

**مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال
موج گیرها در پست های فشار قوی**

نشریه شماره ۲-۴۳۹

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

www.tavanir.ir



جمهوری اسلامی ایران

مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال موج گیرها در پست های فشار قوی

نشریه شماره ۲-۴۳۹

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: ۱۰۰/۱۰۲۷۳۸	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ: ۱۳۸۷/۱۱/۱	
موضوع:	
مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها و خطوط فوق توزیع و انتقال- موج‌گیرها در پست‌های فشار قوی (جلداول) و (جلد دوم)	
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 ۴۳۹ دفتر نظام فنی اجرایی، دو مجلد با عنوان «مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست‌ها و خطوط فوق توزیع و انتقال- موج‌گیرها در پست‌های فشار قوی (جلداول) و (جلد دوم)» 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	

۵۶۵۱۳۸



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>



بسمه تعالی

پیشگفتار

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 اجرایی پست‌ها، خطوط فوق توزیع و انتقال - موج گیرها در پست‌های فشار قوی - جلد دوم» در بر گیرنده مطالب مربوط به معرفی، شناخت، ساختمان و نصب موج گیرها، معیارهای طراحی و مهندسی و انتخاب موج گیرها، الزامات استاندارد و آزمون‌ها، و دستورالعمل‌های نگهداری و بازدید، برای موج گیرهای ۶۳ تا ۴۰۰ کیلو ولت در پست‌های فشار قوی می باشد که در چهار فصل ارائه شده 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.

معاون نظارت راهبردی

۱۳۸۷



مشخصات فنی عمومی و اجرایی پست ها و خطوط فوق توزیع و انتقال - موج گیرها در پست های فشار قوی - نشریه شماره ۲- ۴۳۹

تهیه کننده

این مجموعه به وسیله شرکت مهندسين مشاور نیرو با همکاری آقایان مهندسین حامد نفیسی، پوریا معقولی، شهرام کاظمی و آقای دکتر عارف درودی تهیه و تدوین شده است و توسط آقای اسماعیل زارعی مورد ویراستاری قرار گرفته است.

کمیته فنی

این نشریه همچنین در کمیته فنی طرح با مشارکت مجری 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 بیانی	وزارت نیرو - سازمان توانیر - مجری طرح
آقای مهندس علیرضا اسحاقیان راد	توانیر دفتر فنی تولید
آقای مهندس بهمن الله مرادی	سازمان توسعه برق ایران
آقای دکتر عارف درودی	مهندسین مشاور نیرو
آقای مهندس محمد شکاری خادم‌لو	شرکت مشانیر
آقای مهندس رضا صائمی	شرکت مشانیر
آقای مهندس سید حسن عرب اف	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس بهروز قهرمانی	سازمان توسعه برق ایران
آقای مهندس اباذر میرزایی	مشاور معاون هماهنگی و نظارت بر بهره برداری سازمان توانیر
آقای مهندس سید جمال الدین واسعی	پژوهشگاه نیرو
آقای مهندس امیر رضا یزدان دوست	مهندسین مشاور قدس نیرو
آقای مهندس احسان الله زمانی	وزارت نیرو - سازمان توانیر - دبیر کمیته فنی طرح

مسئولیت کنترل و بررسی نشریه در راستای اهداف دفتر نظام فنی اجرائی به عهده آقایان مهندسین محمدرضا طلاکوب و پرویز سیداحمدی بوده است.



فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول- اهداف، تعاریف و کلیات

۳	۱-۱- ساختار مخابراتی PLC
۴	۲-۱- وظایف و عملکرد موج گیر
۵	۳-۱- ساختمان، اجزا و مدل الکتریکی
۸	۱-۳-۱- ساختار اجزا موج گیر
۸	۱-۱-۳-۱- پیچک اصلی
۱۰	۲-۱-۳-۱- وسیله تنظیم (همسازگر)
۱۱	۳-۱-۳-۱- وسیله محافظ (برق گیر)
۱۱	۴-۱-۳-۱- اجزا فرعی موج گیر
۱۱	۲-۳-۱- مدل الکتریکی
۱۳	۴-۱- نحوه اتصال، نصب و کویلینگ
۱۳	۱-۴-۱- نحوه اتصال موج گیر به شبکه فشارقوی
۱۳	۲-۴-۱- نحوه نصب موج گیر در پست فشارقوی
۱۷	۳-۴-۱- روشهای کویلینگ
۲۰	۵-۱- تعاریف
۲۰	۱-۵-۱- پیچک اصلی
۲۰	۲-۵-۱- اندوکتانس ظاهری
۲۱	۳-۵-۱- اندوکتانس فرکانس قدرت
۲۱	۴-۵-۱- اندوکتانس حقیقی
۲۱	۵-۵-۱- اندوکتانس نامی
۲۱	۶-۵-۱- خازن خودی
۲۱	۷-۵-۱- فرکانس تشدید خودی
۲۱	۸-۵-۱- مقاومت پیچک اصلی
۲۱	۹-۵-۱- ضریب حرارتی
۲۱	۱۰-۵-۱- فرکانس قدرت نامی
۲۱	۱۱-۵-۱- وسیله تنظیم
۲۲	۱۲-۵-۱- فرکانس حامل



۲۲	 ۱-۵-۱۳- امیدانس سدکننده
۲۲	 ۱-۵-۱۴- مقاومت سدکننده
۲۲	 ۱-۵-۱۵- تلفات نقطه انشعاب
۲۲	 ۱-۵-۱۶- تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکننده
۲۲	 ۱-۵-۱۷- پهنای باند بر پایه امیدانس سدکننده
۲۲	 ۱-۵-۱۸- پهنای باند بر پایه مقاومت سدکننده
۲۲	 ۱-۵-۱۹- فرکانس مرکزی
۲۲	 ۱-۵-۲۰- فرکانس مرکزی بر پایه مقاومت سدکننده
۲۳	 ۱-۵-۲۱- ضریب Q
۲۳	 ۱-۵-۲۲- جریان دائم نامی
۲۳	 ۱-۵-۲۳- جریان کوتاه مدت نامی
۲۳	 ۱-۵-۲۴- اضافه بار اضطراری
۲۳	 ۱-۵-۲۵- تلفات اهمی و آهنی
۲۴	 پیوست (۱-۱): مقادیر نمونه موج گیر

فصل دوم- معیارهای طراحی و مهندسی و انتخاب موج گیر

۲۷	 ۱-۲- اندوکتانس نامی پیچک اصلی
۲۹	 ۲-۲- جریان نامی
۲۹	 ۳-۲- جریان کوتاه مدت نامی
۳۰	 ۴-۲- سطوح عایقی
۳۰	 ۱-۴-۲- استقامت عایقی در امتداد موج گیر
۳۱	 ۲-۴-۲- استقامت عایقی موج گیر نسبت به زمین
۳۱	 ۵-۲- باند فرکانسی و امیدانس سدکننده
۳۵	 ۶-۲- تلفات نقطه انشعاب و مشخصه تضعیف موج گیر
۳۶	 ۷-۲- مشخصه اضافه بار اضطراری
۳۷	 ۸-۲- مشخصه حرارتی عایق
۳۷	 ۹-۲- نمونه‌ای از طراحی و انتخاب مشخصه‌های موج گیر
۳۸	 ۱-۹-۲- مشخصات سیستم
۳۸	 ۲-۹-۲- مشخصات شرایط محیطی
۳۸	 ۳-۹-۲- انتخاب موج گیر



فصل سوم - الزامات و آزمون‌ها

۴۳	 ۱-۳- شرایط عمومی
۴۳	 ۲-۳- آزمون‌های نوعی
۴۳	 ۱-۲-۳- آزمون افزایش درجه حرارت
۴۶	 ۲-۲-۳- اندازه‌گیری ولتاژ تداخل رادیویی
۴۷	 ۳-۲-۳- آزمونهای عایقی
۴۷	 ۱-۳-۲-۳- آزمون ولتاژ ضربه
۴۹	 ۲-۳-۲-۳- آزمون ولتاژ فرکانس قدرت بر روی وسیله تنظیم
۴۹	 ۴-۲-۳- آزمون جریان کوتاه مدت
۴۹	 ۱-۴-۲-۳- استقامت مکانیکی
۵۰	 ۲-۴-۲-۳- رفتار حرارتی
۵۱	 ۵-۲-۳- اندازه‌گیری اندوکتانس نامی پیچک اصلی
۵۲	 ۶-۲-۳- اندازه‌گیری اندوکتانس فرکانس قدرت پیچک اصلی
۵۲	 ۷-۲-۳- اندازه‌گیری مقاومت و امپدانس سدکنندگی
۵۴	 ۸-۲-۳- اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب و تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکنندگی
۵۵	 ۳-۳- آزمون‌های جاری
۵۵	 ۱-۳-۳- آزمون تحمل ولتاژ فرکانس قدرت وسیله تنظیم
۵۵	 ۲-۳-۳- اندازه‌گیری اندوکتانس نامی پیچک اصلی
۵۵	 ۳-۳-۳- اندازه‌گیری اندوکتانس فرکانس قدرت پیچک اصلی
۵۵	 ۴-۳-۳- اندازه‌گیری مقاومت و امپدانس سدکنندگی
۵۵	 ۵-۳-۳- اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب و تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکننده
۵۵	 ۶-۳-۳- بررسی ظاهری

فصل چهارم - دستورالعمل‌های نگهداری و بازدید

۵۹	 ۱-۴- نگهداری
۵۹	 ۱-۱-۴- بازبینی مشخصات موج گیر
۶۰	 ۲-۱-۴- تعویض وسیله تنظیم
۶۰	 ۳-۱-۴- تعویض وسیله حفاظتی (برقگیری)
۶۱	 ۲-۴- دستورالعمل بازدیدهای دوره‌ای موج گیر
۶۱	 ۱-۲-۴- بازدیدهای روزانه از موج گیر



۶۱	 ۲-۲-۴- بازیدهای هفتگی از موج گیر
۶۱	 ۳-۲-۴- بازیدهای ماهیانه از موج گیر
۶۲	 ۳-۴- سرویس های دوره های موج گیر
۶۲	 ۱-۳-۴- مراحل انجام کار
۶۲	 ۲-۳-۴- مهارت های لازم
۶۲	 ۳-۳-۴- تجهیزات لازم
۶۳	 پیوست (۱-۴): فرم بازدید روزانه موج گیر
۶۴	 پیوست (۲-۴): فرم بازدید هفتگی موج گیر
۶۵	 پیوست (۳-۴): فرم بازدید ماهانه موج گیر
۶۷	 مراجع



فصل ۱

اهداف، تعاریف و کلیات

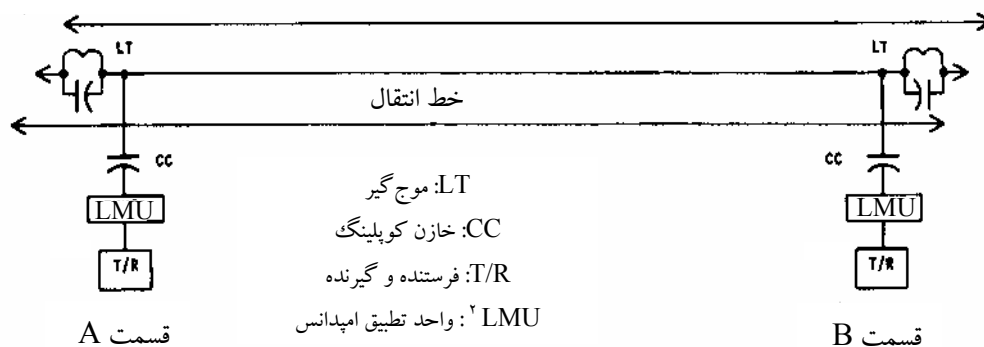


مقدمه

هدف از این فصل معرفی و شناخت انواع موج‌گیرها می‌باشد. موج‌گیرها در بهره‌برداری مخابراتی از شبکه قدرت مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این فصل بعد از ارائه یک نمای کلی از طرح سیستم مخابراتی PLC^۱، وظایف و ساختار موج‌گیرها ارائه شده و سپس تعاریف استاندارد مرتبط ارائه می‌گردد.

۱-۱- ساختار مخابراتی PLC

از بین روشهای مختلف ارتباط مخابراتی در شبکه‌های قدرت، سیستم PLC پرکاربردترین و در مواردی که ترافیک انتقال اطلاعات بالا نباشد (در این موارد از شبکه‌های فیبر نوری استفاده می‌شود) مناسبترین سیستم مخابراتی می‌باشد. استفاده از خطوط انتقال نیرو جهت ارتباط مخابراتی، مستلزم تفکیک سیگنال انرژی (فرکانس قدرت) از سیگنال مخابراتی است که این امر توسط ادواتی همچون موج‌گیر، خازن کوپلینگ و ... انجام می‌گیرد. شکل شماره (۱-۱) دیاگرام یک کانال مخابراتی PLC را نشان می‌دهد.



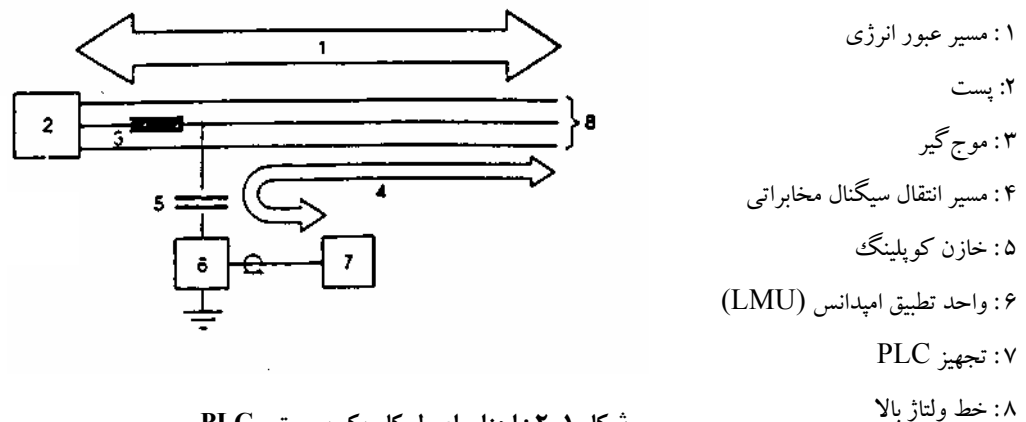
شکل ۱-۱: دیاگرام یک کانال PLC

در هر یک از دو انتهای این کانال، امکان تفکیک سیگنال مخ ابراتی و سیگنال انرژی وجود دارد. سیگنالهای مخابراتی خود شامل سیگنالهای صحبت، اطلاعات، مدیریت انرژی، حفاظت و ... هستند که بعد از مدوله شدن در یک فرکانس بالا وارد کانالهای PLC می‌شوند.

اصول کار یک سیستم PLC در شکل (۱-۲) نشان داده شده است. همانطور که در این شکل دیده می‌شود سیگنال مخابراتی (۴) از سیگنال انرژی (۱) تفکیک شده و وارد مجموعه ادوات PLC می‌گردد.



1 . Power line carrier
2. Line matching unit



شکل ۱-۲: اجزا و اصول کار یک سیستم PLC

فرکانس سیگنالهای مخابراتی در بازه ۳۰ الی ۵۰۰ کیلوهرتز قرار دارد. چنین پهنای باند گسترده‌ای علاوه بر اینکه امکان انتقال حجم بالای اطلاعات را فراهم می‌کند، امکان جداسازی انواع مختلف سیگنال را نیز مهیا می‌سازد. همانطور که در شکل (۱-۲) مشاهده می‌شود، موج‌گیر^۱ مانع عبور سیگنال مخابراتی به پست شده، در حالی که سیگنال انرژی (فرکانس قدرت) بدون مشکل عبور کرده و وارد پست می‌گردد. خازن‌های کوپلینگ^۲ مانع عبور سیگنال انرژی به بخش مخابراتی و یا به عبارتی PLC می‌گردند و به عبارت دیگر موج‌گیر به همراه واحدهای کوپلاژ، سیستم انتقال مخابراتی و قدرت را از هم تفکیک می‌کند.

۲-۱- وظایف و عملکرد موج‌گیر

به طور کلی موج‌گیر اتصال موازی یک پیچک اصلی^۳، وسیله محافظتی^۴ به همراه سیستم همسازگر^۵ است که به صورت سری با خط انتقال قرار گرفته و در فرکانس قدرت، امپدانس ناچیز و در فرکانسهای بالای مخابراتی امپدانس بزرگی از خود نشان می‌دهد. یک موج‌گیر اساساً یک فیلتر میان‌گذر^۶ است که برای جلوگیری از عبور ناخواسته امواج حامل اطلاعات^۷ در شبکه قدرت نصب می‌گردد. در حالی که امپدانس ورودی موج‌گیر برای موج فرکانس پایین قدرت قابل اغماض است، این وسیله امپدانس قابل ملاحظه‌ای در برابر امواج فرکانس بالای مخابراتی از خود نشان می‌دهد. به طور خلاصه می‌توان دو هدف عمده به‌کارگیری موج‌گیرها در شبکه‌های قدرت را به شرح زیر برشمرد:

الف- حفظ یک امپدانس مشخص در گستره فرکانسی موردنظر، صرفنظر از شرایط شبکه فشار قوی پشت موج‌گیر. تحت شرایط عادی، شبکه فشار قوی پشت موج‌گیر به دلیل کلیدزنی دارای امپدانسهای مختلف است و تحت شرایط غیر عادی

1. Line trap (wave trap)
2. Coupling capacitor
3. Main coil
4. Protective device
5. Tuning device
6. Band stop filter
7. Information carrier signals



هم چون اتصال کوتاه این امپدانس می‌تواند به صفر برسد. لازم است که تحت کلیه این شرایط، موج‌گیر یک امپدانس بالا در مقابل سیگنال مخابراتی از خود نشان دهد که لازمه عملکرد مناسب شبکه مخابراتی است.

ب- محدود کردن سیگنالهای مخابراتی به بخشی از شبکه انتقال انرژی که موج‌گیر در انتهای آن قرار دارد. نفوذ سیگنال مخابراتی به شبکه پشت موج‌گیر اولاً باعث تلفات سیگنال مخابراتی در ادوات قدرت شده و ثانیاً باعث تداخل فرکانسی بخشهای مختلف سیستم مخابراتی می‌گردد. اگر بتوان سیگنالهای مخابراتی را در یک بخش از شبکه قدرت محدود کرد، می‌توان از پهنای باندها و فرکانسهای یکسان در قسمتهای ایزوله شبکه قدرت از نظر مخابراتی استفاده نمود.

در صورت لزوم ممکن است در محل انشعاب یک خط قدرت^۱ نیز یک موج‌گیر برای منظوره‌های مشابه نصب گردد. این ویژگی می‌تواند نتایج مختلفی در برداشته باشد. اولاً می‌توان فرستنده‌های مخابراتی را تحت شرایط یکسان با قدرتهای کوچکتری انتخاب نمود و ثانیاً به دلیل تداخل کمتر در خطوط و شبکه‌های مجاور در فواصل کمتری بازه فرکانسی به کار برده شده را مجدداً و در جای دیگر شبکه استفاده نمود و به این ترتیب استفاده از گستره فرکانسی سیستم PLC را بهینه ساخت. نهایتاً اینکه چنانچه در شبکه بیش از یک مسیر بین مبدا و مقصد وجود داشته باشد (شبکه‌های از چند سو تغذیه)، موج‌گیرها مانع دریافت چندباره امواج مخابراتی ناهمفاز می‌شوند.

۳-۱- ساختمان، اجزا و مدل الکتریکی

موج‌گیر بخشی از سیستم PLC است که دیاگرام سایر اجزا آن در شکل ۳-۱ آمده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود موج‌گیر به صورت سری با خط انتقال ورودی و یا خروجی به پست نصب می‌گردد و به همراه سایر ادوات PLC وظیفه ایجاد یک کانال مخابراتی را بر عهده دارد.

