



شکل۱۴ـ شباتها میتوانند افت ولتاژ در نقاط مختلف کابل را در موقع برقراری جرقه در محل عیب ، را در حافظه خود ثبت نمایند.

متاسفانه آزمایش را از طریق قطع مدار مصرف کنندگان توام با برق دار کردن مدار همچنان تنها راه عیب یابی در بسیاری از شبکه‌های پیچیده برق رسانی است اگر به اتصال برق مصرف کنندگان دسترسی نداشته باشیم.برای انجام آزمایش از طریق قطع مدار مصرف میتوان مدار مصرف را در یک نقطه دلبخواه قطع نمود که معمولا" در وسط کابل اختیار میگردد و سپس یک یا هر دو نیمه مدار را برای تعین نیمه سالم و نیمه معیوب مدار ،برق دار میکنیم. قسمت سالم مدار را جهت استفاده مصرف کنندگان سریعا " برق دار میکنیم و قسمت معیوب کابل را بدو ، چهار و ... قسمت کرده تا به محل عیب دسترسی پیدا کنیم و یا اینکه قسمت کوچکی از مدار را که عیب در آن قرار دارد قطع میکنیم. این روش بسیار موثر و سریع میباشد ولی پیدا کردن عیب در آن پرهزینه میباشد.

محل عیب اکثر کابلها را با تعداد سه ،چهار ،یا پنج حفاری میتوان پیدا کرد ولی از نظر تئوری تعداد دو ،سه یا چهار حفاری آنها ضروری است . هزینه هر حفاری و اتصال مجدد و پر کردن و راه‌اندازی و مزد تعداد کارگران زیادی که برای حفاری آنها نیاز داریم و

راه اندازی مربوطه از ۱۵۰ پوند هم بیشتر است. لذا پیدا کردن محل هرعیب کابل بدون احتساب مدت زمانیکه مهندسین برای آن صرف وقت کرده‌اند حدود ۳۰۰ تا ۶۰۰ پوند میشود در یک منطقه بزرگ شهری ممکن است روزانه تعداد زیادی عیب ایجاد گردد. بعضی از این عیبها از قبیل خرابی نوع سوم بلافاصله گزارش میگردند بقیه عیبها را در صورتیکه دستگاه مناسب آنرا استفاده نمائیم میتوان درست با یک حفاری محل یابی نمود و چند مورد باقیمانده را بوسیله استفاده از روش آزمایش پس از قطع مدار، تعیین محل مینمائیم.

اگر یک سیستم برق رسانی شامل ۱/۸ میلیون مشترک را در نظر گیریم که واقعا" تعداد ده منطقه شهری را زیر پوشش خود داشته باشد و با احتساب اینکه در هر منطقه شهری بخواهیم یک آزمایش عیب یابی را با استفاده از روش قطع مدار اجرا نمائیم از نظر تئوری هزینه این آزمایشها روزانه ۴۵۰×۱۰ پوند در هر سال متجاوز از ۱/۵ میلیون پوند خواهد شد.

متاسفانه هیچ روش واقعا" موثر دیگر و یا دستگاه دیگری را جهت تقلیل این هزینه در دسترس نداریم، ضمنا" فشار قابل ملاحظه مشترکین جهت تامین برق آنها را نیز بایستی در نظر بگیریم.

تمام مسئولین توزیع انرژی برق از این مسئله آگاهی دارند و بطور موثری در جستجوی راه حل آن هستند. درهرصورت کلان بودن این هزینه باعث میشود که در ذهن مسئولین تصویب بودجه جنگی پدیدار شود و همین امر دلیل قانع کننده‌ائی برای بهبود برنامه‌ریزی و اجرای مواردی از قبیل: مدیریت عیب یابی، برنامه‌ریزی روشها، دستگاههای اندازه‌گیری، آموزش و توسعه و تحقیق، میباشد.

تجزیه و تحلیل تمام موضاعات مدیریت عیب یابی و آموزش خارج از بحث این مقاله است.

اما بهترین عیب یاب آن کارشناسی و متخصصی است که غیر از عیب یابی به کار دیگری پردازد و هرگونه دستگاه مورد نیاز را در اختیار داشته باشد. طبیعی است که این وضعیت بندرت اتفاق میافتد و در واقع نشدنی است زیرا کارشناسی هم بالاخره و بهر دلیل مثل بازنشستگی پست مهم سازمانی خود را ترک میکند. پس باید هدف این باشد که همیشه یکنفر یا ترجیحا" دو مهندس آموزش دیده و یا دو تکنیسین ماهر با تمام وسائل مورد نیاز در دسترس داشته باشیم تا بمجرد بروز یک عیبی بلافاصله در محل حاضر شوند. وسائل و دستگاههای مورد نیاز بقرار زیر است:

* دستگاههای آزمایش برای تست عایقهای معمولی
* دستگاه انعکاس پالس (طبق شکل ۱۵)
* دستگاه تامین انرژی الکتریکی در محل عیب (دستگاه برقی،مکانیکی FRED یا ترجیحا" یک وسیله کنترل از نوع تریزیستور از قبیل دستگاه نشان داده‌شده در شکل ۱۶)
* دستگاه فرکانس صوتی (شکل ۱۷) با تمام متعلقات مربوطه جهت مسیریابی کابل با استفاده از روش twist (پیچش) بطریق صوتی
* دستگاه حافظه دوبل جهت مقایسه مسیرهای قبلی و بعدی (یا دوربین پولاروید و اسیلوسکوپ ضمیمه آن)
* یک طقه نوارمتر جهت اندازه‌گیری و یک
* واکی، تاکی در صورت امکان

Powered by Powerfn.ir

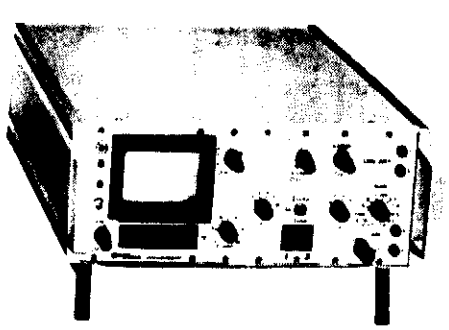
روش :

محل یابی عیب در کابلهای با ولتاژ کم آنقدر دارای مشکلاتی است که بایستی از هر موقعیت و موضوعی کمال بهره جوئی را بعمل آورد. یک عامل مهم آن در کابلهای با ولتاژ کم کوچک بودن طول آنها است (۳۰۰،۱۰۰متر) و بهمین دلیل افراد گروه عیب‌یاب میتوانند در مدت حدود ۱۵ دقیقه کابل را مسیریابی ، علامت‌گذاری و اندازه‌گیری نمایند و ضمن انجام این کارها میتوانند وضعیت کابل را از نزدیک رویت و بررسی نمایند ، نتایج این بررسیها از قبیل : مشاهده علائم مربوط به حفر گودال ، ذوب شدن برف در بعضی از قسمتها ، اظهارات مشترکین ،میتواند در عیب یابی کمک موثری باشد.

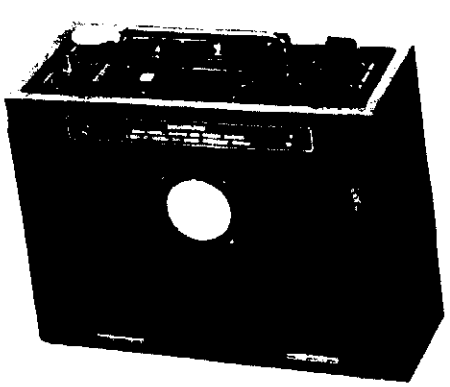
در موقع تشخیص شرائط عیب همواره بایستی این موضوع را بخاطر داشت که "هرگز وضعیت و اوضاع و احوال موجود را که میتواند ما را در امر عیب یابی راهنمائی کند ، تغییر ندهید". یک مثال خوبی در این زمینه در موقعی است که فیوزی سوخته شده اما بعلت وجود یک عیب از نوع اتصال فاز به فاز مثلا" فیوز مربوط به فاز قرمز دچار سوختگی شده ، اما سیم فاز زرد رنگ برق دار میباشد. تعویض فیوز قرمز رنگ در این شرائط یک جنایت محسوب میشود زیرا ممکن است که عیب از نوع هسته به هسته (فاز به فاز)با مقاومت اهمیک کم را که میتوانست با استفاده از روشtwist (پیچش) در زمان کوتاهی پیدا شود را بکلی خراب و آسیب رساند.

بعداز تعیین و تشخیص عیب بایستی فاز معیوب را بوسیله اسیلوسکپ انعکاس پالس مشخص نمود.

و قبل از تعویض هر فیوزی ، لازم است که اطلاعات مربوط به مسیر کابل را در کانال ۱ دستگاه دارای دو حافظه ذخیره نمود (یا با دوربین پولاروید از آن عکسبرداری نمود). دستگاه مربوط به تغذیه انرژی الکتریکی در محل عیب را سپس باید بجای فیوز وصل‌کرده و یک شوک الکتریکی وارد نمود. دستگاه تریزیستور نشان داده شده در شکل ۱۶ مزیتهائی دارد که تعداد ۴،۳،۲،۱ یا ۵ سیکل از قبل انتخاب‌شده را میتوان توسط آن در خط عبور داد و مقدار حداکثر جریان گذرنده از محل عیب را بطور عددی در روی دستگاه مشاهده نمود. دستگاه را میتوان از فاصله ۵ متری آن کنترل نمود و جریان گذرنده از آن نیز محدودیتی ندارد یعنی جریانهای عادی گذرنده از عیب را میتواند تحمل نماید.



شکل ۱۵ـ یکدستگاه انعکاس پالس



شکل ۱۶ـ دستگاه تغذیه انرژی الکتریک (از نوع قابل کنترل توسط تریزیستور) در محل عیب

POWEREN.IR

در صورتیکه بهره‌بردار تمایل داشته باشد که کابل سوزی با شدت بیشتری در روی عیب انجام دهد میتوانند از یک مقاومت محدود کننده که بدین منظور ساخته شده است بطور دلخواه استفاده نماید.

وقتی نتایج عملیات مذکور در شرائط تغیر داده شده عیب معلوم شد، یک ردیابی و مسیریابی دیگر را بایستی از طریق اسلوسکپ دریافت نموده و آنرا با مسیریابی ثبت شده در حافظه و یا عکس‌گرفته شده قبلی مقایسه میکنیم. وجود هرنوع اختلاف بین آندو نمایانگر وجود وضعیت عیب میباشد. مزیت دیگر بررسی نتایج حاصل از کم بودن طول اکثر کابلهای ولتاژ پائین، این است که کوچک بودن خطاهای از ۰/۵ تا ۲ درصد اجرای عملیات عادی تعین محل مقدماتی عیب باعث میشود تا طول محاسبه شده تا محل عیب با محل واقعی آن زیاد فاصله نداشته باشد. لذا میتوان از وجود کارکنان مربوطه استفاده نمود و آنها را در فواصل ۰،۵ یا ۲۰ متری محل طول محاسبه شده عیب گمارد و ضمن همراه داشتن میکروفن های زمین (یا بدون آن) و دستگاه تغذیه انرژی الکتریکی از نوع تریزیستوری، بطور اتوماتیک انرژی را به خط تغذیه نمود تا در صورت وجود جرقه در محل عیب که باعث برقراری نوسان میشود، محل واقعی عیب را مشخص نمود.

مخارج و هزینه‌های زیاد

در صورتیکه قیمت دستگاههای عیب یاب زیاد باشد میتوان گفت که هزینه‌های جاری یک عیب یابی موضوع دیگری است و مقایسه این دو هزینه در بودجه مربوط به آنها را نمی توان براحتی با هم مقایسه نمود. قبل از خرید دستگاههای گرانقیمت بایستی بررسیهای لازم در مورد تقلیل هزینه‌های عیب یابی بعمل آورد. مهندسین اعتقاد دارند که استفاده از این دستگاهها بطور موثری هزینه‌ها را کاهش میدهد اما مدیریت و اموربازرگانی نیز نیاز دارند که از بررسیهای بعمل آمده در گزارشات و نحوه تنظیم آنها مطلع شوند تا با دلائل قابل قبولی بودجه خرید دستگاهها را تصویب نمایند.

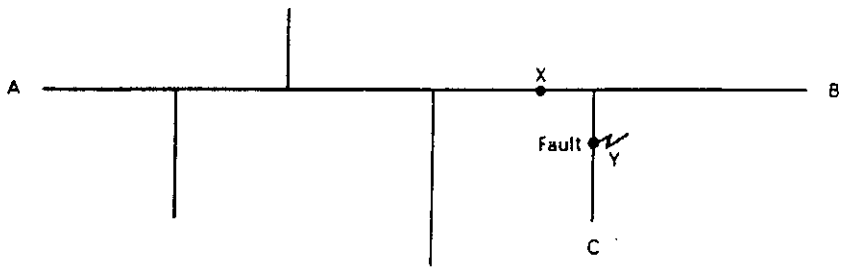
بسیاری از مسئولین سعی قابل ملاحظائی در ارائه تعین خسارات و هزینه‌های ناشی از عیب در کابلها دارند ولی به ارزش دستگاههای خریداری شده کمتر توجه مینمایند. بعنوان مثال، هرکس میتواند که یک وسیله نقلیه بعد از ۶، ۵ سال مستهلک شده و ارزش خود را از دست میدهد، بنابر این برای تعویض قطعات اتوماتیک آن مقداری پول کنار گذاشته و بدین منظور اختصاص میدهد.

یکدستگاه عیب یاب که ممکن است، پیچیده، دقیق و یا حتی بسیار عالی باشد بالاخره یک طول عمر مفیدی دارد. اگر از چنین دستگاهی کاملا" مراقبت شود و از افتادن آن که قطعا" از ارزش میاندازد جلوگیری کنیم طول مفید عمری در حدود ۸ سال دارد.

سیستمهای T شکل ـ تحقیقات بعمل آمده حاکی از آن است که سیستمهای فشارضعیف، دارای چندین انشعاب هستند اما یقینا" سایر سیمهائی مثل تاسیسات کابل روشنائی عمومی و کابلهای ولتاژ بالای T شکل نیز وجود دارند که همه اتصالات آنها را میتوان عایق کاری نمود. تعین محل مقدماتی عیب را بوسیله روشهای انعکاس پالس میتوان انجام داد اما بعلت کم بودن انرژی پالس برگشتی عوامل متعددی را ایجاد میکند که معذالک ارزش تحمل آنها را دارد:

۱- اسیوسکپ مورد استفاده بایستی ترجیحا" دارای مقایسه فاز و امکانات اندازه‌گیری اختلاف را داشته باشد.

۲- در مورد آزمایش میتوان گفت که شانس کمی برای " دیدن " خط مرز عیب دارد، زیرا عیب دارای مقاومت چند صد اهمی است، لذا مقاومت عیبها را با اجرای عملیات کابل سوزی به حداقل تقلیل داد. همچنین، بهره‌بردار با استفاده از زمان مشاهده کابل از نقاط انتهائی محل تقریبی عیب را از طریق مدت زمان حاصله برای نمایش کابل در صفحه اسیلوسکپ، مورد قضاوت قرار دهد، بطور مثال در شکل ۱۸، با اسیلوسکپ نمیتوان محل عیب در نقطه را مشاهده نمود. بهرحال، اگر محل عیب در یا حتی در باشد براحتی میتوان آنرا مشاهده نمود. البته با یک محاسبه میتوان از نقطه B مسافت x یا g را حساب کرد که در اینصورت یک آزمایش نهائی از نقطه C ضروری میباشد.



شکل ۶- مشاهده کابل از نقاط مختلف ارزش صرف وقت بیشتر آنرا دارد.

در اکثر مواردیکه مقاومت عیب کم بوده و در یک ردیابی پیچیده و مبهمی قابل تشخیص نباشد میتوان از یک لم مفیدی استفاده نمود باین ترتیب که یکی از بهره‌برداران را به نقاط پایانی از پیش انتخاب شده میفرستیم تا در آن نقاط یک مدار اتصال کوتاه ایجاد نماید و یا آنها را علامت‌گذاری نماید. اگر این نقاط قبل از محل عیب باشد اثر این مدارات اتصال کوتاه در ردیابی کابل براحتی قابل رویت خواهد بود در حالیکه اگر این این نقاط بعد از عیب باشد قابل رویت نخواهند بود. سپس اسیلوسکپ را به یک نقطه پایانی نزدیک این حوزه منتقل نموده و بوسیله آن عیب را محل یابی میکنیم.

در مورد کابلهای برق رسانی به جاده‌های طویل مخصوص عبور و مرور وسائط نقلیه که انشعاباتی به تیر پایه‌های روشنائی داده میشود و شاید هم موقعیکه تمام هسته‌ها دارای عیب اتصال بزمین از نوع مقاومت زیاد باشند، بایستی برای پیدا کردن محل عیب از عیب یاب با امپدانس خیلی زیاد مثل دستگاه BARTEC مورد بحث در مقاله دوم، استفاده نمود.

دستگاه BARTEC را بین تیر پایه‌ها قرار داده و از یک کابل مضاعف پیچ دار نیز استفاده میکنیم تا به این ترتیب نیازی به استفاده از یک سیم سالم جهت برگشت جریان، نداشته باشیم. باین طریق از روی قرائت دستگاه میتوان جهت و فاصله عیب ما بین دو تیر

POWEREN
PowerEn.ir

پایه را از صفر تا ۱۰۰% مشخص نمود. و قبل از برق دار نمودن تیر پایه‌های دارای عیب جهت دقت عمل بیشتر تعین محل دقیق عیب فقط به چند آزمایش دیگر نیاز داریم. طبیعی است که اجرای عملیات فوق یک مقداری زمان گیر تر است اما نتایج حاصله در مقایسه با حفر گودال و قطع انشعابات بسیار : موثرتر ، دقیقتر و اقتصادی تر است.

کابلهای راهنما و کنترل

دو مورد اشاره شده فوق ، بخصوص در روی کابلهای راهنما و کنترل ، مربوط به عملیات کابل سوزی است. بسیار دیده شده است که اجرای یک عملیات کابل سوزی بدلیل خشک شدن و محو شدن عیب بسادگی با عدم موفقیت مواجه بوده است ، لذا همیشه بایستی قبل از اجرای کابل سوزی : یکدستگاه مسیریاب را به حافظه دیجیتالی اسیلوسکپ وصل نمود و یا از دستگاه عکیبرداری استفاده نمود.

همچنانکه در اسیلوسکپ مشاهده میشود وجود یک عیب در مدار باعث بهم خوردن مشخصات کابل میگردد و یا اینکه مشخصه مقاومت ظاهری کابل را تغیر میدهد و باعث تغیر دادن مقاومت اهمیک مدار نشانداده شده در اهم‌متر و مقدار ظرفیت خازنی و سلف مدار ، میگردد. اجرای یک عملیات کابل سوزی ناموفق و یا در موردیکه اثر کابل سوزی محو میگردد ، هرگز تغیری در مشخصات مذکور نمیدهد و در موقع ردیابی مجدد یک اختلافی را باعث میگردد.

ثانیا " اجرای ناموفق کابل سوزی در روی کابلهای با سطح مقطع خیلی کوچک باعث میشود که اطراف محل عیب بسیار گرم شده و عایق کابل را در محل عیب سوزانده و تبدیل به ذغال نموده و از اطراف هادیهای دور سازد. پس از عملیات کابل سوزی بایستی در کمتر از چهار دقیقه اسیلوسکپ را وصل نموده و با دقت کامل به مشاهده تصویر روی آن پرداخت. پس از کابل سوزی گاهی اوقات بدلیل سرد شدن محل عیب یک تغیر مکان ناگهانی در محل عیب مشاهده میشود.

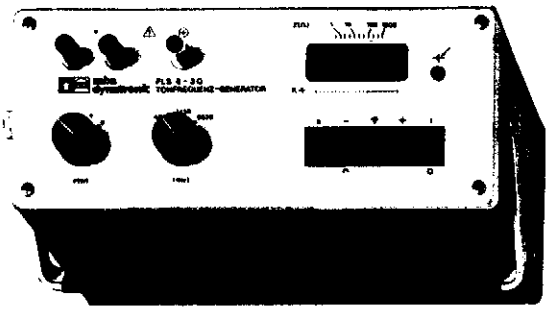
ساختار تعین محل عیب

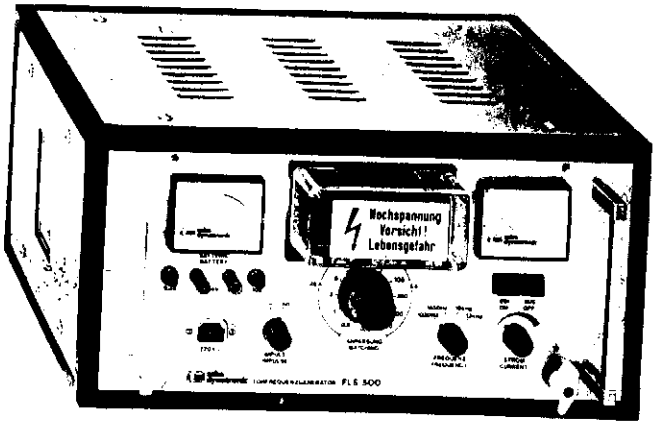
بالاخره ، در مورد تیمهای بهره‌بردار و تشکیلات وسائل و دستگاههای مورد نیاز برای هر نوع عیب یابی ـ یه بتوان تعداد برای عیب یابی های با فشار زیاد بوسیله سیستمهائی که تاکنون ذکر گردیده تدارکات کافی تهیه شده است.

تمام مراکز عیب یابی کابل نمیتوانند با دلائل موجهی که ندارند به وسیله نقلیه آزمایش عیب یابی مجهز باشند ، معهذا بایستی توانائی و ظرفیت کافی جهت محل یابی تعداد زیادی از عیبها را داشته باشند. بنابراین طبیعی است که مراکز اصلی عیب یابی بایستی مجهز به وسیله نقلیه جهت آزمایش عیب یابی باشد و در نزدیکی مراکز فرعی عیب یابی بایستی دستگاههای قابل حمل و یا یک دستگاه آزمایش‌کننده مجهز به : اجرای عملیات کابل سوزی ، تخلیه شوک الکتریکی ، فرکانس صوتی و دستگاه انعکاس پالس وجود داشته باشد و بتوان آنرا با وسیله نقلیه‌ائی که بدین منظور در نظر گرفته شده است به محلهای مختلف منتقل نمود. با این امکانات میتوان در حدود ۸۰ درصد عیبهای موجود در حوزه‌های عملیاتی را تعین محل نمود و از وسیله نقلیه مجهز به وسائل آزمایش برای عیب یابی کابل باشد ، استفاده کرد.

POWEREN.IR
PowerEn.ir

در خاتمه نویسنده از این موضوع آگاهی دارد که این مقالات باعث شده که یکسری از سئوالات مربوط به چگونگی مدیریت عیب یابی را مطرح نماید. با امید که این مقالات بتواند بحثهای جدیدی در مورد عیبهای مشکل و موجود در حوزه‌های عملیاتی را ، مطرح نماید و سر آغاز موفقیتهای دلچسب و بیشتری در مراکز عیب یابی کابل ، باشد.





شکل ۱۷ ـ دستگاههای فرکانس صوتی

POWEREN.IR

POWEREN.IR

شرکت اسپیدا د
ESPIDAAD

بـــخـــش دوم

تمرینات منا سب برای عیب یابی کا بل

به قلم : آقـــای اگـــن یـیـــکل
(Eugen Jacle)

POWEREN.IR

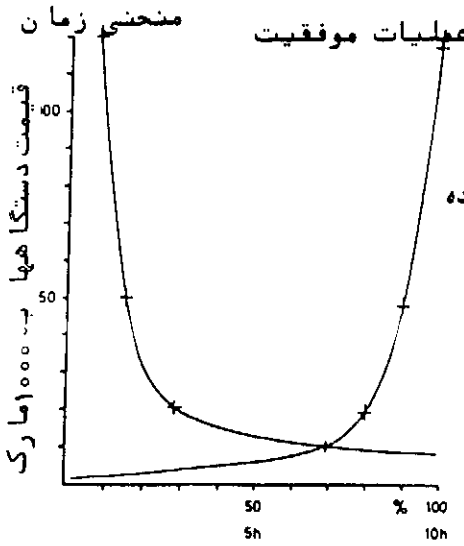
تمرینات مناسب برای عیب یابی کابل

تکامل تکنولوژی دستگاههای عیب یابی کابل از یک سرعت زیادی برخوردار است ، لذا بعضی از روشهای آزمایش به لحاظ استاندارد شدن نحوه عیب یابی کابلهای مورد استفاده در انتهای انرژی ، به مراحل قطعی و تغیر ناپذیر خود رسیده‌اند. و حالا در مورد تعیین محل عیب این سئوال مطرح است " عیب یابی کابل در چه زمانی ؟ و نه بیشتر ، کجا ؟ " زمان عیب یابی کابل بوسیله بیل و کلنگ گذشته است . در این قسمت راجع به خلاصه‌ائی از عیب یابی مدرن و پیشرفته در کابلهای انتهای انرژی بحث میکنیم و در این زمینه قبل از بیان اصول تئوری به تجربه عملی حاصله بپردازیم.

عملیات " عیب یابی کابل " تنها با استفاده از یک روش یا یک دستگاه حل نمیشود ، و استفاده از انواع دستگاهها و روشهای آزمایش است که اجرای عملیات را در زمان کوتاهی ، امکان پذیر مینماید.

بدیهی است که استفاده از انواع دستگاهها با وسائل نقلیه آزمایش کابل میتواند باعث صرفه‌جوئی در وقت شده و عیب یابی را در مدت کمتری انجام پذیرد.

