

مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال
تجهیزات کوپلینگ در پست های فشار قوی
نشریه شماره ۴۷۸

وزارت نیرو - شرکت توانیر
طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق
www.tavanir.org.ir

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور

معاونت نظارت راهبردی

دفتر نظام فنی اجرایی

<http://tec.mporg.ir>



جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال تجهیزات کوپلینگ در پست های فشار قوی نشریه شماره ۴۷۸

معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور وزارت نیرو - شرکت توانیر
معاونت نظارت راهبردی
دفتر نظام فنی اجرایی
<http://tec.mporg.ir>

www.tavanir.ir



omoorepeyman.ir



بسمه تعالی

ریاست جمهوری

معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور

شماره:	۱۰۰/۲۲۴۹۶
تاریخ:	۱۳۸۸/۳/۱۰

موضوع:

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - تجهیزات کوپلینگ در پست‌های فشار قوی

به استناد آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، موضوع ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور (مصوبه شماره ۴۲۳۳۹/ت/۳۳۴۹۷ هـ مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۰ هیأت محترم وزیران)، به پیوست نشریه شماره ۴۷۸ دفتر نظام فنی اجرایی، با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - تجهیزات کوپلینگ در پست‌های فشار قوی» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور، پیمانکاران و عوامل دیگر می‌توانند از این نشریه به عنوان راهنما استفاده کنند و در صورتی که روش‌ها، دستورالعمل‌ها و راهنمای بهتری در اختیار داشته باشند، رعایت مفاد این بخشنامه الزامی نیست.

عوامل یاد شده باید نسخه‌ای از دستورالعمل‌ها، روش‌ها یا راهنماهای جایگزین را به دفتر نظام فنی اجرایی ارسال کنند.

امیرمنصور برقی
معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور



omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با استفاده از نظر کارشناسان برجسته، مبادرت به تهیه این دستورالعمل نموده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلطهای مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این رو، **از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:**

- ۱- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.
 - ۲- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.
 - ۳- در صورت امکان، متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال نمایید.
 - ۴- نشانی خود را برای تماس احتمالی ذکر فرمایید.
- کارشناسان این دفتر نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت. پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه: تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی شاه
معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، دفتر نظام فنی اجرایی

سازمان مرکزی - تهران ۱۱۴۹۹۴۳۱۴۱ - خیابان صفی علی شاه

<http://tec.mporg.ir>



در اجرای ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و در چارچوب نظام فنی و اجرایی کشور و به منظور تعمیم استانداردهای صنعت برق و ایجاد هماهنگی و یکنواختی در طراحی و اجرای پروژه‌های مربوط به تولید، انتقال و توزیع نیروی برق، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور (معاونت نظارت راهبردی - دفتر نظام فنی اجرایی) با همکاری وزارت نیرو - شرکت توانیر در قالب طرح «ضوابط و معیارهای فنی صنعت برق» اقدام به تهیه مجموعه کاملی از استانداردهای مورد لزوم نموده است.

نشریه حاضر با عنوان « مشخصات فنی عمومی و اجرائی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - تجهیزات کاپلینگ در پست‌های فشار قوی» در دو بخش تهیه شده است. بخش نخست در برگیرنده حداقل نیازهای مربوط به طراحی، ساخت، بازرسی، آزمونهای کارخانه‌ای، برچسب گذاری، حمل، نصب، انبارداری و آزمونهای راه اندازی می باشد که به دو زبان فارسی و انگلیسی ارائه شده است. بخش دوم حاوی مباحث مربوط به کلیات و تعاریف، معیار های طراحی و مهندسی و آزمون های نوعی و جاری است.

معاونت نظارت راهبردی به این وسیله از کوشش‌های دست‌اندرکاران به ثمر رسیدن این نشریه و همچنین سازمان‌ها و شرکت‌های مهندسی مشاور که با اظهارنظرهای سازنده خود این معاونت را در جهت غنا بخشیدن به آن یاری نموده‌اند سپاسگزاری و قدردانی نموده و توفیق روزافزون آنان را از درگاه ایزد یکتا آرزومند است.



مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - تجهیزات کوپلینگ در پست های فشار قوی - نشریه شماره ۴۷۸

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسين مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسين پوريا معقولى، بهزاد كیوانى و آقای دکتر عارف درودى تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعى مورد ویراستارى قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجرى و مشاور طرح و نمایندگان شرکت های مهندسی مشاور تحت پوشش وزارت نیرو به شرح زیر بررسی، اصلاح و تصویب شده است.

آقای مهندس جمال بیاتی وزارت نیرو - سازمان توانیر - مجرى طرح

آقای مهندس بهمن الله مرادى سازمان توسعه برق ایران

آقای مهندس منصور سعیدی شرکت مشانیر

آقای دکتر عارف درودى مهندسين مشاور نیرو

آقای مهندس سید حسن عرب اف مهندسين مشاور قدس نیرو

آقای مهندس بهروز قهرمانى سازمان توسعه برق ایران

خانم مهندس فرييا نادری شرکت مشانیر

آقای مهندس سید جمالدين واسعى پژوهشگاه نیرو

آقای مهندس رضا یزدان دوست مهندسين مشاور قدس نیرو

آقای مهندس مرتضى یعقوبى شريف شرکت مشانیر

آقای مهندس احسان الله زمانى وزارت نیرو - سازمان توانیر - دبیر کمیته فنی طرح

مسئولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفتر نظام فنى اجرائى به عهده آقایان مهندسين پرویز سیداحمدى و محمدرضا طلاکوب بوده است.



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
بخش اول	
۳	۱- کلیات
۳	۲- واحد تطبیق امپدانس
۴	۳- کابل کواکسیال
۴	۴- واحد اتصال کابل کواکسیال
۴	۵- نیازهای کلی تجهیزات کوپلینگ
۵	۶- پلاک مشخصات
۵	۷- آزمونها
۵	۷-۱- آزمونهای نوعی
۶	۷-۲- آزمونهای نمونه‌ای
۶	۷-۳- آزمونهای جاری
۶	۸- اسناد و مدارک
۶	۸-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند
۶	۸-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید
بخش دوم	
<i>فصل اول- اهداف، تعاریف و کلیات</i>	
۱۳	۱-۱- کلیات
۱۴	۲-۱- تعاریف
۱۴	۱-۲-۱- امپدانس نامی طرف خط (Z1)
۱۴	۱-۲-۲- امپدانس نامی طرف تجهیزات (Z2)
۱۴	۲-۲-۱- تلفات مرکب
۱۴	۲-۲-۲- تلفات برگشتی
۱۴	۲-۲-۳- پهنای باند قابل دستیابی
۱۵	۲-۲-۴- محدوده کار فرکانس حامل
۱۵	۲-۲-۵- توان پوش پیک
۱۵	۳-۱- اجزاء یک سیستم PLC
۱۵	۳-۱-۱- موج‌گیر
۱۵	۳-۱-۲- خازن کوپلاژ
۱۶	۳-۳-۱- وسیله کوپلینگ یا واحد تطبیق امپدانس

۱۶	 ۴-۳-۱- کابل ارتباطی
۱۷	 ۵-۳-۱- فرستنده / گیرنده PLC
۱۸	 ۴-۱- انواع کوپلینگ
۱۸	 ۱-۴-۱- کوپلینگ فاز به زمین
۱۸	 ۲-۴-۱- کوپلینگ فاز به فاز
۱۸	 ۳-۴-۱- کوپلینگ بین مداری
۱۸	 ۴-۴-۱- کوپلینگ سیم محافظ عایق شده
۱۹	 ۵-۴-۱- کوپلینگ سه فاز
۱۹	 ۵-۱- اجزاء و ساختمان واحد تطبیق امپدانس
۲۲	 ۶-۱- مشخصه‌های واحد تطبیق امپدانس
۲۲	 ۱-۶-۱- تلفات مرکب
۲۲	 ۲-۶-۱- تلفات برگشتی
۲۳	 ۳-۶-۱- پهنای باند

فصل دوم- آزمونها

۲۷	 ۱-۲- شرایط آزمون
۲۷	 ۲-۲- آزمونهای نوعی
۲۷	 ۱-۲-۲- آزمون اندازه‌گیری تلفات مرکب
۲۸	 ۲-۲-۲- آزمون اندازه‌گیری تلفات برگشتی
۲۹	 ۳-۲-۲- اعوجاج و مدولاسیون میانی
۳۰	 ۴-۲-۲- آزمون ولتاژ ضربه
۳۱	 ۵-۲-۲- آزمون برقگیرها
۳۱	 ۶-۲-۲- آزمونهای ولتاژ فرکانس قدرت
۳۲	 ۷-۲-۲- آزمون بر روی بوبین اتصال زمین
۳۲	 ۳-۲- آزمونهای نمونه‌ای
۳۲	 ۴-۲- آزمونهای جاری
۳۲	 ۱-۴-۲- آزمون تلفات مرکب
۳۲	 ۲-۴-۲- آزمون تلفات برگشتی
۳۲	 ۳-۴-۲- آزمون ولتاژ قدرت

۳۳	 مراجع
----	-------------



بخش اول

PLC



🌐 omoorepeyman.ir

۱- کلیات

این مشخصات فنی الزامات طراحی، ساخت و آزمون‌های کارخانه‌ای تجهیزات کوپلینگ را پوشش می‌دهد. واحد تطبیق امپدانس بایستی مطابق با نیازمندی‌های این متن و آخرین تجدید نظر استاندارد IEC شماره ۶۰۴۸۱ و ۶۰۶۶۳ طراحی، ساخت و تحت آزمون قرار گیرد. تمامی الحاقیه‌ها و مراجع اشاره شده در این استاندارد نیز می‌بایستی مورد نظر باشد. تجهیزات کوپلینگ که بین ترمینال‌های ولتاژ پایین خازن کوپلاژ و تجهیزات انتهایی PLC قرار می‌گیرند شامل یک واحد تطبیق امپدانس (که امپدانس سمت خط را با ترمینال‌های PLC تطبیق می‌دهد)، یک واحد حفاظتی (که تجهیزات مخابراتی را بر علیه موجهای ضربه حفاظت می‌کند)، واحد متعادل‌کننده، ترانسفورماتور هیبرید و فیلتر جداساز است. تجهیزات کوپلینگ باید برای عمل کردن در شرایط محیطی مشخص شده طراحی گردند. طراحی تجهیزات کوپلینگ بایستی چنان باشد که هنگام کار عادی شبکه و یا وقوع اضافه ولتاژ روی خط انتقال، مانع از وقوع اضافه ولتاژ بر روی بخش مخابراتی LMU شود.

