استاندارد ملی ایران
۴۱۴۷-۱-۴
چاپ اول
۱۳۹۳

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian national standardization organization

INSO
4147-1-4
1st. Edition
2014

ویژگی دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی و مصونیت
قسمت ۱-۴: دستگاه‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی و مصونیت- آنتن‌ها و مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری اختلال تابشی

Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurement

ICS 33.100.10; 33.100.20

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 وکوششی 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، 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 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 می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت 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 شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

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 درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی 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، گواهینامهٔ 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

فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

کمیسیون فنی تدوین استاندارد ه
پیش گفتار و
۱ هدف و دامنه کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف و کوته نوشت‌ها ۲
۳-۱ اصطلاحات و تعاریف ۲
۳-۲ کوته نوشت ها ۶
۴ آنتن‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی تابشی ۷
۴-۱ کلیات ۷
۴-۲ پارامتر فیزیکی برای اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی ۷
۴-۳ گستره بسامدی ۹ کیلو هرتز تا ۱۵۰ کیلو هرتز ۸
۴-۴ گستره بسامدی ۱۵۰ کیلو هرتز تا ۳۰ مگاهرتز ۹
۴-۵ گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز ۹
۴-۶ گستره بسامد ۱ GHz تا ۱۸ GHz ۱۶
۴-۷ آرایش های آنتن‌های خاص- سامانه آنتن حلقوی ۱۶
۵ مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری شدت میدان اختلالات رادیویی برای گستره بسامد۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز ۱۷
۵-۱ کلیات ۱۷
۵-۲ مکان آزمون در فضای باز (OATS) ۱۷
۵-۳ مناسب بودن مکان آزمون برای سایر مکان‌های آزمون صفحه زمین ۲۷
۵-۴ مناسب بودن مکان آزمون بدون صفحه زمین ۳۴
۵-۵ ارزیابی میز چیدمان و دکل آنتن ۴۴
۶ محفظه (اتاقک) منعکس کننده برای اندازه‌گیری کامل توان تابشی ۴۷
۶-۱ کلیات ۴۷
۶-۲ اتاقک ۴۷
۷ سلول‌های TEM برای مصونیت در برابر اندازه‌گیری اختلال تابشی ۵۱
۸ مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری شدت میدان اختلال رادیویی برای گستره بسامد 1 GHz تا 18 GHz ۵۱
۸-۱ کلیات ۵۱

ادامه فهرست مندرجات

عنوان **صفحه**

۸-۲ مکان آزمون مرجع ۵۱
۸-۳ اعتبار سنجی مکان آزمون ۵۱
۸-۴ مکان های آزمون ثانوی ۶۷
۹ افزاره های جذب حالت مشترک ۶۷
۹-۱ کلیات ۶۷
۹-۲ اندازه‌گیری‌های پارامترهای S افزاره‌های جذب حالت مشترک (CMADها) ۶۸
۹-۳ جعبه آزمون دستگاه جذب حالت مشترک(CMAD) ۶۸
۹-۴ روش اندازه‌گیری با استفاده از واسنجی TRL ۶۹
۹-۵ مشخصه CMAD از نوع فریت گیره‌ای ۷۲
۹-۶ بررسی عملکرد CMAD (تنزل) با استفاده از تحلیل‌گر طیف و مولد ردگیری ۷۳
پیوست الف (الزامی) پارامترهای آنتن‌ها ۸۱
پیوست ب (الزامی) معادلات عملکردی آنتن تک قطبی (سیم ۱ متری) و مشخصات شبکه تطبیق مربوط به آنتن ۹۰
پیوست پ (الزامی) سامانه آنتن حلقوی برای اندازه‌گیری‌های میدان مغناطیسی جریان القایی در گستره بسامدی 9KHz تا 30MHz ۹۵
پیوست ت (الزامی) جزئیات ساخت مکان آزمون فضای آزاد در گستره‌ی بسامدی۳۰ MHz تا MHz ۱۰۶
پیوست ث (الزامی) روش‌اجرایی اعتبارسنجی مکان آزمون فضای باز برای گستره‌ی بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز ۱۱۰
پیوست ج (اطلاعاتی) مبنای معیار مقبولیت مکان آزمون ۴ دسیبل ۱۲۰
کتابنامه ۱۲۰

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

ویژگی دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی و مصونیت – قسمت ۱-۴: دستگاه‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی ومصونیت- آنتن‌ها و مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری اختلال تابشی