نمودار شکل ۱۸ ارتباط بین قیمت دستگاههای مورد استفاده و زمان متوسط مورد نیاز عملیات عیب یابی را نشان میدهد. علاوه بر این میتوان گفت که امکان موفقیت‌آمیز عملیات به وضعیت دستگاه نیز مربوط میشود. بنابراین عملیات عیب یابی موقعی اقتصادی است که از تعداد حداقل دستگاهها استفاده شود و با تاکید بر ایمن بودن دستگاهها برای افرادی که با آن کار میکنند.



شکل ۱۸ ـ رابطه بین قیمت دستگاهها و زمان صرف شده در عملیات عیب یابی

مثال ۱ : با استفاده از دستگاههای با قیمت ۱۰۰۰۰ مارک بطور متوسط برای هر عملیات عیب یابی مدت زمان ۷ ساعت لازم است و احتمال موفقیت‌آمیز عملیات حدود ۷۰% میباشد.

مثال ۲ : با استفاده از دستگاههای با قیمت ۵۰۰۰۰ مارک بطور متوسط برای هر عملیات عیب یابی مدت زمان ۱/۵ ساعت لازم است و احتمال موفقیت‌آمیز عملیات حدود ۹۰% میباشد.

POWERENG
owerEn.ir

انواع عیبها :

وجود یک عیب در کابل بوسیله تغیرات حاصله در علائم و مشخصه‌های کابل انتقال (انرژی) یا بوسیله تغیرات ایجاد شده در اطلاعات ارسالی بوسیله کابل ، تشخیص داده میشود. برحسب موارد مختلف ، از سیستمهای مختلف کابل استفاده میشود و در نتیجه باعث به وجود آمدن انواع مختلف عیبها میشود. قطع شدگی کابل یا ایجاد مدارات اتصال کوتاه یا ایجاد اشکالاتی در عایق کابل و یا در اتصالات کابلها میتوانند نمونه‌هائی ازعیبهای مختلف کابل باشد. حتی عیبهای اتصال به زمین در روی غلافهای فلزی با عایق پلاستیکی را نیز بایستی در زمره عیب کابلها منظور نمود، زیرا عیبهای ایجاد شده در عایقها اغلب باعث نفوذ رطوبت در عایق شده و منجر به خرابی کابل میگردد. پیدا کردن بموقع و در مراحل اولیه عیبها باعث جلوگیری از خسارت بعدی کابل میگردد.

ترتیب آزمایش

عملیات و دستگاههای آزمایش مورد لزوم جهت تعین وضعیت عیب را به چهار گروه اصلی میتوان تقسیم نمود.

a) شناسائی و تشخیص یک کابل یا عیب غلاف کابل (دستگاه آزمایش مقدار مقاومت ، دستگاه آزمایش غلاف)

b) محدود کردن مقاومت عیب (با استفاده از دستگاه کابل سوز)

c) تعین محل مقدماتی عیب (بوسیله دستگاه انعکاس پالس)
تعین محل مقدماتی عیب غلاف کابل (بوسیله روش مقایسه ولتاژ)

d) تعین محل دقیق عیب (بوسیله مولد تخلیه شوک الکتریکی همراه با دستگاه فرکانس صوتی و گیرنده‌های صوتی ، و اندازه‌گیری ولتاژ بوسیله دستگاه دارای دو پایه جهت تعین محل عیب غلاف)

شناسائی و تشخیص یک عیب کابل

شرط لازم و اولیه جهت استفاده موفقیت آمیز دستگاههای مدرن تعین محل مقدماتی عیب کابل در موقع استفاده از روش انعکاس پالس این است که مقاومت اهمیک عیب ، کم باشد.
عیبهای کم مقاومت بین هسته‌های کابل یا هسته و غلاف جهت تعین محل مقدماتی نیازی به استفاده از دستگاههای انعکاس صوتی ندارند و در مورد تعین محل دقیق عیب بر اساس روش القائی نیز به روشهای فرکانس صوتی هم نیاز نداریم .
بنابراین همه عملیات مربوط به عیب یابی کابل با اندازه‌گیری مقاومت اهمیک تمام هسته‌ها نسبت به یکدیگر و زمین و یا اینکه نسبت به غلاف ، شروع میشود. برای این منظور باید از اهم‌مترهائی استفاده نمود که میتوانند حداکثر تا ۱ کیلو اهم را اندازه‌گیری نمایند. بنابراین با استفاده از این نوع اهم‌مترها وقتی عقربه در وسط قسمت مدرج قرار گیرد حدودا " مقدار ۲۰ اهم را نشان میدهد. مقاومت حدود ۲۰ اهم ، مقاومتی است که بوسیله آن میتوان تغیرات مقاومت عیب را بطور کاملا" خوبی تشخیص داد.
برای تشخیص عیبهای غلاف به دستگاههای آزمایش نیاز داریم که بتوان با آنها ولتاژ DC

(مستقیم) سیستم تامین انرژی را از صفر تا ۲۰۰ ولت تنظیم نمائیم تا بتوانیم با این طریق حتی عیبهای جزئی در غلاف و یا عایق را براحتی تشخیص دهیم. (شکل۲۰)

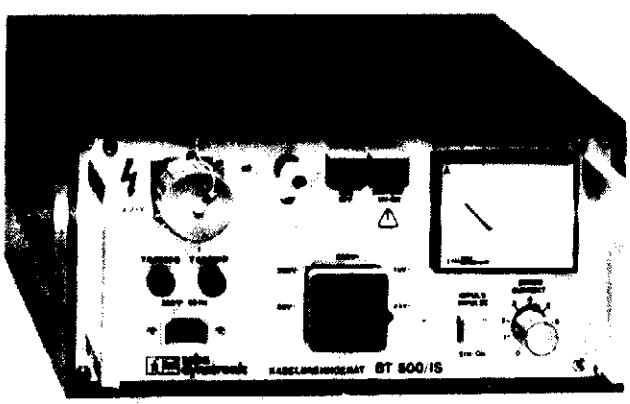
محدود کردن مقاومت عیب

دستگاههای کابل سوز برای کم کردن مقاومت عیبهای با مقاومت خیلی زیاد و یا عیبهای ناپایدار مورد استفاده قرار میگیرند و باین طریق میتوانیم لااقل مقاومت دریک هسته را به یک مقدار کوچک و ثابت تبدیل نمائیم.

در موقع استفاده از دستگاههای انعکاس پالس بهتر است که مقاومت عیب را به کمتر از ۱۰۰ اهم کاهش دهیم و باین طریق میتوانیم امپدانس را از امپدانس مشخصه کابل پائین‌تر بیآوریم.

چنانچه مقاومت عیب بطور قابل ملاحظه‌ائی زیاد باشد میتوانیم عملیات کابل سوزی را تکرار نموده و با ایجاد یک پل کربن مقاومت آنرا کاهش دهیم. با زیاد کردن جریان تغذیه میتوان این پل کربن را گرم و داغ نموده تا حدی که مواد عایق آن کربونیزه شده و باعث تقلیل مقاومت عیب گردد.

با افزایش جریان کابل سوزی میتوان مقاومت عیب را تا حد قابل قبول مورد نیاز روشهای آزمایش مراحل بعدی، کاهش داد. مقدار جریان تغذیه شده به مقاومت عیب جهت عملیات موفقیت‌آمیز کربونیزه کردن، از اهمیت ویژه‌ائی برخوردار است. چنانچه مقدار جریان کابل سوزی خیلی کم باشد باعث میشود تا در محل عیب، ضخامت کربن موردنظر ایجاد نشود، از طرف دیگر چنانچه این جریان بسیار زیاد هم باشد، ممکن است ازدیاد درجه حرارت زیاد باعث آسیب رساندن به پل کربن موجود نموده و آنرا خراب کند که در اینصورت مجبوریم که مجددا" عملیات کابل سوزی را تکرار نمائیم.



شکل ۲۰ ـ دستگاه کابل سوز برای ولتاژهای جریان مستقیم از نوع BT ۵۰۰/۱ ساخت کارخانه سبا دیناترونیک

جهت تعیین محل دقیق عیب با استفاده از روش تخلیه الکتریک، ایجاد اتصال فلزی درمحل عیب مضر و نامناسب میباشد و برای استفاده از این روش بایستی فقط از اتصال نوع کربونیزه ایجاد نمود. نظربه‌اینکه ولتاژ خروجی دستگاه انعکاس پالس خیلی کم میباشد لذا پل کربن در جریان عملیات اندازه‌گیری انعکاس پالس آسیبی نمی بینند. عملیات بعدی محل یابی بطریق تخلیه شوک الکتریکی جهت محل یابی بوسیله امواج صوتی باعث

میشود که پل کربن به سرعت از بین رفته و مجددا " مقاومت عیب بمقدار خیلی زیادی افزایش یابد در هر صورت چنانچه بخواهیم عیب کابل را با استفاده از روش القائی تعیین محل نمائیم لازم است که قبلا" در محل عیب یک اتصال فلزی با مقاومت کم ایجاد نمائیم .

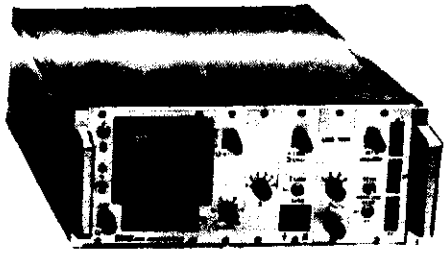
در موقعیکه طول کابل خیلی زیاد باشد و بخصوص اگر بخواهیم در محل عیب یک کابل سوزی کامل انجام دهیم برای جلوگیری و احتراز از عبور جریانهای ری اکتیو (دواته)از دستگاه کابل سوز، لازم است که برای انجام عملیات کابل سوزی از ولتاژ DC استفاده شود.

چنانچه قطع برق مشترکین امکان پذیر نباشد بایستی در کابلهای فشار ضعیف ، عملیات کابل سوزی را با ولتاژ ۲۲۰ ولت جریان متناوب با فرکانس برق شهر انجام داد.

تجربه نشان داده است که در اکثر موارد عیبهای کابل مناسب ترین خروجی عملیات کابل- سوزی از ۰/۵ تا ۵ کیلوولت آمپر میباشد. در موقع انجام عملیات کابل سوزی بین هستها بایستی یک هسته را به غلاف کابل و یا زمین وصل کنیم و یا بطور مثال در موقعیکه با کابلهای عایق پلاستیکی سروکار داریم بایستی یک هسته را به سیم نول متصل نمائیم.

تعیین محل مقدماتی

روش انعکاس پالس یک روش مدرن جهت تعیین وضعیت مقدماتی محل عیب یک کابل میباشد با این روش و با استفاده از دستگاه انعکاس پالس (شکل ۲۱) میتوانیم پالسهای تولید شده از مولد پالس این دستگاه را به کابل معیوب ارسال نمائیم. چنانچه عیب کابل در شرائطی باشد که بتواند پالسهای دریافتی را منعکس نماید، امواج منعکس شده میتواند تا ابتدای کابل حرکت نماید. در این صورت میتوانیم زمان برگشت کابل را بوسیله یک اندازه‌گیری نمود. سرعت انتشار پالسها در کابلها به ساختمان کابل بستگی داشته و در انواع مختلف کابلها ، متفاوت میباشد.

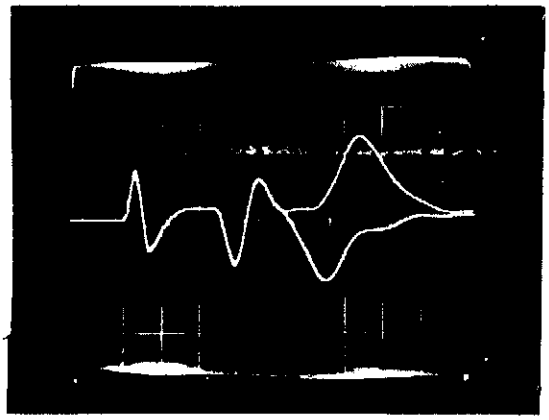


شکل ۲۱ ـ دستگاه انعکاس پالس LMG 3001 - ساخت کارخانه سبادینا ترونیک

وجود هرگونه غیر همگنی و بی نظمی در ساختمتن یک کابل باعث میشود تا مقدار سلف ـ اندوکتانس و کاپاسیتانس کابل تغیر کرده و بنابر این به تغییرات مشخصه امپدانس کابل منجر میگردد.

درهرصورت میتوان گفت که مقدار پالس منعکس شده نیز بمقدار حاصل تقسیم مقاومت اهمیک کابل و مشخصه امپدانس کابل بستگی دارد. نظر به اینکه تغییرات مشخصه امپدانس کابل

را نمیتوانیم با اهم‌متر مشخص کنیم. لذا از طریق اندازه‌گیری مقاومت در یک اهم‌متر نمیتوان تصمیم گرفت که آیا در یک کابل مشخص میتوانیم و یا نمیتوانیم اندازه‌گیری انعکاس پالس را انجام دهیم . پالسهای ارسالی بدستگاه انعکاس پالس دارای شیب دامنه زیادی هستند و به این طریق است که میتوانیم انعکاسهای پالس در محلهائی از کابل که در آن ناهمگن وجود دارد (مثل وجود یک عیب) را براحتی تشخیص دهیم. این موضوع بخصوص در سرو کار داشتن با مقاطع کابلهای طویل که در آنها اساسا " دامنه‌های پالس بیشتر کاهش می یابند (میرا میشوند)، از اهمیت خاصی برخوردار است . بنابراین ضروری است که از دستگاههای انعکاس پالس با امکان پهناهای پالس مختلف استفاده کنیم تا بتوانیم اندازه‌گیریهای لازم را هم در کابلهای طویل و هم در کابلهای کوتاه، انجام دهیم .

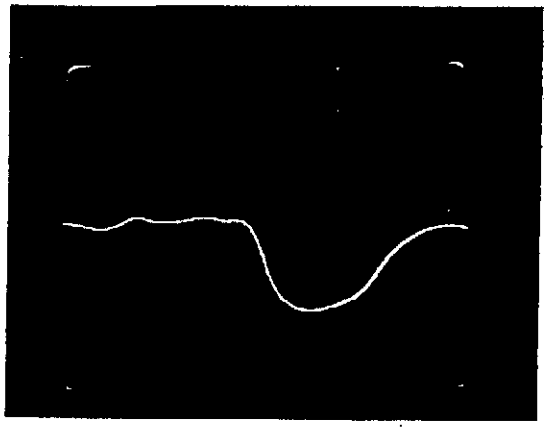


شکل ۲۲- تصویر در روی صفحه نمایش در روش مقایسه هسته (کابل)

عملیات اندازه‌گیریهای انعکاس پالس در عیبهای با مقاومت کم در کابلهای بدون انشعاب یا مدارات باز، آسان و ساده است اما در کابلهای انشعاب دار بسیار مشکل است .
بد لحاظ اینکه ضریب انعکاس موج در هر انشعاب حدود ۳۳ درصد میباشد این موضوع باعث میشود که تعداد زیادی انعکاسهای زیگزاگ مانند ایجاد شده در روی هم قرار گیرند. انطباق انعکاسهای زیگزاگ مانند باعث میشود که موج منعکس شده بوسیله عیب را نتوانیم در روی صفحه نمایش، تشخیص دهیم . در این مورد ایجاد یک پل در نقاط انشعابها در مدت زمانیکه بتوان عملیات انعکاس پالس را اندازه‌گیری نمود مفید و کارساز خواهد بود. برقراری پل در نقاط انشعابات کابل به کمک افراد تعلیم دیده شده با طرزکار فرستنده، انجام میشود.
استفاده از کابلهای چند رشته‌ائی و اتصالات مخصوص که بوسیله آن میتوان اندازه‌گیری مقایسه‌ائی یا اندازه‌گیری اختلاف را با آن انجام داد بطور قابل ملاحظه‌ائی باعث ایجاد تسهیلات در امر اندازه‌گیری شده است . در اندازه‌گیری مقایسه‌ائی هسته بایستی تعداد دو هسته و یا تعداد هسته بیشتری از یک کابل را از طریق یک رله قطع و وصل کننده سریع ، بطور متناوب بدستگاه انعکاس موج متصل گردد .
بعضی اوقات وجود اختلاف کم مابین هسته سالم و معیوب یک کابل ما را به نتایج آزمایش موردنظر هدایت مینماید . همچنانکه در شکل ۲۲ مشاهده میشود ،منحنی‌های دو هسته برهم

POWEREN.IR
owerEn.ir

منطبق شده‌اند و فقط در محل مربوط به عیب این دو قسمت از هم مجزا میشوند. این نقطه‌ای که دو منحنی از هم مجزا شده‌اند جهت اندازه‌گیری انعکاس پالس مورد استفاده قرار می گیرد. در هرصورت برای نتایج مطلوب تر از روش اندازه‌گیری اختلاف استفاده میشود. در این اندازه‌گیری اثرات تمام نامتجانس و ناهمگن کابل در یک اتصال مدار اختلاف تا مادامیکه اختلافات در تمام هسته‌های کابل مشترک است، جبران میشود و این اختلافات در روی صفحه تصویر نشانداده نمیشود. بنابراین هیچگونه نمایشی از نقاط اتصال، شاخه‌ها و ترمینالها در روی صفحه تصویر نشانداده نمیشود. نمایش شکل ۲۳ مربوط به همان کابل است که در شکل ۲۲ نشانداده شده که در این شکه ۲۳ از روش اختلاف استفاده شده است.

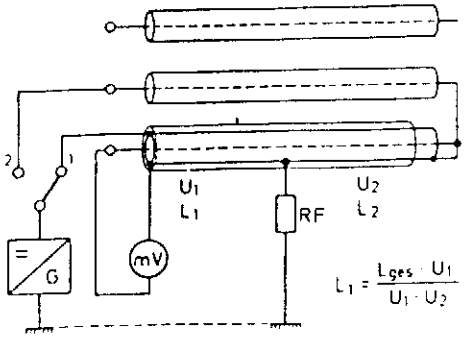


شکل ۲۳ ـ صفحه تصویر با استفاده از روش آزمایش اختلاف

تمام شاخه‌های نشانداده شده در شکل ۲۲ در شکل ۲۳ محو گردیده و نشانداده نشده‌اند و در اینجا محل عیب بوضوع نشانداده شده است است. حتی عیبهای با مقاومت حدود چندین صد اهم را با استفاده از روش اختلاف میتوان بدون نیاز به عملیات کابل سوزی، مستقیما" اندازه‌گیری نمود.

عیبهای کابل با مقاومت زیاد مابین دو هسته را همچنین میتوان مانند نقاط اتصال و با استفاده از اندازه‌گیری اتصال، محل یابی نمود. برای این منظور لازم است که مولد پالس و [illegible] دستگاه انعکاس پالس را [illegible] پالس تا نقطه اتصال را اندازه‌گیری نمود. با استفاده از این روش همچنین میتوان عیبهای با مقاومت‌های زیاد تا چند هزار اهم را محل یابی نمود.

با کمک دستگاه آزمایش و یک میلی ولت متر حساس و دقیق میتوان عیبهای غلاف کابل ها را محل یابی مقدماتی نمود. اتصال و سیم بندی میلی ولت متر با دستگاه آزمایش مورد استفاده در شکل ۲۴ نشانداده شده است.



شکل ۲۴ـ اتصال برای تعیین محل مقدماتی عیب غلاف کابل

POWEREN.IR

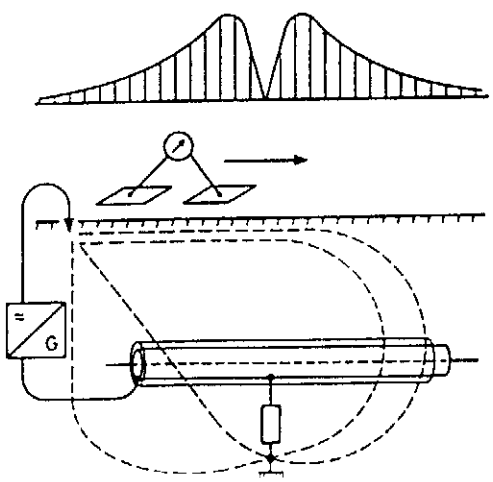
POWEREN
owerEn.ir

تعیین محل دقیق عیب

فاصله تا عیب که از آزمایش عیب یابی مقدماتی بدست آمده است را نمیتوان بعنوان تعیین محل دقیق عیب منظور نمود، زیرا همیشه مسیر واقعی کابل در دسترس نیست و از طرفی همیشه نمیتوان سرعت انتشار موج را بطور دقیق نشان داد و یا اندازه‌گیری نمود. صرف نظر از روش تعیین محل مقدماتی عیب میتوان نتیجه گرفت که در صورتیکه مسیر کابل کاملا" مشخص و در دسترس نباشد بایستی ابتداء محوطه‌هائی را که احتمال عبور کابل از میرود را مشخص و سپس به کابل یابی پرداخت.

روش استفاده از دستگاه پایه‌دار اندازه‌گیری ولتاژ

در صورتیکه ولتاژ بین غلاف کابل و زمین زیاد و باندازه کافی باشد باعث میشود که یک نشت جریان الکتریکی از عایق محل عیب کابل بطرف زمین برقرار شود و این جریان گذرنده خود افت ولتاژی را ایجاد میکند که میتوان آنرا بوسیله روش افت ولتاژ، اندازه‌گیری نمود و با استفاده از آن محل دقیق عیب را مشخص نمود. البته در این مورد بایستی غلاف را در تمام نقاط دیگر از زمین جدا نمود و برحسب مورد از روشهای ولتاژ DC یا از روش فرکانس صوتی استفاده نمود. (شکل ۲۷)



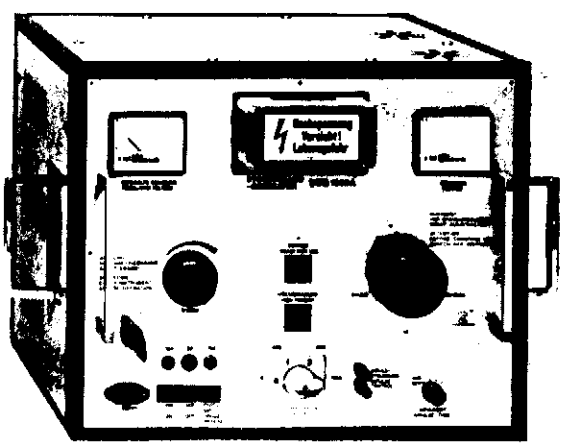
شکل ۲۷ ـ تعیین محل عیب غلاف با استفاده از روش فرکانس صوتی ، اصول استفاده از روش اندازه‌گیری ولتاژ با استفاده از دستگاه دوپایه‌دار مربوطه

روش تشدید شوک الکتریکی

با استفاده از روش تخلیه شوک الکتریکی میتوان قسمتهای معیوب کابل را مشخص نمود. بوسیله ایجاد صدای صوتی ناشی از تخلیه شوک الکتریکی و با استفاده از میکروفنهای زمینی میتوان محل عیب را مشخص نمود. در عملیات تخلیه شوک الکتریکی، ابتدا نیروی محرکه ایجاد شده توسط مولد تخلیه الکتریکی خازن مربوطه را از طریق اعمال ولتاژ زیاد، پر نموده و سپس این خازن را در خط تخلیه نموده تا در فاصله ایجاد شده در قسمت معیوب خط تخلیه گردد. طبیعی است که ولتاژ تخلیه مورد استفاده بایستی قدری بیشتر از ولتاژ تخلیه مورد نیاز در محل معیوب کابل باشد.

در شرائطی که مقدار دی الکتریک عایق در محل عیب بمقدار زیادی، کاهش داده شده است بهتر است که توام با تخلیه شوک الکتریکی در محل عیب از دستگاه عیب یاب بطریق صوتی در مواقعیکه عیبها از نوع اتصال کوتاه باشد، امکان پذیر نمیباشد بجز در مواردیکه

عیب را از حالت اتصال کوتاه خارج نموده و مقاومت آنرا مجددا " افزایش دهیم.
تجربیات عملی نشانداده است که با این روش نمیتوان عیبهای کابل با مقاومت کمتر از ۱۰ اهم را بطور دقیق محل یابی نمود. در هرصورت، یک اندازه‌گیری مقاومت به تنهائی نمیتواند هیچگونه اطلاعاتی در مورد مقدار جریان اعمال شده در روی عیب یک کابل، ارائه نمینماید. بنابراین لازم است که همیشه سعی شود که مقاومت عیب را با اجرای مجدد یکسری تخلیه‌های شوک الکتریکی، افزایش دهیم.
بمنظور جلوگیری و احتراز تخلیه شوک الکتریکی در قسمتهای انتهای کابل لازم است که همه هسته‌های کابل را اتصال به زمین کنیم. تجربه نشانداده است که تخلیه‌های الکتریکی میتوانند علاوه در محل عیب تقریبا " تا انتهای کابل نیز اتفاق افتد.
در موقع کار با مولدهای تخلیه شوک الکتریکی لازم است که حتما " این عملیات بوسیله کنترل از راه دور انجام شود. در صورتیکه شانس یاری کند یعنی در موقع ارسال یک تخلیه شوک الکتریکی در اطراف محل آزمایش سر و صدائی نباشد در اینصورت میتوان عملیات تعیین محل عیب را با استفاده از دستگاه عیب یاب صوتی انجام داد. (شکل ۲۸)



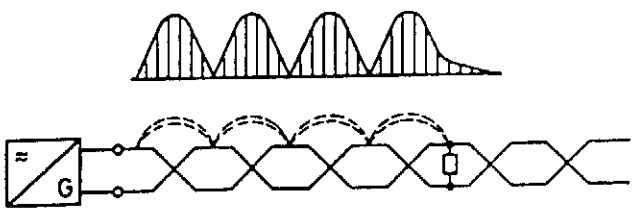
در موقع عیب یابی با استفاده از روش صوتی میتوان یک مولد فرکانس صوتی را بطریق القائی و از طریق انتقال دهنده صوتی به غلاف کابل معیوب وصل نمود و این اتصال بایستی هم زمان با اتصال مولد تخلیه شوک الکتریکی باشد، بنابراین علاوه بر تعیین محل عیب میتوان محل یابی کابل را هم انجام داد.

