



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران



استاندارد ملی ایران

۷۱۴۰-۹

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

7140-9

1st. Edition

2013

Iranian National Standards Organization

وسایل نقلیه جاده‌ای -
روش‌های آزمون قطعات برای
آشفته‌گی‌های الکتریکی ناشی از انرژی
الکترومغناطیسی تابشی باریک‌باند -
قسمت ۹: فرستنده‌های قابل حمل

Road vehicles —
Component test methods for electrical
disturbances from narrowband radiated
electromagnetic energy —
Part 9: Portable transmitters

ICS: 33.120.20;43.040.10

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 پیشنهادات 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)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ 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

« وسایل نقلیه جاده‌ای - روش‌های آزمون قطعات برای آشفتگی‌های الکتریکی ناشی از انرژی الکترومغناطیسی تابشی باریک‌باند - قسمت ۹ : فرستنده‌های قابل حمل »

رئیس :

عروجی، سیدمهدی

(فوق لیسانس مدیریت فناوری اطلاعات)

سمت و / یا نمایندگی

کارشناس استاندارد سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی

دبیر:

رضایی، رامین

(فوق لیسانس الکترونیک)

معاون طرح و توسعه مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ارقند، ایرج

(فوق لیسانس مخابرات)

سرپرست آزمایشگاه EMC مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

افکار، علی

(دکتری الکترونیک)

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

باقری، مه‌ری

(فوق لیسانس مهندسی پزشکی)

کارشناس فنی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک

ترابی، امیرحسین

(لیسانس الکترونیک)

کارشناس شرکت تام ایران خودرو

زندباف، عباس

(لیسانس مخابرات)

کارشناس شرکت ارتباطات زیرساخت

شیرزادیان، نفیسه

(فوق لیسانس فیزیک)

کارشناس انجمن آزمایشگاه‌های همکار و کالیبراسیون

نادری، مجید

(دکترای مهندسی برق - الکترونیک)

عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۱	۴ شرایط آزمون
۲	۵ مکان آزمون
۲	۶ دستگاه‌های اندازه‌گیری آزمون
۲	۱-۶ کلیات
۳	۲-۶ فرستنده‌های قابل حمل تجاری
۳	۳-۶ فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده
۳	۴-۶ تحریک و پایشگری DUT
۴	۷ چیدمان آزمون
۴	۱-۷ صفحه‌ی زمین
۴	۲-۷ منبع تغذیه و شبکه‌های مصنوعی
۵	۳-۷ مکان DUT
۵	۴-۷ مکان دسته‌سیم آزمون
۵	۵-۷ مکان شبیه‌ساز بار
۷	۸ آزمون‌ها
۷	۱-۸ کلیات
۷	۲-۸ طرح آزمون
۸	۳-۸ روش‌های آزمون
۱۲	۴-۸ گزارش آزمون
۱۴	پیوست الف (اطلاعاتی)
۱۷	پیوست ب (اطلاعاتی)
۴۱	پیوست پ (اطلاعاتی)
۴۲	پیوست ت (اطلاعاتی)

پیش‌گفتار

استاندارد «وسایل نقلیه جاده‌ای- روش‌های آزمون قطعات برای آشفتگی‌های الکتریکی ناشی از انرژی الکترومغناطیسی تابشی باریک‌باند - قسمت ۹ : فرستنده‌های قابل حمل» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک تهیه و تدوین شده است و در صد و چهل و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۲/۱۰/۲۲ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان 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 ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO/IEC 11452-9:2012, Road vehicles — Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy — Part 9: Portable transmitters

وسایل نقلیه جاده‌ای - روش‌های آزمون قطعات برای آشفته‌گی‌های الکتریکی ناشی از انرژی الکترومغناطیسی تابشی باریک‌باند - قسمت ۹: فرستنده‌های قابل حمل

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌ها و رویه‌های آزمون برای آزمودن مصونیت الکترومغناطیسی در برابر فرستنده‌های قابل حمل قطعات الکترونیکی اتومبیل‌های مسافری و وسایل نقلیه تجاری، صرف‌نظر از سامانه‌ی رانشی^۱ (مثل موتورهای اشتعال جرقه‌ای، موتور دیزلی، موتور برقی) است. افزاره‌ی تحت آزمون (DUT)^۲ همراه با دسته سیم^۳ (دسته سیم پیش‌نمون یا آزمون استاندارد) و افزاره‌های جانبی درون یا بیرون محفظه در معرض اغتشاشات الکترومغناطیسی تولیدی توسط فرستنده‌های قابل حمل درون محیط بسته‌ی حفاظدار دارای جذب‌کننده قرار می‌گیرد. اغتشاشات الکترومغناطیسی را محدود به میدان‌های الکترومغناطیسی باریک‌باند پیوسته در نظر می‌گیرند

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 محسوب می‌شوند. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدید نظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۷۱۴۰:۱۳۸۷، خودرو- اغتشاشات الکتریکی ناشی از انرژی الکترومغناطیسی تشعشع یافته باند باریک - روش‌های آزمون قطعات - قسمت اول - کلیات و تعاریف
2-2 Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در قسمت ۱ این مجموعه استاندارد^۴ به کار می‌رود.

۴ شرایط آزمون

گستره‌ی بسامدی قابل کاربرد در این روش آزمون ۲۶ MHz تا ۵,۸۵ GHz است.

1 - Drive
2 - Device under test
3 - Wiring Harness

۴ - استاندارد بین‌المللی ISO 11452-1:2012، در سال ۱۳۸۷ با شماره ملی ۱-۷۱۴۰ منتشر شده است.

کاربر این استاندارد ملی باید سطح یا سطوح سخت‌گیرانه بودن آزمون در باندهای بسامدی را مشخص کند و موارد زیر را برای آن در نظر بگیرد:

- خصوصیات فرستنده‌ی قابل حمل نوعی (باندهای بسامد، سطح توان و مدوله‌سازی) که در پیوست الف آمده است.

- خصوصیات آنتن(های) مورد استفاده برای این آزمون

یادآوری- کاربران این استاندارد ملی باید توجه داشته باشند که پیوست الف فقط اطلاعاتی است و نمی‌توان آن را شرح جامعی برای انواع فرستنده‌های قابل حمل موجود در همه کشورها قلمداد کرد.

شرایط استاندارد آزمون برای موارد زیر در قسمت اول این مجموعه استاندارد آمده است:

- دمای آزمون

- ولتاژ تغذیه

- زمان توقف

- کیفیت سیگنال آزمون

۵ مکان آزمون

منظور از چنین محفظه‌ای ایجاد تاسیسات آزمون سازگاری الکترومغناطیسی جداسازی شده است که آزمون میدان باز را شبیه‌سازی می‌کند. اساساً محفظه حفاظ دار دارای جذب‌کننده، شامل اتاق حفاظداری است که روی سطوح بازتابنده‌ی داخلی آن با مواد جذب‌کننده پوشانده شده باشد، پوشاندن کف این اتاق اختیاری است. هدف این طرح تضعیف انرژی بازتابیده به میزان کمینه ۱۰ dB در مقایسه با انرژی مستقیم در حوزه‌ی آزمون است.

۶ ادوات اندازه‌گیری آزمون

۱-۶ کلیات

افزاره‌ی مولد میدان می‌تواند

- فرستنده‌های قابل حمل تجاری با آنتن‌های یکپارچه یا

- فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده با آنتن مورد استفاده طبق زیربند ۳-۴-۶ و تقویت‌کننده باشد.

به‌منظور کاهش خطای آزمون به طور معمول کار افزاره‌ی تحت آزمون (DUT) را با تزویج‌کننده‌های فیبر نوری پایش می‌کنند.

کارکنان آزمون باید مطابق رهنمودهای کمیته بین‌المللی محافظت در برابر پرتوهای غیریونیزه‌کننده (ICNIRP)^۱ تحت حفاظت قرار گیرند.

یادآوری- مقررات ملی یا سایر مقررات، قابل کاربرد است.

۲-۶ فرستنده‌های قابل حمل تجاری

فرستنده‌های قابل حمل تجاری دارای آنتن یکپارچه بوده و افزاره‌ای مناسب و به آسانی قابل تهیه برای تولید میدان هستند.

۳-۶ فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده

۱-۳-۶ کلیات

فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده تشکیل شده‌اند از:

- دستگاه مولد سیگنال بسامد رادیویی (RF)^۱

- آنتن‌ها و تجهیزات پایشگری توان RF

۲-۳-۶ تجهیزات مولد سیگنال RF

منبع‌های سیگنال با قابلیت مدوله‌سازی درونی یا بیرونی

تقویت‌کننده(های) توان: برای پوشش دادن گستره‌ی بسامدهای آزمون ممکن است چندین تقویت‌کننده‌ی RF مورد نیاز باشد.

۳-۳-۶ تجهیزات پایش توان RF

به هنگام استفاده از فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده در اندازه‌گیری توان ورودی به آنتن، توان‌سنج درون‌خطی لازم است. هر دو توان مستقیم و معکوس باید اندازه‌گیری و ثبت شود.

۴-۳-۶ آنتن‌ها

خصوصیات آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده باید آنتن غیرفعال با جزییات ذکر شده در ب-۲ باشد مگر آن که خلاف آن ذکر شده باشد. نمونه آنتن‌های دیگری که می‌توان به کار برد در پیوست ب آمده است.

تمام آنتن‌ها باید طوری میزان شده باشند که کمینه نسبت ولتاژ موج ساکن (VSWR)^۲ به طور معمول کم‌تر از ۴:۱ باشد مگر آن که در طرح آزمون چیز دیگری مشخص شده باشد. VSWR حاصل باید با طرح منبع RF سازگاری داشته باشد. مقدار VSWR کمینه باید در لبه‌های باند پایین و بالا و بسامد میانی ثبت شود.

۴-۶ تحریک و پایش DUT

افزاره‌ی تحت آزمون (DUT) باید طبق طرح آزمون توسط فعال‌کننده‌هایی به کار انداخته شود که بر خصوصیات الکترومغناطیسی، کمینه اثر را می‌گذارند.

مثال - بستک‌های پلاستیکی روی دکمه‌های فشاری، فعال‌گرهای بادی با لوله‌های پلاستیکی

1 - Radio Frequency

2 - Voltage Standing Wave Ratio

اتصالات تجهیزات پایشگری واکنش‌های اختلالات الکترومغناطیسی DUT را می‌توان با استفاده از فیبرهای نوری یا سیم‌های پرمقاومت انجام داد. از سایر سیم‌ها هم می‌توان بهره گرفت اما برای حداقل‌سازی میان‌کنش‌ها باید دقت فراوانی به خرج داد. جهت، طول و مکان چنین سیم‌هایی را باید به دقت مستندسازی کرد تا تکرارپذیری نتایج آزمون تضمین شود.

احتیاط - تمام اتصالات‌های برقی دستگاه پایش DUT می‌توانند باعث بد کارکردن DUT شوند. برای جلوگیری از چنین اثراتی باید دقت زیادی به خرج داد.

۷ چیدمان آزمون

۱-۷ صفحه‌ی زمین

۱-۱-۷ کلیات

صفحه‌ی زمین باید از جنس مس، برنج یا فولاد روی‌اندود به ضخامت 0.5mm (حداقل) باشد. کمینه عرض آن باید 1000mm باشد. کمینه طول صفحه‌ی زمین باید 2000mm یا برابر با قسمت زیرین کل تجهیزات به اضافه‌ی 200mm باشد (هر کدام که بزرگ‌تر است). ارتفاع صفحه‌ی زمین (میز آزمون) باید $(900 \pm 100)\text{mm}$ بالاتر از کف زمین باشد. صفحه‌ی زمین باید طوری به محفظه حفاظدار پیوند خورده باشد که مقاومت DC از $2.5\text{m}\Omega$ فراتر نرود. افزون بر این، نوارهای تسمه^۱ باید طوری قرار گیرند که بیش از 0.3m از هم فاصله نداشته باشند.

۲-۷ منبع تغذیه و شبکه‌های مصنوعی

سیم منبع تغذیه‌ی هر DUT باید از طریق شبکه‌ی مصنوعی (AN)^۲ به منبع تغذیه وصل شود. فرض بر آن است که منبع تغذیه دارای زمین منفی است. اگر DUT از زمین مثبت استفاده کرده باشد چیدمان آزمون نشان داده شده در شکل‌های ت-۱ و ت-۲ باید مطابق این وضعیت تطبیق داده شود. برق باید از طریق شبکه‌ی مصنوعی $50\ \Omega$ / $5\ \mu\text{H}$ به DUT وصل شود. تعیین این که دو AN یا فقط یکی لازم است، به نصب DUT مورد نظر در خودرو بستگی دارد:

- برای آن دسته از افزاره‌های DUT که از دور اتصال زمین شده‌اند (خط برگشتی برق خودرو دارای طول بیش‌تر از 200mm است) دو AN، یکی برای خط تغذیه‌ی مثبت و دیگری برای خط برگشتی برق لازم است. (به پیوست ت مراجعه شود).

- برای آن دسته از افزاره‌های DUT که دارای اتصال زمین موضعی هستند (خط برگشتی برق خودرو دارای طول 200mm یا کم‌تر است) فقط یک AN که برای تغذیه‌ی مثبت به کار می‌رود، لازم است. (به پیوست ت مراجعه شود).

1 - The bond strap

2 - Artificial Network

شبکه(های) AN باید به طور مستقیم روی صفحه‌ی زمین نصب شوند و بدنه آنها به صفحه‌ی زمین وصل باشد.

برگشتی منبع تغذیه باید بین منبع تغذیه و شبکه(های) AN به صفحه‌ی زمین وصل باشد. درگاه اندازه‌گیری هر AN باید به بار 50Ω پاینده‌ی شده باشد.

۳-۷ مکان DUT

افزاره‌ی تحت آزمون (DUT) باید در (50 ± 5) mm بالای صفحه‌ی زمین روی ماده‌ای نارسانا با گذرده‌ی نسبی کم (ثابت دی‌الکتریک) ($\epsilon_r \leq 1,4$) قرار گیرد و بدنه آن نباید به صفحه‌ی زمین اتصال زمین شود مگر آن که شبیه‌سازی پیکربندی خودرو واقعی مورد نظر باشد. جلوی DUT باید دست‌کم در 100 mm لبه‌ی صفحه‌ی زمین قرار گرفته باشد.