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
راشد محصل، جلیل (دکتری مخابرات)	عضو هیات علمی دانشگاه تهران
دبیر:	
صمدیان، علی (لیسانس الکترونیک)	معاون فناوری اطلاعات مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
ارقند، ایرج (فوق لیسانس مخابرات)	سرپرست آزمایشگاه سازگاری الکترومغناطیسی مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک
جمشیدی، سامان (لیسانس الکترونیک)	کارشناس ایمنی و سازگاری الکترومغناطیسی شرکت صنایع برق ایپل
خسروی، رامین (فوق لیسانس مخابرات)	هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی
زندباف، عباس (لیسانس مخابرات)	کارشناس شرکت ارتباطات زیرساخت
عروجی، سیدمهدی (فوق‌لیسانس مدیریت فناوری اطلاعات)	کارشناس تدوین استاندارد سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی
فلاحی، رجب (فوق لیسانس مخابرات)	عضو هیات علمی موسسه تحقیقات ارتباطات و فناوری اطلاعات
نادری، مجید (دکترای مهندسی برق - الکترونیک)	عضو هیات علمی دانشگاه علم و صنعت

پیش گفتار

استاندارد «ویژگی دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی و مصونیت – قسمت ۱-۴: دستگاه‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی ومصونیت- آنتن‌ها و مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری اختلال تابشی» که پیش‌نویس آن درکمیسیون‌های مربوط توسط مرکز تحقیقات صنایع انفورماتیک تهیه و تدوین شده و در صد و شصت و سومین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد مخابرات مورخ ۹۳/۰۳/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ 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 مآخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

CISPR 16-1-4:2010 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements

ویژگی دستگاه‌ها و روش‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی و مصونیت – قسمت ۱-۴: دستگاه‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی ومصونیت- آنتن‌ها و مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری اختلال تابشی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ملی تعیین مشخصات فنی و عملکرد تجهیزات برای اندازه‌گیری اختلالات تابشی در گستره بسامدی ۹ کیلو هرتز تا ۸ گیگا هرتز است. همچنین مشخصات فنی آنتن‌ها و مکان‌های آزمون را شامل می‌شود.

یادآوری – بر اساس استانداردهای IEC Guide 107، این استاندارد CISPR 16-1-4 از متون منتشره‌ی پایه‌ای EMC[1] برای استفاده در کمیته‌های محصول IEC است. همان گونه که در Guide 107 گفته شده، کمیته‌های محصول مسئول مشخص کردن کاربردپذیری استانداردهای EMC هستند. کارگروه بین‌المللی ویژه اختلالات رادیویی (CISPR) و کارگروه‌های فرعی آن آماده همکاری با کارگروه‌های محصول در ارزیابی مقدار آزمون‌های خاص EMC برای محصولات به خصوص هستند.

الزامات این استاندارد در تمام بسامدها و برای تمام سطوح اختلالات تابشی کاربرد دارد که در CISPR[2] نشان دهنده گستره تجهیزات اندازه‌گیری است.

قسمت ۲-۳ شامل روش‌های اندازه‌گیری است و اطلاعات بیش‌تر در مورد اختلال رادیویی در قسمت ۳ از CISPR 16 ارائه شده است. عدم قطعیت‌ها، آمارها و مدل‌سازی محدود در قسمت ۴ از CISPR 16 پوشش داده شده است.

۲ مراجع الزامی

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 CISPR 16-1-1, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus

2-2 CISPR 16-1-5:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz

---

1- Electromagnetic compatibility

2- Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques

2-3 CISPR 16-2-3, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements
2-4 CISPR/TR 16-3:2003, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports
Amendment 1(2005)
Amendment 2(2006)
2-5 CISPR 16-4-2, Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements
2-6 IEC 60050-161, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility
2-7 IEC 61000-4-20, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguideS

۳ اصطلاحات و تعاریف و کوته‌نوشت‌ها

در این استاندارد علاوه بر تعاریف، اصطلاحات و کوته‌نوشت‌ها مندرج در CISPR 16-1-1، CISPR 16-1-5 و IEC 60050-161، تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود:

۳-۱ اصطلاحات و تعاریف

۳-۱-۱
آنتن

آن قسمت از سامانه فرستنده یا گیرنده که برای تابش (ارسال) یا دریافت امواج الکترومغناطیس در مسیر مشخصی طراحی شده است.

یادآوری ۱- در متن این استاندارد، بالون قسمتی از آنتن است.[۱]

یادآوری ۲- این اصطلاح، افزاره‌های زیادی همچون آنتن سیمی، دو قطبی تشدیدی در فضای آزاد، آنتن ترکیبی و آنتن شیپوری[۲] را پوشش می‌دهد.

۳-۱-۲
بالون

شبکه الکتریکی غیر فعال برای تبدیل از خط انتقال متوازن به خط انتقال نامتوازن یا برعکس

۳-۱-۳
مکان آزمون واسنجی (CALTS)[۳]

---

[۱]- به بند ۳-۱-۲ مراجعه شود

2 -horn antenna
3- Calibration test site

مکان آزمون فضای آزاد دارای صفحه زمین فلزی و عملکرد تضعیف مکان کاملا مشخص در قطبش‌های افقی و عمودی میدان الکتریکی

یادآوری ۱- مکان آزمون واسنجی برای تعیین ضریب آنتن[1] در فضای آزاد آنتن استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- اندازه‌گیری‌های تضعیف مکان یک مکان آزمون واسنجی برای مقایسه مربوط به اندازه‌گیری تضعیف یک مکان آزمون منطبق، جهت ارزیابی عملکرد پذیرش مکان آزمون است.

