



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian national standardization organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۶۰۶-۳

چاپ اول

۱۳۹۲

**INSO**  
17606-3

**1st. Edition**

**2014**

فناوری اطلاعات – پروتکل شبکه کنترل

قسمت ۳:

ویژگی کانال خط توان

**Information technology – control network  
protocol –part3:  
Power line channel specification**

**ICS: 35.200; 35.240.99**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

**کمیسیون فنی تدوین استاندارد**  
**«فناوری اطلاعات - پروتکل شبکه کنترل قسمت ۳: ویژگی کانال خط توان»**

**رئیس:**

صمدیان، علی  
(لیسانس الکترونیک)

**دبیر:**

یحیایی، مهری  
(فوق لیسانس مهندسی فناوری اطلاعات)

**اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)**

آز، رضوان  
(لیسانس کامپیوتر)

تورانی، فرزاد  
(لیسانس مهندسی کامپیوتر)

زندباف، عباس  
(لیسانس مهندسی الکترونیک-مخابرات)

شاهی، فرید  
(لیسانس مهندسی کامپیوتر)

عروجی، سیدمهدی  
(فوق لیسانس مدیریت فناوری اطلاعات)

قادری، فاطمه  
(لیسانس مهندسی کامپیوتر)

نادری، مجید  
(دکترای مهندسی برق - الکترونیک)

**سمت و / یا نمایندگی**

معاون فناوری ارتباطات مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

سرپرست آزمایشگاه فناوری اطلاعات مرکز تحقیقات صنایع  
انفورماتیک

کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

کارشناس شرکت ارتباطات زیرساخت

کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

کارشناس استاندارد سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات  
رادیویی

کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

## فهرست مندرجات

| صفحه | عنوان                                 |
|------|---------------------------------------|
| ب    | آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران  |
| ج    | کمیسیون فنی تدوین استاندارد           |
| ۵    | مقدمه                                 |
| ۵    | پیش گفتار                             |
| ۱    | ۱ هدف و دامنه کاربرد                  |
| ۱    | ۲ مراجع الزامی                        |
| ۱    | ۳ اصطلاحات و تعاریف                   |
| ۲    | ۴ توصیف کلی                           |
| ۲    | ۴-۱ ایمنی الکتریکی                    |
| ۳    | ۴-۲ قسمت بندی کارکردی ویژگی PL        |
| ۳    | ۵ ویژگی های رسانه خط توان             |
| ۳    | ۵-۱ توان                              |
| ۳    | ۵-۲ کانال داده                        |
| ۳    | ۵-۳ ویژگی های الکتریکی و فیزیکی       |
| ۴    | ۵-۴ اتصال دهنده ها و تزویج            |
| ۴    | ۵-۵ تزویج سیگنالی بین فازها           |
| ۴    | ۵-۶ حفاظت فراتاخت و افزاره های وابسته |
| ۵    | ۶ ویژگی های گره PL                    |
| ۵    | ۶-۱ انطباق                            |
| ۵    | ۶-۲ واسط با زیر لایه ی MAC            |
| ۵    | ۶-۳ رمزگذاری کلمه                     |
| ۶    | ۶-۴ زمان بندی بسته PL                 |
| ۶    | ۶-۵ مشخصه های فرستنده                 |
| ۸    | ۶-۶ مشخصه های گیرنده                  |
| ۱۵   | کتابنامه                              |

## پیش‌گفتار

استاندارد «فناوری اطلاعات- پروتکل شبکه کنترل قسمت ۳: ویژگی کانال خط توان» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط، توسط مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک تهیه و تدوین شده و در سید و هیجدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد رایانه و فناوری داده‌ها مورخ ۹۲/۱۱/۱۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد به کار گرفته شده، به شرح زیر است:

ISO/IEC 14908-3:2012, Information technology – control network protocol – part3: power line channel specifications

## مقدمه

این قسمت از این مجموعه استاندارد ملی، کانال خط توان ( PL ) شبکه کنترل<sup>۱</sup> را مشخص می‌کند و به عنوان یک سند همراه با ISO/IEC 14908-1 به کار می‌رود. هدف این استاندارد ارائه اطلاعات لازم برای توسعه یک شبکه فیزیکی PL و گره‌ها برای ارتباط و اشتراک اطلاعات بر روی شبکه می‌باشد. این استاندارد یکی از مجموعه اسناد پوشش دهنده رسانه‌های مختلفی است که استاندارد CNP<sup>۲</sup> را شامل می‌باشند. این قسمت از ISO/IEC 14908 لایه فیزیکی کامل (لایه یک OSI)<sup>۳</sup> را پوشش می‌دهد که شامل واسط به زیر لایه کنترل دسترسی رسانه<sup>۴</sup> و واسط به رسانه می‌باشد. این لایه شامل پارامترهای اختصاص داده شده به نوع کانال P است، هرچند ممکن است این پارامترها در یک لایه OSI غیر از لایه یک، کنترل شوند. همچنین این قسمت از این مجموعه استاندارد ملی مجموعه‌ای از مشخصات رهنمود فیزیکی و الکتریکی را برای محیط خط توان فراهم می‌کند تا به عنوان یک مجموعه کمکی در توسعه محصولات برای آن محیط به کار رود.

این قسمت از این مجموعه استاندارد ملی به منظور فراهم آوردن سازوکارهایی تدارک دیده شده است که از طریق آن فروشندگان مختلف شبکه‌های کنترل محلی بتوانند اطلاعات را در یک مسیر استاندارد شده مبادله کنند. این قسمت قابلیت‌های ارتباط را تعریف می‌کند.

این قسمت از این مجموعه استاندارد ملی توسط کلیه افراد مشمول در فعالیت‌های طراحی، تولید، مهندسی، نصب و راه‌اندازی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در پاسخ به الزامات اساسی رهنمود محصولات مربوط به سازنده تهیه شده است.

