INSO

20951-2-2

1st Edition

2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران

۲-۲-۲۰۹۵۱

چاپ اول

۱۳۹۴

سامانه‌های رادیویی ثابت؛
آزمون انطباق؛
قسمت ۲-۲: تجهیزات نقطه- به- چند نقطه؛
روش‌های اجرایی آزمون برای سامانه‌های FDMA

Fixed Radio Systems;
Conformance testing;
Part 2-2: Point-to-Multipoint equipment;
Test procedures for FDMA systems

ICS :33.100.01

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد-کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

« سامانه‌های رادیویی ثابت؛ آزمون انطباق؛ قسمت ۲-۲: تجهیزات نقطه- به- چند نقطه؛ روش‌های اجرایی آزمون برای سامانه‌های FDMA»

رئیس:	**سمت و / یا محل اشتغال**
راشد محصل، جلیل (دکتری مخابرات میدان)	عضو هیات علمی- دانشگاه تهران
دبیر:	
ارقند، ایرج (کارشناسی ارشد مخابرات)	سرپرست آزمایشگاه سازگاری الکترومغناطیسی - مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
آرزومند، مسعود (کارشناسی ارشد مخابرات)	عضو هیات علمی – مرکز تحقیقات مخابرات ایران
جمشیدی، سامان کارشناسی الکترونیک)	کارشناس ایمنی و سازگاری الکترومغناطیسی- شرکت آزمایشگاه‌های صنایع انرژی
خسروی، رامین (کارشناسی ارشد مخابرات)	عضو هیات علمی- دانشگاه آزاد اسلامی
زندباف، عباس (کارشناسی مخابرات)	کارشناس- شرکت ارتباطات زیرساخت
زارعی، وحید (کارشناسی ارشد مخابرات)	کارشناس- آزمایشگاه مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
عروجی، سید مهدی (کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات)	سرپرست گروه تدوین استاندارد- سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
نجفی، ناصر (کارشناسی ارشد الکترونیک)	مدیر پروژه- مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

پیشگفتار و
مقدمه ز
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و کوته‌نوشت‌ها ۲
۳-۱ اصطلاحات و تعاریف ۲
۳-۲ نمادها ۲
۳-۳ کوته‌نوشت‌ها ۲
۴-۱ پیکربندی تجهیزات ۳
۴-۱-۱ پیکربندی سامانه ۴
۴-۲ مشخصه‌های فرستنده ۹
۴-۲-۱ بیشینه توان خروجی اسمی ۹
۴-۲-۲ کمینه توان خروجی اسمی ۱۰
۴-۲-۳ واپایش خودکار توان ارسال (ATPC) ۱۰
۴-۲-۴ واپایش توان فرستنده از دور (RTPC) ۱۱
۴-۲-۵ درستی بسامد ۱۲
۴-۲-۶ پوشش طیفی RF ۱۳
۴-۲-۷ واپایش بسامد از دور ۱۵
۴-۲-۸ خطوط طیفی در نرخ نمادی ۱۵
۴-۲-۹ گسیل‌های زائد (بیرونی) ۱۵
۴-۳ مشخصه‌های گیرنده ۱۷
۴-۳-۱ گسترهٔ سطح ورودی ۱۸
۴-۳-۲ گسیل‌های زائد ۱۹
۴-۴ مشخصه‌های سامانه ۲۰
۴-۴-۱ گسترهٔ سطح پویا ۲۰
۴-۴-۲ BER به عنوان کارکرد RSL سطح نشانک ورودی گیرنده ۲۰
۴-۳-۳ BER زمینه تجهیزات ۲۱
۴-۴-۴ حساسیت‌پذیری تداخل ۲۲

پیش‌گفتار

استاندارد «سامانه‌های رادیویی ثابت؛ آزمون انطباق؛ قسمت ۲-۲: تجهیزات نقطه- به- چند نقطه؛ روش‌های اجرایی آزمون برای سامانه‌های FDMA» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربـوط تهیه و تدوین شده است، در یکصد و هشتاد و ششمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۴/۱۱/۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهند گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مآخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ETSI EN 301 126-2-2, V1.1.1: 2000, Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 2-2: Point-to-Multipoint equipment; Test procedures for FDMA systems

مقدمه

با توجه به اینکه مقررات و ضوابط استفاده از باند فرکانسی رادیویی در هر کشور بر اساس جدول ملی فرکانس‌های رادیویی تعیین می‌شود که توسط رگولاتوری همان کشور تهیه شده است، در مورد مقررات رادیویی و باندهای فرکانسی این مجموعه استانداردها، نیز باید به مقررات و ضوابط استفاده از طیف رادیویی، مصوب سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی به نشانی www.cra.ir به عنوان مرجع مرتبط مراجعه کرد که بر تمامی مقررات و ضوابط رادیویی اشاره شده در این استاندارد اولویت دارد.

سامانه‌های رادیویی ثابت؛ آزمون انطباق؛ قسمت ۲-۲: تجهیزات نقطه- به- چند نقطه؛ روش‌های اجرایی آزمون برای سامانه‌های FDMA

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین جزئیات روش‌های اجرایی آزمونی استاندارد شده برای آزمون انطباق تجهیزات در سامانه‌های رله رادیویی رقمی (دیجیتال)[1] نقطه به چند نقطه (P-MP)[2] با استفاده از روش دسترسی چندگانه با تقسیم بسامدی (FDMA)[3] است.

روش‌های اجرایی استاندارد شده برای تحقق CEPT/ERC/DEC/(97) 10 [1] بر مبنای به رسمیت شناختن دو جانبهٔ نتایج آزمون‌های انطباق تجهیزات در محدودهٔ CEPT الزامی است که در هر یک از کشورهای CEPT[4] انجام می‌گیرند. به‌علاوه، به منظور ایجاد امکان تحقق روش اجرایی ارزیابی انطباق[5] توصیف شده در فصل[6] دو رهنمود R&TTE[7] [3] 1999/5/EC روش‌های اجرایی توصیف شده در این قسمت از استاندارد EN 301 126-2 به یکدیگر مرتبط هستند تا انطباق DRRS با الزامات اساسی مربوطه اثبات شود که در ماده ۳-۲ رهنمود R&TTE1999/5/EC [3] تعریف شده است

این استاندارد به همراه استاندارد EN 301 126-2-1 [2] و EN‌ها/ETS‌های تجهیزات مجزای توصیف‌کننده روش‌های (FDMA) موردنظر به‌کار می‌رود و بدون توجه به آزمایشگاه اعتباردهی شده اجراکننده آزمون، همانندی نتایج آزمون را فراهم خواهد کرد.

آزمون‌های انطباق توصیف شده در این استاندارد آزمون‌های مرتبط با پارامترهای خاص رادیویی هستند که مستقیما در EN‌ها/ETS‌های رله رادیویی وابسته مورد نیازند. آزمون‌های انطباق با EN/ETS کرانه‌ای دیگر (به عنوان مثال، آزمون‌های واسط‌های ورودی/خروجی سامانه و فرآیند باند پایه وابسته) در هدف و دامنه کاربرد این استاندارد نمی‌گنجند.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آنها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

1 -digital
2- Point-to-Multipoint
3 - Frequency Division Multiple Access Methods
4 - CEPT Countries
5 - Conformance
6 - Chapter
7 - R&TTE Directive

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.
استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 CEPT/ERC/DEC(97)10 ERC Decision of 30 June 1997 on the mutual recognition of conformity assessment procedures including marking of radio equipment and radio terminal equipment.
2-2 EN 301 126-2-1: "Fixed Radio Systems; Conformance testing; Part 2-1: Point-to-Multipoint equipment; Definitions and general requirements".
2-3- Directive 1999/5/EC of the European Parliament and of the Council of 9 March 1999 on radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity.
2-4 EN 60835-1: "Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems. Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay systems and satellite earth stations".
2-5 CEPT/ERC/REC 74-01: "Spurious emissions".

۳ اصطلاحات، تعاریف، نمادها و کوته نوشت‌ها

۳-۱ اصطلاحات و تعاریف

برای اهداف این استاندارد، به اصطلاحات و تعاریف آورده شده در استاندارد [2] EN 301 126-2-1 مراجعه کنید.

۳-۲ نمادها

برای اهداف این استاندارد، به نمادهای آورده شده در استاندارد [2] EN 301 126-2-1 مراجعه کنید.

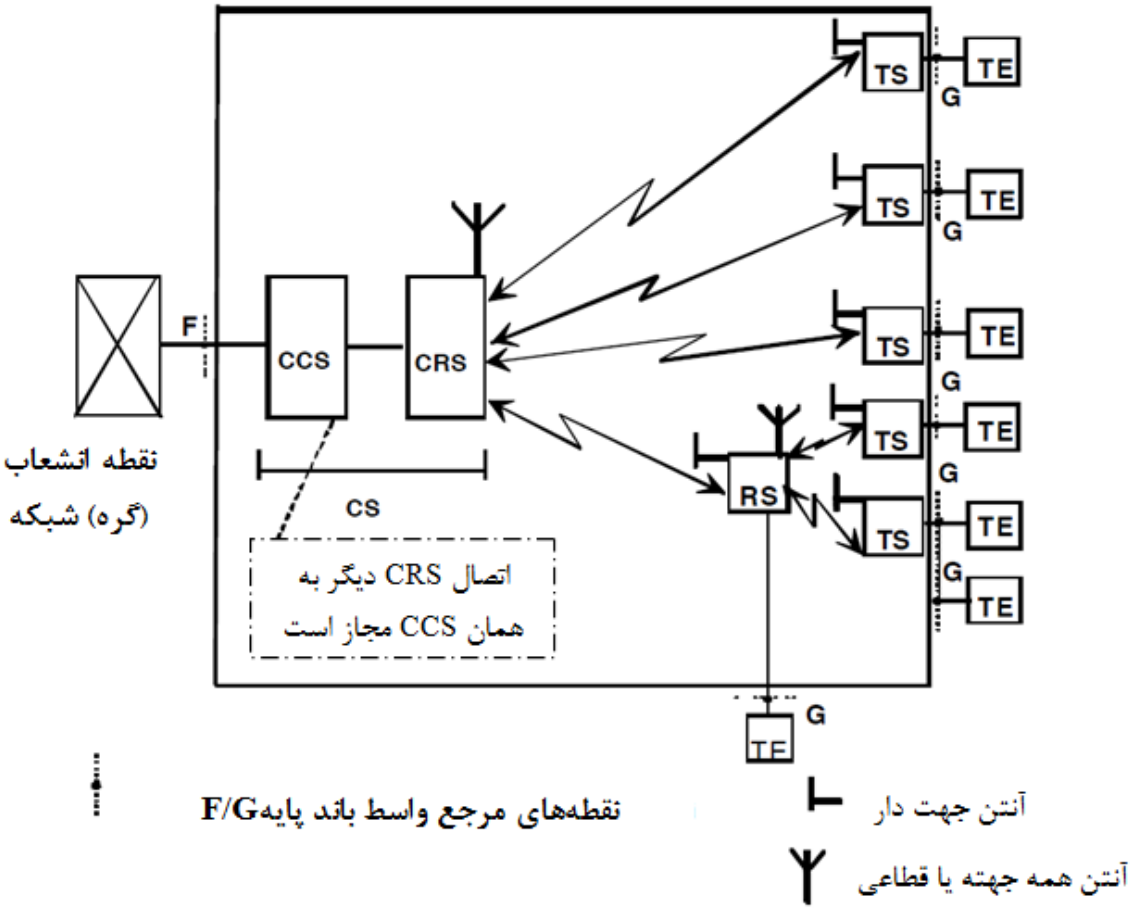
۳-۳ کوته‌نوشت‌ها

برای اهداف این استاندارد، به کوته‌نوشت‌های آورده شده در استاندارد [2] EN 301 126-2-1 مراجعه کنید.