۴-۷ مکان دسته‌سیم آزمون

کل طول دسته‌سیم آزمون بین DUT و شبیه‌ساز بار (یا مرز RF) باید $(1700+300)$ mm باشد مگر آن که جور دیگری در طرح آزمون مشخص کرده باشند. نوع سیم‌بندی بر اساس الزامات و کاربرد واقعی سامانه تعریف می‌شود.

دسته‌سیم آزمون باید در (50 ± 5) mm بالای صفحه‌ی زمین، روی ماده‌ای نارسانا با گذرده‌ی نسبی کم (ثابت دی‌الکتریک) ($\epsilon_r \leq 1,4$) قرار گیرد. دسته‌سیم آزمون باید دست‌کم در 200 mm لبه‌ی صفحه‌ی زمین قرار گرفته باشد.

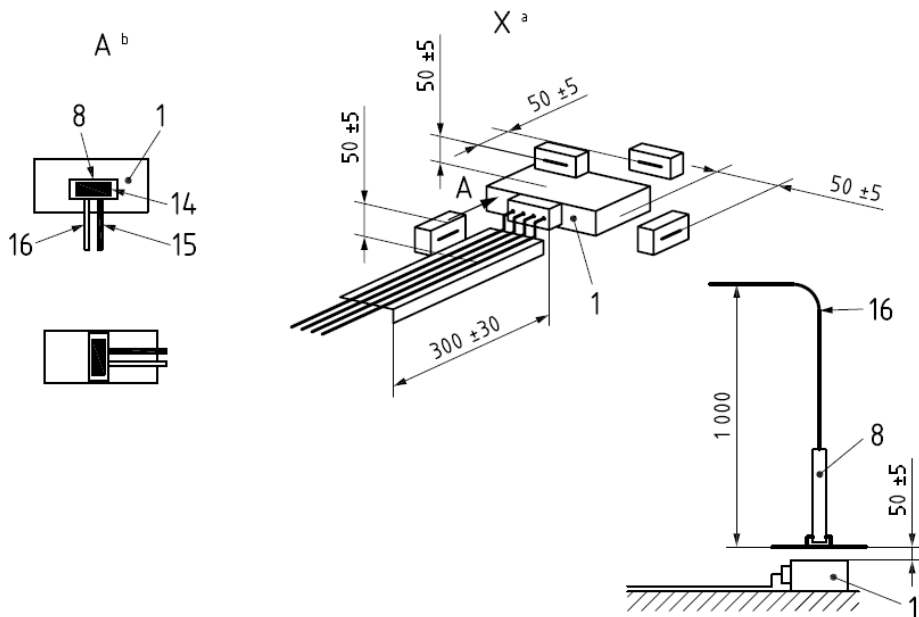
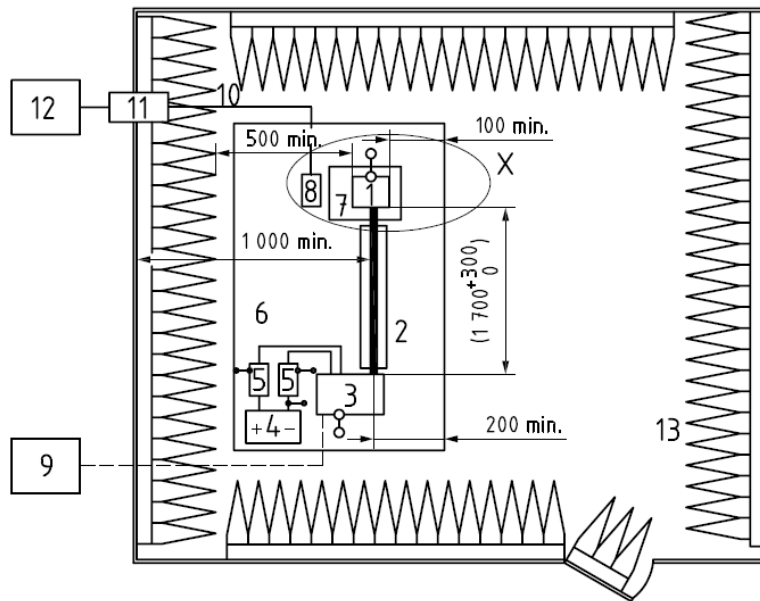
۵-۷ مکان شبیه‌ساز بار

شبیه‌ساز بار باید به طور مستقیم روی صفحه‌ی زمین قرار گیرد و اگر بدنه‌ی فلزی داشته باشد این بدنه باید به صفحه‌ی زمین وصل شده باشد.

شبیه‌ساز بار را می‌توان در مجاورت صفحه‌ی زمین قرار داد به طوری که بدنه‌ی آن به صفحه‌ی زمین وصل شده باشد یا در بیرون اتاق آزمون قرار داشته باشد به شرطی که دسته‌سیم آزمون از DUT درون مرز RF بگذرد و به صفحه‌ی زمین وصل شود.

وقتی شبیه‌ساز بار روی صفحه‌ی زمین قرار گرفته باشد خطوط منبع تغذیه‌ی DC آن باید از طریق شبکه(های) AN وصل شده باشد.

نمای بالا



شکل شماره ۱- مثال چیدمان آزمون

راهنما

- ۱ افزاره‌ی DUT (وصل به زمین به صورت موضعی، در صورتی که در طرح آزمون آمده باشد)
- ۲ دسته‌سیم آزمون
- ۳ شبیه‌ساز بار (جایگاه و اتصال زمین طبق ۷-۵)
- ۴ منبع تغذیه (مکان اختیاری)

- ۵ شبکه‌ی مصنوعی (AN)
- ۶ صفحه‌ی زمین (متصل به م محافظه حفاظدار)
- ۷ پشتیان گذرده‌ی نسبی کم ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- ۸ آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده یا فرستنده‌ی تجاری
- ۹ سامانه‌ی شبیه‌سازی و پایشگری
- ۱۰ کابل هم‌محور دوحفاظدار پر کیفیت
- ۱۱ اتصال دهنده‌ی دیواره
- ۱۲ مولد سیگنال RF، تقویت کننده، جفت‌گر جهت‌دار و توان‌سنج برای فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده
- ۱۳ مواد جذب‌کننده‌ی RF
- ۱۴ محور دوقطبی یا صفحه‌ی وصله
- ۱۵ پشتیان عایق‌ساز
- ۱۶ کابل هم‌محور

a نمای A : موقعیت فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده برای قطبش‌های مختلف
 b نمای X : موقعیت‌های فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده (DUT و دسته‌سیم)

۸ آزمون‌ها

۱-۸ کلیات

آرایش کلی منبع اغتشاشات و دسته‌سیم متصل کننده نشان‌گر شرایط استاندارد آزمون است. هرگونه انحراف از این استاندارد ملی باید بر اساس توافق و قبل از آزمون باشد.
 شبیه‌ساز بار DUT طوری باید طراحی شود که بارگذاری عادی در خودرو را شبیه‌سازی کند. DUT باید تحت شرایط معنی‌دار به طور مثال در حالت آماده به کار و در حالتی که تمام محرک‌ها را بتوان تحریک کرد مورد آزمون قرار گیرد. این شرایط کار باید به روشنی در طرح آزمون تعریف شده باشد تا تضمین شود که تأمین کننده و مشتری آزمون‌های همسانی را انجام می‌دهند.

۲-۸ طرح آزمون

پیش از انجام آزمون‌ها باید طرح آزمون شامل موارد زیر را پدید آورد:

- چیدمان آزمون
- گستره‌ی بسامد
- حالت کار DUT
- معیارهای پذیرش DUT
- سطوح سخت‌گیرانه بودن آزمون
- شرایط پایش DUT
- روش در معرض تابش قرار دادن DUT
- مکان فرستنده‌ی تجاری یا آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده
- محتوای گزارش آزمون
- تمام دستورهای خاص و تغییرات نسبت به آزمون استاندارد

۳-۸ روش‌های آزمون

۱-۳-۸ کلیات

احتیاط - ممکن است میدان‌ها و ولتاژهای خطرناکی در منطقه‌ی آزمون وجود داشته باشد. باید اطمینان حاصل کرد که تمام الزامات برای محدودسازی تابش انرژی RF به انسان رعایت شده است. پارامتر مرجع برای این آزمون عبارت است از توان خالص در نقطه‌ی تغذیه‌ی آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده. مقادیر معمول توان در پیوست الف آمده است.

یادآوری - تنظیم توان خالص را می‌توان طبق استاندارد ISO 11451-3:2001^۱، پیوست ب انجام داد.

۲-۳-۸ روش آزمون فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده

۱-۲-۳-۸ کلیات

این روش در دو مرحله انجام می‌گیرد:

- تنظیم سطح آزمون
- تحت آزمون قرار دادن DUT در حالتی که دسته‌سیم و افزاره‌های جانبی وصل شده باشند.

۲-۲-۳-۸ تنظیم سطح آزمون

تنظیم سطح توان خالص باید در موج پیوسته (CW)^۲ انجام گیرد و آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده در فاصله‌ی کمینه ۱m از تمام قسمت‌های DUT، از صفحه‌ی زمین و محفظه آزمون و ۰٫۵m هر جذب‌کننده‌ای قرار گرفته باشد تا سطح از پیش تعیین شده به دست آید. سطح توان خالص و سطح توان پیش‌سو را ثبت می‌کنیم.

یادآوری - اگر از سنجش‌گر توان پوش اوج (PEP)^۳ استفاده شده باشد طی تنظیم توان می‌توان از سیگنال مدوله‌سازی شده استفاده کرد.

۳-۲-۳-۸ آزمون DUT

دو راه بدیل هم برای در معرض تابش قرار دادن DUT پس از مرحله تنظیم سطح آزمون وجود دارد که می‌توان از هر کدام از آن‌ها بهره گرفت:

الف - نزدیک شدن به فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده در موقعیت‌های گوناگون نشان داده شده در طرح آزمون بدون خاموش کردن منبع تغذیه‌ی فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده

۱ - استاندارد بین‌المللی ISO 11451-3:1994، در سال ۱۳۸۸ با شماره ملی ۳-۷۶۹۱ منتشر شده است.

2 - Continuous wave
3 - Peak envelope power

ب - خاموش کردن منبع تغذیه‌ی فرستنده‌ی قابل حمل و نزدیک شدن به فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده در موقعیت‌های گوناگون نشان داده شده در طرح آزمون و سپس روشن کردن منبع تغذیه‌ی فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده

آزمون DUT باید در موقعیت‌های گوناگون نشان داده شده در طرح آزمون (تعیین موقعیت آنتن برای تزویج به DUT و دسته‌سیم در زیربندهای ۸-۳-۴ و ۸-۳-۵ تعریف شده است) و با سیگنال‌های مدوله‌شده و/یا CW که در پیوست الف نشان داده شده است، انجام شود. آزمون DUT باید بدون هیچ تغییری در سطح توان پیش‌سوی ثبت شده طی تعیین توان خالص (تنظیم سطح آزمون) انجام شود.

برای سیگنال‌های مدوله‌سازی دامنه (AM)^۱ و مدوله‌سازی پالس (PM)^۲، آزمون DUT باید همراه با تنظیم سطح توان انجام گیرد تا اصل پایداری اوج که در قسمت اول این مجموعه استاندارد آمده است، محقق شود. تنظیمات توان باید در همان شرایط مکان مشابه فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده انجام شود که برای تنظیم سطح توان شرح داده شده است.

یادآوری - به علت نزدیکی موقعیت آنتن فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده به DUT، ممکن است تغییراتی در توان خالص فرستنده رخ دهد. اگر تغییری در توان خالص رخ دهد تنظیم مجدد آن ضرورتی ندارد.

اگر به هنگام روشن بودن توان RF تعیین موقعیت دستی آنتن لازم شود باید طبق رهنمودهای ICNIRP دقت لازم را به خرج داد که در معرض قرار گرفتن متصدی در میدان تولید شده به کمینه برسد. توصیه شده است که کمینه فاصله‌ی ۵mm^۰ متصدی از فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده حفظ شود تا اثر آن بر روی متصدی محدود شود.

یادآوری - مقررات ملی یا سایر مقررات را هم می‌توان اعمال کرد.

آزمون را در بسامدهای پهنای باند طراحی شده‌ی آنتن آزمون - دست کم در لبه‌های باند پایین و بالا و بسامد میانی انجام دهید و گام‌های بسامد نباید از گام‌های تعریف شده در قسمت اول این مجموعه استاندارد بزرگ‌تر باشد.

آزمون را تا تکمیل شدن تمام باندهای بسامد، مدوله‌سازی‌ها، قطبش‌ها و مکان‌های فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده مشخص شده در طرح آزمون ادامه دهید.

۸-۳-۳ روش آزمون فرستنده‌ی قابل حمل تجاری

این روش آزمون DUT به صورت تک‌فازی است و دسته‌سیم و افزاره‌های جانبی هم متصل هستند. آزمون باید بدون تعدیل در خصوصیات فرستنده‌ی قابل حمل تجاری (توان و مدوله‌سازی) انجام شود. تمام موارد مستثنی باید در طرح آزمون مشخص شده باشد.

1 - Amplitude modulation

2 - Pulse modulation

یادآوری - در کل، توان خروجی فرستنده‌های قابل حمل تجاری که برای این آزمون در نظر گرفته شده است مقدار اعلامی توان نامی است.

فرستنده‌ی قابل حمل تجاری را طبق طرح آزمون فعال کنید و در موقعیت‌های مختلف تعریف شده قرار دهید. (تعیین موقعیت آنتن برای تزویج به DUT و دسته‌سیم در زیربندهای ۴-۳-۸ و ۵-۳-۸ تعریف شده است.)

کار را تا تکمیل آزمون تمام فرستنده‌های مشخص شده در طرح آزمون ادامه دهید.