مدل مشخصات CNP بر پایه مدل مرجع ۷ لایه‌ای OSI استوار است. همچنین در اینجا توسعه‌های مهمی در مدل مرجع OSI وجود دارند. شکل ۱ هدف و دامنه کاربرد این مشخصات را برای ارجاع به کل مدل CNP نمایش می‌دهد. در این استاندارد ملی، تنها قسمت‌هایی از مدل که با ارتباطات خط توان مرتبط اند، مشخص شده‌است. هر موضوع خارج از این محدوده در قسمت‌های دیگر این استاندارد تحت پوشش قرار می‌گیرد. برای دیگر رسانه‌های CNP مشخصات مشابهی وجود دارد.

|                                    |
|------------------------------------|
| لایه کاربرد <sup>۵</sup>           |
| لایه نشست <sup>۶</sup>             |
| لایه انتقال <sup>۷</sup>           |
| خدمت دهنده احراز هویت <sup>۸</sup> |
| زیرلایه کنترل تراکنش <sup>۹</sup>  |

- 1 -Control Network Power Line (PL) Channel
- 2- Control Network Protocol
- 3- Open System Interconnction
- 4 -Medium Access Control (MAC) Sub-Layer
- 5 -Application Layer
- 6 -Session Layer
- 7 -Transport Layer
- 8 -Authentication Server
- 9 -Transaction Control Sub-Layer

|                           |
|---------------------------|
| لایه شبکه <sup>۱</sup>    |
| زیر لایه LLC <sup>۲</sup> |
| زیر لایه MAC <sup>۳</sup> |
| لایه فیزیکی <sup>۴</sup>  |

حوزه کاربرد  
این استاندارد

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| (زوج (سیم) به هم تابیده <sup>۵</sup> ) EN 14908-2 |
|---------------------------------------------------|

|                      |
|----------------------|
| EN 14908-3 (خط توان) |
|----------------------|

|                          |
|--------------------------|
| EN 14908-4 (ارتباطات IP) |
|--------------------------|

شکل ۱- ارتباط ویژگی CNP3 با ویژگی CNP1

- 
- 1 -Network Layer
  - 7- logical link control
  - 3- Medium Access Control
  - 4 -Physical Layer
  - 5 -Twisted Pair

## «فناوری اطلاعات - پروتکل شبکه کنترل - قسمت ۳: ویژگی کانال خط توان»

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ملی، تعیین و مشخص نمودن تمامی اطلاعات لازم جهت تسهیل تبادل داده‌ها و کنترل اطلاعات روی رسانه خط توان است که برای سامانه‌های کنترل شبکه شده، همراه با کاربرد ISO/IEC 14908، است. این استاندارد ملی مجموعه کمینه‌ای از مقررات را برای انطباق وضع می‌کند. این استاندارد ارائه خدمات وسیع را نفی نمی‌کند، به شرط آنکه قوانین مرتبط در این سامانه رعایت شوند. هدف این استاندارد آن است که خدمات وسیع (که از سوی کاربران تعریف شده‌اند) را هم مجاز بداند. جنبه‌های خاص این استاندارد در اسناد دیگر مشخص شده است. در جایی که این اسناد مرتبط شناخته شوند به آنها ارجاع می‌شود. در موردی که یک استاندارد ارجاع یافته با این استاندارد ملی مغایرت داشته باشد، این قسمت از ISO/IEC 14908 غالب خواهد شد.

### ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن موردنظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آنها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO/IEC 14908-1, Information technology – Control network protocol – Part 1: Protocol stack

2-2 EN 50065-1, Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148, 5 kHz — Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances

2-3 EN 50065-2-1, Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz —Part 2-1: Immunity requirements for mains communications equipment and Systems operating in the range of frequencies 95 kHz to 148, 5 kHz and intended for use in residential, commercial and light industrial environments

2-4 EN 50065-2-2, Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz — Part 2-2: Immunity requirements for mains communications equipment and systems operating in the range of frequencies 95 kHz to 148,5 kHz and intended for use in industrial environments

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

با توجه به اهداف این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO/IEC 14908-1 و اصطلاحات و تعاریف زیر، به ویژه در رابطه با رسانه خط توان و لایه فیزیکی نشان داده شده در شکل ۱، به کار می‌رود.

### ۱-۳ گره PL<sup>۱</sup>

گره کاربر اتصال یافته به رسانه خط توان در یک سوراخ (تویی) است که الزامات این ویژگی را برآورده می‌کند.

### ۲-۳ سیم خط<sup>۲</sup>

این کابل که قسمتی از شبکه خط توان محسوب نمی‌شود به گره دور از شبکه خط توان امکان می‌دهد به شبکه متصل شود.

### ۳-۳

### شبکه خط توان<sup>۳</sup>

شبکه ارتباطی مبتنی بر خطوط توزیع توان («خطوط توان») از مبدل توزیع نهایی است و شامل تمام خانه‌های خدمات‌رسانی شده توسط آن مبدل و تمام سیم‌کشی‌های آن خانه‌ها است.

### ۴-۳

### گره تغذیه نشده - توسط - شبکه<sup>۴</sup>

گره سازگاری است که به شبکه خط توان متصل است اما هیچ‌گاه از شبکه تغذیه نمی‌شود.

## ۴ توصیف کلی

### ۱-۴ ایمنی الکتریکی<sup>۵</sup>

این بند در زمینه موضوعات ایمنی مربوط به این استاندارد ملی توصیه‌هایی را ارائه می‌دهد. این بحث کامل نیست و به تمام موضوعات ایمنی ممکن نمی‌پردازد. به طراح تأکید می‌شود، بین سایر موارد، کدهای الکتریکی ملی و محلی مرتبط کشور استفاده‌کننده را مد نظر قرار دهد. کدهای محلی می‌توانند مکمل کدهای الکتریکی ملی باشند و الزامات ایمنی اضافی و مرتبطی را اعمال کنند. طراحی، ساخت، هم‌گذاری<sup>۶</sup>، آزمون و نصب محصولات منطبق با این استاندارد ملی باید پس از تشخیص تمهیدات ایمنی مناسب برای محصولات تحت پوشش این استاندارد انجام شوند. کابل‌های شبکه خط توان در مدت استفاده به طور کمینه در معرض پنج نوع خطر مستقیم برای ایمنی الکتریکی قرار می‌گیرند:

- حالت‌های گذرا با انرژی بالا که از منابع محیطی خارجی به شبکه خط توان تزویج می‌شود؛
- تفاوت‌های احتمالی بین سطوح زمینی ایمنی که مؤلفه‌های شبکه به آنها متصل می‌شوند؛
- ولتاژهای بالای ممکن روی سیم‌کشی زمین یا خنثی؛

---

1 -PL node

2 -Line cord

3 -Power line network

4 -Non-network-powered node

5 -Electrical Safety

6 - Assemble

- سطوح زمینی ایمنی باز ممکن؛

- سطوح بالای جریان مدار- کوتاه قابل دسترس در واسط.

توصیه می‌شود میزان این خطرات ایمنی الکتریکی برای عملکرد صحیح شبکه کاهش یابد. بهتر است علاوه بر تمهیدات لازم برای مهار مناسب این خطاها در یک سامانه عملیاتی، معیارها یا سنجش‌های خاصی جهت نگهداری ویژگی‌های ایمنی موردنظر در خلال تغییرات شبکه فعلی در نظر گرفته شود. توصیه می‌شود تمام سیم‌ها و سیم‌کشی‌هایی که گره‌ها به آنها متصل می‌شوند با استانداردهای کد ملی مناسب سیم‌کشی برای کشور استفاده‌کننده از کد مورد نظر مطابقت داشته باشند و به منظور انطباق با آن کد بازرسی شده باشند.