۲- واحد تطبیق امپدانس

واحد تطبیق امپدانس باید برای نصب خارجی مناسب بوده و بر روی یک سازه فولادی که خازن کوپلینگ را حفظ می‌کند نصب گردد. تمام قسمت‌های تجهیزات واحد تطبیق امپدانس باید درون یک محفظه فلزی با درجه حفاظت IP54 لولادار با دسترسی از جلو قرار گیرند.

واحد تطبیق امپدانس باید حداقل شامل قسمت‌های زیر باشد :

- یک ترانسفورماتور تطبیق دهنده قابل تنظیم و تعویض که همراه با خازن کوپلاژ، یک فیلتر بالاگذر با باند گسترده را تشکیل می‌دهند. این ترکیب باید بتواند امپدانس خروجی خط انتقال را با گستره فرکانسی سیگنال‌های ارسالی و دریافتی تطبیق دهد.
- یک سوئیچ زمین‌کننده که برای زمین کردن ترمینال اولیه خازن کوپلاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد. موقعیت باز و بسته بودن این سوئیچ باید قابل رویت باشد.
- یک برقگیر فشار قوی که در هنگام ظهور پتانسیل بر روی ترمینال‌هایش عمل می‌نماید. این برقگیر باید حتی در زمان‌های نادری که خازن کوپلاژ اتصال کوتاه می‌شود توانایی حفاظت واحد تطبیق امپدانس را داشته باشد.
- یک بوبین اتصال زمین که به هادی خروجی خازن کوپلاژ متصل می‌گردد و مسیری با امپدانس کم را برای جریان‌ها و ولتاژهای ورودی ۵۰ هرتز به زمین فراهم می‌کند. این بوبین نباید سطح سیگنال حامل ورودی / خروجی را بر روی محدوده فرکانس حامل مورد استفاده بیش از ۵/۰ دسی‌بل تقلیل دهد و باید در مقابل اضافه ولتاژها مقاوم باشد.
- جهت محدود نمودن جریان کابل کوکسیال اتصال دهنده واحد تطبیق امپدانس و تجهیزات PLC، می‌بایستی از فیوز استفاده شود. این فیوز باید ظرفیت قطع کافی داشته باشد، بطوریکه احتمال جرقه زدن بین ترمینال‌های آن، پس از ذوب شدن سیم فیوز وجود نداشته باشد.

- یک برقگیر فشار ضعیف
- ترمینال زمین واحد تطبیق که برای اتصال مستقیم به زمین محلی پست مورد استفاده قرار می گیرد.
- ترمینال اولیه واحد کوپلینگ که برای اتصال به ترمینال فشار ضعیف خازن کوپلینگ تدارک دیده شده است.
- ترمینال ثانویه وسیله کوپلینگ که برای اتصال به کابل کواکسیال در نظر گرفته شده است.
- گرم کن ضد تقطیر

۳- کابل کواکسیال

امپدانس مشخصه کابل باید با امپدانس نامی سمت تجهیزات در وسیله کوپلینگ و همچنین با امپدانس ترمینال PLC هماهنگ باشد. تلفات این کابل بایستی از یک حد مشخص شده بیشتر نباشد.

۴- واحد اتصال کابل کواکسیال

واحد اتصال کابل کواکسیال برای متصل نمودن کابل کواکسیال خارجی به کابل کواکسیال داخلی باید تدارک دیده شود. کابل کواکسیال داخلی به تجهیزات انتهایی PLC متصل می گردد.

واحد اتصال کابل کواکسیال باید موارد زیر را تهیه نماید:

- حفاظت مناسب هادی داخلی
- حفاظت در مقابل خطر الکتریکی ناشی از ترمینالهای بدون حفاظ و همچنین دارا بودن زره برای حفاظت از صدمات مکانیکی
- ناچیز بودن عدم تطبیق با کابل کواکسیال خارجی
- اتصال زمین برای کابل کواکسیال خارجی
- تسهیلات جهت بستن باری معادل با امپدانس خط جهت آزمون

۵- نیازهای کلی تجهیزات کوپلینگ

تجهیزات کوپلینگ باید بطور مؤثر سیگنال را با کمترین تلفات، از خط دریافت و ارسال نمایند. فرکانسهایی که در خط مورد استفاده قرار می گیرد، مشخص شده است. سازنده واحد تطبیق امپدانس مسئول رسیدگی به تضعیف کلی سیگنال بین ترمینالهای ورودی / خروجی واحد تطبیق امپدانس در پایانه خط انتقال و برروی گستره فرکانسی تجهیزات کوپلینگ می باشد. منحنیهای پاسخ فرکانسی پایانه تا پایانه باید ارائه گردد.



وسیله کوپلینگ باید به شکلی طراحی و ساخته شود که وقوع خطا روی خط انتقال باعث وقفه دائمی در انجام وظیفه وسیله کوپلینگ نشود.

وسیله کوپلینگ باید به طریقی طراحی شود که امپدانس بین ترمینال اولیه و ترمینال زمین در فرکانس شبکه قدرت تا حد ممکن کوچک باشد و تحت هیچ شرایطی از ۲۰ اهم بیشتر نشود. این امپدانس پایین باید توسط بوبین زمین و یا ترانسفورماتور تطبیق‌دهنده ایجاد شود.

تلفات مرکب، با در نظر گرفتن سازگاری با پهنای باند و برآوردن ملاحظات امنیت در طراحی، باید حداقل مقدار ممکن را داشته و حداکثر تلفات بر روی کل پهنای باند وسیله کوپلینگ نباید بیش از مقدار مشخص شده باشد. حداقل تلفات برگشتی سمت خط و سمت تجهیزات، بر روی کل پهنای باند وسیله کوپلینگ نباید کمتر از مقدار مشخص شده باشد. در موارد خاص، ممکن است مقادیر دیگری برای تلفات برگشتی، با توافق بین سازنده و خریدار قابل قبول باشد.

امپدانس نامی سمت خط برای کوپلینگ فاز به زمین و کوپلینگ فاز به فاز، بایستی در محدوده مشخص شده قرار گیرد. نویز ناشی از مدولاسیون میانی^۱ که در وسیله کوپلینگ بوجود می‌آید، باید حداقل ۸۰ دسی‌بل کمتر از سطح مربوط به توان پوش پیک^۲ باشد.

۶- پلاک مشخصات

پلاک مشخصات واحد تطبیق امپدانس (وسیله کوپلینگ) بایستی از مواد مقاوم در برابر شرایط محیطی ساخته شده باشد و براحتی قابل رویت باشد و اطلاعات بر روی آن حک شده باشند. پلاک مشخصات باید شامل موارد زیر باشد :

- نام سازنده
- نوع
- شماره سریال
- توان پوش پیک نامی
- ظرفیت خازن کوپلینگ که الزامات مربوط به فرکانس حامل وسیله کوپلینگ به آن ارجاع می‌شود.
- امپدانس‌های نامی طرف خط و تجهیزات (Z_2, Z_1)
- محدوده فرکانس حامل یا پهنای باند در دسترس

۷- آزمون‌ها

۷-۱- آزمون‌های نوعی شامل

- اندازه‌گیری تلفات مرکب
- اندازه‌گیری تلفات برگشتی



omoorepeyman.ir

1. Intermediation products
2. Peak-envelope power

- آزمون اعوجاج و مدولاسیون میانی
- آزمون ولتاژ ضربه‌ای
- آزمونهای برگیرها
- آزمونهای ولتاژهای فرکانس قدرت
- آزمونهای برروی بوبین اتصال زمین یا سیم‌بندی ترانسفورماتور تطبیق دهنده

۷-۲ آزمونهای نمونه‌ای^۱

بنا به توافق بین سازنده و خریدار بعضی یا همگی آزمونهای نوعی می‌تواند به عنوان آزمونهای نمونه‌ای تکرار شوند.

۷-۳ آزمونهای جاری

آزمونهای جاری شامل:

- اندازه‌گیری تلفات مرکب
- اندازه‌گیری تلفات برگشتی
- آزمونهای ولتاژ فرکانس قدرت

۸- اسناد و مدارک

۸-۱- مدارکی که باید پیشنهاددهندگان ارائه نمایند :

- جدول تکمیل شده تجهیزات کولینگ (II)
- کاتالوگ و کتابچه مشخصات فنی
- شرح خلاصه‌ای از استثنائات بر مشخصات فنی مناقصه
- نقشه‌های ابعادی
- لیست لوازم یدکی و وسایل مخصوص

۸-۲- مدارکی که باید پیمانکار یا سازنده ارائه نماید:

مدارک و نقشه‌های الکتریکی مربوط به طراحی، ساخت، آزمونهای کارخانه‌ای، علامت‌گذاری، بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری، نصب، آزمونهای بهره‌برداری و نقشه‌ها و مدارک بهره‌برداری و تعمیراتی که به شرح زیر می‌باشند، ولی به آنها محدود نمی‌شوند، باید ارسال گردند:

- محاسبات لازم برای اثبات کفایت تجهیزات از هر حیث
- نقشه‌های ابعادی، جزئیات مداری، ترمینالها و مقاطع



- نقشه‌های مونتاژ
- جزئیات بسته‌بندی
- گزارش آزمون‌ها و گواهی موفقیت آزمون‌ها
- نقشه‌های پلاک مشخصات
- دستورالعمل حمل، انبارداری، مونتاژ، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری
- لیست تجهیزات
- لیست نقشه‌ها
- برگه آزمون مورد نیاز در محل پست



جدول تجهیزات کوبلینگ شماره (I)

مقادیر نامی و مشخصات تجهیزات کوبلینگ

مشخصات فنی جهت سطوح ولتاژی سیستمهای با ولتاژ نامی				توضیحات	ردیف
۴۰۰ KV	۲۳۰ KV	۱۳۲ KV	۶۳/۶۶ kV		
۴۰۰	۲۳۰	۱۳۲	۶۳/۶۶	کیلوولت	۱
۴۲۰	۲۴۵	۱۴۵	۷۲/۵	کیلوولت	۱-۱
۵۰				هرتر	۲-۱
				فرکانس نامی سیستم	۳-۱
۳				تعداد فازها	۴-۱
				شرایط عملکرد	۲
۴۰/۴۵/۵۰/۵۵				حداکثر درجه حرارت محیط	۱-۲
				حداقل درجه حرارت محیط	۲-۲
-۴۰/-۳۵/-۳۰/-۲۵				مقدار متوسط دمای روزانه	۳-۲
				ارتفاع از سطح دریا	۴-۲
*				سطح آلودگی	۵-۲
				میزان تشعشع خورشید	۶-۲
۱۰۰۰/۱۵۰۰/۲۰۰۰/۲۵۰۰				حداکثر سرعت باد	۷-۲
				سرعت باد در شرایط یخ	۸-۲
کم / متوسط / زیاد / خیلی زیاد/ویژه				ضخامت پوشش یخ	۹-۲
				شتاب زلزله	۱۰-۲
*				متر بر مجذور ثانیه	۱۱-۲
				درصد	
۳۰/۴۰/۴۵					
۲۰					
۵/۱۰/۲۰/۲۵					
۰/۳ / ۰/۳ / ۰/۲۵ / ۰/۲					
بیش از ۹۰/۹۵/۹۵					