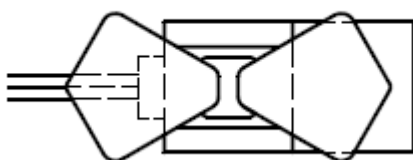
۴-۳-۸ تعیین موقعیت آنتن برای تزویج به DUT

۱-۴-۳-۸ آزمون با آنتن‌های پهن‌بند

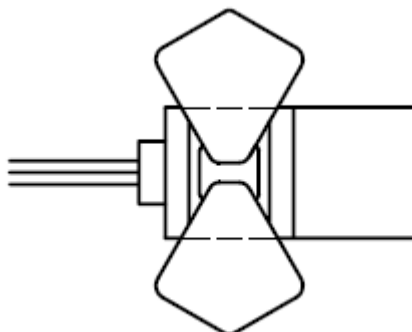
حوزه‌ی قابل استفاده‌ی آزمون آنتن پهن‌بند که در ب-۲ شرح آن آمده است برابر با $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ است و آزمون هنگامی انجام می‌گیرد که فاصله‌ی DUT تا آنتن 50mm است. بنابراین باید آنتن را با گام‌های 100mm حرکت داد.

تمام سطوح DUT که قرار است مورد آزمون قرار گیرد باید به خانه‌های چهارگوش $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ تقسیم‌بندی شود. آنتن باید در فاصله‌ی 50mm قرار گیرد و مرکز هر خانه‌ی چهارگوش باید در دو جهت متعامد در معرض مرکز و عنصرهای آنتن قرار گیرد. (در کل چهار تابش) لازم است که پرتوهای هر خانه در مرکز عنصرهای آنتن قرار گیرد زیرا میدان‌های E و H در جاهای مختلف قرار دارند و طبق بسامد آزمون حرکت می‌کنند.

الف - آنتن را به موازات دسته‌سیم DUT و هم‌تراز با مرکز اولین سلول قرار دهید و DUT را در معرض تابش با سطوح تنش ذکر شده در طرح آزمون قرار دهید.

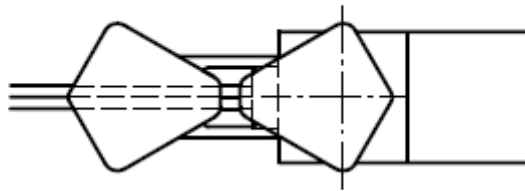


ب - مرحله‌ی الف را با چرخاندن آنتن به میزان 90° تکرار کنید.

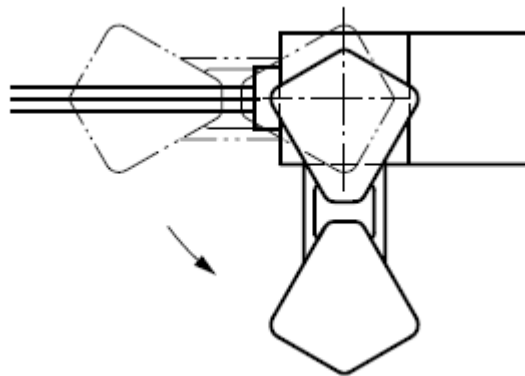


پ - آنتن را با مرکز سلول بعدی تراز کنید و مراحل الف و ب را تکرار کنید تا تمام سلول در دو جهت متعامد آنتن در معرض تابش قرار گیرند.

ت - آنتن را به پشت اولین سلول حرکت دهید. عنصر آنتن در مرکز سلول آزمون را تراز کنید (لبه‌های این عنصر با مرکز سلول تراز شود) و DUT را تحت تابش سطوح دقت داده شده در طرح آزمون قرار دهید.



ث - مرحله‌ی ت را با چرخاندن آنتن به میزان 90° تکرار کنید.



ج - مراحل ت و ث را تکرار کنید تا تمام سلول‌ها در معرض تابش قرار گرفته باشند. هنگامی که افزارهای DUT و چندین خانه تحت آزمون قرار گیرند و در زمانی که مراحل الف تا پ در حال اجرا روی خانه‌ی مجاور باشد برخی خانه‌ها در معرض تابش مؤلفه‌های آنتن قرار می‌گیرند. وقتی چنین اتفاقی بیفتد و آزمون‌های دوگانه حاصل شود نیازی به انجام مراحل ت و ث نیست. اما اگر هرگونه تردید در مورد تابش موثر خانه‌ها بر عنصرهای آنتن وجود داشته باشد مراحل ت و ث را باید تکرار کرد.

چ - برای تمام سطوح DUT که در طرح آزمون سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)^۱ تعریف شده است مراحل الف تا چ را تکرار کنید. لازمه‌ی این آزمون چرخاندن DUT به گونه‌ای است که سطح مورد آزمون به موازات صفحه‌ی زمین قرار گیرد. برای تکیه‌گاه DUT باید از مواد دارای گذردهی کم استفاده کرد و سطح تحت آزمون باید رو به بالا و به سوی آنتن قرار گیرد.

۸-۳-۴-۲ آزمون با سایر آنتن‌ها

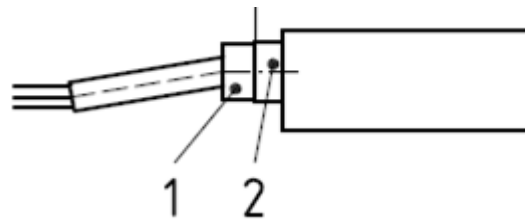
برای تمام سطوح DUT، مرکز آنتن را در فاصله‌ی ۵۰mm از سطح DUT قرار دهید (به شکل ۱ مراجعه شود). محور تک‌قطبی، دوقطبی، غلاف یا صفحه‌ی آنتن وصله‌ای، باید موازی سطح DUT باشد. جای فرستنده‌های قابل حمل - در موقعیت(های) خاص یا پوششگری در راستای DUT - باید در طرح آزمون تعریف شده باشد. فرستنده‌ی قابل حمل را در سطح در دو جهت (قطبش) آنتن، به موازات سطح DUT حرکت دهید.

۵-۳-۸ تعیین موقعیت آنتن برای تزویج به دسته‌سیم

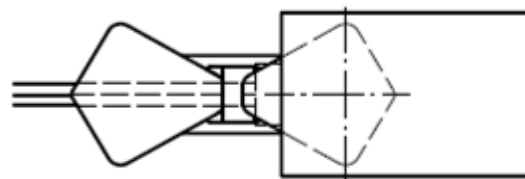
۱-۵-۳-۸ آزمون با آنتن‌های پهن‌بند

آنتن را در مرکز رابط تحت آزمون و به موازات دسته‌سیم قرار دهید. مرکز آنتن را با بیرونی‌ترین لبه‌ی اتصال‌دهنده‌ی DUT تراز کنید. DUT را در معرض سیگنال‌های آزمون مشخص شده در طرح آزمون قرار دهید. در مواردی که DUT چندین اتصال‌دهنده دارد یا دارای اتصال‌دهنده‌هایی با پهنای بیش از ۱۰۰ mm است آزمون را باید چند بار تکرار کرد.

آنتن را طوری قرار دهید که مرکز آن از دسته‌سیم ۵۰mm فاصله داشته باشد. آزمون را با حرکت دادن فرستنده‌ی قابل حمل در طول دسته‌سیم و در گام‌های ۱۰۰mm و برای طول ۳۰۰mm انجام دهید. حرکت را از اتصال‌دهنده‌ی DUT آغاز کنید.



نمای جانبی



نمای بالا

۲-۵-۳-۸ آزمون با سایر آنتن‌ها

آنتن را طوری قرار دهید که مرکز آن از دسته‌سیم ۵۰mm فاصله داشته باشد. محور آنتن باید به موازات دسته‌سیم باشد. در مورد آنتن وصله‌ای هم باید اطمینان حاصل کنید که قطبش آن به موازات دسته‌سیم باشد. اگر قطبش معلوم نیست باید آزمون‌ها را به طور متناوب برای هر دو قطبش انجام داد.

آزمون را با حرکت دادن فرستنده‌ی قابل حمل در طول دسته‌سیم و در گام‌های ۱۰۰mm و برای طول ۳۰۰mm انجام دهید. حرکت را از اتصال‌دهنده‌ی DUT آغاز کنید.

۳-۵-۳-۸ گزارش آزمون

طبق طرح آزمون باید گزارش آزمون را تحویل داد که در آن اطلاعات تفصیلی تجهیزات آزمون، ناحیه آزمون، سامانه‌های آزمون شده، بسامدها، مدوله‌سازی آزمون، سطوح توان، روش در معرض تابش قرار دادن

DUT، فرستنده‌ی قابل حمل مورد استفاده، مقادیر VSWR (فرستنده‌های تجاری مستثنا هستند)، تراکنش‌های سامانه و هر اطلاعات دیگر راجع به آزمون آمده باشد.

پیوست الف

(اطلاعاتی)

خصوصیات معمول فرستنده‌های قابل حمل

مثال‌هایی از خصوصیات معمول فرستنده‌های قابل حمل در جدول الف-۱ آمده است و توضیح اصطلاحات مورد استفاده در جدول الف-۲ آمده است. این خصوصیات فقط جنبه‌ی اطلاعاتی دارند یعنی باندهای بسامد ممکن است در مناطق مختلف فرق کند و سطوح توان استفاده شده بیش‌تر از آنچه نشان داده شده، مورد انتظار باشد.

جدول الف-۱ - خصوصیات معمول فرستنده‌های قابل حمل

مدوله‌سازی آزمون	مدوله‌سازی معمول فرستنده	توان W	باند بسامد MHz	مشخصه‌ی فرستنده
% AM 1 kHz, 80	Telegraphy, AM, SSB, FM	10(RMS)	۳۰-۲۶	۱۰ m
CW	Telegraphy, AM, SSB, FM	10(RMS)	۱۷۴-۱۴۶	۲ m
CW	Telegraphy, AM, SSB, FM	10(RMS)	۴۷۰-۴۱۰	۷۰ cm
PM 18 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد	TDMA/FDMA Tetra: $\pi/4$ DQPSK	10(peak)	۳۹۰-۳۸۰ ۴۲۰-۴۱۰ ۴۶۰-۴۵۰ ۸۲۵-۸۰۶ ۸۷۶-۸۷۰	TETRA/TETRA POL
PM 217 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد یا PM 217 Hz Ton = 577 μ s t = 4 600 μ s	GMSK, PSK, DS	10(peak)	۸۴۹-۸۲۴	AMPS/GSM850

ادامه جدول الف-۱

<p>PM 217 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد یا PM 217 Hz Ton = 577 μs t = 4 600 μs</p>	GMSK	<p>16(peak) یا 2(peak)</p>	۹۱۵-۸۷۶	GSM900
<p>PM 50 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد</p>	TDMA	0.8(peak)	<p>۸۹۸-۸۹۳ ۹۵۸-۹۲۵ ۱۴۵۳-۱۴۲۹</p>	PDC
<p>PM 217 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد یا PM 217 Hz Ton=577 μs t = 4600 μs</p>	GMSK	<p>2(peak) یا 1(peak)</p>	<p>۱۷۸۵-۱۷۱۰ ۱۹۱۰-۱۸۵۰</p>	<p>PCS GSM 1 800/1900</p>
<p>CW و PM 1600 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد</p>	QPSK	<p>CW-1 (RMS) PM-1 (peak)</p>	۲۰۲۵-۱۸۸۵	IMT-2000
<p>PM 1600 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد</p>	QPSK	0.5(peak)	۲۴۰۰-۲۵۰۰	Bluetooth/WLAN
<p>PM 1600 Hz چرخه‌ی کار ۵۰ درصد</p>	QPSK	1(peak)	۵۸۵۰-۵۷۲۵	IEEE 802.11a

جدول الف-۲ - کوتاه‌نوشت‌ها

مدوله‌سازی/سا مانه‌ی دسترسی	انگلیسی	توصیف	مثال کاربری
AM	Amplitude modulation	مدوله‌سازی دامنه	پخش
AMPS	Advanced mobile phone system	سامانه‌ی پیشرفته‌ی تلفن همراه	-
BT	Bluetooth	بلوتوث	-
DQPSK	Differential quadrature phase shift keying	کلیدزنی فاز تربیعی تفاضلی	تلفن ماهواره‌ای ایریدیوم
FDMA	Frequency division multiplex access	دسترسی هم‌تافتگری تقسیم بسامد	-
FM	Frequency modulation	مدوله‌سازی بسامد	پخش
GMSK	Gaussian minimum shift keying	کلیدزنی کمینه‌ی گاوسی	GSM
GSM 850	Global system of mobile phones 850 MHz band	سامانه‌ی جهانی تلفن همراه باند 850 MHz	-
GSM 900	Global system of mobile phones 900 MHz band	سامانه‌ی جهانی تلفن همراه باند 900 MHz	-
GSM 1800/1900	Global system of mobile phones 1800/1900 MHz band	سامانه‌ی جهانی تلفن همراه باند 1800/1900 MHz	-
IEEE 802.11a	802.11 refers to a family of specifications developed by the IEEE for wireless LAN technology	۸۰۲/۱۱ به دسته مشخصاتی اشاره دارد که بی سیم تدوین LAN برای فناوری IEEE کرد	WLAN
IMT-2000	International mobile telecommunications 2000	مخابرات سیار بین‌المللی ۲۰۰۰	UMTS
PCS	Personal communications service	خدمات ارتباطات شخصی	-
PDC	Personal digital cellular	سلولی دیجیتالی شخصی	-
PM	Pulse modulation	مدوله‌سازی پالس	PDC
PSK	Phase shift keying	کلیدزنی فاز	CDMA
QPSK	Quadrature phase shift keying	کلیدزنی فاز تربیعی	UMTS, W-LAN
SSB	Single side band	تک کنار باند	نظامی، رادیوی آماتوری
تلگراف	Morse telegraphy coded work	کارکدبندی‌شده‌ی تلگراف مورس	-
TDMA	Time division multiple access	دسترسی چندگانه‌ی تقسیم زمان	Tetra 25, DECT,GSM
TETRA	Terrestrial trunked radio	رادیو ترانک زمینی	-
TETRAPOL	Terrestrial trunked radio police	رادیو ترانک زمینی پلیس	-
WLAN	Wireless local area network	شبکه‌ی محلی بی سیم	-
10m/2m/70cm	HAM radio band as wavelength	باند رادیویی آماتوری به عنوان طول موج	-

پیوست ب
(اطلاعاتی)

مثال‌هایی از آنتن‌های فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده

ب-۱ مقدمه

در این پیوست جزئیات آنتن پهن‌بند مینیاتوری به همراه مثال‌هایی از سایر آنتن‌های فرستنده‌ی قابل حمل شبیه‌سازی شده که قابل استفاده برای اجرای آزمون‌ها طبق این استاندارد ملی هستند ارائه شده است:

- آنتن پهن‌بند مینیاتوری

- آنتن‌های غلاف‌دار

- آنتن‌های تک قطبی

در این پیوست تمام ابعاد نشان داده شده در شکل‌ها بر حسب میلی‌متر هستند.