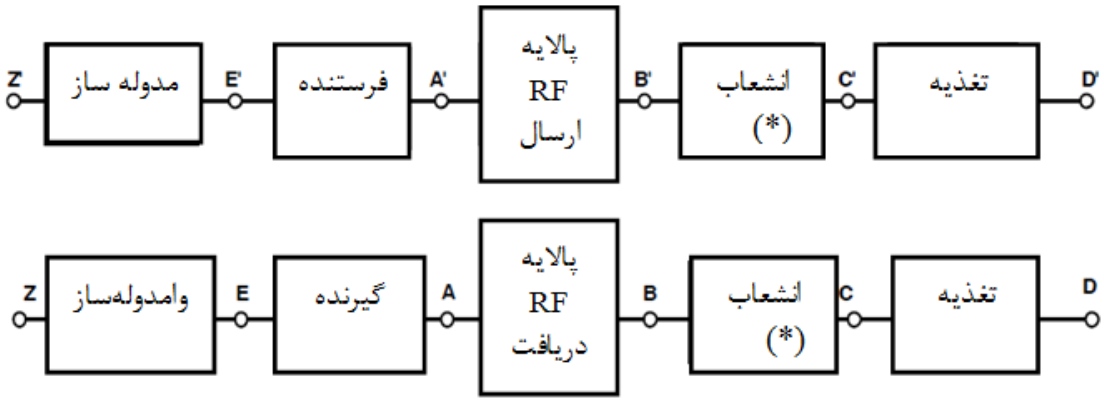
۴ مشخصه‌های کلی

برای درک بهتر کاربرد روش‌های آزمون، آنجا که نیاز باشد به استاندارد [4] EN 60835-1 ارجاع داده می‌شود (روش‌های آزمون).

۱-۴ پیکربندی تجهیزات



شکل ۱- معماری کلی سامانه

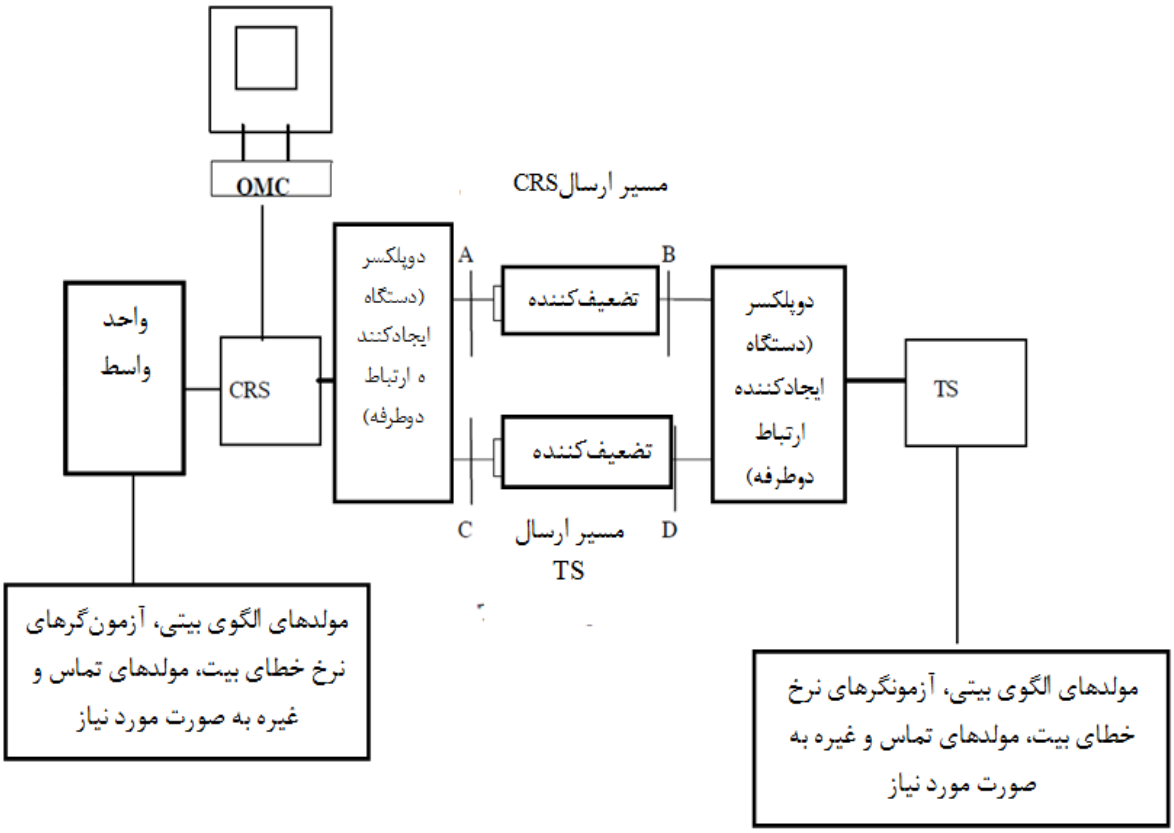


شکل ۲- نمودار بستک سامانه RF

۴-۱-۱ پیکربندی سامانه

تجهیزات P-MP برای کار به عنوان یک سامانه دسترسی متصل به یک گره شبکه‌ای (به عنوان مثال سوده محلی) و گره تجهیزات پایانه کاربر طراحی شده است (شکل ۱). آزمون‌های انطباق مجزا در یک جهت منفرد پیونده اما برای آزمون‌های خاصی اجرا می‌شوند (شکل ۲)، به‌عنوان نمونه برای راه‌اندازی نشانک‌دهی در تجهیزات هر دو پیونده پیش رو و معکوس باید کار کنند، کمینه چیدمان تجهیزات برای آزمون‌ها تنها با یک مشترک در شکل ۳ نشان داده شده است، در جایی که مسیرهای پیش رو و بازگشتی RF توسط یک جفت دستگاه دوطرفه کننده (دوپلکسر) از یکدیگر جدا شده‌اند و در هر مسیر تضعیف‌کننده‌های مجزایی جای داده شده‌اند. در نبود دستورالعمل‌های خاص تهیه‌کننده پیشنهاد می‌شود پیوندها در آستانه (RSL) + n dB کار کنند، در اینجا n نصف گسترهٔ پویای پیونده است به استثنای زمانی که گیرنده تحت آزمون است. بهتر است گیرنده(های) دیگر به کار در آستانه (RSL) + n dB ادامه دهد (دهند).

تفکیک‌کننده‌های واسنجی شده یا تزویج‌کننده‌های جهت دار در نقاط A، B، C و D جای‌گذاری خواهند شد (شکل‌های ۳ و ۴) تا نقاط آزمون یا منابع نشانک‌های اختلال‌گر (مزاحم) را فراهم کنند، همانطور که برای آزمون‌های مجزا مورد نیاز است.



یادآوری- سامانه‌های TDDممکن است تنها به یک مسیر منفرد با یک تضعیف کننده نیاز داشته باشند.

شکل ۳- پیکربندی آزمون برای یک ایستگاه پایانه منفرد

یادآوری ۱- تفکیک‌کننده‌های واسنجی شده یا تزویج‌کننده‌های جهت‌دار در نقاط A ، B ، C و D جایگذاری خواهند شد تا نقاط آزمون یا منابع نشانک‌های اختلال‌گر را فراهم کنند، همانطور که برای آزمون‌های مجزا مورد نیاز است.

یادآوری ۲- در هنگام سنجش (اندازه‌گیری) فرستنده TS برای تعیین اینکه فرستنده حدودهای گسیل‌های زائد و پوشش گسیل را برآورده می‌کند، شبکه تفکیک‌کننده تنها یک TS متصل خواهد داشت و برداشت این شبکه مجاز است.

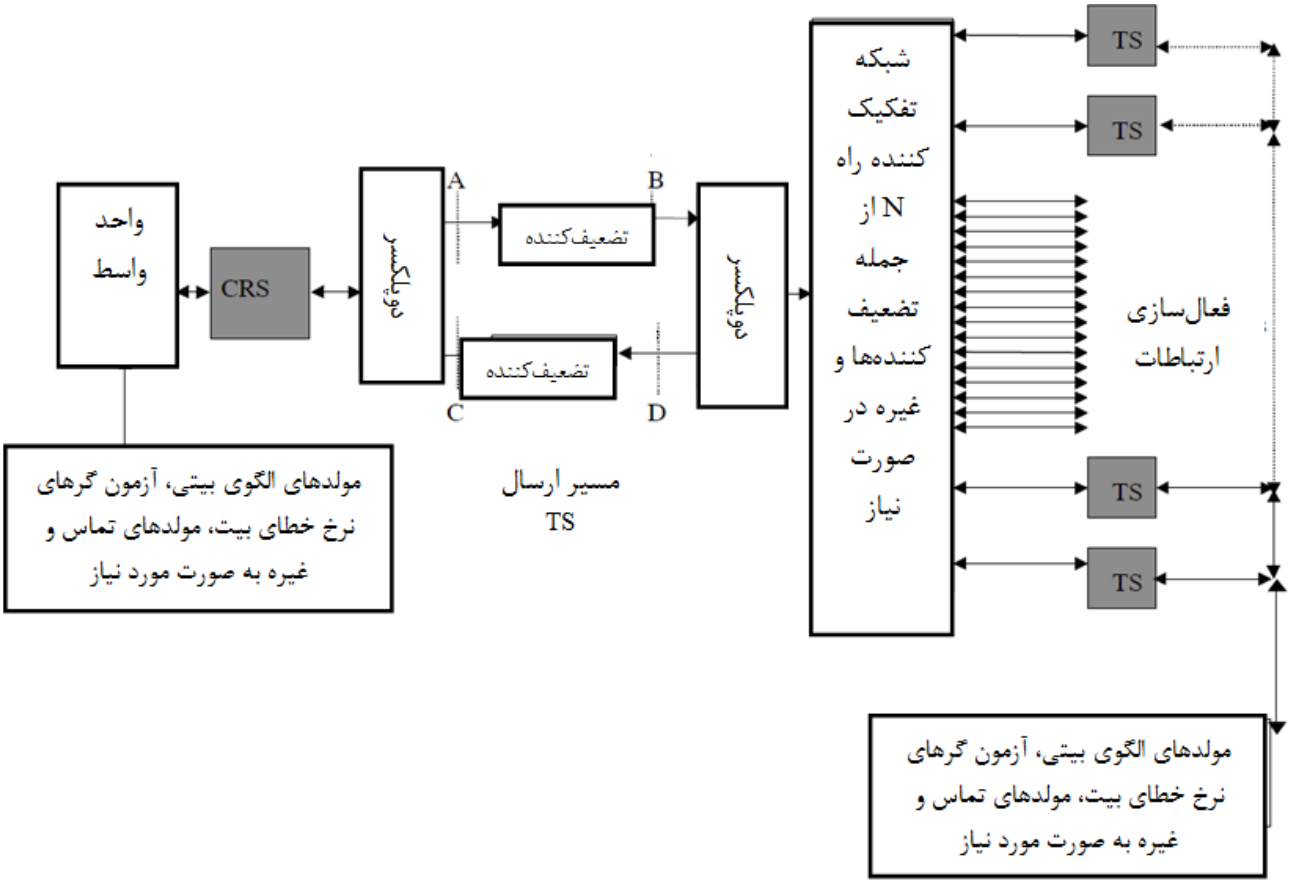
یادآوری ۳- سامانه‌های P-MP که باید مورد آزمایش قرار گیرند سامانه‌ها و ویژگی‌های دوطرفه‌کننده هستند مانند همگام‌سازی بسامد/زمان و APC برای کارکرد صحیح به هر دو مسیر نیاز دارد. برای اطمینان از اینکه نتایج سنجش‌ها روی مسیرهای پیش‌رو (رفت) یا برگشت، به‌عنوان مثال RSL گیرنده، تحت تأثیر شرایط در مسیر دیگر قرار نمی‌گیرد، ممکن است تدارک تضعیف پایین‌تر یا ارتقاء توان فرستنده در این مسیر دیگر ضروری باشد. در غیاب دستورالعمل‌های خاص دیگر تولیدکننده پیشنهاد می‌شود این مسیر دیگر در آستانه (RSL) + n dB کار کند.