جدول تجهیزات کوپلینگ شماره (I)
مقادیر نامی و مشخصات تجهیزات کوپلینگ

مشخصات فنی جهت سطوح ولتاژی سیستمهای با ولتاژ نامی				توضیحات	ردیف
۴۰۰ kV	۲۳۰ kV	۱۳۲ kV	۶۳/۶۶ kV		
فاز به فاز / فاز به زمین ۲ ۱۲ قابل برنامه‌ریزی از ۳۰ تا ۵۰۰ ۲۰۰-۴۰۰ ۱۵۰ ۵۰/۷۵/۲۵ ۴ ۵ RG 11 ۰/۱۵ در ۱۰۰ متر و در ۱۰۰ کیلوهرتز ۴۰۰ *				مشخصات تجهیزات کوپلینگ	۳
				نوع کوپلینگ	۱-۳
				حداکثر تلفات مرکب	۲-۳
				حداقل تلفات برگشتی	۳-۳
				پهنای باند فرکانس حامل	۴-۳
				امپدانس طرف خط	۵-۳
				امپدانس ورودی (طرف تجهیزات) :	۶-۳
				متعادل	۱-۶-۳
				نامتعادل	۲-۶-۳
				ولتاژ ضربه بین ترمینالهای خروجی بر روی خازن کوپلینگ و زمین	۷-۳
				جریان تخلیه برقگیر	۸-۳
				کابل کواکسیال:	۴
				نوع	۱-۴
				حداکثر تلفات	۲-۴
				حداکثر توان تلفاتی	۳-۴
				حداقل مقدار خازن کوپلینگ	۵
				دسی‌بل	
				وات	
				پیکوفاراد	

* این مقدار توسط مهندس طراحی تعیین میگردد.



جدول تجهیزات کوبلینگ شماره (II)

خصوصیات فنی داده‌های تضمین شده تجهیزات کوبلینگ که باید توسط پیشنهاددهنده به همراه مناقصه ارائه گردد

ردیف	توضیحات	مشخصات فنی جهت سطوح ولتاژی سیستمهای با ولتاژ نامی			
		۶۳/۶۶ kV	۱۳۲ kV	۲۳۰ kV	۴۰۰ kV
۱	نوع مشخصه				
۲	سازنده				
۳	نوع کوبلینگ				
۴	جریان / زمان تحمل سوئیچ زمین	کیلوآمپر / ثانیه			
۵	ظرفیت قطع فیوز	کیلوآمپر			
۶	سطح حفاظتی برقگیر اولیه	کیلوولت پیک			
۷	سطح حفاظتی برقگیر ثانویه	کیلوولت پیک			
۸	تلفات کابل کواکسیال	دسی‌بل / متر			
۹	امپدانس وسیله کوبلینگ	اهم			
۱۰	پهنای باند	کیلوهرتز			
۱۱	امپدانس ورودی :				
۱-۱۱	متعادل	اهم			
۲-۱۱	نامتعادل	اهم			
۱۲	تلفات برگشتی	دسی‌بل			
۱۳	تلفات مرکب	دسی‌بل			
۱۴	سطح اعوجاج سیگنال حامل قابل قبول	دسی‌بل			
۱۵	دیاگرام سیم‌بندی و نقشه تجهیزات کامل که تمام متعلقات را نشان می‌دهد تأمین شده‌است؟	بله / خیر			
۱۶	دیاگرام لازم برای تغییرات نوع کوبلینگ تأمین شده‌است؟	بله / خیر			

بخش دوم

Τυά ü ÝË ΩΛ



مقدمه

در این فصل اجزاء مختلف یک سیستم PLC معرفی شده و تعاریف مربوط به آن آورده خواهد شد.

۱-۱- کلیات

با توسعه شبکه‌های انتقال انرژی الکتریکی بخصوص شبکه‌های بهم پیوسته، نیاز به ایجاد ارتباط، ارسال و دریافت اطلاعات بین مراکز تولید، پستهای انتقال، مراکز مصرف و مراکز کنترل غیر قابل اجتناب می‌گردد. جهت ارسال و دریافت سیگنالهای مختلف نظیر مکالمات تلفنی، کنترل، اندازه‌گیری و حفاظت از راه دور و پیامهای تلکس در شبکه‌های انتقال انرژی از سیستم PLC^۱ استفاده می‌شود. در این سیستم هر خط کاریر انتقال نیرو (PLC) باید یک کانال مخابراتی دوطرفه بین دو انتهای فشارقوی را تأمین کند. این کانالها ارسال اطلاعات آنالوگ (به صورت مکالمه) و اطلاعات دیجیتال همراه با آنالوگ (سیگنالها شامل اندازه‌گیری از راه دور، کنترل از راه دور، داده‌ها و غیره) را به عهده خواهند داشت. روی سیستمهای PLC می‌توان ترکیبی از مکالمه و علائم کنترل راه دور را بر پهنای باند مناسب سوار نمود. کانال به یک باند با پهنای مناسب برای مکالمه و باقی پهنای باند برای منظوره‌های دیگر تقسیم می‌شود. عمده‌ترین مزایای سیستم PLC نسبت به سایر روشهای مخابراتی را می‌توان به شرح زیر برشمرد :

- کیفیت مناسب در ارسال و دریافت اطلاعات
 - استفاده از امکانات شبکه برق جهت ارتباطات (آماده بودن محیط انتقالی)
 - برد عملیات نسبتاً وسیع (در مورد خطوط هوایی تا حدود دویست کیلومتر بدون نیاز به تکرارکننده^۲)
 - استفاده اختصاصی توسط شرکت‌های برق (عدم ارتباط با تلفن عمومی شهری)
 - قابلیت دسترسی زیاد (با توجه به عدم نیاز به نگهداری زیاد و سرعت تعمیر خطوط انتقال نیرو)
 - سیستم PLC در انتهای خطوط انتقال انرژی و نقطه ورود فیدرها به پست قرار می‌گیرد و شامل تجهیزات زیر است :
 - موج‌گیر^۳
 - خازن کوپلاژ^۴ که می‌تواند خازن یک ترانسفورماتور ولتاژ خازنی باشد.
 - وسیله کوپلاژ^۵ یا واحد تطبیق امپدانس^۶ (LMU)
 - کابل ارتباطی کواکسیال^۷
 - فرستنده / گیرنده PLC^۸
- امروزه استفاده از فیبر نوری OPGW نیز کاربرد وسیعی پیدا نموده و در برخی موارد جایگزین سیستم‌های PLC شده است.

1. Power line carrier
2. Repeater
3. Line trap
4. Coupling capacitor
5. Coupling device
6. Line matching unit (LMU)
7. Coaxial cable
8. PLC transmitter / receiver



۱-۲- تعاریف

۱-۲-۱- امپدانس نامی طرف خط^۱ (Z_1)

امپدانس نامی که واحد تطبیق امپدانس و کوپلاژ بایستی برای تطابق دو طرف خط طراحی شود.

۱-۲-۲- امپدانس نامی طرف تجهیزات^۲ (Z_2)

امپدانس نامی که واحد تطبیق امپدانس بایستی با آن در طرف تجهیزات تطابق یابد.

۱-۲-۳- تلفات مرکب

تلفات مرکب برابر است با نسبت توان ظاهری ای که یک منبع مشخص می‌تواند به یک بار تحویل دهد به توان ظاهری تحویلی منبع به بار هنگامی که وسیله کوپلینگ در بین بار و منبع قرار گرفته باشد.

این تلفات بوسیله یک مدل چهار قطبی توجیه و اندازه‌گیری می‌شود که شامل واحد تطبیق امپدانس، خازن یا خازنهای کوپلاژ ویژه خود (که بدون تلفات و دارای مقدار معین خازنی هستند) شامل می‌گردد. برای تعیین تلفات مرکب بایستی امپدانس نامی در طرف خط و امپدانس نامی در طرف تجهیزات توأم به واحد تطبیق امپدانس متصل باشند.

۱-۲-۴- تلفات برگشتی

تلفات برگشتی A_e نشان‌دهنده عدم تطابق بین امپدانس نامی تجهیز و مقدار مؤثر مشاهده شده در یک فرکانس خاص است که به شکل زیر تعریف می‌گردد:

$$A_e = 20 \log \left| \frac{Z + R}{Z - R} \right| \quad (\text{dB}) \quad (1-1)$$

که در آن Z امپدانس مؤثر تجهیز و R مقدار نامی امپدانس تجهیز است.

این تلفات بوسیله یک مدل چهار قطبی توجیه و اندازه‌گیری می‌گردد که شامل واحد تطبیق امپدانس همراه با خازن یا خازنهای کوپلاژ ویژه خود (که بدون تلفات و دارای مقدار معینی ظرفیت خازنی هستند) می‌باشد. برای تعیین تلفات برگشتی باید امپدانس نامی در طرف خط و امپدانس نامی در طرف تجهیزات بصورت جداگانه به واحد تطبیق امپدانس متصل شوند.

۱-۲-۵- پهنای باند قابل دستیابی^۳

پهنای باند فرکانسی که در آن تلفات مرکب از حد معینی تجاوز نکند و تلفات برگشتی نیز از حد مشخصی کمتر نباشد.



1. Nominal line-side impedance
2. Nominal equipment-side impedance
3. Available bandwidth

۱-۲-۶- محدوده کار فرکانس حامل^۱

محدوده فرکانسهای حامل، پهنای باندی است که واحد تطبیق امپدانس می‌تواند پهنای باند قابل دستیابی خود را در آن محدوده تنظیم نماید.

۱-۲-۷- توان پوش پیک^۲

توان پوش پیک، مقدار قدرت متوسط موجود در یک سیکل از فرکانس حامل در بالاترین قله پوش مدولاسیون است. این پارامتر که وسیله کوپلینگ بر مبنای آن طراحی می‌شود می‌بایستی با شرایط مدولاسیون میانی نیز هماهنگی داشته باشد.