#### ۲-۴ قسمت بندی کارکردی ویژگی PL

این ویژگی محیط خط توان کامل را به دو قسمت اساسی تقسیم می‌کند: رسانه خط توان و ویژگی دسترسی فیزیکی گره.

ویژگی رسانه به قابلیت‌ها و خصوصیات رسانه فیزیکی مربوط می‌شود. این ویژگی مواردی از قبیل پهنای باند، تخصیص بسامد، مشخصات الکتریکی و فیزیکی، اتصال دهنده‌ها و غیره را شامل می‌شود. ویژگی دسترسی فیزیکی گره با خصوصیات فیزیکی قسمتی از گره در ارتباط است که با رسانه تماس برقرار می‌کند. همچنین واسط توصیف‌شده واسط بین لایه فیزیکی و زیر-لایه کدبندی<sup>۱</sup>- نمادی است.

#### ۵ ویژگی‌های رسانه خط توان

##### ۱-۵ توان

توصیه می‌شود گره‌ها برای زمان بندی یا هم‌زمان‌سازی جهت اجرای ارتباطات به بسامد خطی وابسته نباشند. ممکن است از توان AC برای تغذیه واسط و نیازهای کاربردی گره استفاده شود.

##### ۲-۵ کانال داده<sup>۲</sup>

این کانال، به عنوان حامل مدوله شده کلید جابه جایی فاز دودویی (BPSK)<sup>۳</sup>، همان‌طور که در EN 50065 – 1 تعریف شده است، پهنای باند بسامدی ۱۲۵ KHz تا ۱۴۰ KHz را اشغال می‌کند. این کانال برای ارسال پیام‌های پروتکلی که حاوی اطلاعات کنترل، وضعیت، پیکربندی و تشخیصی هستند، به کار می‌رود. قوانین وضع شده در لایه‌های کنترل دسترسی به رسانه CNP (MAC) و قوانین بالا باید رعایت شوند. مشخصه‌های سیگنال‌دهی این کانال در بند ۶ شرح داده شده است.

##### ۳-۵ ویژگی‌های الکتریکی و فیزیکی

ویژگی‌های فیزیکی و الکتریکی برای رسانه PL به طور رسمی در این استاندارد ملی ارائه نشده است زیرا:

---

1 - Encoding

2 -Data channel

3 -Binary Phase Shift Keyed

۱) این طور فرض شده است که رسانه PL از قبل در هر محیط به کارگیرنده ارتباطات خط توان وجود داشته است؛

۲) این ویژگی، کنترلی روی نصب رسانه خط توان، خصوصیات فیزیکی آن، همبندی، یا دیگر افزاره‌های متصل شده به رسانه ندارد.

#### ۴-۵ اتصال دهنده‌ها و تزویج<sup>۱</sup>

اگر برای اتصال یک گره CNP به شبکه‌ی خط توان از یک اتصال دهنده استفاده شود (بر خلاف یک اتصال مستقیم)، اتصال دهنده باید الزامات زیر را رعایت کند:

\* اتصال دهنده باید از شبکه خط توان و گره اتصال یافته اتلاف سیگنالی اندکی (کمتر از ۰٫۱ db) را تحمیل کند.

\* اتصال دهنده نباید هیچ اتلاف ولتاژی یا سیگنالی (بیش از ۰٫۱ db) را بر شبکه‌ی خط توان تحمیل کند (همراه با یا بدون گره متصل به اتصال دهنده).

این طور فرض می‌شود که اتصال دهنده‌های گره خط توان تک- فاز با خروجی‌های الکتریکی استاندارد مناسب برای کشور استفاده کننده مطابقت دارند و در صورت وجود رسانای محافظ این نوع خروجی‌ها امکان دارد به آن‌ها وصل شوند یا نشوند. سیگنال دهی تنها باید بین رساناهای فازی و خنثی انجام گیرد و نباید هیچ اتصال کارکردی با رسانای محافظ ایجاد شود.

گره‌های خط توان چند-فازی می‌توانند برای ایجاد امکان سیگنال دهی هم‌زمان بین تمام فازها و رسانای خنثی یا بین هریک از رساناهای فازی مجزا و رسانای خنثی، هریک از طرح‌واره‌های اتصال ارائه شده در EN 50065 - 1 را به کارگیرند. نباید هیچ اتصال کارکردی با رسانای محافظ ایجاد شود.

#### ۵-۵ تزویج سیگنالی بین فازها<sup>۲</sup>

تزویج سیگنالی بین فازها در نصب‌های چند فازه می‌تواند با استفاده از تزویج کننده‌های فازی مطابق EN 50065 - 4 به دست آید.

#### ۶-۵ حفاظت فراتاخت<sup>۳</sup> و افزاره‌های وابسته

ممکن است افزاره‌های خاص حفاظت فراتاخت و حفاظت در برابر بسامد انتخابی وابسته روی شبکه‌ی خط توان نصب شود. این افزاره‌ها می‌توانند جهت پیشگیری از عملیات در قسمتی از شبکه یا کل آن، شکل موج کانال CNP را به اندازه کافی ضعیف کنند. در زمینه انتخاب افزاره، موارد احتیاطی در نظر گرفته شود که این افزاره سیگنال‌ها را در گستره ۱۲۵ KHz تا ۱۴۰ KHz به میزان زیادی ضعیف نکند.

---

1 -Connecters and coupling

2 -Signal coupling between phases

3 - Surge

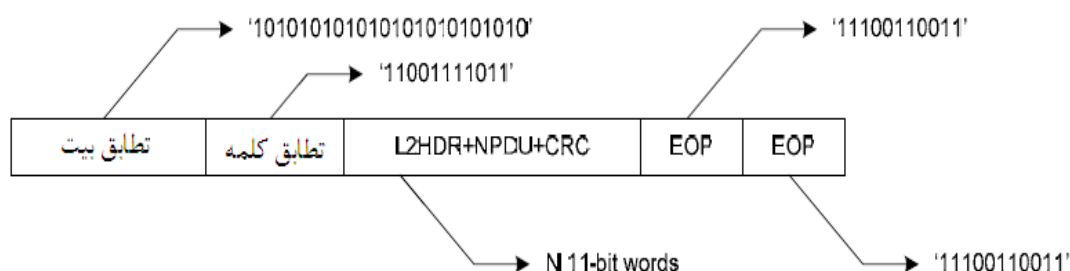
## ۶ ویژگی‌های گره PL

### ۱-۶ انطباق<sup>۱</sup>

گره‌های PL باید با الزامات 1 - EN 50065 و الزامات یکی از دو استاندارد 1 - 2 - EN 50065 یا 2 - 2 - EN 50065 بسته به زمینه کاربردی موردنظر گره‌ها انطباق یابند. گره‌های PL باید با الزامات اضافی ارائه شده در بندهای ۵ و ۶-۲ تا ۶-۶ انطباق یابند.