موج‌گیر خود از سه بخش اصلی به شرح زیر تشکیل شده است:

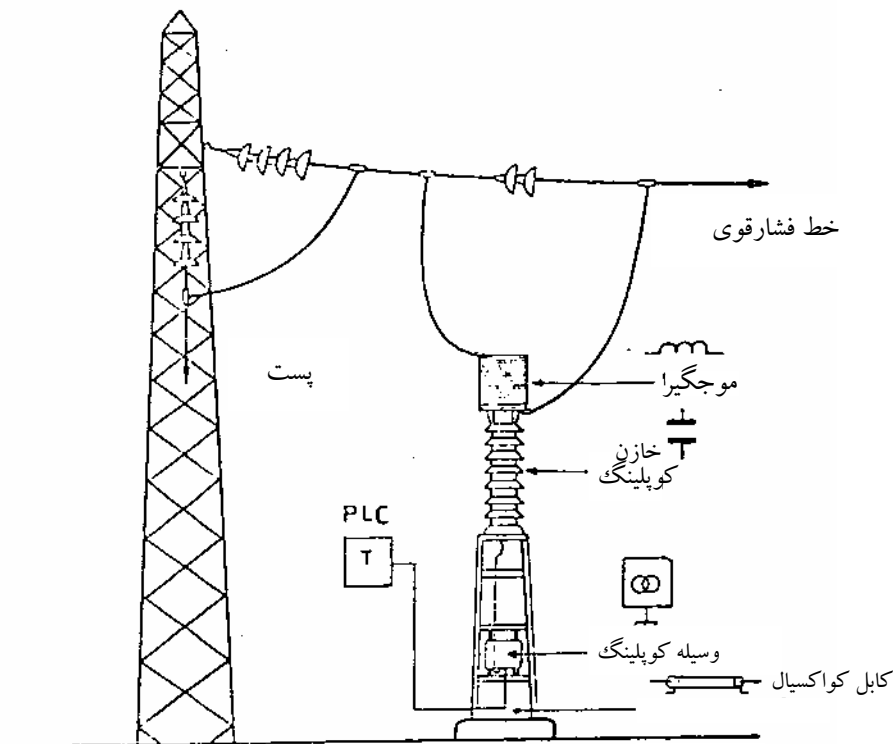
الف - پیچک اصلی^۲

ب - وسیله تنظیم^۳ (همسازگر)

ج - وسیله محافظ^۴ (برق‌گیر)

-
1. T-off connection
 - 2 . Main coil
 - 3 . Tuning device
 - 4 . Protective device





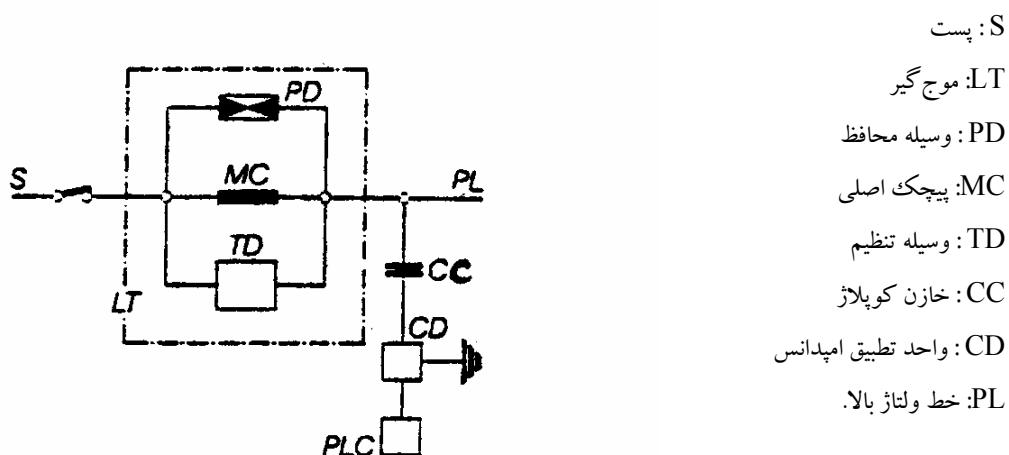
شکل ۱-۳: اتصال یک واحد PLC

پیچک اصلی یک سیم‌پیچ با هسته هوایی است که به صورت سری در حد فاصل نقطه تزریق یا برداشت امواج مخابراتی و سایر تجهیزات پست نظیر شینه‌ها، کلیدها و ترانسفورماتورها نصب می‌گردد. به همین دلیل باید دارای استقامت کافی برای تحمل انواع تنشهای شبکه قدرت باشد. وسیله تنظیم از یک مجموعه قطعات الکترونیکی تشکیل شده که برای افزایش استقامت آنها در برابر شرایط بیرونی^۱، درون یک محفظه جاسازی می‌شوند. وسیله تنظیم یک سیستم غیرفعال^۲ است که به همراه پیچک اصلی تشکیل یک فیلتر میان‌گذر می‌دهد. وسیله محافظ معمولاً یک برقگیر از نوع متعارف و یا اکسید فلزی است که وظیفه محافظت از پیچک اصلی و وسیله تنظیم در برابر اضافه ولتاژهای گذرا را به عهده دارد.

همانطور که شکل (۱-۴) نشان می‌دهد اجزا اصلی موج‌گیر به صورت موازی به هم متصل شده و مجموعه به صورت سری در خط انتقال قرار می‌گیرد. در شرایط عادی بهره‌برداری موج‌گیر به صورت یک فیلتر میان‌گذر در یک یا چند فرکانس یا گستره فرکانسی مخابراتی عمل کرده و وسیله محافظ غیر فعال است.

- 1 . Outdoor
- 2 . Passive





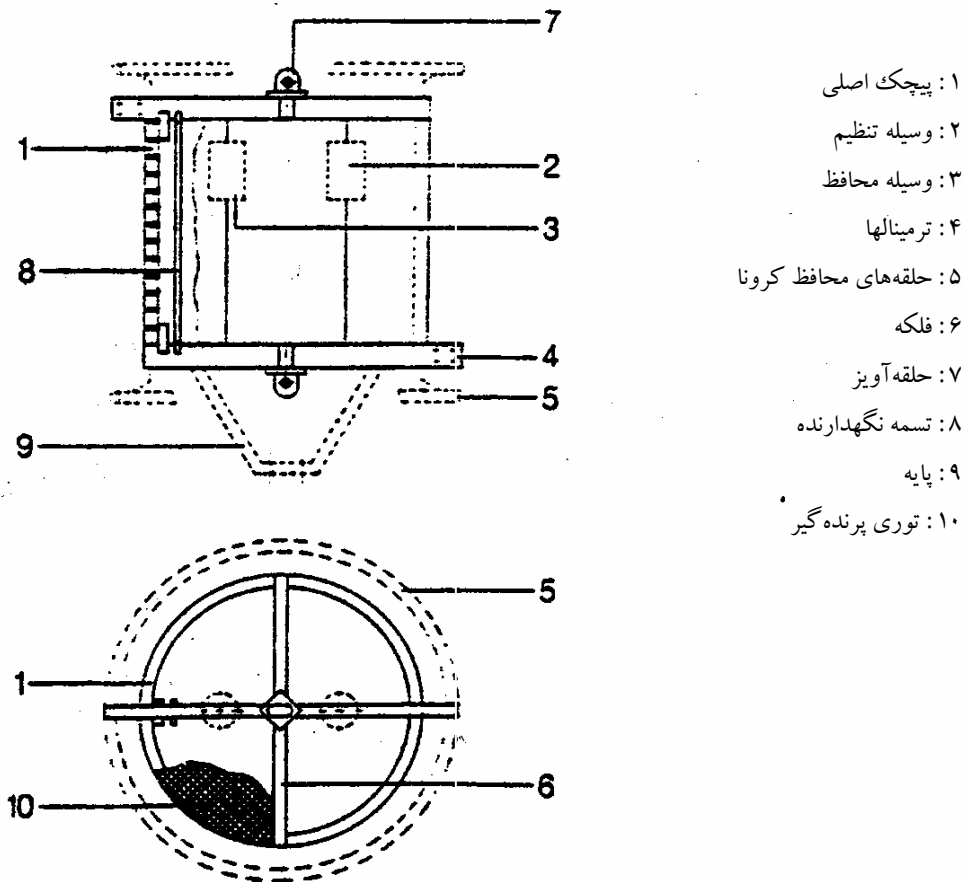
شکل ۱-۴: اجزا اصلی موج گیر

سایر اجزا فرعی موج گیر در شکل (۱-۵) نشان داده شده است. در بررسی دقیق فنی جهت انتخاب و نصب موج گیر لازم است مشخصه‌های الکتریکی و غیر الکتریکی این اجزا نیز مورد توجه قرار گیرد:

- ۱- پیچک اصلی
- ۲- وسیله تنظیم
- ۳- وسیله محافظ
- ۴- پایانه‌های اتصال موج گیر به شبکه^۱
- ۵- حلقه‌های محافظ کرونا^۲
- ۶- فلکه‌های زیرین و زیرین^۳
- ۷- حلقه آویز^۴
- ۸- تسمه نگهدارنده^۵
- ۹- پایه^۶ جهت نصب موج گیر روی مقره اتکائی^۷، خازن تزویج^۸ و یا ترانسفورماتور ولتاژ خازنی^۹
- ۱۰- پرنده گیر^{۱۰} (توری جهت ممانعت ورود اشیاء خارجی)

1. Terminals
2. Corona guard ring
3. Upper and lower spiders
4. lifting eye
5. Insulated tie bars
6. Pedestal (support for pedestal mounting)
7. Support insulator
8. Coupling capacitor
9. CVT
10. Bird barrier





شکل ۱-۵: اجزا اصلی و فرعی یک موج‌گیر

۱-۳-۱- ساختار اجزا موج‌گیر

۱-۱-۳-۱- پیچک اصلی

پیچک اصلی در محل ورود خط انتقال به پست فشار قوی و سری با خط قرار می‌گیرد. به همین دلیل پیچک اصلی که رابط شبکه انتقال و پست فشار قوی است، علاوه بر شرایط آب و هوایی محل پست باید قادر باشد کلیه مشخصات خط انتقال نظیر جریان نامی، جریان اتصال کوتاه، تنشهای ولتاژی و مکانیکی شبکه را تحمل کند. از آن جا که موج‌گیر یک المان سری در خط است بایستی از طراحی با کیفیت بالایی برخوردار باشد. به بیان دیگر طرح آنها باید به گونه‌ای باشد که در طول عمر مفید خود با حداقل تعداد خرابی و زمان تعمیر مواجه گردند؛ زیرا هر بار خارج شدن موج‌گیر از مدار به معنی از دست دادن یک خط انتقال نیرو می‌باشد. در خطوط انتقال EHV^۱ که دسترسی خط از اهمیت بالایی برخوردار است، از موج‌گیرهای فاقد همسازگر^۲ که خودتنظیم^۳ نیز خوانده می‌شوند، استفاده می‌شود. امتیاز بزرگ این موج‌گیرها آن است که به زمان مربوط به تنظیم، تعمیر و نگهداری وسیله تنظیم (همسازگر) احتیاج نداشته و در نتیجه آمادگی موج‌گیر و به تبع آن آمادگی خط انتقال افزایش می‌یابد. موج‌گیرهای فاقد همسازگر

1. Extra high voltage
2. Untuned
3. Self-tuning



معمولاً از اندوکتانس بالایی برخوردارند (۵/۰ میلی‌هانری یا بیشتر) و تحت شرایط کلیدزنی خاصی ممکن است با خازن معادل تجهیزات پست تشکیل یک مدار تشدید سری بدهند. تشدید سری بیشتر در مواقعی رخ می‌دهد که کلیدها باز هستند، به عبارت دیگر خط بی‌برق^۱ است.

پیچک اصلی اساساً از یک هادی که به صورت سیلندری پیچیده می‌شود، تشکیل شده است. دو انتهای پیچک به پایانه‌هایی ختم می‌شوند که از یک طرف به محل اتصال خط انتقال و خازن تزویج و از سمت دیگر به پست فشار قوی متصل می‌گردد. هادی پیچک اصلی غالباً از جنس آلومینیوم و به صورت رشته‌ای^۲ با مقطع مستطیلی است و در پاره‌ای موارد از جنس مس و به صورت مقطع دایره‌ای است. عایق‌بندی حدفصل حلقه‌های مجاور در پیچک به دو روش کلی انجام می‌شود که هریک دارای مزایا و معایب خاص خود است.

- عایق هوایی^۳

در این روش هادی پیچک اصلی فاقد پوشش عایقی بوده و مستقیماً با هوای آزاد در تماس است. استقامت الکتریکی میان حلقه‌ها توسط بازه‌های هوایی و استقامت مکانیکی آنها توسط مجموعه‌ای از جداکننده‌ها^۴ و تسمه‌های عایقی از جنس الیاف شیشه‌ای مقاوم در برابر شرایط جوی تامین می‌گردد. در هنگام بروز اتصال کوتاه، نیروهای حاصله توسط این جداکننده‌ها و تسمه‌های عایقی جذب می‌شوند.

با این آرایش، تک رشته‌های تشکیل‌دهنده کلاف اصلی در مجاورت هوا اکسید شده و یک پوسته عایقی در سطح خود پدید می‌آورند. این پوسته‌های عایقی می‌توانند شدت جریانهای گردابی ناشی از میدان مغناطیسی قوی پیرامون پیچک را تقلیل داده و از تلفات حرارتی آن بکاهند. به طور کلی با افزایش ولتاژ نامی موج‌گیر، سهم تلفات آهنی در کل تلفات پیچک اصلی بیشتر می‌شود. امتیاز دیگر ساختمان بدون پوشش هادیها تبادل حرارتی آسانتر و بدون واسطه با محیط اطراف است. در این ساختار پیچک اصلی مستقیماً در معرض آلودگی محیط واقع می‌شود و ممکن است در شرایط بحرانی، فواصل خزشی بین حلقه‌ای^۵ نیازمند توجه ویژه باشند. در این روش لازم است برای جلوگیری از ورود ناخواسته اشیاء خارجی مثل پرندگان و ایجاد اتصال کوتاه‌های موضعی، طرفین پیچک به تورهای پرنده‌گیر مجهز گردند. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ عبور کره‌ای به قطر ۱۶ میلی‌متر از میان توری نباید میسر باشد.

- پیچک اصلی با پوشش عایقی^۶

در این روش ابتدا هادیها در یک پوشش عایقی از جنس الیاف شیشه‌ای و رزین پوشانده شده و در مرحله بعد پیچانده می‌شوند. به این ترتیب بین هر دو حلقه مجاور دو لایه عایقی قرار گرفته و پیچک از استقامت مناسب در برابر تنشهای الکتریکی و مکانیکی برخوردار خواهد بود. در این وضعیت برخلاف روش اول که نیروهای مکانیکی را تنها نقاط خاصی از محیط حلقه که مجهز به

1. Deenergized line
2. Stranded
3. Air insulated or non insulated
4. Spacers
5. Inter turn creepage distance
6. Insulated



جداکننده و تسمه‌های عایقی هستند، تحمل می‌کنند، نیروهای مکانیکی در امتداد محیط حلقه به صورت یکنواخت توزیع می‌شود. در این روش هادی پیچک اصلی در مجاورت هوای آزاد قرار ندارد. به همین دلیل مشکل آلودگی محیط و اتصال کوتاه بین حلقه‌ای در اثر ورود اشیاء خارجی به درون پیچک مطرح نبوده و بنابراین نیاز واقعی به توری پرنده‌گیر وجود ندارد، هر چند که استفاده از توری پرنده‌گیر در همه موارد پیشنهاد شده است.

به کار بردن روکش عایقی روی هادی پیچک اصلی، ظرفیت خازنی^۱ پیچک را افزایش داده و به این ترتیب فرکانس تشدید خودی آن را کوچکتر می‌نماید. این پدیده از دید شبکه مخابراتی مطلوب نیست چرا که با نزدیک شدن به فرکانس تشدید، خاصیت سلفی پیچک اصلی تضعیف شده و با عبور از فرکانس تشدید خاصیت خازنی جایگزین آن می‌شود.

از نظر مکانیکی حداکثر نیروی وارده به موج‌گیر، حین عبور جریان اتصال کوتاه و در پیک نخست آن اتفاق می‌افتد. علاوه بر نیروهای وارده در دو جهت محوری و شعاعی، باید نیروهایی را که از طریق ترمینالها اعمال می‌شوند نیز در نظر گرفت. معمولاً کنترل نیروهای وارده از طریق ترمینالها با اصلاح آرایش فیزیکی آنها صورت می‌گیرد. همچنین باید از عبور جریان اتصال کوتاه از طریق فلکها احتراز شود، زیرا این پدیده سبب ظهور نیروهای الکترومغناطیسی بزرگ می‌گردد. مقطع هادی پیچک اصلی غالباً به صورت مستطیلی ساخته می‌شود، به این ترتیب پیچک از استقامت بیشتری برخوردار خواهد بود. بارگذاریهای ناشی از باد یخ، برف و زلزله کمتر خود موج‌گیر را متأثر کرده و بیشتر از نظر پایه یا آویز نگهدارنده حائز اهمیت هستند.

۱-۳-۲- وسیله تنظیم (همساز گر)

وسیله تنظیم، آرایشی از خازنها، سلفها و مقاومتها است که از نظر فیزیکی در داخل و از نظر الکتریکی موازی با پیچک اصلی نصب می‌شوند. از دید شبکه مخابراتی، وسیله تنظیم به همراه پیچک اصلی به صورت یک فیلتر با یک یا چند فرکانس قطع و یا یک بازه قطع گسترده عمل می‌کنند.

همانطور که قبلاً هم گفته شد یک موج‌گیر باید از طراحی با کیفیت بالایی در طول عمر خود بهره‌مند باشد. چراکه هر بار تعمیر موج‌گیر و یا تعویض و تنظیم مجدد وسیله تنظیم به معنی قطع و از دست دادن یک خط انتقال نیرو است. طراحی وسیله تنظیم باید آنچنان باشد که به دلیل افزایش درجه حرارت و یا میدان مغناطیسی در دورن پیچک اصلی هیچگونه آسیب فیزیکی ندیده و نیز تغییر قابل توجهی در مشخصه قطع و یا سدکنندگی^۲ موج‌گیر به وجود نیاید. برای حفاظت اجزا وسیله تنظیم در برابر شرایط آب و هوایی مختلف بایستی این اجزا در یک محفظه غیر قابل نفوذ جاسازی شوند. جهت حفاظت وسیله تنظیم در برابر تنشهای ولتاژی باید در تعیین استقامت عایقی آن از یک حاشیه ایمنی مطمئن (طبق استاندارد حداقل ۳۰٪) نسبت به اضافه ولتاژهای موقت و سطوح حفاظتی وسیله محافظ استفاده شود. وسیله تنظیم بایستی آنچنان در داخل پیچک اصلی نصب گردد که امکان تعویض یا تنظیم آن بدون پایین آوردن موج‌گیر ممکن باشد.



1. Self capacitance
2. Blocking characteristics

۱-۳-۱-۳- وسیله محافظ (برق گیر)

وسیله محافظ نیز مانند وسیله تنظیم از نظر فیزیکی در داخل و از نظر الکتریکی موازی با پیچک اصلی نصب می‌شود. شرایط گفته شده در بند ۱-۳-۱-۲ درباره تنشهای داخل پیچک اصلی در مورد وسیله محافظ نیز صادق است و طراحی آن باید با توجه به چنین محیطی انجام گیرد. وسیله محافظ معمولاً یک برقگیر از نوع متعارف یا اکسید فلزی بوده و از سازندگان مربوطه تهیه و روی موج گیر نصب می‌گردد.

۱-۳-۱-۴- اجزا فرعی موج گیر

ولتاژ و جریانهای نامی پیچک اصلی موج گیر، نیروهای مکانیکی حین اتصال کوتاه و جنس اتصالات مهمترین عوامل در تعیین شکل، تعداد، جنس و محل استقرار پایانههای موج گیر هستند. پایانهها عموماً به دو صورت تخت^۱ یا گرد^۲ ساخته می‌شوند. محل استقرار پایانهها از نظر توزیع نیروهای مکانیکی در هنگام اتصال کوتاه حائز اهمیت بسیاری است. سازندگان غالباً الگوهای مختلفی برای شکل، جنس و محل استقرار پایانهها ارائه می‌دهند که خریدار می‌تواند از بین آنها الگوی مناسب را انتخاب کند. پیچک اصلی در دو انتها به دو فلکه ۴، ۶ و یا ۸ بازویی ختم می‌شود. فلکه‌ها از مواد غیرمغناطیسی ساخته می‌شوند تا از گرم شدن آنها در مجاورت میدانهای مغناطیسی قوی درون و پیرامون پیچک جلوگیری به عمل آید. با این ساختار پیچک اصلی می‌تواند توسط یک پایه نگهدارنده روی مقره‌های اتکائی، خازن تزویج و یا CVT نصب گردد. پایه مذکور نیز از مواد غیرمغناطیسی ساخته شده و ارتفاع آن با توجه به جلوگیری از انتقال حرارت غیر مجاز به مقره‌های اتکائی، خازن تزویج و یا CVT تعیین می‌شود. به کمک حلقه‌های آویز می‌توان موج گیر را از دو یا چند زنجیره مقرر آویخت. به منظور جلوگیری از نوسان موج گیرهای آویزی و حفظ حداقل فواصل هوایی مجاز، آنها را توسط حلقه لنگر^۳ مهار می‌کنند. در موج گیرهایی که به صورت آویز نصب می‌شوند نقش تسمه‌های نگهدارنده که فلکه‌های زیرین و زبرین را به یکدیگر مهار می‌کنند، اهمیت می‌یابد. مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ استقامت کششی موج گیرهای آویزی حداقل باید دو برابر وزن موج گیر به علاوه ۵ کیلونیوتن باشد. در ولتاژهای بالا از حلقه‌های محافظ کرونا و برحسب نیاز از توری پرنده گیر استفاده می‌شود.

۱-۳-۲- مدل الکتریکی

از نظر الکتریکی موج گیر به صورت یک امپدانس مختلط Z_b معروف به امپدانس سدکننده^۴ مدل می‌شود. اندازه این امپدانس وابسته به فرکانس خواهد بود و به صورت ایده‌آل موج گیر بایستی در فرکانس قدرت امپدانس صفر و در گستره فرکانس سیستم مخابراتی امپدانس بینهایت از خود نشان دهد. شکل (۱-۶) مدل الکتریکی موج گیر به همراه سایر ادوات و شبکه قدرت را نشان می‌دهد.