۴-۱-۳

افزاره جذب حالت مشترک (CMAD)[2]

افزاره‌ای که ممکن است در اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی برای کاهش عدم قطعیت انطباق، روی کابل‌های خروجی از محیط تحت آزمون بکار رود.

۵-۱-۳

مکان آزمون انطباق (COMTS)[3]

محیطی که تضمین کننده صحت و تکرارپذیری نتایج آزمون اندازه‌گیری شدت میدان اختلالی ناشی از تجهیزات تحت آزمون برای مقایسه با یک حد انطباق است.

۶-۱-۳

پاسخ قطبش متقاطع

اندازه‌گیری میزان حذف توسط آنتن میدان با قطبش متقاطع وقتی که آنتنی تحت میدان الکترومغناطیسی با قطبش خطی و با دامنه و فاز یکنواخت در دهانه آن، آنتن تحت آزمون چرخانده می‌شود.

۷-۱-۳

اتاق کاملاً بی پژواک FAR[4]

محفظه پوشیده شده که سطوح داخلی آن با مواد جاذب انرژی بسامد رادیویی (یعنی جاذب RF) پوشانده شده که انرژی الکترومغناطیسی را در گستره بسامدی مورد نظر جذب می‌کند.

۸-۱-۳

دو قطبی تشدید کننده در فضای آزاد

آنتن سیمی متشکل از دو هادی خطی مستقیم با طول مساوی که بصورت سر به سر قرار گرفته‌اند و بین‌شان فاصله هوایی کوچکی وجود دارد. طول هر هادی تقریبا یک چهارم طول موج است به طوری که در بسامدخاص، امپدانس ورودی اندازه‌گیری شده در فاصله هوایی وقتی که دو قطبی آن در فضای آزاد قرار داده شده، کاملا واقعی است.

1- Antenna factor
2- Common mode absorption device
3- Compliance test site
5- fully-anechoic room

یادآوری ۱- در متن این استاندارد، این آنتن سیمی که به بالون متصل شده «آنتن آزمون» نیز نامیده می‌شود.

یادآوری ۲- همچنین به این آنتن سیمی «دو قطبی تنظیم شده» نیز می‌گویند.

۳-۱-۹

آنتن ترکیبی

آنتن متداول با آرایه سیمی دو قطبی لگاریتمی متناوب (LPDA) [1] که جهت ایجاد یک دوقطبی پهن باند، میله آن را در انتهایی که مدار باز قرار دارد، می‌کشند (برای مثال، دو مخروطی یا شبیه پاپیونی) به طوری که بالون (میله) LPDA به صورت نامحدود، مانند منبع ولتاژ برای دوقطبی پهن باند عمل می‌کند.

به منظور به کمینه‌کردن جریان‌های بسامد رادیویی مزاحم (ناخواسته) بر روی هادی بیرونی کابل هم‌محور از جاری شدن به داخل گیرنده نوعا از یک دریچه (چوک) حالت مشترک استفاده می‌شود.

۳-۱-۱۰

تلفات جاگذاری

تلفات ناشی از الحاق افزاره‌ای به درون خط انتقال که با نسبت ولتاژها قبل و بعد از نقطه الحاق افزاره‌ی تحت آزمون، قبل و بعد از الحاق بیان می‌شود.

این نسبت برابر با عکس پارامتر پراکندگی خط انتقال است، $|1/S_{21}|$.

۳-۱-۱۱

آنتن با عدم قطعیت کم

آنتن قوی دو مخروطی یا LPDA که الزامات عملکرد متعادل و قطبش تقاطعی این استاندارد را برآورده می‌سازد و ضریب آنتن آن دارای عدم قطعیتی کم‌تر از $\pm 0{,}5$ dB است و برای اندازه‌گیری قدرت میدان الکتریکی در نقطه مشخصی در فضا استفاده می‌شود.

یادآوری - در زیربند الف-۲-۳ توضیحات بیش‌تری داده شده است.

۳-۱-۱۲

مکان آزمون با فضای شبیه آزاد

امکاناتی برای اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی یا واسنجی آنتن که شرایط فضای آزاد را ایجاد می‌کند.

بازتاب‌های ناخواسته از محیط اطراف در کمینه نگه داشته می‌شوند تا معیار قبولی مکان آزمون مربوط به روش‌اجرایی مورد نظر برای اندازه‌گیری گسیل تابشی یا واسنجی آنتن را برآورد کنند.