ب-۲ آنتن پهن‌بند مینیاتوری

ب-۲-۱ کلیات

کارکردهای این آنتن پهن‌بند کوچک قابل مقایسه با آنتن دوقطبی پهن‌بند متقارن است و بر خلاف آنتن دوقطبی عادی، اجزای تابش‌گر مختص پهنای باند گسترده، فاصله‌ی نزدیک به DUT و یکنواختی مطلوب میدان طراحی شده است. به علت پوشش بسامدی گسترده، زمان آزمون‌ها به میزان چشم‌گیری کاهش می‌یابد.

ب-۲-۲ خصوصیات معمول

امپدانس ورودی: 50Ω

نسبت تبدیل بالن^۱: ۱:۱

گستره‌ی بسامدی: ۲۷۰۰-۳۶۰ MHz

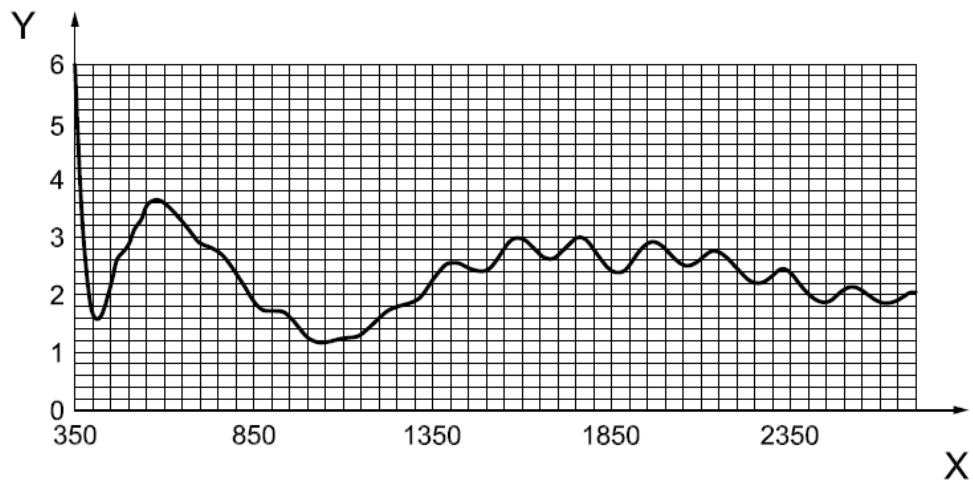
ابعاد عنصر تابش‌گر: $240 \times 109 \text{ mm}$

ورودی توان بیشینه: ۲۰ W

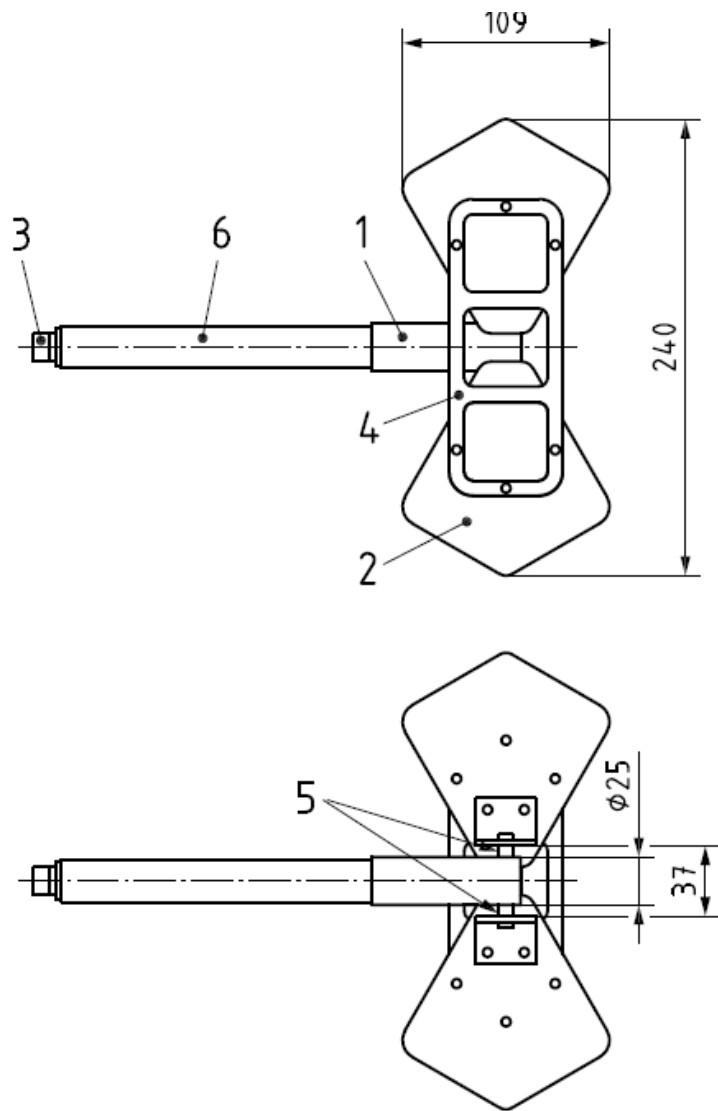
اتصال‌دهنده: مادگی نوع N

خصیصه VSWR: به شکل ب-۱ مراجعه شود.

خصوصیات هندسی آنتن پهن‌بند مینیاتوری برای فرستنده‌های قابل حمل شبیه‌سازی شده در شکل ب-۲ نشان داده شده است.



شکل ب- ۱ - خصوصیات VSWR معمول



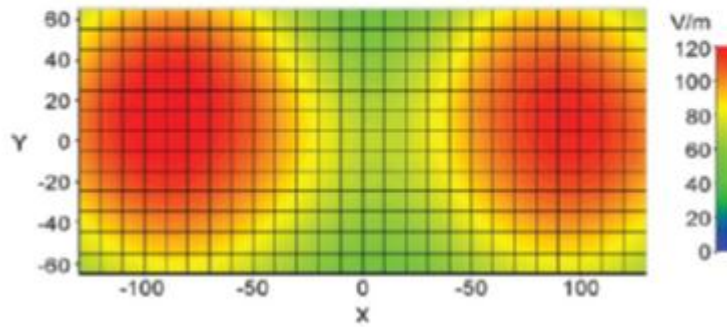
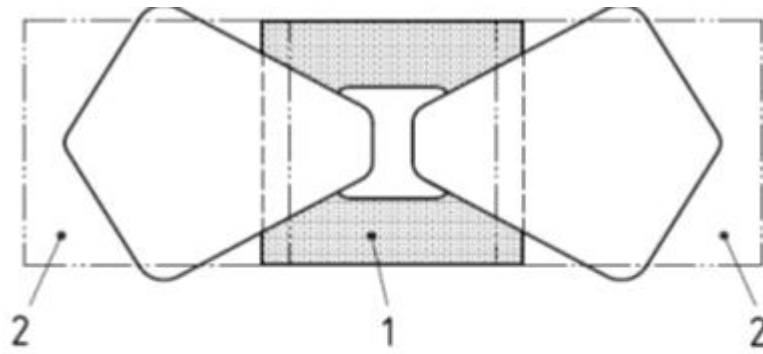
راه‌نما

- ۱ نسبت توازن عدم توازن کم اتلاف پهن‌باند: ۱:۱
- ۲ عناصر آنتن تخت
- ۳ اتصال‌دهنده‌ی ماده‌ی N
- ۴ قالب فاصله بندی و تثبیت عنصر (۵ mm، غیرفلزی)
- ۵ پایانه های متقارن، M4
- ۶ لوله‌ی ۲۲mm برای جابجاسازی یا تثبیت

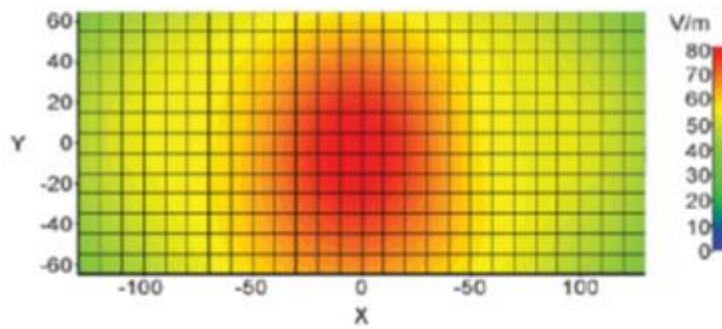
شکل ب-۲- جزئیات ساختمان آنتن پهن‌باند

ب-۲-۳ میدان‌های الکتریکی تولید شده توسط آنتن

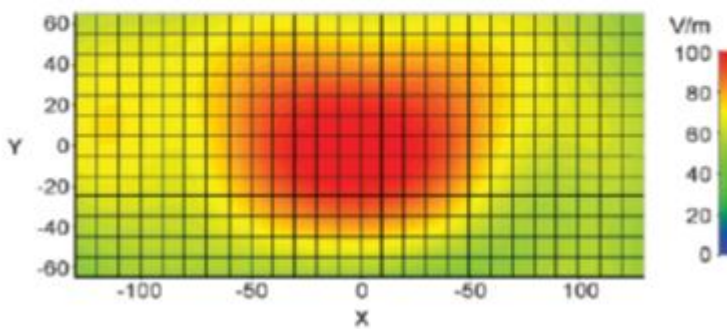
آنتن آزمون دارای سه ناحیه‌ی آزمون 100×100 است که در آن‌ها یکنواختی میدان بهتر از $3 \text{ dB} \pm$ است. در گستره‌ی بسامدی ۳۶۰ - ۴۸۰ MHz میدان E در زیر عنصرهای آنتن متمرکز است و بعد از ۸۰۰ MHz به سوی مرکز حرکت می‌کند. متوسط شدت میدان را با متوسط‌گیری میدان در این نواحی محاسبه می‌کنند. در شکل ب-۳ توزیع میدان و دامنه‌های اوج بر حسب ولت بر متر (V/m) برای ورودی خالص یک وات در فاصله‌ی ۵۰ mm از عناصر آنتن نشان داده شده است. سبزترین ناحیه‌ها (از نواحی نیمه‌خاکستری تا لبه‌های شبکه‌ای در حالت تک‌رنگ) نشان‌گر افت میدان بیش‌تر از 6 dB از میدان بیشینه را نشان می‌دهد.



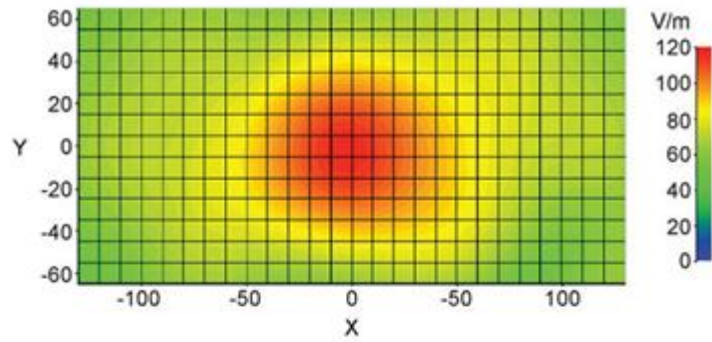
متوسط شدت میدان: 100 V/m خالص 400 MHz ; 1 W



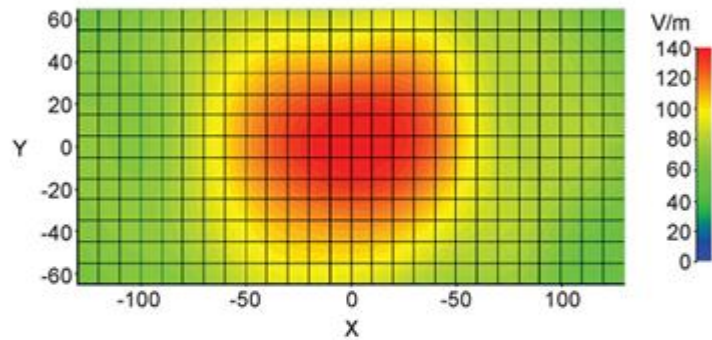
متوسط شدت میدان: 67 V/m ورودی خالص 300 MHz ; 1 W



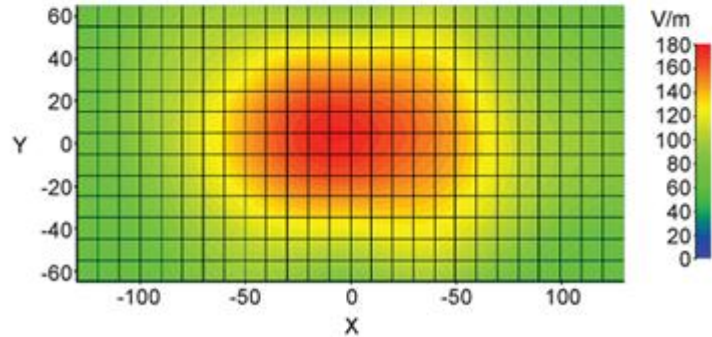
متوسط شدت میدان: 84 V/m ورودی خالص 400 MHz ; 1 W



متوسط شدت میدان: 89 V/m ورودی خالص 2000 MHz ; 1 W



متوسط شدت میدان: 114 V/m ورودی خالص 2450 MHz ; 1 W



متوسط شدت میدان: 137 V/m ورودی خالص 2600 MHz ; 1 W

راهنما

- ۱ میدان یکنواخت E برای $800 \leq f \leq 2700 \text{ MHz}$ و میدان یکنواخت H برای $360 \leq f \leq 2700 \text{ MHz}$
- ۲ میدان یکنواخت E برای میدان $360 \leq f \leq 480 \text{ MHz}$

شکل ب-۳- الگوی میدان E برای آنتن پهن باند

ب-۳ آنتن غلاف دار

ب-۳-۱ کلیات

در جدول ب-۱ شرح این آنتن و طول غلاف برای هر باند بسامد آمده است. این خصوصیات فقط جنبه‌ی اطلاعاتی دارند. مثالی از پیکربندی آنتن غلاف‌دار برای فرستنده‌های قابل حمل شبیه سازی شده در شکل ب-۴ نشان داده شده است.