### ۲-۶ واسط با زیر لایه‌ی MAC

داده از زیر لایه‌ی MAC به فرستنده گیرنده‌ی PL در یک قالب بایت ۸ بیتی حاوی یک بایت L2Hdr، NPDU و یک CRC ۱۶ بیتی، همان طور که در بندهای ۳-۶، ۴-۶ و ۵-۶ استاندارد 1 - ISO / IEC 14905 شرح داده شده است، عبور داده می‌شود. فرستنده گیرنده‌ی PL هر بایت داده را به کلمه‌ای ۱۱ بیتی کدبندی می‌کند و یک الگوی هم‌زمانی بیتی، یک کلمه هم‌زمانی کلمه‌ای (واژه) و یک «پایان-قاب<sup>۲</sup>» را که شامل دو کلمه‌ی پایان بسته (EOP)<sup>۳</sup> است، اضافه می‌کند. کل بسته در شکل ۲ زیر نشان داده شده است. الگوی هم‌زمانی بیتی حاوی ۲۴ بیت متناوب «۱۰» است. کلمه هم‌زمانی کلمه‌ای به صورت ۱۱۰۰۱۱۱۱۰۱۱ است. کلمه‌ی پایان بسته ۱۱۱۰۰۱۱۰۱۱۰۱۱ است. الگوی هم‌زمانی بیتی اطلاعات زمان‌بندی ساعت را فراهم می‌آورد. الگوی هم‌زمانی کلمه‌ای، دو قطبی بودن بیت و اطلاعات مرزی کلمه را ارائه می‌دهد.



شکل ۲- قالب بسته خط توان

### ۳-۶ کدبندی کلمه<sup>۴</sup>

هر بایت ۸ بیتی در L2Hdr، NPDU و CRC به صورت زیر به یک کلمه‌ی ۱۱ بیتی کدبندی می‌شود. ۸ بیت اول کلمه‌ی ۱۱ بیتی، ۸ بیت داده‌ای هستند که در قالب NRZ<sup>۵</sup> (کد نشده) انتقال می‌یابند. بیت ۹ توازن زوج بیت P برای ۹ بیت اول است. بیت‌های ۱۰ و ۱۱ دو بیت آخری بوده و همیشه به صورت ۰۱ هستند. یک کلمه حاوی داده در شکل ۳ نشان داده شده است.

1 -Compliance  
2 -End-of-Frame  
3 -EndofPacket  
4 -Word encoding  
5- non- return- to- zero

|   |   |   |     |                  |     |
|---|---|---|-----|------------------|-----|
| 1 | 0 | P | LSB | ۸ بیت از لایه مک | MSB |
|---|---|---|-----|------------------|-----|

شکل ۳- قالب کلمه ۱۱-بیتی

#### ۴-۶ زمان بندی بسته PL

همان‌طور که در 1 - ISO / IEC 14908 شرح داده شده است، پروتکل از فاصله‌گذاری بین بسته‌ایی و شیارهای تصادفی که به ترتیب به عنوان زمان بتا یک و زمان‌های بتا دو تعریف شده‌اند، استفاده می‌کند. بتا یک از انتهای بسته به طرف ابتدای اولین شیار بتا دو اندازه‌گیری می‌شود. پروتکل CNP و فرستنده گیرنده‌ی PL باید در ترکیب با هم زمان بتا یک را به  $0/1 \text{ ms} \pm 3/4 \text{ ms}$  و زمان B2 (بتا دو) را به  $0/1 \text{ ms} \pm 2/0 \text{ ms}$  برسانند. توصیه می‌شود برای ارتباط بهینه بین گره‌ها، ۸ شیار اولویت بتا ۲ وجود داشته باشد. به علاوه، فرستنده گیرنده باید پارامترهای زمان بندی که در قسمت زیر تعریف شده و در جدول ۱ مشخص شده‌اند را رعایت کند.

**تشخیص (ردیابی) حامل<sup>۱</sup>** - زمانی است که از آن هنگام شروع بسته تا زمان شناسایی حامل توسط گیرنده در ورودی دریافت‌کننده قرار می‌گیرد و باعث می‌شود کانال - فعال - P به درستی تنظیم شود.

**تاخیر شروع ارسال<sup>۲</sup>** - زمانی است که از آن هنگام درخواست - داده - P تا زمان راه اندازی آغاز بسته روی خط توان فعال می‌شود.

جدول ۱- ویژگی‌های زمان‌بندی فرستنده گیرنده

| ویژگی        | پارامتر          |
|--------------|------------------|
| بیشینه ۱,۷ms | تشخیص حامل       |
| بیشینه ۱۰۰μs | تاخیر شروع ارسال |