تمامی روش‌های اجرایی آزمونی ارائه شده در زیربندهای پیش رو باید برای هر دو CRS(ها) و TS(ها) به‌کار روند، مگر اینکه روش اجرایی دیگری بیان شود. اجرای تمامی آزمون‌های الزامات اساسی (ER) باید در مقدار اسمی و کرانه‌های تغذیه توان و پارامترهای محیطی و در بیشینه توان خروجی تضمین شوند، مگر اینکه الزامات دیگری بیان شود. اجرای سنجش‌های بسامدی، طیفی و توان RF باید در بسامدهای پایین، بالا و میانی درون گسترهٔ بسامدهای اعلام شده تضمین شوند. مجاز است این بسامدهای RF را از طریق واپایش راه دور یا روش دیگری انتخاب کرد.

برای ایستگاه‌های مرکزی یا راه دور مجهز به آنتن‌های داخلی باید گذر موجبر یا هم محور به وسیله سازنده تهیه شده تا سنجش‌های توصیف شده تسهیل شوند.

برای آزمون‌هایی که استفاده همزمان چندین TS در آن‌ها ضروری است، یک چیدمان مشابه چیدمان نشان داده شده در شکل ۴ مورد نیاز است. مجاز است برای ایجاد امکان ارتباط، بار ترافیکی شبیه‌سازی شود و تسهیلاتی چون بازگشت حلقه‌ای راه دور برای مسیریابی ترافیک در سراسر سامانه مورد استفاده قرار گیرند.

این چیدمان اطمینان می‌دهد که سامانه به روش عادی مشابه پیکربندی آن برای سنجش‌هایی چون RSL و پوشش فرستنده کار می‌کند.



یادآوری- سامانه‌های TDDممکن است تنها به یک مسیر منفرد با یک تضعیف‌کننده نیاز داشته باشند.

شکل ۴- پیکربندی آزمون برای ایستگاه‌های پایه چندگانه

سامانه‌های به‌کار گیرندهٔ روش دسترسی FDMA طبق تعریف متعامدند (با به‌کارگیری جداسازی بسامدی بین حامل‌های مدوله شدهٔ نشانک چند حاملی). برای جهت بیرون مرزی (CRS ⟶ TS) تعامد در هنگام به کارگیری روش‌های آزمون توصیف شده در بند مربوطه این استاندارد از طریق سنجش ثابت می‌شود.

در هنگام آزمون در جهت درونی (CRS ⟶ TS) کافی است تعامد به طور همزمان تنها در سه TS تعیین شود. در این روش از پیش فرض می‌شود هر یک از حامل‌ها به طور مشابه مدوله شده و همان نرخ بیت را حمل می‌کنند.

به علاوه مشخصه‌های شکل‌گیری ضربه و ضریب ROLL-OFF کسینوسی حامل‌ها هر یک به دلیل پردازش نشانک دیجیتالی در مدوله‌ساز و وامدوله‌سازهای CRS/TS با یکدیگر یکسانند. یک TS به‌عنوان پیونده خواسته شده و دوتای دیگر به عنوان حامل‌های (واسط‌های) مجاور یکسان- مدوله شده نسبت به پیونده خواسته شده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

برای آنکه تعیین شود گسیل‌های ناخواسته درون فاصله‌بندی مجرا RF واگذار شده به سامانه P-MP که از هر TS در حال ارسال در جهت درونی به دست آمده است، پیونده خواسته شده (نشانک) را بی‌جهت تنزل نمی‌دهند، تولیدکننده باید پوشش طیفی TS را دست کم در پهنای فاصله‌بندی مجرا RF اعلام کند.

فرونشانی ضروری گسیل‌های ناخواسته TS که مجاز هستند در جهت درونی گسیل یابند می‌تواند از فرمول زیر استخراج شود (به شکل ۵ مراجعه کنید):

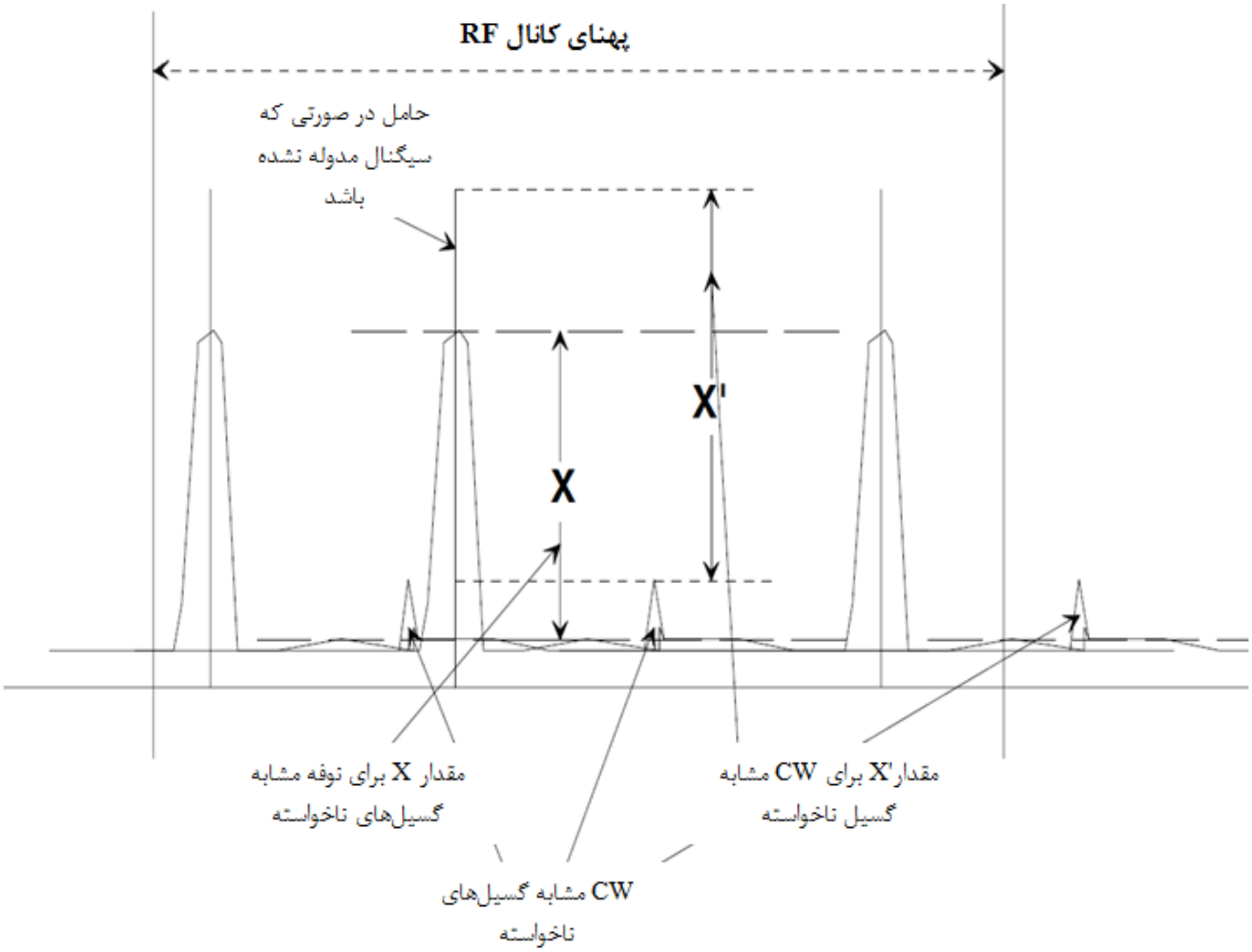
$$\frac{C}{P_{unwa}} \equiv X - 10\log(N-3) \geq \frac{C}{I} + 3 \quad [\text{dB}] \qquad (1)$$

$$X \geq \frac{C}{I} + 3 + 10\log(N-3) \quad [\text{dB}] \qquad (2)$$

در جایی که:

- X تفاوت بین بیشینه است. چگالی طیفی توان حامل مدوله شده منفرد مطابق شرایط بار کامل[1] TS پیونده خواسته شده و بیشینه مقدار چگالی توان طیفی نوفه مشابه گسیل ناخواسته از TS است که در پهنای باند مجرا RF اندازه‌گیری شده است،
- N تعداد حامل‌های مدوله شده مطابق شرایط بار کامل جهت درونی است که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود،
- $\frac{C}{I}$ از حدود حساسیت تداخل هم مجرا برای تنزل ۱dB برای $BER10^{-6}$ استاندارد (EN) موردنظر به دست آمده است.

1- Full Load Condition



شکل ۵- نمونه‌ای از فرونشانی ضروری گسیل‌های ناخواسته TS

یادآوری- چگالی طیفی توان نوفه‌ای مشابه گسیل‌های P_{unwa} از $2 \times \Delta f_{carrier} \pm$ خارجی بدست می‌آید، در حالی که $\Delta f_{carrier}$ با فاصله‌بندی حامل مطابق شرایط بار کاملی در جهت درونی همسان می‌شود که مطابق EN مربوطه توسط تولیدکننده اعلام می‌شود.