۱-۳- اجزاء یک سیستم PLC

۱-۳-۱- موج‌گیر

موج‌گیرها به صورت سری با خط انتقال قرار گرفته و در فرکانس قدرت، امپدانس ناچیز و در فرکانسهای بالای مخابراتی امپدانس بزرگی از خود نشان می‌دهند. یک موج‌گیر اساساً یک فیلتر میان‌گذر است که برای جلوگیری از عبور ناخواسته امواج حامل اطلاعات در شبکه قدرت نصب می‌گردد.

۱-۳-۲- خازن کوپلاژ

اتصال مستقیم وسیله کوپلینگ و سیستم مخابراتی PLC به خطوط فشار قوی عملی نیست. بنابراین از یک خازن فشار قوی که خازن کوپلاژ خوانده می‌شود برای این منظور استفاده می‌گردد. خازن کوپلاژ همراه با واحد تطبیق امپدانس، باند فرکانس قابل کاربرد سیستم مخابراتی PLC را تعیین می‌نمایند. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۶۶۳ محدوده فرکانس مورد استفاده در سیستمهای PLC معمولاً بین ۳۰ و ۵۰۰ کیلوهرتز قرار داشته و گاهی به ۱ MHz نیز می‌رسد. علت استفاده از فرکانسهای پایین، طولانی بودن طول خطوط است که موجب افزایش نویز شده و روی ارسال اطلاعات تاثیر نامطلوب دارد. لذا با توجه به اینکه در فرکانسهای پایین $\frac{S}{N}$ (نسبت سیگنال به نویز) بهتری داریم از فرکانسهای پایین باند استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که محدودیت در استفاده از فرکانسهای پایین باند، بالا رفتن هزینه تجهیزات کوپلاژ و حجیم شدن آنهاست زیرا براساس سفارشات خاص ساخته می‌شوند. ظرفیت خازن کوپلاژ حداقل فرکانس قابل استفاده را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر با افزایش ظرفیت خازن کوپلاژ می‌توان تبادل اطلاعات را در فرکانسهای پائین‌تری انجام داد. در ولتاژهای انتقال ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت که به تعداد کانالهای بیشتر و پهنای باند بزرگتری نیاز است، باید مقدار ظرفیت بزرگتری را نسبت به ولتاژهای فوق توزیع ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت در نظر گرفت. مقدار ظرفیت خازن کوپلاژ بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ پیکوفاراد متغیر است.



1. Carrier – frequency working range
2. Nominal peak-envelope power

از آنجا که معمولاً در پستهای فشار قوی از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی جهت اندازه‌گیری ولتاژ استفاده می‌شود، می‌توان از خازن همین ترانسها نیز جهت کوپلاژ استفاده کرد. در هنگام استفاده از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی به جای خازن کوپلاژ لازم است به دو نکته زیر توجه شود :

- ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی دارای دو ترمینال خروجی ولتاژ متوسط^۱ و ولتاژ پائین^۲ هستند. جهت اتصال به واحد تطبیق امپدانس بایستی از ترمینال ولتاژ پائین استفاده شود.
- ظرفیت خازنی دیده شده توسط واحد تطبیق امپدانس، اتصال سری دو خازن C_1 و C_2 است که مقدار آن $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ خواهد بود.
- (C_1 ظرفیت خازنی بین ترمینال ولتاژ متوسط و فشار قوی و C_2 ظرفیت خازنی بین ترمینال ولتاژ متوسط و ولتاژ پائین است).

۱-۳-۳- وسیله کوپلینگ یا واحد تطبیق امپدانس

- به مجموعه‌ای از تجهیزات که از طریق خازن کوپلاژ جهت دریافت یا ارسال سیگنال‌های فرکانس حامل بین یک یا چند هادی خط انتقال اتصال می‌یابد وسیله کوپلینگ یا واحد تطبیق امپدانس گفته می‌شود. واحد تطبیق امپدانس وظایف زیر را برعهده دارد:
- تنظیم به منظور جبران‌سازی مؤلفه راکتیو امپدانس خازن کوپلاژ و بالابردن بهره انتقال سیگنال‌های فرکانس حامل. این کار بواسطه وسیله تنظیم‌کننده انجام می‌شود.
- تطبیق امپدانس بین خط انتقال و اتصال PLC. این عملکرد بواسطه ترانسفورماتور یا اتوترانسفورماتور انجام می‌گردد.
- ایزولاسیون گالوانیکی بین ترمینال‌های اولیه و ثانویه و وسیله کوپلینگ. این ایزولاسیون می‌تواند بواسطه ترانسفورماتوری که در بند قبل به آن اشاره گردید (در صورت وجود) تامین شود.
- نشست جریان فرکانس قدرت به زمین که از خازن کوپلاژ عبور کرده است. این عمل می‌تواند توسط کوئل نشستی^۳ یا سیم‌پیچ اولیه ترانسفورماتوری که به آن اشاره گردید انجام شود.
- محدود کردن موج‌های ولتاژی که از خط انتقال در پایانه‌های وسیله کوپلینگ ظاهر می‌گردد. این عمل می‌تواند توسط برقرگیری که در داخل تجهیز کوپلینگ جاگذاری شده است انجام گردد.
- زمین کردن مستقیم و مؤثر پایانه‌های وسیله کوپلینگ. این عمل می‌تواند توسط کلید زمین انجام شود.

۱-۳-۴- کابل ارتباطی

به منظور اتصال وسیله کوپلینگ (که معمولاً در فضای آزاد پست فشار قوی نصب می‌شود) به سیستم PLC که داخل اتاق مخابرات یا کنترل نصب می‌گردد، از کابل ارتباطی استفاده می‌شود که این کابل می‌تواند متعادل (دو سیم کنار هم) و یا نامتعادل (کابل هم محور یا کواکسیال^۴) باشد. امپدانس مشخصه^۵ این کابل توسط استاندارد IEC در حالت متعادل ۱۵۰ و برای حالت نامتعادل ۷۵، ۵۰ و ۱۲۵ اهم تعیین شده است. این کابل باید از نظر تضعیف سیگنال مخابراتی، توان تلفاتی و ... مشخصات حداقلی را برآورده

1. Intermediate voltage terminal
2. Low voltage terminal
3. Drain coil
4. Coaxial cable
5. Characteristic impedance



سازد. به عنوان مثال میزان تضعیف در حدود ۰/۱۵ دسی بل بر هر ۱۰۰ متر و در فرکانس ۱۰ کیلوهرتز مقدار مناسبی است. همچنین تلفات توان این کابلها می‌بایستی از ۴۰۰ وات کمتر باشد.

۱-۳-۵- فرستنده / گیرنده PLC

این وسیله وظیفه ارسال و دریافت سیگنالهای مخابراتی را بهعهده دارد. محدوده فرکانس مورد استفاده در سیستمهای PLC معمولاً بین ۳۰ تا ۵۰۰ کیلوهرتز قرار دارد. حد بالاتر از ۵۰۰ کیلوهرتز به علت وجود نویز زیاد در این محدوده فرکانسی در شبکه‌های قدرت و حد پایین‌تر از ۳۰ کیلوهرتز به دلایل اقتصادی انتخاب نمی‌شوند. سیگنالهای مختلف صحبت، اطلاعات و ... در یک باند فرکانس به پهنای ۲/۵ یا ۴ کیلوهرتز چیده شده و سپس به فرکانس مطلوب در محدوده ۳۰ الی ۵۰۰ کیلوهرتز مدوله^۱ می‌شوند. مدولاسیون عبارت است از آماده ساختن این سیگنال‌ها برای اعمال به محیط انتقال. در این عمل شکل سیگنال بصورت تغییر دامنه، تغییر فاز و یا تغییر فرکانس یک موج حامل که متناسب با سیگنالهای ورودی می‌باشد انجام می‌گیرد. در مرحله بعد این اطلاعات از طریق کابل ارتباطی، وسیله کوپلاژ، خازن کوپلاژ و خط انتقال قدرت به سمت دیگر خط ارسال می‌گردند. در مقصد عمل عکس انجام شده و پس از دمدولاسیون^۲ (استخراج سیگنال اصلی از سیگنال حامل)، هر بخش اطلاعاتی به واحد مربوطه هدایت می‌شود. جدول ۱-۱ مقادیر نمونه‌ای باند موثر انتقال را برای یک کانال ارتباطی منفرد نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱: مقادیر نمونه‌ای باند موثر انتقال برای یک کانال ارتباطی منفرد

باند فرکانس حامل نمونه	مورد استفاده	باندهای سیگنال و صحبت ارسالی موثر
۴ کیلو هرتز	صحبت	۳۰۰ هرتز تا ۳/۴ کیلوهرتز
	سیگنال	۳۰۰ هرتز تا ۳/۴ کیلوهرتز یا بیشتر
	صحبت و سیگنال	۳۰۰ هرتز تا ۲/۴ کیلوهرتز بعلاوه ۲/۶۴ کیلوهرتز تا ۳/۴ کیلوهرتز و بیشتر
۲/۵ کیلوهرتز	صحبت	۳۰۰ هرتز تا ۲/۴ کیلوهرتز
	سیگنال	۳۰۰ هرتز تا ۲/۴ کیلوهرتز
	صحبت و سیگنال	۳۰۰ هرتز تا ۲ کیلوهرتز بعلاوه ۲/۱۶۵ کیلوهرتز تا ۲/۴ کیلوهرتز

برای ارسال و دریافت همزمان به دو باند فرکانس ۲/۵ یا ۴ کیلوهرتزی نیازمندیم. این باندها ممکن است از نظر فرکانس در مجاورت هم قرار گرفته و یا با یک فاصله نسبت به هم مدوله شوند. بنابراین برای هر کانال ارتباطی مرکب از یک باند فرکانس برای ارسال اطلاعات و یک باند دیگر برای دریافت آنها حداقل به پهنای باندی در حدود ۸ کیلوهرتز نیاز داریم (با این فرض که باندهای ارسال و دریافت ۴ کیلوهرتزی بوده و در مجاورت هم باشند). برای استفاده بهتر از خط انتقال انرژی می‌توان از تعداد کانالهای بیشتری استفاده نمود. تعداد این کانالها بستگی به نیاز پست فشار قوی داشته و با توجه به اهمیت، بزرگی و موقعیت آن انتخاب

1. Modulated
2. Demodulation

می‌شود. تمام این کانالها می‌باید در محدوده فرکانس ۳۰ الی ۵۰۰ کیلوهرتز قرار داشته باشند. هر کانال می‌تواند دارای پهنای باند فرکانس ۴ کیلوهرتز بوده و با توجه به تعداد کانال محدوده فرکانسی مشخص می‌گردد.