#### ۵-۶ مشخصه‌های فرستنده

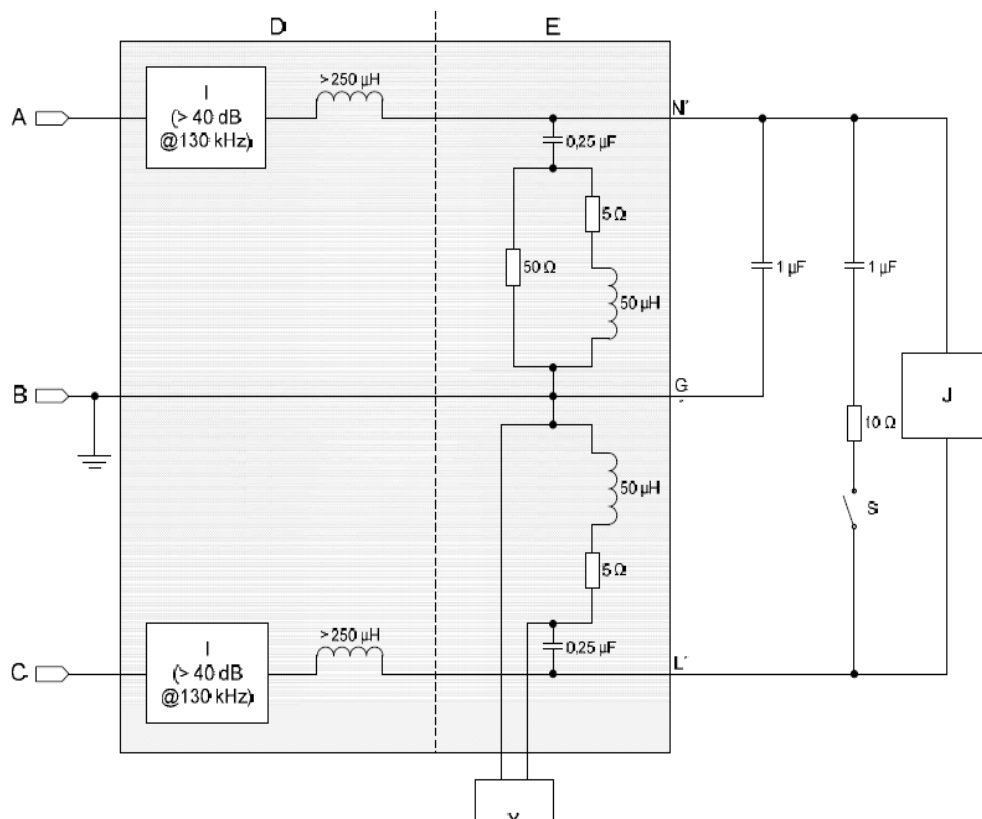
##### ۱-۵-۶ مدولاسیون حامل<sup>۳</sup>

فرستنده باید گرداننده (محرک) متفاوتی با قابلیت راندن سیگنال مشخص شده روی شبکه‌ی PL باشد. هر بیت به صورت داده‌ی NRZ که BPSK روی آن مدوله می‌شود به حامل ارسال می‌شود. بسامد حامل برابر ۱۳۱۵۷۹ کیلو هرتز با رواداری  $\pm 0/02\%$  است. نرخ نمادی برابر ۵۴۸۲۴۵ نماد/ثانیه با رواداری  $\pm 0/02\%$  است. توجه شود که شکل‌گیری مناسب باید روی شکل موج مدوله شده انجام شود تا الزامات 1 - EN 50065 برای گسیل‌های هدایت شده رعایت شوند.

1 -Carrier Detect  
2 -Transmit Start Delay  
3 -Carrier modulation

## ۶-۵-۲ دامنه‌ی شکل موج<sup>۱</sup>

توصیه می‌شود دامنه‌ی ولتاژ خروجی حامل در خلال ارسال بسته با استفاده از مدار آزمون نشان داده شده در شکل ۴ در  $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  اندازه‌گیری شود. مطابق بند ۸-۲-۱ CISPR 16، شبکه -V یک شبکه‌ی مصنوعی از  $(50\ \Omega / (50\ \mu\text{H} + 5\ \Omega))$  محسوب می‌شود. دامنه با استفاده از گیرنده‌ای که در بسامد  $131,5\ \text{KHz}$  همراه با یک ردیاب اوج و پهنای باندی با تفکیک  $30\ \text{KHz}$  تنظیم شده است، اندازه‌گیری می‌شود. توصیه می‌شود گیرنده‌ی تنظیم شده توسط ردیاب اوج مقدار rms یک منحنی سینوسی را بخواند. حدود دامنه باید هم با سودهی باز و هم با سودهی بسته رعایت شود. ولتاژ ارسالی با استفاده از فرمول  $V_{\text{app}} = 2.825 \times \text{measured}$  و  $\text{Dbv} = 20 \times \log_{10}(V_{\text{measured}})$  محاسبه خواهد شد. ولتاژ ارسالی  $V_{\text{measured}}$  باید در هنگام سودهی باز از  $2,8282$  ( $0\text{dBV } V_{\text{pp}}$ ) بیشتر و از  $11\ \text{dBV}$  ( $10,0\ \text{Vpp}$ ) کمتر باشد و در هنگام سودهی بسته از  $-12\ \text{dBV}$  ( $0,7\ \text{Vpp}$ ) بیشتر باشد.



| کلید | E    | شبکه V                             |
|------|------|------------------------------------|
| A    | خنثی | صافی خط نیرو                       |
| B    | زمین | فرستنده - گیرنده خط نیرو تحت آزمون |
| C    | خط   | سوده                               |
| D    | صافی |                                    |
|      | I    |                                    |
|      | J    |                                    |
|      | S    |                                    |

شکل ۴- مدار آزمون برای تعیین دامنه ارسال

#### ۶-۵-۳ تزویج افزاره<sup>۱</sup>

افزارها بسته به این که کدام خطوط قابل دسترس بوده و چه محدودیت‌هایی در رابطه با کد الکتریکی محلی اجرا می‌شود، با روش‌های مختلفی سیگنال کانال کنترل را با خط توان جفت می‌کنند.

#### ۶-۵-۴ تزویج تک فازی<sup>۲</sup>

گره خط توان تنها باید با رساناهای خنثی و فازی جفت شود. نباید هیچ اتصالی با رسانای محافظ (زمینی) برای اهداف سیگنال‌دهی ایجاد شود گرچه ممکن است این نوع اتصال برای اهداف حفاظتی یا کارکردی دیگر به وجود آیند.

#### ۶-۵-۵ تزویج چند فازی<sup>۳</sup>

اگر یک گره خط توان به بیش از یک فازی یا خنثی دسترسی داشته باشد ممکن است هر یک از فازها یا تمام آنها با توجه به حامل خنثی توصیف شده در EN 50065-1 جهت تزویج، به کار روند. نباید هیچ اتصالی با رسانای محافظ (زمینی) برای اهداف سیگنال‌دهی ایجاد شود گرچه ممکن است این نوع اتصالات برای اهداف حفاظتی و کارکردی دیگر به وجود آیند.

#### ۶-۶ مشخصه‌های گیرنده

##### ۶-۶-۱ امپدانس ورودی مؤثر حالت دریافت

امپدانس ورودی مؤثر حالت دریافت باید با استفاده از مدار آزمون نشان داده شده در شکل ۵ و در دمای محیطی  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$  اندازه‌گیری شود. شبکه‌ی  $V$  - شبکه‌ی مصنوعی  $(50\Omega/(50\mu\text{H}+5\Omega))$  منطبق با بند ۸-۲-۱ CISPR است. امپدانس گیرنده به صورت زیر اندازه‌گیری می‌شود. مولد سیگنال را در موج سینوسی دامنه‌ی قله-به-قله  $5\text{V}$  در بسامد  $131,5\text{ KHz}$  تنظیم کنید. تمامی اندازه‌گیری‌ها به وسیله‌ی آشکار سازی که با استفاده از ردیاب اوج و پهنای باند تفکیک  $30\text{ KHz}$  تنظیم شده است، انجام می‌شوند. توصیه می‌شود گیرنده‌ای که با استفاده از آشکارساز قله‌ی خودش تنظیم شده است مقدار  $rms$  منحنی سینوسی را بخواند. با استفاده از فرستنده گیرنده جدا شده، ولتاژ ( $V_{oc}$ ) را روی مقاومت  $50$  اهمی شبکه  $V$  (مولد سیگنال این مقاومت را با پایان دهی درونی ایجاد می‌کند) همراه با گیرنده تنظیم شده، اندازه‌گیری کنید. بهتراست ولتاژ  $V_{oc}$  در جایی که  $\text{dBV}$  به صورت  $\text{dBV} = 20 \times \log_{10} (V_{pp}/2,828)$  تعریف می‌شود برابر  $5,5\text{ dBV} \pm 1\text{ dB}$  باشد. سپس با فرستنده گیرنده وصل شده و توان شده در مد دریافت، ولتاژ ( $V_{ic}$ ) را روی مقاومت  $50$  اهمی شبکه‌ی  $V$  اندازه‌گیری کنید. امپدانس مؤثر ورودی دریافت با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود، که  $Z_e$  امپدانس مؤثر ورودی گیرنده،  $Z_n$  مقدار ثابت  $V_{oc}$  و  $29,0$  و  $V_{ic}$  دو ولتاژ اندازه‌گیری