ب-۳-۲ خصوصیات معمول

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: ۳۰ W

اتصال دهنده: نوع BNC

بهره: $2,15 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

$< 2:1: \text{VSWR}$

جدول ب-۱- مثال آنتن و طول عنصر غلاف برای هر باند

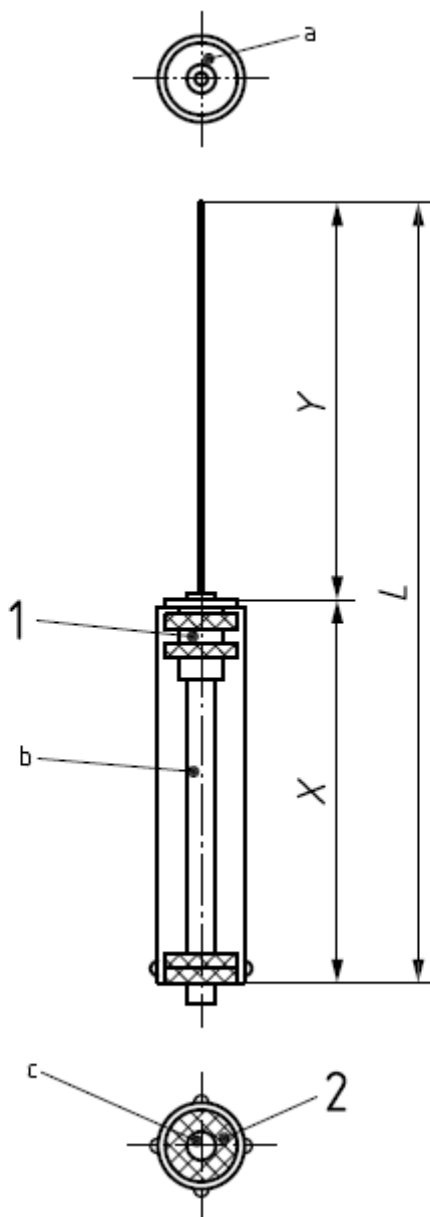
ابعاد بر حسب میلی‌متر

طول غلاف رواداری: $Y \pm 5\%$	طول عنصر آنتن رواداری: $X \pm 5\%$	بسامد مرکز MHZ	باند بسامد	فرستنده
162 ± 8	198 ± 9	۳۹۵	۳۸۰-۳۹۰	TETRA/TETRAPOL
155 ± 8	189 ± 9	۴۱۵	۴۱۰-۴۲۰	
141 ± 7	172 ± 8	۴۵۵	۴۵۰-۴۶۰	
76 ± 4	93 ± 5	۸۴۱	۸۰۶-۸۷۶	
147 ± 7	180 ± 9	۴۳۵	۴۲۰-۴۵۰	70cm
77 ± 4	94 ± 5	۸۹۵,۵	۸۲۴-۸۴۹	AMPS/GSM 850
72 ± 4	88 ± 4	۸۹۵,۵	۸۷۶-۹۱۵	GSM 900/PDC
68 ± 3	83 ± 4	۹۴۱,۵	۹۲۵-۹۵۸	PDC
44 ± 2	54 ± 3	۱۴۴۶,۵	۱۴۴۰-۱۴۵۳	PDC
35 ± 2	43 ± 2	۱۸۱۰	۱۷۱۰-۱۹۱۰	PCS/GSM 1 800/1 900
یادآوری- با تنظیم طول غلاف و عنصر آنتن می‌توان به VSWR خاصی دست یافت				

ب-۳-۳ پیکربندی آنتن

آنتن‌ها به صورت آنتن‌های غلاف‌دار عادی $1/4\lambda$ طراحی شده‌اند. در هر آنتن و هر باند از کابل 3D-2V، اتصال دهنده‌ی BNC، عنصر آنتن از جنس میله‌ی برنجی و لوله‌ی فولادی به عنوان عنصر غلاف استفاده شده

است. برای حفظ ثبات سطح مقطع در طول غلاف و کابل می‌توان پیچ پلاستیکی تثبیت کابل و چهار پیچ پلی‌کربنات در ته عنصر غلاف به کار برد.



$$L = X + Y = \lambda/2 \times 0,95$$

$$L = X + Y = \lambda/2 \times 0,95$$

$$X: Y = 55: 45$$

(بر اساس نمونه‌های پیکربندی)

که در آن λ بر حسب میلی‌متر طول موج بسامد مرکز است.

کوتاه‌سازی کسری: ۹۵ درصد

قطر بیرونی غلاف: ۲۰ mm (هم ارز S45RP)

قطر آنتن: ۲ mm (میله‌ی برنجی)

قطر درونی غلاف: ۱۸,۵ mm (هم ارز S45RP)

اتصال دهنده: BNC (UG-625/U, BNC-P-3)

کابل: 3D-2V

راهنما

۱ اتصال دهنده ی BNC

۲ پیچ پلی کربنات: M3

a سفت کردن با مهره ی دارای قطر $14,9 \text{ mm}$

b کابل

c پیچ پلاستیکی تثبیت کابل: ماده، جنس نایلون، قطر بیرونی 13 mm ، قطر درونی 6 mm ، ضخامت 6 mm ، حفره ی پیچ M3

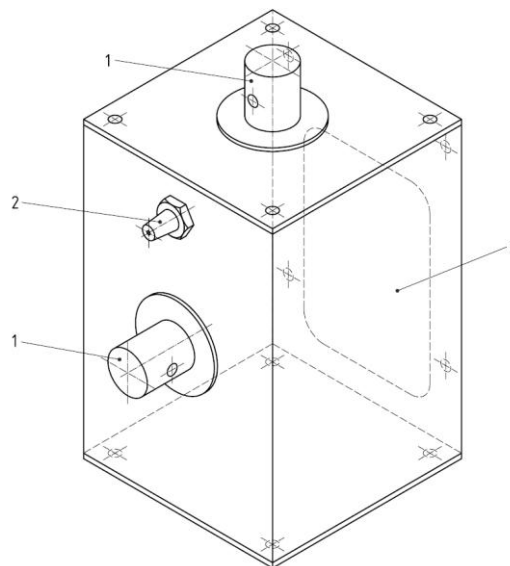
یادآوری - توصیه می کنند که سطوح عنصر آنتن و غلاف از جنس مواد فلزی ضد زنگار مثل نیکل باشد.

شکل ب-۴ - مثال پیکربندی آنتن غلاف دار $1/4 \lambda$

ب-۴ آنتن تک قطبی

ب-۴-۱ کلیات

این آنتن با بدنه ای از جنس پی وی سی یکپارچه شده است و دارای روزنه ای از جنس پلی متیل متا کریلیت (PMMA) برای دیدن درون آنتن است. این بدنه همچنین به جداره ای از نوع SMA و رابط مکانیکی مجهز است که دستگیره ای در آن برای با فاصله نگه داشتن آنتن تعبیه شده است. خصوصیات ساختار در تمام چنین آنتن هایی مشترک است و در شکل های ب-۵ و ب-۶ نشان داده شده است.



راهنما

۱ پایه ی نر برای دکل آنتن

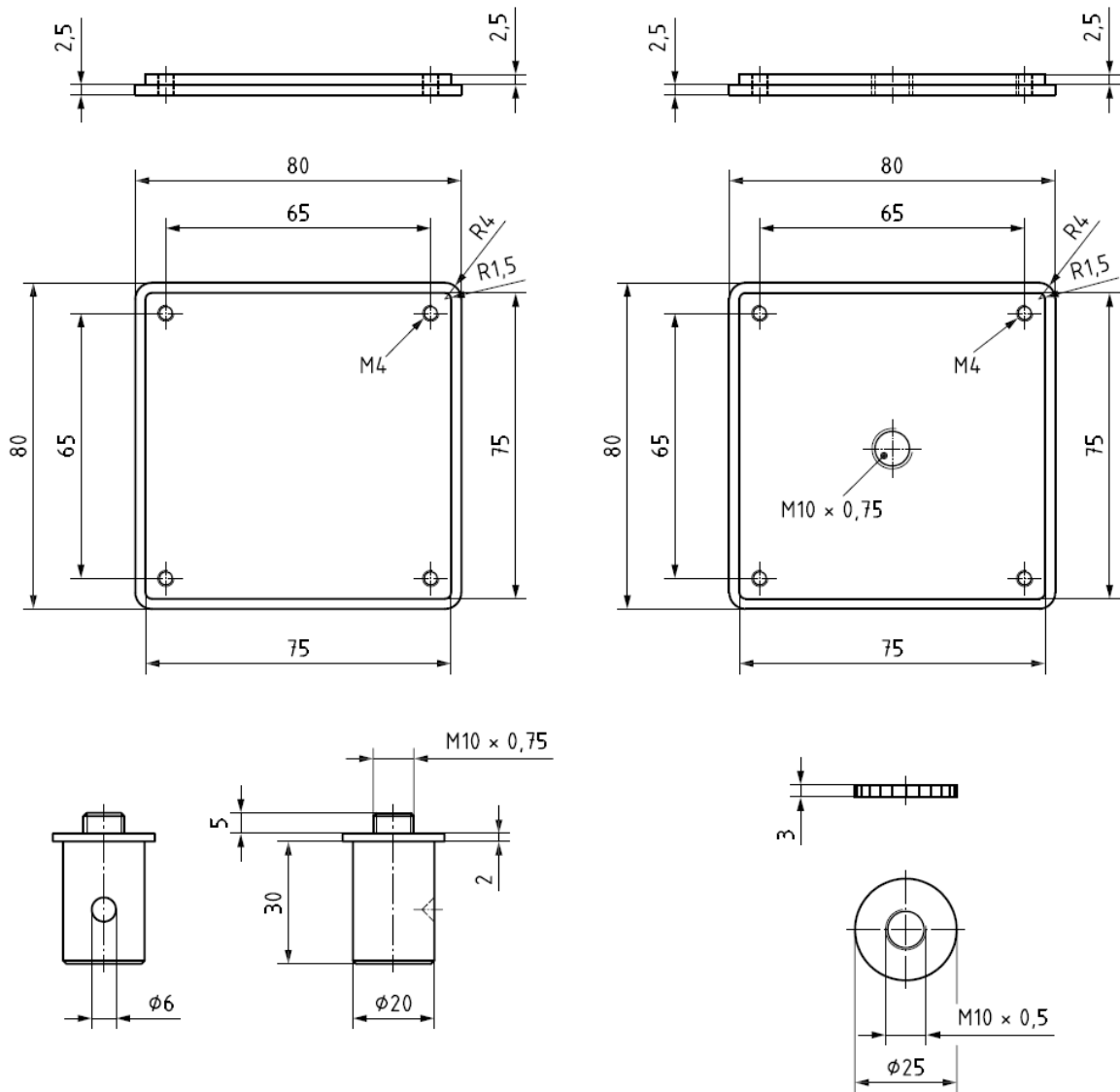
۲ اتصال دهنده ی هم محور

۳ -دریچه ی از جنس آلتوگلاس^۱ (توسازی شده در بدنه)

شکل ب-۵ - خصوصیات کلی ساختمان بدنه ی مشترک

1 - poly(methyl methacrylate)

۲- آلتوگلاس نمونه ای فرآورده های مناسب است که به صورت تجاری وجود دارد. این اطلاعات برای راحتی کاربران این استاندارد است و نشانه ی حمایت ISO از آن توسط نیست.



یادآوری - استفاده از این بدنه در انجام آزمون‌هایی که در آن آنتن ۵۰ mm با DUT فاصله دارد به استفاده از لفافی ۱۰ mm نیز نیاز دارد. برای آن که این لفاف لازم نباشد می‌توان بدنه‌ها را با بعد بیرونی ۱۰۰ mm به جای ۸۰ mm ساخت.

شکل ب-۶ - جزئیات خصوصیات ساختمان بدنه‌ی مشترک

ب-۴-۲ آنتن برای باند بسامدی ۹۱۵ - ۸۹۰ MHz

ب-۴-۲-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: ۸۹۰-۹۱۵ MHz (min.)

امپدانس ورودی: ۵۰ Ω

توان مجاز: ۲۰ W

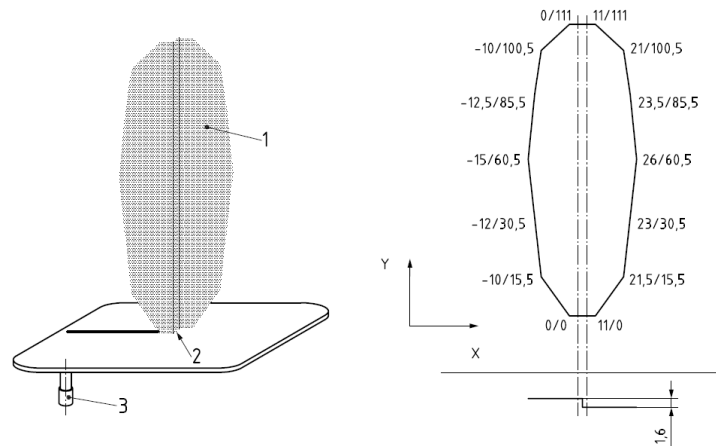
اتصال دهنده: نوع SMA

بهره به طور معمول: ۰,۵ dB ± ۰,۵ dB

برای کل باند < 2:1:VSWR

ب-۴-۲-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

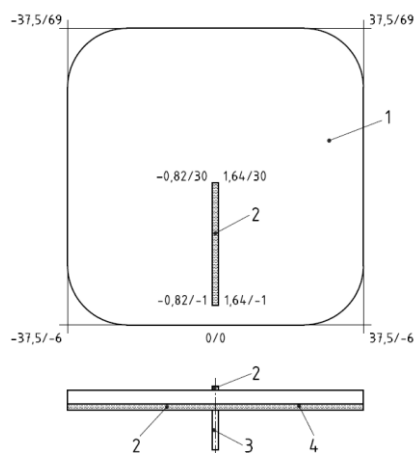
این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از تک قطبی به شکل برگ تشکیل شده است که نسبت به صفحه‌ی زمین در حالت عمودی قرار گرفته است. خصوصیات هندسی این مجموعه در شکل‌های ب-۷ الف و ب نشان داده شده است. جزییات ساختار بدنه هم در شکل ب-۷ پ آمده است.