روش القائی

برای تعیین محل دقیق عیب کابل، در صورتیکه عیب از نوع اتصال کوتاه را نتوانیم بطور کامل از بین ببریم و یا اینکه در مکانی باشیم که سروصداهای اطراف محیط استفاده از دستگاه عیب یابی بطریق صوتی مسیر نباشد، بایستی بترتیب اولویت از روشهای القائی یا فرکانس صوتی استفاده نمائیم. روش القائی را همچنین در مواقعیکه کابل گذاری در لوله انجام شده، نیز میتوان مورد استفاده قرار داد، زیرا در این حالت، دستگاه محل یابی صوتی فقط صدای انتهای لوله را نشان میدهد. یکی از بیشترین مواردیکه اغلب در روش القائی استفاده میشود " روش Twist یا روش پیچش " است و این مورد در موقعی بکار میرود که عیب بین هسته‌ها وجود داشته باشد. در صورت وجود

یک اتصال دیگر به غلاف میتوان این اتصالی را بوسیله تخلیه‌های الکتریکی برطرف نمود. اندازه‌گیریهای انجام شده با استفاده از روش پیچش فقط در موقعی امکان پذیر است که مقاومت عیب کابل از ۱۰ اهم کمتر باشد. برای این کار دو هسته معیوب را با جریان آزمایش فرکانس صوتی تغذیه مینمائیم و این جریان بایستی تا آنجائیکه امکان دارد زیاد باشد، ضمنا" بقیه هسته‌های کابل را بایستی نسبت بهم عایق و یا بوسیله کلید از همدیگر جدا نمود. در اینصورت یک ترتیب و نظم ثابتی از حداکثر و حداقل (پیچش، Twist) از شروع تا انتهای قسمت معیوب کابل، ظاهر میشود.

فاصله بین پیکها (مقادیر حداکثر) موید طرز قرار گرفتن هسته در روی هم است. عمق کابل گذاری بایستی کمتر از Twist (فاصله بین مقادیر حداکثر) باشد، زیرا حوزه میدان کویل یابنده، مقادیر افقی و قائم را اندازه‌گیری نمائیم. با استفاده از دو کویل یابنده نتایج بهتری عایق میشود. (شکل ۲۹)



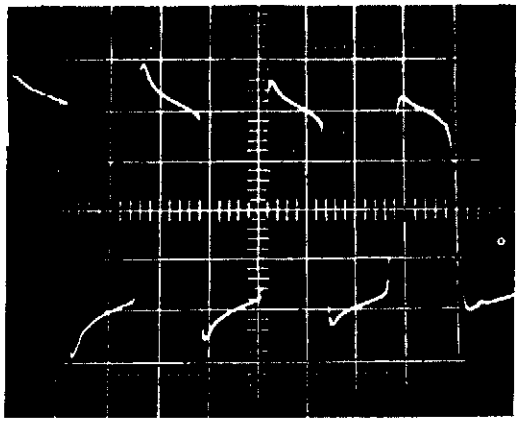
شکل ۲۹ ـ اندازه گیری Twist ، اصول اندازه‌گیری Twist

عیبهای مابین هسته و غلاف کابل را همیشه نمیتوان با استفاده از فرکانس صوتی بطور موفقیت‌آمیز تعیین نمود و در این صورت بایستی از روش " حداقل اغتاش " استفاده نمود. در این روش نیاز داریم که یک تغیر جریان افقی یا قائم در محل عیب، باعث ایجاد یک حوزه مغناطیسی بیشتری را بنمایند. حداقل برآیند این دو حوزه مغناطیسی و یا حداقل حوزه مغناطیسی قائم کابل را کاملا" میتوان بوسیله کویل یابنده اندازه‌گیری نمود. برای [illegible] بطوریکه کویل یابنده در روی زمین موازی با کابل باشد. وضعیت کویل یابنده در سراسر مسیر همچنان موازی کابل میباشد تا به وضعیتی برخورد کنیم که صدای اندازه‌گیری شده مقدار حداقل خود را داشته باشد که مربوط به نقطه محل عیب است. اگر عقربه دستگاه را در روی صفر قرار دهیم در اینصورت وضعیت کویل یابنده در محل و یا بالای عیبهای کوچک، تغیر مینماید. حتی ممکن است که کویل یابنده مسیر کابل را نیز قطع نماید. بعداز محل عیب، وضعیت موازی کویل با مسیر کابل مجددا" به حالت عادی و موازی کابل بر میگردد بدون اینکه تغیری در شدت میدان مغناطیسی تغیری حاصل شود.

عیبهای متناوب (مترجم، عیبهای موجود در کابلهای مخابراتی)

در کابلهای مخابراتی یا کابلهای با مقاومت زیاد، اغلب عیبها را بعلت فقدان یا کمبود مواد عایق موردنیاز برای ایجاد عملیات کربونیزه، نمیتوان کابل سوزی نمود (عیب جعبه اتصال). در این حالت برای عیب یابی مقدماتی کابل بایستی از روش نوسان استفاده نمود.

در این روش آزمایش ، هسته معیوب را از طریق یک مقاومت خیلی زیاد ، زیر پتانسیل زیاد قرار داده تا اینکه یک تخلیه الکتریک در آن ایجاد گردد. تخلیه الکتریکی انجام شده باعث ارسال امواج میگردد سپس این امواج برگشت کرده و به اول کابل و بطرف قسمت همآهنگ کردن دستگاه انعکاس پالس حرکت میکنند. سپس پالس از سرکابل منعکس شده و به نقطه شروع قوسی برمیگردد و با انعکاس خود در این نقطه ، یک موج منعکس شده جدیدی که بطرف ابتدای کابل میرود را ایجاد میکنند. این عمل آنقدر ادامه می یابد تا انرژی موج در طول کابل مستهلک شده و موج میرا گردد. از بررسی منحنی های نشانداده شده در صفحه اسیلوگراف میتوان یک عیب یابی دقیقی را نتیجه گرفت (شکل ۳۰)



شکل ۳۰ ـ تصویر نمایش داده شده از محل یابی یک کابل با استفاده از روش اسیلوگراف

روشهای آزمایش فوق الذکر همچنین برای عملیات روزانه تابلوهای سیستم برق رسانی نیز مناسب میباشند و با این روشها قادر خواهیم بود بدون نیاز به مهارت خاص و یا نیاز به تجربیات طولانی و چندین ساله ، به عملیات عیب یابی بپردازیم . درهرصورت میتوانیم بگوئیم که برای محل یابی هر عیبی به وسائل و دستگاه مخصوص آن نیاز داریم.

POWEREN.IR
owerEn.ir

بخش سوم

عیب یابی در کابلهای زیر زمینی با عایق پلاستیکی

به قلم : آقای اگن ییکل
(Eugen Jacle)

POWEREN.IR

تشخیص و محل یابی عیبهای غلاف در کابلهای با ولتاژ متوسط

نظربه اینکه امروزه استفاده از کابلهای با غلاف پلاستیکی چه در سیستم ولتاژ متوسط و چه درسیستم ولتاژ زیاد، بطور چشمگیری افزایش یافته است و باتوجه به تجربیات فراوانی که در سالهای اخیر در این زمینه بدست آمده است، ضرورت ایجاب مینماید که در مورد روشهای اندازه‌گیری بکاربرده شده و همچنین درباره ولتاژهای موردنیاز برای آزمایش غلاف، بررسی مجددی بعمل آید. علاوه براین ضرورت آزمایشات غلاف جهت پیدا کردن عیبهای در مراحل اولیه کابل را که در نتیجه آسیب و خرابی غلاف ناشی میشود را متذکر شده و توجه را به این امر مهم جلب مینماید.

۱- مزیتهای حاصله از عملیات آزمایش غلاف

برای بهره‌برداری کامل از یک تاسیسات کابل (انتقال انرژی، مخابراتی)، ضرورت دارد که کابل مشخصه‌های لازم جهت انتقال را داشته باشد و همچنین بایستی مقدار عایق مابین هسته و شبکه آن خوب و کافی باشد و بتواند یک سرویس بی عیب و نقصی را در عملیات مختلف بهره‌برداری ارائه نماید. آمارهای منتشره در سالهای گذشته و نتایج آماری امروزه در مورد بررسی دلائل ایجاد انواع عیبها در کابل نمایانگر این واقعیت است که خرابی و آسیبهای ایجاد شده در سطح خارجی کابل، علت اصلی ایجاد عیب میباشد.

کابلهای با غلاف پلاستیکی برای تشخیص بموقع خرابی و آسیب وارده به غلاف و امکان مرمت آن در مراحل اولیه در موقعیکه عیبهای کابل در مرحله شروع میباشد، یک شرائط ایده‌آلی را ارائه میدهند. اینکه "خرابی در جریان عملیات کابل گذاری ایجاد شده یا بعدها در اثر عوامل خارجی پدید آمده است" در این قسمت بحث از درجه اهمیتی برخوردار نیست. با اجرای یک آزمایش ساده در مورد عایق بین زمین و شبکه (کابل) بعد از عملیات کابل گذاری میتوان سالم بودن (یا سالم نبودن) غلاف پلاستیکی را بررسی نمود. اجرای کنترلهای منظم، مخصوصا" در مناطق شهری با ساختمانهای زیاد میتوانند در تشخیص بموقع خرابیها و به افراد مسئول، کمک زیادی بنماید.

برای جلوگیری از خوردگی کابلهای آلومینومی لازم است که عایق آنها کاملا" سالم و بی عیب باشد. از طرفی بایستی عایق کابلهای PE (پلی اتیلن) و VPE نیز کاملا" سالم باشند زیرا در اینگونه کابلها امکان دارد که در محلهائی که کابل آسیب دیده است تخلیه‌های الکتریکی جزئی اتفاق افتاده و تکرار این عمل باعث گردد تا عایق محکم آن آسیب ببیند. در این مورد نیز یک آزمایش غلاف و سپس عیب یابی غلاف میتوانند به کاهش تعداد دفعات قطع ناگهانی برق رسانی، کمک نماید.

عیبهای غلاف بندرت به قطع ناگهانی تاسیسات کابل منتهی میشود. از موقع ایجاد آسیب در غلاف تا بروز عیب در کابل چندماه یا حتی ممکن است چندسال وقت لازم باشد. بعنوان مثال اگر غلاف پلاستیکی در اثر ضربه یک بیل آسیب دیده و خراب شود، ممکن است بعدا" این آسیب تا عمق عایق محکم کابل نیز رسوخ پیدا کند. بدیهی است در محل این

POWERED
verfa.ir

ـ آسیب دیدگی ، یکنواختی حوزه مغناطیسی از بین میرود و در نتیجه نقاط مختلف آن به مراکز تخلیه‌های الکتریکی تبدیل شده و برحسب مقدار شدت تخلیه‌های الکتریکی، دیر یا زود باعث خرابی عایق و قطع مدار میگردد.
بهرحال ، یک آسیب جزئی در عایق کابلهای با غلاف آلومینومی اغلب محل مناسبی برای رخنه و نفوذ رطوبت میگردد. در موقعیکه جنس زمین از نظر خورندگی کم و بیش فعال باشد ، در نقطه تماس اثرات خورندگی از نوع زمین ، آلومینوم ظاهر میشود که باعث خرابی غلاف آلومینومی شده و بنابراین محل مناسبی برای نفوذ رطوبت در عایق هسته ایجاد میگردد.

۲ـ آزمایش غلاف

از چگونگی عایق یک شبکه (کابل) نسبت به زمین میتوان براحتی اطلاع حاصل نمود و به دستگاههای آزمایش خاصی نیازی نیست. یک ولتاژ مستقیم (DC) مناسبی را بین شبکه فلزی کابل و زمین که در آنجا عملیات را انجام میدهیم ، برقرار نموده وبرآیند جریانهای گردش (فوکو ـ ادی) در عایق را مستقیما " اندازه‌گیری میکنیم.
مقدار ولتاژ آزمایش موردنیاز توسط بعضی از سازندگان کابلها ارائه شده‌اند.
اگرچه یک غلاف از جنس پلی وینیل کلراید (PVC) با ضخامت متوسط ۱/۶ میلیمتری را میتوان با ولتاژهای زیاد و قابل ملاحظه مورد آزمایش قرار داد ، معذالک ثابت شده است که استفاده از ولتاژ آزمایش ۲ کیلوولت نتایج موفقیت‌آمیزی در برداشته‌است. درصورتیکه از این ولتاژ استفاده شود، خراشهای روی غلاف PVC هیچگونه آسیبی ندیده و از نظر عایق بودن همچنان بی عیب باقی میمانند. بعنوان ارائه یک حد برای جریان گردشی در غلاف سالم میتوان مقدار ۰/۸ میلی آمپر برای هر کیلومتر کابل را عنوان نمود که مساوی مقدار در نظر گرفته شده برای مقاومت عایق با همان طول کابل میباشد ، در این مورد باید توجه نمود که افتهای ناشی از جریانهای گردشی نیز منظور گردیده است.
ولتاژ آزمایش DC موردنیاز را بایستی طوری متصل کرد که قطب منفی آن به شبکه کابل و قطب مثبت آن به زمین محل عملیات وصل گردد.

جدول ۱ ـ حد مقادیر جریان گردش در آزمایش غلاف

طول کابل به متر	جریان گردش به میلی آمپر	مقاومت عایق به مگا اهم
۲۵	۰/۰۸	۱۰۰
۱۰	۰/۲	۲۵۰
۵	۰/۴	۵۰۰
۳/۳	۰/۶	۷۵۰
۲/۵	۰/۸	۱۰۰۰
۱/۶	۱/۲	۱۵۰۰
۱/۲۵	۱/۶	۲۰۰۰
۰/۵	۴/۰	۵۰۰۰

اگرچه اشرهای پلارتیه با این ولتاژ بسیار ناچیز است ولی برای اجرای آزمایشات دقیق بایستی اتصال پلارتیه‌ها طبق موارد مذکور در فوق باشد. مدت زمان آزمایش ۱۰ دقیقه

POWEREN
weren.ir

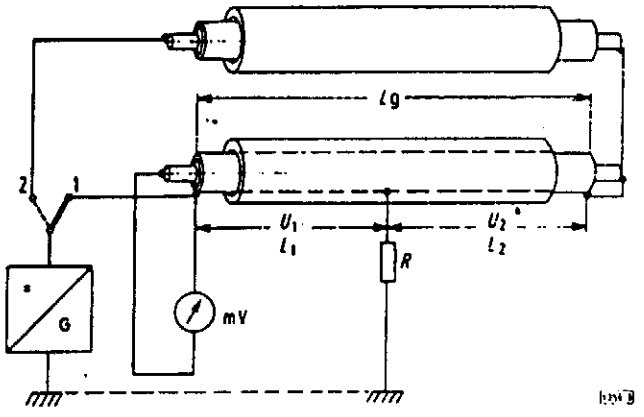
– میباشد. بهرحال، اگر مقادیر عایق کابل کمتر از مقدار مندرج در جدول باشد دراینصورت بایستی کابل را در تمام مسیر آزمایش نمود و یا کنترل و آزمایشات عادی و زمانبندی شده را در فاصله زمانی کمتری انجام داد.
برای آزمایش غلاف لازم است که غلاف را در سرتاسر طول آن نسبت به زمین عایق نمائیم. درموقع آزمایش نبایستی جعبه‌های اتصال و یا هیچگونه اتصال فلزی به زمین موجود باشد، زیرا درغیراینصورت جریان ناشی از ولتاژ آزمایش وارد زمین میگردد.
ولتاژ آزمایش بمقدار ۵ کیلوولت در مورد کابلهای با غلاف پلی اتیلن (PE) نتایج موفقیت‌آمیزی را ارائه مینماید.

۳– دستگاههای آزمایش غلاف

مولدهای ولتاژ زیاد با یک تنظیم کننده ولتاژ DC تا ۵ کیلوولت برای آزمایش غلاف، مناسب میباشد که بهتر است از ولتاژهای ثابت (بطورمثال ۱–۲–۵ کیلوولت) استفاده نمود. استفاده از مولدهای مغناطیسی معمولی برای این آزمایشها زیاد مناسب نمی باشند. زیرا: آنها مانع برقراری جریان اندازه‌گیری میشوند و مقادیر عایق قابل اندازه‌گیری با مقادیر اشاره شده در جدول ۱، مطابقت پیدا نمیکنند.
خروجی دستگاه آزمایش غلاف بایستی محدود باشد یا لااقل قابل کنترل باشد تا درموقع قطع مدار ناشی از وجود یک عیب در غلاف، از خرابی و آسیب بیشتر کابل و بخصوص از آسیب رساندن به لایه نیمه‌هادی آن جلوگیری نماید. از طرفی دیگر، خروجی دستگاه بایستی بمقدار کافی زیاد باشد تا بتواند حتی در کابلهای طویل بدون اینکه کاهش در ولتاژ آزمایش ایجاد نماید، باعث برقراری جریان نشتی گردد.
بعداز اتصال دستگاه آزمایش غلاف بایستی ولتاژ را تا رسیدن به مقدار ولتاژ آزمایش، به آهستگی افزایش دهیم. در تمام مراحل آزمایش بایستی جریان گذرنده از شبکه یا غلاف را با دقت زیر نظر داشت، زیرا تغییرات ناگهانی و حتی یک افزایش ناگهانی در جریان، اغلب نمایانگر وجود یک عیب در غلاف میباشد.
پس از تنظیم ولتاژ آزمایش، بعضی اوقات تشخیص یک تغییرات ناگهانی در جریان گذرنده بخصوص در مدت ۱۰ دقیقه آزمایش، مشکل میباشد، زیرا مشاهده مقدار جریان گذرنده و تغییرات آن نیاز به تمرکز حواس بسیار زیادی دارد.
بعضی اوقات ممکن است این تغییرات جریان فقط برای یکبار اتفاق افتد، زیرا ممکن است عیبهای با مقاومت زیاد مانع از ایجاد تغییرات جریان گردد و یا حتی باعث محو کردن عیب شده و لذا اینطور بنظر میرسد که غلاف کابل سالم و بی عیب است. بنابراین لازم است از دستگاه آزمایش استفاده کنیم که بتواند عیبهای با مقاومت زیاد را حتی بعداز مدت زمان آزمایش (۱۰ دقیقه) نشان دهد و ضمنا "دستگاه آزمایش مجهز به کلیدهای قطع اتوماتیک و اتصال کننده شبکه به زمین باشد.
پس از اتمام آزمایش بایستی نسبت به تخلیه الکتریکی دستگاه آزمایش و کابل ارتباطی مورد استفاده، توجه خاص مبذول نمود، زیرا ظرفیت خازنی شبکه و یا غلاف از طریق مدار شامل یک غلاف پلاستیکی کابل سالم تحت تاثیر ولتاژ کامل آزمایش، شارژ و پر میشود.

۴- تعیین محل مقدماتی عیبهای غلاف

برای تعیین محل دقیق عیبهای غلاف و بمنظور کاهش قابل ملاحظه در زمان تعیین محل دقیق عیب ، لازم است که قبلا" عملیات مربوط به تعیین محل مقدماتی عیب را انجام دهیم ، زیرا درغیراینصورت برای تعیین محل دقیق عیب وقت بسیار زیادی را میگیرد.
بهرحال ، برای استفاده از این روشهای آزمایش به مدارهای الکتریکی شامل انواع پلها و یک خازن پر شونده نظیر ولتاژ آزمایش نیاز داریم.
روش افت ولتاژ مشروح ذیل ، در سالهای اخیر کارآئی مخصوص خود را در این زمینه ثابت نموده است. در این روش از هیچگونه دستگاههای خاصی استفاده نمیشود و فقط به یک محاسبه فوق العتده ساده نیاز داریم (شکل ۱).



شکل ۱ - اتصالات مربوط به عیب یابی غلاف

دوسریک منبع تامین کننده جریان ثابت را بین شبکه و زمین وصل میکنیم. بنابراین یک جریان الکتریکی از طریق مقاومت عیب R و مسیر زمین برقرار شده و به مولد بر میگردد.
جریان گذرنده از قسمت L۱ (شروع وضعیت عیب کابل) باعث ایجاد چند میلی ولت اختلاف پتانسیل در دوسر L۱ میگردد. شبکه قسمت L۱ (انتهای وضعیت عیب) و هسته T متعلق به یکی از کابلهای سیستم همکی بعنوان '' سیمهای اتصال مورد نیاز آزمایش ''عمل میکنند. از افتهای ولتاژ این سیمهای رابط میتوان بدلیل کوچکی جریانهای الکتریکی آزمایش ، صرفنظر نمود و در محاسبه مسافت تا عیب ، نیازی به درنظر گرفتن آنها نمیباشد. در آزمایش بعدی ، بایستی یک سر منبع تامین کننده جریان ثابت الکتریکی را به شبکه انتهای کابل وصل نمود تا باعث برقراری جریان در انتهای کابل وصل نمود و سر دیگر آنرا از طریق یک هسته دیگر (S) کابل سیستم به زمین وصل نمود تا باعث برقراری جریان در انتهای کابل شود. ولتاژ U۲ ظاهر شده در شبکه مسیر L۲ را همچنین میتوان اندازه‌گیری نمود. نسبت ولتاژهای U۱ و U۲ مساوی نسبت طولهای مسیر L۱ و L۲ میباشد.

$$L_x = L_g \times \frac{U_1}{U_1 + U_2}$$

با درنظر گرفتن مقاومت بسیار کم اتصال در انتهای کابل و جریانهای کم مورد نیاز در هر دو اندازه‌گیری میتوان نتیجه گرفت که مقدار خطای ناشی از این روش حدود ۲%

POWEREN
owerEn.ir

ـ کل طول کابل میباشد. وجود تعداد چندین عیب در یک غلاف پلاستیکی ممکن است باعث شود که بتعداد اندازه‌گیریهای خیلی زیادی نیاز پیدا کنیم، اگرچه آزمایشات عملی نشانداده است که در اکثر موارد یکی از عیبها گرم شده و جریان آزمایش را از خود عبور میدهد.

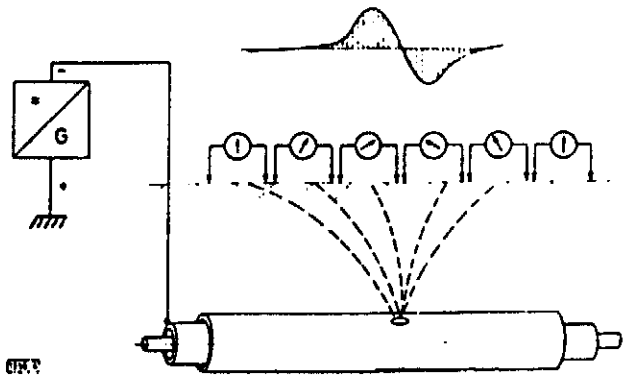
۵ـ تعیین محل دقیق عیبهای غلاف

برای تعیین دقیق عیبهای غلاف از سه روش مختلف میتوان استفاده کرد: روش جریان DC، روش پالس، روش فرکانس صوتی.
وجه مشترک این سه روش در این است که بایستی نقطه‌ائی از کابل که ولتاژ آن به لحاظ اتصال مساوی صفر است را پیدا کنیم و برای پیدا کردن این محل بایستی میله‌های مختلف برای برداشت ولتاژ استفاده نمود.
بدیهی است که هریک از این روشهای مخصوص دارای مزایا و معایبی میباشند و منظور این است که تفاوت دقت آزمایش در هر یک از این روشها، اندک و تفاوت کاربرد عملی آنها بیشتر است.

۵ـ۱ روش جریان DC

در این روش نیز مانند آزمایش مربوط به تعیین محل مقدماتی عیب غلاف از، یکدستگاه کوچک کابل سوز DC با یک جریان محدود و یک حداکثر ولتاژ خروجی ۲ تا ۵ کیلوولت که بعنوان منبع ولتاژ DC بکار میرود، استفاده میگردد. مراحل انجام آزمایش بقرار زیر است:
دستگاه را به شبکه کابل معیوب و زمین محل عملیات، وصل میکنیم. بدلائل ایمنی، بایستی توجه خاص به حفاظت دو ترمینال اتصالی مبذول نمود.
اتصال ولتاژ حاصله باعث میشود که یک جریان الکتریکی از طریق زمین و ترمینال خروجی در سراسر طول شبکه، برقرار شود. ولتاژ صفر ایجاد شده در نقطه تماس روی مقاومت عیب R را میتوان با استفاده از دو میخ (میله) اتصال به زمین مشخص نمود.
در این آزمایش علاوه بر مقدار ولتاژ میتوان پلاریته این ولتاژ را نیز بدست آورد.
برای بدست آوردن محل اتصالی بایستی میخهای زمین را در سرتاسر مسیر کابل که قبلاً" مشخص کرده‌ایم، قرار داد. و مرحله به مرحله ولتاژ را اندازه‌گیری نمائیم.
درشروع آزمایش میتوان فاصله میخها را بیشتر از ۱۰ متر انتخاب نمود. پس از نصب میخها در زمین بایستی مقدار ولتاژ حاصله و پلاریته آنرا یادداشت نمائیم. بهرحال، اگر وضعیت استقرار میخها در زمین طوری باشد که محل عیب بین آنها قرار گیرد باعث میشود که پلاریته مختلف ولتاژها در طرفین محل عیب همدیگر را خنثی کرده‌که در اینصورت ولتاژ حاصله مساوی صفر میشود (شکل ۲)

POWEREN.IR



شکل ۲- نمودار مربوط به اصول استفاده از روش جریان DCدر عملیات تعیین محل دقیق عیب غلاف را نشان میدهد.