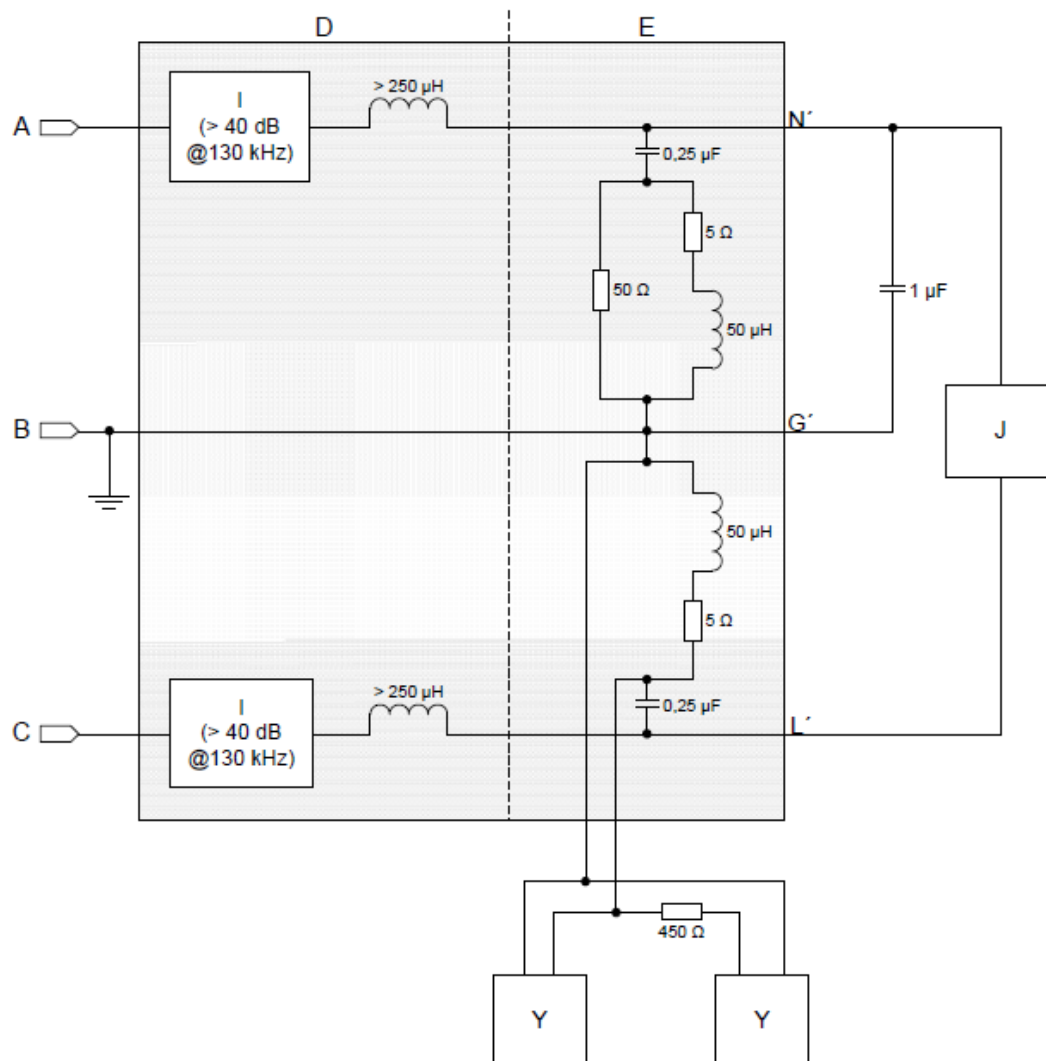
1 -Device coupling

2 -Single phase coupling

3 -Multiple phase coupling

شده باشند که در بالا توصیف شدند (این موارد باید برای تقسیم کننده ۱۰/۱ تصحیح شوند). مقدار محاسبه شده برای Ze باید بزرگتر یا مساوی ۲۰۰ باشد.

$$Z_e = 50 \times V_{ic} \times \frac{Z_n}{V_{oc} (50 + Z_n) - V_{ic} (50 + Z_n)}$$



|   |      |   |                                    |
|---|------|---|------------------------------------|
|   | کلید |   |                                    |
| A | خنثی | E | شبکه V                             |
| B | زمین | I | صافی خط نیرو                       |
| C | خط   | J | فرستنده - گیرنده خط نیرو تحت آزمون |
| D | صافی | Y | مولد سیگنال                        |

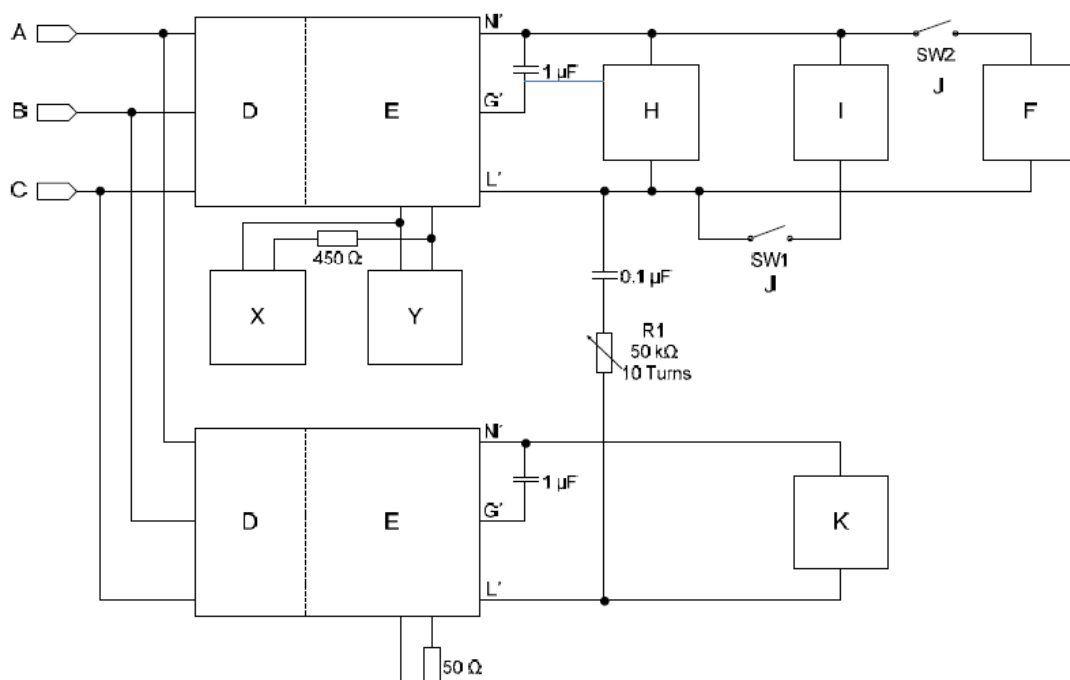
شکل ۵- مدار آزمون برای تعیین امپدانس مؤثر گیرنده