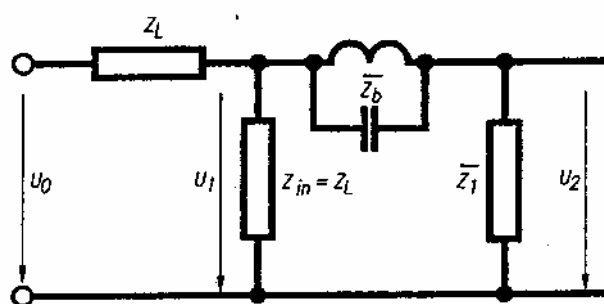


1. Flat pad
2. Stud type
3. Anchor ring
4. Blocking impedance

امواج حامل توسط فرستنده PLC در ابتدای خط ارسال شده (U_0) و سیگنال U_1 موج فرکانس بالایی است که توسط واحدهای کوپلاژ دریافت می‌شود. سیگنال نفوذی به پشت موج‌گیر با U_2 نشان داده می‌شود که هر چه این سیگنال کوچکتر باشد عملکرد موج‌گیر مناسبتر است.

همان طور که مشاهده می‌شود تنها بخشی از سیگنال ارسالی U_0 توسط واحد کوپلاژ جذب می‌شود (U_1) و هرچه U_1 بزرگتر باشد عملکرد موج‌گیر مناسبتر است.

از نظر کمی میزان تضعیف دامنه سیگنال مخابراتی به علت بینهایت نبودن امپدانس سدکننده موج‌گیر توسط کمیتی به نام تلفات نقطه انشعاب موج‌گیر^۱ و میزان نفوذ امواج حاصل به شبکه پشت موج‌گیر به دلیل ایده‌آل نبودن مشخصه امپدانس موج‌گیر در بازه قطع توسط کمیتی به نام سدکنندگی موج‌گیر^۲ سنجیده و بیان می‌شوند.



شکل ۱-۶: مدل الکتریکی موج‌گیر و شبکه قدرت

در این شکل :

Z_L : امپدانس موجی خط انتقال^۳ (در حدود ۳۰۰ تا ۶۰۰ اهم بسته به سطح ولتاژ)

Z_{in} : امپدانس ورودی مجموعه سری خازن تزویج - ابزار تزویج که فرض می‌شود برابر با امپدانس موجی خط انتقال باشد.

$\bar{Z}_b$: امپدانس سدکننده موج‌گیر

$\bar{Z}_1$: امپدانس شبکه پشت موج‌گیر

U_0 : سیگنال فرکانس بالای ارسالی توسط فرستنده PLC

U_1 : سیگنال فرکانس بالای دریافتی در محل اتصال موج‌گیر و خازن تزویج به خط انتقال

U_2 : سیگنال فرکانس بالای نفوذی به شبکه پشت موج‌گیر

بسته به مشخصه امپدانس سدکنندگی بر حسب فرکانس، موج‌گیرهایی با یک فرکانس، دو فرکانس، چند فرکانس قطع و یا گستره قطع ساخته می‌شوند.

1. Tapping loss
2. Blocking attenuation
3. Surge impedance



۱-۴- نحوه اتصال، نصب و کوپلینگ

۱-۴-۱- نحوه اتصال موج گیر به شبکه فشارقوی

موج گیر در انتهای خط انتقال نیرو و در نقطه ورود به پست قرار گرفته و به صورت سری به شبکه متصل می گردد. از آن جا که موج گیر به صورت سری با خط قرار می گیرد بایستی قادر باشد آثار الکتریکی، مکانیکی و حرارتی مختلفی را که از جریانهای نامی و اتصال کوتاه شبکه، اضافه ولتاژهای صاعقه و کلیدزنی و... ناشی می شوند و نیز شرایط آب و هوایی و محیطی از قبیل آلودگی را به خوبی تحمل نماید. انتخاب فاز یا فازهای مورد نظر جهت نصب موج گیر بسته به طرح کوپلینگ انتخابی دارد که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۱-۴-۲- نحوه نصب موج گیر در پست فشارقوی

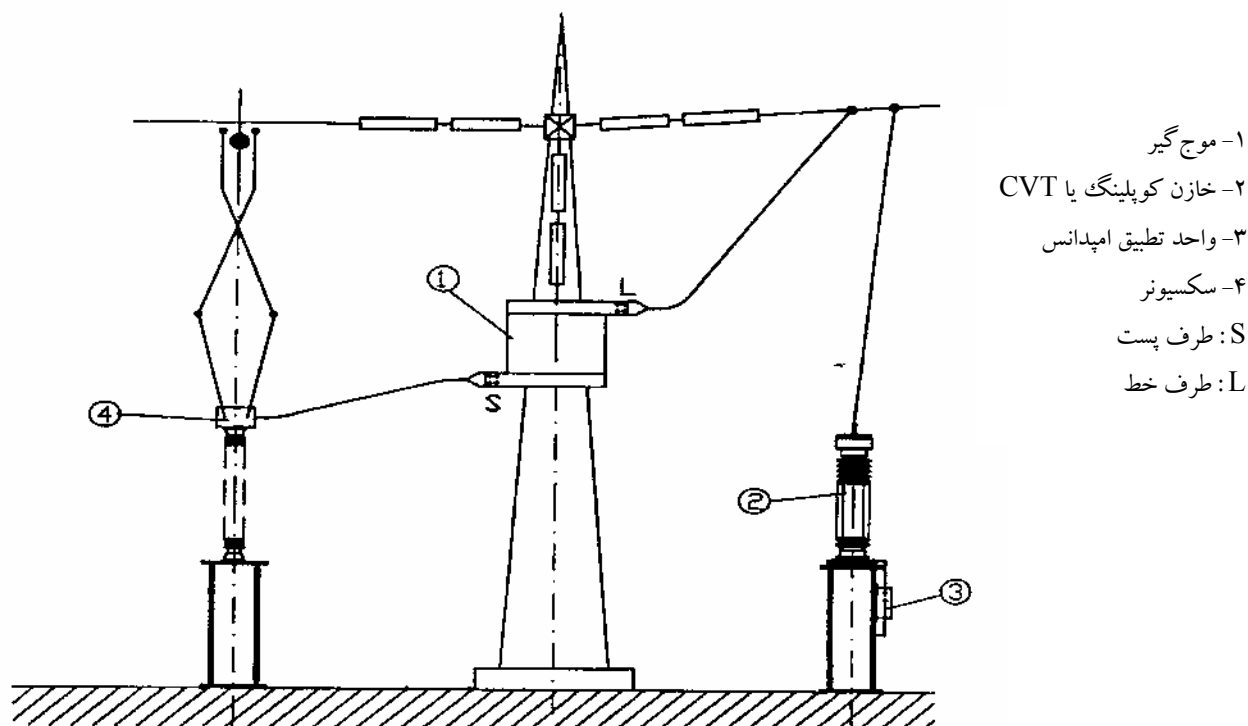
موج گیر به دو شکل کلی در پست فشارقوی نصب می گردد :

الف- نصب موج گیر به صورت آویز^۱

موج گیرهایی که قرار است به صورت آویز نصب گردند باید به حلقه های آویز^۲ مجهز باشند. معمولاً این حلقه ها به طور مستقیم به فلکه متصل می گردند و تعداد آنها بسته به بزرگی موج گیر ممکن است به دو، سه و یا چهار عدد نیز افزایش یابد. در این طریقه نصب، ابعاد موج گیر باید از لحاظ فواصل هوایی مجاز^۳ میان فازهای مجاور و فازها و گنتری مورد توجه قرار گیرند. گاهی اوقات ممکن است لازم باشد برای جلوگیری از نوسان موج گیر و حفظ فواصل هوایی مجاز، از یک حلقه لنگر^۴ که به فلکه زیرین متصل شده و موج گیر توسط آن مهار می شود، کمک گرفته شود. به علاوه در این نحوه اتصال، وزن موج گیر در رابطه با استقامت کششی آن که به تعداد و استقامت کششی تسمه های نگهدارنده بستگی دارد، اهمیت می یابد. شکل (۱-۷) نحوه نصب موج گیر به صورت آویزی را نشان می دهد.

1. Suspension mounting
2. Suspension ring
3. Clearance
4. Anchor ring





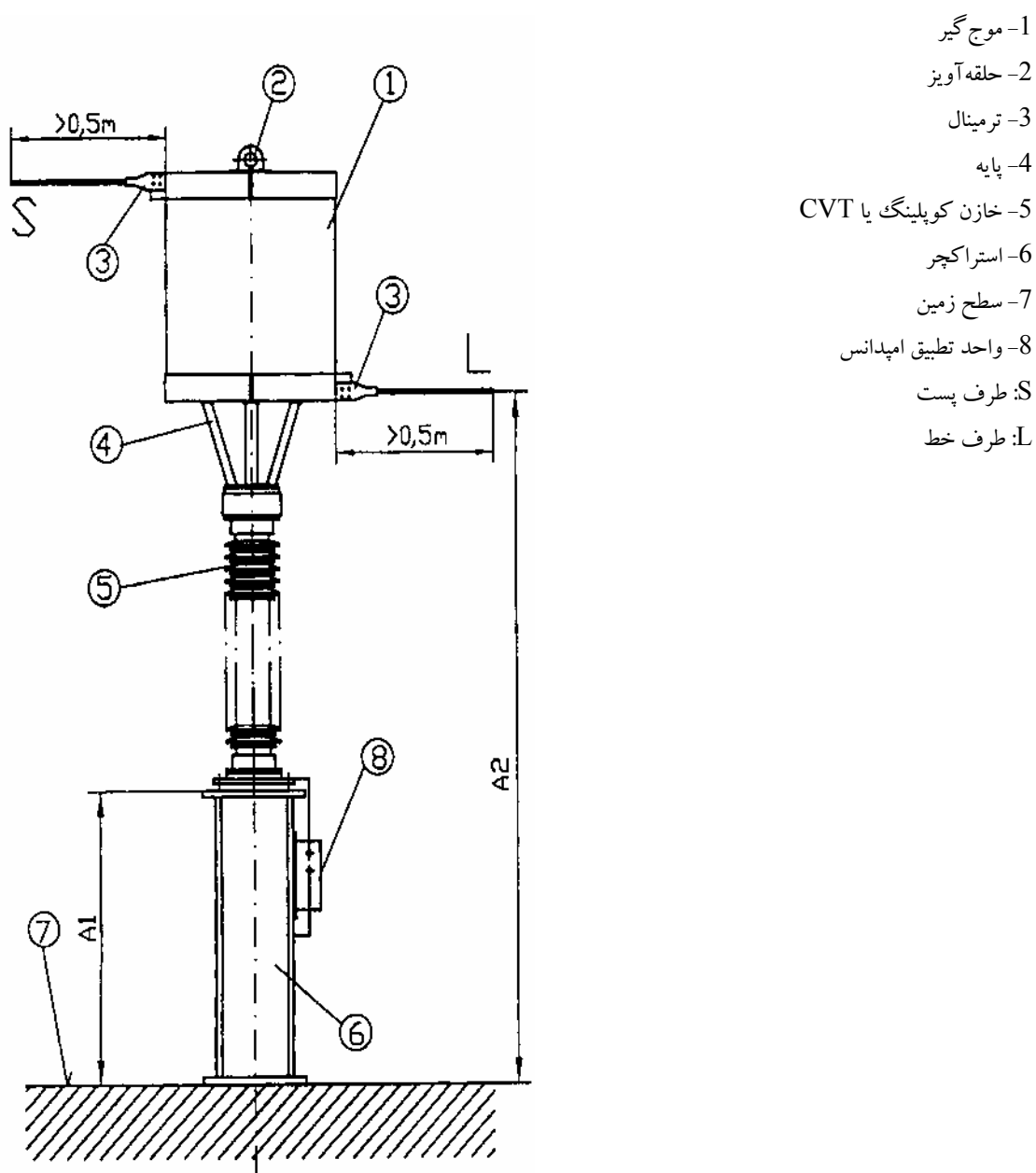
۱-۷: نصب موج گیر به صورت آویز

(ب) نصب موج گیر روی پایه

در این روش نصب، موج گیر به یک پایه مجهز شده و روی مقره‌های اتکائی نصب می‌گردد. موج گیرهای کوچک یا متوسط با وزن و ابعاد کم را معمولاً می‌توان روی خازن کوپلاژ و یا CVT نصب نمود. به همین دلیل در رده‌های ولتاژی پایین‌تر از ۲۳۰ کیلوولت موج گیرها بر روی CVT و در رده ولتاژی ۲۳۰ کیلوولت و بیشتر با توجه به ابعاد و وزن آنها روی پایه نصب می‌شوند. توصیه می‌شود در مناطق زلزله‌خیز نصب موج گیر فقط به صورت آویزی انجام شود. در مناطقی که فضا کم است، بهتر است از موج گیر آویزی استفاده شود. از لحاظ بهره‌برداری نصب موج گیر روی مقره اتکائی بهتر از نصب به صورت آویزی می‌باشد. در ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت به دلیل وزن زیاد موج گیر نمی‌توان آن را به صورت آویزی نصب نمود.

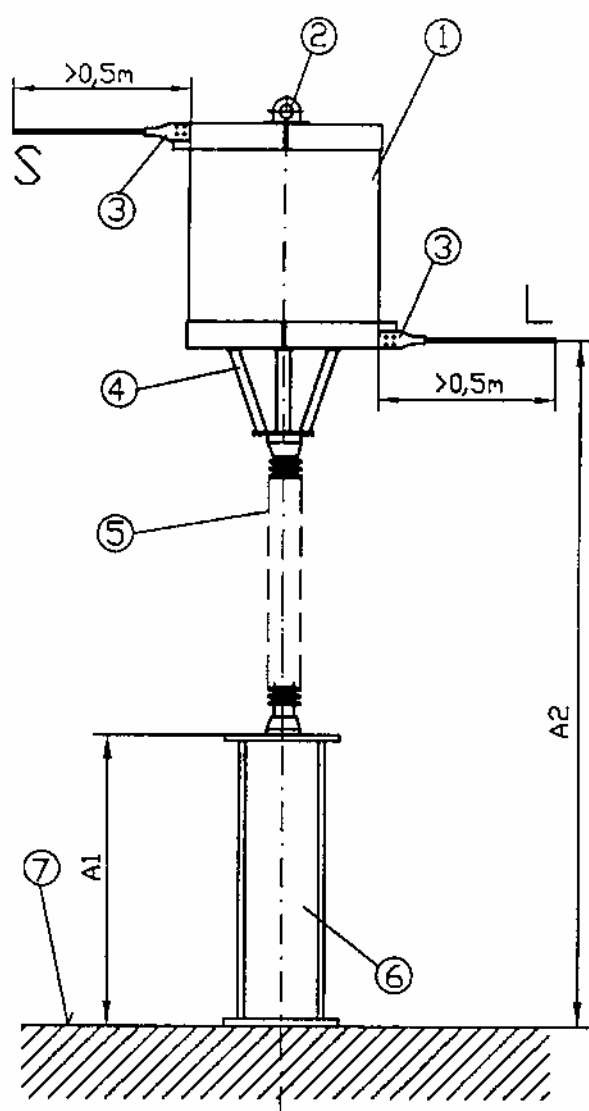
شکل (۸-۱) و (۹-۱) به ترتیب نحوه نصب موج گیر بر روی خازن کوپلاژ یا CVT و نحوه نصب بر روی مقره اتکائی مستقل را نشان می‌دهد.





شکل ۸-۱: نصب موجگیر بر روی خازن کوپلاژ یا CVT





- 1- موج گیر
- 2- حلقه آویز
- 3- ترمینال
- 4- پایه
- 5- مقره اتکائی
- 6- استراکچر
- S: طرف پست
- L: طرف خط

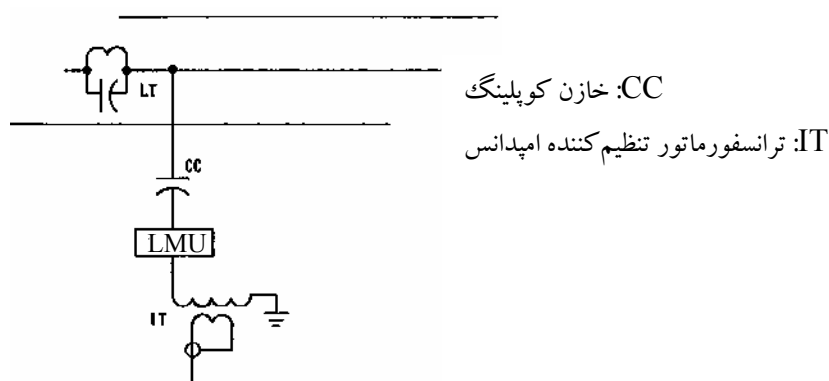
شکل ۱-۹: نصب موج گیر بر روی مقره اتکائی مستقل

۱-۴-۳- روشهای کوپلینگ

بسته به این که از یک یا چند فاز خط انتقال بخواهیم جهت ارسال اطلاعات استفاده کنیم، روش کوپلینگ متفاوت خواهد بود. روش کوپلینگ واحد تطبیق امپدانس ممکن است به صورت تکفاز، یا دو فاز و یا سه فاز انجام گیرد که در این صورت وسیله کوپلاژ روی تکفاز، یا دو فاز یا هر سه فاز نصب می‌شود. انتخاب یکی از روش‌های کوپلینگ فوق به عوامل مختلفی بستگی داشته و بسته به نیاز و مشخصه‌های شبکه قدرت و سیستم مخابراتی آن تعیین می‌شود. در ادامه انواع روش‌های کوپلینگ آورده شده است.

الف- کوپلینگ فاز به زمین^۱

در این روش وسیله کوپلاژ بین یک فاز و زمین نصب می‌شود و تنها یک موج‌گیر برای هر نقطه کوپلینگ مورد نیاز است. به همین دلیل این روش نسبت به کوپلینگ فاز به فاز اقتصادی‌تر است اما قابلیت اطمینان کانال مخابراتی نسبت به کوپلینگ فاز به فاز کمتر خواهد بود. همچنین تضعیف سیگنال مخابراتی در این حالت بیشتر است. کوپلینگ فاز به زمین در شکل (۱-۱۰) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۰: کوپلینگ فاز به زمین

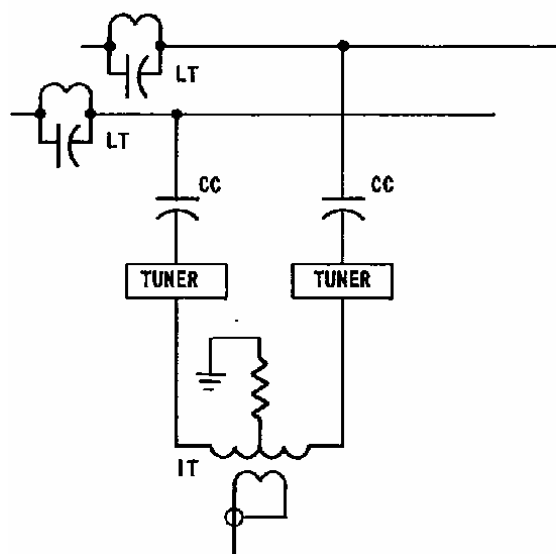
به دلیل مزیت‌های اقتصادی، این روش کوپلینگ در مواردی استفاده می‌شود که قابلیت اطمینان مخابراتی از اهمیت بالایی برخوردار نباشد.

ب- کوپلینگ فاز به فاز^۲

در این روش در هر نقطه کوپلینگ دو موج‌گیر 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 در شکل (۱-۱۱) نشان داده شده است.