برای این آزمایش از یک گالوانمتر بسیار حساس بعنوان یک نشاندهنده، استفاده میشود. بهتر است که دستگاه آزمایش DC به یک قطع کننده مجهز باشد بطوریکه بتواند جریان الکتریکی را حدود ۳ ثانیه قطع و حدود ۱ ثانیه در مدار برقرار نماید زیرا القاء و حضور ولتاژ فقط با حرکت ضربه‌ائی شاخص دستگاه، تشخیص داده میشود.
چنانچه امکان نصب میخهای زمین در مسیر کابل میسر نباشد میتوان میخها را قدری از مسیر کابل منحرف نمود که در اینصورت میتوان، مقدار حداکثر ولتاژ (ولتاژ پیک) را نیز مورد بررسی قرار داد.

۲-۵ روش تخلیه شوک الکتریکی

در این روش بجای استفاده از دستگاه DC فوقالذکر از یک ژنراتور تخلیه شوک الکتریک (پالس) استفاده میشود. این عمل بوسیله پرشدن (شارژ) یک خازن با ولتاژ بین ۲ و ۳ کیلوولت و تخلیه آن از طریق فاصله کم جرقه و یا تریستور، بین شبکه‌وزمین، انجام میشود. برقراری قوس الکتریکی تخلیه باعث اتصالی غلاف به زمین میگردد که همچنانکه در روش ولتاژ DC اشاره گردید، در آن محل ولتاژ صفر را بوجود میآورد.
برای بررسی ولتاژهای مرحله‌ائی بایستی دو میخ زمین را در مسیر کابل نصب نمائید.
برای نمایش و اندازه‌گیری و قرائت ولتاژ پیک فوقالعاده باریک (کم عرض) میتوان از یکدستگاه ولت متر مربوط به ولتاژ پیک استفاده نمود. برای جلوگیری از ورود ولتاژهای پلاریزه و ناخواسته به‌دستگاه ولت متر پیک، ورودی این ولت متر پیک در اثر موارد مجهز به فیلترهای قوی و مخصوص میباشد.
نقطه ضعف این روش در امکان برقراری اتصال القاء سلفیک و یا کاپاسیتیوی است که میتواند با کابلها و لوله‌های مجاورش برقرار نماید. این موضوع باعث میشود که چنانچه در حین انجام دادن آزمایشها، مسیر کابل یا لوله‌ها قطع شود، نتیجه آزمایشها را با خطا و اشتباه مواجه میسازد و در صورتیکه مسیر کابل گذاری و لوله گذاری در زیر زمین، قبلا" بطور کاملا" دقیقی کنترل شده باشد میتوان از قطع کردن این مسیرها اجتناب نمود.

POWEREN.IR
owerEn.ir

بخش چهارم

آزمایش و تعیین محل عیب

به قلم : آقای اگن یکل
(Eugen Jacle)

POWEREN.I

POWEREN
owerEn.ir

۳-۵ روش فرکانس صوتی

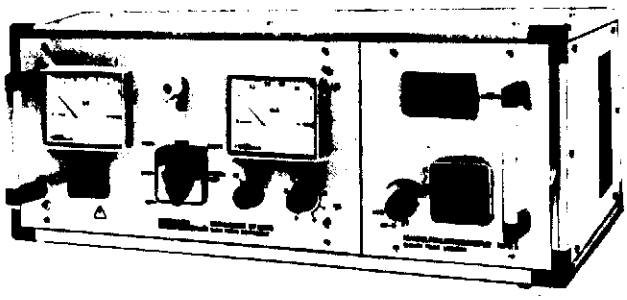
میتوان بجای استفاده از یک جریان DC و یا خازن تخلیه شوک الکتریک از یک مولد فرکانس صوتی مناسب استفاده و دو سر آنرا به شبکه معیوب و زمین عملیاتی وصل نمود. این دستگاهها را اغلب برای کابل یابی یا پیدا کردن محل عیبهای کم مقاومت کابل مورد استفاده قرار داد. تهیه این دستگاهها تقریبا " همیشه امکان پذیر است. دستگاه فرکانس صوتی علیرغم کاربرد محدودی که دارد در مقابل مقایسه با روش جریان DC از مزایای زیادی برخوردار میباشد که بعنوان مثال میتوان از موارد زیر نام برد : مزیت در گیرنده ، قابلیت تقویت کنندگی (بخصوص در مقادیر مختلف و قابل انتخاب) فرکانس صوتی

مزایا و امکانات فوق میتواند کاملا" از ورود تمام امواج مزاحم ناشی از جریانهای گردشی و ولتاژهای پلاریزه جلوگیری نماید. علاوه براین ، با دستگاه فرکانس صوتی میتوان اجرای یک اندازه‌گیری ولتاژ مرحله‌ائی از نوع کاپاسیتیو را امکان پذیر نمود، لذا بما امکان میدهد که در جاده‌های با سطوح سفت و محکم و همچنین درجاده ـ های عایق شده که نمیتوان میخها را در زمین نصب کرد، به اندازه‌گیریهای موردنیاز بپردازیم .

نظربه اینکه ظرفیت خازنی بین شبکه و زمین بسیار زیاد است لذا یک بار کاپاسیتیو زیادی در روی مولد فرکانس صوتی اعمال میشود.

برای اینکه حتی المقدور جریان کاپاسیتیو را کم کنیم و پتانسیل نقطه عیب را افزایش داده و بمقدار حداکثر خودش برسانیم ، پیشنهاد میشود که آزمایشات را با فرکانسهای کم انجام دهیم.

برای کابل یابی با استفاده از روش فرکانس صوتی بایستی از یک گیرنده فرکانس صوتی با میله‌های ولتاژ مرحله‌ائی که بهم وصل شده‌اند استفاده نمود. در صورتیکه از تقویت کننده استفاده میکنیم ، بهتر است که فاصله بین دو میله‌ها را کمتر اختیار کنیم و باین طریق میتوان برای برداشت ولتاژ DC و هم برای ولتاژ کاپاسیتیو مورد استفاده قرار داد. همچنین با این روش میتوان آزمایشات را هم برای مسیریابی کابل و هم دریافت سیگنال حداقل در محل عیب مورد استفاده قرار داد با ذکر این مطلب که پیدا کردن محل دریافت سیگنال حداقل برای تعین محل دقیق عیب کابل استفاده میشود. در این روش ، برخلاف روش جریان DC ، هیچگونه تغیر پلاریته‌ائی در محل عیب بدست نمیآید ، زیرا با فرکانس صوتی نمیتوان جهت جریان را اندازه‌گیری نمود.



دستگاه اندازه‌گیری MFM ۵ یا ترکیبی از دستگاههای اندازه‌گیری

- برای آزمایش غلاف با ولتاژ ۰،۲،۵ کیلوولت DC
- برای تعین محل مقدماتی و تعین دقیق محل عیب
- میتوان آنرا بعنوان یکدستگاه کابل سوزبکار برد (حداکثر ۵ کیلوولت و ۵۰۰ وات)

POWEREN
weren.ir

آزمایش و تعیین محل عیب

تجزیه و تحلیل علائم زودگذر برای تعین محل عیبهای بغرنج و پیچیده کابل

تکنیکهای مرسوم تعین محل عیب در کابلها محدود به ، مقدار توانائی و قابلیت انجام کار در عیبهای با مقاومت زیاد و عیبهای کابلهای با مقاومت زیاد (نظیر کابلهای مخابراتی) میباشد. پیشرفتهای اخیر جهت عیب یابی اینگونه عیبها بر اساس تجزیه و تحلیل عوارض زودگذر، متمرکز گردیده است.

عیبهای با مقاومت زیاد یا عیبهای کابلهای مخابراتی را بوسیله روش معمولی انعکاس پالس نمیتوان محل یابی نمود، زیرا کاربرد این روش فقط در مورد تعین محل عیبهای کابل با مقاومت کم و یا در موقع قطع شدگی کابل ، میباشد.

بررسی علائم آنی و زودگذر ناشی از ارسال ولتاژ زیاد یا کاهش ولتاژ در مقاطع کابل معیوب ما را در محل یابی اینگونه معایب کابلها ، یاری میدهد.

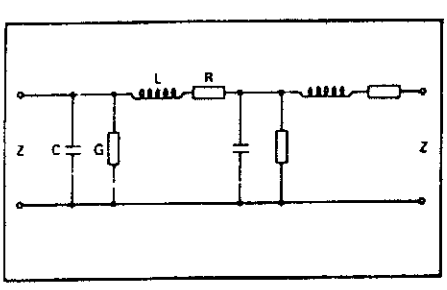
تصورات کلی مشروح ذیل را همچنانکه در مورد سایر روشهای دیگر تعین محل عیب مورد رسیدگی قرار میگیرند را بایستی در مورد مواجه شدن با عوارض زودگذر کابلها ، مورد توجه قرار گیرند :

* مشخصه با چهار انشعاب در یک کابل (شکل ۱) : هر کابل دارای یک مقاومت اهمیک R ، یک سلف اندوکتانس L (مترجم: هرجریان غیر دائم در سیم یا کابل حتی راست خط با مقاومت اهمیک ، اثر سلفیک القاء میکند) و یک نشتی G و یک مقدار ظرفیت خازنی C دارد. در سرتاسر طول کلی کابل یا خط ، مقادیر R ، L ، G و C کاملا" ثابت میباشند و مقدار آخری (معین C) را همگن (یکنواخت) نیز میگویند.
* مقاومت ظاهری Z یک کابل را میتوان از فرمول $Z = \sqrt{\frac{R + J W L}{R + J W L}}$ محاسبه نمود که در آن از اعداد استفاده شده است.

در حقیقت مقدار Z از تقسیم مقدار لحظه‌ائی موج ولتاژ برمقدار لحظه‌ائی موج جریان در هر نقطه خط بدست میآید و در صورتیکه خط ، یکنواخت وهمگن باشد میتوان نتیجه گرفت که این مقدار Z مستقل از زمان و مکان است.

* قانون انعکاس : در موقعیکه موج یا پالس در سرتاسر خط حرکت میکند و چنانچه بدتغیر در مشخصه امپدانس خط مواجه شود باعث میشود که قسمتی یا تمام موج در نقاط با مقادیر متغیر r ، منعکس شود. ضریب انعکاس Z از نسبت موج برگشتی به موج ارسالی بدست میآید. اگر مقاومت انتهای خط را به R_a نمایش دهیم ، خواهیم داشت :

$$r = (R_a - Z)(R_a + Z)$$



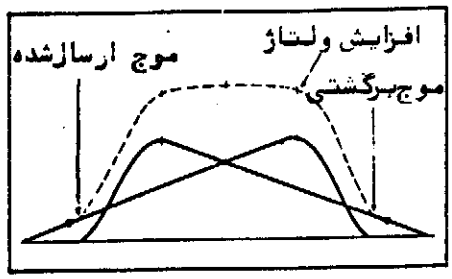
شکل ۱ : نمایش مدار معادل یک کابل

POWEREN.IR

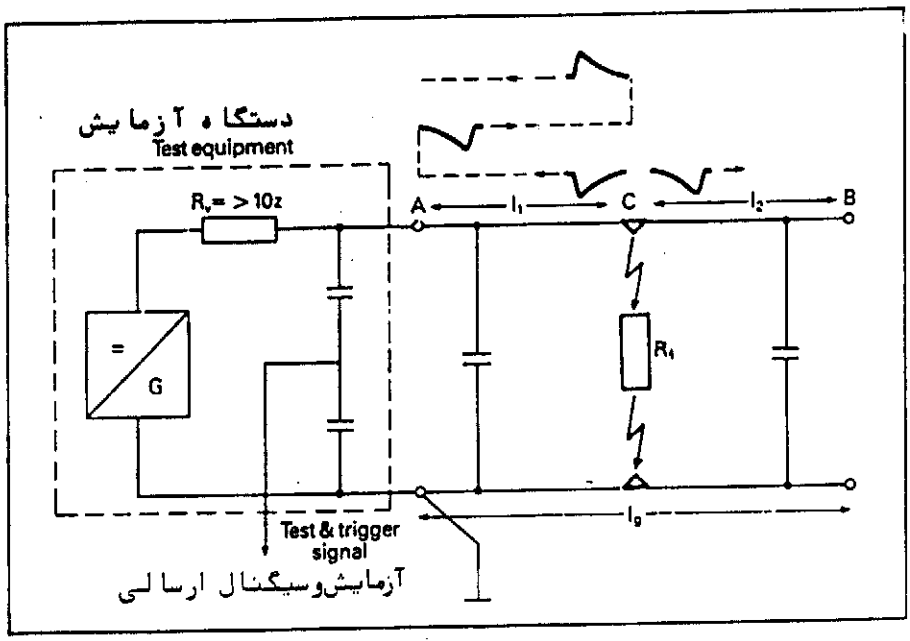
PowerEn.ir

سرعت انتشار امواج الکتریکی در کابلهای با پلیمرین سرعت انتشار درمکانهای باز کابل با همدیگر متفاوت هستند.در صورتیکه مقدار ثابت دی الکتریک مربوطه را با E_{rel} نمایش دهیم، سرعت انتشار امواج الکتریکی از فرمول $V = C / E_{rel}$ محاسبه میگردد.

بنابراین از مقدار V برای تعیین طول یک کابل (که مقدار آنرا نمیدانیم) استفاده میشود.



شکل ۲ : افزایش ولتاژ را میتوان با جمع کردن ولتاژ ارسال شده و موج برگشت بدست آورد.



شکل ۳ : نمایش تقلیل و کاهش انرژی جرقه در محل عیب با استفاده از روش اسیلوسکپ

اگر تغیرات و یا افزایش زمان را داشته باشیم،یابعبارت دیگر برای بدست آوردن زمان ارسال یک موج ، در صورتیکه طول کابل را داشته باشیم. در این صورت از این فرمولها استفاده میکنیم. $L = V . t \quad t = \frac{L}{V}$

پدیده‌های ناشی از جرقه

ایجاد جرقه در کابلها ، پدیده‌هائی را بدنبال خواهد داشت و باعث میشود که تغیرات فوقالعاده‌ائی در جریان و ولتاژ ایجاد گردد. بنابراین امواج زودگذر و میرای تولیدشده که زمان تولید این امواج را میتوان مورد بررسی قرار داد.

POWEREN
werEn.ir

- بایستی توجه نمود که انتهای یک کابل باز باشد و یا یک هسته کابل دچار قطع‌شدگی باشد در اینصورت ولتاژ مورد نیاز ممکن است مضاعف و یا دو برابر گردد. دلیل نیاز به دو برابر کردن ولتاژ این است که ابتدای ولتاژ میرا منعکس میگردد در حالیکه قسمت بعدی آن هنوز به انتهای کابل نرسیده است. بنابراین در این نقطه دو ولتاژ هم قطب با همدیگر جمع میشوند (شکل ۲)

ولتاژ U در نقطه انعکاس را میتوان از فرمول $U_2=U_1(1+r)$ محاسبه نمود.

نوسان با تحریک داخلی :

دراین روش به یک کابل با مقدار عایق خوب نیاز داریم زیرا خازن کابل بایستی تا موقع برقراری ایجاد جرقه در روی عیب کابل ، شارژ گردد. (شکل ۳).

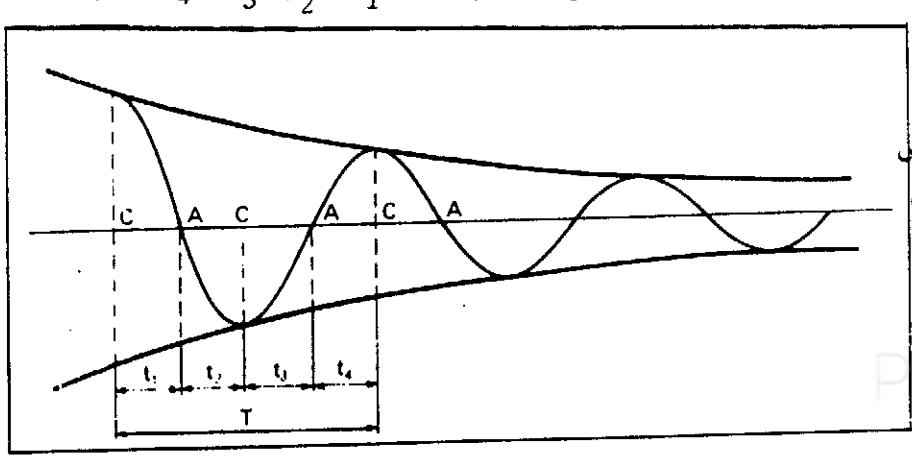
طبق شکل ، ولتاژ میرا ناشی از ولتاژ تخلیه در نقطه عیب C باعث میشود تا دو موج میرا بطور جداگانه تولید گردد که یکی از نقطه انتهای (A) کابل شروع میشود و دیگری از انتهای دیگر کابل در نقطه B آغاز میگردد. قوس تولید شده در نقطه عیب R_f باعث میشود که کابل را به دو بخش کاملا" همگن و یکنواخت تقسیم مینماید. هردو قسمت دارای مقاومت نهائی مساوی بوده و همچنین دارای یک مقاومت ظاهری اتصال کوتاه مشترک میباشند.

همانطورکه در شکل ۴ مشخص میباشد ، زمانی برابر t_1 لازم است تا موج تخلیه به انتهای کابل A برسد. نظربه اینکه موج تخلیه از نقطه شروع در انتهای کابل حرکت کرده و در نقطه پایان مسیر خود دارای یک امپدانس بسیار زیادی است ، لذا موج تخلیه در نقطه‌ائی که منعکس میشود دارای همان پلاریته موج تولید شده در نقطه C خواهد بود و پس از گذشت زمان t_2 به آن نقطه میرسد.

قوسی که همچنان در نقطه عیب C وجود دارد باعث میشود تا بازهم یک انعکاس موج دیگری ایجاد شود. نظربه اینکه مقاومت قوسی بسیار کم میباشد (حدودا "۵۰مگا اهم) بنابراین پلاریته موج انعکاس در این نقطه ، عوض میشود و موج بطرف انتهای کابل A یعنی از آنجائی که موج شروع شده بود برمیگردد و برای طی این مسیر مدت زمانی برابر t_3 لازم است.

پس از گذشت زمان t_4 مجددا " موج با همان پلاریته خود انعکاس حاصل مینماید تا ابتدای موج تخلیه مجددا " به نقطه عیب C برسد.

بنابراین یک دوره تناوب این موج تخلیه شامل چهار مرحله میباشد. لذا زمان کلی برای یک پریود کامل موجود تخلیه شامل زمانهای t_1 ، t_2 ، t_3 ، t_4 میباشد.



شکل ۴: فرکانس موج یک کابل

POWEREN
werEn.ir

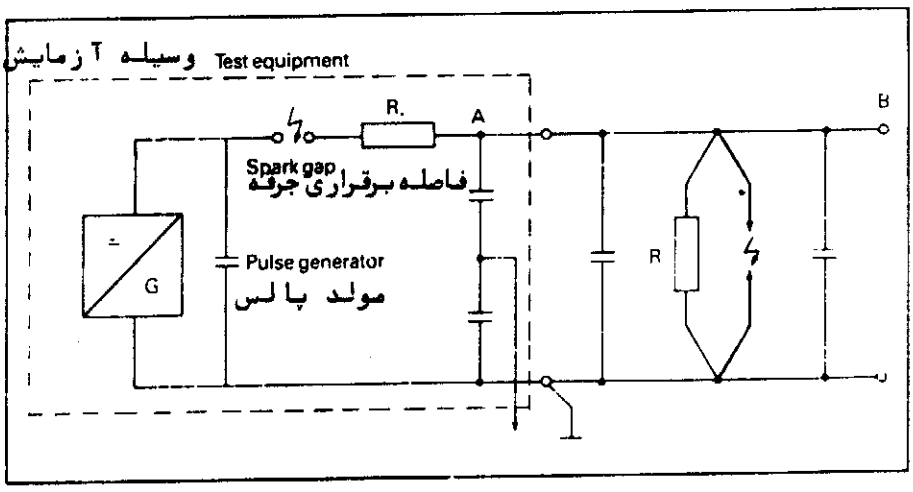
- این عمل همچنان ادامه دارد تا انرژی موج تخلیه در مقاومت کابل بصورت حرارت ظاهر شده و باعث میرائی موج تخلیه گردد. این تخلیه انرژی در کابل باعث میشود که انرژی موج تخلیه مانند شکل ۴ ، کاهش پیدا کرده تا اینکه کاملا" محو گردد. به همین ترتیب موج در موقع عبور در مسیر C تا B همچنان انرژی خود را از دست میدهد و این کاهش انرژی کاملا" مستقل از تقلیل انرژی موج اولیه خود میباشد.

به لحاظ اینکه انرژی لازم جهت تخلیه الکتریکی و تداوم عمل انعکاس موج بوسیله منبع ولتاژی است که در خود کابل شارژ شده تامین میگردد، لذا این روش به ،، روش موج تحریک داخلی ،، نامیده میشود.

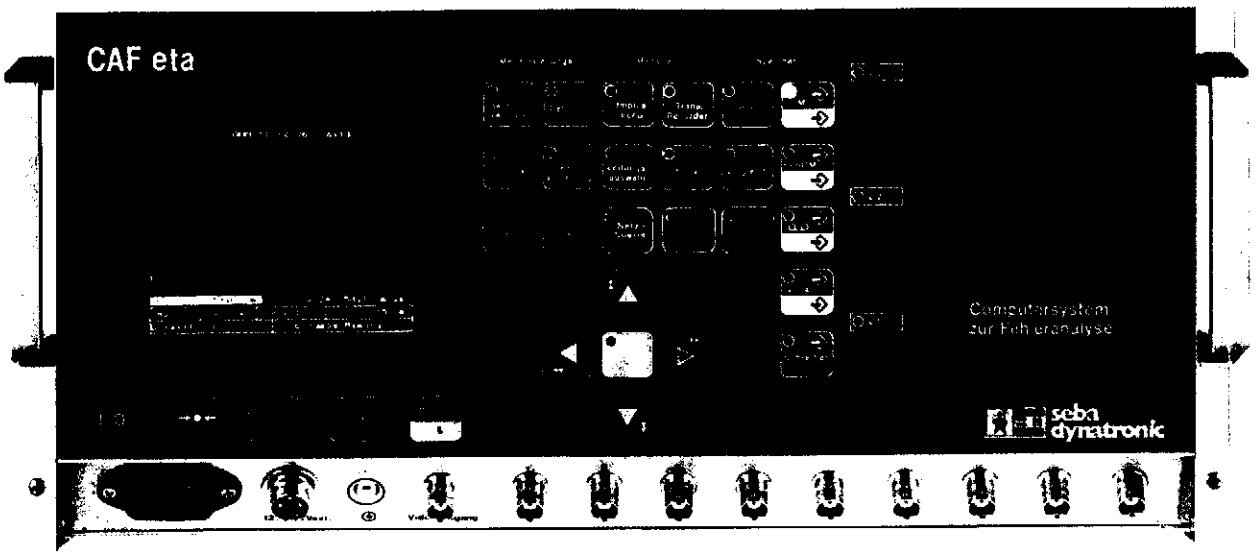
آزمایش و ارسال سیگنال موج تخلیه در سر انتهای کابل شروع میشود و این موج بوسیله یک تقسیم کننده ولتاژ کاپاستیو (خازنی) و یک مقاومت زیاد R_V تولید میشود. نظر به اینکه تخلیه این ولتاژ در زمان بطور قابل ملاحظه کمی انجام میشود. لذا خازنهای تقسیم کننده بایستی رفتار و چگونگی پالس صدا را داشته باشد.

روش موج با تحریک خارجی

کابلهای با عیبهای ناشی از جرقه و عیبهای با مقاومت زیاد را نمیتوان کاملا" شارژ نمود. لذا انجام آزمایش با روش موج با تحریک داخلی امکان پذیر نمیباشد. در این حالت بایستی از روش موج با تحریک خارجی استفاده نمود، انرژی موردنیاز در این روش بوسیله یک خازن خارجی که قبلا" پر شده است تامین میگردد و این انرژی از طریق یک جرقه در قسمت معیوب کابل ، تخلیه میگردد. مقاومت اهمیک بسیار زیاد R_V مابین خازن و کابل وصل شده است (شکل ۵)



شکل ۵ : نمودار اصلی مدار برای آزمایش با استفاده از روش موج داخلی



شکل ۶ : رفلکتومتر CAF با دستگاه ثبت‌کننده
در وسیله تخلیه آزمایش ساخت سبا دیناترونیک

یک قسمت از موج تخلیه که در کابل جریان پیدا میکند باعث میشود که در محل عیب علیرغم بسته جریان از مقاومت زیاد عیب کابل R_f از طریق خازن که در مقابل یک جریان متناوب هادی میباشد، عبور نماید. کاهش مقدار جریان و بعبارت دیگر میرائی موج تخلیه مسابه استفاده از روش موج تحریک داخلی میباشد و بنابراین میتواند به همان نحو هم اندازه‌گیری شود. در هر صورت مورد استفاده این روش فقط تا موقعی است که منبع تخلیه الکتریک تغذیه شده از طریق مقاومت R_V برای ایجاد یک جرقه کفایت نماید. برای بدست آوردن مقدار عایق کابل جریان متناوب و خازن میتوان مقاومت R_V را با یک سلف اندوکتانس زیاد که با فرکانس بالا کار میکند جابجا نمود یا اینکه میتوان بجای آن از یک جوک که توانائی عبور جریان تخلیه آن بیشتر از قسمت معیوب کابل باشد، استفاده نمود. این روش معایبی دارد زیرا ضرب خودالقائی سیم پیچ کویل یا جک یا طرقهای غیر قابل اجتناب مدار باعث میگردد که خود بخود امواجی ناخواسته در مدار بوجود آید.