راهنما

- ۱ عنصر هوایی
- ۲ لایم سخت
- ۳ اتصال دهنده‌ی ماده RG 402 + SMA

الف- خصوصیات کلی هندسی آنتن

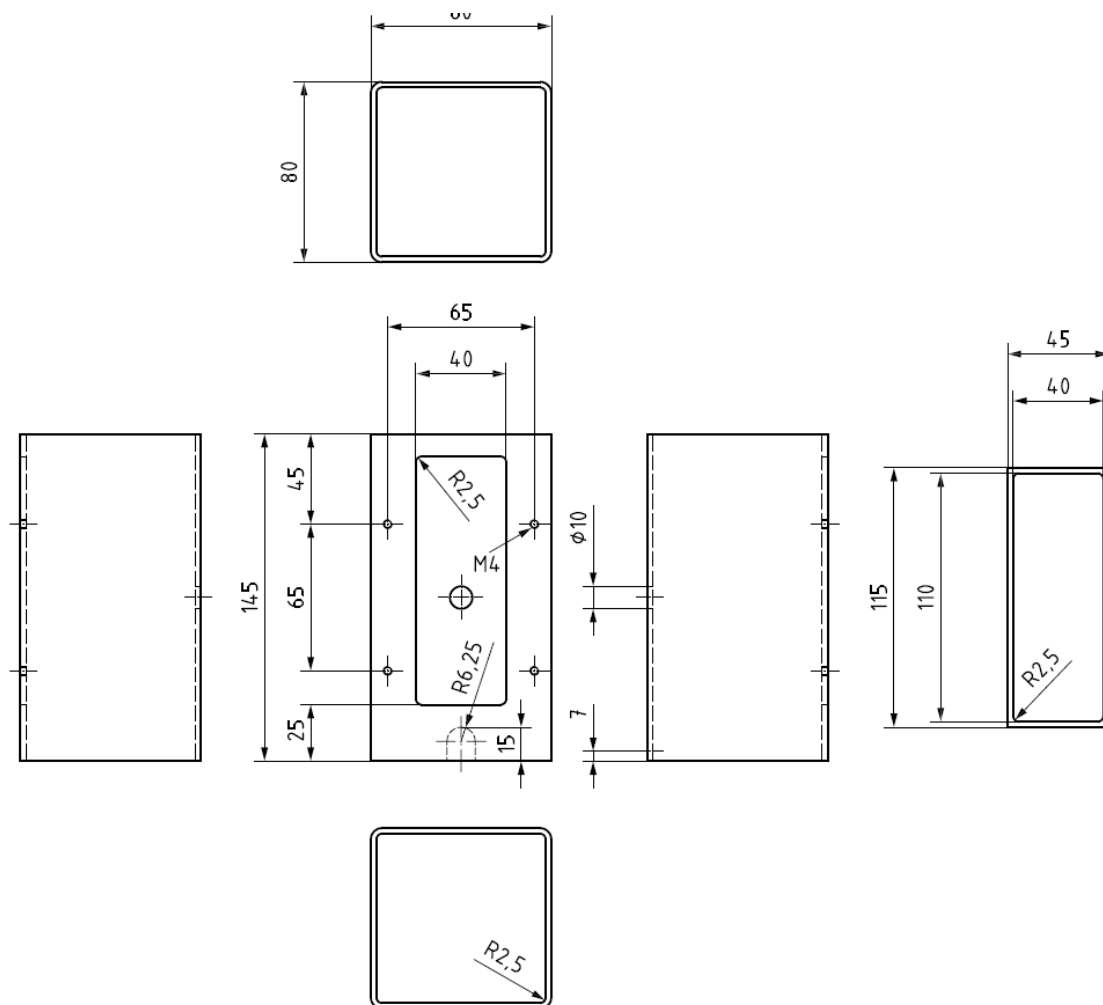


راهنما

- ۱ ابعاد کارت 75/75 mm
- ۲ مس (Cu)
- ۳ اتصال دهنده‌ی ماده RG 402 + SMA
- ۴ FR4 1,6 mm/35 μ C: صفحه‌ی زمین در طرف پایین

ب- جزییات خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۷-آنتن 890-915 MHz



پ- ساختمان بدنه-جزئیات

شکل ب-۷- ادامه

ب-۴-۳ آنتن برای باند بسامدی 1710-1785 MHz

ب-۴-۳-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: 1710-2025 MHz (min.)

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 20 W

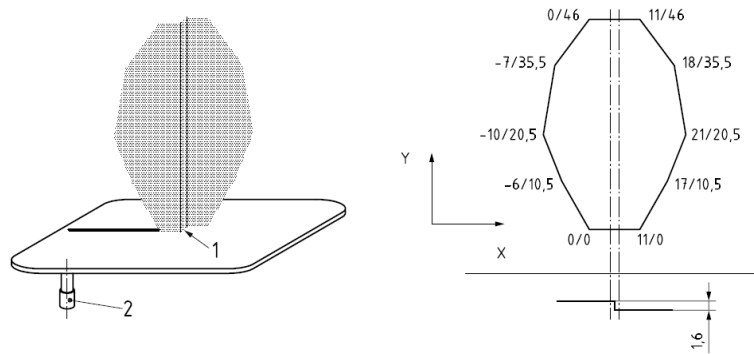
رابط: نوع SMA

بهره: به طور معمول $0 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

برای کل باند $\text{VSWR} < 2:1$

ب-۴-۳-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

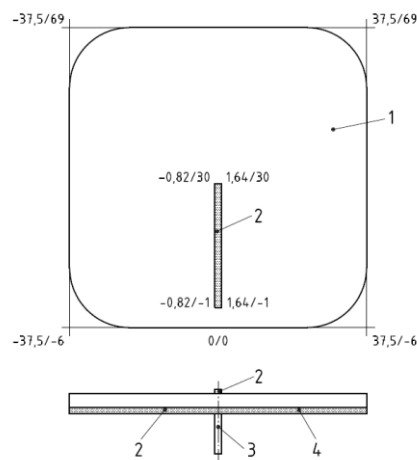
این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از تک قطبی به شکل برگ تشکیل شده است که نسبت به صفحه‌ی زمین در حالت عمودی قرار گرفته است. خصوصیات هندسی این مجموعه در شکل‌های ب-۸ الف و ب نشان داده شده است. جزییات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۸ پ آمده است.



راهنما

- ۱ لایم سخت
- ۲ اتصال‌دهنده‌ی ماده RG 402 + SMA

الف- خصوصیات کلی هندسی آنتن

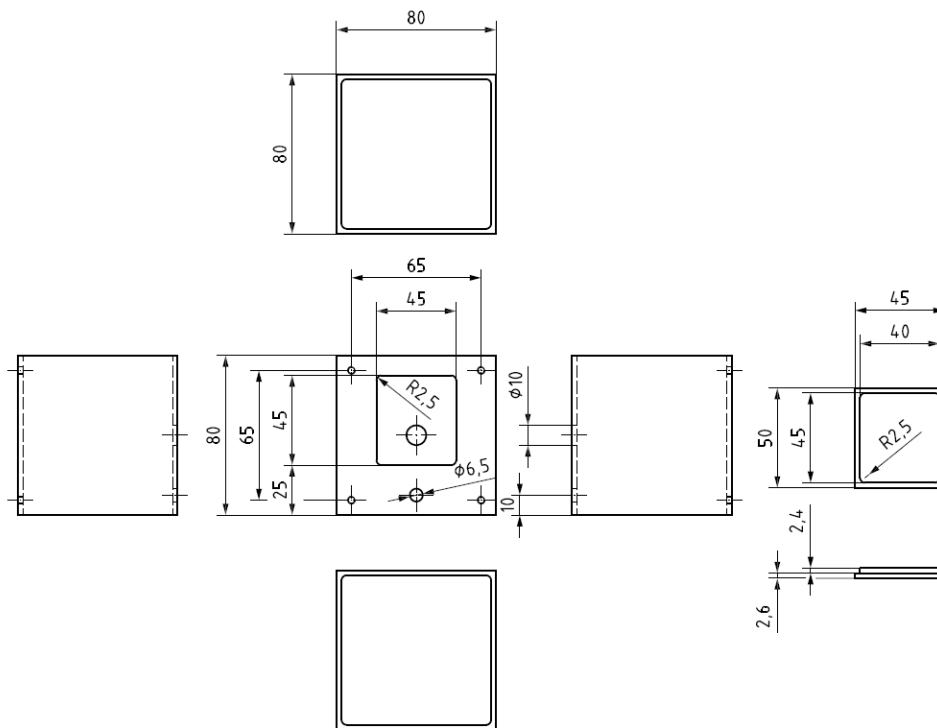


راهنما

- ۱ ابعاد کارت 75/75 mm
- ۲ مس (Cu)
- ۳ ماده RG 402 + SMA
- ۴ -FR4 1,6 mm/35 μ c : صفحه‌ی زمین در طرف پایین

ب- جزییات خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۸- آنتن 1710-2 025 MHz



پ- جزئیات ساختمان بدنه

شکل ب- ۸- ادامه

ب-۴-۴ آنتن برای باند بسامدی 2402-2480 MHz

ب-۴-۴-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: 2402-2480 MHz (min.)

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 20 W

اتصال دهنده: نوع SMA

بهره: به طور معمول

0 dB \pm 0,5 dB at 2402 MHz

-1 dB \pm 0,5 dB at 2420 MHz

-2 dB \pm 0,5 dB at 2440 MHz

-3 dB \pm 0,5 dB at 2460 MHz

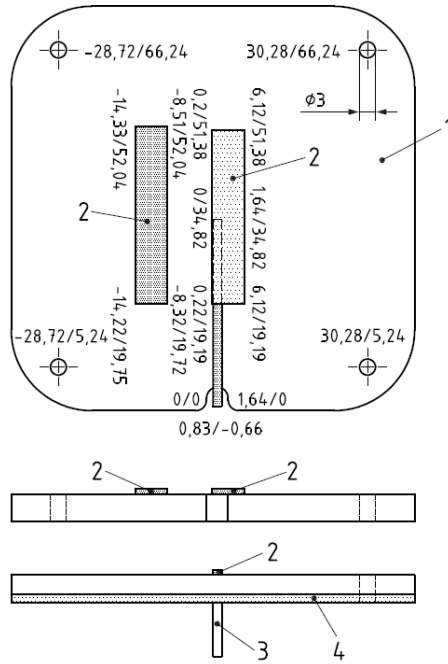
VSWR \pm 0,5 dB at 2480 MHz $< 2:1$ برای کل باند

ب-۴-۴-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از دو قطبی چاپی تزویج شده موازی با دوقطبی تداخل اولی تشکیل شده است. خصوصیات هندسی

این مجموعه در شکل‌های ب-۹ الف نشان داده شده است.

جزئیات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۹ ب آمده است.



راهنما

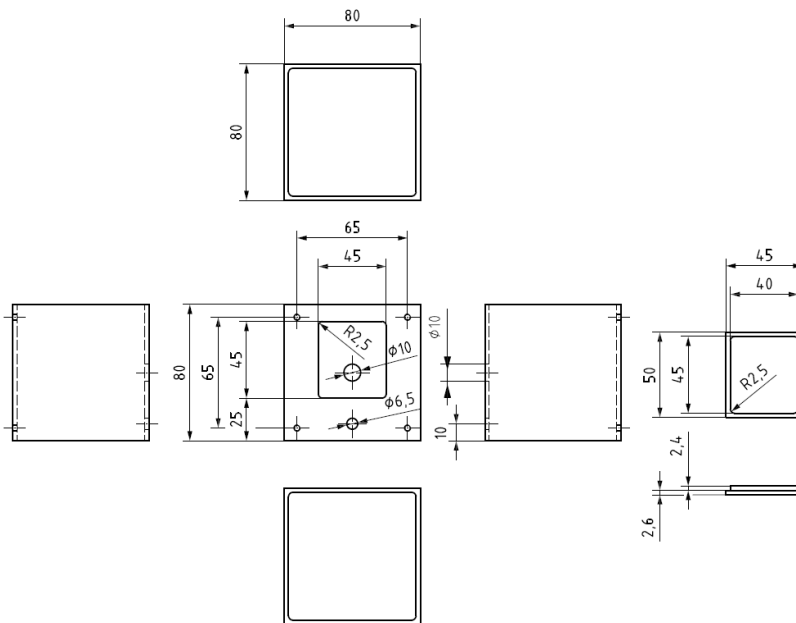
۱ ابعاد کارت 75/75 mm

۲ مس (Cu)

۳ ماده RG 402 + SMA

۴ صفحه‌ی زمین در طرف پایین: FR4 1,6 mm/35 μ Cu

الف - خصوصیات هندسی آنتن



ب - جزییات ساختمان بدنه

شکل ب-۹ - آنتن 2402-2480 MHz

ب-۴-۵ آنتن برای باند بسامدی 26,96 – 27,4 MHz

ب-۴-۵-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: 26,96 – 27,4 MHz (min.)

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 50 W

اتصال دهنده: نوع SMA

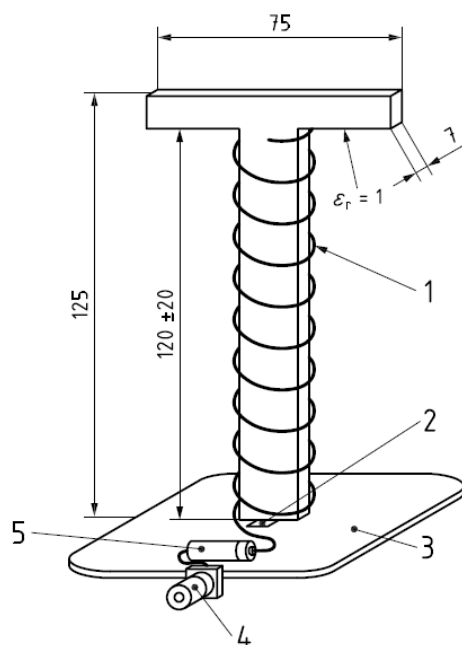
بهره: به طور معمول $0,5 \text{ dB} \pm 0,5 \text{ dB}$

VSWR: $2:1 <$ برای کل باند

ب-۴-۵-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از تک قطبی تشکیل شده است که در پایین آن سیم پیچی مارپیچی طبق شرح شکل ب-۱۰ الف قرار دارد.

جزئیات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۱۰ مورد ب و پ آمده است.