#### ۲-۶-۶ عملکرد گیرنده

در اینجا چهار ویژگی برای عملکرد گیرنده وجود دارند. عملکرد تحت شرایط مختلفی که در قسمت‌های پیش رو برای هر چهار آزمون شرح داده شده است، اندازه‌گیری می‌شود. معیار سنجش عملکرد به کاررفته نرخ خطای بسته است (PER %) که با معادله‌ی زیر تعریف می‌شود که Pr بسته‌های دریافت شده و Ps بسته‌های فرستاده شده هستند. تعداد بسته‌های فرستاده شده (Ps) باید بیش از ۱۰۰۰ باشد.

$$PER \% = 100 \times (1 - P_r/P_s)$$

مدار آزمون برای تمام آزمون‌های عملکرد گیرنده در شکل ۶ نشان داده شده است. شبکه‌های V نشان داده شده باید با استاندارد توصیف شده در بند ۱-۶-۶ مطابقت داشته باشند. توصیه می‌شود گیرنده با استفاده از یک آشکار ساز قله، بر روی پهنای باند تفکیک ۱۰ KHz (۱۰ KHz) برای وجود سیگنال خط توان به قدر کافی پهن است و به طور معمول در تجهیزات اندازه‌گیری استاندارد، پهنای باند صافی وجود دارد) و پهنای باند ویدیویی ۳۰ Hz تنظیم شود. توصیه می‌شود گیرنده‌ای که با استفاده از ردیاب اوج خود تنظیم شده است مقدار rms منحنی سینوسی را بخواند. توجه شود که گیرنده‌ی تنظیم شده ۱/۱۰ ولتاژ واقعی را روی مقاومت ۵۰ اهمی شبکه‌ی V اندازه‌گیری می‌کند. هنگامی که آزمون از خروجی مولد سیگنال استفاده نمی‌کند باید اطمینان حاصل شود که همچنان پایان دهی ۵۰ اهمی وجود دارد. در این مورد، مولد سیگنال می‌تواند یا در دامنه‌ی صفر تنظیم شود یا حذف شده و با یک پایان‌دهی ۵۰ اهمی جایگزین شود.



|             |   |                    |
|-------------|---|--------------------|
| کلید        | H | گیرنده تحت آزمون   |
| A خنثی      | I | مدار درجه یک       |
| B زمین      | J | سوده               |
| C خط        | K | فرستنده            |
| D صافی      | X | اندازه گیری گیرنده |
| E شبکه - V  | Y | مولد سیگنال        |
| F مدار دیمر |   |                    |
| T جرخش      |   |                    |

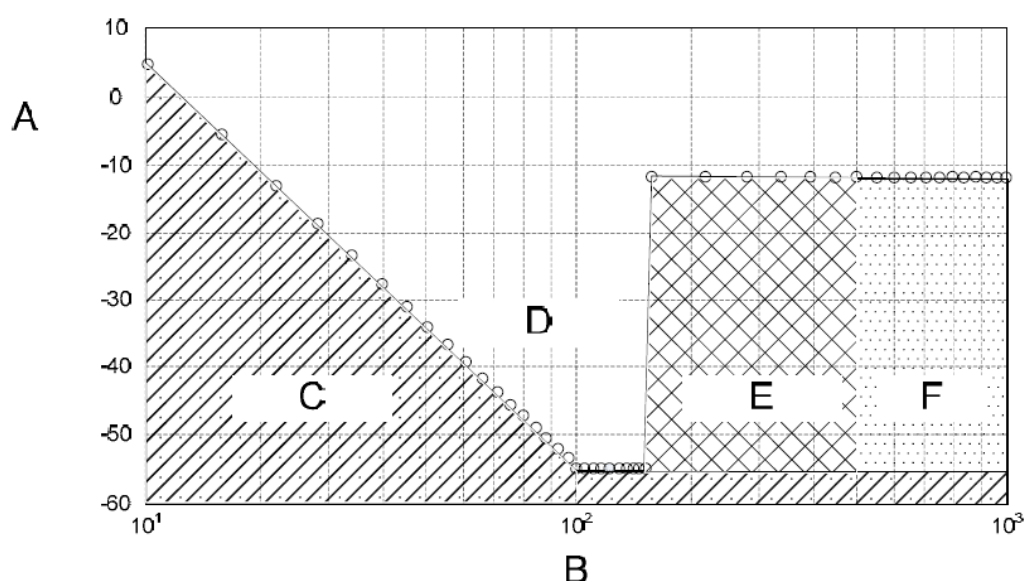
### ۳-۶-۶ دریافت روی یک خط کند<sup>۱</sup>

آزمون خط آرام با استفاده از راهاندازی آزمون نشان داده شده در شکل ۶ اجرا می‌شود. سوده‌های WS1 و SW2 باز هستند. نرخ خطای بسته زمانی اندازه‌گیری می‌شود که هیچ نقصی وجود نداشته و سطح سیگنال دریافتی از -۶۰ dBV تا کمینه ۹ dBV ( $۸ V_{pp}$ ) گسترده باشد. (۸ V به عنوان حد وسط منطقی بین پیچیدگی طرح گره، عملکرد و سهولت آزمون انتخاب شده است). سطح سیگنال دریافتی در طول مقاومت ۵۰ اهمی شبکه‌ی V با استفاده از گیرنده اندازه‌گیری در زمانی که فرستنده در حال ارسال بسته‌ها است، اندازه‌گیری می‌شود. تطبیق R1، سطح دریافتی را تنظیم می‌کند. رویه تأیید، بررسی عملکرد در هر نقطه انتهایی است به عنوان مثال در -60 dBV و  $\leq 90$  dBV که PER باید کوچکتر از ۰٫۱ باشد.

## ۴-۶-۶ دریافت با تداخل

این آزمون برای اندازه‌گیری مصونیت فرستنده گیرنده‌ی PL نسبت به تداخل در بسامدهای مختلف طراحی شده است. در اینجا چهار باند بسامدی تداخل شناسایی شده وجود دارد. شکل ۷ چهار باند و ویژگی عملکرد را نشان می‌دهد. نوفه<sup>۱</sup> خط توان در سراسر طیف کلی بسامد وجود دارد و معمولاً با کاهش بسامدها در دامنه افزایش می‌یابد.