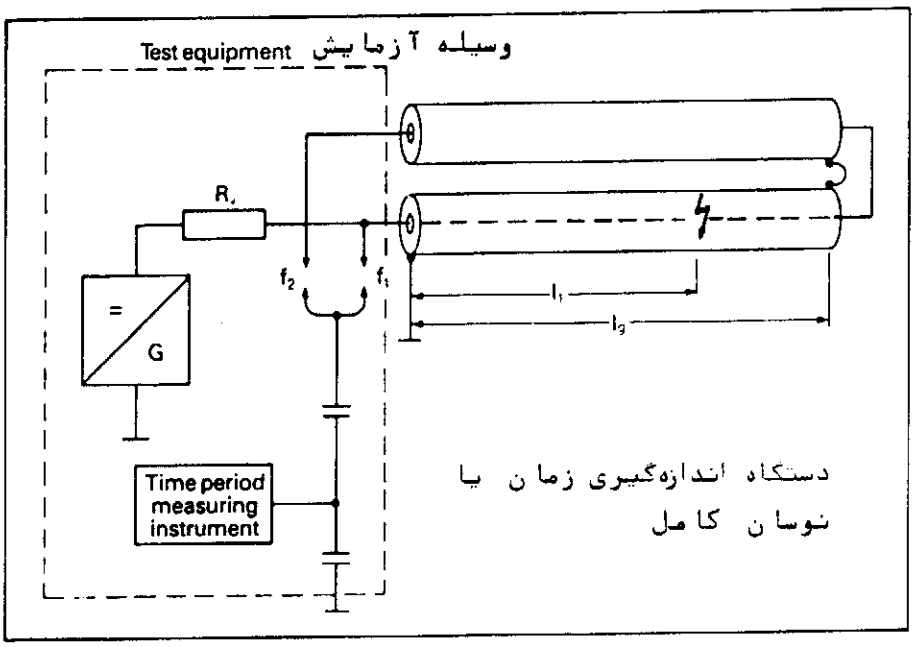
سنجش بطریق روش موج

فرکانسهای تولید شده در روش موج به مشخصات کابل و فاصله عیب بستگی داشته و برحسب مورد از چند کیلوهرتس تا چندین مگا هرتز میباشد.
زمان یک سکل یا نوسانات ولتاژ تخلیه بوسیله انرژی سازی و قطر و یا سطح مقطع کابل، کنترل میشود. در هر صورت برای ارزیابی و سنجش، فقط به چند سکل یا نوسان موج تخلیه نیاز بسیار نداریم.
همانطورکه در شکل ۴ نشانداده شده است، هر نوسان کامل موج تخلیه از چهار قسمت تشکیل شده است. فاصله تا عیب کابل را میتوان از فرمول $L_f = T\left(\frac{V}{4}\right)$ محاسبه

POWERENG
PowerEn.ir

- نمود. بجای زمان یک نوسان کامل میتوان برای محاسبه فاصله عیب از فرکانس موج استفاده نمود که در اینصورت بایستی از فرمول $L_1 = \frac{L}{f} \times \frac{v}{4}$ استفاده کرد. تحت شرائط خاصی میتوان، سیگنال آزمایش را که از انتهای کابل شروع میشود و بطور معمولی آزاد دریافت میکنیم، مورد سنجش قرار داد همچنین میتوان این سنجش را از انتهای دیگر کابل نیز انجام داد.

شکل ۷ سیستمهای کابل چند رشته‌ائی محوری را نشان میدهد که در آن میتوان مستقیما" سیگنال آزمایش را به نقطه شروع در انتهای کابل ارسال نمود. با اتصال مستقیم انتهای دو کابل میتوان قسمت بعداز عیب کابل را بوسیله، طول باقیمانده و علاوه بر آن بوسیله یک طول کلی L_g، افزایش داد.



شکل ۷ : محل یابی عیب کابل بوسیله مقایسه فرکانس با در دست داشتن طول کابل در صورتیکه ثابت کابل برای ما غیر مشخص باشد.

اگر طول کابل L_g و دو زمان T_1 و T_2 یا دو فرکانس f_1 و f_2 را داشته باشیم با در دست داشتن آنها میتوانیم فاصله عیب را بدون داشتن ثابت کابل v، را از یکی از فرمولهای زیر محاسبه نمائیم.

$$L_1 = [\, T_1 (T_1 + T_2)]2\ L_g$$

یا

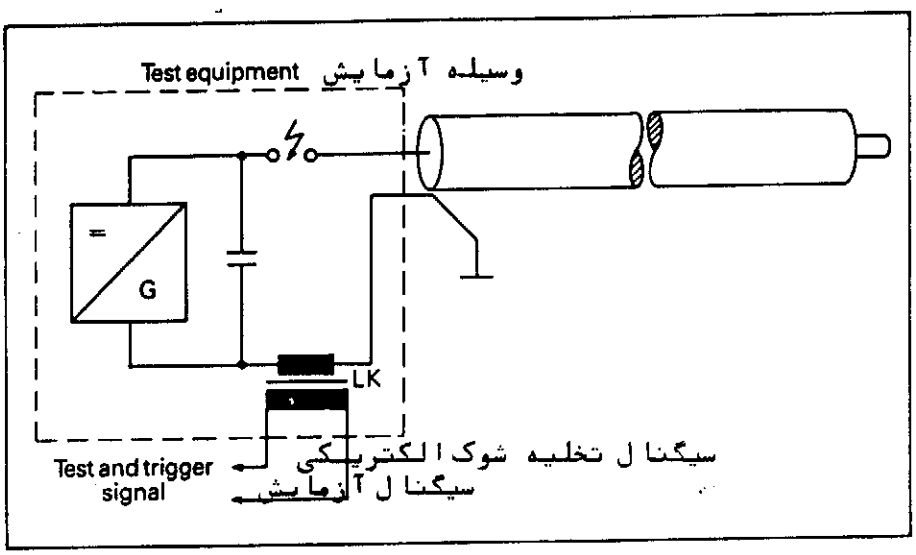
$$L_1 = [\, (\frac{1}{f_1})(\frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_2})]2\ L_g$$

POWEREN

POWEREN.ir

روش جریان ناشی از نیروی محرکه آنی (شوک الکتریکی)

اگر یک مولد تخلیه شوک الکتریکی مناسب را برای تعین محل عیب مستقیما " به یک کابل معیوب متصل کنیم و سپس پالس شوک الکتریکی را ایجاد کرده و آنرا در کابل ارسال نمائیم باعث میشود که انرژی آن پس از یک تاخیر زمانی جهت یونیزه کردن محل عیب بوسیله ایجاد جرقه در آن محل ، تخلیه گردد. این اصل ، اساس روش جریان ناشی از نیروی محرکه شوک الکتریکی را تشکیل میدهد.



شکل ۸ : نمودار مدار اصلی جهت استفاده از روش جریان تخلیه شوک الکتریکی

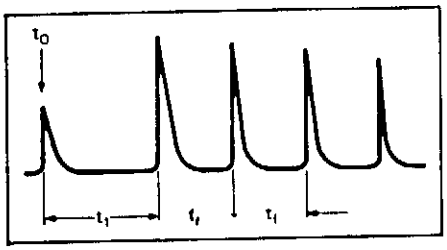
در روش عملیات تحریک جداگانه ،نیروی محرکه شوک الکتریکی در مقایسه با سایر روشهای شرح داده شده فوق الذکر دیگر به عایق مناسب برای کابل حامل جریان متناوب و خازن مربوطه نیاز نیست.

خازن واقع در ابتدای سر انتهائی کابل برای امواج برگشتی یک مدار اتصال کوتاه درست میکند که در نتیجه باعث میشود که یک انعکاس کامل با همان پلارتیه قبلی را دریافت نمائیم. دلیل عدم تغیر در پلارتیه موج انعکاس بواسطه مقاومت ظاهری بسیار کم خازن میباشد.

یکبار دیگر انرژی شوک الکتریکی تغذیه و ارسال شده در کابل بدلیل میرائی آن کاهش می یابد. عملیات کاهش و میرائی انرژی در بین دو امپدانس (مقاومت ظاهری) بسیار کم، محدود میشود. نظر به اینکه در ابتدای ، سر انتهائی کابل یک مدار اتصال کوتاه برای تخلیه نیروی محرکه متغیر ایجاد میشود، لذا ولتاژ مربوطه را نمیتوان اندازه‌گیری نمود. بنابراین یک سلف اندوکتانس L_k برای ایجاد جریان سلفیک در مدار برگشتی از زمین ، وصل میشود، این سلف اندوکتانس مانع تخلیه ولتاژ در محل آزمایش (مترجم، این سلف باعث زیاد شدن مقاومت ظاهری گشته ، لذا ولتاژ شوک الکتریک نمیتواند از محل با امپدانس زیاد مدار خود را کامل و جریان تخلیه برقرار نماید).

POWEREN
werEn.ir

ـ نظر به اینکه در این روش به جریان تخلیه بسیار زیادی نیاز دارد، لذا بایستی ترانسفورماتور مورد استفاده، جهت جلوگیری از تاثیر گذاری در روی مدار آزمایش، خود القائی (سلف اندوکتانس) بسیار کمی داشته باشد.
شکل ۹ سیگنال آزمایش از سلف L_k، جهت ایجاد جرقه در محل عیب را نشان میدهد.

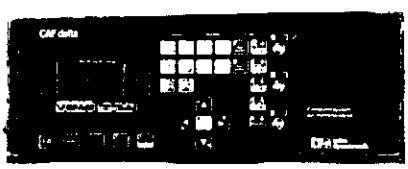


شکل ۹ : نمایش موج را در روش جریان حاصل از نیروی محرکه شوک الکتریکی را، نشان میدهد.

عبور جریان شارژ از مدار شامل کابل باعث میشود که یک پالس جریان از خازن عبور نماید که در حقیقت اولین جریان القائی در مبداء زمانی t o است.
زمان t 1 مربوط به زمان انتشار پالس قدرت تا رسیدن به نقطه عیب است که شامل تاخیر زمانی مربوط به ایجاد یونیزاسیون عایق نیز میباشد. دومین پالس مربوط به انعکاس کلی قوس ایجاد شده در نقطه‌ائی است که جرقه در آن برقرار شده است. میرائی واقعی جریان برقرار شده مابین، مدار اتصال کوتاه شده که از انتهای کابل شروع میشود و مدار اتصال کوتاه قوسی جرقه، بعداز این زمان شروع میشود.
نظر به اینکه جریان گذرنده از انشعاب در موقع عبور جریان مانند یک فیلتر قوی در مقابل عبور جریان، عمل میکند لذا نقاط برگشت جریان مثل پالسهای ظاهر میشوند که زمان برگشتی آنها t 1 میباشد. زمان t 1 مساوی زمان انتشار موج در مسیری است که مبداء آن در انتهای کابل بوده و انتهای آن محل وجود عیب در کابل است، بنا بر این با اندازه‌گیری این زمان میتوان به محل وضعیت عیب پی برد.

دستگاه مخصوص آزمایش

ثبت کردن تغیرات ومیرائی جریان از ضروریات استفاده از روشهای شرح داده شده میباشد. منظور از ثبت کردن تغیرات جریان این است که باید آنرا در روی یک صفحه نمایش دهیم و بوسیله یک دوربین پولاروید از آن عکسبرداری نمائیم و یا آنرا در یک اسیلوسکوپ یا در یک ثبات مخصوص، ذخیره نمائیم.
ثبات مخصوص این کار که با فرکانس ۲۰ مگاهرتس کار میکند، ساخته شده و هم اکنون میتوان آنرا تهیه نمود (شکل ۱۰) ،



شکل ۱۰ : ثبات مخصوص ثبت تغیرات جریان میرائی شوک الکتریکی با دستگاه اندازه‌گیری فاصله

PowerEn.ir

- این ثبات در صورتیکه با دستگاه انعکاس موج مناسب به خدمت گرفته شود نتایج حاصل از آزمایش واقعا " خوبی را ارائه میدهد. با اندازه‌گیری زمان و سرعت انتشار موج در کابل مورد نظر میتوان وضعیت عیب را مشخص نمود و یا فاصله تا عیب را میتوان مستقیما " برحسب متر از روی دستگاه قرائت نمود. اجرای تعداد کمی تخلیه الکتریکی، برای دریافت نتایج آزمایش موردنظر ، کفایت مینماید. یکی دیگر از امکانات بررسی وضعیت موج میرا ، دستگاههای اندازه‌گیری زمان میباشد که با استفاده از آنها میتوانیم حتی اگر امکان اجرای چند تخلیه را هم داشته باشیم میتوانیم بررسیهای خود را با اجرای یک تخلیه نیز انجام دهیم . امکان دیگر استفاده از ماشین حساب است که میتوان با داشتن ثابت های کابل ، محاسبات را انجام داده و نتایج آزمایش را از آن دریافت نمود.

POWEREN.IR

PowerEn.ir

بخش پنجم

آزمایش کابل بطریق رزونانس

به قلم : آقای اگن بیکل
(Eugen Jacle)

POWEREN.IR

POWEREN
weren.ir

آزمایش تاسیسات کابل بوسیله دستگاه آزمایش تشدید

آزمایش کلی و نه‌چندان مطمئن در روی تاسیسات کابلهای PE و VPE با ولتاژهای زیاد DC به یک بحث مستقل از سایر روشهای آزمایش، نیاز دارد. روش آزمایش تشدید، یکی از این روشها است که برای آزمایش تاسیسات کابل به قدرت دواته (راکتیو) نیاز داریم و این قدرت موردنیاز بوسیله مدار هماهنگ (تشدید) موازی تولید میگردد که براساس تغذیه فرکانس متغیر از ۴۰ تا ۶۰ هرتس کار میکند. طراحی و ابعاد و کاربردهای عملی اینگونه دستگاهها توسط نویسنده این مقاله مورد بررسی قرار میگیرد.

کلیات :

حساسیت به آزمایش تاسیسات کابل PE و VPE با ولتاژهای (جریان مستقیم) زیاد، بخصوص در صورت تکرار آزمایشها، یک موضوع سئوال برانگیز شده است، زیرا درختان بنوبهٔ خود میتوانند باعث افزایش عیب در کابلها شده بطوریکه منجر به قطع کابلهای تاسیسات میگردند. در بخش ۱/۱۱۰۸۲ مقررات شماره ۰۲۹۸ آئین نامه VDE به آزمایش کنندگان توصیه نموده است " ..... ولتاژ DC مربوط به آزمایش را بمقدار قابل ملاحظه‌ائی کاهش دهید تا حساسیت و نگرانی ناشی از بکارگیری از ولتاژ زیاد از بین برود " .

بعنوان یک نتیجه عملی میتوان گفت که برای اجرای آزمایشها، در واقع، فقط ولتاژ $2x\,u$ میتوانند برای انجام آزمایشها قابل قبول باشد. تعدادی از بهره‌برداران تاسیسات کابل، بطور کامل آزمایشات مکرری را انجام داده‌اند ولی از این کار خود احساس نگرانی مینماید و تعدادی از آنها نیز بخاطر انجام کار، اخطاردریافت نموده‌اند. بجای استفاده از ولتاژ DC آزمایش، امکان استفاده از آزمایشهای ولتاژ AC نیز مورد بحث قرار گرفته است. آزمایشات با استفاده از مولدهای LF که با فرکانسهای ۰/۱ هرتس کار میکنند نیز امکان جدید دیگری میباشد. آئین نامه ومقررات استاندارد شده هنوز این روش آزمایش را توصیه نکرده است لذا از روش عملی اینگونه آزمایشها مورد تائید قرار نگرفته است.

اجرای آزمایش با ولتاژ DC در تاسیسات کابل در موارد مختلف مورد تائید مقررات VDE است. در مورد کابلهای پلاستیکی بایستی به بخش ۱/۱۱۰۸۲ آئین نامه شماره ۰۲۹۸ مقررات VDC مراجعه گردد. روش آزمایش و فرکانس ولتاژ برای اجرای این آزمایش در بخش ۲/۱۰۷۸ شماره ۰/۴۳۲ آئین نامه VDE ذکر گردیده است. بموجب این آئین نامه تغیرات ولتاژ برحسب زمان بایستی سینوس بوده و فرکانس آزمایش بایستی بین ۴۰ تا ۶۰ هرتز انتخاب شود (قدرت موردنیاز جهت آزمایش در جدول شماره ۱ منعکس میباشد).

از مزایای دیگر استفاده از آزمایش با ولتاژ AC این حقیقت است که با استفاده از مدارهای اتصال و فرکانس بهره‌برداری میتوان عملیات را در حالت کاپاسیتیو (خازنی) انجام داد.

کاربرد استفاده از ولتاژ DC در این آزمایشها سئوال برانگیز میباشد لذا ارزش عملی ندارند. به لحاظ اینکه در آزمایشات تاسیسات کابل با استفاده از ولتاژ AC برای آزمایش به ولتاژ انجام شده است و راه‌حل جدید با استفاده از دستگاه آزمایش هماهنگی (تشدید) پیدا شده است که ولتاژ خروجی موردنیاز آزمایش تولید شده در یک دستگاه آزمایش قابل حمل، در یک مدار تشدید مورد استفاده قرار میگیرد.

این امر به کارشناسان امکان میدهد تا با رعایت آئین نامه‌های موجود برای آزمایش و موارد ایمنی آن، آزمایشات تاسیسات کابلهای PE و VPE را انجام دهند. کابلهای PVC را به لحاظ افت دی الکتریک (عایق) زیادی که دارند نمیتوان از این روش، آزمایش نمود.

یکی از مزایای دیگر این است که در این روش به قدرت بسیار کمی نیاز داریم که می توان آنرا توسط یک مولد تک فاز ۲۲۰ ولتی تامین نمود.

جدول شماره ۱ : خروجی موردنیاز آزمایش برای یک فرکانس آزمایش ۵۰ هرتز، درموقعی که تاسیسات کابل با ولتاژ جریان متناوب مورد آزمایش قرار میگیرد.

خروجی آزمایش کیلوولت‌آمپر	جریان آزمایش آمپر	ولتاژ آزمایش کیلوولت	ظرفیت خازنی میکروفاراد	سطح مقطع میلیمترمربع	سری های کیلوولت
۹/۰۴	۰/۷۵	۱۲	۰/۲۰	۲۵	۶/۱۰
۹/۹۴	۰/۸۳	۱۲	۰/۲۲	۳۵	
۱۰/۸۵	۰/۹۰	۱۲	۰/۲۴	۵۰	
۱۲/۶۵	۱/۰۵	۱۲	۰/۲۸	۷۰	
۱۴/۰۱	۱/۱۶	۱۲	۰/۳۱	۹۵	
۱۵/۳۷	۱/۲۸	۱۲	۰/۳۴	۱۲۰	
۱۶/۲۷	۱/۳۵	۱۲	۰/۳۶	۱۵۰	
۱۷/۶۳	۱/۴۷	۱۲	۰/۳۹	۱۸۵	
۱۹/۸۹	۱/۶۶	۱۲	۰/۴۴	۲۴۰	
۲۱/۷۰	۱/۸۱	۱۲	۰/۴۸	۳۰۰	
۲۵/۱۷	۲/۱۵	۱۲	۰/۵۷	۴۰۰	
۲۸/۴۸	۲/۳۷	۱۲	۰/۶۳	۵۰۰	
۲۸/۹۳	۱/۲۰	۲۴	۰/۱۶	۳۵	۱۲/۲۰
۳۰/۷۴	۱/۲۸	۲۴	۰/۱۷	۵۰	
۳۴/۳۶	۱/۴۳	۲۴	۰/۱۹	۷۰	
۳۷/۹۷	۱/۵۸	۲۴	۰/۲۱	۹۵	
۴۱/۵۹	۱/۷۳	۲۴	۰/۲۳	۱۲۰	
۴۵/۲۱	۱/۸۸	۲۴	۰/۲۵	۱۵۰	
۴۷/۰۲	۱/۹۶	۲۴	۰/۲۶	۱۸۵	
۵۲/۴۴	۲/۱۸	۲۴	۰/۲۹	۲۴۰	
۵۷/۸۷	۲/۴۱	۲۴	۰/۳۲	۳۰۰	
۶۶/۹۱	۲/۷۹	۲۴	۰/۳۷	۴۰۰	
۷۵/۹۵	۳/۱۶	۲۴	۰/۴۲	۵۰۰	

شرح یکدستگاه آزمایش تشدید

دستگاه از قسمتهای فرعی مشروح ذیل تشکیل شده است :

a) تعویض کننده فرکانس که با ولتاژ ۲۲۰ ولت AC کار میکند و فرکانسهای از ۴۰ تا ۶۰ هرتز را تولید مینماید. مشخصات خروجی اولیه آن حدودا " در ۲۲۰ ولت مساوی ۳ کیلو-

POWEREN.ir

- ولت آمپر است

b) دستگاه کنترل فرکانس و تنظیم ولتاژ بعد از انتخاب مناسب اولیه مدار اندازه‌گیری و محدود کننده اتوماتیک ولتاژ تشدید

c) ترانسفورماتور موجود در پشت دستگاه کنترل . این ترانسفورماتور جهت نصب در دستگاه کنترل بوده‌و دارای قدرت خروجی در حدود ۳ کیلوولت‌آمپر است . حداکثر ولتاژ خروجی آن ۰/۸ کیلوولت است .

d) یک تا ۴ چوک (سیم‌پیچی شده) که میتوان آنها را طبق دستورالعمل منعکس در روی جعبه آنها بصورتهای سری - سری‌های موازی و یا کلا" بطور موازی وصل نمود .مقدار القاء هریک از چوک های پیچش مساوی ۴۰ هانری بوده و از سطح کیفیت ساخت ۵۰ برخوردار هستند .

مشخصات فنی چوک سیم پیچی شده :

سلف	۴۰ هانری
حداکثر نشتی قدرت	۱ کیلووات
حداکثر جریان تشدید	۱/۹ آمپر
درجه مرغوبیت	۵۰
ولتاژ تشدید	۲۴ کیلوولت
فرکانس عملیات بهره‌برداری	۴۰ تا ۶۰ هرتس
ابعاد : قطر / ارتفاع	۳۶۰ تا ۷۹۰ میلیمتر
وزن	۲۰۰ کیلوگرم

e) دستگاه آزمایش از یک مقاومت تقسیم کننده ولتاژ زیاد و یک کیلوولت متر با نمایش ارقام (عددی - دیجیتالی) که در روی سیستم کنترل نصب‌گردیده ، تشکیل یافته است .

طراحی دستگاه آزمایش تشدید

مقدار مشخص سلف موردنیاز ، بستگی به مقدار ظرفیت خازنی کابل تحت‌آزمایش دارد که این سلف را میتوان تحت شرائط مطلوبی از طریق یک چوک سیم‌پیچی شده تامین نمو .بمنظور افزایش کاربرد و کارآئی، این دستگاه طوری طراحی شده است‌که میتوان آنرا به مناطق عملیاتی مورد نظر حمل نمود .

نوع ساختمان روباز و آشکار این دستگاه آزمایش طوری است‌که کارکردن آن درست به‌همان راحتی کارکردن با دستگاههای مرسوم و معمول آزمایش از طریق ولتاژ DC است .

این دستگاه به وسائل تخلیه الکتریک نیازی ندارد ، زیرا یک سلف اندوکتانس عبوردهنده جریان DC همیشه با خازن کابل بطور موازی بسته شده است .

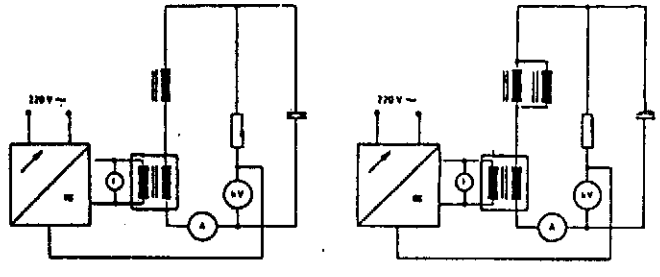
وسیله تغییر دهنده فرکانس ، دستگاه کنترل ، فرکانس متر ، ولت متر و آمپرسنج همگی در یک اطاقک ۱۹ اینچی نصب شده‌اند . برای فراهم کردن امکان اتصال راحت به سیم‌پیچی چک ، قسمتهای پایه وسائلی که بطور قائم قرار گرفته‌اند بطور کامل عایق شده است . به این طریق میتوان چکها را بوسیله اتصالات ساده پریزدار ، بطور سری بهم وصل نمود .

POWEREN
werEn.ir

وسیله مورد آزمایش را مستقیما" میتوان از طریق یک سیم کوتاه که دو انتهایش باز است مورد تغذیه قرار داد.
نظربه اینکه ولتاژ جریان متناوب موجود در مدار تشدید از نوع سینوس کامل میباشد، لذا این ولتاژ زیاد را میتوان از طریق یک تقسیم کننده ولتاژ از نوع اهمی، اندازه‌گیری نمود. به ولت‌سنجهای اندازه‌گیر ولتاژ حداکثر (پیک) نیازی نیست.