۱-۴- انواع کوپلینگ

۱-۴-۱- کوپلینگ فاز به زمین^۱

این روش ساده‌ترین نوع کوپلاژ بوده و در آن وسیله کوپلاژ بین یک فاز و زمین نصب می‌شود و تنها یک موج‌گیر و یک خازن کوپلاژ برای هر نقطه کوپلینگ مورد نیاز است. به همین دلیل این روش نسبت به کوپلینگ فاز به فاز که در ادامه معرفی می‌گردد اقتصادی‌تر است، اما قابلیت اطمینان کانال مخابراتی در حالت اتصال به زمین فاز کوپل شده نسبت به کوپلینگ فاز به فاز کمتر خواهد بود. همچنین تضعیف سیگنال مخابراتی در این حالت بیشتر است.

به دلیل مزیت‌های اقتصادی، این روش کوپلینگ در مواردی استفاده می‌شود که قابلیت اطمینان مخابراتی از اهمیت بالایی برخوردار نباشد. کاربرد این نوع کوپلینگ در شبکه‌های کم ترافیک با خطوط کوتاه می‌باشد.

۱-۴-۲- کوپلینگ فاز به فاز^۲

کوپلینگ فاز به فاز بین هادی‌های دو فاز از یک مدار سیستم قرار می‌گیرد. در این روش در هر نقطه کوپلینگ دو موج‌گیر و دو خازن کوپلاژ مورد نیاز است و هزینه‌ها تقریباً دو برابر کوپلینگ فاز به زمین خواهد بود. با این حال در این روش تضعیف سیگنال مخابراتی کمتر، قابلیت اطمینان بالاتر و تداخل کمتر خواهد بود. از آن جا که تقریباً ۸۰٪ خطاهای خط، خطای تکفاز هستند این روش کوپلینگ از امنیت^۳ بالاتری برخوردار خواهد بود. کوپلینگ فاز به فاز عموماً برای خطوط طولانی، ولتاژ بالا و شبکه‌های متراکم بکار برده می‌شود.

۱-۴-۳- کوپلینگ بین مداری^۴

هنگام وجود خطوط دو مداره می‌توان کوپلینگ فاز به فاز را بین دو فاز از دو مدار مختلف انجام داد. در این روش در صورتی که یکی از مدارها به طور کامل از سرویس خارج شود هم چنان ارتباط مخابراتی برقرار می‌ماند.

۱-۴-۴- کوپلینگ سیم محافظ عایق شده^۵

عایق کردن سیم‌های محافظ از برج‌های خط انتقال بازدهی و عملکرد مناسب آنها را در برابر حفاظت صاعقه کاهش نمی‌دهد و به همین دلیل می‌توان از خطوط محافظ عایق شده جهت انتقال سیگنال مخابراتی استفاده کرد. در این روش در صورتی که مسیر سیم محافظ طولانی باشد هزینه عایق‌ها مقدار صرفه‌جویی در ادوات کوپلینگ را جبران کرده و مزیت اقتصادی این روش از بین می‌رود.

1. Phase – to – earth coupling
2. Phase – to – phase coupling
3. Security
4. Inter – circuit coupling
5. Insulated earth wire coupling



علاوه بر این اثر سیم زمین در نقشی که در زمان وقوع خطا داشته است با عایق کردن آن تا حدی کاهش می‌یابد. البته در صورت استفاده از هادیهای ترکیبی (مانند آلوم ولد) میزان تضعیف در حد قابل قبول خواهد بود. همچنین در این روش تضعیف سیگنال مخابراتی به طور کلی به دلیل جنس سیم محافظ و رشته‌ای بودن آن بیشتر از سایر روشها است.

۱-۴-۵- کوپلینگ سه فاز

این نوع کوپلینگ برای خطوط طولانی و دارای Transpose استفاده می‌شود. در این نوع کوپلینگ به دلیل وجود موجگیر روی هر سه فاز خاصیت راکتور محدودکننده جریان در موجگیرها مستمر است (البته لازم است اندوکتانس موجگیرها به دقت محاسبه شود).

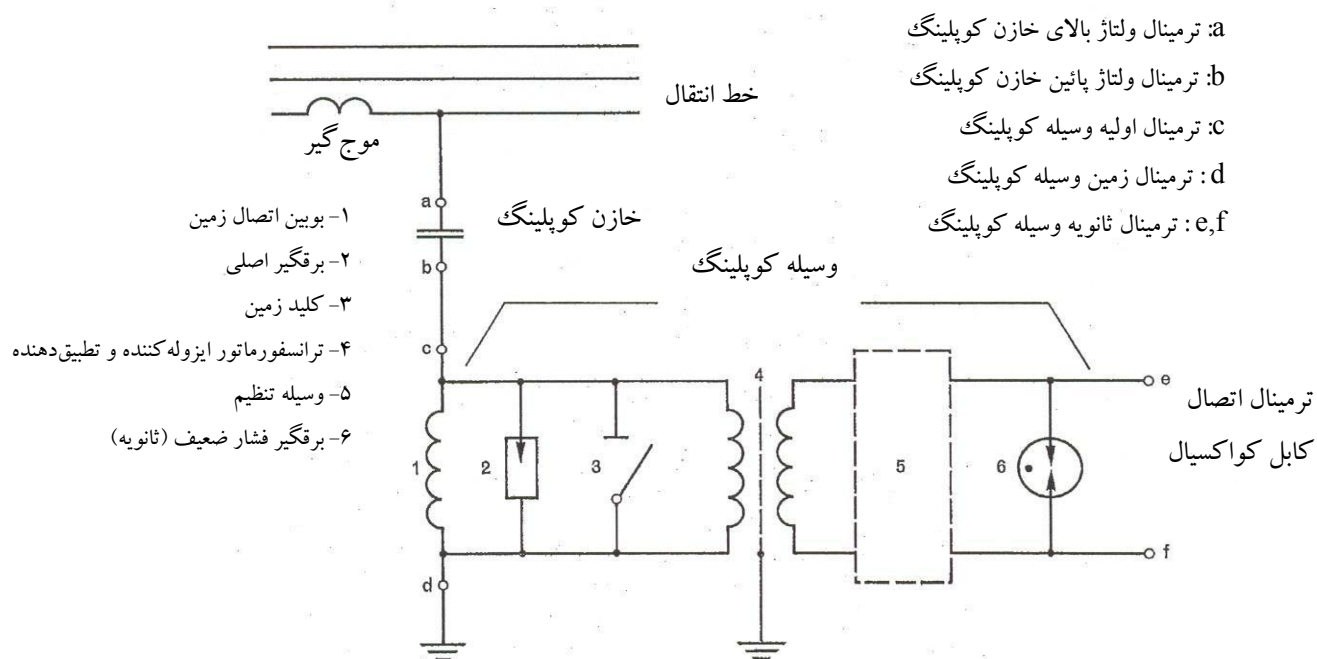
۱-۵-۱- اجزاء و ساختمان واحد تطبیق امپدانس

شکل (۱-۱) اجزاء یک واحد تطبیق امپدانس و نحوه اتصال آن را نشان می‌دهد. هر واحد تطبیق امپدانس از اجزاء زیر تشکیل شده است :

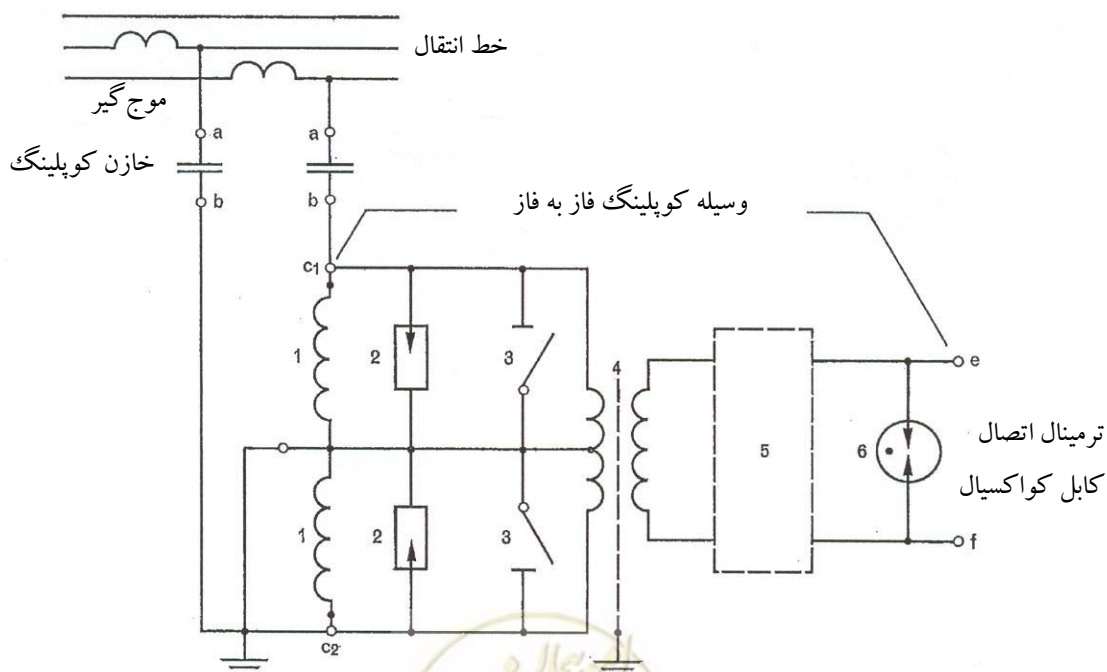
- بوبین اتصال زمین^۱ که به ترمینال خروجی خازن کوپلاژ متصل شده و مسیر امپدانس پائینی را برای عبور مؤلفه فرکانس قدرت ولتاژ و جریان فراهم می‌کند.
- برقگیر^۲ فشار قوی در طرف ترمینال ورودی وسیله کوپلاژ جهت حفاظت در مقابل اضافه ولتاژها
- کلید زمین^۳ جهت امکان زمین کردن ترمینال اولیه خازن کوپلاژ
- ترانسفورماتوری^۴ که به همراه خازن کوپلاژ جهت تطبیق با امپدانس خروجی خط بکار می‌رود. این ترانسفورماتور معمولاً وظیفه جداسازی الکتریکی را نیز به عهده دارد.
- وسیله تنظیم^۵ که وظیفه جبران بخش راکتیو امپدانس خازن کوپلینگ را دارد.
- برقگیر فشار ضعیف^۶

-
1. Drain coil
 2. Main arrester
 3. Earthing switch
 4. Matching and isolation transformer
 5. Tuning device
 6. Secondary arrester