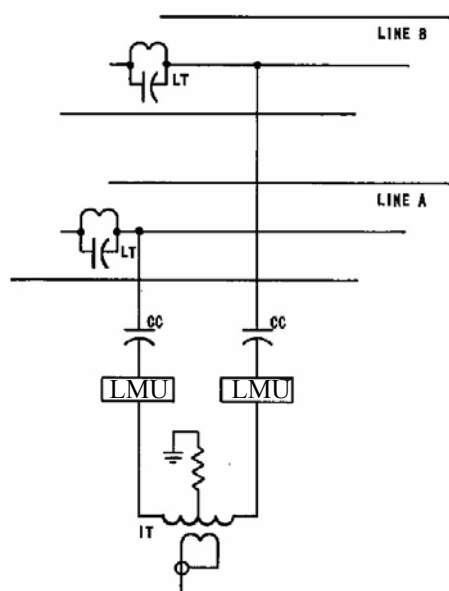
1. Phase to earth coupling
2. Phase to phase coupling
3. Security



شکل ۱-۱۱: کوپلینگ فاز به فاز

ج- کوپلینگ بین مداری^۱

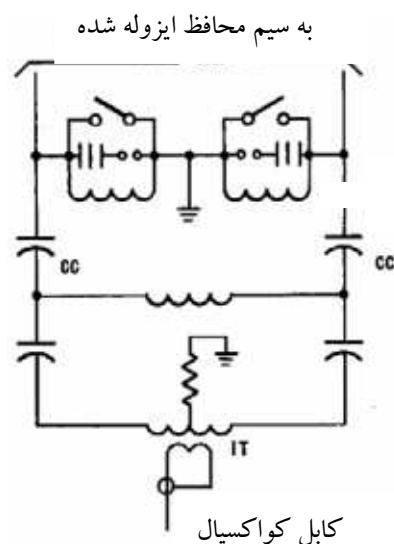
هنگام وجود خطوط دو مداره می‌توان کوپلینگ فاز به فاز را بین دو فاز از دو مدار مختلف انجام داد. در این روش در صورتی که یکی از مدارها به طور کامل از سرویس خارج شود هم چنان ارتباط مخابراتی برقرار می‌ماند. کوپلینگ بین مداری در شکل (۱۲-۱) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۲: کوپلینگ بین مداری

د- کوپلینگ سیم محافظ عایق شده^۱

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. مزیت این روش آن است که موج‌گیر استفاده شده لازم نیست در سطح ولتاژ خط و جریان نامی خط کار کند. در این روش در صورتی که مسیر خط محافظ طولانی باشد، هزینه عایقها مقدار صرفه‌جویی در ادوات کوپلینگ را جبران کرده و مزیت اقتصادی این روش از بین می‌رود. همچنین در این روش تضعیف سیگنال مخابراتی به طور کلی به دلیل جنس سیم محافظ بیشتر از سایر روشها است. این نوع کوپلینگ در شکل (۱-۱۳) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۳: کوپلینگ سیم محافظ عایق شده

ه- کوپلینگ به کابل^۲

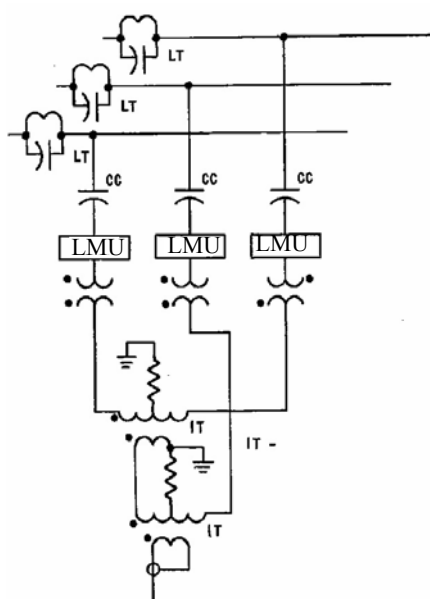
به طور کلی کوپلینگ به کابل قدرت با همان روشهای کوپلینگ به خطوط هوایی انجام می‌گیرد و در این حالت می‌توان از کوپلینگ فاز به فاز و یا فاز به زمین استفاده کرد که کوپلینگ فاز به فاز تضعیف کمتری خواهد داشت. در مقایسه با خطوط هوایی، امپدانس مشخصه کابل‌های قدرت ۱۰ تا ۲۰ بار کوچکتر است. در نتیجه اندوکتانس موج‌گیر مورد استفاده کوچکتر خواهد بود. جزئیات مربوط به نحوه کوپلینگ در استانداردهای IEC شماره ۶۰۶۶۳ و ANSI/IEEE شماره ۶۴۳ آمده و طرح مخابراتی سیستم شامل نحوه کوپلینگ به عنوان یک پیش فرض در انتخاب موج‌گیر در نظر گرفته می‌شود.



1. Insulated earth wire coupling
2. Coupling to power cables

و- کوپلینگ سه فاز (مد ۱)^۱

اگر چه در استاندارد IEC شماره ۶۰۶۶۳ از این کوپلینگ نام برده نشده، اما استاندارد ANSI/IEEE شماره ۶۴۳ این کوپلینگ را به عنوان طرحی با کمترین تلفات ذکر کرده است. قابلیت اطمینان این کوپلینگ بسیار بالا است چرا که خطاهای تکفاز به زمین و دو فاز به زمین نمی‌تواند انتقال سیگنالهای مخابراتی را مختل کند. اما در مقابل از نظر اقتصادی بسیار پرهزینه است چراکه در هر نقطه کوپلینگ سه سری ادوات کوپلینگ و موج‌گیر مورد نیاز است. کوپلینگ سه فاز در شکل (۱-۱۴) نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۴: کوپلینگ سه فاز

۱-۵- تعاریف

تعاریف ارائه شده در این بخش، براساس تعاریف موجود در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ آورده شده است.

۱-۵-۱- پیچک اصلی

سیم‌پیچی که جریان فرکانس قدرت خط را از خود عبور می‌دهد. مقادیر نمونه برای ابعاد پیچک اصلی در پیوست (۱-۱) آورده شده است.

۱-۵-۲- اندوکتانس ظاهری^۲

مقدار جبران نشده (به خاطر خازن خودی) راکتانس پیچک اصلی تقسیم بر فرکانس زاویه‌ای که راکتانس در آن فرکانس اندازه‌گیری شده است.



1 . Mode 1

2. Apparent inductance

۱-۵-۳- اندوکتانس فرکانس قدرت^۱

اندوکتانس L_p در فرکانس قدرت (۵۰ هرتز) می‌باشد.

۱-۵-۴- اندوکتانس حقیقی^۲

مقدار جبران شده اندوکتانس پیچک اصلی L_t در یک فرکانس مشخص، اندوکتانس حقیقی نامیده می‌شود.

۱-۵-۵- اندوکتانس نامی^۳ (L_{tN})

اندوکتانس نامی، مقدار اندوکتانس حقیقی در فرکانس ۱۰۰ kHz است.

۱-۵-۶- خازن خودی^۴

خازن خودی یا C_t خازنی است که به همراه اندوکتانس حقیقی مدار تشدید، فرکانس تشدید خودی را تشکیل می‌دهد. خازن خودی تابعی از نحوه طراحی پیچک اصلی است.

۱-۵-۷- فرکانس تشدید خودی^۵

فرکانس تشدید ترکیب اندوکتانس حقیقی و خازن خودی، فرکانس تشدید خودی نامیده می‌شود.

۱-۵-۸- مقاومت پیچک اصلی

این مقدار، مقاومت پیچک اصلی در مقابل جریان مستقیم (dc) را نشان می‌دهد.

۱-۵-۹- ضریب حرارتی^۶

نسبت تغییر مقاومت پیچک اصلی در دمای 1°C به دمای 0°C را ضریب حرارتی می‌نامند.

۱-۵-۱۰- فرکانس قدرت نامی^۷ (f_{PN})

فرکانس قدرت خط ولتاژ بالایی که موج‌گیر به آن متصل شده است.

۱-۵-۱۱- وسیله تنظیم

ترکیبی از خازنها، سلفها و مقاومتها که به صورت موازی با پیچک اصلی متصل می‌شود. تمامی این اجزا ممکن است در آن واحد به کار برده نشوند و کاربرد آنها بسته به فرکانس سیستم مخابراتی است.

1. Power frequency inductance
2. True inductance
3. Rated inductance
4. Self capacitance
5. Self resonant frequency
6. Temperature coefficient
7. Rated power frequency



۱-۵-۱۲- فرکانس حامل^۱

فرکانس مخابراتی جهت ارسال اطلاعات که سیگنالهای مخابراتی بر روی آن مدوله می‌شوند.

۱-۵-۱۳- امپدانس سدکننده^۲

امپدانس مختلط Z_b موج‌گیر در محدوده فرکانس حامل، امپدانس سدکننده نامیده می‌شود.

۱-۵-۱۴- مقاومت سدکننده^۳

جزء مقاومتی R_b امپدانس سدکننده، مقاومت سدکننده نامیده می‌شود.

۱-۵-۱۵- تلفات نقطه انشعاب^۴

تلفات فرکانس حامل A_t که به دلیل محدود بودن توانایی سدکنندگی موج‌گیر ایجاد می‌شود.

۱-۵-۱۶- تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکننده^۵

این پارامتر، مقدار تلفات فرکانس حامل به دلیل اتصال شنت مولفه مقاومتی امپدانس موج‌گیر است.

۱-۵-۱۷- پهنای باند بر پایه امپدانس سدکننده^۶

پهنای باند فرکانس حامل Δf_1 و Δf_2 که در آن امپدانس سدکنندگی موج‌گیر کمتر از یک مقدار مشخص تعیین شده نباشد و یا تلفات نقطه انشعاب A_t بیشتر از یک مقدار مشخص نگردد.

۱-۵-۱۸- پهنای باند بر پایه مقاومت سدکننده^۷

این مقدار برابر پهنای باند Δf_{1R} و Δf_{2R} بر پایه جزء مقاومتی امپدانس سدکننده است.

۱-۵-۱۹- فرکانس مرکزی^۸ (f_c)

فرکانس مرکزی، میانگین هندسی فرکانسهای حدی پهنای باند است.

۱-۵-۲۰- فرکانس مرکزی بر پایه مقاومت سدکننده^۹ (f_{CR})

این فرکانس، میانگین هندسی فرکانسهای حدی پهنای باند بر پایه مقاومت سدکننده است.

1. Carrier frequency
2. Blocking impedance
3. Blocking resistance
4. Tapping loss
5. Tapping loss based on blocking resistance
6. Bandwidth based on blocking impedance
7. Bandwidth based on blocking resistance
8. Center frequency
9. Center frequency based on blocking resistance



۱-۵-۲۱- ضریب Q^1

نسبت راکتانس به جزء مقاومتی پیچک اصلی در یک فرکانس مشخص است. فاکتور Q (ضریب کیفیت) به شدت بر روی مشخصه فرکانسی موج گیر تأثیر می‌گذارد و برای یک سیم‌پیچ ایده‌آل این مقدار بینهایت است.

۱-۵-۲۲- جریان دائم نامی I_N^2

ماکزیمم جریان موثر I_N در فرکانس قدرت که می‌تواند بدون افزایش حرارت پیچک اصلی تا حد مجاز به طور پیوسته از آن عبور کند.

۱-۵-۲۳- جریان کوتاه مدت I_{KN}^3 نامی

مقدار موثر جریان ماندگار اتصال کوتاه I_{KN} که می‌تواند در طول زمان مشخصی بدون ایجاد مشکل مکانیکی یا حرارتی از پیچک اصلی عبور کند. بر طبق استاندارد IEC پیک جریان نا متقارن نیم سیکل اول جریان اتصال کوتاه یعنی I_{KM} ، I_{KN} برابر مقدار I_{KN} است. I_{KN} را جریان اتصال کوتاه نامی و I_{KM} را جریان اتصال کوتاه دینامیک نیز می‌نامند.

۱-۵-۲۴- اضافه بار اضطراری I_{EO}^4

مقدار جریانی که پیچک اصلی برای یک زمان محدود بدون ایجاد خسارت دائم یا کاهش قابل ملاحظه عمر مفید می‌تواند تحمل کند.

۱-۵-۲۵- تلفات اهمی و آهنی P_{Fe}^5

تلفات اهمی و آهنی در پیچک اصلی به دلیل عبور جریان فرکانس قدرت و جریان گردابی^۶ ایجاد می‌شود. مقدار این تلفات وابسته به نحوه طراحی موج گیر و ماده استفاده شده در سیم‌پیچها می‌باشد. کاهش تلفات اهمی و آهنی بر کارایی مشخصه فرکانس حامل جریان موج گیر تأثیر می‌گذارد. از آن جا که موج گیرها در طرحهای مختلف ساخته می‌شوند، توصیه شده که جهت امکان مقایسه، تلفات در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شود. در صورتی که اندازه‌گیری در دمای غیر از ۷۵ درجه انجام شده باشد، می‌بایستی از روابط ارائه شده در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ جهت محاسبه تلفات اهمی و آهنی در دمای ۷۵ درجه استفاده شود. مقادیر نمونه تلفات قدرت (اهمی و آهنی) در پیوست (۱-۱) آورده شده است.

1. Q factor
2. Continuous rated current
3. Rated short time current
4. Emergency overload current
5. Power losses
6. Eddy current

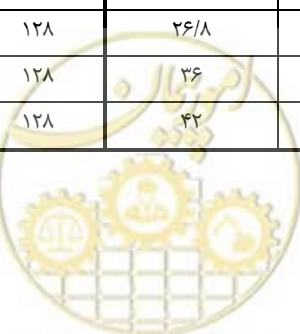


پیوست (۱-۱): مقادیر نمونه موج‌گیر

در جدول زیر نمونه‌ای از ابعاد و وزن موج‌گیر براساس اندوکتانس نامی و جریان دائم نامی آورده شده است. جنس پیچک اصلی آلومینیوم می‌باشد.

جدول ۱-۱: مقادیر نمونه موج‌گیر

اندوکتانس نامی پیچک اصلی	جریان دائم نامی (A)	جریان کوتاه‌مدت نامی (kA)	پیک جریان نامتقارن (kA)	تلفات در شرایط کاری (kW)	قطر (بدون حلقه محافظ کرونا) (mm)	طول (بدون حلقه محافظ کرونا) (mm)	وزن (kg)
۰/۲ mH	۴۰۰	۱۰	۲۵/۵	۱/۲	۶۵۰	۶۰۰	۵۵
	۶۳۰	۱۶	۴۱	۱/۷	۶۷۰	۸۲۰	۱۰۰
	۸۰۰	۲۰	۵۱	۲/۷	۷۹۰	۷۹۰	۱۲۰
	۱۲۵۰	۳۱	۸۰	۴/۹	۸۱۰	۱۰۲۰	۲۰۰
	۱۶۰۰	۴۰	۱۰۲	۶/۲	۹۳۰	۷۵۰	۲۳۰
	۲۰۰۰	۴۰	۱۰۲	۷/۶	۱۱۱۰	۸۰۰	۲۹۰
	۲۵۰۰	۵۰	۱۲۸	۱۰/۱	۱۱۳۰	۹۰۰	۳۸۰
	۳۱۵۰	۵۰	۱۲۸	۱۲/۲	۱۴۶۰	۱۲۰۰	۶۰۰
	۴۰۰۰	۵۰	۱۲۸	۱۴/۷	۱۷۲۰	۱۲۰۰	۸۰۰
۰/۵ mH	۴۰۰	۱۰	۲۵/۵	۲/۱	۷۷۰	۸۰۰	۷۰
	۶۳۰	۱۶	۴۱	۳/۷	۹۳۵	۱۰۲۰	۱۶۵
	۸۰۰	۲۰	۵۱	۴/۵	۸۶۰	۹۰۰	۲۰۰
	۱۲۵۰	۳۱	۸۰	۷/۵	۱۰۳۰	۹۸۰	۳۹۰
	۱۶۰۰	۴۰	۱۰۲	۱۰	۱۱۹۰	۱۰۰۰	۴۲۰
	۲۰۰۰	۴۰	۱۰۲	۱۳	۱۴۶۰	۱۰۰۰	۵۰۰
	۲۵۰۰	۵۰	۱۲۸	۱۷	۱۴۹۰	۱۱۰۰	۶۷۰
	۳۱۵۰	۵۰	۱۲۸	۲۱/۶	۱۹۲۰	۱۵۰۰	۱۰۵۰
	۴۰۰۰	۵۰	۱۲۸	۲۸/۲	۱۹۲۰	۱۷۰۰	۱۳۰۰
۱ mH	۴۰۰	۱۰	۲۵/۵	۳/۵	۹۲۰	۱۰۰۰	۱۱۰
	۶۳۰	۱۶	۴۱	۴/۷	۱۰۰۰	۱۰۵۰	۲۲۰
	۸۰۰	۲۰	۵۱	۷/۲	۱۰۱۰	۱۱۸۰	۳۰۰
	۱۲۵۰	۳۱	۸۰	۱۲/۴	۱۲۲۰	۱۲۰۰	۴۶۰
	۱۶۰۰	۴۰	۱۰۲	۱۶/۶	۱۴۵۰	۱۲۲۰	۶۶۰
	۲۰۰۰	۴۰	۱۰۲	۲۰/۵	۱۷۱۰	۱۲۵۰	۸۱۰
	۲۵۰۰	۵۰	۱۲۸	۲۶/۸	۱۷۳۰	۱۴۵۰	۱۰۵۰
	۳۱۵۰	۵۰	۱۲۸	۳۶	۲۱۸۰	۲۱۰۰	۱۷۵۰
	۴۰۰۰	۵۰	۱۲۸	۴۲	۲۱۸۰	۲۳۰۰	۲۱۰۰



فصل ۲

معیارهای طراحی و مهندسی انتخاب موج گیر



مقدمه

تعیین مشخصات موج‌گیر بیش از هر چیز وابسته به نیازمندیها و مشخصات شبکه مخابراتی است. با این حال به دلیل این که موج‌گیر یک المان ارتباطی بین شبکه انتقال انرژی و شبکه مخابراتی است، مشخصات شبکه انتقال نیز در تعیین موج‌گیر موثر خواهد بود. در این بخش فرض می‌شود که پارامترهای فرکانس قدرت شبکه همچون جریان نامی، جریان اتصال کوتاه و ... از محاسبات متداول این کار تعیین شده و ثانیاً نیازمندیهای شبکه مخابراتی مثل پهنای باند، فرکانس یا فرکانسهای موج حامل و ... نیز مشخص است.

در این فصل پارامترها و فاکتورهای مهم در انتخاب موج‌گیر تشریح می‌گردد.

۲-۱- اندوکتانس نامی پیچک اصلی

مقادیر توصیه شده برای اندوکتانس نامی مطابق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ برحسب میلی‌هنری عبارتند از:

$$\underline{۰/۲ - ۰/۲۵} - \underline{۰/۳۱۵ - ۰/۴} - \underline{۰/۵ - ۱} - \underline{۲}$$

ارقامی که زیر آنها خط کشیده شده ارجحیت دارند. مقدار انتخاب شده نباید کمتر از ۹۰٪ مقادیر توصیه شده باشد. مقدار این مشخصه براساس نیازهای شبکه مخابراتی مورد نظر انتخاب می‌گردد (طرح اولیه شبکه مخابراتی منطقه، نوع اطلاعات مبادله شده، تعداد کانالهای مورد نیاز و ...).

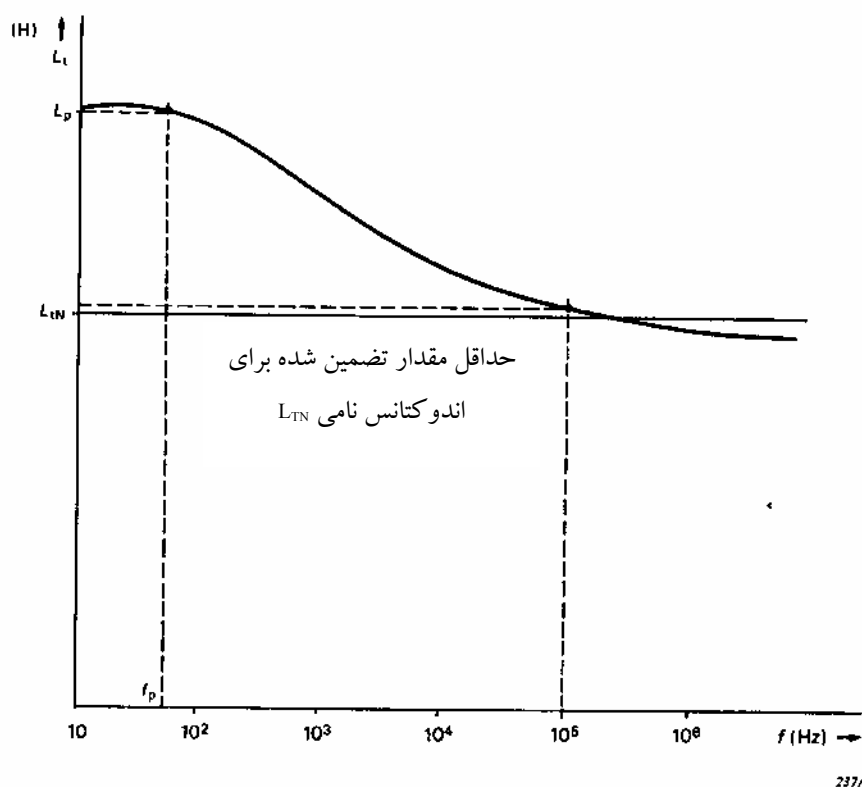
هرچه اندوکتانس نامی انتخابی بزرگتر باشد ابعاد فیزیکی موج‌گیر بزرگتر و قیمت آن نیز بیشتر خواهد بود ولی در عوض می‌توان از باند وسیعتری سود جست. اندوکتانس پیچک اصلی به دلیل وجود اثر پوستی^۱ و مجاورت^۲ ثابت نبوده و برحسب فرکانس متغیر است.

شکل (۲-۱) اندوکتانس پیچک اصلی برحسب فرکانس را نشان می‌دهد. در این شکل اندوکتانس نامی با L_{IN} و اندوکتانس فرکانس قدرت با L_p مشخص شده است.

واضح است که از دید شبکه مخابراتی اندوکتانس نامی اهمیت دارد حال آن که پیچک اصلی در مقابل فرکانس قدرت اندوکتانس L_p را از خود نشان می‌دهد. اندوکتانس نامی می‌تواند تا ۱۰٪ با اندوکتانس فرکانس قدرت متفاوت باشد.