برای CW مشابه گسیل‌های ناخواسته TS منفرد، مقدار 'X باید به صورت زیر باشد:

$$X' = 10 \log\left(\frac{P_C}{P_{CW}}\right) \quad [\text{dB}] \qquad (3)$$

در اینجا P_C توان حامل TS منفرد (مطابق شرایط بار کامل) و P_{CW} توان گسیل ناخواسته CW است.

گسیل‌های ناخواسته ذکر شده در قسمت بالا باید برای هر دو نشانک شبیه نوفه (نوفه شکل) و شبیه CW (CW شکل) روی یک سمت حامل TS مربوطه در سراسر پهنای کامل فاصله‌بندی مجرا RF راستی‌آزمایی شود که به سامانه P-MP واگذار شده است.

۲-۴ مشخصه‌های فرستنده

ملاحظات کلی:

روش‌های اجرایی سنجش برای مشخصه‌های فرستنده (CRS).

برای سنجش آزمون‌هایی که در بخش پایین تجهیزات (CRS) قید شده‌اند باید بیشینه توان اسمی خروجی بیان شده توسط تولیدکننده یا توان خروجی دیگری را که مناسب آزمون اعمال شده است فراهم کند. به علاوه تعداد حامل‌های (N) ایستگاه رادیویی مرکزی که هر یک با بیشینه نرخ بیت مدوله شده‌اند و همان طرح مدوله‌سازی توسط سازنده اعلام می‌شود.

پارامترهای مشخص شده تحت شرایط بار کامل آزمون می‌شوند.

هر حاملی که از طرح مدوله‌سازی یکسان استفاده می‌کند باید توان خروجی برابر با 1/N بیشینه توان خروجی اسمی را فراهم کند که توسط تولید کننده اعلام شده است. ظرفیت ارسال CRS باید به طور مساوی بین N حامل منفرد توزیع شود.

پارامترهای مشخص شده تحت شرایط بار کامل آزمون می‌شوند.

هر حامل باید میانگین توان خروجی برابر با 1/N بیشینه توان اسمی میانگین را فراهم کند که توسط تولیدکننده اعلام شده است.

یادآوری- برای سنجش طیف RF (به زیربند ۴-۲-۶ مراجعه کنید) پیوندہ (CRS → TS) باید نصب شود و نرخ خطای بیت نشانک گیرندۀ خواسته شده باید $<10^{-x}$ باشد همراه با سطح نشانکی که در استاندارد محصول مربوطه تعیین شده است.

روش‌های اجرایی سنجش برای مشخصه‌های فرستنده (TS).

مشخصه‌های فرستنده TS باید تنها در سنجش یک TS راستی‌آزمایی شود که نمایندۀ تمام TS تحت مقادیر حدود شرایط بار کامل اعلام شده توسط تولیدکننده است. پوشش طیفی TS باید مطابق پوشش طیفی اعلام شده توسط تولی کننده راستی‌آزمایی شود.

۱-۲-۴ بیشینه توان خروجی اسمی

هدف:

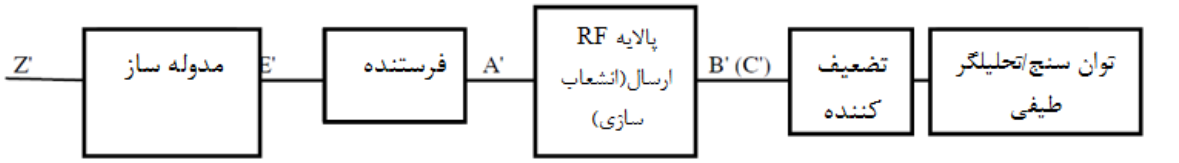
راستی‌آزمایی بیشینه میانگین توان خروجی اسمی اندازه‌گیری شده در نقطه مرجع 'B یا 'C در محدودۀ مقدار اعلام شده از فرستنده به اضافه/منهای رواداری EN/ETS که از بیشینه مقدار بیان شده در ETS/EN فراتر نرود.

ابزارآلات آزمون:

- میانگین توان‌سنج[1] یا جایگزین مناسب.

پیکربندی آزمون:

1- Average Power Meter



شکل ۶- پیکربندی آزمون برای سنجش‌های (اندازه‌گیری‌های) توان خروجی فرستنده

روش اجرایی آزمون:

با تنظیم سطح توان فرستنده در مقدار بیشینه، میانگین توان خروجی فرستنده باید در نقطهٔ B (C') سنجیده شود.

۴-۲-۲ کمینه توان خروجی اسمی

هدف:

راستی‌آزمایی این که کمینه میانگین توان خروجی تجهیزات مجهز به مدار واپایش توان که در نقطه مرجع B' یا C' اندازه‌گیری شده است در حدود تعیین شدهٔ مقدار اعلام شده قرار دارد.

ابزارآلات آزمون:

به آزمون بیشینه توان خروجی اسمی مربوط می‌شود.

پیکربندی آزمون:

به آزمون بیشینه توان خروجی اسمی مربوط می‌شود.

روش اجرایی آزمون:

با تنظیم سطح توان فرستنده در مقدار کمینه، خروجی فرستنده باید در B (C') سنجیده (اندازه‌گیری) شود. محاسبه کامل باید از تمامی افت‌های بین نقطه آزمون و توان سنج به دست آید.

۴-۲-۳ واپایش خودکار توان ارسال (ATPC)

ATPC یک ویژگی اختیاری است. با این وجود، بیشینه و کمینه سطوح میانگین توان خروجی باید، در صورت نصب، بررسی شود. به علاوه، باید اثبات شود که عملکرد تسهیلات خودکار رضایت‌بخش است.

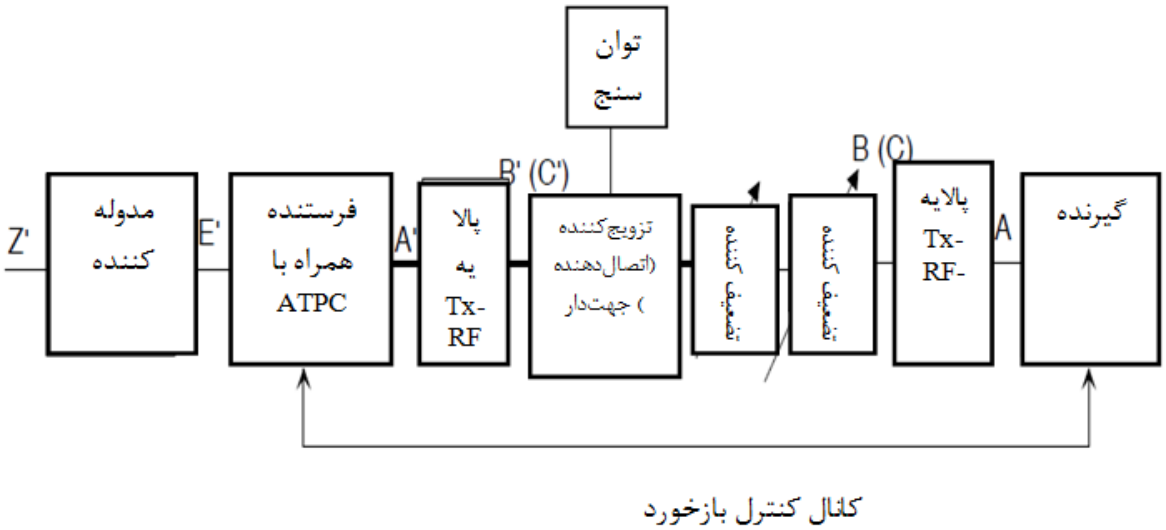
هدف:

زمانی که ATPC پیاده‌سازی می‌شود، حلقه واپایش باید برای کار رضایت‌بخش بررسی شود، به عبارت دیگر: توان خروجی Tx با سطح ورودی در گیرندهٔ دور مرتبط است.

ابزارآلات آزمون:

به آزمون بیشینه توان مربوط می‌شود.

پیکربندی آزمون:



شکل ۷- پیکربندی آزمون برای سنجش‌های بیشینه /کمینه توان خروجی فرستنده در جایی که ATPC پیاده شده است (اجرا شده است)

روش اجرایی آزمون:

تمام تجهیزات مجهز به واپایش خودکار توان باید برای کار رضایت‌بخش حلقه بسته بررسی شوند. تضعیف‌کننده B (شکل ۷) که در ابتدا برای تولید کمینه سطح خروجی فرستنده تنظیم شده است باید تا زمانی افزایش یابد که فرستنده به بیشینه سطح خروجی آن برسد. در سراسر گسترهٔ توان فرستنده، سطح ورودی گیرنده باید درون حدود بیان شده در EN/ETS مربوطه یا معیارهای کاری تضمین شده توسط تولیدکننده نگهداری شوند. تکرار این آزمون برای راستی‌آزمایی این موضوع که عملکرد خودکار واپایش توان بین بیشینه و کمینه توان فرستنده حدود EN/ETS یا حدود عملکرد اعلام شده توسط تولیدکننده را برآورده می‌کند، الزامی است.

برای راستی‌آزمایی جهت درونی به زیربند ۴-۱-۱ مراجعه کنید.

گسترهٔ واپایش توان و کارکرد ATPC توسط تولیدکننده اعلام می‌شود.

۴-۲-۴ واپایش توان فرستنده از دور (RTPC)

در جایی که واپایش توان ارسال از دور کارکردی قابل دسترس است، این کارکرد باید در حین آزمون توان خروجی فرستنده بررسی شده و ثبت شود.

برای راستی آزمایی جهت درونی به زیربند ۴-۱-۱ مراجعه کنید.

گسترهٔ واپایش توان و کارکرد RTPC توسط تولیدکننده اعلام می‌شود.

بیشینه توان نباید از مقداری فراتر رود که در زیربند ۴-۲-۱ با عنوان الزام اساسی به‌کار می‌رود.

۴-۲-۵ درستی بسامد

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه بسامد ارسالی CRS/TS درون حدود تعیین شده در EN/ETS مربوطه قرار دارد.

یادآوری ۱- برای سامانه‌هایی که در نتیجه از دست رفتن همگام‌سازی قطع نمی‌شوند، بهتر است درستی بسامد نیز در شرایط غیر همگام‌سازی سنجیده شود.

جایی که فرستنده‌ها نمی‌توانند در شرایط CW جای گیرند، تولیدکننده باید در زمینه روش آزمون درستی بسامد به دنبال موافقت آزمایشگاه اعتباردهی شده باشد.

روش ارجح استفاده از شمارشگر بسامدی است که قادر به اندازه‌گیری بسامد مرکزی نشانک یک حامل مدوله شده باشد. مکان وابسته حامل درون مجرا RF باید توسط سازنده اعلام شود.

زمانی که این نوع شمارشگر قابل دسترس نباشد، باید بسامد LO اندازه‌گیری شود و بسامد خروجی با استفاده از فرمول مربوطه محاسبه شود.