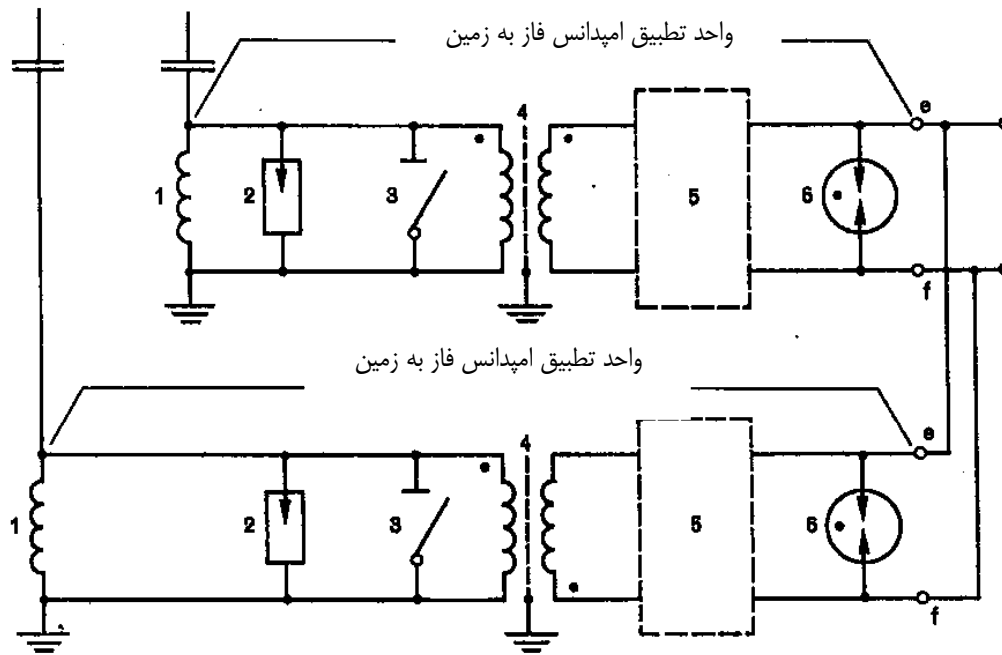




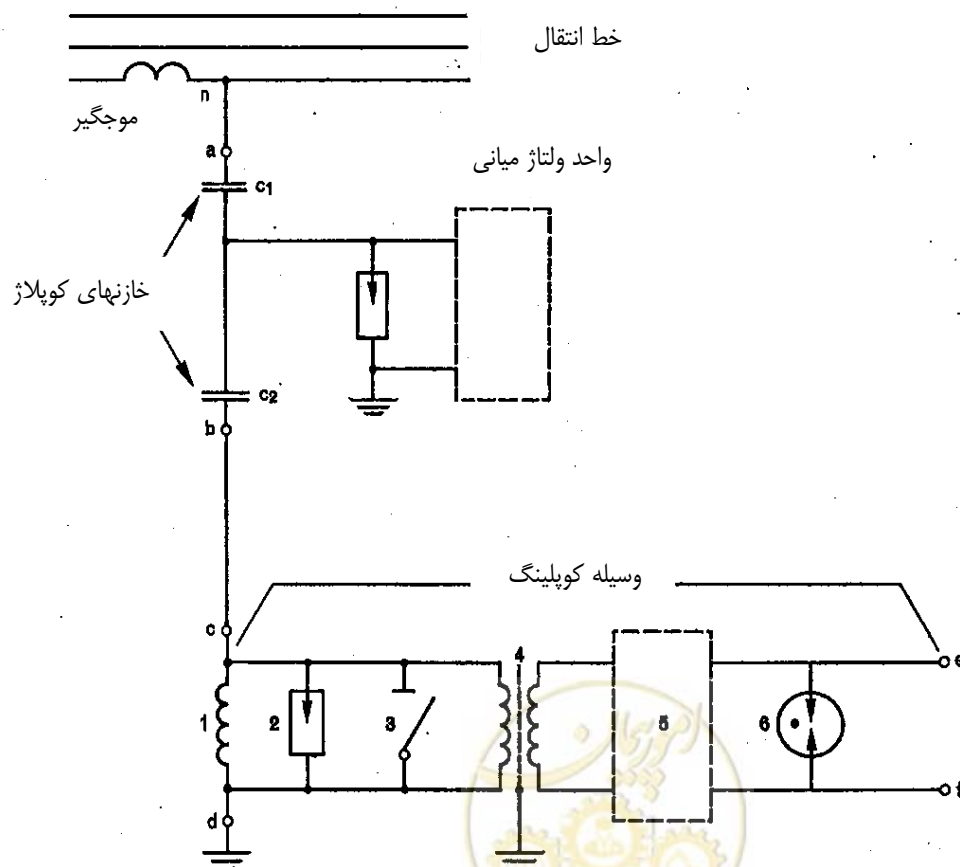
شکل ۱-۱- الف: کوپلینگ فاز به زمین



شکل ۱-۱- ب: کوپلینگ فاز به فاز با استفاده از یک وسیله کوپلینگ فاز- فاز



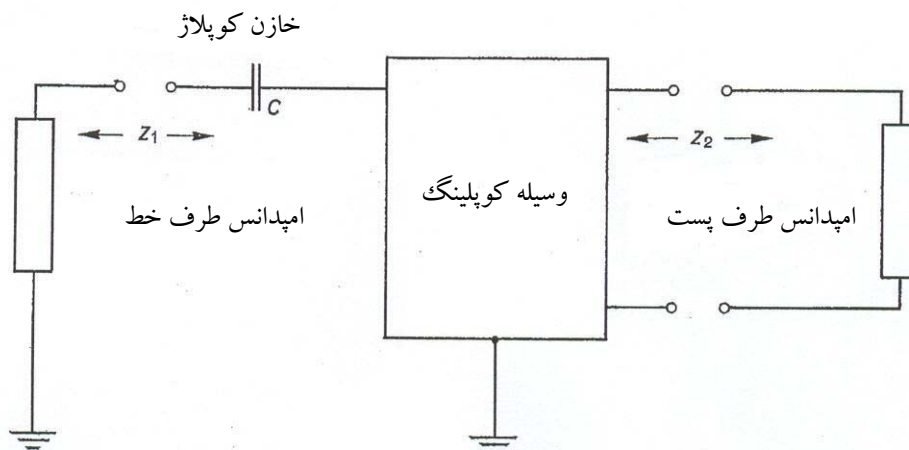
شکل ۱-۱-ج: کویلینگ فاز به فاز با استفاده از دو وسیله کویلینگ فاز به زمین



شکل ۱-۱-د: کویلینگ از طریق CVT

۶-۱- مشخصه‌های واحد تطبیق امپدانس

از نظر الکتریکی واحد تطبیق امپدانس بصورت یک جزء دو قطبی در نظر گرفته می‌شود که وظیفه تطبیق امپدانس بین قطبهای خود را دارد. شکل (۲-۱) مدل الکتریکی معادل دیده شده توسط قطبهای این وسیله را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱: مدل الکتریکی معادل دیده شده از قطبها در حالت کوپلینگ فاز به زمین

در این مدل Z_1 امپدانس طرف خط و Z_2 امپدانس طرف تجهیزات (امپدانس ورودی) است. امپدانس طرف خط (Z_1) برای کوپلینگ فاز به زمین بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ اهم و برای کوپلینگ فاز به فاز بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ اهم می‌باشد. امپدانس طرف تجهیزات (Z_2) برای حالت نامتعادل ۷۵ اهم و حالت متعادل ۱۵۰ اهم می‌باشد. در سایر موارد این امپدانس می‌تواند عددی بین ۵۰ تا ۱۵۰ اهم انتخاب شود.

۶-۱-۱- تلفات مرکب^۱

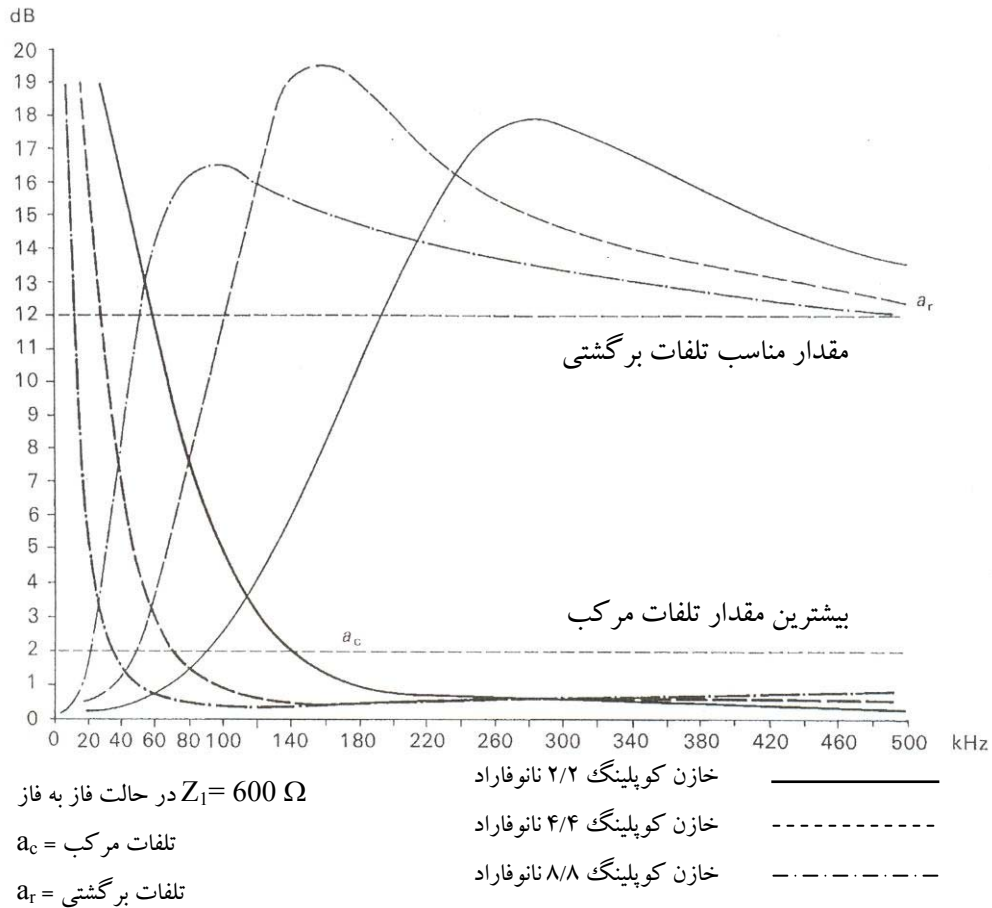
این تلفات یکی از مشخصه‌های مهم وسیله کوپلاژ است که بوسیله یک مدل چهار قطبی متشکل از وسیله کوپلاژ و خازن کوپلاژ مربوطه که دارای ظرفیت خازنی مشخص و بدون تلفات بوده و خروجی‌های آن به امپدانسهای طرف خط و طرف تجهیزات وسیله کوپلاژ ختم شود، تعیین می‌گردد. مقدار تلفات مرکب در پهنای باند مشخص شده باید کمتر از ۲ دسی‌بل باشد.