1. Skin effect
2. Proximity effect

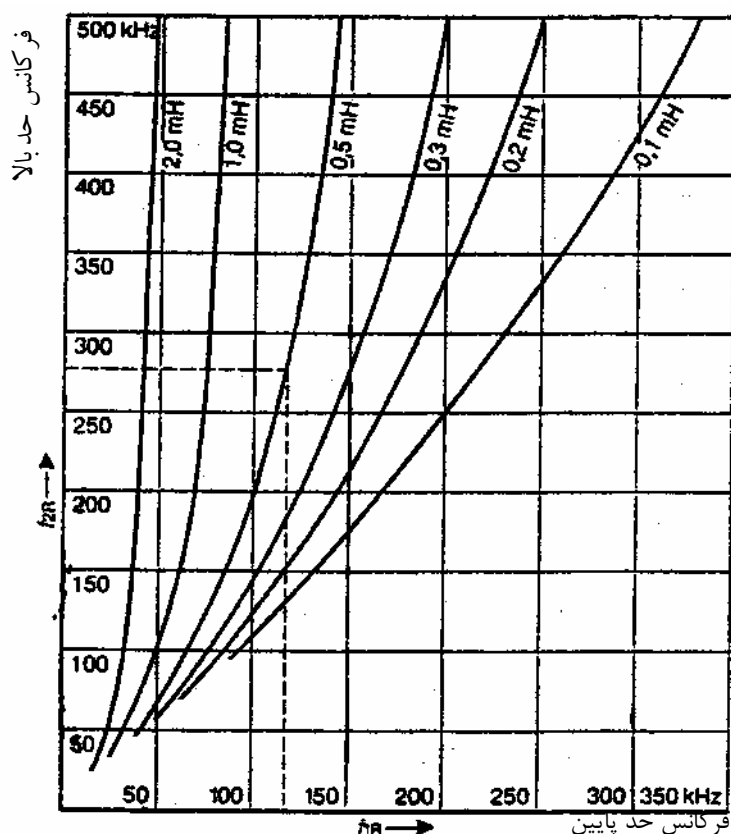


شکل ۲-۱: مشخصه فرکانسی پیچک اصلی

اصولاً با مشخص نمودن باند فرکانسی و امپدانس سدکننده نیازی به مشخص نمودن اندوکتانس نامی پیچک اصلی نبوده و سازنده می‌تواند آن را پیشنهاد دهد.

سازنده‌ها معمولاً نمودارهایی که از روی آن بتوان ارتباط بین اندوکتانس و پهنای باند را به ازای مقادیر مختلف اندوکتانس تحقیق کرد، ارائه می‌دهند. شکل (۲-۲) نمونه‌ای از این نمودارهاست. از روی این نمودار با مشخص بودن اندوکتانس می‌توان پهنای باند را تعیین کرد و در صورتی که پهنای باند مشخص باشد می‌توان اندوکتانس را تعیین نمود.





شکل ۲-۲: نمودارهای فرکانسی ارائه شده از طرف سازنده

۲-۲- جریان نامی

جریان نامی براساس محاسبات پخش بار تعیین می‌شود. استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ مقادیر زیر را برای جریان نامی توصیه می‌کند:

۱۰۰ - ۲۰۰ - ۴۰۰ - ۶۳۰ - ۸۰۰ - ۱۰۰۰ - ۱۲۵۰ - ۱۶۰۰ - ۲۰۰۰ - ۲۵۰۰ - ۳۱۵۰ - ۴۰۰۰

که ارقامی که زیر آنها خط کشیده شده است ارجحیت دارند. نزدیکترین مقدار بالایی از مقادیر بالا به جریان نامی خط بایستی انتخاب گردد.

۲-۳- جریان کوتاه مدت نامی

این پارامتر با توجه به محاسبات اتصال کوتاه تعیین می‌گردد، اما مقدار انتخابی با توجه به ارقام استاندارد انتخاب می‌شود. ارقام توصیه شده توسط استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ برحسب کیلوآمپر در دو سری و برای دو شرایط عادی و شرایط سنگین به شرح جدول (۱-۲) است.



جدول ۱-۲: هماهنگی جریانهای دائم و کوتاه مدت نامی

جریان کوتاه مدت نامی (کیلوآمپر)		جریان دائم نامی (آمپر)
سری دوم (شرایط سنگین)	سری اول (شرایط عادی)	
۲۵	۲۰	۸۰۰
۳۱/۵	۲۵	۱۰۰۰
۴۰	۳۱/۵	۱۲۵۰
۵۰	۴۰	۱۶۰۰
۵۰	۴۰	۲۰۰۰
۵۰	۴۰	۲۵۰۰
۵۰	۴۰	۳۱۵۰
۸۰	۶۳	۴۰۰۰

استقامت حرارتی موج‌گیر به وسیله جریان اتصال کوتاه و استقامت مکانیکی آن با پیک جریان اتصال کوتاه تعیین می‌گردد. مدت زمان جریان اتصال کوتاه ۱ ثانیه و مدت زمان استمرار پیک جریان اتصال کوتاه بزرگتر از پنج سیکل (۱۰۰ میلی ثانیه) در نظر گرفته می‌شود که با توجه به این دو رقم مدت زمان یک ثانیه منظور می‌گردد. از آن جا که جریان نامی و جریان اتصال کوتاه، هر دو دارای تاثیر حرارتی روی موج‌گیر می‌باشند، لذا هماهنگی بین این دو جریان لازم است. زمان اتصال کوتاه نامی طبق استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ یک ثانیه می‌باشد. با این حال سازندگان می‌توانند زمانهای اتصال کوتاه طولانی‌تری را ارائه نمایند.

۲-۴- سطوح عایقی

از آن جا که موج‌گیر به صورت سری در خط انتقال قرار می‌گیرد لذا تحت ولتاژ نامی شبکه قرار دارد و از طرف دیگر عبور جریان از سیم‌پیچ باعث ایجاد تنشهای طولی^۱ در موج‌گیر می‌شود. به همین دلیل دو نوع استقامت عایقی برای موج‌گیر تعریف می‌شود:

۲-۴-۱- استقامت عایقی در امتداد موج‌گیر

هرگونه تنش ولتاژی اعم از ولتاژهای عادی کار، اضافه ولتاژهای موقت، صاعقه و کلیدزنی که در ترمینالهای پیچک اصلی ظاهر می‌شود، توسط سایر اجزا نیز تجربه می‌شود.

در مواقع عادی کار شبکه، در اثر عبور جریان بار خط انتقال انرژی از پیچک اصلی با اندوکتانس فرکانس قدرت L_p ولتاژی در حدود چند صد ولت تا حداکثر چند کیلوولت در دو سر موج‌گیر افت خواهد نمود. اجزا اصلی موج‌گیر باید قادر به تحمل این افت ولتاژ دائم با فرکانس شبکه انتقال انرژی باشند. در هنگام اتصال کوتاه، این اجزاء اضافه ولتاژ موقتی با فرکانس ۵۰ Hz که از رابطه زیر به دست می‌آید، تجربه می‌نمایند:

$$V = 2\pi f_{PN} L_p I_{KN}$$

(۱-۲)

1 . Longitude stress



که در این رابطه :

f_{PN} : فرکانس نامی شبکه [Hz]

L_p : اندوکتانس فرکانس قدرت پیچک اصلی [mH]

I_{KN} : جریان کوتاه مدت نامی [kA]

V : افت ولتاژ در امتداد موج‌گیر [V]

این ولتاژ دارای دامنه‌ای بین چند کیلوولت تا چند ده کیلوولت است.

اضافه ولتاژ محاسبه شده از رابطه (۲-۱) از یکسو استقامت عایقی اجزاء موج‌گیر را مشخص می‌کند و از سوی دیگر ولتاژ نامی وسیله حفاظتی (برقگیر) را تعیین می‌کند. با معلوم شدن ولتاژ نامی وسیله حفاظتی، سطوح حفاظتی آن مشخص می‌شود. وسیله حفاظتی سطح اضافه ولتاژهای ضربه‌ای سیستم را که ممکن است در اثر عبور موج ضربه در ترمینالهای موج‌گیر ظاهر شوند به سطوح حفاظتی فوق محدود می‌کند. استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ حداقل حاشیه ایمنی میان سطح حفاظتی وسیله حفاظتی و سطح استقامت عایقی پیچک اصلی و وسیله تنظیم را ۳۰٪ تعیین نموده است. سطح عایقی پیچک اصلی و وسیله تنظیم باید بالاتر از ولتاژ باقیمانده^۱ (سطح حفاظتی) ناشی از عبور جریان دشارژ^۲ وسیله حفاظتی باشد.

۲-۴-۲- استقامت عایقی موج‌گیر نسبت به زمین

با توجه به این که موج‌گیر تحت ولتاژ نامی خط قرار دارد، مشابه تجهیزات پست باید نسبت به اشیاء زمین شده اطراف نیز عایق گردد. این کار معمولاً توسط فواصل هوایی، زنجیر مقره یا مقره انکائی، مقره خازن کوپلاژ یا ترانسفورماتور ولتاژ خازنی انجام می‌گیرد. در این موارد استقامت عایقی تجهیزات مذکور بایستی تعیین گردد. در مواردی که موج‌گیر به صورت آویز نصب می‌شود، استقامت عایقی زنجیره مقره‌ها نسبت به زمین، مشابه سایر تجهیزات پست خواهد بود.

۲-۵-۲- باند فرکانسی و امپدانس سدکننده

موج‌گیرها در فرکانس شبکه قدرت امپدانس قابل اغماضی دارند در صورتی که در برابر یک یا چند فرکانس حامل و یا یک باند فرکانس گسترده به صورت یک امپدانس نسبتاً بزرگ عمل می‌کنند. مشخصه فرکانسی موج‌گیر که امپدانس موج‌گیر را در گستره فرکانسی سیگنالهای مخابراتی تعیین می‌کند با توجه به نیازمندیهای سیستم مخابراتی تعیین می‌گردد.

به طور کلی سه نوع مشخصه فرکانسی در موج‌گیرهای مرسوم قابل تشخیص است:

۱- موج‌گیر با یک فرکانس قطع^۳ (شکل ۲-۳)

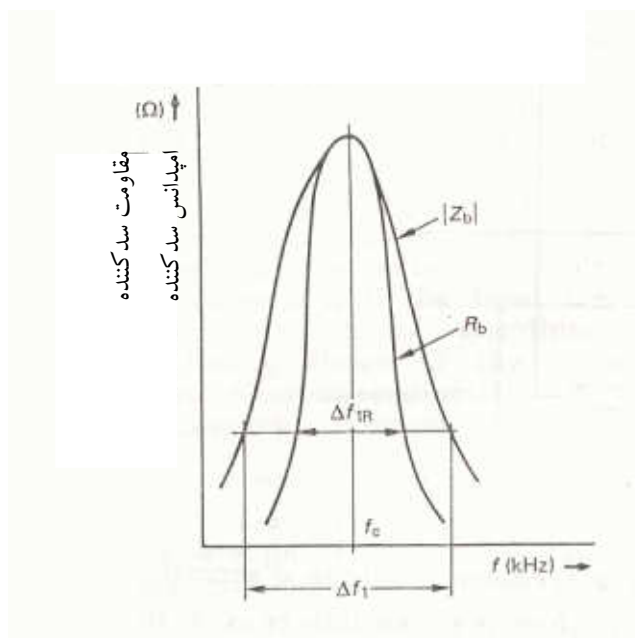
۲- موج‌گیر با دو فرکانس قطع^۴ (شکل ۲-۴)

۳- موج‌گیر با باند قطع گسترده^۵ (شکل ۲-۵)

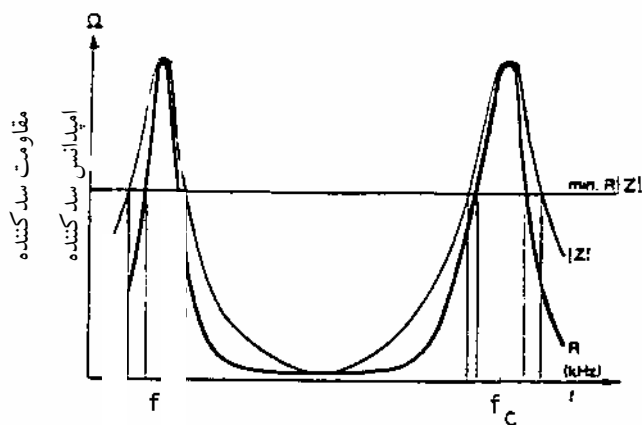
1. Residual voltage
2. Discharge current
3. Single frequency tuned line trap
4. Double frequency tuned line trap
5. Wide band tuned line trap



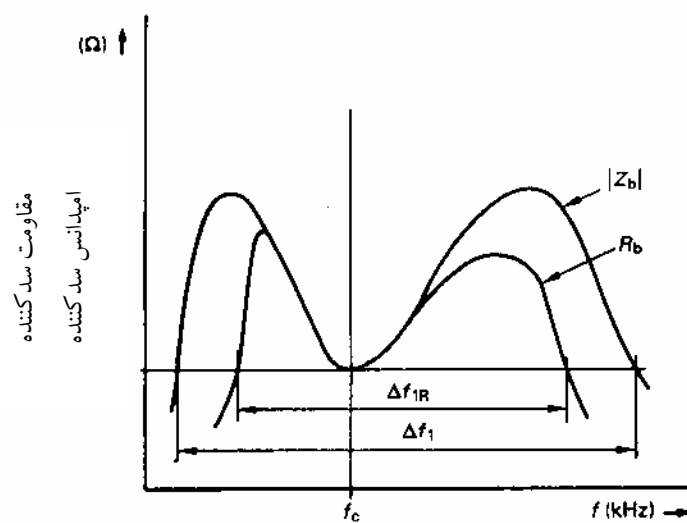
مشخصه‌های تک فرکانسی قطع و باند گسترده متداول تر هستند، با این حال ممکن است از موج‌گیرهای با دو فرکانس قطع یا بیشتر استفاده شود.



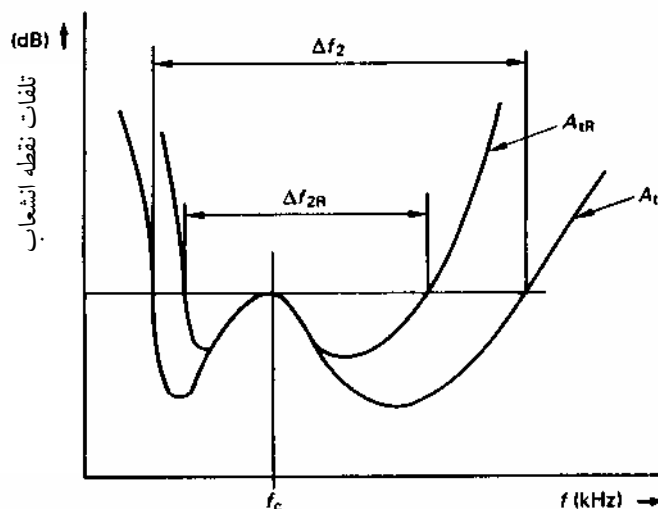
شکل ۲-۳: مشخصه فرکانسی موج‌گیر با یک فرکانس قطع



شکل ۲-۴: مشخصه فرکانسی موج‌گیر با دو فرکانس قطع [۴]



شکل ۲-۵: مشخصه فرکانسی موج‌گیر با باند قطع گسترده



شکل ۲-۶: مشخصه فرکانسی تلفات نقطه انشعاب

توجه: برای شکل‌های (۲-۵) و (۲-۶): $\Delta f_{1R} = \Delta f_{2R}$, $\Delta f_1 \neq \Delta f_2$

مشخصه‌های فرکانسی ممکن است قابل تنظیم^۱ و یا غیر قابل تنظیم باشند^۲. در صورت قابل تنظیم بودن مشخصه فرکانسی، این کار با تغییر پارامترهای وسیله تنظیم انجام می‌گیرد.



1. Field adjustable type
2. Factory fixed type

جهت سد نمودن امواج مخابراتی مورد نظر، امپدانس موج‌گیر در محدوده باند فرکانسی باید از مقدار مشخصی بالاتر باشد. از طرفی در برخی موارد لزوم مشخص نمودن حداقل مقاومت سدکننده به جهت این که امکان تشدید قسمت راکتیو امپدانس موج‌گیر با امپدانس معادل پست وجود دارد، ضروری می‌گردد (بخش موهومی Z_b تحت محدوده فرکانسی خاص می‌تواند خازنی باشد). امکان وقوع تشدید سری در شبکه مخابراتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا این پدیده باعث تضعیف غیر قابل قبول سیگنال حامل خواهد شد. تحت چنین شرایطی تنها مولفه اهمی R_b است که اثر نشت سیگنال حامل به شبکه پشت موج‌گیر را تعدیل می‌کند.

پهنای باند قابل استفاده و نیز فرکانسهای قطع کناری در اشکال (۲-۳) و (۲-۵) برای بدترین شرایط یعنی براساس R_b و از روابط زیر به دست می‌آیند [۱]

$$\Delta f_R = f_{2R} - f_{1R} = f_{CR} \cdot 2b \quad (2-2)$$

در رابطه فوق f_{1R} و f_{2R} به ترتیب فرکانسهای قطع کناری پایینی و بالایی براساس مولفه مقاومتی امپدانس سدکننده Z_b بوده و از روابط زیر بدست می‌آیند [۱]:

$$f_{CR} = (\sqrt{1+b^2} - b) f_{1R} \quad (3-2)$$

$$f_{CR} = (\sqrt{1+b^2} + b) f_{2R} \quad (4-2)$$

f_{CR} فرکانس قطع میانی براساس مولفه مقاومتی امپدانس سدکننده Z_b بوده که برابر با میانگین هندسی فرکانسهای کناری است [۱]:

$$f_{CR} = \sqrt{f_{1R} \cdot f_{2R}} \quad (5-2)$$

پارامتر b در این روابط برای موج‌گیرها با یک فرکانس قطع از رابطه زیر:

$$b = \pi \frac{f_{CR} \cdot L_{tN}}{2R_b} \quad (6-2)$$

و برای موج‌گیرها با باند قطع گسترده [۱] از رابطه زیر:

$$b = \pi \frac{f_{CR} \cdot L_{tN}}{R_b} \quad (7-2)$$

بدست می‌آید. با توجه به تعاریف b واضح است که پهنای باند موج‌گیر با پهنای باند قطع گسترده، دو برابر پهنای باند موج‌گیر با یک فرکانس قطع است. این روابط هم چنین نشان می‌دهد که برای افزایش پهنای باند بایستی اندوکتانس نامی موج‌گیر را افزایش داد که موجب افزایش قیمت موج‌گیر می‌شود. طبق توصیه IEC شماره ۶۰۳۵۳ برای اهداف محاسباتی باید از ۹/۰ اندوکتانس نامی برای در نظر گرفتن ۱۰٪ تلورانس مجاز ساخت پیچک اصلی استفاده شود.

باند فرکانسی موج‌گیر توسط بخش مخابرات و براساس نیازهای مخابراتی و باند فرکانس مجاز در رابطه با شبکه مشخص می‌شود. حداقل امپدانس سدکننده نیز با توجه به تلفات نقطه انشعاب که در بخش بعدی تعریف می‌شود، مشخص می‌گردد. با معلوم بودن اندوکتانس و پهنای باند می‌توان مقاومت سدکنندگی R_b را از رابطه زیر تعیین کرد [۱]:



$$R_b = \pi L_{in} \frac{f_{1R} \cdot f_{2R}}{f_{2R} - f_{1R}} \quad \text{برای موج گیر با یک فرکانس قطع} \quad (۸-۲)$$

$$R_b = 2\pi L_{in} \frac{f_{1R} \cdot f_{2R}}{f_{2R} - f_{1R}} \quad \text{برای موج گیر با باند قطع گسترده} \quad (۹-۲)$$

۲-۶- تلفات نقطه انشعاب و مشخصه تضعیف موج گیر

مدل الکتریکی یک پایانه PLC در فصل اول آمده است. همانطور که در شکل (۶-۲) دیده می شود تنها بخشی از سیگنالهای مخابراتی U_0 توسط پایانه PLC جذب می گردد (U_1). میزان تضعیف امواج ارسالی U_0 به امپدانس موجی خط انتقال (Z_L)، امپدانس ورودی مجموعه خازن تزویج - ابزار تزویج (Z_{in})، امپدانس سدکننده موج گیر $\bar{Z}_b$ و امپدانس مشخصه شبکه پشت موج گیر $\bar{Z}_1$ وابسته بوده و توسط کمیتی به نام تلفات نقطه انشعاب A_t سنجیده می شود. بنا به تعریف نسبت دامنه ولتاژ دریافتی، اگر موج گیر، امپدانس سدکننده بینهایت داشته باشد یعنی $\left(\frac{U_0}{2}\right)$ به دامنه ولتاژ دریافتی واقعی (U_1) بر حسب واحد dB، تلفات نقطه انشعاب گفته می شود:

$$A_t = 20 \log \left| \frac{U_0}{2U_1} \right| \quad (۱۰-۲)$$

جهت امکان مقایسه تلفات نقطه انشعاب بایستی بتوان این تلفات را براساس پارامترهای موج گیر و استاندارد شبکه نوشت. به همین منظور فرضهای زیر در نظر گرفته می شود:

- امپدانس موجی خط انتقال (Z_L) بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ اهم فرض می شود (معمولاً ۴۰۰ اهم برای اتصال فاز - زمین و ۶۰۰ اهم برای اتصال فاز- فاز)
 - فرض می شود شبکه پشت موج گیر در بدترین وضعیت امپدانسی یعنی $\bar{Z}_1 = 0$ باشد (معادل وقوع یک اتصال کوتاه در این شبکه و یا بستن کلید زمین ته خط).
 - فرض می شود با تنظیم مناسب امپدانس ورودی مجموعه خازن تزویج - ابزار تزویج در بازه فرکانس مورد نظر، این امپدانس برابر امپدانس خط انتقال باشد ($Z_{in}=Z_L$).
- با توجه به دو فرض آخر خواهیم داشت:

$$A_t = 20 \log \left| 1 + \frac{\bar{Z}_L}{2Z_b} \right| \quad (۱۱-۲)$$

به دلیل احتمال وقوع پدیده تشدید سری در یک فرکانس حامل، غالباً کارکرد موج گیر در شبکه ارتباطی به جای $\bar{Z}_b$ با R_b سنجیده می شود. با استفاده از R_b تلفات نقطه انشعاب بر حسب مقاومت سدکننده به صورت زیر تعریف می شود:

$$A_{tR} = 20 \log \left| 1 + \frac{\bar{Z}_L}{2R_b} \right| \quad (۱۲-۲)$$



با تعیین مقدار مشخصی برای تلفات نقطه انشعاب می‌توان مقدار امپدانس $\bar{Z}_b$ را تعیین کرد. استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ تعیین A_t و A_{tR} و به تبع Z_b را به توافق بین خریدار و فروشنده واگذار کرده با این حال مقدار ماکزیمم آن را $2/6$ دسی بل تعیین کرده است. این تلفات متناظر با موج‌گیری است که مقاومت سدکننده آن $1/41$ برابر امپدانس مشخصه خط باشد که برای یک خط با امپدانس مشخصه 400 اهم مقاومت سدکنندگی برابر 570 اهم می‌باشد. همان طور که در بخش ۲-۵ گفته شد امپدانس سدکنندگی $\bar{Z}_b$ موج‌گیر مقدار ثابتی نبوده و با فرکانس تغییر می‌کند. شکل ۲-۶ تغییرات تلفات نقطه انشعاب را بر حسب فرکانس برای یک موج‌گیر با پهنای باند قطع گسترده نشان می‌دهد.