۳-۱-۱۳

ضریب بازتاب

نسبت یک کمیت مشترک به هر دو موج‌های بازتابیده و تابیده شده

1 - Log-periodic dipole array

از این رو، ضریب بازتاب ولتاژ به صورت نسبت ولتاژ مختلط موج بازتاب شده به ولتاژ مختلط موج وارد شده تعریف می‌شود. ضریب بازتاب ولتاژ برابر با پارامتر پراکندگی است S_{11}.

۱۴-۱-۳

پارامترهای پراکندگی (پارامترهایS)

مجموعه‌ای از چهار پارامتر که برای تشریح خصوصیات شبکه دو درگاهی قرار داده شده در خط انتقال استفاده می‌شوند.

۱۵-۱-۳

اتاقک بی پژواک SAC[1]

محفظه‌ای با پوشش محافظ که پنج وجه از شش وجه داخلی آن با مواد جاذب انرژی بسامد رادیویی (به عبارت دیگر جاذب RF) پوشانده شده که انرژی الکترومغناطیسی را در گستره بسامد مورد نظر جذب می‌نماید و سطح افقی انتهای آن برای استفاده با چیدمان‌های آزمون OATS [2]به صورت سطح هادی زمین است.

۱۶-۱-۳

روش آزمون واسنجی سراسری کوتاه- باز- بار-SOLT [3]

روش واسنجی مستقیم- باز- اتصال کوتاه - همسان TOSM [4]

روش واسنجی برای تحلیل‌گربرداری شبکه که از سه امپدانس استاندارد مشخص اتصال کوتاه، باز و بار یا همسان و استاندارد انتقال ساده استفاده می‌کند.

روش SOLT به طور گسترده‌ای به کار گرفته می‌شود و ابزارهای واسنجی لازم با ویژگی امپدانسی ۵۰ اهمی به طور معمول در دسترس هستند. یک مدل خطا دو درگاهی کامل، برای هر یک از جهت‌ها مستقیم و معکوس، شامل شش مورد خطا می‌شود که در مجموع دوازده مورد خطا جداگانه دارد و برای انجام واسنجی نیاز به دوازده اندازه‌گیری مرجع است.

۱۷-۱-۳

تضعیف مکان

کمینه تلفات جایگذاری اندازه گیری شده بین دو آنتن با قطبش‌های یکسان که در یک مکان آزمون قرار دارند و در زمانی که یک آنتن به طور عمودی در یک گستره ارتفاع معین حرکت داده می‌شود و آنتن دیگر در ارتفاع ثابت تنظیم شده است.

1- semi-anechoic chamber
2- Open Area Test Site
3- short-open-load-through calibration method
4- through-open-short-match calibration method

۳-۱-۱۸

تلفات در مکان

تلفات بین یک جفت آنتن که در یک مکان آزمون در موقعیت‌های معین قرار داده شده در حالتی که اتصال مستقیم الکتریکی بین خروجی مولد و ورودی گیرنده، توسط آنتن‌های فرستنده و گیرنده‌ای که در موقعیت‌های معین قرار داده شده‌اند، جایگزین شده است.

۳-۱-۱۹

حجم آزمون

حجمی از اتاق کاملا بی پژواکی (FAR) که تجهیز تحت آزمون (EUT)[1] در آن قرار داده شده است.

یادآوری – در این حجم، شرایط فضای شبه آزاد برآورده می‌شود و این حجم معمولا ۰٫۵ متر یا بیش‌تر از مواد جاذب اتاق کاملاً بی پژواک فاصله دارد.

۳-۱-۲۰

واسنجی سراسری – انعکاسی- خط (TRL)[2]

روش واسنجی برای تحلیل‌گربرداری شبکه که برای واسنجی داخلی یا خارجی آن، از سه استاندارد مشخص امپدانس «سراسری»، «انعکاسی» و «خط» استفاده می‌کند. برای این واسنجی، چهار اندازه‌گیری مرجع لازم است.

۳-۱-۲۱

تحلیل‌گربرداری شبکه(VNA) [3]

تحلیل‌گرشبکه ای که قادر به اندازه‌گیری مقادیر مختلط چهار پارامتر S یعنی S_{11}، S_{12}، S_{21} وS_{22} است.

۳-۲ کوته نوشت ها

تجهیزات تحت آزمون	Equipment under test	EUT
مکان آزمون فضای آزاد در محوطه باز	Free-space OATS	FSOATS
سامانه آنتن حلقه‌ای	Loop antenna system	LAS
آنتن با حلقه بزرگ	Large-loop antenna	LLA
آرایه دو قطبی تناوبی لگاریتمی	Log-periodic dipole array	LPDA
تضعیف به هنجار شده مکان	Normalised site Attenuation	NSA
مکان آزمون در محوطه باز	Open-area test site	OATS

1- Equipment under test
2- Through-Reflect-Line (TRL) calibration
3 - Vector network analyzer