روش بهره برداری از دستگاه آزمایش تشدید

مدت مدیدی است که دستگاههای آزمایش ولتاژ زیاد و روش تشدید، شناخته شده‌اند.
امروزه مشکل کاربرد استفاده از روش تشدید این است که نمیتوان سلف اندوکتانس های مدار تشدید را سریعا" تغیر داد. تنظیم و یا تغییرات مناسب در سلف اندوکتانس همیشه ازطریق تغیر مکانیکی در حوزه جریان مغناطیسی انجام میگردد. در مقایسه زمان میرائی در مدار تشدید میتوان گفت که زمان موردنیاز برای حرکت دادن یک جرم آهنی و یا اثر یک هسته آهنی، خیلی خیلی بیشتر از زمان میرائی در مدار تشدید است، لذا ممکن است تشدیدهای ناگهانی و غیر قابل کنترلی در موقع تغیر دادن سلف اتفاق افتد. بعضی از ولتاژهای حداکثر (پیک) ممکن است بطور قابل ملاحظه‌ائی خیلی بزرگتر از حداکثر ولتاژ آزمایش مورد نیاز تاسیسات کابل باشد. بنابراین، کنترل این تاسیسات در اکثر موارد مشکل میباشد.
درهرصورت، دستگاه آزمایش که مشغول معرفی آن بوده‌ایم با یک اندوکتانس ثابت در حدود مدار تشدید، کار میکند. برای اینکه فرکانسهای تشدید بین ۴۰ تا ۶۰ هرتز باشد لازم‌است که برحسب ظرفیت خازنی وسیله مورد آزمایش، یک یا چند چوک به خازن وسیله مورد آزمایش وصل شود.
یکی از مزایای استفاده از دستگاه آزمایش تشدید با امکان تغیر در فرکانس ناشی از این حقیقت است که یک سلف مخصوص مورد استفاده کاملا" ثابت بوده و در حین عملیات بهره‌برداری باعث هیچگونه تغیری نمیشود.
سپس، فرکانس را در هریک دقیقه بمقدار حدود ۰/۱% تغیر دهید. این فرکانس قابل تنظیم را از طریق یک ترانسفورماتور به مدار اصلی تشدید تغذیه نمائید تا همان فرکانس را در آن مدار تحریک نماید. بوسیله چوکهای با درجه کیفیت (Q) زیاد میتوان قدرت راکتیو مورد نیاز آزمایش تاسیسات کابل با ولتاژ جریان متناوب را تولید نمود. (شکل ۱)



شکل ۱: نمودار مدار اصلی دستگاه آزمایش تشدید با تغیر دهنده فرکانس جهت آزمایشهای ولتاژ جریان متناوب در کابلها و تاسیسات کابل

POWEREN

سیستم کنترل را میتوان بدوطریق دستی و اتوماتیک موردبهره‌برداری قرار داد. با استفاده از وسیله کنترل اتوماتیک میتوان فرکانس و دامنه آنرا تا نصف موج تغییر داد، با این کار میتوانیم از افزایش مقدار ولتاژهای تولید شده به بیش از مقدار ولتاژ آزمایش اشاره شده قبلی جلوگیری کرده و از این بابت اطمینان حاصل نمائیم.
ولتاژ آزمایش را میتوان بدون استفاده از ولت متر ولتاژ پیک اندازه‌گیری نمود، زیرا مدار تشدید، هماهنگ با هارمونیکهای موثر در نتایج حاصله، ایجاد نمیکنند. بمنظور هدایت و انتقال اندازه‌گیریهای تخلیه جزئی، بایستی یک فیلتر مابین سیستم کنترل و ترانسفورماتور تغذیه وصل شود.

موارد ضروری برای تنظیم دستگاه آزمایش تشدید :

فرمول جهت محاسبه خروجی مورد نیاز : $P = u^2 \; C 2\pi f$

فرمول برای تنظیم دستگاه آزمایش تشدید : $L = \frac{1}{W^2 \cdot C}$ و $= \frac{۲۵۳۳۰}{F^2 \cdot L}$

که در آنها :

C= برحسب فاراد و f = برحسب هرتس و P = برحسب ولت آمپر

u= برحسب ولت و $w = 2\pi f$ است.

در این فرمولها از سلف اندوکتانس : ترانسفورماتور تغذیه ، سلف مابین سیمهای کابل اتصال دهنده به خازنها و چوکها و فرکانس تحریک صرفنظر شده است (طبق موارد مشروح ذیل) :

هرتز ۴۰ = (کلید فارد)	هرتز ۵۰ = (کلید فارد)	هرتز ۶۰ = (کلید فارد)	سلف هانری	نوع اتصال چوکها
۰/۷۹۱	۰/۵۰۶	۰/۳۵۰	۲۰	۲عدد بطور موازی
۰/۳۹۵	۰/۲۵۳	۰/۱۷۵	۴۰	۱عدد
۰/۱۹۷	۰/۱۲۶	۰/۰۸۸	۸۰	۲عدد بطورسری

جدول شماره ۲ : نمونه‌ائی از فرکانسهای واقعی تشدید در اتصال سلف / خازن

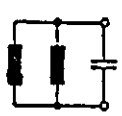
علاوه بر موارد فوق به : کابلهای با طول و سطح مقطعهای مختلف ، که مقدار ظرفیت خازنی آنها به عوامل ، طول و سطح مقطع آنها بستگی دارد بدون نیاز به ظرفیت خازنی بیشتر به ۴ عدد چوک مشابه با یکدیگر و به سلف اندوکتانس ۴۰ هانری نیاز داریم.
برحسب مورد و چگونگی نوع اتصال میتوان از مدارهای نشانداده شده در شکل ۲ نیز استفاده نمود.

POWEREN
owerEn.ir

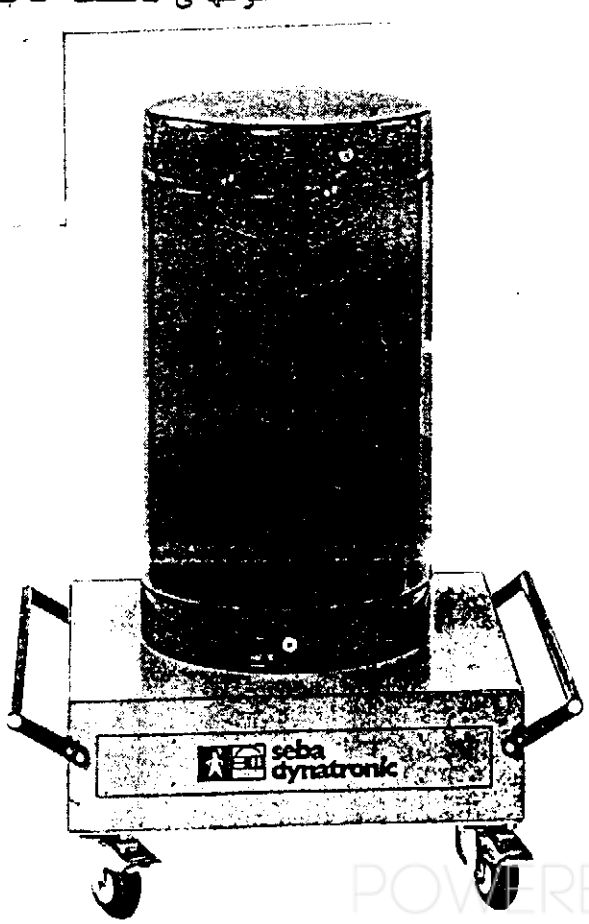
	چهار چوک بطور سری	چهار چوک بطور موازی
ولتاژ آزمایش	۲۴ کیلوولت	۲۴ کیلو ولت
فرکانس اندازه‌گیری	۵۰ هرتس	۵۰ هرتس
کل جریان تشدید	۰/۵ آمپر	۵/۷ آمپر
جریان تشدید در چوک	۰/۵ آمپر	۱/۹ آمپر
نشت قدرت در چوکها	۳۵۰ وات (هر ۴ چوک)	۳ کیلوولت

جدول شماره ۳ : مقادیری که عملا" اندازه‌گیری شده است .

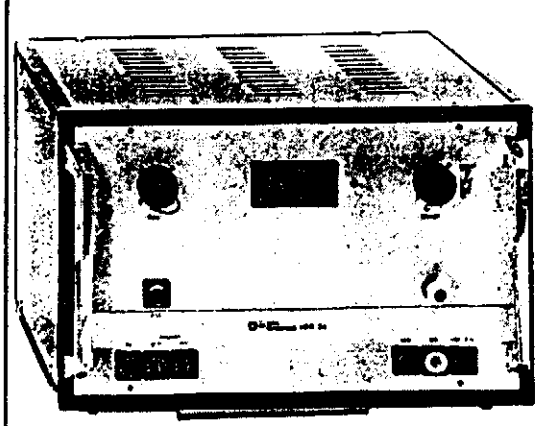
ظرفیت خازنی هر کابل بطور متوسط مساوی ۰/۲ میکروفاراد / کیلومتر میباشد ، کابلهای با طولهای بین ۰/۳ و ۷/۵ کیلومتر را میتوان مورد آزمایش قرار داد (بدون نیاز به خازن اضافی دیگر)



شکل ۲ : اتصال سری و موازی برای سیم بندی مدارهای تشدید و برای طولهای مختلف کابل



شکل ۳ : دستگاه آزمایش تشدید



POWEREN.I

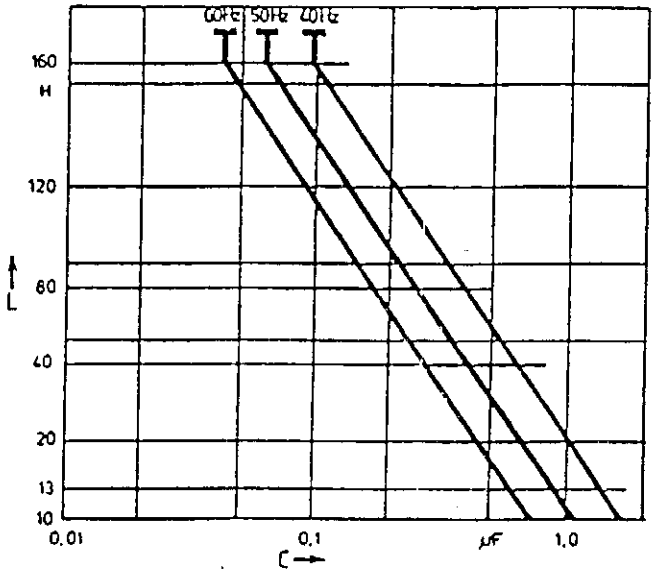
POWEREN
owerEn.ir

کاربـــرد عملـــی

برای بدست آوردن خازن کابل تحت آزمایش بایستی سلف اندوکتانس موردنیاز برای برقراری وضعیت تشدید را با استفاده از نمودار شکل ۴ مشخص نمائیم. از طریق اتصال داخلی بین چند چوک میتوان مقدار سلف اندوکتانس مناسب را بدست آورد و برای بدست آوردن مقدار زیاد سلف اندوکتانس مناسب را بدست آورد و برای بدست آوردن مقدار زیاد سلف قابل قبول برای تنظیم جهت فرکانس تحریک بایستی از منظور نمودن مقادیر جزئی سلف چشم‌پوشی نمود. بوسیله یک انتخاب آزمایش کابل و درست میتوان : طول کابل و از آن طریق ظرفیت خازنی کابل و متغیرهای مدار اضافی را تنظیم نمود.

در صورتیکه مقاطع کابلها کوچک باشند، اتصال چندین چوک بطور سری موردنیاز را میتوان با موازی وصل کردن یک خازن با ظرفیت خیلی کم، اتصال کوتاه نمود. شکل شماره ۵ موقعی را نشان میدهد که یک خازن به ظرفیت کم با یک خازن بطور مثال ۰/۱۷۵ میکروفاراد موازی وصل شده است و ظرفیت های کابل صفر تا ۰/۲۲ میکروفاراد را میتـــوان آزمایش نمود.

درموقع اتصال موازی دو چوک (بدون یک خازن کم) باشد، خازنهای کابل از ۰/۳۷۵ تـــا ۰/۸ میکروفارادی را میتوان آزمایش نمود. با استفاده از این مدارهای ساده میتوان بیش از ۹۰ درصد تاسیسات کابل را مورد آزمایش قرار داد.



شکل شماره ۴ :منحنی تغیرات ظرفیت خازنی و سلف اندوکتانس

POWEREN
owerEn.ir

مثال ۱ :

ظرفیت خازنی کابلی برای یک طول مشخص : ۰/۰۶۶ میکرو فاراد میباشد
با بکارگیری از یک اتصال موازی داریم : ۰/۲ میکرو فاراد میباشد
سلف اندوکتانس مورد نیاز مساوی : ۵۰ هانری است
سلف اندوکتانس بکار برده شده مساوی : ۴۰ هانری است

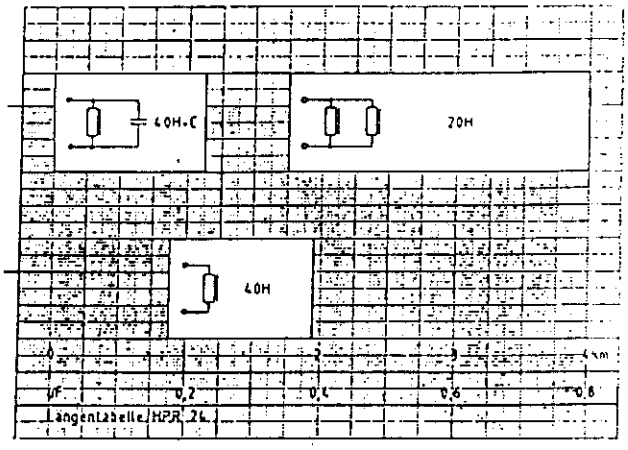
مثال ۲ :

ظرفیت خازنی کابلی برابر : ۰/۲ میکروفاراد است
سلف اندوکتانس کابلی : غیرقابل تشخیص است
خازن با ظرفیت کم : ۰/۱۷۵ میکروفاراد است
سلف مورد نیاز: ۴۰ هانری است

مثال ۳ :

خازن کابلی مساوی ۱/۰ میکرو فاراد است
سلف مورد نیاز مساوی ۱۳/۳ هانری است
تعداد سه چوک موازی بسته شده مورد نیاز است .

اگر ولتاژ تحریک حدود ۵۰ ولت باشد بایستی انتخاب کننده فرکانس را بطور دستی از ۴۰ تا ۶۰ هرتس مورد بهره‌برداری قرار داد و نقطه یا وضعیت تشدید را مشخص نمود. ولتاژ تغذیه ۵۰ ولت، ولتاژ حدود ۲۰۰۰ ولت را ایجاد میکند و پس از این مرحله بایستی بطور دستی کنترل ولتاژ را طوری تنظیم کنیم تا ولتاژ کاهش داده شده مقدار ولتاژ جریان متناوب آزمایش مورد نیاز برسد. در حقیقت این آزمایش را با رعایت آئین‌نامه‌های VDE میتوان کنترل نمود. جدول شماره ۳ مقادیر عملی اندازه‌گیری شده را نشان میدهد. از طریق یک تقسیم کننده مقاومت میتوان ولتاژ در مدار تشدید را مستقیما " اندازه‌گیری نمود. جریان اندازه‌گیری شده مربوط به قسمت به زمین وصل شده تغذیه ترانسفورماتور است (شکل ۱)



شکل ۵ :

طولهای از کابل را که با استفاده از خازن به ظرفیت ۰/۱۷۵ میکروفاراد میتوان مورد آزمایش قرار داد .

POWEREN.I

POWEREN.IR
weren.ir

بخش ششم

تشخیص عیبهای غلاف کابل و عیب یابی آنها در کابلهای ولتاژ متوسط

به قلم : آقای اگن یکل
(Eugen Jacle)

POWEREN.IR

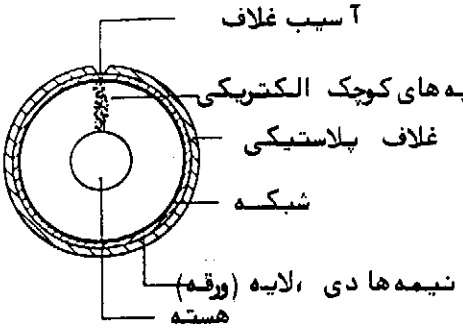
تشخیص عیبهای غلاف کابل و عیب یابی آنها در کابلهای ولتاژ متوسط

نظربه اینکه کابلهای با غلاف پلاستیکی امروزه هم در ولتاژ کم و همچنین در ولتاژ زیاد کاربرد وسیعی پیدا نموده و از طرفی در سالهای اخیر نیز به تجربیات زیادی دسترسی پیدا شده ، لذا در اینجا کوشش شده است تا روشهای آزمایش مورد استفاده و همچنین راجع به ولتاژهای موردنیاز آزمایش غلاف ، مروری داشته باشیم. علاوه بر آن ، ضرورت آزمایشهای غلاف کابل را جهت پیدا کردن عیبهای در مراحل اولیه، متذکر میگردد ، زیرا عدم توجه نسبت به این امر مهم باعث خرابی غلاف کابل میگردد .

۱- مزایای اجرای عملیات آزمایش غلاف کابل

برای بهره‌برداری کامل از یک تاسیسات کابل (انتقال انرژی یا خطوط مخابراتی) داشتن مشخصه‌های آنها ضروری میباشد و برای اجرای عملیات مختلف لازم است که عایق بین هسته و سطح خارجی کابل از نوع خوب و متناسب انتخاب شده باشد و سیستم بتواند سرویس بی عیب و نقص را ارائه نماید. بررسیهای آماری و منتشره در سالهای گذشته در مورد دلایل عیبهای کابل مانند نتایج اتخاذه در حال حاضر نشان میدهد که آسیبهای وارده بر سطح خارجی کابل در عملیات کابل گذاری اتفاق افتاده و یا در اثر تاثیرات خارجی بعد از کابل گذاری است ، در درجه دوم اهمیت قرار دارد.
کابلهای با غلاف پلاستیکی شرائط ایده‌آل و مطلوبی را برای تشخیص آسیبهای سطوح خارجی کابل دارند و مرمت عیبهای کابل در مراحل اولیه و شروع خرابی کابل را امکان پذیر میسازند. بوسیله انجام آزمایش عایق بین زمین و سطح خارجی کابل در بعد از عملیات کابل گذاری میتوان بی عیب بودن غلاف کابل را مورد بررسی قرارداد. کنترل دائمی تاسیسات توسط افراد مسئول بخصوص در مناطقی که ساختمانهای زیادی دارد میتواند به تشخیص عیبهائی که در مراحل اولیه هستند کمک نماید.
برای جلوگیری از عوامل خوردگی در کابلهای آلومینومی لازم است که عایق غلاف این کابلها کاملا" سالم و بی عیب باشند. از نقطه نظر دیگر میتوان گفت که چنانچه در سطح خارجی کابلها PE (پلی اتیلن) و VPE آسیبهائی ایجاد شده باشد از آن نقاط تخلیه الکتریکی اتفاق میافتد و منجر بد خراب کردن و آسیب رساندن به عایق کابل میشود. در این مورد همچنین یک آزمایش غلاف و سپس محل یابی عیب غلاف میتواند به کاهش تعداد زیادی از قطع مدار و توقفهای ناگهانی مدار کمک نماید.
عیبهای غلاف بندرت باعث خرابی و قطع ناگهانی عایق کابل میشوند. از موقع شروع عیب تا ظاهر شدن عیب در کابل ممکن است چندین ماه و یا سالها طول بکشد، بعنوان مثال ، اگر غلاف پلاستیکی در اثر یک جریان حداکثر (پیک) آسیب دیده باشد در اینصورت ممکن است این آسیب ، کاملا" تا عمق عایق کابل اثر نماید و باعث خرابی آن شود. در این نقطه تجانس و همگن حوزه مغناطیسی بهم خورده (مترجم، در اثر تغیرات رلوکتانس مغناطیسی ناشی از تغیر ضخامت عایق ، شدت حوزه مغناطیسی نیز تغیر مینماید) و لذا تخلیه الکتریکی ایجاد میگردد.
و سرعت آسیب دیدگی عایق و در نتیجه ایجاد عیب کلی و قطع مدار بستگی به شدت و غلظت این تخلیه‌های الکتریکی دارد (شکل ۳۱)

POWEREN
werEn.ir



شکل ۳۱ ـ تخلیه‌های جزئی الکتریکی در اثر عیب غلاف کابل

بهرحال وجود یک عیب کوچک در عایق کابلهای با غلاف آلومینومی ، اغلب محل مناسبی برای نفوذ رطوبت و انتشار آن میگردد. در اثر تماس این نقاط با زمین کم و بیش خورنده ، باعث میشود که خورندگی های ناشی از زمین ، آلومینوم در آنها ایجاد گردد که خود باعث خرابی بیشتر غلاف آلومینومی شده و بنابراین باعث میشود که رطوبت و نم به عایق هسته نفوذ نماید.

۲- آزمایش غلاف

وضعیت و چگونگی عایق یک پوشش کابل در مقابل زمین بآسانی قابل بررسی بوده و به دستگاههای آزمایش خاصی نیاز ندارد. با اعمال یک ولتاژ مناسب مابین پوشش فلزی کابل و زمین میتوان برآیند جریان گردشی مقدار عایق را مستقیما " اندازه‌گیری نمود. بعضی از سازندگان کابلها ، این مقدار ولتاژ مورد نیاز آزمایش را ارائه مینمایند. اگرچه غلاف PVC (پلی وینیل کلراید) با ضخامت متوسط ۱/۶ میلیمتر را بطور قابل ملاحظه‌ائی میتوان با ولتاژهای بیشتر مورد آزمایش قرار داد ولی به تجربه ثابت شده که انتخاب ولتاژ آزمایش ۲ کیلوولت نتیجه رضایت بخشی را ارائه مینماید. در موقع آزمایش با ولتاژ ۲ کیلوولت ، خرابیهای بی عیب موجود در غلاف PVC هیچگونه آسیب نخواهند دید. مقدار حد مجاز جریان گردشی برای ۱ کیلومتر طول کابل مساوی ۰/۸ میلی آمپر میباشد که بمقدار مقاومت عایق همان طول کابل بستگی دارد. این مقادیر برای بعضی از طولهای کابل داده شده است.

جدول شماره ۱ ـ مقادیر مجاز برای جریان گردشی در موقع آزمایش غلاف

طول کابل	جریان گردشی برحسب میلی آمپر	مقاومت عایق برحسب مگا اهم
۱۰۰	۰/۰۸	۲۵
۲۵۰	۰/۲	۱۰
۵۰۰	۰/۴	۵
۷۵۰	۰/۶	۳/۳
۱۰۰۰	۰/۸	۲/۵
۱۵۰۰	۱/۲	۱/۶
۲۰۰۰	۱/۶	۱/۲۵
۵۰۰۰	۴/۰	۰/۵

درموقع استفاده از ولتاژ DC برای آزمایش بایستی قطب منفی را به شبکه و قطب مثبت آنرا به زمین محل آزمایش وصل نمود.

POWEREN.ir

اگرچه در این ولتاژ اثرات پلاریته بندرت ظاهر میشود معذالک پلاریته ولتاژ آزمایش را بایستی طبق مطالب گفته شده قبلی اجرا نمود. مدت آزمایش ۱۰ دقیقه میباشد. بهرحال اگر مقادیر عایق کمتر از مقادیر شرح داده شده (در جدول ۱) باشد بایستی آزمایش کابل در زمان کمتری انجام شود.

در موقع آزمایش غلاف ضروری است که غلاف، در تمام طول کابل از زمین عایق گردد. در مسیر کابل مورد آزمایش، نبایستی جعبه اتصال یا اتصال فلزی با زمین وجود داشته باشد زیرا در غیر اینصورت باعث میشود تا ولتاژ آزمایش به زمین متصل شده و جریان الکتریک از زمین عبور نماید.

۳- دستگاههای آزمایش غلاف

مولدهای ولتاژ زیاد مجهز به وسیله تنظیم ولتاژ DC برای ۲ کیلوولت جهت آزمایش غلاف، مناسب میباشند. مولدهای معمولی مغناطیسی دار برای این آزمایشها نمیتوانند مناسب باشند، زیرا امکان اندازه‌گیری جریان با آنها میسر نمیباشد و لذا مقادیر عایق قابل اندازه‌گیری را کاملا" نمیتوان با مقادیر اشاره شده در جدول ۱ مقایسه نمود.

خروجی دستگاه آزمایش غلاف بایستی محدود باشد یا لااقل قابل کنترل باشد تا در موقع قطع ناگهانی در عیب کابل از آسیب رساندن بیشتر در کابل و بخصوص از آسیب رساندن به لایه‌های نیمه‌هادی کابل، جلوگیری گردد. از طرفی بایستی خروجی دستگاه باندازه کافی باشد تا بتواند حتی در کابلهای طویل بدون اینکه در ولتاژ آزمایش اشکالی بوجود آورد، باعث جریان نشتی گردد (جدول ۱)

بعد از اتصال دستگاه آزمایش غلاف (شکل ۳۲) بایستی ولتاژ آزمایش را به آرامی تا ۲ کیلوولت افزایش دهیم.

شکل ۳۲- دستگاه آزمایش غلاف مجهز به کلید قطع اتوماتیک ولتاژ را نشان میدهد.

در حین آزمایش بایستی جریان گذرنده از شبکه یا غلاف کابل را با دقت زیاد مشاهده نمائیم. تغییرات ناگهانی و حتی یکبار افزایش جهشی در جریان اغلب موید وجود یک عیب در غلاف است. بعد از تنظیم کردن ولتاژ آزمایش حتی یک لحظه غفلت و عدم توجه به صفحه آمپرمتر در مدت ۱۰ دقیقه آزمایش، ممکن است بعضی اوقات تشخیص یک عیب را با مشکل مواجه نماید زیرا مشاهده صفحه آمپرمتر با دقت و تمرکز فوق‌العاده زیادی همراه باشد. بعضی اوقات ممکن است موارد عیب فقط برای یکبار اتفاق افتد، زیرا

ممکن است عیبهای با مقاومت زیاد قطع و یا حتی محو گردد بطوریکه نتایج حاصله از آزمایش ، غلاف کابل را بی عیب نشان دهد. بنابراین لازم است یکدستگاه آزمایش، عیبهای با مقاومت زیاد را حتی در موقع آزمایش و بعد از انجام آزمایش را نیز نشان دهد. ضمنا " این دستگاه بایستی مجهز به کلید قطع اتوماتیک بوده و بتواند شبکه را اتصال بزمین نماید.