میزان نفوذ ناخواسته سیگنال‌های مخابراتی به شبکه پشت موج‌گیر توسط کمیتی به نام تضعیف سدکنندگی موج‌گیر A_b سنجیده می‌شود که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A_b = 20 \log \left| \frac{U_1}{U_2} \right| \quad (13-2)$$

با توجه به فرضیهایی که در محاسبه A_t اعمال شده، داریم:

$$A_b = 20 \log \left| 1 + \frac{\bar{Z}_b}{\bar{Z}_1} \right| \quad (14-2)$$

که $\bar{Z}_1$ در این رابطه امپدانس مشخصه شبکه پشت موج‌گیر است. این امپدانس یا امپدانس مجموعه تجهیزات یک پست فشار قوی است که مقدار آن غالباً بزرگتر از 100 اهم نیست و یا امپدانس موجی یک خط انتقال دیگر است که معمولاً در حدود 400 اهم برای اتصال فاز-زمین و 600 اهم برای اتصال فاز-فاز می‌باشد.

در استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ هیچ‌گونه محدودیتی برای مشخصه تضعیف A_b داده نشده هر چند که مقایسه روابط (۲-۱۲) و (۲-۱۴) نشان می‌دهد که با معلوم بودن حداکثر مقدار مجاز A_t و امپدانس موجی خط انتقال، حداقل امپدانس سدکنندگی Z_b به دست می‌آید و به این ترتیب با مشخص بودن امپدانس Z_1 می‌توان حداقل مقدار A_b را تعیین کرد.

۷-۲- مشخصه اضافه بار اضطراری

فرض بر این است که پیش از اضافه بار، موج‌گیر حامل جریان دائم نامی خود بوده است. روشن است که چنین قابلیت به طرح حرارتی موج‌گیر به ویژه کلاس حرارتی عایق به کار گرفته شده در اجزای موج‌گیر بستگی دارد. جدول (۲-۲) اضافه بارهای اضطراری مجاز را بر حسب درجه حرارت محیط و جدول (۲-۳) رابطه بین کلاس عایقی و حداکثر دمای قابل تحمل را براساس استاندارد IEC شماره ۶۰۳۵۳ نشان می‌دهد.



جدول ۲-۲: اضافه بار اضطراری بر حسب درصد جریان دائم نامی

مدت زمان دوره اضطراری			درجه حرارت محیط (درجه سانتیگراد)
۶۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	۱۵ دقیقه	
۱۲۰	۱۳۰	۱۴۰	+۴۰
۱۲۵	۱۳۵	۱۴۵	+۲۰
۱۳۰	۱۴۰	۱۵۰	۰
۱۳۵	۱۴۵	۱۵۵	-۲۰
۱۴۰	۱۵۰	۱۶۰	-۴۰

جدول ۲-۳: رابطه بین کلاس عایقی و حداکثر دمای قابل تحمل

کلاس عایق و دمای مرجع (°C)	دمای حداکثر (°C)
۱۰۵ (A)	۱۵۰
۱۲۰ (E)	۱۷۵
۱۳۰ (B)	۱۸۵
۱۵۵ (F)	۲۱۰
۱۸۰ (H)	۲۳۵
۲۲۰ (C)	۲۶۰

۲-۸- مشخصه حرارتی عایق

در طراحی حرارتی هر وسیله از جمله موج‌گیر بایستی سه مساله را در نظر گرفت: تنش حرارتی (مثلاً دمای کار ناشی از عبور جریان دائم نامی در درجه حرارت 40°C)، استقامت حرارتی (کلاس حرارتی) و فاصله دمای نسبی این دو که به ضریب ایمنی^۱ موسوم است. در واقع تنها ذکر جهش دمای یک وسیله یا استقامت حرارتی آن فاقد ارزش ارزیابی فنی است. آن چه امکان مقایسه میان طرحهای مختلف را فراهم می‌کند، ضریب ایمنی است که از نسبت استقامت حرارت به تنش حرارتی به دست می‌آید. هر چه این ضریب بزرگتر باشد طراحی بهتر بوده و عمر حرارتی وسیله بیشتر خواهد بود. اختلاف دمای کار مطلق موج‌گیر نسبت به درجه حرارت محیط افزایش دمایی^۲ موج‌گیر نامیده می‌شود.

۲-۹- نمونه‌ای از طراحی و انتخاب مشخصه‌های موج‌گیر

هدف از این بخش ارائه مثالی عددی جهت آشنایی با نحوه تعیین پارامترهای موج‌گیر در عمل می‌باشد. بدیهی است که مشخصه‌های موج‌گیرهایی که در این مثال تعیین می‌گردند تنها جهت سیستمهایی با همان شرایط قابل اعمال هستند، لذا از به کار بردن مشخصات حاصل از این محاسبات جهت مواردی که فاقد شرایط تشریح شده در این قسمت می‌باشند، باید اجتناب نمود.

1. Safety factor
2. Temperature rise



۲-۹-۱- مشخصات سیستم

- ولتاژ نامی : ۴۰۰ کیلوولت
- حداکثر ولتاژ سیستم : ۴۲۰ کیلوولت
- فرکانس سیستم : ۵۰ هرتز
- تعداد فاز : ۳
- نحوه زمین کردن نوترال : به طور موثر زمین شده

۲-۹-۲- مشخصات شرایط محیطی

- حداقل درجه حرارت : ۲۵- درجه سانتیگراد
- حداکثر درجه حرارت : ۴۵ درجه سانتیگراد
- ارتفاع از سطح دریا : ۱۳۰۰ متر
- رطوبت نسبی : ۸۰ درصد
- سرعت باد : برای ۱۰ دقیقه ۳۰ متر بر ثانیه
- برای ۵ ثانیه ۴۰ متر بر ثانیه
- میزان آلودگی : سنگین
- شتاب زلزله : ۰/۳g

۲-۹-۳- انتخاب موج‌گیر

- **اندوکتانس پیچک اصلی :** همانطور که گفته شد عملاً با مشخص بودن فرکانس و امپدانس سدکننده نیازی به مشخص نمودن اندوکتانس نامی پیچک اصلی نبوده و این سازنده است که می‌تواند آن را پیشنهاد دهد. با این حال با توجه به فرکانسهای مخابراتی مورد استفاده در شبکه قدرت ایران برای پستهای ۴۰۰ کیلوولت، مقدار ۱ میلی‌هانری تعیین می‌گردد. لازم به ذکر است که با کاهش سطح ولتاژ پستها به این دلیل که حجم اطلاعات ارسالی و دریافتی پایین می‌آید لذا اندوکتانس موج‌گیر نیز کمتر انتخاب می‌شود.
- **جریان نامی :** جریان نامی موج‌گیر، جریان نامی خطی است که به آن متصل است و از محاسبات پخش بار قابل تعیین است. در عین حال عدد انتخابی بایستی یکی از اعداد استاندارد باشد که در این مثال مقدار ۲۰۰۰ آمپر در نظر گرفته می‌شود.
- **جریان اتصال کوتاه :** با توجه به محاسبات اتصال کوتاه، جریان اتصال کوتاه برابر ۴۰ کیلوآمپر در نظر گرفته می‌شود.
- **سطوح عایقی نامی :** مطابق رابطه (۱-۲) اضافه ولتاژ طولی ناشی از جریان اتصال کوتاه برابر مقدار زیر است و استقامت عایقی در امتداد موج‌گیر توسط سازنده تعیین می‌شود.

$$V = 2\pi \times 50 \times 1 \times 10^{-3} \times 40 \times 10^3 = 12566.4 \text{ V}$$



- **نوع موج‌گیر:** با توجه به نیازهای مخابراتی شبکه و به طور معمول از موج‌گیر با پهنای باند قطع گسترده استفاده می‌شود. موج‌گیر بایستی مناسب جهت عملکرد فضای آزاد باشد.
- **باند فرکانسی:** به طور مشخص توسط مشاور مخابراتی تعیین می‌شود. در عمل سازنده منحنی‌هایی ارائه می‌دهد که به کمک آن با مشخص کردن اندوکتانس نامی و امپدانس سدکننده مقدار پهنای باند را می‌توان تعیین کرد.
- **امپدانس و مقاومت سدکننده (Z_b , R_b):** با فرض کوپلینگ فاز به زمین مقدار Z_L برابر ۴۰۰ اهم است و با توجه به مقدار پیشنهادی استاندارد IEC برای A_t ($A_t = 2/6\text{dB}$) حداقل مقدار Z_b برابر ۵۷۰ اهم خواهد بود. جهت عملکرد مناسب موج‌گیر تحت شرایط تشدید بایستی مقدار A_{IR} برابر ۲۶ دسی‌بل در نظر گرفته شده و به این ترتیب R_b برابر ۵۷۰ اهم خواهد بود. مشاور مخابراتی ایران مقادیر ثابت $(Z_b)_{\min} = 600\Omega$ و $(R_b)_{\min} = 400\Omega$ را توصیه نموده است.
- **روش کوپلاژ:** روش کوپلاژ انتخابی بسته به سطح قابلیت اطمینان مورد نظر برای کانال مخابراتی و مسائل اقتصادی است. در این جا روش کوپلاژ فاز به زمین انتخاب شده که اقتصادی‌ترین روش است. بایستی دقت شود که انتخاب کوپلاژ فاز به فاز منجر به $Z_L = 600\Omega$ خواهد شد.
- **روش نصب:** با توجه به مقادیر انتخابی جهت جریان نامی، جریان اتصال کوتاه و اندوکتانس موج‌گیر، وزن موج‌گیر انتخاب شده به گونه‌ای است که بایستی آن را روی پایه مستقل نصب کرد.
- **جریان نامی تخلیه برقی‌گیر:** این مقدار نباید کمتر از جریان تخلیه برقی‌گیرهای پست باشد و به همین جهت مقدار ۱۰ کیلوآمپر در نظر گرفته می‌شود.
- **حداکثر ولتاژ تداخل رادیویی:** این مقدار به طور ثابت برابر ۲۵۰۰ میکروولت در نظر گرفته می‌شود.



فصل ۳

الزامات و آزمونها



۳-۱- شرایط عمومی

آزمونهایی که در زیر برشمرده می شود می تواند توسط سازنده در دمای محیطی صفر تا ۴۰ درجه سانتیگراد و شرایط محیط بسته یا فضای آزاد انجام گیرد.

به جز در مواردی که نحوه نصب خاصی اشاره شده، موج گیر بایستی در همان شرایطی که در پست نصب می گردد، آزمایش شود و دمای محیط در طول آزمون بایستی ثبت گردد.

کلیه آزمونهای نوعی^۱ و یا پاره ای از آنها بنا به موافقت بین خریدار و سازنده، می تواند به عنوان آزمونهای نمونه ای^۲ تکرار شود. آزمونهای مربوط به وسیله محافظ^۳ (برقگیر) بایستی براساس استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۰۹۹ انجام گیرد.

بایستی دقت شود که در مورد بعضی آزمونها روشهای ویژه ای به قصد سادگی پیشنهاد شده است. روشهای دیگر، شامل استفاده از دستگاههای اندازه گیری خاص که مقادیر را به طور مستقیم اندازه گیری می کنند و به محاسبات نیازی ندارند، در صورتی که از دقت کافی برخوردار باشند قابل استفاده اند. لازم است که در هنگام انجام آزمونهای فرکانس حامل^۴، حلقه اندازه گیری^۵ تا حد ممکن کوچک باشد تا امپدانسهای خارجی در مدار اندازه گیری تاثیر نداشته باشند. همچنین کلیه دستگاههایی که در اندازه گیری استفاده می شوند (شامل خود موج گیر) بایستی نسبت به سطوح فلزی عایق بوده و در صورت امکان امپدانس دستگاههای اندازه گیری نیز مدنظر قرار گیرد.

۳-۲- آزمونهای نوعی

۳-۲-۱- آزمون افزایش درجه حرارت

این آزمون جهت اثبات رفتار حرارتی موج گیر در هنگام عبور جریان دائمی انجام می شود. در این آزمون افزایش دمای پیچک اصلی موج گیر (دمای متوسط اندازه گیری شده به کمک افزایش مقاومت و اندازه گیری مستقیم دمای گرمترین نقطه) تعیین می شود.

آزمون بایستی در جریان نامی (I_N) انجام شود مگر در مواردی که این امر ممکن نباشد. در این حالت جریان آزمون (I_t) نباید کمتر از ۹۰٪ جریان نامی باشد.

در این صورت مقدار افزایش دمای θ_n که به واسطه عبور جریان نامی I_N از موجگیر ایجاد می شود از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\theta_n = \theta_t \left(\frac{I_N}{I_t} \right)^{1.6} \quad (۱-۴)$$

که در آن θ_t افزایش دما تحت جریان I_t است.

1. Type test
2. Sample test
3. Protective device
4. Carrier frequency
5. Measuring loop



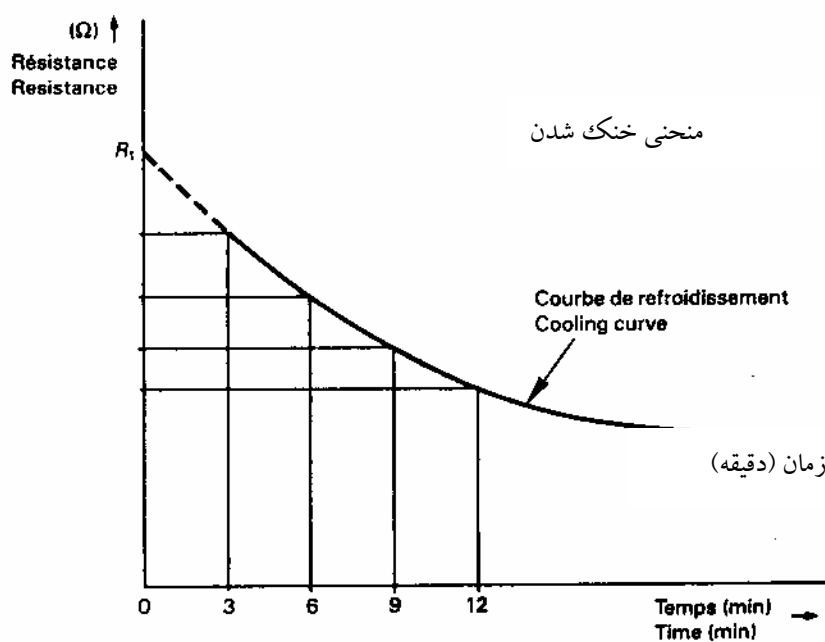
آزمون بایستی تا زمانی ادامه یابد که دمای هیچ نقطه‌ای از موج‌گیر در دو قرائت متوالی با فاصله زمانی یک ساعت بیش از ۲٪ افزایش نیابد.

الف _ تعیین افزایش دمای متوسط به کمک افزایش مقاومت:

بسته به ضریب حرارتی ماده هادی پیچک اصلی، مقاومت پیچک اصلی با دما تغییر می‌کند. به همین دلیل افزایش درجه حرارت ناشی از اعمال جریان نامی را می‌توان با اندازه‌گیری مقاومت پیچک اصلی بلافاصله بعد از آزمون تعیین کرد. از آن جا که همواره یک فاصله زمانی بین پایان آزمون و اندازه‌گیری مقاومت وجود خواهد داشت توصیه می‌شود که حداقل در چهار زمان مختلف با فاصله زمانی ۳ دقیقه مقدار مقاومت اندازه‌گیری شود و مقادیر بر حسب زمان در یک نمودار رسم شوند. به کمک تقریب منحنی همانند شکل (۱-۳) می‌توان مقدار مقاومت را در زمان صفر یعنی درست بعد از پایان آزمون تعیین کرد.

شکل ۱-۳: منحنی خنک شدن پیچک اصلی

مقاومت



229/89

مقدار ضریب حرارتی یعنی α و $T = \frac{1}{\alpha}$ در جدول (۱-۳) داده شده است. لازم است که سازنده مقدار ضریب α و یا T را برای

ماده مورد استفاده در پیچک اصلی ارائه دهد.



جدول ۳-۱: ضریب α و T

های مورد استفاده	$\alpha = \frac{1}{T}$ ($1/^{\circ}\text{C}$)	$T = \frac{1}{\alpha}$ ($^{\circ}\text{C}$)
آلومینیوم	۰/۰۰۴۴۴	۲۲۵
مس	۰/۰۰۴۲۶	۲۳۵
آلدی ^۱	۰/۰۰۳۶۰	۲۷۸

دمای پیچک اصلی در پایان آزمون θ_2 را می‌توان به کمک اندازه‌گیری مقاومت در آن دما یعنی R_2 و مقاومت اندازه‌گیری شده یعنی R_1 در یک دمای دیگر θ_1 بر طبق رابطه زیر تعیین کرد:

$$\theta_2 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (225 + \theta_1) - 225 \quad \text{برای آلومینیوم}$$

$$\theta_2 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (235 + \theta_1) - 235 \quad \text{برای مس} \quad (۲-۳)$$

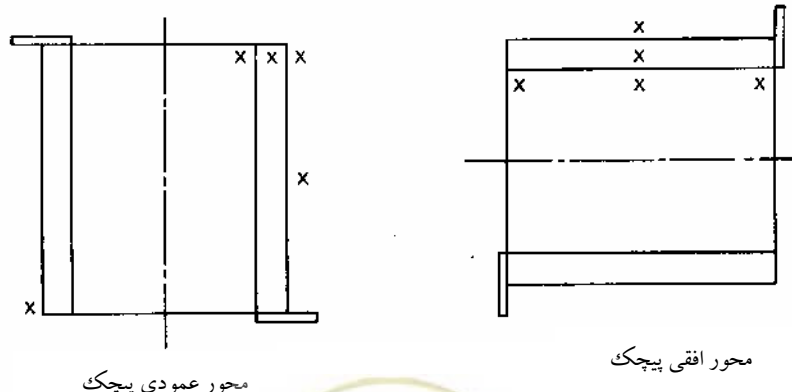
$$\theta_2 = \frac{R_2}{R_1} \cdot (278 + \theta_1) - 278 \quad \text{برای آلدی}$$

که در آنها θ_1 و θ_2 بر حسب درجه سانتیگراد هستند.

میانگین افزایش درجه حرارت به صورت اختلاف بین دمای نهایی θ_2 و دمای محیط تعریف می‌شود.

ب - تعیین افزایش درجه حرارت در گرمترین نقطه:

افزایش درجه حرارت گرمترین نقطه عبارت است از اختلاف بین دمای گرمترین نقطه که در حداقل پنج نقطه مطابق شکل (۲-۳) اندازه‌گیری شده و دمای محیط در پایان آزمون.



شکل ۳-۲: نقاط اندازه‌گیری دما



موج‌گیر باید در موقعیتی شبیه به موقعیت نصب تحت این آزمون قرار گیرد. در این شکل علامت $\times$ نقاط اندازه‌گیری را نشان می‌دهد و منظور از محور افقی و عمودی نحوه قرار گرفتن پیچک است.

در این آزمون می‌توان از ترموکوپل^۱، دماسنج^۲، کاغذ حساس به حرارت^۳ و یا سایر وسایل مناسب جهت اندازه‌گیری افزایش حرارت استفاده گردد.

اندازه‌گیری افزایش دما به کمک ترموکوپلها ممکن است با مشکلاتی همراه باشد، چرا که ولتاژ دو سر پیچک اصلی می‌تواند بر مقادیر قرائت شده تاثیر گذارد. در جایی که محور پیچک اصلی عمودی باشد، معمولاً گرمترین نقطه در بالای سیم‌پیچ خواهد بود.