سیگنال‌های پخش همگانی تجاری می‌توانند در سطوح بسیار بالا قرار داشته باشند و برای اهداف این ویژگی بین ۱۵KHz و ۵۰۰KHz تعریف شوند. پخش همگانی AM در اروپا و آمریکای شمالی به آن دلیل در سطوح بالا وجود دارد که خطوط توان برای پخش‌های رادیویی به عنوان آنتن‌ها عمل می‌کنند. منطقه‌ی پخش همگانی برای این آزمون بین ۵۰۰ KHz و ۱MHz تعریف می‌شود. باند فرستنده گیرنده PL بین ۱۰۰KHz و ۵۰۰KHz تعریف می‌شود.



|   |                   |   |                                  |
|---|-------------------|---|----------------------------------|
|   | کلید              | D | ناحیه مودم خط توان               |
| A | آوا               | E | منطقه پخش همگانی و داخلی خط توان |
| B | بسامد             | F | منطقه پخش همگانی                 |
| C | ناحیه نویز خط برق |   |                                  |

### سخت ۲- نمودار ویرجی تداخل آوایی

روش اندازه‌گیری به صورت زیر است. با ارجاع به شکل ۶، سوده‌های SW1 و SW2 باز هستند. سطح دریافت از طریق تطبیق R1 زمانی که فرستنده در حال ارسال بسته‌ها است، روی مقاومت ۵۰ اهمی شبکه‌ی V در -47 dBV تنظیم می‌شود. مولد سیگنال در دامنه‌ها و بسامد نشان داده شده در جدول ۲ تنظیم می‌شوند. فاصله‌گذاری بسامدی هر 5KHz از ۱۰ KHz تا ۱۵۰KHz و هر ۵۰KHz از ۱۵۰KHz تا ۱MHz انجام می‌شود. سپس سطح آوایی تداخل کننده ( $I_{ton}$ ) با گیرنده‌ی تنظیم شده، اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین برای هر بسامد و دامنه‌ی آوا، نرخ خطای بسته‌ی دریافت شده (PER %) باید کمتر از ۲٪ باشد.

جدول ۲- تنظیمات برای عملکرد دریافت با آزمون آوای تداخل کننده

| بسامد مولد سیگنال<br>kHz | مداخله سطح تن<br>dBV |
|--------------------------|----------------------|
| ۱۰                       | ۵                    |
| ۱۵                       | -۵                   |
| ۲۰                       | -۱۳                  |
| ۲۵                       | -۱۹                  |
| ۳۰                       | -۲۴                  |
| ۳۵                       | -۲۸                  |
| ۴۰                       | -۳۱                  |
| ۴۵                       | -۳۴                  |
| ۵۰                       | -۳۷                  |
| ۵۵                       | -۳۹                  |
| ۶۰                       | -۴۲                  |
| ۶۵                       | -۴۴                  |
| ۷۰                       | -۴۶                  |
| ۷۵                       | -۴۷                  |
| ۸۰                       | -۴۹                  |
| ۸۵                       | -۵۱                  |
| ۹۰                       | -۵۲                  |
| ۹۵                       | -۵۴                  |
| ۱۰۰ تا ۱۴۵               | -۵۶                  |
| ۱۵۰ تا ۵۰۰               | -۱۲                  |
| ۵۵۰ تا ۱۰۰۰              | -۱۲                  |

### ۶-۶-۵ دریافت از طریق یک کانال اعوجاج دار

این آزمون برای اندازه‌گیری مصونیت فرستنده گیرنده‌ی PL نسبت به شیارهای بسامدی در خط توان طراحی شده است. مدار آزمون شکل ۶ با SW1 بسته و SW2 باز به کار می‌رود. مدار شیار شبکه‌ی RLC سری با مقادیر  $L = 150 \mu H$ ،  $R = 8.5 \Omega$  و  $C = 0.01 \mu F$  است. این مدار یک شیار ۱۰ دسی بلی با Q برابر ۵ که به طور تقریبی ۱۳۰ KHz تمرکز یافته است، تولید خواهد کرد. شدت سیگنال دریافتی ولتاژ روی مقاومت ۵۰ اهمی شبکه‌ی V است و از طریق تطبیق R1 زمانی که فرستنده در حال ارسال بسته‌ها است، تنظیم می‌شود. PER % دریافت شده باید زمانی که سیگنال دریافتی dBV -۶۰ (۲,۸۲۸ mVpp) است، کمتر از ۲٪ باشد.

### ۶-۶-۶ دریافت با نوفه‌ی ضربه‌ای

این آزمون برای اندازه‌گیری مصونیت فرستنده گیرنده‌ی PL نسبت به نوفه ضربه‌ای چون نوفه‌های ایجاد شده به وسیله کم‌کننده‌های نور کنترل شده توسط تیریاک (تریستور دو راهه) طراحی شده است. مدار آزمون شکل ۶ با SW1 باز و SW2 بسته به کار می‌رود. شکل موج مولد ضربه‌ای که طبق تعریف زیر به دست می‌آید:

$$V_{\text{impulse}} = A \sin(2\pi ft) e^{-bt}$$

که در آن  $A = 75 \text{ V}$ ،  $f = 120 \text{ kHz}$ ،  $b = 2.4 \times 10^5$  هستند.

هر زمانی که نیم سیکل ولتاژ خط توان با فاز اختیاری که از نقطه‌ی تقاطع صفر جا به جا شود، روی می‌دهد. شکل موج می‌تواند با یک کم‌کننده نور کنترل شده توسط تیریاک که از نظر تجاری قابل دسترس بوده و در فاز مناسبی تنظیم شده است و یک لامپ 100 وات را به کار می‌اندازد، تولید شود. برای انطباق با شکل موج لازم است دامنه‌ی سه اوج آغازین سیگنال حوزه زمانی اندازه‌گیری شده، هنگام اندازه‌گیری در یک سامانه ۵۰ اهمی، بین ۲۰ درصد از شکل تعریف شده باشد.

سیگنال دریافت شده باید با شکل موج  $V_{\text{impulse}}$  خاموش شده، اندازه‌گیری شود. شدت سیگنال دریافتی ولتاژ روی مقاومت ۵۰ اهمی شبکه‌ی V است و از طریق تطبیق R1 زمانی که فرستنده در حال ارسال بسته‌ها است، تنظیم می‌شود. PER % دریافت شده باید برای شدت سیگنال دریافت شده dBV -۶۰ (اوج به اوج 2,828 Mv) و شکل موج روشن شده، کمتر از ۲٪ باشد.

## کتابنامه

- [1] ISO/IEC 9594 series; Information technology — Open Systems Interconnection
- [2] CISPR 16:1987, Specification for radio interference measuring apparatus and measurement methods
- [3] EN 50065-4-1, Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz — Part 4-1: Low voltage decoupling filters — Generic specification
- [4] EN 50065-7, Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz — Part 7: Equipment impedance