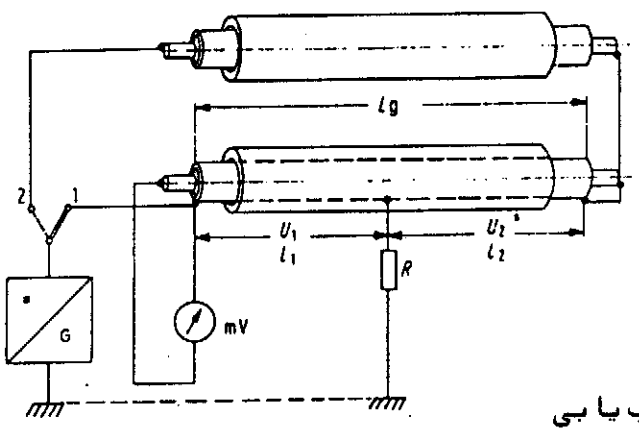
قبل از انجام آزمایش بایستی توجه خاصی نسبت به تخلیه الکتریکی و اتصال بزمین دستگاه آزمایش غلاف و کابل مورد آزمایش مبذول نمود زیرا در موقع آزمایش ، ظرفیت خازنی شبکه یا غلاف کابل همراه با غلاف پلاستیکی سالم ، بوسیله ولتاژ آزمایش ۲ کیلوولتی پر میشوند.

۴- عیب یابی مقدماتی غلاف کابل

برای تعین محل دقیق عیبهای غلاف لازم است که ابتدا یک عیب یابی مقدماتی انجام شود تا بدینوسیله زمان موردنیاز برای تعین محل دقیق عیب ، بمقدار قابل ملاحظه‌ای تقلیل یابد.

پلهای آزمایش ولتاژ زیاد با انواع مختلف مدار اتصال را میتوان برای عیب یابی مقدماتی غلاف مورد استفاده قرار داد. بهرحال برای انجام آزمایش با این روشها لازم است از پلها و ولتاژ تا ۲ کیاوولت استفاده شود.

روش افت ولتاژ مشروح ذیل کارآئی خود را در این مورد بخصوص در سالهای اخیر ثابت نموده است. در این روش به هیچگونه دستگاه خاصی نیاز نداریم و محاسبات مربوطه آن فوق العاده ساده میباشد. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳ ـ اتصالات انجام شده برای عیب یابی غلاف کابل

برای این منظور از یک منبع تامین جریان ثابت G استفاده میشود که آنرا بین شبکه و زمین وصل میکنیم. بنابراین باعث میشود تا در این مدار بسته یک جریان برگشتی از طریق مقاومت عیب R و از راه زمین ، از گالوانمتر عبور نماید.

جریان عبوری از مسیر L_1 (از شروع کابل تا نقطه عیب) باعث میشود تا در روی شبکه ولتاژ U_1 حدود چند میلی ولتی ایجاد نماید. در روی شبکه و در قسمت مسیر L_1 (از محل عیب تا انتهای کابل) و هسته T شکل یک کابل متعلق به سیستم ولتاژ U_2 ایجاد

میشود و در این مدار از " سیمهای اتصال آزمایش " استفاده شده است . از افت ولتاژهای ایجاد شده در سیمهای اتصال آزمایش میتوان صرفنظر نمود ، زیرا جریانهای آزمایش بسیار کوچک بوده و در محاسبات مربوط به فاصله عیب ، نیازی به محاسبه آنها نمیباشد . در دومین آزمایش بایستی جریان ثابت منبع تامین جریان را از طریق یکی دیگر از هسته‌های کابل سیستم S که برقراری یک جریان را به انتهای کابل امکان پذیر میباشد ، را به شبکه انتهای کابل و زمین وصل کنیم . ولتاژ U_2 ظاهر شده در مسیر L_2 را همچنین اندازه‌گیری مینمائیم . نسبت U_1 به U_2 مساوی نسبت طول مسیر L_1 به L_2 است ، لذا خواهیم داشت :

$$L_x = L \times \frac{U_1}{U_1 + U_2}$$

با توجه به مقاومت بسیار کم اتصالات در انتهای کابل و جریانهای آزمایش بسیار کم گذرنده از مدار میتوان گفت که خطای محاسبه در این روش حدود ۲ درصد طول کلی کابل است .

۵- تعیین محل دقیق عیبهای غلاف

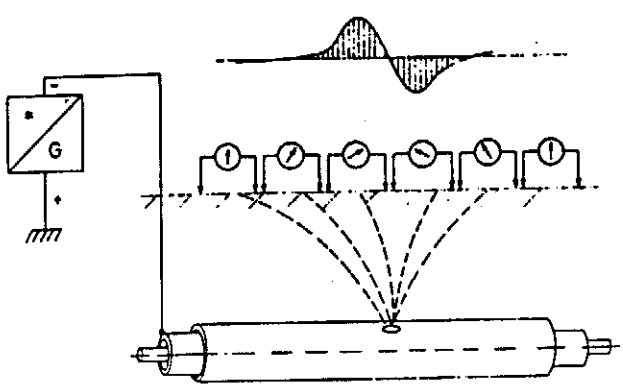
برای تعیین محل دقیق عیبهای غلاف از سه روش مختلف میتوان استفاده نمود که عبارتند از : روش جریان DC ، روش تخلیه شوک الکتریکی ، روش فرکانس صوتی .
یک موضوع در این سه روش مشترک است و عبارتست از پیدا کردن نقطه‌ائیکه در موقع استفاده از میله‌های مختلف ، دارای ولتاژ صفر باشد . طبیعی است که هریک از این سه روش دارای مزایا و معایب خاص خود را دارا میباشد و اگرچه دقت آنها باهم متفاوتند اما اختلاف زیادی باهم ندارند ولی کاربردهای عملی آنها بیشتر با یکدیگر متفاوت است .

۵-۱ روش جریان DC

در این روش مانند تعیین محل عیب مقدماتی غلاف از یکدستگاه کابل سوز کوچک با ولتاژ DC استفاده میشود که جریان گذرنده از آن محدوده بوده و حداکثر ولتاژ خروجی آن حدود ۲ کیلوولت است که از طریق یکدستگاه تامین ولتاژ DC تامین میشود . مراحل آزمایش بقرار زیر است :
ابتدا دستگاه را به شبکه کابل معیوب و زمین محل آزمایش وصل میکنیم . بایستی از اتصال دو انتهای کابل به زمین اطمینان حاصل نمود زیرا این موضوع جهت برقراری شرائط ایمنی ضرورت دارد .
ولتاژ انتهای کابل باعث میشود که از مسیر زمین و برگشت به انتهای خروجی ، یک جریان الکتریکی در سرتاسر شبکه عبور نماید . ولتاژ صفر ایجاد شده در نقطه تماس روی مقاومت عیب R بوسیله دو عدد میخ زمین تشخیص داده میشود ، مقدار و پلاریته ولتاژ تواما " در مراحل آزمایش مشخص میگردد . برای پیدا کردن محل اتصال به زمین کابل بایستی دو میله (میخ) اتصال بزمین را در روی مسیر کابل (که قبلا" مشخص گردیده) حرکت داده و بوسیله دستگاه پایه‌دار (دو پایه) مورد آزمایش قرار گیرد . در شروع آزمایش میتوان فاصله دو میخ اتصال به زمین را حدود ۱۰ متر انتخاب نمود .

در موقع نصب میخهای اتصال به زمین یک ولتاژ قوی با پلاریته مشخص در روی آمپرمتر دستگاه نشانداده میشود. بهرحال اگر میخهای اتصال به زمین طوری باشد که نقطه اتصال به زمین کابل در فاصله میخها قرار گرفته شده باشد باعث میگردد که پلاریته ولتاژهای ناشی از القاء حوزه مغناطیسی همدیگر را خنثی کرده و جریان القاء شده مساوی صفر را در روی آمپرمتر نشان دهد (شکل ۳۴).جهت دقت آزمایش بایستی از یک گالوانمتر بسیار حساس بعنوان نشاندهنده استفاده نمود.

بهتر است که دستگاه (DC) آزمایش مجهز به یک قطع کننده جریان باشد که جریان گذرنده را در حدود ۳ ثانیه قطع نماید و همچنین یک وصل کننده جریان باشد تا اجازه داد حدود ۱ ثانیه جریان از دستگاه عبور نماید ، زیرا در موقع تداخل ولتاژها فقط حرکت نوسانی شاخص اندازه‌گیر تشخیص داده میشود. در صورتیکه هیچگونه امکان نصب میخهای زمین (در روی زمین بالای کابل) موجود نباشد میتوان بررسی در مورد حداکثر (پیک) انحراف عقربه اندازه‌گیر به بعد از تغیر مسیر کابل موکول نمود.



شکل ۳۴ ـ نمودار اصول روش جریان DC برای تعین محل دقیق عیب غلاف کابل

۵-۲ روش تخلیه شوک الکتریک

در این روش از یک مولد تخلیه شوک الکتریک و یکدستگاه DC فوق الذکر استفاده میشود که در آن خازن مربوطه با ولتاژ بین ۲ و ۳ کیلوولت پر شده و سپس انرژی آن در فاصله موجود در محل عیب یا از طریق یک تریستور در حد فاصل شبکه و زمین تخلیه میگردد. برقراری قوسی جرقه باعث میشود که در غلاف کابل محل عیب یک آسیبی وارد شود و در صورتیکه در این حال از روش ولتاژ DC استفاده شود باعث میشود که در این نقطه یک ولتاژ صفر ایجاد گردد. برای بدست آوردن ولتاژ القاء شده بایستی از دو میخ زمین در روی مسیر کابل و یک دستگاه اندازه‌گیر ولتاژ القاء شده استفاده نمود. ضمنا" از یکدستگاه اندازه‌گیر مقدار پیک (حداکثر) جهت نمایش این مقدار نیز بایستی استفاده کرد تا مقادیر حداکثر ولتاژهای بی اندازه کوچک، اندازه گرفته شود و مقدار آنرا از روی دستگاه اندازه‌گیر قرائت نمود. در بسیاری از موارد ورودی به دستگاه اندازه‌گیر مقدار حداکثر (پیک) را با یک مقاومت زیاد مجهز میکنیم تا از ورود پتانسیل پلاریزه مزاحم بدستگاه اندازه‌گیر جلوگیری نماید. امکان برقراری اتصال اندوکتیو و کاپاستیو با کابلها و لوله‌های اطراف کابل ، از معایب استفاده از این روش است . این موضوع باعث میشود که در موقع قطع کردن

مسیر خطوط (کابل ـ لوله) در اندازه‌گیریهای انجام شده اشتباهاتی رخ دهد البته میتوان با کنترل دقیق در حوزه عملیاتی ، مسیر عبور لوله‌های نصب شده در زیر زمین را مشخص و با قطع نکردن مسیر لوله‌ها از امکان پدید آمدن این اشتباهات جلوگیری نمود .

۵-۳ روش فرکانس صوتی

بجای استفاده از یک جریان DCو یا خازن تخلیه شوک الکتریک میتوان یک مولد فرکانس صوتی مناسبی را به شبکه کابل و زمین محل مورد آزمایش وصل نمود . از این دستگاهها معمولا" برای کابل یابی و برای عیب یابی کابلهای کم مقاومت ، استفاده میکنند . تقریبا " این دستگاهها همیشه در دسترس میباشند . گرچه در کاربرد دستگاه فرکانس صوتی محدودیتی وجود دارد ولی در مقام مقایسه با روش جریان DC اغلب مزایای انتخاب مقدار تقویت کنندگی برخوردار است . این موضوع باعث میشود که از ورود کامل تمام جریانهای فوکو (ادی) یا ولتاژهای پلاریزه بدستگاه جلوگیری نماید . علاوه بر این در روش فرکانس صوتی میتوانیم از امکان اندازه‌گیری ولتاژ مرحله‌ائی برخوردار شویم لذا بما این امکان را میدهد که در سطوح سخت و محکم جاده‌ها یا سطوح عایق شده که امکان نصب میخهای زمین غیرممکن است ، اندازه‌گیریهای مورد نیاز را انجام دهیم . نظر به اینکه ظرفیت خازنی شبکه کابل نسبت به زمین بسیار زیاد است ، لذا دستگاه فرکانس صوتی که در مدار قرار میگیرد مانند یکبار بسیار بزرگ خازنی عمل مینماید . برای به حداقل رساندن جریان کاپاسیتیو و به حداکثر رساندن ولتاژ در نقطه محل عیب ، پیشنهاد میگردد که آزمایشات را با فرکانسهای کم انجام دهید .

در روش استفاده از فرکانس صوتی بایستی از یک گیرنده فرکانس صوتی که به آن میله برداشت ولتاژ وصل شده است نیز باید استفاده نمود . بدلیل استفاده از امکانات تقویت کنندگی میتوان فاصله بین دو میله برداشت ولتاژ را کم انتخاب نمود و باین طریق است که میتوان میله ولتاژ را به راحتی حمل نمود و آزمایش را بوسیله یکنفر انجام داد و آنرا میتوان هم برای برداشتهای کاپاسیتیو و هم برای اثرهای شیمیائی مورد استفاده قرار داد . همچنین با این روش میتوان اندازه‌گیریها را در سرتاسر مسیر کابل در روی زمین انجام داد و حداقل علائم دریافتی در نقطه عیب را برای محل یابی دقیق عیب مورد استفاده قرار داد . برخلاف روش جریان ، در این روش هیچگونه تغیر پلاریته‌ائی در نقطه محل عیب نداریم ، زیرا با فرکانس صوتی نمی توانیم جهت عبور جریان را اندازه‌گیری و یا مشخص نمائیم .

POWEREN
owerEn.ir

بخش هفتم

نقش وسیله نقلیه مجهز به وسائل آزمایش کابل در خطوط توزیع انرژی

به قلم : آقای تئوویدمان
(Th.Wiedeman)

POWEREN.ir

PowerEn.ir

نقش وسیله نقلیه مجهز به وسائل آزمایش کابل در خطوط توزیع انرژی

مرمت عیبهای کابل در حداقل زمان ممکنه همچنین یکی از وظایف و مسئولیتهای تامین انرژی الکتریکی است. تنها راه رسیدن به این هدف استفاده از دستگاههای مدرن می باشد و وقتی از حداکثر بهره‌وری برخوردار میباشد که آنها را در یک وسیله‌نقلیه مربوط به آزمایش کابل، نصب نمائیم.

بسیاری از خسارات سنگین وارده به صنایع و نارحتیهای آزار دهنده در ارائه خدمات به مردم یک جامعه ناشی از اختلالات شبکه‌های توزیع انرژی الکتریک و شبکه‌های مخابراتی میباشد. صنعت توزیع انرژی الکتریکی موظف و متعهد است که تمام اقدامات لازم جهت پیدا کردن محل دقیق عیبهای سیستم را بعمل آورده و در کوتاهترین زمان ممکنه به رفع اشکالات مربوطه بپردازد.

روشهای زیادی در عیب یابی های مدرن وجود دارد و برحسب نوع و عیب کابل از روشهای مختلف استفاده میشود. تمام روشهای مطمئن به اخذ نتایج مطلوب و کاربرد آنها را تشریح کرده‌ایم. با کمک این روشها محل یابی انواع مختلف عیبها، امکان پذیر است. در مورد بقیه عیبها، تکنسینها مجبورند که چاره کار را در استفاده از روشهای دیگر و استفاده از یکسری از دستگاههای دیگر که در اختیار دارند، جستجو نمایند.

چرا به وسائل نقلیه مجهز به دستگاههای آزمایش نیاز داریم؟

در روشهای عیب یابی کابل، در شبکه‌های کابل با ولتاژ زیاد معمولا" از جدول شماره ۲ مشروح ذیل استفاده میشود.

در موقع بروز یک عیب، تکنسین مجبور است با استفاده از انواع مختلف روشهای آزمایش نسبت به پیدا کردن یک عیب که مشخصه آن برایش نامعلوم است، اقدام نماید. لازم است که تکنسین بترتیب و برحسب اولویت از دستگاههای اندازه‌گیری موردنیاز استفاده نمود و عیب موجود در ترانسفورماتور یا ایستگاه توزیع برق یا ترمینال شروع کابل مورد سئوال (نصب شده در زیر زمین) را بترتیب مورد آزمایش و اندازه‌گیری قرار دهد. بهرحال، شاید این احتمال وجود داشته باشد که آزمایشات مربوطه در خارج از محوطه‌های شهری و در محوطه‌های رو باز انجام شود. متاسفانه عیب یابی در موقع وقوع در شب و بخصوص در شرائط جوی نامناسب به یک مهارت و استادی زیاد احتیاج دارد. باین دلیل است که تکنسین بایستی همیشه دستگاههای مورد نیاز عیب یابی را آماده نموده تا بمجرد اطلاع از وجود اشکالی از آنها استفاده نماید. طبیعی است که تکنسین موقعی میتواند ازدستگاه مناسب استفاده نماید که تمام دستگاههای اندازه‌گیری در یک وسیله نقلیه حمل شده به محل اشکال، آماده باشد و یا اینکه این دستگاهها در وسیله نقلیه مجهز به دستگاههای مدرن اندازه‌گیری و آزمایش جهت عملیات عیب یابی، نصب شده باشند. در موقع عملیات عیب یابی بایستی به رعایت موارد ایمنی برای بهره‌برداران و تکنسینها توجه کامل معطوف گردد، زیرا در روشهای مدرن مورد استفاده جهت عیب یابی های از نوع مشکل از ولتاژهای زیاد استفاده میشود. امروزه از چهار نوع وسیله نقلیه مجهز به دستگاههای مدرن آزمایش

PowerEn.ir

با طراحیهای مختلف در تجهیزات و وسیله نقلیه ، استفاده میگردد. اندازه وسیله‌نقلیه برحسب نوع و ترکیب دستگاههای آزمایش و خروجی مورد نیاز از آنها و ضرورت نصب مولد تامین انرژی الکتریک ، متفاوت میباشد.

جدول ۲ – روشهای عیب یابی که امروزه مورد استفاده قرار میگیرند.

شرح کار	روش	دستگاه آزمایش
عیب یابی کابل	فرکانس صوتی	گیرنده و انتقال دهنده
تشخیص عیب	آزمایش مقاومت (اهمیک) عایق مقاومت زیاد ← اندازه‌گیری انعکاس‌پالس مقاومت کم ← کابل سوزی	دستگاه سیار تست عایق دستگاه کابل سوز
عیب یابی مقدماتی		دستگاه انعکاس پالس
تعیین محل دقیق‌عیب	تعیین محل عیب از طریق تخلیه‌شوک الکتریکی (همراه با صدای ناشی از تخلیه)	مولد تخلیه‌شوک الکتریکی
	روش (پیچش) حداقل اغتشاش (برآینده حوزه مغناطیسی)	فرکانس صوتی
آزمایش کابل	بعد از مرمت : ولتاژ زیاد	دستگاه آزمایش ولتاژ زیاد

انواع طرحهای وسایل نقلیه مجهز بدستگاه آزمایش

علیرغم این حقیقت که اصول و کاربرد انواع مختلف دستگاههای آزمایش ، یکسان میباشد ولی فقط بعلت وجود تفاوتهائی در جزئیات عملیاتی آنها ، در طرحهای مختلف ساخته شده و در وسایل نقلیه مربوطه نصب شده‌اند.

طرح شماره ۱

اندازه وسیله نقلیه عمدتا" به مواردی از قبیل : استفاده از دستگاه آزمایش ولتاژ زیاد و بمقدار متوسط عایق مصرفی ، بستگی دارد. ترانسفورماتورهای ولتاژ زیاد طراحی شده در جعبه‌های پوشش‌دار ، ساخته شده و آماده استفاده است . خروجی ولتاژ زیاد بوسیله یک سبکه کابل ولتاژ زیاد که در تابلوی اتصال ترمینالها وصل شده‌اند ،قابل استفاده میباشد. انتخاب دستگاهها و ترتیب استفاده از آنها بوسیله یک کلید مجهز به دنده که در جعبه پوشش‌دار قرار داده شده است ، امکان پذیر میباشد.
چرخهای کابل مورد نیاز استفاده از ولتاژ زیاد (یا حتی برای اتصال دستگاههای آزمایش) مجهز به حلقه‌های لغزان ، در دسترس میباشد. تمام دستگاهها در قفسه‌های ۱۹ اینچی قرار داده شده‌اند و فقط از طریق کابین عملیاتی ساخته شده در جلوی وسیله نقلیه قابل‌برداشت میباشند. طراحی آنها طوری در نظر گرفته شده است‌که جادادن تمام دستگاهها در کمترین

فضای ممکنه باشد. در نتیجه اندازه و ابعاد وسیله نقلیه نیز همچنین کوچکتر شده‌است. بعلت محدود بودن ولتاژ و حرارت موردنیاز برای شکستن سد دی الکتریک عایق جامد ، مقدار ولتاژ و خروجی دستگاه آزمایش ولتاژ زیاد نیز محدود میباشد. ترانسفورماتورهای آزمایش را میتوان از وسیله نقلیه خارج نمود و با دو عدد بوش (غلاف اتصال) دو پل از نوع هوا (گاز هوا) مخصوص ولتاژ زیاد ، مورد نیاز از آنها استفاده نمود و با استفاده از این امکان ، مقدار قابل توجهی وقت جهت کارهای مربوط به اتصال دستگاهها صرفه جوئی نمود . با این ترتیب استفاده از ولتاژ آزمایش ۲۴۰ کیلوولتی امکان‌پذیر میگردد. علت اینکه بقیه دستگاهها را نمیتوان از وسیله نقلیه خارج نمود این است که چنانچه در عملیات مدار کنترل یا کلید چرخ دنده دار اشتباهی رخ دهد در اینصورت تمام دستگاههای آزمایش موجود در وسیله نقلیه از سیستم بهره‌برداری خارج میشوند.

طرح شماره ۲

طرح دیگر این است که دستگاههای استاندارد شده : فرکانس صوتی ، کابل سوزی و تخلیه شوک الکتریکی و دستگاههای استاندارد شده مربوط به آزمایش ، در یک محوطه قرار داده شوند.
بهره‌برداری از این دستگاهها از طریق یک میز بهره‌برداری براحتی انجام میشود. تمام اجزاء مربوط به کلیدها (کلیدهای انتخاب وضعیت ، کلید اتصال بزمین) همگی در عایق گازی SF_6 (سولفورهگزافلورید) تحت فشار ۲ تا ۲/۵ اتمسفر قرار دارند و این امر باعث میشود تا بتوانیم دستگاهها را نزدیک هم و بصورت فشرده در وسیله نقلیه نصب شده و از فضای موجود حداکثر استفاده بعمل آوریم . بنابراین ، وسیله نقلیه با اندازه متوسط را میتوان برای ولتاژهای تا ۱۰ کیلوولت مورد استفاده قرار داد. بهرحال ، خروجی دستگاه آزمایش در این طراحی با مقایسه با سایر سیستمها ، بسیار محدود تراست. معایب این سیستم در تعمیرات مورد نیاز آن یعنی : تمیز کردن و نظافت یا تعویض عایق گازی آن ، میباشد . علاوه بر آن و بدلیل یک مقدار نشت کمی از گاز SF_6 که ممکن است پس از مدتی حاصل شود لازم است که هرچند وقت یکبار مخزن را مجددا" با گاز SF_6 پر نمائیم و برای این منظور لازم است که وسائل : اتصالات لازم برای پرکردن گاز ، فیلترهای خشک کننده و تمیز کننده‌های گاز و سیلندرهای SF_6 برای رزرو ، را داشته باشیم. در دسترس بودن این گاز و لزوم دقت بسیار زیاد مبنی بر اینکه گاز در موقع پرکردن کاملا" عاری از گرد و خاک باشد ، در بسیاری از کشورها تولید یکسری مسائلی را نموده است. افت فشار در سیستم عایق گازی SF_6 یا وجود هرگونه اشکال در مدار کنترل باعث میشود که کاملا" بهره‌برداری از وسائل و دستگاههای موجود در وسیله نقلیه ، متوقف شود و نتوانیم به آزمایشات مربوطه بپردازیم .

POWEREN.IR
werEn.ir

طـــرح شمـــاره ۳

در این طرح از هوا که به وفور در دسترس قرار دارد بعنوان عایق از نوع متوسط در : سیستمهای ولتاژ زیاد کلیدهای از نوع دنده‌دار و اتصالات کابلها ، استفاده میشود و باین دلیل بایستی فواصل بین هادیهای برق دار فاصله بیشتری داشته باشد که در نتیجه اندازه وسیله نقلیه نیز بایستی بزرگتر باشد.*

* کلیدهای بهره برداری از دستگاهها و تمام وضعیتهای مشروح فوق الذکر وسائل اتصال کننده به زمین و تخلیه شوک الکتریکی قابل رویت بوده و میتوان آنها را کنترل نمود. مسئول بهره‌برداری از دستگاهها با استفاده از این تسهیلات امکان خواهند داشت که اشتباهات بهره‌بردار خود را برطرف نمایند که بخصوص برای مشتریان خارجی میتواند مزیت عمده‌ائی به شمار آید. دستگاههای استاندارد موجود در طراحی شماره ۳ در روی میز بهره‌برداری نصب گردیده‌اند و میتوان با خارج کردن دوشاخه آنها از پریزهای مربوطه ، آنها را بعنوان دستگاههای قابل حمل مورد استفاده قرار داد. لذا در موقع بروز اشکالی در مدار کنترل یا خرابی در وسیله نقلیه میتوان در مواقع ضروری همچنان دستگاهها را مورد بهره‌برداری قرار داد. بعبارت دیگر میتوان گفت که حوزه عملیاتی این طراحی از استقلال بیشتری برخوردار بوده و تعمیرات دستگاهها آسانتر میباشد. انواع مختلف وسائل نقلیه را میتوان با دستگاههای این طراحی و مطابق با جدول ۳ طراحی نمود.