۳-۲-۲- اندازه‌گیری ولتاژ تداخل رادیویی

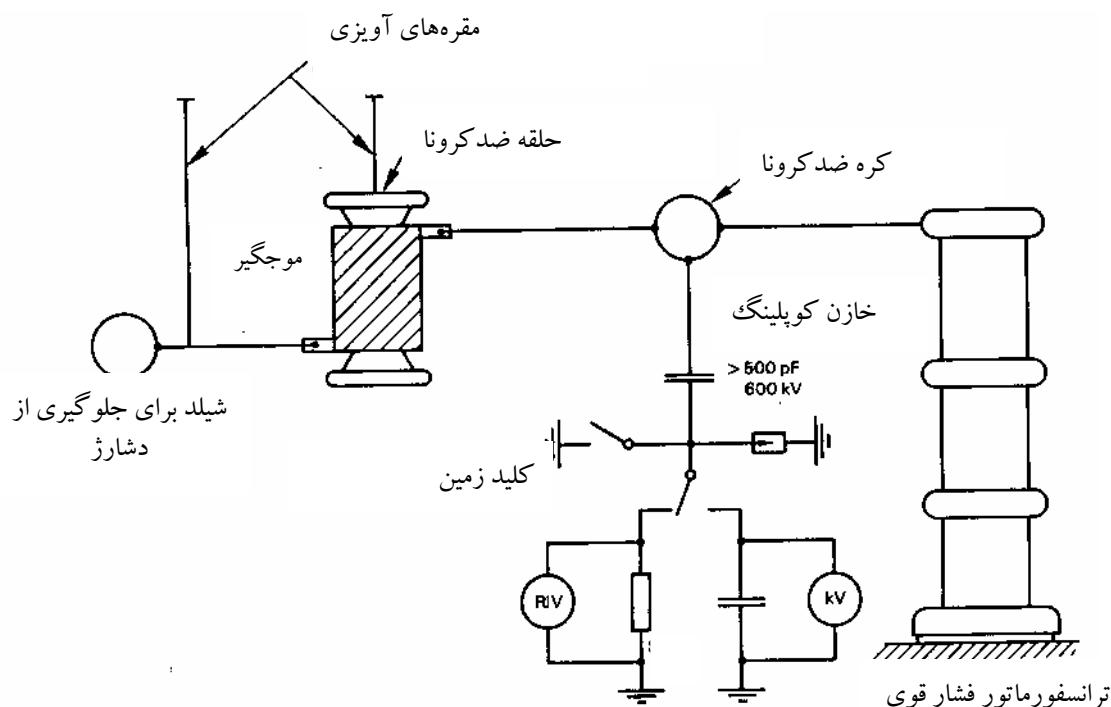
شکل (۳-۳) روش تعیین این امر را که تحت شرایط کاری، موج‌گیر ولتاژ تداخل رادیویی ایجاد می‌کند یا خیر، نشان می‌دهد. محیطی که آزمون در آن انجام می‌شود بایستی پاک و خشک (رطوبت ۷۵٪ - ۵۰٪) باشد. همچنین سطح تداخل زمینه‌ای نباید بیش از ۵۰ میکروولت باشد. ولتاژ آزمون برابر $\frac{U_m}{\sqrt{3}}$ خواهد بود که U_m حداکثر ولتاژ سیستم است. جدول (۳-۲) رابطه بین ولتاژ سیستم و ولتاژ آزمون را نشان می‌دهد. آزمون بایستی با استاندارد IEC شماره ۶۰۲۷۰ مطابقت داشته باشد و از وسیله‌ای جهت اندازه‌گیری استفاده شود که مورد توافق بوده و از نظر تجاری در دسترس باشد. حد مجاز ولتاژ تداخل رادیویی ۲۵۰۰ میکروولت است. وسیله اندازه‌گیری بایستی قادر به اندازه‌گیری سیگنالها در مد شبه پیک^۴ در باند ۰/۵ تا ۱/۵ مگاهرتز و با پهنای باند ۹ کیلوهرتز باشد. امپدانس ورودی وسیله باید تقریباً ۱۵۰Ω باشد.

جدول ۳-۲: رابطه بین ولتاژ ماکزیمم سیستم و ولتاژ آزمون تداخل رادیویی

ولتاژ آزمون تداخل رادیویی (kV)	ماکزیمم ولتاژ سیستم قدرت (kV)
۴۸	۷۲/۵
۹۷	۱۴۵
۱۶۳	۲۴۵
۲۸۰	۴۲۰

1. Thermocouple
2. Thermometer
3. Thermally sensitive paper
4. Quasi peak mode





شکل ۳-۳: مدار آزمون ولتاژ تداخل رادیویی

۳-۲-۳- آزمونهای عایقی

از بین دو آزمونی که در زیر می‌آید، بنا به توافق بین سازنده و خریدار، تنها لازم است که یک آزمون انجام گیرد. در شرایط خاص توافق بین طرفین، انجام هر دو آزمون می‌تواند مزایایی در بر داشته باشد.

۳-۲-۳-۱- آزمون ولتاژ ضربه

آزمون ولتاژ ضربه را می‌توان به دو صورت زیر انجام داد:

- روش اول:

برای انجام این آزمون وسیله محافظ با وسیله‌ای که ولتاژ جرقه‌ای^۱ تا ۳۰٪ بالاتر از وسیله محافظ اصلی دارد و از همان نوع جایگزین می‌شود. حد بالای ولتاژ جرقه بایستی مربوط به وسیله حفاظتی باشد که بر طبق استاندارد IEC شماره ۱-۶۰۹۹ بالاترین مقدار نامی بعدی را دارد.

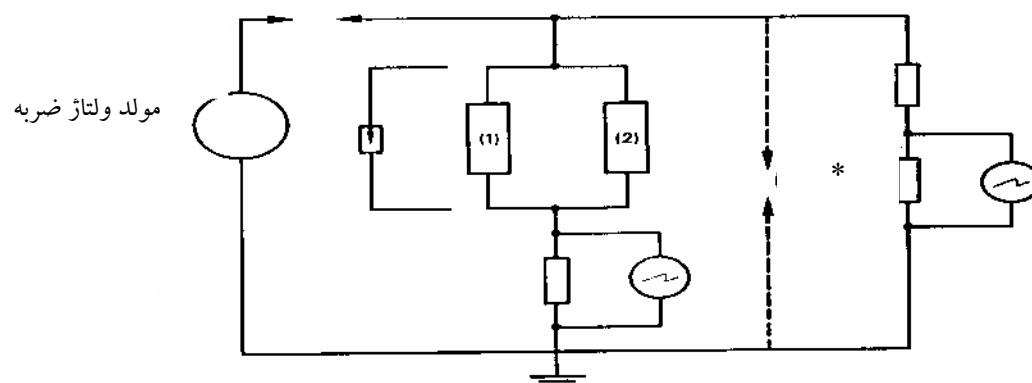
بایستی دقت شود که اگر نیازمندیهای آزمون به خاطر مشخصات ذاتی وسیله حفاظتی برآورده نشود بایستی از یک شکاف هوایی کره‌ای به جای آن استفاده شود.



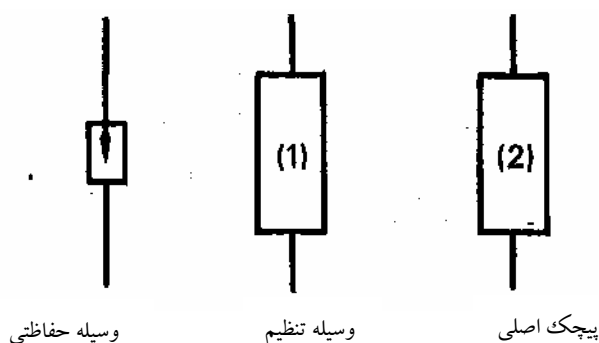
1. Sparkover voltage

ولتاژی که شکل موج پیشانی آن حداقل $200 \frac{kV}{\mu s}$ باشد و دامنه آن به گونه‌ای باشد که در پیشانی موج، برقگیر حتماً جرقه بزند، بایستی به ترمینالهای موج‌گیر اعمال شود.

مدار پیشنهادی جهت آزمون در شکل (۳-۴) نشان داده شده، اما در این مدار بجای برقگیر از فاصله هوایی برشی^۱ استفاده شده است.



* فاصله هوایی برشی تنها در آزمون موج‌ضربه بریده شده استفاده می‌شود



شکل ۳-۴: مدار انجام آزمون ولتاژ ضربه

ولتاژ آزمون بایستی به ترتیب زیر به هر یک از ترمینالها اعمال شده در حالیکه ترمینال دیگر زمین شده است.

الف) یک ولتاژ ضربه کاهش یافته به مقدار تقریبی ۵۰٪ ولتاژ جرقه وسیله حفاظتی

ب) پنج ولتاژ ضربه کامل مثبت و پنج ولتاژ ضربه کامل منفی

ج) تکرار مورد "الف"

تغییرات عمده در مشخصه سدکنندگی موج‌گیر قبل و بعد از آزمون و همچنین تغییرات در خروجی‌های اسیلوگراف می‌تواند مشخصات غیرنرمال عایق و سایر تأثیرات ناشی از آزمون را نشان دهد.

- روش دوم :

در این حالت وسیله حفاظتی از مدار جدا می‌شود ولی وسیله تنظیم در مدار قرار دارد (مانند اینکه سیستم تنظیم در شرایط کاری خود باشد). ولتاژی به شکل موج $50-10 \mu s$ به ترمینالهای موج گیر اعمال می‌گردد. مقدار پیک ولتاژ بایستی حداقل از ۳۰٪ پیشانی ولتاژ جرقه و یا ولتاژ باقیمانده^۱ در جریان دشارژ نامی بالاتر باشد. مدار پیشنهادی جهت این آزمون در شکل (۳-۴) نشان داده شده است. ولتاژ آزمون بایستی به هر یک از ترمینالها در حالیکه ترمینال دیگر زمین شده اعمال شود. رویه انجام آزمون به شکل زیر است:

(الف) یک ولتاژ ضربه کاهش یافته به مقدار ۵۰٪ پیک ولتاژی که قبلاً تعریف شد.

(ب) یک ولتاژ ضربه کامل

(ج) دو موج مثبت و دو موج منفی ۱۰۰ بریده شده^۲ درصد با حداکثر زمان تا لحظه برش برابر ۵ میکروثانیه و حداکثر زمان فروپاشی ولتاژ^۳ در طول برش به مقدار ۰/۴ میکروثانیه.

(د) سه ولتاژ ضربه مثبت و سه ولتاژ ضربه منفی کامل

(ه) تکرار موارد "الف"

تغییرات عمده در مشخصه سدکنندگی موج گیر قبل و بعد از آزمون و همچنین در خروجی‌های اسیلوگراف می‌تواند مشخصات غیرنرمال عایق و سایر تأثیرات ناشی از آزمون را نشان دهد.

۳-۲-۲-۳- آزمون ولتاژ فرکانس قدرت بر روی وسیله تنظیم

برای انجام این آزمون وسیله حفاظتی از پیچک اصلی جدا شده و ولتاژی به اندازه ۱۳۰ درصد ولتاژ محاسبه شده از رابطه (۱-۲)، برای مدت ۵ ثانیه به آن اعمال می‌شود.

۳-۲-۴- آزمون جریان کوتاه مدت^۴

این آزمون جهت اثبات استقامت مکانیکی و حرارتی موج گیر در مقابل جریان نامی کوتاه مدت (I_{KN}) طراحی شده است. در این آزمون موج گیر به صورت کامل یعنی به همراه وسیله محافظ و تنظیم تحت آزمون قرار می‌گیرد.

۳-۲-۴-۱- استقامت مکانیکی

استقامت مکانیکی موج گیر بایستی با اعمال یک جریان اتصال کوتاه نامتقارن که پیک اول آن کمتر از ۲/۵۵ برابر I_{KN} نیست، تأیید شود. مدت زمان جریان نامتقارن کوتاه مدت بایستی حداقل برابر ۵ سیکل باشد. سایر دوره‌های آزمون می‌تواند با توافق سازنده و خریدار انتخاب شود.



1. Residual voltage
2. Chopped impulse
3. Voltage collapse
4. Short-time

۳-۲-۴-۲- رفتار حرارتی

استقامت حرارتی موج‌گیر بایستی با اعمال جریان کوتاه مدت I_{KN} برای مدت زمان ۱ ثانیه، تأیید شود. در صورتیکه نتوان آزمون را تحت شرایط بالا انجام داد، می‌توان آزمون را در دوره t و جریان I انجام داد، بطوریکه $I \cdot t$ کمتر از $I_{KN} \cdot t_N$ نباشد و t مقداری بین ۰/۵ تا ۲ ثانیه داشته باشد، $t_N = 1s$ می‌باشد. با بازرسی چشمی و اندازه‌گیری قابلیت سدکنندگی موج‌گیر قبل و بعد از آزمون، می‌توان توانایی موج‌گیر را در مقابل این آزمون تعیین نمود.

در صورتی که وسیله آزمون توانایی اعمال قدرت کافی را نداشته باشد، دمای نهایی θ_1 را می‌توان بنا به رابطه (۳-۳) محاسبه کرد. این دما نباید از مقدار مشخص شده برای کلاس حرارتی عایق در جدول (۲-۳) بیشتر باشد.

جدول ۲-۳: حداکثر مجاز دمای متوسط موج‌گیر

مقدار θ_2 برای آلومینیم و مس (°C)	کلاس حرارتی عایق (°C)
۱۸۰	۱۰۵ (A)
۲۰۰	۱۲۰ (E)
۲۵۰	۱۳۰ (B)
۲۵۰	۱۵۵ (F)
۲۵۰	۱۸۰ (H)
۳۰۰	۲۲۰ (C)

$$\theta_1 = \theta_0 + aJ^2t \cdot 10^{-3} \quad (3-3)$$

که در این رابطه :

θ_1 : دمای نهایی بر حسب درجه سانتیگراد

θ_0 : دمای اولیه بر حسب درجه سانتیگراد

J : چگالی جریان اتصال کوتاه بر حسب آمپر بر میلی‌متر مربع

t : دوره آزمون بر حسب ثانیه

a : تابعی از $\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ بر طبق جدول (۳-۳) بر حسب $\left(\frac{C \cdot mm^4}{A^2 \cdot S}\right)$ که θ_2 مقدار حداکثر مجاز دمای متوسط بر طبق جدول (۲-۳) می‌باشد.



جدول ۳-۳: مقادیر فاکتور a

$\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ (°C)	a تابعی از $\frac{1}{2}(\theta_2 + \theta_0)$ $\left(\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{mm}^4}{\text{A}^2 \cdot \text{S}}\right)$	
	مس	آلومینیم
۱۴۰	۷/۴۱	۱۶/۵
۱۶۰	۷/۸۰	۱۷/۴
۱۸۰	۸/۲۰	۱۸/۳
۲۰۰	۸/۵۹	۱۹/۱
۲۲۰	۸/۹۹	۲۰/۰
۲۴۰	۹/۳۸	۲۰/۹
۲۶۰	۹/۷۸	۲۱/۸

دمای شروع (θ_0) باید مجموع دمای محیط و افزایش درجه حرارت اندازه‌گیری شده مربوطه که ناشی از تغییرات مقاومت است، باشد.

ترجیح بر آن است که آزمون استقامت مکانیکی و رفتار حرارتی به صورت همزمان در یک دوره یک ثانیه‌ای انجام شوند.

۳-۲-۵- اندازه‌گیری اندوکتانس نامی پیچک اصلی

در هنگام انجام این آزمون پیشنهاد می‌شود که موج‌گیر از سازه‌ها، وسایل و مواد فلزی حداقل به اندازه یک قطر فاصله داشته باشد. مجاورت با هر نوع وسیله فلزی می‌تواند بر دقت اندازه‌گیری تأثیر گذارد. کلیه سیم‌های ارتباطی بایستی تا حد ممکن کوتاه باشند.

مدار اندازه‌گیری پیشنهادی در شکل (۳-۵) آمده است. در این شکل :

L_{tN} : اندوکتانس نامی پیچک اصلی (H)

C_T : خازن خودی پیچک اصلی (F)

R_x : مقاومت معادل پیچک اصلی (Ω)

C_B : خازن متغیر

G : مولد سیگنال فرکانس حامل

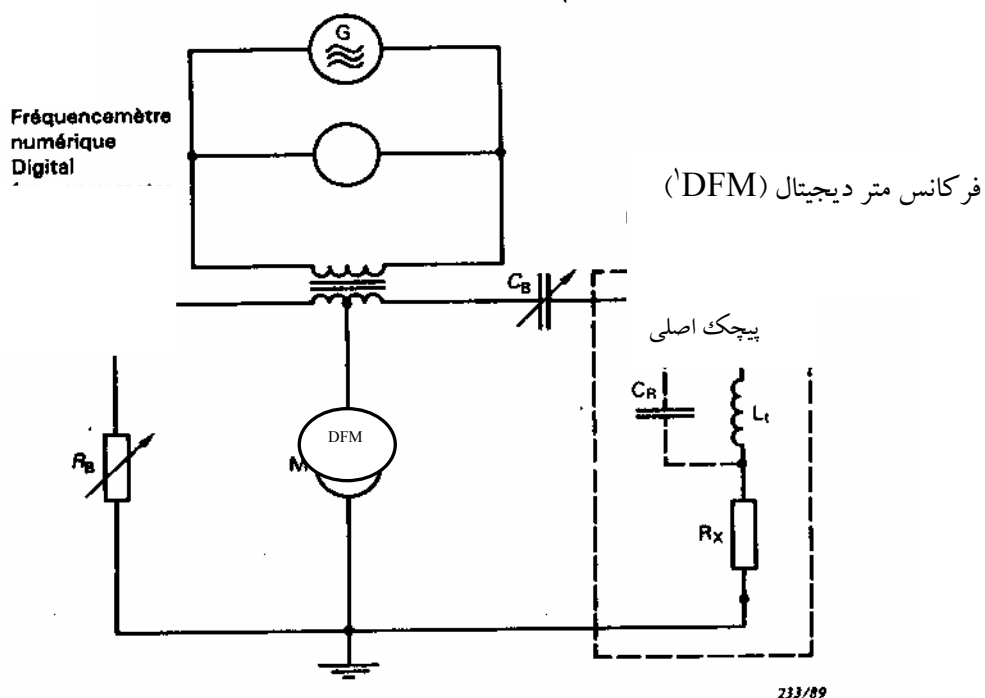
R_B : مقاومت متغیر می‌باشد.

C_B و R_B به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که در فرکانسهای $f_1 = 140\text{KHz}$, $f_2 = 70\text{KHz}$ وسیله اندازه‌گیری M کمترین مقدار را نشان دهد. به این ترتیب دو مقدار C_{B1} و C_{B2} را می‌توان تعیین کرد. رابطه زیر مقدار اندوکتانس پیچک اصلی را بدست می‌دهد.

$$L_{tN} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (C_{B1} - C_{B2})} \left(\frac{1}{f_1^2} - \frac{1}{f_2^2} \right) \quad (۴-۴)$$

همچنین R_x برابر مقاومت معادل پیچک اصلی (R_B) می‌باشد.





شکل ۳-۵: آرایش مداری جهت اندازه‌گیری اندوکتانس نامی

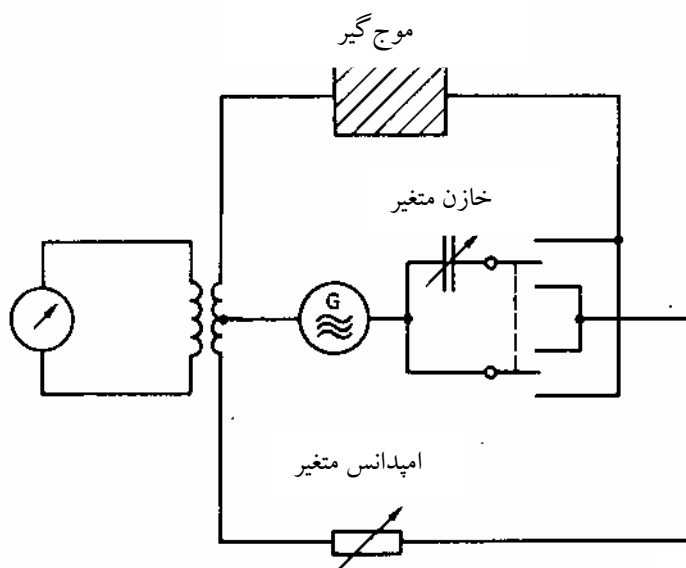
۳-۲-۶- اندازه‌گیری اندوکتانس فرکانس قدرت پیچک اصلی

این آزمون به کمک روش ولتاژ- جریان (اندازه‌گیری ولتاژ و جریان) در فرکانس قدرت یا هر فرکانسی تا ۱۰۰ هرتز انجام می‌شود.