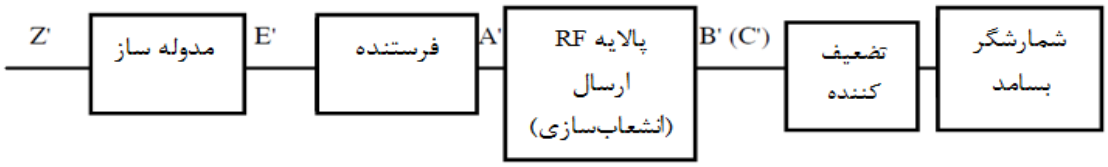
درستی بسامد این حامل مدوله شده باید به عنوان نشانهٔ درستی بسامد نشانک چند حاملی در نظر گرفته شود.

سنجش‌های (اندازه‌گیری‌های) درستی بسامد باید در پایین‌ترین و بالاترین مجرا و مجرای باند میانی واحد تحت آزمون هدایت شوند (اجرا شوند).

ابزارآلات آزمون:

- شمارشگر بسامد

پیکربندی آزمون:



شکل ۸- پیکربندی آزمون برای درستی بسامد

روش اجرایی آزمون:

فرستنده باید در صورت امکان در شرایط CW کار کند و سنجش‌های بسامد باید روی مجرای انجام شوند (هدایت شوند) که از پیش توسط آزمایشگاه انتخاب شده است. بسامد سنجیده شده باید در محدودهٔ رواداری بیان شده در EN/ETS قرار گیرد.

یادآوری ۲- ممکن است بسامد اسمی نشانک CW در بسامد اسمی مجرا RF (مرکز مجرای RF) یا در ورنهاد ثابت حاصل از بسامد اسمی مجرای RF (به عنوان مثال یک حامل وامدوله شده) قرار داشته باشد. در مورد دوم، ورنهاد بسامدی ثابت باید توسط سازنده اعلام شود.

۶-۲-۴ پوشش طیفی RF

سنجش‌های (اندازه‌گیری‌های) پوشش طیفی RF باید در پایین‌ترین و بالاترین مجرا و مجرای باند میانی واحد تحت آزمون هدایت شوند (اجرا شوند).

هدف:

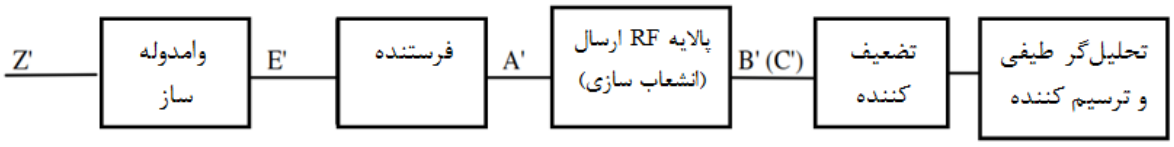
راستی‌آزمایی وجود طیف خروجی درون حدود تعیین شدهٔ EN/ETS مربوطه برای CRS و درون پوشش اعلام شده برای TS .

ابزارآلات آزمون:

۱- تحلیل‌گر طیفی.

۲- ترسیم‌کننده.

پیکربندی آزمون:



شکل ۹- پیکربندی آزمون برای پوشش طیفی

روش اجرایی آزمون:

درگاه خروجی فرستنده باید یا از طریق یک تضعیف‌کننده به تحلیل‌گر طیفی[1] متصل شود یا به یک بار مصنوعی به همراه برخی ابزارهای پایش گسیل‌ها با یک تحلیل‌گر طیفی. تحلیل‌گر طیفی باید دارای صفحه نمایش مقاومت متغیر یا تسهیلات ذخیره‌سازی دیجیتال باشد. پهنای باند تفکیک‌پذیری، پهنه بسامدی، زمان پویش و تنظیمات پالایه ویدئویی تحلیل‌گر طیفی باید مطابق EN/ETS مربوطه تنظیم شوند.

چگالی توان Tx باید همراه با فرستنده مدوله شده توسط نشانک دارای مشخصه‌های آورده شده در EN/ETS مربوطه توسط ترسیم‌کننده و تحلیل‌گر طیفی سنجیده شود. در صورت امکان، ترسیم‌های چگالی توان طیفی فرستنده باید در پایین‌ترین و بالاترین مجراها و مجرای باند- میانی ثبت شوند. به‌علاوه، ترسیم‌ها باید در ولتاژهای شدید و عادی تغذیه توان در دمای محیط و منتهی‌الیه‌های محیطی به دست آیند.

طیف یک حامل منفرد باید در هر دو لبهٔ پوشش طیفی برای مجرا RF استاندارد محصول مربوطه (راستی‌آزمایی) شود (شکل ۲).

مقادیر برای تنظیمات تحلیل‌گر طیفی در جدول ۱ (مربوط به فاصله‌بندی مجرای RF) و جدول۲ (مربوط به فاصله‌بندی حامل یک نشانک چند حاملی) فهرست شده‌اند.

1- Spectrum Analyzer

جدول ۱- تنظیمات تحلیل‌گر طیفی جهت سنجش طیف توان RF برای فاصله مجرای RF سنجش طیف توان RF

فاصله‌بندی مجرای RF (MHz)	<۱٫۷۵	۱٫۷۵ تا ۲۰	>۲۰
بسامد مرکزی	واقعی	واقعی	واقعی
پهنای جاروب (MHz)	یادآوری	یادآوری	یادآوری
زمان پویش	خودکار	خودکار	خودکار
پهنای باند IF (kHz)	۳۰	۳۰	۱۰۰
پهنای باند ویدئویی(kHz)	۰٫۱	۰٫۳	۰٫۳
یادآوری- فاصله‌بندی مجرا × 5< پهنای جاروب < فاصله‌بندی مجرا × 7			

تنظیمات تحلیل‌گر طیفی جدول ۱ باید در هنگام سنجش طیف مطابق f_s فاصله‌بندی مجرای RF مورد استفاده قرار گیرند.

مطابق جدول ۲، تنظیمات تحلیل‌گر طیفی به آن دلیل بیان شده‌اند که راستی‌آزمایی کنند حامل مدوله شده در لبهٔ بالاتر یا پایین‌تر فاصله‌بندی مجرای RF یک نشانک چند حاملی از پوشش طیفی فراتر نمی‌رود.

جدول ۲- تنظیمات تحلیل‌گر طیفی برای سنجش طیف RF در لبهٔ بالاتر و پایین‌تر فاصله‌بندی مجرا RF یک نشانک چند حاملی

فاصله‌بندی مجرا RFfs/MHz	0,5 ≥	0,5 <fs≤ 1
بسامد مرکزی	واقعی	واقعی
پهنای جاروب/ MHz	۱	۲
زمان پویش	خودکار	خودکار
پهنای باند / IFkHz	۱۰	۳۰
پهنای باند ویدئویی/ kHz	۰٫۰۳	۰٫۱

بهتر است پهنای جاروب در ترتیب ۱۰۰ برابری پهنای باند IF قرار گیرد. برای فاصله‌بندی حامل 1 MHz ≥ یک نشانک چند حاملی باید جدول ۱ را به کار برد.

یادآوری ۱- در جایی که EN/ETS به خطوط طیفی در نرخ نمادی اجازه می‌دهد از پوشش طیفی فراتر روند، بهتر است این کاهش مورد ملاحظه قرار گیرد.

یادآوری ۲- در هنگام سنجش در لبهٔ بالاتر یا پایین‌تر فاصله‌بندی مجرای RF رواداری تنظیمات تحلیل‌گر طیفی را فرا خوانید.

برای سنجش پوشش طیفی TS که توسط تولیدکننده اعلام شده است، تنظیمات تحلیل‌گر طیفی باید مطابق پهنای باند نشانک مدوله شدهٔ TS مورد استفاده قرار گیرد.

۴-۲-۷ واپایش بسامد از دور

واپایش بسامد از راه دور یک ویژگی اختیاری است. با این وجود، کارکرد در صورت نصب باید در حین آزمون درستی بسامد آزمایش شود. در صورت نیاز، آزمون مطابق زیربند ۴-۲-۵ با تنظیمات بسامدی تکرار شود که با استفاده از گزینه واپایش بسامد از راه دور واپایش شده است.

۴-۲-۸ خطوط طیفی در نرخ نمادی

آزمون خطوط طیفی در نرخ نمادی در همان زمان آزمون اجرا می‌شود که پوشش طیفی RF آزمایش می‌شود، به زیربند ۴-۲-۶ در صورت کاربرد برای این استاندارد مراجعه کنید.

۴-۲-۹ گسیل‌های زائد (بیرونی)

هدف:

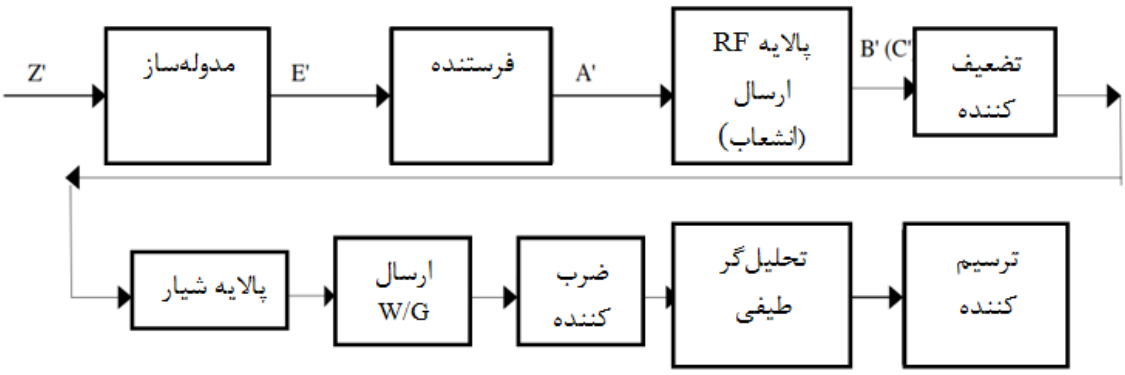
راستی آزمایی اینکه هر نوع گسیل زائد تولید شده توسط فرستنده در حدود ذکر شده در EN/ETS مربوطه جای می‌گیرد. گسیل‌های زائد گسیل‌های خارج از پهنای باند ضروری برای انتقال داده ورودی در فرستنده به گیرنده‌ای هستند که کاهش سطح آن بدون تأثیرگذاری روی انتقال اطلاعات متناظر مجاز است. گسیل‌های زائد عبارتند از گسیل‌های هارمونیک (هم‌آهنگ)، گسیل‌های مزاحم، محصولات مدوله‌سازی داخلی و محصولات تبدیل بسامد.

ابزارآلات آزمون:

۱- تحلیل‌گر طیفی، ترسیم کننده.

۲- واحدهای ضرب‌کننده (ترکیبی) تحلیل‌گر طیفی- به صورت مورد نیاز.