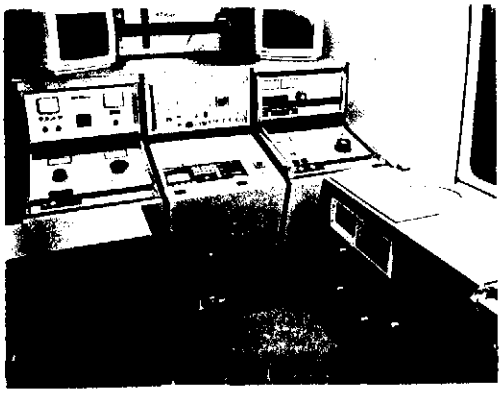
جدول شماره ۳ : وسائل نقلیه مجهز به انواع وسائل مورد نیاز عیب یابی کابل

نوع وسیله نقلیه	کابل	آزمایش	کابل سوزی	تخلیه شوک الکتریک	فرکانس صوتی	مولد
مینی بوس VW-Bus	۳×۵۰ کیلو ولت	۵۰کیلوولت** ۷۰کیلوولت*	۱۴کیلوولت در ۷ کیلو ولت آمپر	۱۶کیلوولت در ۴۰۰ژول	۵۰۰ وات	۱۵کیلو ولت‌آمپر*
مینی بوس L 509 D	۳×۵۰کیلو ولت	۷۰کیلوولت**	۱۰کیلوولت در۲کیلوولت آمپر	۲۵+۵۰/۰۰ کیلوولت در۱۰۰ژول	۵۰۰ وات	۵کیلو ولت‌آمپر **
مینی بوس L 609 D L 709 D	۳×۲۵ کیلو ولت	۱۳۰کیلوولت ** ۳۵۰کیلوولت آمپر	۱۰۰کیلوولت در ۱۰کیلو ولت آمپر	۲۵+۵۰/۱۰۰ کیلوولت در۱۰۰۰ژول	۵۰۰ وات	۹کیلو ولت‌آمپر **

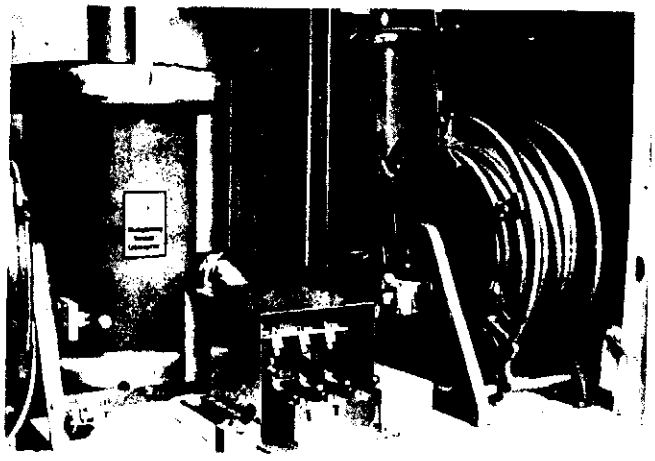
** مخصوص بهره‌برداری در داخل وسیله نقلیه

* مخصوص بهره‌برداری در خارج وسیله نقلیه

POWEREN.IR
owerEn.ir



شکل a ۳۵ – یکسری کامل از دستگاههای آزمایش جهت نصب در وسیله نقلیه و مقایسه ابعاد آنها



شکل b ۳۵ – اطاق ولتاژ زیاد در وسیله نقلیه مرسدس بنز مجهز به وسائل آزمایش، با دستگاه آزمایش ۱۵۰ کیلوولت در ۱۰ کیلوولت آمپر

این جدول طوری تنظیم شده که برای جلوگیری از افزایش وزن، انجام آزمایش و اندازه‌گیری عملیات (کابل سوزی برای عیب یابی مقدماتی، تخلیه شوک الکتریکی و فرکانس صوتی) از همدیگر مجزا شده‌اند. برای آزمایش ولتاژ زیاد تا ۱۵۰ کیلوولت، یک چرخ کابل درنظر گرفته شده است. برای آزمایش و اندازه‌گیری تا ۲۵ کیلوولت یک کابل سه فاز همراه با یک انتخاب کننده فاز در نظر گرفته شده است.

حسن این طراحی در این است که بجای سه چرخ کابل برای کابلهای تک رشته فقط به دو عدد آنها نیاز داریم و در موقعیکه لازم باشد که آزمایش تا ۲۵ کیلوولت با وسیله نقلیه انجام شود، برای هر چرخ بهره‌برداری فقط یک چرخ کابل کفایت مینماید.

طراحی نصب دستگاههای آزمایش و اندازه‌گیری

تمام سازندگان وسائل نقلیه آزمایش کابل، مسائل مربوط به تجهیزات ضروری و نصب آنها در کمترین فضا و راحتی عملیات بهره‌برداری را مورد تحقیق و بررسی قرار میدهند و بعضی از این سازندگان اینگونه وسائل نقلیه در کشورهای مختلف ترجیح میدهند که دستگاههای آزمایش و اندازه‌گیری جهت نصب در وسائل نقلیه را به دلایل مالی و اقتصادی، به سازندگان کشور خودشان سفارش دهند.

برای این منظور پیشنهادهای فنی در این زمینه قابل ارائه میباشد که برحسب آنها، کلیه تجهیزات مورد لزوم به پنج گروه مکانیکی تقسیم میشوند که بر اساس آنها خریداران می توانند وسائل را نصب و اتصالات لازم را انجام دهند. کلیه این دستگاهها که فضای نصب آنها در حداقل ممکنه طراحی شده‌اند، نه‌تنها شامل تمام دستگاههای آزمایش مورد لزوم است

بلکه همچنین شامل کلیه قسمتهای مربوط به بهره‌برداری و اتصالات مربوط به آنها نیز میباشد. (شکل a ۳۵)

نتیجه‌گیری

این حقیقت که تمام دستگاههای مورد نیاز در یکجا و نزدیک هم نصب شده‌اند و همیشه در محل آزمایش و اندازه‌گیری در دسترس قرار دارند باعث میشود که وسیله نقلیه آزمایش برای تکنسین یک وسیله ضروری و صرفنظر نکردنی باشد. با کمک تکنسینهای ورزیده و یک سازمان کارآمد (سرویس‌آماده ، امکان خبررسانی فوری و امکانات تماسهای مخابراتی بی سیم) میتوان گفت که زمان لازم جهت عملیات عیب یابی در مناطق شهری بطور متوسط حدود ۶۰ دقیقه است. لازم است که اشاره‌نمائیم که مدت ذکر شده (۶۰ دقیقه) بر اساس آمارهای ارائه شده توسط شرکتهای برق منطقه‌ای و سازمانهای تامین انرژی الکتریک بدست آمده است.

ایمنی

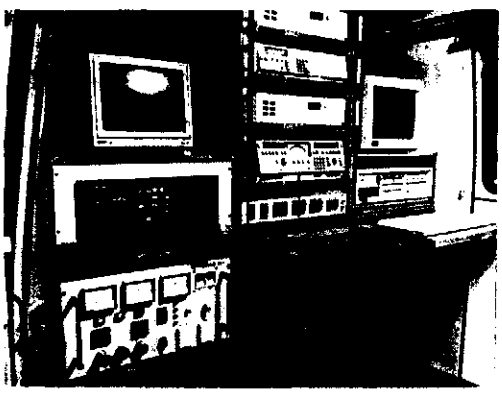
ولتاژهای زیاد تولید شده در وسیله نقلیه که مورد نیاز عملیات عیب یابی کابل بوده و بخصوص برای آزمایش کابل بسیار ضروری میباشد ، ممکن است که بعلت زیاد بودن ولتاژ برای کارکنان ایجاد خطر بنماید، لذا تامین سیستم ایمنی بسیار مطمئن ، از ضروریات میباشد. سازندگان وسائل نقلیه مجهز به دستگاههای آزمایش ، کلید شرائط ایمنی جهت اندازه‌گیریهای لازم را رعایت نموده‌اند تا از خطرات ناشی از تماس با ولتاژ زیاد و حتی در شرائط خطای انسانی و اشتباهات عملیات بهره‌برداری ، جلوگیری نمایند. برای بهره‌برداری از دستگاههای موجود در وسیله نقلیه آزمایش بایستی عوامل ایمنی مختلفی در نظر گرفته شده است که تا در صورت عدم رعایت و انجام این موارد ایمنی ، از بهره‌برداری دستگاهها جلوگیری نماید و در صورتیکه در حین عملیات بهره‌برداری برای هریک از عوامل ایمنی اشکالی بوجود آید کل سیستم قطع شده و عملیات متوقف میگردد. تمام عملیات اندازه‌گیری توام با شرائط ایمنی مشروح ذیل از آخرین پیشرفتهای مربوط به استانداردهای فنی برخوردار میباشند:

- وسیله نقلیه آزمایش و تمام قسمتهای فلزی به کابل اتصال به زمین ، وصل شده‌اند. علاوه بر آن ، یک اتصال به زمین کمکی نیز برای حفاظت و کنترل دستگاههای خارج از وسیله نقلیه آزمایش در نظر گرفته شده است. یک میکروسوئیچ برای کنترل وضعیت اتصال کابل زمین به یک ترمینال اتصال به زمین در روی وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است.

- اطاقک (کابین) ولتاژ زیاد و کابین آزمایش بوسیله یک میز مخصوص بهره‌بردار و یک شبکه از جنس پلکی گلاس که در بالای آن قرار دارد ، از یکدیگر مجزا شده‌اند (شکل۳۶) فضای بین میز بهره‌برداری و کابین ولتاژ زیاد و دسته‌های عایق دار کلیدهای منتهی به وسیله نقلیه برای جلوگیری از نفوذ نم و رطوبت محیط ، به حد کافی در نظر گرفته شده است. وسائل نقلیه آزمایش طوری طراحی شده‌اند که فقط بهره‌برداری از آنها موقعی امکان پذیر است که دربهای منتهی به کابین ولتاژ زیاد ، بسته باشند.

POWEREN
weren.ir

شکل ۳۶ –



– ایمنی کامل مدار بوسیله کلید حفاظت در مقابل جریان ناشی از وجود عیب ، تامین شده است . تعداد سه لامپ راهنمای مشروح ذیل در تابلوی اصلی قرار دارد که روشن بودن آنها نمایانگر آماده بودن دستگاهها برای بهره‌بردار است :

لامپ راهنمای سبز رنگ : معرف اتصال ولتاژ (۲۲۰ ولت و فرکانس ۵۰ هرتز) سیستم برق رسانی است .

لامپ راهنمای زرد رنگ : برای اعلام آمادگی بهره‌برداری از سیستم میباشد و روشن بودن آن نمایانگر این است که کلید حفاظت در مقابل عبور جریان ناشی از وجود عیب ، روشن بوده و مدارهای حفاظتی، عملیات آزمایش و اندازه‌گیری با شرائط ایمنی را تامین مینمایند .

لامپ راهنمای قرمز رنگ: روشن بودن این چراغ معرف اعلام آمادگی جهت روشن کردن دستگاهها برای عملیات آزمایش و اندازه‌گیری میباشد .

– مدار کنترل رله ۲ نشانداده شده در شکل ۳۷ فقط در موقعی اجازه بهره‌برداری از دستگاههای نصب شده در وسیله نقلیه را میدهد که اتصالات به زمین مشروح ذیل از طریق یک مقاومت کمتر از ۱۲۰ اهمی به زمین وصل شده باشند :
وسیله نقلیه – اتصال به زمین،اصلی – زمین – اتصال به زمین ، کمکی
علاوه بر اینها ، وجود یک ولتاژ عیب که بین شاسی و زمین پدید آید و مقدارش از ۳۵ ولت بیشتر باشد باعث قطع کامل سیستم میگردد .

– یک مدار کنترل دیگر شکل ۳۷ رله ۱ است که مدارات مشروح ذیل که بوسیله غلاف کابل آزمایش ایجاد میگردد را کنترل مینماید :
وسیله نقلیه – کابل آزمایش – زمین
چنانچه مقاومت هریک از این مدارها از ۶ اهم تجاوز کند باعث میشود که عملیات بهره‌برداری متوقف گردد و این حالت موقعی اتفاق می افتد که در یکی از اتصالات، عیب وجود داشته باشد و یا اینکه در اتصال به زمین ، اشکالی ایجاد شده باشد .

– برای جلوگیری از آسیب دیدن بدستگاه یک رله ولتاژ در نظر گرفته شده که ولتاژ سیستم برق رسانی یا ولتاژ تولید شده بوسیله وسیله‌نقلیه را کنترل مینماید و در موقعیکه ولتاژ از مقدار تنظیم شده قبلی،کمتر و یا بیشتر باشد باعث قطع مدار ولتاژ میگردد .

- تعداد ۲ کلید اضطراری با یک سیستم قفل (Interlock) در وسیله نقلیه در نظر گرفته شده است. علاوه بر این، کلیدهای اضطراری دیگری برای استفاده در خارج از وسیله نقلیه منظور شده که میتوان آنها را بوسیله کابلهای اتصال به لامپهای راهنما متصل نمود. در صورتیکه یکی از این کلیدهای اضطراری عمل نموده و قطع شود، اتصال مجدد این کلید فقط موقعی امکان پذیر است که قبلا" آزاد سازی و رها سازی قفل (Interlock) را انجام داده باشیم.

- بوسیله یک کلید انتخاب که در روی تابلوی اصلی نصب شده است میتوانیم دستگاه آزمایش موردنظر را انتخاب نمائیم. یک سیستم قفل داخلی (Interlock) از انتخاب دو دستگاه در یک زمان جلوگیری مینماید. یک قفل اضافی دیگر باعث میشود تا مدار سیستمهای مربوط به ولتاژ متوسط و ولتاژ زیاد را از یکدیگر مجزا نماید و مانع ورود هم زمان این ولتاژها (متوسط و زیاد) بدستگاهها میگردد.

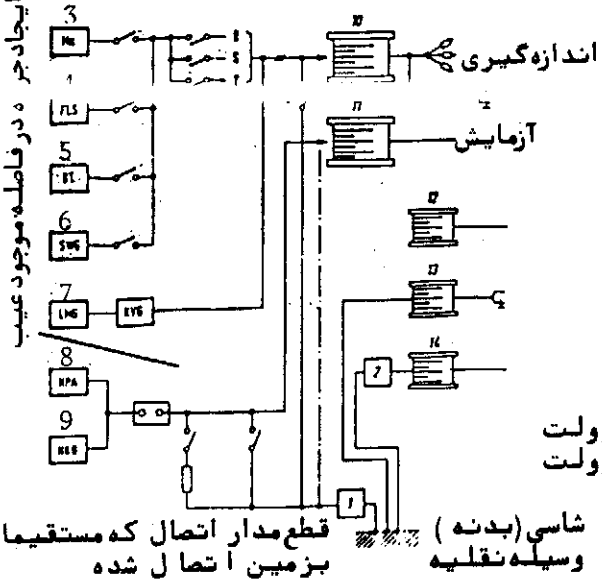
- تمام دستگاههای مخصوص سیستم ولتاژ متوسط (کابل سوزی، فرکانس صوتی و تخلیه شوک الکتریک) در سرهای خروجی (ترمینالهای خروجی)، به سیستم اتوماتیک جهت جلوگیری از ایجاد مدار اتصال کوتاه، مجهز میباشند.

- پس از اتمام عملیات اندازه‌گیری و یا آزمایش، کابل اتصال شده بطور اتوماتیک (خودکار) باز میشود. برای جلوگیری از اثر تخلیه الکتریک، بخصوص در کابلهای با عایق PVC (پلی وینیل کلراید) بایستی اتصال مستقیم وسیله اتصال دهنده بزمین موجود در سیستم را قطع نمود.

هر دوی این کلیدهای اتصال به زمین را میتوان از داخل اطاقک بهره‌برداری مشاهده نمود.

در وسائل نقلیه مدرن، یک تابلوی نشاندهنده با لامپهای راهنما در نظر گرفته شده تا با این طریق بتوان موارد مخصوص عملیات ایمنی را مشاهده و کنترل نمود. این تسهیلات باعث میشود تا تکنسین بتواند محل بروز یک اشکال را سریعا" پیدا نماید. (بطور مثال : از بسته نبودن دربهای عقب، عدم اتصال کابلهای اتصال بزمین).

شکل ۳۷- نمودار از مدار وسیله نقلیه



۱- رله کنترل برای مدار اتصال بزمین
۲- رله مخصوص ایجاد عیب در ولتاژ
۳- دستگاههای آزمایش خارجی (خارج از وسیله نقلیه)
۴- مولد فرکانس صوتی
۵- دستگاه کابل سوز
۶- مولد تخلیه شوک الکتریکی
۷- دستگاه انعکاس پالس
۸- دستگاه آزمایش ولتاژ زیاد
۹- یک دسته خازن
۱۰- چرخ کابل مخصوص ولتاژ متوسط ۳×۲۵ کیلوولت
۱۱- چرخ کابل مخصوص ولتاژ زیاد ۱×۱۵۰ کیلوولت
۱۲- چرخ کابل سیستم برق رسانی
۱۳- چرخ کابل اتصال بزمین
۱۴- چرخ مخصوص کابل کمکی
۱۵- کلید اتصال بزمین

PowerEn.ir

عملیات عیب یابی کابل - (کابل سوزی)

هدف اولیه از عملیات کابل سوزی ، کاهش مقاومت لااقل یک هسته کابل میباشد. در عملیات عیب یابی مقدماتی، بهتر است که مقاومت عیب حدوداً " از ۱۰۰ اهم کمتر باشد یعنی از مقاومت امپدانس خود کابل کمتر باشد. در موقع عملیات کابل سوزی بایستی بهره‌بردار از بوجود آوردن یک اتصال فلز به فلز جدا " خودداری نماید. مقاومت محل عیب بایستی از نوع مواد عایق کربونیزه باشد. دستگاههای کابل سوز با طیف گسترده عملیاتی ساخته شده است. بهرحال ، تجربه نشان داده است که در اکثر موارد ، دستگاههای کابل سوز یا خروجی های از ۰/۵ تا ۵ کیلوولت آمپر مناسبتر میباشند.

عیب یابی مقدماتی کابل

روش مدرن برای عیب یابی های کابل براساس اصل انعکاس پالس استوار است. در این روش یک پالس در کابل مورد نظر ارسال میکنیم. این پالس در محل عیب منعکس شده و سپس به نقطه اندازه‌گیری برمیگردد. زمان مربوط به انعکاس پالس را بوسیله یکدستگاه اندازه‌گیری مینمائیم.

طول مسیر پیموده شده توسط پالس را از ضرب کردن زمان اندازه‌گرفته شده در سرعت انتشار پالس در کابل مورد نظر و تقسیم حاصل ضرب برعدد ۲ ، بدست میآید.

این مقدار بدست آمده یک فاصله تقریبی تا محل عیب را بدست میدهد که با داشتن آن میتوانیم به عملیات تعیین محل دقیق عیب بپردازیم.

اصل تخلیه شوک الکتریکی ، فرکانس صوتی ، اندازه‌گیری ولتاژ مرحله‌ائی

با اجرای عملیات عیب یابی مقدماتی کابل و محاسبه فاصله تقریبی تا محل عیب، عملیات و کار مربوط به تعیین محل دقیق عیب را آسانتر نماید. در عیب یابی مقدماتی کابل ، فاصله محاسبه شده تا محل عیب بندرت با واقعیت مطابقت دارد ، زیرا مسیر و جهت کابل همیشه غیر منظم بوده و دیگر آنکه بندرت میتوان سرعت انتشار پالس را دقیقا" مشخص نمود.

روش ولتاژ مرحله‌ای (عیبهای غلاف) :

اگر دو انتهای یک کابل اتصال بزمین نشده باشد و چنانچه در این حالت یک ولتاژ زیاد و کافی به غلاف کابل اعمال کنیم این امر باعث میشود که ولتاژ اعمال شده از محل عیب غلاف بزمین وارد شود و یک ولتاژ حداکثر (پیک) ایجاد نماید. با استفاده از میله برداشت ولتاژ مرحله‌ای میتوان ، محل ایجاد این پیک (حداکثر ولتاژ) و یا محل دقیق عیب را مشخص نمود.

- روش ولتاژ مرحله‌ای (عیب های غلاف)

اگر دو انتهای یک کابل اتصال بزمین نشده باشد و چنانچه در این حالت یک ولتاژ زیاد و کافی به غلاف کابل اعمال کنیم این امر باعث میشود که ولتاژ اعمال شده از محل

POWEREN.IR

عیب غلاف بزمین وارد شود و یک ولتاژ حداکثر (پیک) ایجاد نماید. با استفاده از میله برداشت ولتاژ مرحله‌ای میتوان ، محل ایجاد این پیک (حداکثر ولتاژ) و یا محل دقیق عیب را مشخص نمود.

- تخلیه شوک الکتریکی

امروزه اکثر عیبهای در طیف ولتاژ زیاد را با این روش محل یابی میکنند. در این روش یک ولتاژ زیاد را از یکسری خازن در فاصله موجود در محل عیب، تخلیه میکنیم. امواج صوتی حاصل از تخلیه را بوسیله یک میکروفن زمینی حساس و تقویت کننده از طریق گوشی ها دریافت میگردد. این روش در مورد عیبهائی که در آنها جرقه برقرار میشود و عایق محل عیب از مقدار متوسطی برخوردار است ، بکار برده میشود. این روش در مورد عیبهای اتصال کوتاه شده با مقاومت اهمیک کمتر از ۱۰ اهم نمیتواند مورد استفاده قرار گیرد. بهرحال بایستی با اجرای مکرر عملیات تخلیه الکتریکی مقاومت عیب را بمقدار زیادی افزایش داد.
روش تخلیه شوک الکتریکی نسبتا " ساده بوده و یک نتیجه رضایت بخشی را ارائه میدهد.

- روش القائی

استفاده از روش القائی برای پیداکردن محل دقیق عیبهای کابل فقط موقعی ضرورت دارد که : مقاومت عیبهای اتصال کوتاه شده (کم مقاومت) را نتوانیم بمقدار خیلی زیادی افزایش دهیم یا اینکه در مناطق پر سر و صدائی باشیم که ناچارا " نتوانیم از روش صوتی برای تعیین محل عیب استفاده کنیم. از این روش همچنین میتوان در مورد کابلهای قرار داده شده در لوله نیز استفاده نمود. روش القائی مورد استفاده اکثرا" همان روش Twist است که در مورد وجود عیب مابین هسته‌های کابل ، استفاده میشود. روش Twist فقط موقعی امکان پذیر است که مقاومت کابل کمتر از ۱۰ اهم باشد. دو هسته معیوب کابل را با یک جریان فرکانس صوتی تغذیه میکنیم و این جریان ، بایستی حتی المقدور زیاد انتخاب شود. در این موقع در سرتاسر مسیر کابل یک ترتیبی از حداکثر و حداقل (پیچش یا Twist) بدست میآید. فاصله بین از حداکثر و حداقل ها بستگی بنوع کابل داشته و تابعی از پیچش هسته‌ها میباشد. برای پیدا کردن [illegible] حتما " از فاصله حداقل و حداکثر سیگنال پیچش هسته‌ها ، کمتر باشد. بعلت وجود مدار اتصال کوتاه ، دیگر سیگنال پیچش بعد از محل عیب ظاهر نمیشود و این خود دلیل بارزی بر تعیین محل عیب میباشد.

عیب یابی مدرن و پیشرفته

معمولا" اصول عیب یابی کابل استاندارد شده است بطوریکه میتوان گفت ترتیب و توالی اندازه‌گیریها یا آزمایشات به ۵ مرحله جدا از هم فوق الذکر تقسیم شده‌اند.

مسیریابی کابل

دانستن مسیر کابل از اهمیت ویژه‌ائی برخوردار است ، زیرا موفقیت عملیات بعدی بخصوص

تعیین محل دقیق عیب کابل به صحیح بودن نقشه‌های شبکه کابل گذاری مربوط میشود.
در اکثر موارد ، مسیریابی کابل بوسیله روش صوتی انجام میشود. در این روش یک سیگنال فرکانس صوتی در کابل ارسال میگردد و سپس بوسیله یک گیرنده مجهز به نشاندهنده قابل رویت صوتی آنرا دریافت میکنیم. بوسیله تعقیب کردن این سیگنال میتوان مسیر کابل را مشخص نمود .ضمنا " بایستی اشاره نمود که عمق کابل گذاری را نیز بدینوسیله میتوان مشخص کرد .
مولدهای فرکانس صوتی با خروجی های متفاوت ساخته شده‌اند ، بهرحال برای مولدهای با خروجی ۲ تا ۱۰ وات برای مسیر یابی کابل فوق العاده مناسب میباشد.
علاوه بر این ، مولدهای با خروجی ۲ تا ۱۰ وات قابل حمل بوده و کار کردن با آنها راحتر است .

تشخیص یک عیب کابل

برای انجام عملیات عیب یابی کابل لازم است که هویت یا مشخصات طبیعی یک عیب تشخیص داده شود. بخصوص باید بدانیم که عیب از نوع مدار باز (با مقاومت زیاد) یا از نوع مدار اتصال کوتاه (با مقاومت کم)است و برای این منظور بایستی بوسیله یکدستگاه آزمایش کننده مقاومت ، یک آزمایش ساده اندازه‌گیری مقاومت عیب را انجام دهیم. در صورتیکه مقاومت عیب کم باشد بایستی عملیات مربوط به تعیین محل مقدماتی عیب را انجام دهیم و چنانچه مقاومت عیب زیاد باشد بایستی عملیات مربوط به کابل سوزی انجام شود.

POWEREN.IR