۶-۱-۲- تلفات برگشتی^۲

این تلفات نیز یکی دیگر از مشخصه‌های مهم وسیله کوپلاژ است که توسط یک مدل چهار قطبی نظیر آنچه در بند قبل گفته شد ولی با روش متفاوت از آن تعیین می‌شود. مقدار این تلفات در پهنای باند واحد تطبیق امپدانس بایستی از ۱۲ دسی‌بل بیشتر باشد.



پهنای باند عبارت است باند فرکانسی که در آن تلفات مرکب از مقدار مشخص شده تجاوز ننموده و تلفات برگشتی نیز از مقدار مشخص شده کمتر نباشد. شکل (۱-۳) ارتباط تلفات مرکب و برگشتی را با فرکانس برای مقادیر مختلف خازن کوپلاژ نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳: تغییرات تلفات مرکب و برگشتی برحسب فرکانس برای فیلتر بالاگذر

مقدار پهنای باند با توجه به مشخصه‌ها و نیازهای سیستم PLC و مخابرات هر پروژه خاص با توجه به موقعیت جغرافیایی پست و از طرف شبکه راهبردی کشور تعیین می‌گردد و هیچگونه رقم از پیش تعیین شده‌ای نمی‌تواند ارائه گردد.

3 هـ



مقدمه

در این فصل آزمونهای مربوط به واحد تطبیق امپدانس آورده شده است.

۱-۲- شرایط آزمون

کلیه آزمونهای جاری^۱، نمونه‌ای^۲ و نوعی^۳ بایستی تحت شرایط محیطی زیر انجام گیرد:

- دما بین ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد
- رطوبت نسبی بین ۴۵٪ تا ۷۵٪
- فشار هوا بین ۸۶۰ میلی‌بار تا ۱۰۶۰ میلی‌بار

۲-۲- آزمونهای نوعی

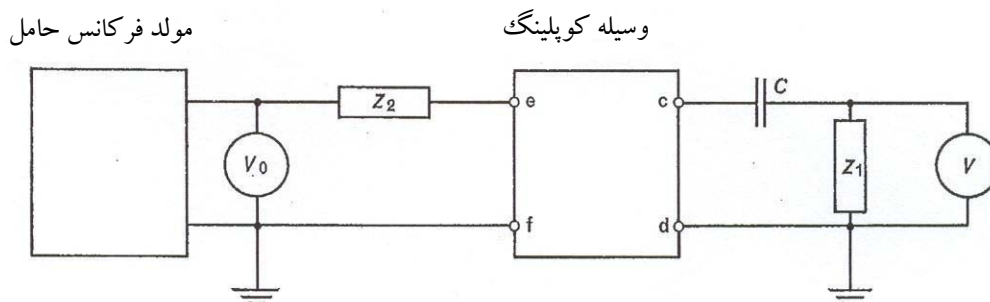
۱-۲-۲- آزمون اندازه‌گیری تلفات مرکب

اندازه‌گیری تلفات مرکب بایستی در چندین فرکانس در محدوده پهنای باند وسیله کوپلینگ انجام شود. کوپلینگ بایستی با یک یا دو خازن با تلفات ناچیز و ظرفیتی برابر با خازن کوپلاژ جایگزین شود. شکل (۱-۲) یکی از روشهای اندازه‌گیری تلفات مرکب A_c را نشان می‌دهد. تلفات مرکب را می‌توان به کمک رابطه زیر محاسبه کرد:

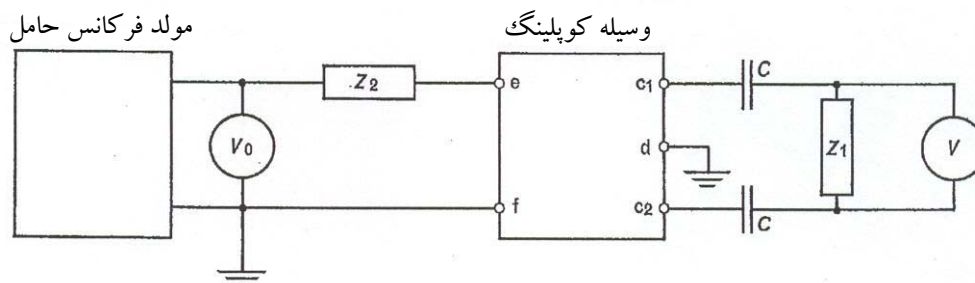
$$A_c = 20 \log_{10} \frac{V_o}{2V} \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}} \quad (\text{dB}) \quad (1-2)$$

که در آن Z_1, Z_2 امپدانسهای نامی طرف خط و تجهیزات هستند و V_o, V توسط ولت‌متر اندازه‌گیری می‌شوند.





شکل ۱-۲ الف : مدار اندازه‌گیری تلفات مرکب (کوپلینگ فاز- زمین)



شکل ۱-۲ ب : مدار اندازه‌گیری تلفات مرکب (کوپلینگ فاز- فاز)

شکل (۱-۲-الف) مربوط به اندازه‌گیری تلفات مرکب در حالت کوپلاژ فاز به زمین و شکل (۱-۲-ب) مربوط به کوپلاژ فاز به فاز است. در این شکلها C خازنی برابر با ظرفیت خازن کوپلاژ و V_0 , V ولتمترهایی با امپدانس بالا هستند.

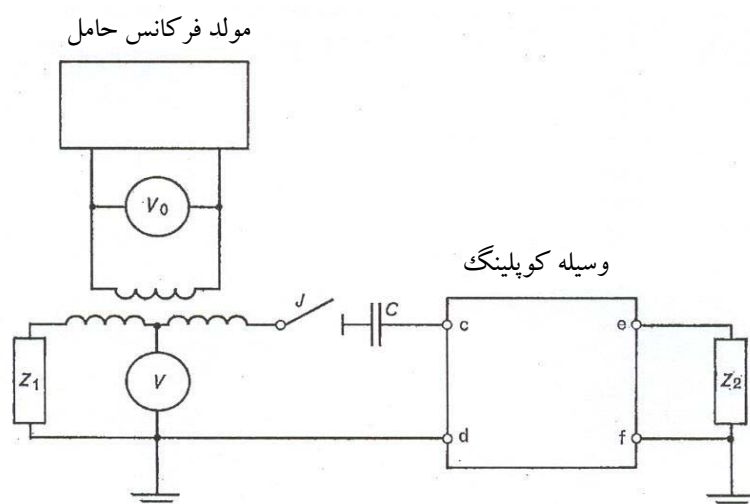
۲-۲-۲-آزمون اندازه‌گیری تلفات برگشتی

اندازه‌گیری تلفات برگشتی بایستی در چندین فرکانس در محدوده پهنای باند وسیله کوپلینگ انجام شود. کوپلینگ بایستی با یک یا دو خازن با تلفات ناچیز و ظرفیتی برابر با خازن کوپلاژ جایگزین شود. شکل (۲-۳) مدار اندازه‌گیری این تلفات را نشان می‌دهد که با رابطه زیر بیان می‌شود:

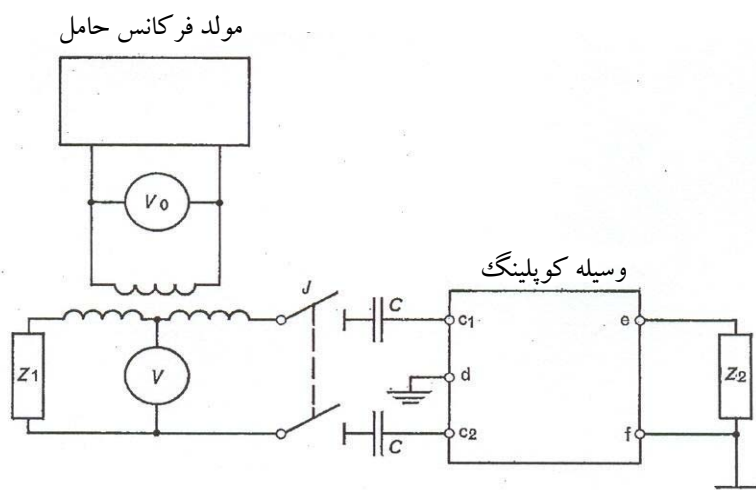
$$A = 20 \log_{10} \frac{V'}{V''} \quad (\text{dB}) \quad (2-2)$$

که در آن V' , V'' ولتاژهایی هستند که ولتمتر V بسته به حالت سوئیچ J اندازه‌گیری می‌کند و ولتاژ تولیدی V_0 در هر دو حالت ثابت نگه‌داشته می‌شود.





شکل ۲-۲ الف : مدار اندازه‌گیری تلفات برگشتی (کوپلینگ فاز - زمین)



شکل ۲-۲ ب : مدار اندازه‌گیری تلفات برگشتی (کوپلینگ فاز - فاز)

شکل ۲-۲ الف مربوط به اندازه‌گیری تلفات مرکب در حالت کوپلینگ فاز به زمین و شکل ۲-۲ ب مربوط به کوپلینگ فاز به فاز است. در این شکلها C خازنی با ظرفیت خازن کوپلاژ و V_0 ولتمترهای امپدانس بالا و J سوئیچ است.