SA	Site attenuation	تضعیف مکان
SAC	Semi-anechoic chamber	اتاقک کم پژواک
S_{VSWR}	Site voltage standing wave ratio	نسبت موج ساکن ولتاژ مکان
VSWR	Voltage standing wave ratio	نسبت موج ساکن ولتاژ

۴ آنتن‌های اندازه‌گیری اختلال رادیویی تابشی

۴-۱ کلیات

آنتن‌هایی از آن نوع که برای اندازه‌گیری گسیل تابشی به کار می‌روند و واسنجی شده‌اند، باید برای اندازه‌گیری شدت میدان، با احتساب الگوهای تابشی آنها و تزویج متقابل با محیط اطرافشان، استفاده شوند. آنتن و مدارهایی که بین آن و گیرنده اندازه‌گیری کننده جا داده شده اند نباید به گونه‌ای محسوس بر ویژگی‌های کلی گیرنده اندازه‌گیری کننده، اثر گذارند. زمانی که آنتن به گیرنده اندازه‌گیری کننده متصل شده است، سامانه اندازه‌گیری باید با الزامات پهنای باند CISPR 16-1-1 متناسب با باند بسامدی مورد نظر مطابقت کند.

آنتن باید دارای قطبش خطی باشد. آنتن باید قابل تغییر جهت بوده و بنابراین تمام قطبش‌های میدان تابشی می‌تواند اندازه‌گیری شود. ارتفاع مرکز آنتن بالای زمین یا بالای جاذب در یک FAR مطابق روش‌اجرایی آزمون خاص تنظیم پذیر است.

دقت اندازه‌گیری شدت میدان، یک میدان یکنواخت با سیگنال موج سینوسی، وقتی که یک آنتن که الزامات این زیربند را برآورده می‌سازد همراه با گیرنده اندازه‌گیری کننده‌ای که الزامات CISPR 16-1-1 را برآورده می‌کند استفاده می‌شود، باید بهتر از ۳± دسیبل باشد.

یادآوری – این الزامات شامل اثر ناشی از مکان آزمون نمی‌شود.

برای اطلاعات بیش‌تر راجع به پارامترهای آنتن‌های پهن باند، به پیوست الف مراجعه شود.

۴-۲ پارامتر فیزیکی برای اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی

پارامتر فیزیکی که برای اندازه‌گیری‌های تشعشعات تابشی نسبت به یک حد گسیل انجام و بر حسب ولت بر متر بیان می‌شوند، میدان الکتریکی اندازه‌گیری شده در نقطه مشخصی در فضا، نسبت به موقعیت (EUT) است. به طور مشخص‌تر، برای اندازه‌گیری‌های در گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز بر روی یک (OATS) یا در یک (SAC)، اندازه‌گیری عبارت است از بیشینه شدت میدان به عنوان تابعی از قطبش افقی و عمودی در ارتفاع‌های بین یک متر و ۴ متر و در فاصله افقی ۱۰ متر تا EUT در حالی که EUT در تمام زوایای صفحه سمتی[1] چرخانده می‌شود.

1- Azimuth plane

۴-۳ گستره بسامدی ۹ کیلو هرتز تا ۱۵۰ کیلو هرتز

۴-۳-۱ کلیات

تجربه نشان داده است که در این گستره‌ی بسامدی، عامل اصلی نمونه‌های مشاهده شده اختلال، مولفه میدان مغناطیسی است.

۴-۳-۲ آنتن مغناطیسی

برای اندازه‌گیری مولفه مغناطیسی تابش، ممکن است از یک آنتن حلقوی که به طور الکتریکی مسطح شده استفاده کرد و دارای ابعادی است که آنتن را بتوان کاملاً در مربعی با اضلاع ۶۰ سانتیمتر جا داد، استفاده کرد و یا این که یک آنتن با میله فریتی مناسب را به کار گرفت.

واحد شدت میدان مغناطیسی μA/m است. در واحدهای لگاریتمی، H در واحد dB(μA/m) یا ۲۰ برابر لگاریتم سطح شدت میدان مغناطیسی اندازه‌گیری‌شده است. حد گسیل مرتبط با آن باید با همان واحدها بیان شود.

یادآوری – اندازه‌گیری‌های مستقیم شدت مولفه مغناطیسی ممکن است در واحد dB(μA/m) یا μA/m از یک میدان تابشی تحت تمام شرایط، یعنی هم در میدان نزدیک و هم در میدان دور، صورت گیرد. با این وجود، بسیاری از گیرنده های اندازه‌گیری کننده شدت میدان، از نظر شدت میدان الکتریکی موج صفحه‌ای معادل، در واحد dB(μV/m) واسنجی می‌شوند، بدین معنی که فرض می‌شود نسبت مولفه های E وH، ۱۲۰ π Ω یا ۳۷۷ Ω است. محاسبات برای H به شرح ذیل است:

$$H = \frac{E}{377\Omega}$$

که در آن H معمولا در واحد $\mu A/m$ و E در واحد $\mu V/m$ است.