پیکربندی آزمون:



شکل ۱۰- پیکربندی آزمون برای گسیل‌های زائد هدایت شدهٔ درگاه آنتن

روش اجرایی آزمون:

درگاه خروجی فرستنده باید یا از طریق یک تضعیف‌کننده مناسب به تحلیل‌گر طیفی متصل شود و/یا به پالایه شیار تا توان را به داخل انتهای (لبهٔ) جلویی تحلیل‌گر محدود کند. در برخی موارد، جایی که حد بالاتر بسامد از گسترهٔ کاری پایه تحلیل‌گر فراتر می‌رود، به گذرهای مناسب موجبر و ضرب‌کننده نیاز خواهد بود. توصیف مدا موجود بین فرستنده و ورودی به ضرب‌کننده یا تحلیل‌گر طیفی روی گسترهٔ بسامدی که باید مورد سنجش قرار گیرد حائز اهمیت است. بهتر است این افت‌ها برای تنظیم خط حدی تحلیل‌گر تا میزانی مورد استفاده قرار گیرد که اطمینان حاصل شود معیارهای مشخصات در نقطهٔ 'C فراتر نمی‌رود.

فرستنده باید در بیشینه توان خروجی اسمی تولیدکننده کار کند و سطح و بسامد تمام نشانک‌های قابل توجه (مهم) باید در سراسر باند بسامدی ذکر شده در مشخصات مربوطه سنجیده شده و ترسیم شوند (ثبت شوند). توصیه می‌شود هر پویش در گام‌های ۵ GHz زیر۲۱٫۲ GHz و گام‌های ۱۰ GHz بالای ۲۱٫۲ GHz به دست آیند. با این وجود بهتر است گسیل‌های زائد نزدیک به حدود روی یک گسترهٔ محدود شده ترسیم شوند (ثبت شوند) به طوری که آشکارا نشان دهد نشانک از حدود مربوطه فراتر نرفته است.

سنجش برای TS تنها با یک حامل منفرد انجام می‌شود.

یادآوری ۱- آنجا که مشخصات بیان می‌کنند آزمون گسیل زائد باید با تجهیزات در شرایط مدوله شده انجام شود، پهنای باند تفکیک تحلیل‌گر طیفی باید در سطح ذکر شده در مشخصات تنظیم شود. بهتر است پهنه بسامد و نرخ پویش تحلیل‌گر برای نگهداری بستر نوفه زیر خط حد و حفظ تحلیل‌گر طیفی در شرایط واسنجی تعدیل شود.

یادآوری ۲- سنجش سطوح گسیل زائد حاصل از عملکرد تجهیزات در شرایط CW می‌تواند با پهنای باند تفکیک، پهنهٔ بسامد و نرخ‌های پویش انجام شود که همزمان با حفظ تفاوت دست کم ۱۰ dB بین بستر نوفه و خط حدی تحلیل‌گر طیفی در شرایط واسنجی است.

یادآوری ۳- سنجش‌های توان تابشی RF در نتیجه سطوح پایین نشانک RF و مدوله‌سازی باند پهن مورد استفاده در این نوع تجهیزات در مقایسه با سنجش‌های انجام شده دقیق نیستند. بنابراین جایی که تجهیزات به طور عادی به یک آنتن یکپارچه مجهز می شوند، تولید کننده باید یک ماند افزار آزمونی مستند را فراهم کند تا نشانک تابشی را به یک نشانک هدایتی و از آنجا به یک پایانه ۵۰ Ω تبدیل کند.

یادآوری ۴- نشانک هدایتی RF باید برای تمام بسامدهای زیر بسامد کاری در جهت یک خط هم محور ۵۰ Ω به تحلیل‌گر طیفی سنجیده شود به شرطی که زیر ۲۶٫۵ GHz باشند. دلیل این سنجش جلوگیری از وجود هرگونه موجبر بیرونی است که به عنوان یک پالایه گذر بالا عمل می‌کند.

از آنجا که بسیاری از DRRS نوین قادر نیستند یک حامل مدوله نشده را تحویل دهند، سنجش در این مورد باید با حامل مدوله شده انجام شود به شرطی که حدود سطح برای نوفه‌ای چون گسیل‌های زائد (به عنوان مثال بسامدهای تصویر ضرب‌کننده و هارمونیک (هم‌آهنگ)) با عنوان «بیشینه سطح در هر باند اولیه برابر با BW_e» در نظر گرفته شوند. در موارد دیگر، ممکن است EN/ETS مربوطه برای شرایط حامل مدوله شده آشکار سازی درخواست کند و برای روش اجرایی آزمون پارامترهایی ارائه دهد.

یادآوری ۵- آنجا که استاندارد تجهیزات به توصیه نامه[1] CEPT/ERC74-01 [5] ارجاع می‌دهد، سنجش‌ها برای توان میانگین گسیل‌های زائد در طی رگبارهٔ ارسال به دست می‌آیند. ممکن است برای سنجش‌های گسیل زائد روی TS، تکمیل یک پهنهٔ بسامدی تحلیل گر طیفی در طی یک ضربهٔ همگام شده امکان‌پذیر نباشد (به عبارت دیگر، زمان جاروب تحلیل‌گر طیفی بسیار بیشتر از زمان ضربهٔ TS است). در این مورد باید این طور فرض کرد که اگر توان اوج روی شماری قابل توجه از نظر آماری از جاروب‌های تحلیل‌گر طیفی زیر حد میانگین توان باشد، حد توان میانگین رعایت شده است. اگر این مورد قابل نمایش نباشد، استفاده از جایگزین‌ها در صورتی مجاز است که جزئیات منطق اندازه‌گیری‌ها در گزارش بیان شود. سنجش‌ها باید مطابق استاندارد منتشر شده انجام شوند. جزئیات هر نوع تغییری باید بیان شود و مورد توافق قانونگذاری (رگولاتور) کشور[2] باشد

۳-۴ مشخصه‌های گیرنده

واسنجی کلی:

یادآوری- این روش اجرایی واسنجی سطح نشانک گیرنده (روش اجرایی‌ها برای سنجش‌های خروجی (CRS به TS) و ورودی (TS به CRS)) باید برای مشخصه‌های گیرنده و همچنین مشخصه‌های سامانه، در صورت کاربرد، مورد استفاده قرار گیرد.

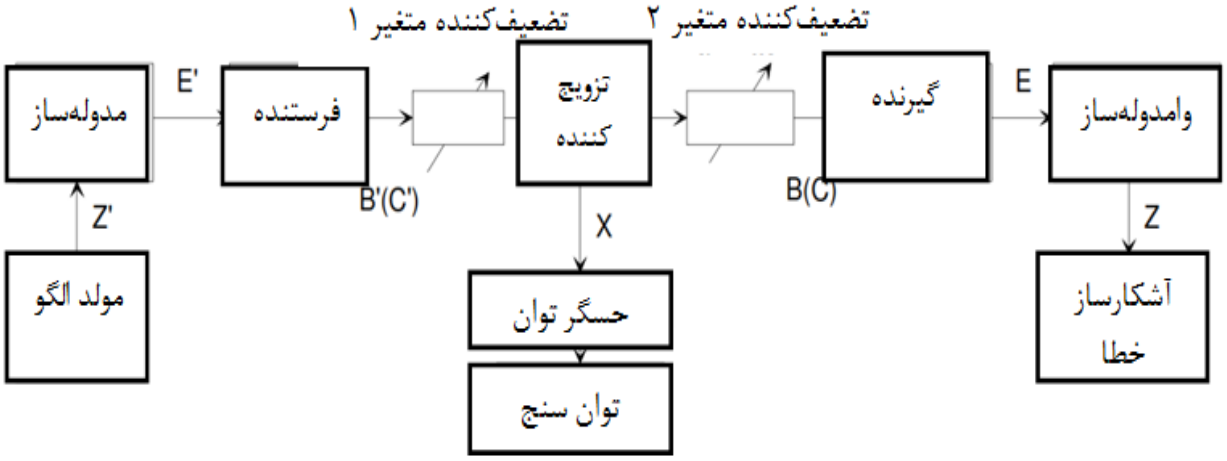
هدف:

واسنجی پرش مصنوعی در رابطه با سطح نشانک گیرنده (RSL).

ابزارآلات آزمون:

- توان‌سنج و حسگر توان.

پیکربندی:



شکل ۱۱- پیکربندی برای روش‌های اجرایی سنجش و واسنجی

روش اجرایی برای واسنجی:

1- Recommendation
2- Nation Regulator

اطمینان حاصل کنید ATPC خاموش شده است/ یا توان خروجی فرستنده در حین واسنجی ثابت حفظ می‌شود.

تضعیف‌کنندهٔ متغیر A1 را در خروجی فرستنده B'(C') (شکل ۱۱) تا مقدار منطقی (A1) تنظیم کنید. توان دریافت شده در خروجی جداشدهٔ X تزویج‌کننده را اندازه گیری کرده و مقدار آن را ثبت کنید (LX1). گیرندهٔ تحت آزمون را در نقطه B (C) قطع کرده و توان‌سنج را وصل کنید. تضعیف کنندهٔ متغیر A2 را در مقابل گیرنده در مقدار مفیدی تنظیم کنید که سطح توانی را در گسترهٔ خطی حسگر توان فراهم کند. تنظیم (A2) آن تضعیف‌کنندهٔ متغیر A2 را به همراه خوانش توان سنج (LB) ثبت کنید. گیرنده را مجددا در نقطهٔ B (C) به تضعیف‌کنندهٔ متغیر A2 که در جلو قرار دارد وصل کنید و توان‌سنج را دوباره به خروجی جداشدهٔ X تزویج کننده وصل کنید. رابطهٔ بین مقادیر A1، LX1 و LB با توجه به A2 واسنجی بستر آزمون شکل ۱۱ را فراهم می‌کند.

واسنجی بستر آزمون با یک حامل مدوله شدهٔ منفرد یا با تمام حامل‌هایی اجرا می‌شود که مطابق شرایط بار کامل ارسال را انجام می‌دهند (توسط سازنده اعلام شده است)، هر کدام که دسترسی به آن آسان‌تر باشد. در اولین مورد، N-1 حامل‌های مدوله شدهٔ باقی مانده (از CRS) خاموش می‌شوند در حالی که در مورد دوم توان کلی اندازه‌گیری شدهٔ فرستنده تقسیم بر N می‌شود.

بر همین اساس با ملاحظهٔ زیربند ۴-۱-۱ واسنجی جهت درونی را ادامه دهید.