راهنما

۱ سیم مسی روکش دار: قطر 1 mm/710 mm (قطر سیم پیچ، تعداد دور: $9 \pm 0,5$)

۲ وصله‌ی مسی: ابعاد 5/5 mm

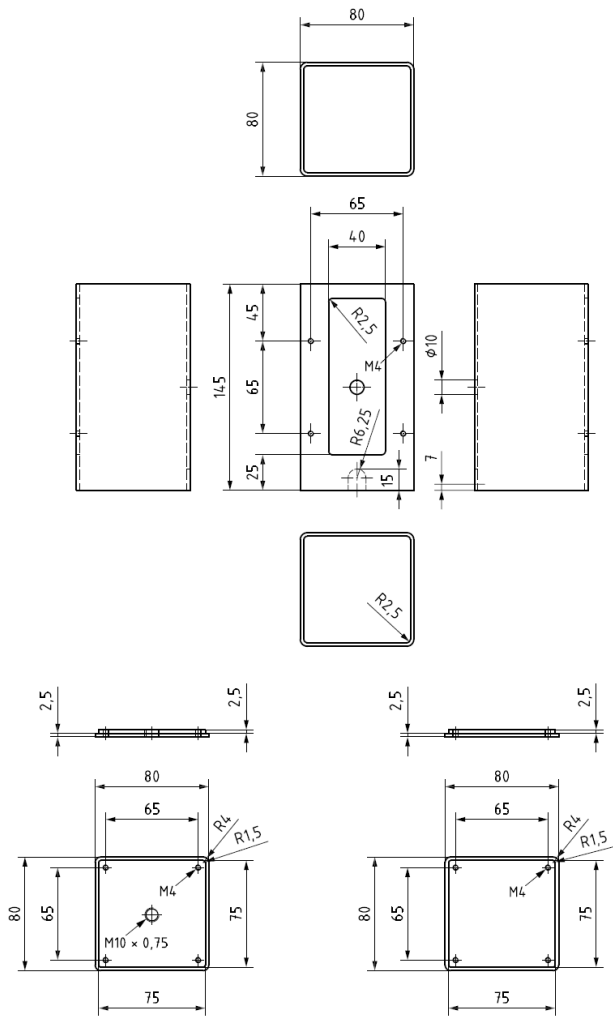
۳ FR4 1,6 mm/35 μ Cu: صفحه‌ی زمین در طرف پایین، ابعاد 74/74 mm

۴ اتصال دهنده‌ی BNC (EMERSON ref: VBM511-1502)

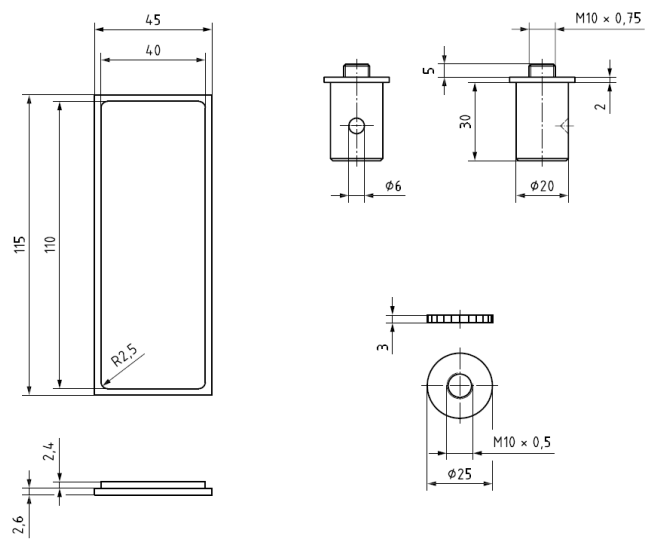
۵ سیم پیچ قابل تنظیم 20W (4–10 μ H)

الف - خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۱۰- آنتن 26,96–27,4 MHz



ب- جزئیات - ساختمان بدنه



پ- جزئیات - ساختمان بدنه (ادامه)

شکل ب-۱۰- ادامه

ب-۴-۶ آنتن برای باند بسامدی 144-148 MHz

ب-۴-۶-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: (min.) 144-148 MHz

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 50 W

اتصال دهنده: نوع BNC

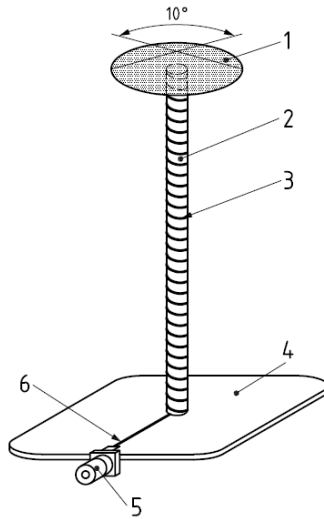
بهره: به طور معمول $-13,5 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

VSWR: $2,1:1 <$ برای کل باند

ب-۴-۶-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از تک قطبی مارپیچی تشکیل شده است که در بالای آن استوانه‌ای فلزی و عمود طبق شرح شکل ب-۱۱ الف قرار دارد.

جزئیات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۱۱ مورد ب و پ آمده است.



راهنما

۱ قطر مخروط برنجی ۵۰ mm، ضخامت ۰٫۱ mm

۲ استوانه‌ای پی‌وی‌سی: $\epsilon_r = 3,3$ ، قطر 10 mm، طول 127 mm

۳ سیم‌مسی روکش‌دار قطر 1 mm/900 mm، تعداد دور ۲۹

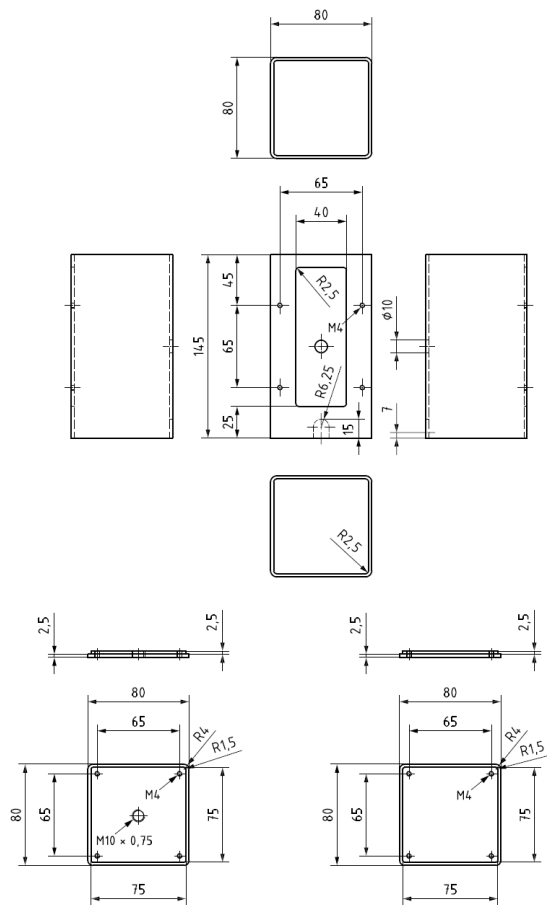
۴ FR4 1,6 mm/35 μ Cu صفحه‌ی زمین در طرف پایین، ابعاد 74/74 mm

۵ اتصال دهنده‌ی BNC (EMERSON ref: VBM511-1502)

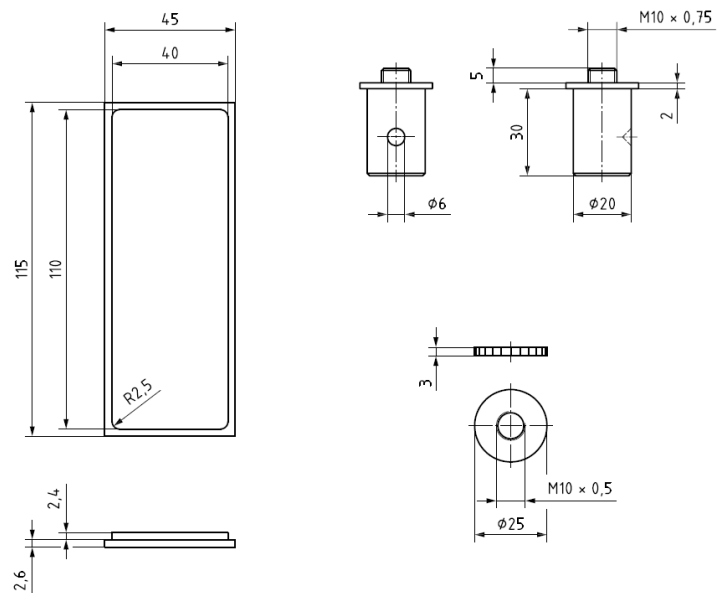
۶ خط ریزنواری 35/2/0,8 mm

الف - خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۱۱- آنتن 144-148 MHz



ب- جزییات - ساختمان بدنه



پ- جزییات - ساختمان بدنه (ادامه)

شکل ب-۱۱- ادامه

ب-۴-۷ آنتن برای باند بسامدی 168-173 MHz

ب-۴-۷-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: 168-173 MHz (min.)

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 50 W

اتصال دهنده: نوع BNC

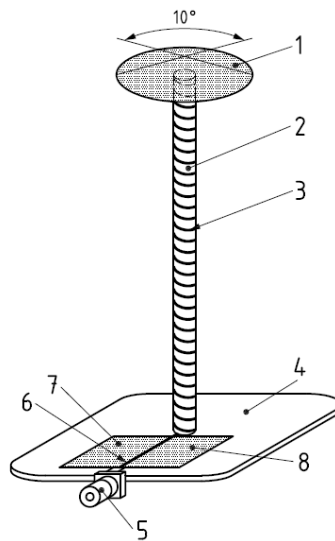
بهره: به طور معمول $-16 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

VSWR: $2,6:1 <$ برای کل باند

ب-۴-۷-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر از تک قطبی مارپیچی تشکیل شده است که در بالای آن استوانه‌ای فلزی و عمود طبق شرح شکل ب-۱۲ الف قرار دارد.

جزئیات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۱۲ مورد ب و پ آمده است.

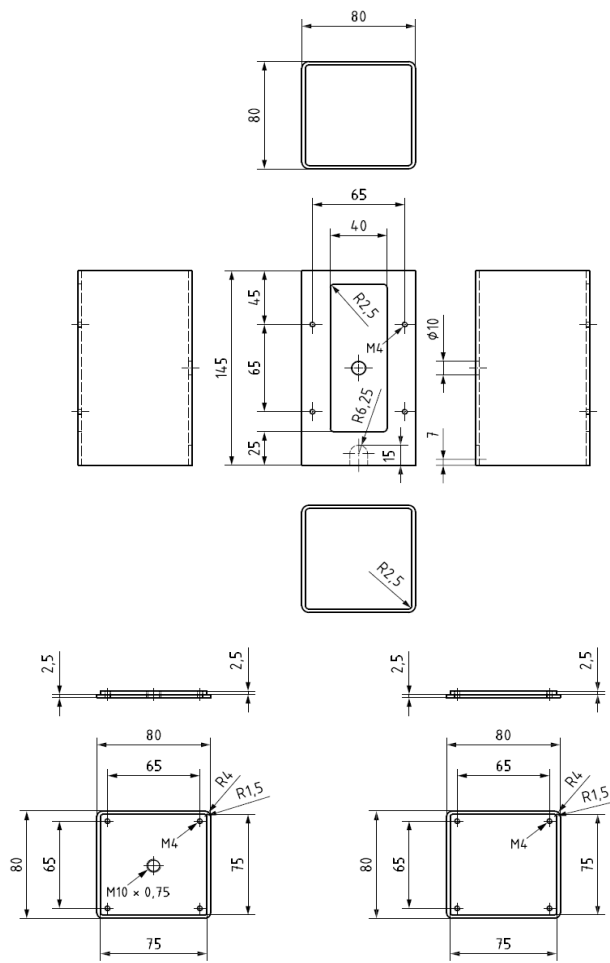


راهنما

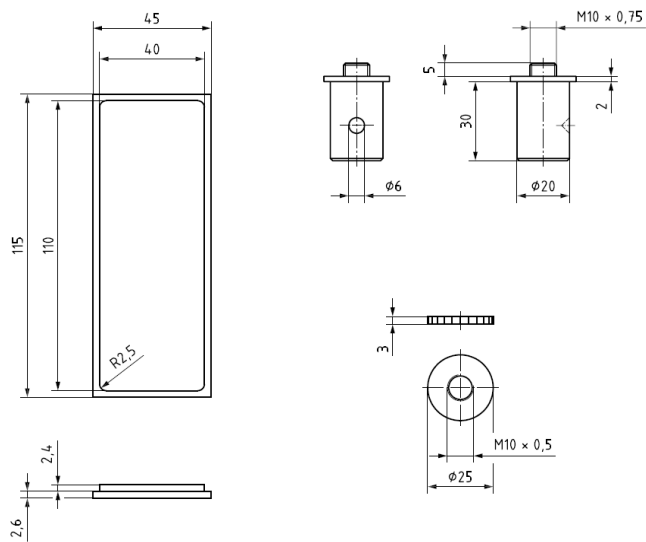
- ۱ قطر مخروط برنجی 50 mm، ضخامت 0.1 mm
- ۲ استوانه‌ی پی‌وی‌سی: $\epsilon_r = 3,3$ ، قطر 10 mm، طول 127 mm
- ۳ سیم‌مسی روکش‌دار قطر 1 mm/900 mm، تعداد دور ۲۹
- ۴ FR4 1,6 mm/35 μ Cu: صفحه‌ی زمین در طرف پایین، ابعاد 74/74 mm
- ۵ اتصال دهنده‌ی BNC (EMERSON ref: VBM511-1502)
- ۶ خط ریزنوار 35/2/0,8 mm
- ۷ $C1 = 15 \text{ to } 25 \text{ pF}$
- ۸ $C2 = 15 \text{ to } 25 \text{ pF}$

الف - مشخصات هندسی آنتن

شکل ب-۱۲ - آنتن 168-173 MHz



ب- جزییات - ساختمان بدنه



پ- جزییات - ساختمان بدنه (ادامه)

شکل ب-۱۲- ادامه

ب-۴-۸ آنتن برای باند بسامدی 380 – 430 MHz

ب-۴-۸-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: (min.) 380 – 430 MHz

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 50 W

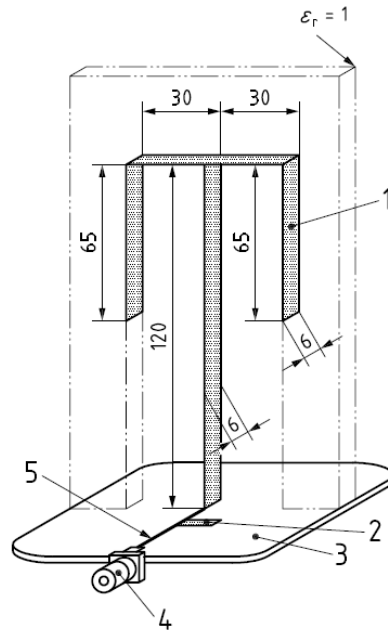
اتصال دهنده: نوع BNC

بهره: به طور معمول $-9 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

VSWR: $2:1 <$ برای کل باند

ب-۴-۳-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر تا شده به صورت متقارن و بزرگ شده در شکل ب-۱۳ الف نشان داده شده است. جزییات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۱۳ ب و پ آمده است.