برای اندازه‌گیری‌ها بر حسب dB:

$$H = E - 51{,}5$$

که در آن H در واحد dB(μA/m) و E در واحد dB(μV/m) است.

امپدانس به کار گرفته شده در تبدیلات بالا، $Z = 377\Omega$ با $20 \log Z = 51{,}5 dB\ (\Omega)$ مقدار ثابتی است که از واسنجی تجهیزات اندازه‌گیری شدت میدان ناشی می‌شود و میدان مغناطیسی را در واحد μV/m [یا dB(μV/m)] نشان می‌دهد.

۴-۳-۳ حفاظ دار کردن آنتن حلقوی

پوشش ناکافی آنتن حلقوی می‌تواند منجر به تأثیرگذاری میدان الکتریکی شود. میزان تمیز دادن میدان الکتریکی توسط آنتن را باید با چرخاندن آنتن در میدان یکنواخت سنجید، آن هم به گونه‌ای که صفحه حلقه، موازی با بردار میدان الکتریکی بماند. زمانی که صفحه آنتن حلقوی عمود بر شار مغناطیسی است و سپس آنتن به گونه‌ای چرخانده می‌شود که صفحه‌اش موازی شار مغناطیسی باشد، پاسخ اندازه‌گیری‌شده باید کمینه ۲۰ دسیبل کاهش یابد.

۴-۴ گستره بسامدی ۱۵۰ KHz تا ۳۰ MHz

۴-۴-۱ آنتن الکتریکی

برای اندازه‌گیری مولفه الکتریکی تابش، ممکن است آنتن متوازن یا آنتن غیر متوازن به کار گرفته شود. چنانچه یک آنتن غیر متوازن به کار رفته باشد، اندازه‌گیری تنها مربوط به اثر میدان الکتریکی بر روی یک آنتن تک قطبی (میله‌ای) خواهد بود. نوع آنتن استفاده شده باید با نتایج اندازه‌گیری‌ها اظهار شود.

اطلاعات مربوط به محاسبه مشخصه‌های عملکردی آنتن تک قطبی (میله‌ای) و مشخصه شبکه تطبیق آن در پیوست ب شرح داده شده است. در پیوست ب بیان شده که ضریب آنتن به دست آمده از روش جایگزینی خازن (ظرفیت) معادل (ECSM)[1]، برای طول‌های تک قطبی بیش‌تر از یک هشتم یک طول موج، عدم قطعیت بزرگ‌تری دارند.

واحد شدت میدان الکتریکی باید μV/m باشد. در واحدهای لگاریتمی، E باید در واحد dB(μV/m) یا ۲۰ برابر لگاریتم سطح شدت میدان اندازه‌گیری‌شده، بیان شود. حد گسیل مرتبط با آن باید با همان واحدها بیان شود.

۴-۴-۲ آنتن مغناطیسی

برای اندازه‌گیری مولفه مغناطیسی تابشی، همان طور که در زیربند ۴-۳-۲ شرح داده شده است، باید یک آنتن حلقوی تخت شده الکتریکی استفاده شود.

یادآوری- آنتن‌های حلقوی متعادل الکتریکی تنظیم شده ممکن است جهت اندازه‌گیری‌های شدت میدان مغناطیسی در گستره بسامدی ۱٫۶ تا ۳۰ مگاهرتز با کمترین مقدار ۵۱٫۵- دسیبل (μA/m) با استفاده از آشکارساز شبه بیشینه QP [2] استفاده شود. مقادیر کمتر زمانی که نوفه (نویز)[3] حدوداً ۲۵ دسیبل بالاتر است با آنتن‌های حلقه‌ای صفحه‌ای الکتریکی تنظیم نشده اندازه‌گیری می‌شود.

۴-۴-۳ عملکرد متوازن/ قطبش متقاطع آنتن‌ها

چنانچه از آنتن متوازن میدان الکتریکی استفاده می‌شود، باید با الزامات زیربند ۴-۵-۴ انطباق داشته باشد. اگر آنتن متوازن میدان مغناطیسی به کار می رود، باید با الزامات زیربند ۴-۳-۳ منطبق باشد.

۴-۵ گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز

۴-۵-۱ کلیات

در این گستره بسامدی، اندازه‌گیری‌ها از میدان الکتریکی هستند و لذا آنتن‌های میدان مغناطیسی لحاظ نشده‌اند. آنتن مورد نظر باید آنتن دو قطبی مانند باشد که برای اندازه‌گیری میدان الکتریکی طراحی شده باشد و باید از ضریب آنتن فضای آزاد استفاده شود. انواع این آنتن‌ها شامل نمونه های زیر هستند:

الف- آنتن‌های دو قطبی تنظیم شده که زوج عنصر آن‌ها میله‌های مستقیم و یا مخروطی شکل هستند.