۲-۲-۳- اعوجاج^۱ و مدولاسیون میانی^۲

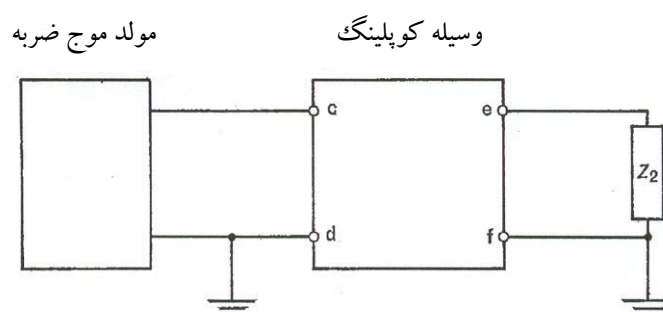
این آزمون می‌تواند با اعمال دو فرکانس در محدوده پهنای باند به ترمینال ثانویه وسیله کوپلاژ انجام شود. در عین حال امپدانس به اندازه امپدانس طرف خط از طریق خازن کوپلاژ بایستی به ترمینال اولیه متصل باشد. متناظر با دو فرکانس، دو سیگنال یکسان بدست می‌آید که توان آنها یک چهارم قدرت پوشش پیک است. تحت این شرایط می‌توان اندازه‌گیری اعوجاج و مدولاسیون میانی را بوسیله یک دستگاه اندازه‌گیری سلکتیو^۳ که پهنای باند آن بیشتر از ۳۰۰ هرتز نیست انجام داد. آزمون بایستی بصورتی انجام شود که

1. Distortion
2. Inter modulation
3. Selective

تا حد امکان شرایط کارکرد نرمال دستگاه در شبکه قدرت شبیه سازی شود. به عنوان مثال در حالت کار عادی، همواره جریانی با فرکانس قدرت در داخل وسیله کوپلینگ وجود دارد. به دلیل مشکلاتی که در هنگام آزمون می تواند بروز کند، روشهای دیگر آزمون بنا به توافق سازنده و خریدار، می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۲-۴- آزمون ولتاژ ضربه^۱

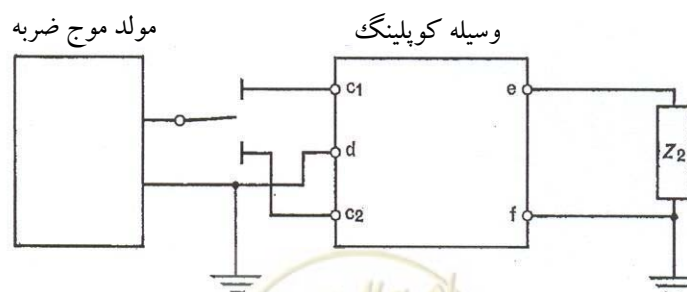
آزمون ولتاژ ضربه بر روی وسیله کوپلینگ که به صورت کوپلینگ فاز به زمین استفاده می شود و برگیرهای آن باز شده اند، بایستی مطابق شکل (۲-۳-الف) انجام گیرد.



شکل ۲-۳-الف: آزمون ولتاژ ضربه (کوپلینگ فاز به زمین)

روش مشابهی نیز برای کوپلینگ فاز به فاز استفاده می شود (شکل ۲-۳-ب). در این حالت آزمون بایستی بر روی دو ترمینال انجام شود و در هر آزمون ترمینال طرف دیگر بایستی باز باشد.

ده موج ضربه $1/2/50$ میکرو ثانیه ای به دنبال هم (پنج ضربه منفی و پنج ضربه مثبت) مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۰۶۰، بایستی به وسیله کوپلینگ اعمال شود. دامنه این امواج دو برابر ولتاژ جرعه^۲ برگیر اصلی است.



شکل ۲-۳-ب: آزمون ولتاژ ضربه (کوپلینگ فاز به فاز)

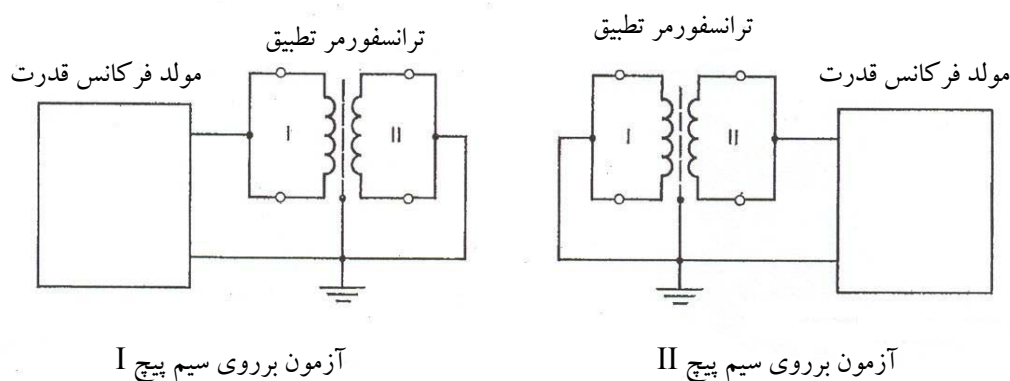
1. Impulse –voltage test
2. Impulse spark overvoltage

۲-۲-۵- آزمون برقگیرها

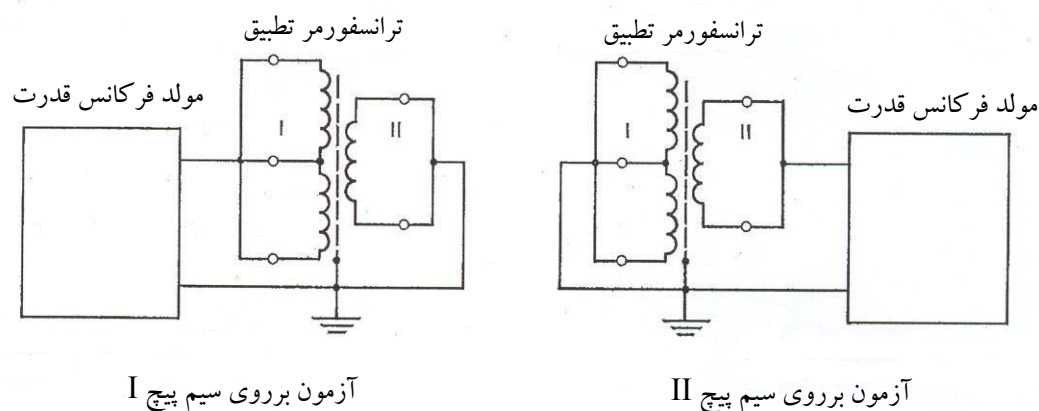
آزمونهای برقگیرهای مقاومت غیر خطی^۱ بایستی مطابق با استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۹۹ انجام شود. آزمون بر روی سایر انواع برقگیر بایستی مطابق با توافق بین سازنده و خریدار انجام شود.

۲-۲-۶- آزمونهای ولتاژ فرکانس قدرت

اگر جداسازی الکتریکی^۲ توسط ترانسفورمر تطبیق دهنده انجام شود، آزمونی که در شکل (۳-۴) نشان داده شده بایستی انجام شود.



شکل ۲-۴-الف: آزمون ولتاژ فرکانس قدرت (کوپلینگ فاز به زمین)



شکل ۲-۴-ب: آزمون ولتاژ فرکانس قدرت (کوپلینگ فاز به فاز)



در این آزمون ولتاژ فرکانس قدرتی به اندازه ۵ کیلوولت مؤثر به هر یک از سیم‌پیچهای ترانسفورماتور اعمال می‌شود در حالی که سیم‌پیچ دیگر زمین شده‌است. در شکل‌های (۲-۴-الف) و (۲-۴-ب) منظور از سیم‌پیچ اولیه (I) سیم‌پیچ طرف خط و سیم‌پیچ ثانویه (II) سیم‌پیچ طرف تجهیزات است.

۲-۷-آزمون بر روی بوبین اتصال زمین

این آزمون شامل موارد زیر است:

الف) اندازه‌گیری امپدانس در فرکانس قدرت

ب) ظرفیت تحمل جریان فرکانس قدرت: جریان ثابت یک آمپر (مؤثر) و جریان کوتاه‌مدت ۵۰ آمپر برای ۰/۲ ثانیه

اگر سیم‌پیچ اولیه ترانسفورماتور تطبیق دهنده وظیفه بوبین اتصال زمین را نیز انجام دهد، این آزمون‌ها بایستی بر روی آن انجام شود.

۲-۳-آزمونهای نمونه‌ای

باتوجه به توافق سازنده و خریدار برخی یا همه آزمونهای نوعی می‌تواند بعنوان آزمون نمونه‌ای تکرار شود.

۲-۴-آزمونهای جاری

۲-۴-۱-آزمون تلفات مرکب

مطابق بند (۲-۲-۱) انجام می‌شود.

۲-۴-۲-آزمون تلفات برگشتی

مطابق بند (۲-۲-۲) انجام می‌شود.

۲-۴-۳-آزمون ولتاژ قدرت

مطابق بند (۲-۲-۶) انجام می‌شود.



مراجع

- [۱] استاندارد ترانسهای اندازه‌گیری ولتاژ از ۶۳ تا ۴۰۰ کیلوولت، وزارت نیرو، شهریور ۱۳۷۰.
- [2] IEC 60186, "VOLTAGE TRANSFORMERS", 1987.
- [3] IEC 60358, "COUPLING CAPACITORS AND CAPACITOR DEVIDERS" 1990.
- [4] IEC 60481, " COUPLING DEVICES FOR POWER LINE CARRIER SYSTEMS", 1974.
- [5] IEC 60078, " CHARACTERISTIC IMPEDANCES AND DIMENSIONS OF RADIO FREQUENCY COAXIAL CABLE", 1967.
- [6] IEC 60495, "SINGLE SIDEBAND POWER –LINE CARRIER TERMINALS", 1993.
- [7] IEC 60663, " PLANNING OF (SINGLE –SIDEBAND) POWER LINE CARRIER SYSTEMS", 1980.
- [۸] استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۲۰۹: "معیارهای طراحی و مهندسی انتخاب موجگیر و تجهیزات کوپلاژ"، تیر ۱۳۷۷.
- [۹] استاندارد طراحی و بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۳۰۹: "مشخصات فنی موجگیر و تجهیزات کوپلاژ"، تیر ۱۳۷۷.



خواننده گرامی

دفتر نظام فنی اجرایی معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور با گذشت بیش از سی سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر چهارصد عنوان نشریه تخصصی- فنی، در قالب آیین‌نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال‌های اخیر در سایت اینترنتی <http://tec.mporg.ir> قابل دستیابی می‌باشد.

دفتر نظام فنی اجرایی



این نشریه

با عنوان «مشفصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال -
تجهیزات کوپلینگ در پست های فشار قوی» در
دو بخش ارائه شده است. بخش نخست در
برگیرنده مداخل نیازهای مربوط به طراحی،
ساخت، بازرسی، آزمونهای کارخانه ای،
برچسب گذاری، حمل، نصب، انبارداری و
آزمونهای راه اندازی می باشد که به دو زبان
فارسی و انگلیسی ارائه شده است. بخش دوم
ماوی مباحث مربوط به کلیات و تعاریف،
معیارهای طراحی و مهندسی، و آزمونهای نوعی
و جاری است.