راهنما

۱ ضخامت قسمت برنجی 0,5 mm

۲ زبان $12/2 \text{ mm}$ (برای جایابی در طول خط ریزنواری برای تنظیم بسامد)

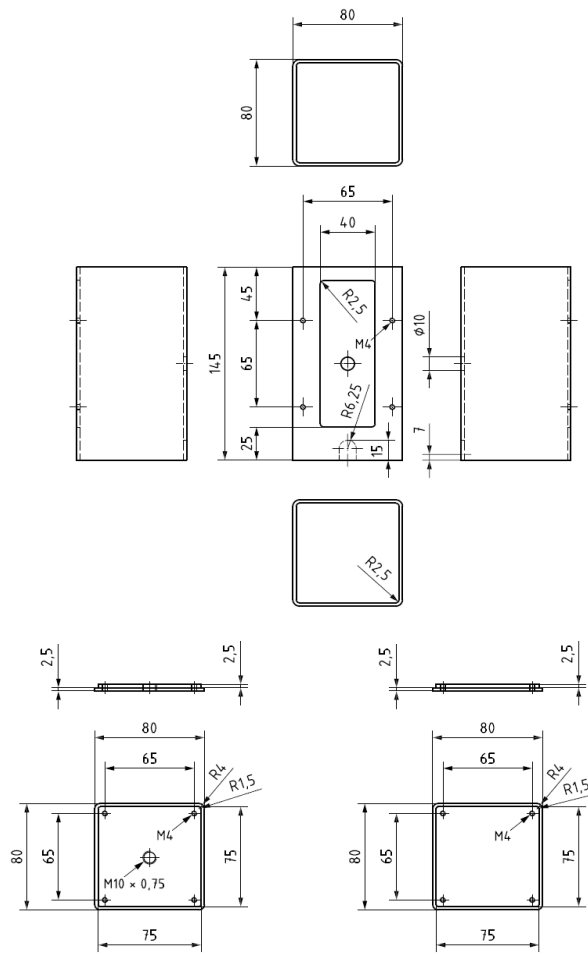
۳ صفحه‌ی زمین در طرف پایین، ابعاد 74/74 mm: FR4 1,6 mm/35 μ Cu

۴ اتصال دهنده‌ی (EMERSON ref: VBM511-1502) BNC

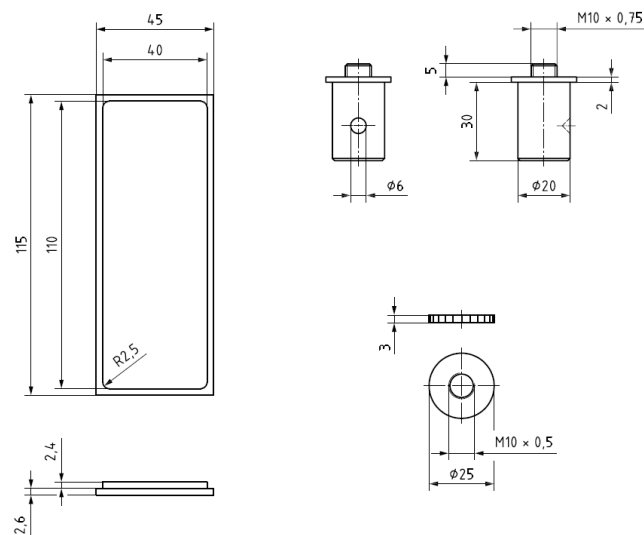
۵ خط ریزنواری 35/1,2/0,8 mm

الف - خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۱۳ - آنتن 380-430 MHz



ب - جزییات - ساختمان بدنه



پ - جزییات - ساختمان بدن

شکل ب-۱۳- ادامه

ب-۴-۹ آنتن برای باند بسامدی 430-470 MHz

ب-۴-۹-۱ خصوصیات معمول

پهنای باند آنتن: 430-470 MHz (min.)

امپدانس ورودی: 50Ω

توان مجاز: 50 W

اتصال دهنده: نوع BNC

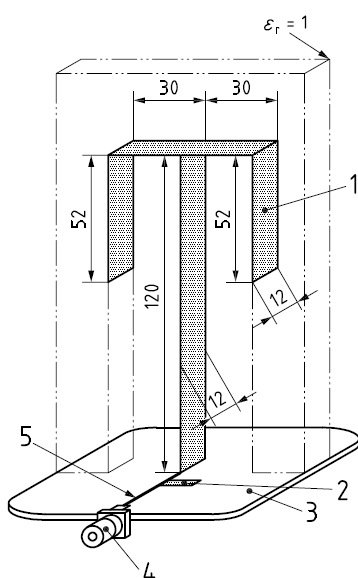
بهره: به طور معمول $-8 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$

VSWR: $2:1 <$ برای کل باند

ب-۴-۹-۲ ساختمان و یکپارچگی آنتن با بدنه

این آنتن از مدار چاپی نوع FR4 تولید شده است و با خط ریزنواری در مرکز آن عرضه می‌شود. عنصر تابش گر تا شده به صورت متقارن و بزرگ شده در شکل ب-۱۴ الف نشان داده شده است.

جزئیات ساختمان بدنه هم در شکل ب-۱۴ ب و پ آمده است.

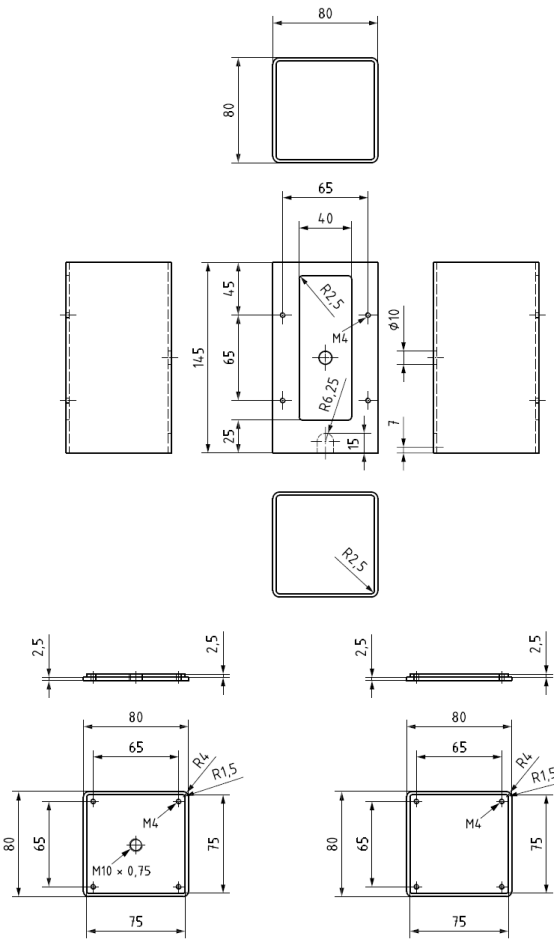


راهنما

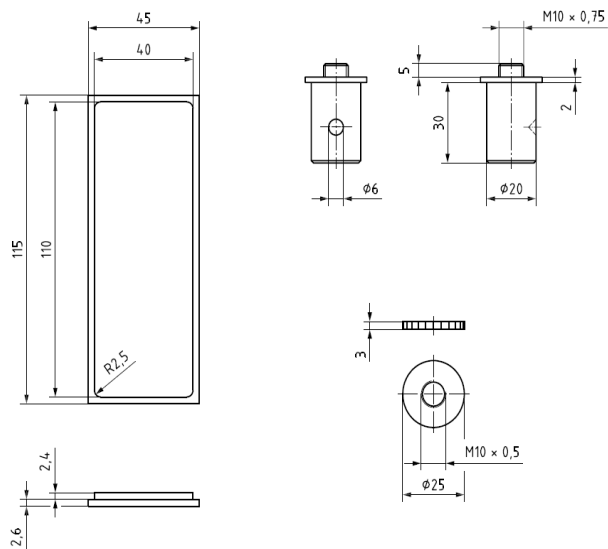
- ۱ ضخامت قسمت برنجی 0,5 mm
- ۲ زبانه 12/2 mm (برای جابجایی در طول خط ریزنواری برای تنظیم بسامد)
- ۳ FR4 1,6 mm/35 μ Cu: صفحه‌ی زمین در طرف پایین، ابعاد 74/74 mm
- ۴ اتصال دهنده‌ی BNC (EMERSON ref: VBM511-1502)
- ۵ خط ریزنواری 35/1,2/0,8 mm

الف - خصوصیات هندسی آنتن

شکل ب-۱۴ - آنتن 430-470 MHz



ب- جزییات - ساختمان بدنه



پ- جزییات - ساختمان بدنه (ادامه)

شکل ب-۱۴- ادامه

پیوست پ
(اطلاعاتی)

مثال سطوح سخت گیرانه بودن آزمون مربوط به دسته بندی وضعیت عملکرد کار

پ-۱ کلیات

مثال هایی از سطوح سخت گیرانه بودن آزمون که باید طبق اصل دسته بندی وضعیت عملکرد کارایی (FPSC) ارائه شده در قسمت اول این مجموعه استاندارد به کار رود در این پیوست آمده است.

پ-۲ مثال سطوح سخت گیرانه بودن

مثال سطوح دقت در باند GSM در جدول پ-۱ آمده است. این جدول ممکن است برای هر گستره ی بسامدی فرق کند.

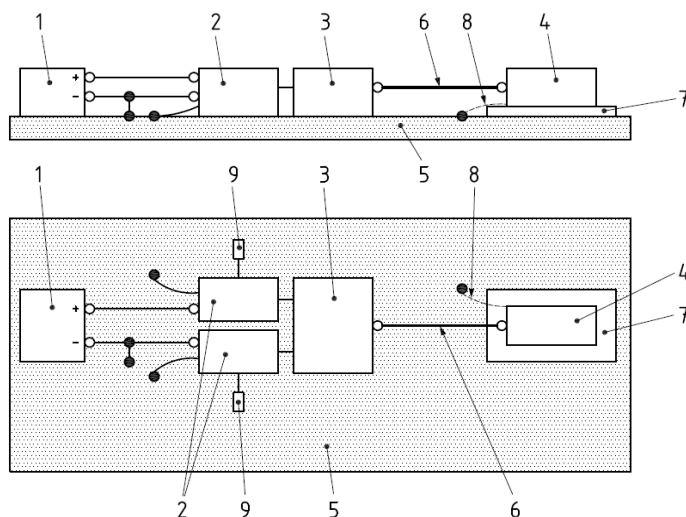
جدول پ-۱- سطوح های شدت در باند GSM

سطح های شدت آزمون	دسته ی ۱ W	دسته ی ۲ W	دسته ی ۳ W
L _{4i}	۲	۶	۱۰
L _{3i}	۲	۶	۶
L _{2i}	۱	۲	۲
L _{1i}	۱	۱	۱

پیوست (اطلاعاتی) اتصال زمین دوردست/موضعی

ت-۱ DUT اتصال زمین شده در دوردست

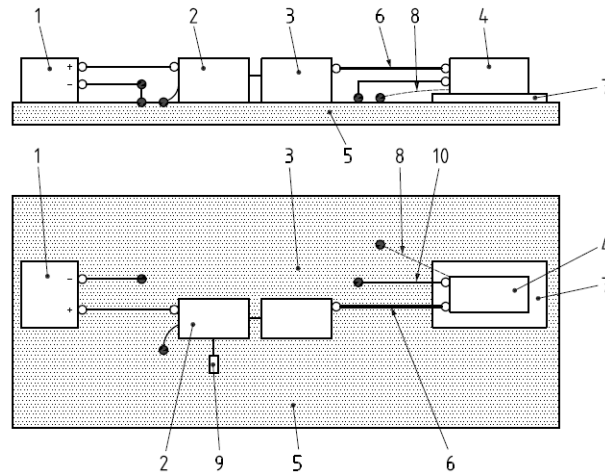
اصل وصل کردن DUT اتصال زمین شده در دوردست، در شکل ت ۱ آمده است.



راهنما

- ۱ منبع تغذیه/باتری
- ۲ AN
- ۳ شبیه ساز (پیکربندی تغذیه از طریق AN یا مستقیم به منبع تغذیه که باید در طرح آزمون تعریف شود).
- ۴ DUT
- ۵ صفحه‌ی زمین
- ۶ دسته سیم (حاوی خط برگشتی و منبع تغذیه)
- ۷ پایه‌ی عایق‌ساز
- ۸ محفظه DUT به صفحه‌ی زمین وصل نیست مگر آن که در صفحه‌ی آزمون مشخص شده باشد. (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود).
- ۹ بار 50Ω

شکل ت-۱- DUT اتصال زمین شده به صورت دوردست



راهنما

- ۱ منبع تغذیه/باتری
- ۲ AN
- ۳ شبیه ساز (پیکربندی تغذیه از طریق AN یا مستقیم به منبع تغذیه که باید در طرح آزمون تعریف شود)
- ۴ DUT
- ۵ صفحه‌ی زمین
- ۶ دسته سیم (فاقد خط برگشت تغذیه)
- ۷ پایه‌ی عایق‌ساز
- ۸ DUT به صفحه‌ی زمین وصل نیست مگر آن که در صفحه‌ی آزمون مشخص شده باشد (به زیربند ۷-۳ مراجعه شود)
- ۹ بار 50Ω
- ۱۰ خط برگشتی توان (بیشینه طول 200 mm)

شکل ت-۲- افزاره‌ی DUT اتصال زمین شده به صورت موضعی