1- Equivalent Capacitance Substitution Method

2 -Quasi Peak

3- Noise

ب- آرایه‌های دو قطبی همچون آنتن‌های آرایه دو قطبی تناوبی لگاریتمی (**LPDA**)[1] که شامل مجموعه‌ای از گروه‌های ردیف شده از عنصر میله‌ای مستقیم هستند.

پ) آنتن‌های ترکیبی

۴-۵-۲ آنتن با عدم قطعیت پایین برای استفاده در صورتی که یک به اصطلاح عدم انطباق با حد میدان الکتریکی وجود داشته باشد.

برای اندازه‌گیری عدم قطعیت پایین‌تر، مقدار میدان الکتریکی اندازه‌گیری شده توسط آنتن دو مخروطی معمولی یا آنتن (LPDA) ترجیح داده می‌شود، به خصوص در مقایسه با آنتن‌های ترکیبی. در پیوست الف، آنتن‌های دو مخروطی معمولی و آنتن‌های آرایه دو قطبی تناوبی لگاریتمی (LPDA) نوعی در پیوست الف تعریف شده‌اند و فقط آنتن‌های واسنجی شده باید استفاده شوند.

یادآوری ۱- عدم قطعیت‌های بهبود یافته با به کارگیری آنتن دو مخروطی در گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۲۵۰ مگاهرتز و آنتن LPDA در گستره بسامدی ۲۵۰ مگاهرتز تا ۱ گیگا هرتز به دست آمده است. به صورت جانشین، یک بسامد تغییر حالت ۲۰۰ مگاهرتز را می‌توان به کار برد ولی عدم قطعیت های ناشی از تغییرات مرکز فاز LPDA بیش‌تر خواهند بود و باید در بودجه بندی عدم قطعیت اندازه‌گیری گسیل‌های تابشی که گزارش شده است گنجانده شود.

یادآوری ۲- عدم قطعیت اندازه‌گیری گسیل‌های تابشی از یک EUT بستگی به عوامل اثر گذار مختلفی همچون کیفیت مکان، عدم قطعیت ضریب آنتن، نوع آنتن و خصوصیات گیرنده اندازه‌گیری دارد. دلیل تعیین آنتن‌های با عدم قطعیت پایین، محدود کردن تاثیرات آنتن دیگر بر روی عدم قطعیت اندازه‌گیری، نظیر اثر تزویج متقابل با یک صفحه زمین، الگوی تابشی نسبت به پویش ارتفاع و موقعیت مرکز فاز متغیر است. تصدیق نتایج این تاثیرات، عبارت است از مقایسه قرائت‌ها از دو آنتن در بسامد تغییر وضع انتخابی که باید مقدار مشابه ای از میدان الکتریکی را در محدوده ۱ dB ± ارائه دهد.

۴-۵-۳ مشخصات آنتن

با فرض این که در بسامدهای گستره ۳۰۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز، حساسیت آنتن دو قطبی ساده پایین است، ممکن است از آنتن پیچیده‌تری استفاده شود. چنین آنتنی باید مشخصات زیر را داشته باشد:

الف- آنتن باید دارای قطبش خطی باشد که باید آن را با اعمال روش‌اجرایی آزمون قطبش متقاطع مندرج در زیر بند ۴-۵-۵ ارزیابی کرد.

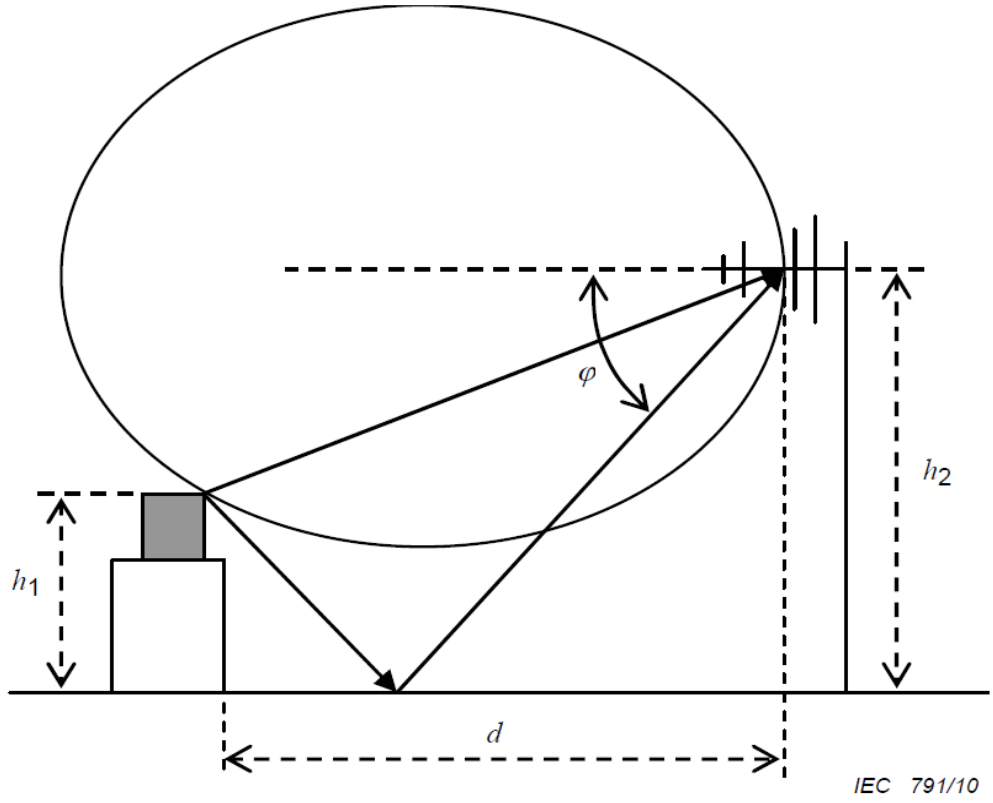
ب- آنتن‌های دوقطبی متوازن، نظیر آنتن‌های دوقطبی تنظیم شده و آنتن‌های دومخروطی، باید دارای عملکرد بالون تایید شده باشند که باید با اعمال روش‌اجرایی آزمون توازن مندرج در زیربند ۴-۵-۴ ارزیابی شود. این موضوع به آنتن‌های ترکیبی زیر ۲۰۰ مگاهرتز نیز اعمال می‌شود.