۳-۲-۷- اندازه‌گیری مقاومت و امپدانس سدکنندگی

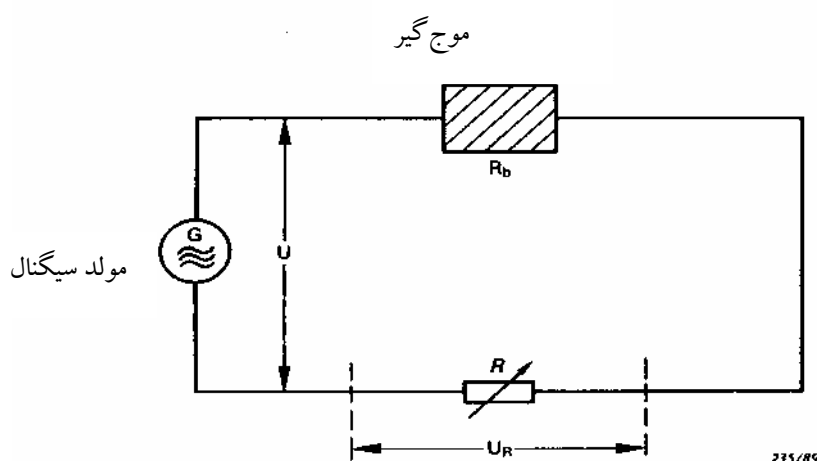
بازه فرکانسی مشخص شده، امپدانس و مقاومت سدکنندگی موج‌گیر در یک بازه فرکانسی مشخص شده بایستی به روش پل^۱ که در شکل (۳-۶) نشان داده شده، تعیین گردد. روشهای مشابهی که دقت آنها قابل اثبات باشد نیز می‌توان استفاده کرد.

1. Digital frequency meter



شکل ۳-۶: مدار اندازه‌گیری امپدانس سدکننده

در موج‌گیرهایی که از تشدید ساده استفاده می‌کنند^۱، با توافق بین سازنده و خریدار، لازم نیست که آزمون بر روی کلیه موج‌گیرهای تولیدی در یک سری انجام شود. در این حالت کافایت که مقدار امپدانس در فرکانس تنظیم شده^۲ تعیین شود. برای این کار می‌توان از مدار شکل (۳-۷) استفاده نمود. این روش تنها زمانی با پاسخ دقیق همراه است که امپدانس سدکنندگی مقاومتی باشد. در فرکانس تنظیم شده، ولتاژ U_R حداقل است. با ثابت نگه داشتن ولتاژ U و تغییر مقاومت R تا زمانی که $U_R = U/2$ شود می‌توان مقدار مقاومت سدکنندگی را تعیین کرد که برابر R خواهد بود. در این آزمایش امپدانس داخلی مولد سیگنال^۳ بایستی کوچک باشد.



شکل ۳-۷: آرایش مداری جهت اندازه‌گیری مقاومت سدکننده

1. Utilizing simple resonance
2. Tuning frequency
3. Signal generator

۳-۲-۸- اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب و تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکنندگی

روشی پیشنهادی جهت تعیین تلفات نقطه انشعاب در شکل (۳-۸) آمده است. مقدار تلفات انشعاب را می‌توان بر اساس روابط زیر محاسبه کرد:

$$A_t = 20 \log_{10} \left| \frac{U_1}{U_2} \right| = 20 \log_{10} \left| 1 + \frac{Z_1}{2Z_b} \right| \quad (۳-۵)$$

$$A_{IR} = 20 \log_{10} \left| \frac{U_1}{U_2} \right| = 20 \log_{10} \left| 1 + \frac{Z_1}{2R_b} \right| \quad (۳-۶)$$

که در آنها:

A_t : تلفات نقطه انشعاب بر حسب dB

A_{IR} : تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکنندگی بر حسب dB

Z_1 : مقاومت معادل با امپدانس مشخصه خط

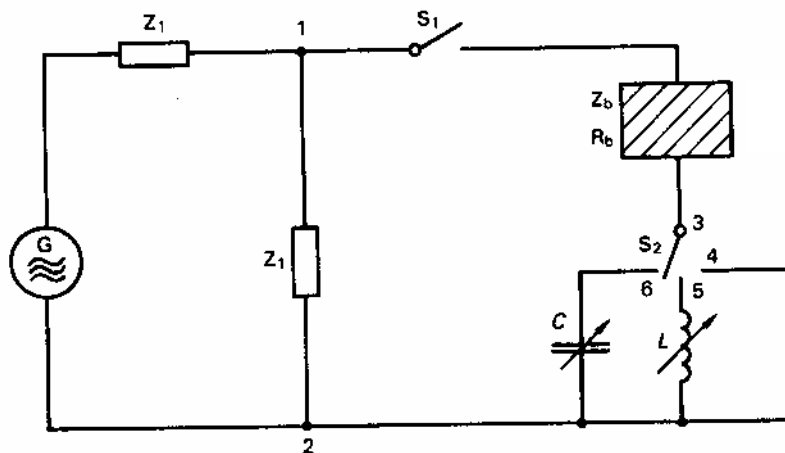
Z_b : امپدانس سدکننده

R_b : مقاومت سدکننده

U_1 : ولتاژ بین ترمینالهای ۱ و ۲ هنگامیکه S_1 باز است.

U_2 : ولتاژ بین ترمینالهای ۱ و ۲ هنگامیکه سوئیچ S_1 بسته است و سوئیچ S_2 در موقعیت ۳-۴ (هنگام اندازه‌گیری تلفات نقطه

انشعاب) یا موقعیت ۵-۳ (هنگام اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکنندگی) است.



شکل ۳-۸: آرایش مداری جهت اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب

هنگام اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکننده، مؤلفه راکتیو امپدانس موج‌گیر بایستی توسط تنظیم خازن C یا

اندوکتانس L جبران شود، به همین دلیل دو موقعیت برای سوئیچ S_2 در نظر گرفته شده است.

نکته: اگر اندازه‌گیری تلفات نقطه انشعاب به این روش انجام شود، اندازه‌گیری امپدانس سدکننده و مقاومت سدکننده می‌تواند حذف شود و بالعکس.

۳-۳-۳ آزمونهای جاری

آزمونهای جاری موج گیر شامل موارد زیر است:

۳-۳-۳-۱ آزمون تحمل و لتاژ فرکانس قدرت وسیله تنظیم

این آزمون مطابق با بند (۲-۳-۲-۳) انجام می شود.

۳-۳-۳-۲ اندازه گیری اندوکتانس نامی پیچک اصلی

این آزمون مطابق با بند (۵-۲-۳) انجام می شود.

۳-۳-۳-۳ اندازه گیری اندوکتانس فرکانس قدرت پیچک اصلی

این آزمون مطابق با بند (۶-۲-۳) انجام می شود.

۳-۳-۳-۴ اندازه گیری مقاومت و امپدانس سدکنندگی

این آزمون مطابق با بند (۷-۲-۳) انجام می شود.

۳-۳-۳-۵ اندازه گیری تلفات نقطه انشعاب و تلفات نقطه انشعاب بر پایه مقاومت سدکننده

این آزمون مطابق با بند (۸-۲-۳) انجام می شود.

۳-۳-۳-۶ بررسی ظاهری

وضعیت ظاهری موج گیر باید مورد بررسی و بازدید قرار گیرد.



فصل ۴

دستورالعملهای نگهداری و بازدید



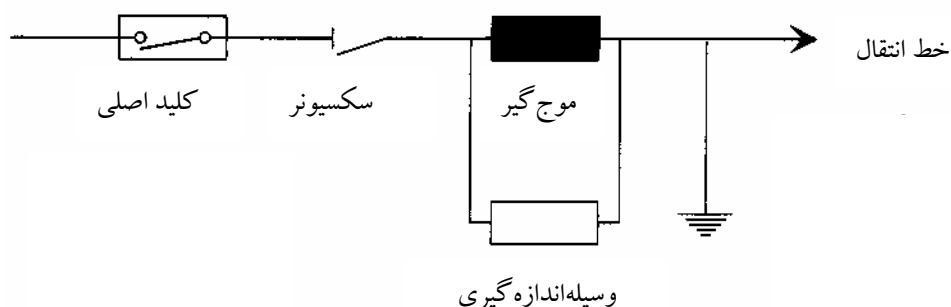
در این فصل دستورالعملهای نگهداری موج گیر ارائه خواهد شد. همچنین نحوه بازدیدهای دوره‌ای و انجام سرویس روی موج گیر نیز از دیگر مباحث مطرح شده در این فصل خواهد بود.

۴-۱- نگهداری

- در بازه‌های نرمال تعمیرات تجهیزات پست، پیشنهاد می‌شود مشاهدات و عملیات زیر بر روی موج گیر انجام شود:
- کلیه پیچهای وسیله محافظ، برقگیر، پیچک اصلی، پایه، مقره‌های اتکایی، خازن کوپلاژ و CVT بر طبق مقادیر گشتاور ارائه شده در کاتالوگ محکم شده باشند.
- در هنگام بروز آلودگیهای شدید پیشنهاد می‌شود که موج گیر تمیز شود.
- بایستی از آلوده شدن سطح پیچک اصلی به روغن ترانسفورماتور یا سایر روغنهای جلوگیری شود. کلیه عملیات بر روی موج گیر، بایستی توسط پرسنل آموزش دیده انجام شود.

۴-۱-۱- بازبینی مشخصات موج گیر

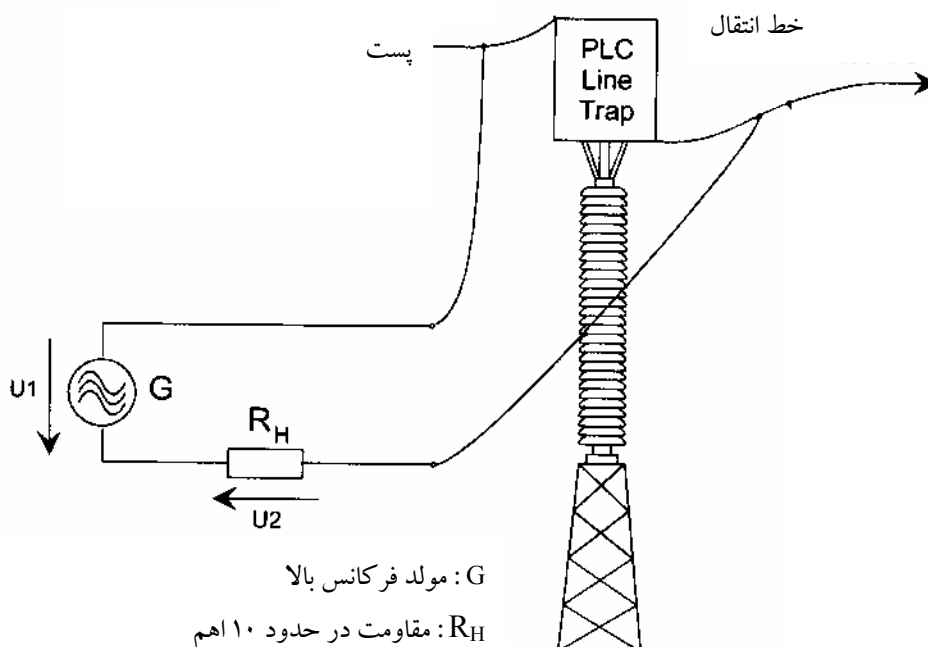
در صورت عملکرد نادرست فرکانسی، امپدانس سدکننده موج گیر بایستی اندازه‌گیری شود. از آنجا که در پست امکان اندازه‌گیری بوسیله روش پل وجود ندارد، مدار شکل (۴-۱) برای این کار پیشنهاد می‌شود.



شکل ۴-۱: نحوه اندازه‌گیری امپدانس سدکننده

شکل (۴-۲) نحوه دقیق این اندازه‌گیری را نشان می‌دهد. بایستی دقت کرد که در این روش نمی‌توان جزء مقاومتی امپدانس سدکننده را اندازه‌گیری کرد.





شکل ۴-۲: دیاگرام مداری اندازه‌گیری امپدانس سدکننده

۴-۱-۲- تعویض وسیله تنظیم

این امکان وجود دارد که به دلیل تغییر باندهای فرکانسی تخصیص داده شده و یا سایر موارد، لازم باشد پهنای فرکانسی و امپدانس سدکننده تغییر یابد. در این حالت لازمست که وسیله تنظیم با یک وسیله تنظیم دارای مشخصات لازم جایگزین شود. در این موارد بایستی با شرکت سازنده موج‌گیر تماس گرفته شده و درخواست تعویض وسیله تنظیم مطرح شود. هنگام تعویض وسیله فقط لازمست متعلقاتی مثل حفاظ پرنده‌گیر و یا حلقه‌های کرونا، پیش از وسیله تنظیم از موج‌گیر جدا شوند.

۴-۱-۳- تعویض وسیله حفاظتی (برقگیر)

بایستی دقت شود که برقگیر جدید مشخصاتی دقیقاً همانند برقگیر قبلی از نظر نوع، ولتاژ نامی و ... داشته باشد.



۴-۲- دستورالعمل بازدیدهای دوره‌ای موج گیر

از آنجایی که بازدیدهای دوره‌ای نقش مؤثری در جلوگیری از آسیب رسیدن به موج گیرها دارند، کلیه بهره‌برداران ملزم به رعایت دستورالعملهای تدوین شده در این زمینه می‌باشند. نحوه یا زمان بازدید بستگی به خصوصیات موج گیر مورد استفاده و اهمیت موج گیرهای مورد نظر و شرایط محیطی پست داشته و علاوه بر این دستورالعملهای صادره از سوی سازنده موج گیر نیز باید مدنظر قرار گیرد. با توجه به عوامل فوق‌الذکر بازدیدهای روزانه، هفتگی و ماهانه از موج گیرها مورد نیاز خواهد بود. هدف از تدوین این دستورالعمل ارائه چگونگی انجام بازدیدهای دوره‌ای جهت موج گیرها می‌باشد که باید توسط اپراتورها انجام گرفته و در فرمهای مربوطه ثبت و به صورت مرتب به مسئولین مربوط گزارش شود.

۴-۲-۱- بازدیدهای روزانه از موج گیر

در بازدیدهای روزانه موج گیر در صورت مشاهده عیبی در آن، مشخصات موج گیر به همراه نوع اشکال مشاهده شده باید در فرم مخصوصی که در پیوست (۴-۱) ارائه شده است، ثبت گردد تا بر اساس نوع اشکال ثبت شده، از طریق مسئولین مربوطه در مورد ادامه بهره‌برداری از موج گیر تصمیم‌گیری گردد.

بازدید روزانه از موج گیر شامل موارد زیر است :

- وضعیت ظاهری از نظر صدای غیرعادی
- وضعیت مقرها از نظر آلودگی، ترک و شکستگی

۴-۲-۲- بازدیدهای هفتگی از موج گیر

بازدیدهای هفتگی از موج گیر در واقع بازدیدهایی هستند که با اعمال آنها، وضعیت دقیق‌تری از موج گیرها نسبت به بازدیدهای روزانه فراهم می‌شود و سعی شده است اهم مواردی که بازدیدکننده ممکن است با آنها برخورد کند در نظر گرفته شود. در هنگام انجام بازدیدهای هفتگی از موج گیرها باید فرم مخصوص بازدیدهای هفتگی موج گیرها که در پیوست (۴-۲) آورده شده است، تکمیل گردد.

مواردی که در بازدید هفتگی موج گیرها باید لحاظ گردند عبارتند از :

- سالم یا معیوب بودن وضعیت ظاهری
- وجود یا عدم وجود ترک و شکستگی در مقرها
- کامل یا ناقص بودن وضعیت هادیهای ورودی و خروجی فشارقوی
- سایر اشکالات مشاهده شده

۴-۲-۳- بازدیدهای ماهیانه از موج گیر

بازدیدهای ماهیانه موج گیر که در واقع بصورت دقیق‌تر انجام می‌گیرند، دربرگیرنده کلیه معایبی هستند که ممکن است در موج گیرها وجود داشته باشد و در واقع این بازدید پوشش‌دهنده بازدیدهای روزانه و هفتگی است، ولی این بازدیدها دلیلی بر عدم انجام بازدیدهای روزانه و هفتگی نخواهد بود.



- در هنگام انجام بازدیدهای ماهیانه، همانند بازدیدهای روزانه و هفتگی، موارد اشکال مشاهده شده باید در فرم مخصوص بازدیدهای ماهیانه موج‌گیرها که در پیوست (۳-۴) ارائه گردیده است، ثبت گردند.
- مواردی که در هنگام انجام بازدیدهای ماهیانه موج‌گیر باید مورد بررسی قرار گیرند، عبارتند از :
- کامل یا ناقص بودن اتصال هادیهای ورودی فازهایی که موج‌گیر روی آنها قرار دارد
 - سالم یا معیوب بودن توربهای طرفین فازهایی که موج‌گیر روی آنها قرار دارد
 - سایر اشکالات مشاهده شده

۳-۴- سرویسهای دوره‌ای موج‌گیر

سرویس و تعمیرات به موقع و همچنین آزمونهای دوره‌ای و پیشگیرانه موج‌گیرها علاوه بر اینکه در سلامتی و طولانی شدن عمر آنها مفید خواهد بود، از آسیب دیدن و یا تعمیرات اصلاحی مکرر نیز جلوگیری به عمل می‌آورد.

دستورالعمل ارائه شده در اینجا به همراه دستورالعملهای سازنده موج‌گیر باید مورد توجه قرار گیرند. معمولاً این سرویسها به صورت سالیانه انجام می‌گیرند، مگر اینکه سازنده دوره زمانی مشخصی را تعیین نماید.

۳-۴-۱- مراحل انجام کار

- کنترل و آچارکشی اتصالات (استراکچر و ترمینال فشارقوی)
- کنترل وضعیت ظاهری و مقره و تمیز نمودن آنها در صورت نیاز
- اندازه‌گیری امپدانس سدکننده
- سرویسهای دوره‌ای مربوط به برقگیر موج‌گیر، که در نشریه مربوطه آمده است

۳-۴-۲- مهارتهای لازم

- کارشناس یک نفر
- تکنسین یک نفر
- کارگر ماهر یک نفر

۳-۴-۳- تجهیزات لازم

- جعبه ابزار کامل
- وسایل لازم جهت اندازه‌گیری امپدانس سدکننده
- سمباده
- خودرو و بالابر
- کلیه وسایل لازم جهت سرویس دوره‌ای برقگیر موج‌گیر، که در نشریه مربوطه آمده است.



پیوست (۴-۱) فرم بازدید روزانه موج‌گیر

نام پست		ولتاژ:	ماه:	سال:																															
ردیف	نام تجهیز یا سیستم معیوب	ولتاژ	شماره تجهیز	وضعیت	ایام ماه																														
					۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
				معیوب																															
				بهره‌برداری	مجاز	غیرمجاز																													
نام و نام خانوادگی ابراتور بازدیدکننده و امضاء																																			
نام و نام خانوادگی مسئول پست و امضاء																																			

نام پست:

شماره تجهیز:

شماره بی:

[illegible]

نام پست:

شماره تجهیز:

شماره بی:

[illegible]

مراجع

- 1- IEC60 353, " Line traps for a.c. power systems".
- 2- IEC60 663, " Planning of (single – sideband) Power Line Carrier system".
- 3- IEC60 495, " Single sideband Power – Line Carrier terminals".
- 4- ANSI/IEEE std 643, " IEEE Guide for Power – line Carrier Applications".
- 5- ANSI C93.3, "Requirements for power – line carrier Line traps".

۶- استاندارد تله موجهای سطح ولتاژ ۶۳ و ۱۳۲ کیلوولت، فروردین ۱۳۷۵

۷- استاندارد پستهای (۳۳) ۱۳۲/۲۰ کیلوولت معمولی، جلد ۱۲۱۸ : تله خط، خرداد ۱۳۷۵

۸- استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۲۰۹: معیارهای طراحی و مهندسی انتخاب موج گیر و تجهیزات کوپلینگ، تیر ۱۳۷۷

۹- استاندارد طراحی بهینه پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، جلد ۳۰۹: مشخصات فنی موج گیر و تجهیزات کوپلینگ

۱۰- استاندارد و آیین بهره برداری، تعمیرات و آزمون دوره ای تجهیزات و تأسیسات پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، شماره

استاندارد ۷۳-۴۰۵: تعمیرات، سرویس و آزمونهای دوره ای تجهیزات بیرونی پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، ۱۳۸۰

۱۱- استاندارد و آیین بهره برداری، تعمیرات و آزمون دوره ای تجهیزات و تأسیسات پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، شماره

استاندارد شماره ۷۳-۴۰۶: آزمونهای دوره ای تجهیزات حفاظت و کنترل پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، ۱۳۸۱

۱۲- استاندارد و آیین بهره برداری، تعمیرات و آزمون دوره ای تجهیزات و تأسیسات پستهای ۲۳۰ و ۴۰۰ کیلوولت، شماره

استاندارد ۷۳-۴۰۴: بازدیدهای دوره ای، ۱۳۷۹

13- Instruction for RFL 9550 Line trap, available on : [www. Rflect.com](http://www.Rflect.com)

14- Installation, Commissioning and operation Instructions for PLC Line trap type DLTC: HENF 91021, available on : www.ABB.com



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 «مشخصات فنی عمومی و اجرایی
پست ها، خطوط فوق توزیع و انتقال -
موج گیرها در پست های فشار قوی» جلد دوم
از مجموعه دو جلدی است. در این مجلد مباحث
مربوط به معرفی، شناخت و نصب موج گیرها،
معیارهای طراحی و مهندسی انتقال، الزامات
استاندارد و آزمون ها، و دستورالعمل های
نگهداری و بازدید، برای موج گیرهای ۶۳ تا ۴۰۰
کیلو ولت ارائه شده است.