۴-۳-۱ گسترهٔ سطح ورودی

هدف (در صورت کاربرد پذیری):

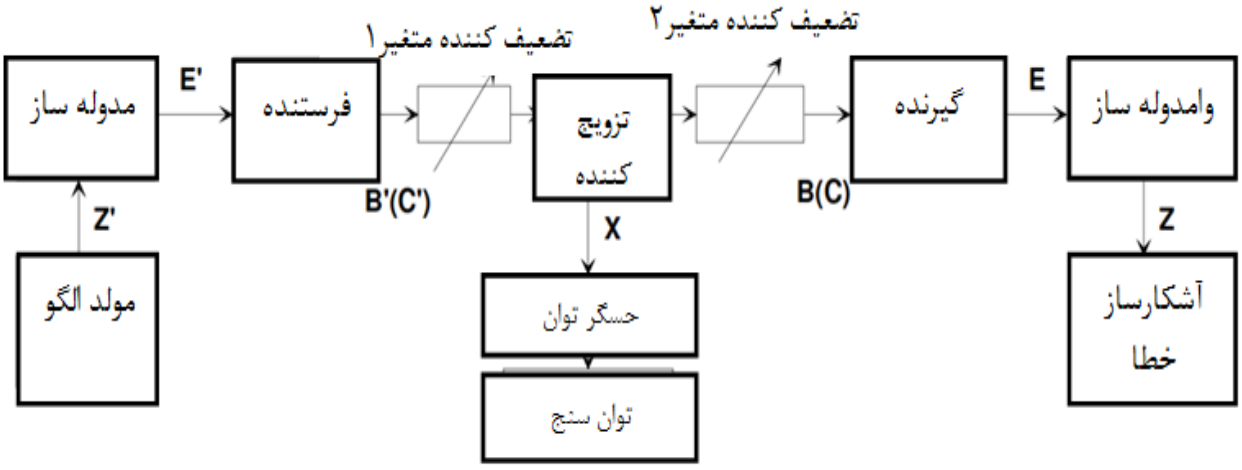
راستی‌آزمایی اینکه گیرنده معیارهای BER را که در مشخصات مربوطه تعیین شده است روی گسترهٔ تعریف شدهٔ سطوح ورودی گیرنده برآورده می‌کند.

ابزارآلات آزمون:

۱- به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید.

۲- مولد الگو/آشکارساز خطا.

پیکربندی آزمون:



شکل ۱۲- پیکربندی آزمون برای گسترهٔ سطح ورودی

روش اجرایی آزمون:

اطمینان حاصل کنید که نتیجه سنجش تحت تأثیر هیچ نوع تغییر محتملی در سطح توان خروجی فرستنده قرار نمی‌گیرد.

جهت CRS به TS (خروجی)

مولد الگو را به ورودی فرستنده 'Z و آشکارساز خطا را به خروجی گیرنده Z وصل کنید.

تضعیف‌کننده متغیر ۱ و/ یا تضعیف‌کننده متغیر ۲ را به گونه‌ای تعدیل کنید که سطح نشانک در نقطهٔ B(C) کمینه RLS باشد و راستی‌آزمایی کنید که معیار BER برآورده شده است. هر دو تضعیف‌کنندهٔ متغیر، A1 و A2 را به گونه‌ای تعدیل کنید که سطح نشانک در نقطهٔ B(C) بیشینه RSL باشد و راستی‌آزمایی کنید معیار BER برآورده شده است.

تفاوت بین بیشینه و کمینه RSL را که گسترهٔ سطح ورودی گیرنده است محاسبه کنید.

۴-۳-۲ گسیل‌های زائد

همان روش آزمون توصیف شده در زیر زیربند ۴-۲-۹ به‌کار می‌رود. سطوح گسیل زائدی که با استفاده از یک درگاه مشترک از یک فرستنده و گیرندهٔ تجهیزات دوطرفه به دست می‌آید به طور همزمان اندازه‌گیری می‌شوند و آزمون تنها یک بار به انجام نیاز دارد.

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه گسیل‌های زائد حاصل از گیرنده درون حدودها قرار دارند.

برای جزئیات بیشتر به زیربند ۴-۲-۹ مراجعه کنید.

۴-۴ مشخصه‌های سامانه

۴-۴-۱ گسترهٔ سطح پویا

هدف (در صورت کاربردپذیری):

راستی‌آزمایی اینکه سامانه، همراه با عملکرد ATPC (در صورت کاربرد) معیارهای BER را با توجه به مشخصات مربوطه روی گسترهٔ تعریف شدهٔ سطوح ورودی برآورده می‌کند.

ابزارآلات آزمون:

۱- توان‌سنج و حسگر توان.

۲- مولد الگو/آشکار ساز خطا.

پیکربندی آزمون:

به شکل ۱۲ مراجعه کنید.

اطمینان حاصل کنید ATPC روشن شده است.

روش اجرایی آزمون:

برای واسنجی به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید.

مولد الگو را به ورودی 'Z فرستنده BB و آشکارساز خطا را به خروجی Z گیرنده BB متصل کنید.

تضعیف‌کننده متغیر ۱و/یا تضعیف‌کننده متغیر ۲ را به گونه‌ای تعدیل کنید که سطح نشانک در نقطهٔ B(C) کمینه RSL باشد و برآورده شدن معیار BER را راستی‌آزمایی کنید. هر دو تضعیف‌کنندهٔ متغیر، A1 و A2 را به گونه‌ای تعدیل کنید که سطح نشانک در نقطهٔ B(C) بیشینه RSL باشد و برآورده شدن معیار BER را راستی‌آزمایی کنید.

گسترهٔ سطح پویای ورودی از طریق گسترهٔ سطح ورودی اندازه‌گیری شده بین کمینه و بیشینه سطح ورودی گیرنده محاسبه می‌شود و توسط گسترهٔ واپایش اندازه‌گیری شده و اعلام شدهٔ ATPC یا RTPC افزایش می‌یابد (به زیربندهای ۴-۲-۳ و ۴-۲-۴ مراجعه کنید).

گیرندهٔ CRS باید تحت شرایط آزمون بیان شده در زیربند ۴-۱-۱ برای سنجش ورودی کار کند.

۴-۴-۲ BER به عنوان کارکرد RSL سطح نشانک ورودی گیرنده

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه سطوح نشانک دریافتی در مقابل آستانه‌های BER درون حدود قرار می‌گیرند که در EN/ETS مربوطه تعیین شده‌اند (در کمینه دو سطح BER).

ابزارآلات آزمون:

۱- مولد الگو/آشکار ساز خطا.

۲- توان‌سنج و حسگر توان.

پیکربندی آزمون:

به شکل ۱۲ مراجعه کنید.

روش اجرایی آزمون:

برای واسنجی به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید.

خروجی مولد الگو را به ورودی BBای Tx متصل کنید. نشانک خروجی BBRx را به آشکارساز خطا ارسال کنید. سپس منحنی BER را با تغییر سطح نشانک دریافتی ثبت کنید. راستی‌آزمایی کنید RSL متناظر با آستانه‌های BER در محدودهٔ مشخصات جای می‌گیرند.

برای سنجش خروجی CRS باید تحت شرایط بار کامل کار کند.

برای سنجش ورودی، گیرندهٔ CRS باید تحت شرایط آزمونی کار کند که در زیربند ۴-۱-۱ بیان شده است.

۴-۳-۳ BER زمینه تجهیزات

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه BER زمینه تجهیزات زیر مقدار تعیین شده در EN/ETS مربوطه قرار دارند.

ابزارآلات آزمون:

۱- مولد الگو/آشکار ساز خطا.

۲- توان‌سنج.

برای واسنجی به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید.

پیکربندی آزمون:

به شکل ۱۲ در بالا مراجعه کنید.

روش اجرایی آزمون:

سطح نشانک گیرنده را تا مقدار بیان شده در EN/ETS مربوطه افزایش دهید و بررسی کنید که خطاهای بیتی، اگر خطایی درون قاب زمانی تعیین شده وجود دارد، زیر مقدار بیان شده در EN/ETS باشد.

برای سنجش‌های خروجی CRS باید تحت شرایط بار کامل کار کند.

برای سنجش ورودی، گیرندهٔ CRS باید تحت شرایط آزمونی کار کند که در زیر زیربند ۴-۱-۱ بیان شده است.

۴-۴-۴ حساسیت‌پذیری تداخل

روشهای اجرایی آزمون پیش رو باید برای اندازه‌گیری حساسیت‌پذیری تداخل در هر دو جهت CRS به Ts و Ts به CRS مورد استفاده قرار گیرند.

برای اندازه گیری جهت CRS به Ts دست کم باید یکی از فرستنده‌های Tx 1 یا Tx 2 تحت شرایط بار کامل به کار گرفته شود. فرستنده دیگر مجاز است تنها با یک نشانک حامل کار کند، جزئیات بیشتر را می‌توان در زیر بند ۴-۱-۱ یافت.

برای اندازه‌گیری جهت Ts به CRS، شرایط باری باید مطابق شرایط توصیف شده در زیر بند ۴-۱-۱ باشد.

تمام آزمون‌ها باید در صورت مقتضی حول منطقه میانی گسترهٔ RF مورد نظر یا روی مجرا RF انجام شوند که ان هم باید توسط سازنده اعلام شود.

۴-۴-۴-۱ حساسیت‌پذیری تداخل هم مجرا

محل آزمون باید روش۱ یا ۲ را به کار گیرد که مناسب EN/ETS تجهیزات مربوطه است.

روش ۱ :

اهداف:

راستی‌آزمایی اینکه BER در نقطهٔ Z سامانهٔ تحت آزمون در حضور یک نشانک هم کانل (هم حامل) به زیر حد مشخصات مربوطه تنزل نمی‌یابد.

ابزارآلات آزمون:

۱- دو مولد الگوی بیتی[1].

۲- آشکارساز خطا.

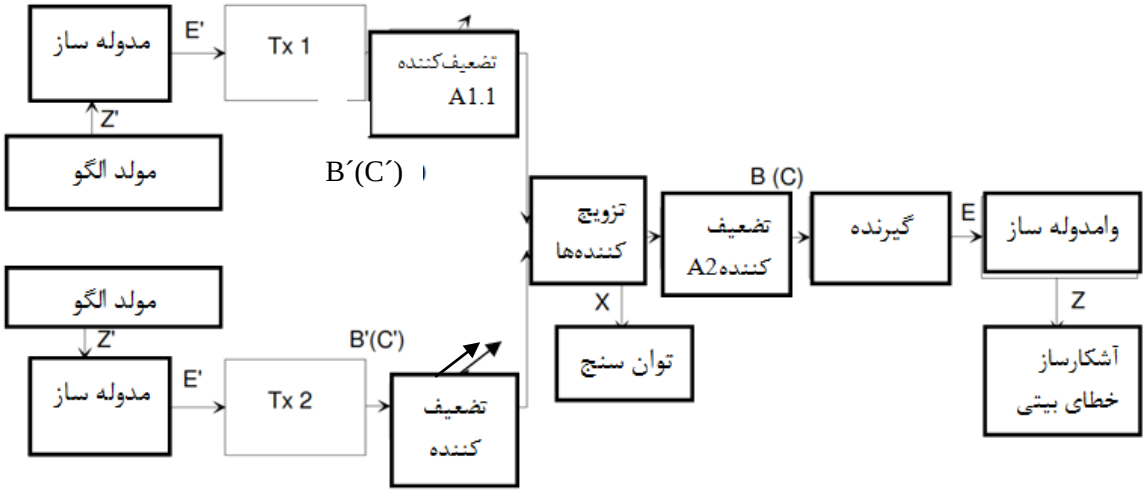
۳- توان‌سنج و حسگر توان.

۴- برای واسنجی به زیربند ۴-۳ مراجعه کنید.

پیکربندی آزمون:

روش ۱:

1- Bit Pattern Generators



شکل ۱۳- پیکربندی آزمون برای حساسیت‌پذیری تداخل هم مجرا- خارجی

در حین این آزمون، هر دو فرستنده باید روی بسامد یکسان ارسال را انجام دهند و با نشانک‌های متفاوتی که دارای مشخصه‌های یکسانی هستند مدوله شوند.

تضعیف کنندهٔ A1.1 را برای تنظیم نشانک در سطح مناسب تعدیل کنید در حالی که Tx 2 در حالت آماده به کار تنظیم شده است (سطح نشانک باید در حین واسنجی نادیده گرفته شود). سطح را در X ثبت کنید.

بهتر است سطح نشانک در B (C) سامانهٔ تحت آزمون در سطح حد دریافت تنظیم شود که برای یک $BER10^{-6}$ موردنیاز EN/ETS مربوطه جهت تعدیل تضعیف‌کنندهٔ A2 بر آن اساس یکسان است. مقدار BER را ثبت کنید

Tx 2 را روشن کنید. تضعیف‌کنندهٔ A1.2 را به گونه‌ای تعدیل کنید که سطح یک C/I در B (C) مطابق EN/ETS مربوطه به دست آید و BER را مطابق آنچه در EN/ETS بیان شده است برای C/I ثبت کنید. BER باید با مقدار بیان شده در EN/ETS مربوطه برابر بوده یا از آن کمتر باشد (معمولا 10^{-5}).

روش ۲:

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه BER در حضور یک نشانک هم-مجرا (هم-حامل) زیر حد مشخصات مربوطه باقی می‌ماند.

ابزارآلات آزمون:

۱- دو مولد الگوی.

۲- آشکارساز خطا.

۳- توان‌سنج و حسگر توان.

پیکربندی آزمون:
به شکل ۱۳ مراجعه کنید.
روش اجرایی آزمون:
رویهٔ آزمونی روش ۱ بالا را به کار ببرید به استثنای اینکه برای اندازه‌گیری‌های بدون تداخل RSL سطح نشانک دریافتی را در dB ۱ و dB ۳ بالای مقادیر حدی RSL تنظیم کنید که در EN/ETS مربوطه برای یک $BER10^{-x}$ بیان شده است. مجاز است این روش اجرایی را با تنظیم تضعیف‌کنندهٔ A2 به همان صورت انجام داد.
سطح توان و تنظیمات تضعیف‌کننده‌ها را ثبت کنید. بررسی کنید BER با مقدار تعیین شده در EN/ETS مربوطه برابر بوده یا از آن کمتر باشد (معمولا $BER\ 10^{-6}$).

۲-۴-۴-۴ حساسیت‌پذیری تداخل مجرای RF مجاور

بهتر است محل آزمون روش ۱یا ۲ را به کار ببرد که مناسب EN/ETS تجهیزات مربوطه است.

برای جزئیات اندازه‌گیری (سنجش) هر کدام از روش‌های ۱ یا ۲ را دنبال کنید که برای استاندارد محصول متناسب آن بکار می‌رود.

روش ۱:

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه BER در نقطهٔ Z سامانه تحت آزمون در حضور یک نشانک مجرا مجاور به زیر حد مشخصات مربوطه تنزل نمی‌یابد.

ابزارآلات آزمون:

مشابه ابزارآلات آزمون هم-مجرا است.

پیکربندی آزمون ۱:

مشابه پیکر بندی آزمون هم-مجرا است (به شکل ۱۳ مراجعه کنید).

روشهای اجرایی آزمون:

برای روش واسنجی و آزمون پایه به زیربندهای ۴-۳ و ۴-۴-۴-۱ مراجعه کنید به استثنای اینکه نشانک تداخل‌کننده در مجرا RF مجاور در نزدیک‌ترین موقعیت یک حامل به نشانک حامل خواسته شدهٔ قرار دارد و نشانک تداخل‌کننده با سطح روش اجرایی سنجش هم مجرا متفاوت است.

بررسی کنید BER با مقدار تعیین شده در EN/ETS مربوطه برابر بوده یا از آن کمتر باشد (معمولا 10^{-5}).
تولیدکننده باید برای این روش اجرایی آزمون چیدمان حامل درون محدودهٔ مجرا RF را اعلام کند.

روش ۲:

هدف:

راستی‌آزمایی اینکه BER در حضور یک نشانک مجرا مجاور در زیر حدود مشخصات ارائه شده در EN/ETS مربوطه باقی می‌ماند.

ابزارآلات آزمون:

۱- مولد الگوی .

۲- آشکارساز خطا.

۳- توان‌سنج و حسگر توان.

پیکربندی آزمون:

به شکل ۱۳ مراجعه کنید.

رویهٔ آزمون:

رویهٔ آزمونی روش ۱ بالا را به کار ببرید به استثنای اینکه برای اندازه‌گیری‌های بدون تداخل RSL سطح نشانک دریافتی را در ۱dB و ۳ dB بالای مقادیر حدی RSL تنظیم کنید که در EN/ETS مربوطه برای یک $BER10^{-x}$ بیان شده است. مجاز است این روش اجرایی را با تنظیم تضعیف‌کنندهٔ A2 به همان صورت انجام داد.

سطح توان و تنظیمات تضعیف‌کننده‌ها را ثبت کنید. بررسی کنید که BER با مقدار تعیین شده در EN/ETS مربوطه برابر بوده یا از آن کمتر باشد (معمولا $BER\ 10^{-6}$).

۴-۴-۴-۳ تداخل زائد CW

این سنجش (اندازه‌گیری) برای هر دو جهت (ورودی و خروجی) انجام می‌شود.

هدف:

این آزمون برای شناسایی بسامدهای خاصی طراحی شده است که در آنها گیرنده مجاز است دارای پاسخ زائد (ساختگی) باشد، به‌عنوان مثال بسامد تصویر، پاسخ هارمونیک (هم/آهنگ) پالایه گیرنده و غیره بهتر است گسترهٔ بسامدی آزمون با مشخصات مربوطه مطابقت داشته باشد.

ابزارآلات آزمون:

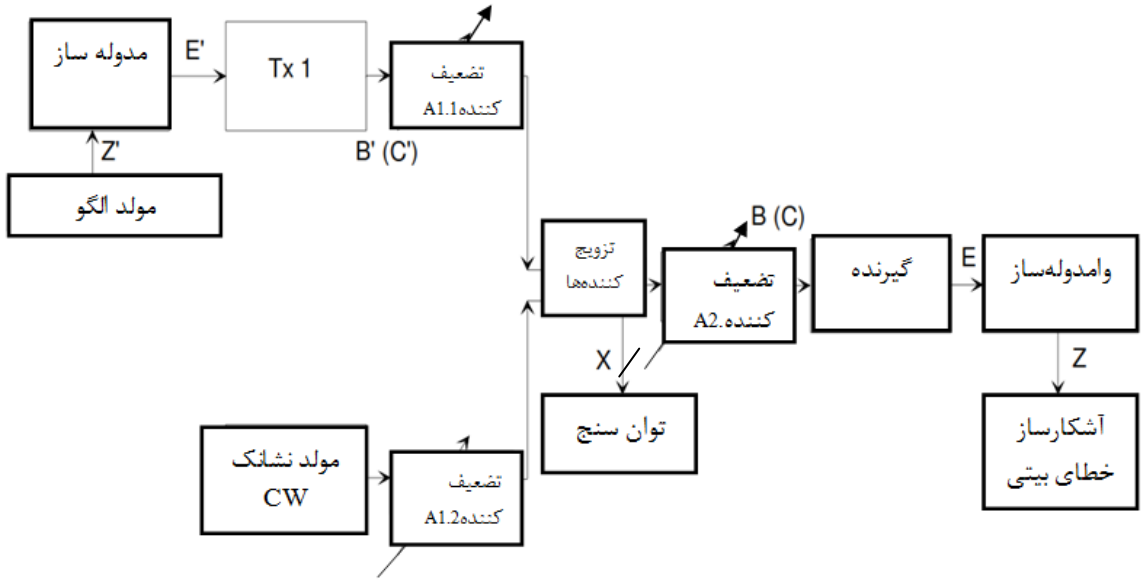
۱- مولد الگو.

۲- آشکارساز خطا.

۳- مولد نشانک.

۴- توان‌سنج و حسگر توان.

پیکربندی آزمون:



شکل ۱۴- پیکربندی آزمون برای تداخل زائد CW

روش اجرایی آزمون:

در حالی که خروجی مولد نشانک خاموش است، روش اجرایی واسنجی زیربند ۴-۳ را به همان صورت به کار ببرید.

فرستنده را خاموش کنید. مولد نشانک CW را در سراسر گسترهٔ بسامدی مورد نیاز EN/ETS در یک سطح xdB بالای این سطح (dBm) واسنجی کنید، در اینجا x افزایش موردنیاز سطح برای نشانک تداخل‌کنندهٔ CW است با توجه به سطح نشانک دریافتی برای یک BER (معمولا 10^{-6} است)که در EN/ETS مربوطه بیان شده است.

فرستنده را روشن کنید (Tx 1).

با ملاحظهٔ هر باند استثنای بیان شده در EN/ETS تأیید کنید BER هنگام جاروب مولد نشانک درسراسر گسترهٔ بسامدی مورد نیاز در سطح واسنجی شده از مقدار مشخص شده در EN/ETS مربوطه فراتر نمی‌رود.

هر بسامدی که باعث شود BER از سطح بیان شده در EN/ETS فراتر رود باید ثبت شود. توصیه می‌شود واسنجی در این بسامدها مجددا بررسی شوند.

یادآوری ۱- سطح مشخص شده مطابق EN مربوطه است. استفاده از یک مولد نشانک پله‌ای به شرطی مجاز است که ابعاد پله بیشتر از یک سوم پهنای باند گیرندهٔ تحت آزمون نباشد.

یادآوری ۲- ممکن است برای پیشگیری از قرارگیری هارمونیک‌های مولد نشانک درون باند استثنای گیرنده، استفاده از پالایه‌های پایین گذر روی خروجی مولد نشانک در این آزمون الزامی باشد.

یادآوری ۳- در صورتی که زمان کلی جاروب باعث اتلاف وقت زیاد آزمون شود، ممکن است واسنجی سطح اختلال‌گر زائد CW در dB(x + 3) و پیش‌بینی بیشینه افزایش یافته BER (به عنوان مثال: 10^{-3} به جای 10^{-6}) قابل قبول باشد. در

صورتی که بیشینه افزایش یافته حد BER در هر نقطه فراتر رود، باید جاروب آهسته‌تری در سراسر آن نقاط بسامدی به همراه اختلال‌گر CW واسنجی شده در x dB و الزامات پایین‌تر BER انجام شوند. رعایت یکی از الزامات برای هر نقطه بسامدی مجاز است. این سنجش (اندازه‌گیری) برای یک حامل منفرد خواسته شده و یک نشانک CW ناخواستهٔ توان خروجی انجام می‌شود.