پ- یک مکان آزمون با صفحه زمین رسانا در نظر گرفته می‌شود. اگر یکی یا هر دو سیگنال مستقیم و انعکاسی از سطح زمین از EUT به سمت آنتن در قله گلبرگ اصلی الگوی تابشی آنتن وارد نشود، دامنه سیگنال دریافت شده کاهش خواهد یافت. معمولا قله در جهت محور آنتن قرار دارد. این کاهش در دامنه به عنوان خطایی در گسیل تابشی در نظر گرفته می‌شود و رواداری تغییرات عدم قطعیت متعاقب آن، بستگی به پهنای پرتو 2φ دارد، (به شکل ۱ مراجعه شود).

1- Log-periodic dipole array

شرایطی که تضمین می‌کند این خطا بزرگ‌تر از مثبت یک دسیبل نباشد در زیر در بند ۱ برای یک مکان ۱۰ متری و در بند ۲ زیر برای یک مکان ۳ متری ارائه شده است. به عنوان گزینه دیگر وضعیتی براساس بهره آنتن در بند ۳ به منظور گذر از شرایط الگوی تابشی دشوار ارائه شده است.

اندازه‌گیری‌های گسیل با آنتنی که دارای قطبش افقی و عمودی است، انجام می‌شود. در صورتی که این روش برای اندازه‌گیری الگوهای تابشی فقط در یک صفحه انتخاب شود، باید الگوهای باریک‌تر استفاده شوند، بدین ترتیب که در حالی که آنتن برای قطبش افقی قرار گرفته است، الگوی آنتن در صفحه افقی باید تعیین شود.



یادآوری – کمیت ها در معادله (۴) تعریف شده‌اند.

شکل ۱– شمای تشعشع از EUT که به طور مستقیم و از طریق انعکاس از سطح زمین بر روی یک مکان ۳ متری به یک آنتن LPDA می‌رسد و نصف پهنای پرتو، φ، در اشعه منعکس شده را نشان می‌دهد.

۱- برای یک مکان آزمون در (OATS) یا (SAC) ده متری، پاسخ آنتن در جهت پرتو مستقیم، وقتی که تنظیم آنتن به گونه‌ای است که راستای محور آن موازی صفحه زمین است، به اندازه ناچیزی با دامنه در جهت محور اختلاف دارد. اگر پاسخ آنتن در جهت پرتو منعکس شده، بیشتر از ۲ دسیبل از پاسخ محور آنتن کمتر نباشد، می‌توان مولفه جهت دهندگی عدم قطعیت در اندازه‌گیری گسیل را در کم‌تر از ۱+ دسیبل حفظ کرد. برای اطمینان از این موقعیت، پهنای پرتو عمودی کل 2φ آنتن اندازه‌گیری، که در آن بهره آنتن در کم‌تر از ۲ دسیبل بیشینه آن است، باید به گونه ای باشد که:

$$\varphi > \tan^{-1}(h_1+h_2)/d \qquad (۳)$$

۲- برای مکان‌هایی با کم‌تر از ۱۰ متر فاصله، معمولا ۳ متر، پهنای پرتو عمودی کل 2φ آنتن اندازه‌گیری که در آن بهره آنتن در کمتر از ۱ دسیبل بیشینه آن است، باید به گونه‌ای باشد که:

$$2\varphi > [\tan^{-1}(h_1+h_2)/d] - [\tan^{-1}(h_1-h_2)/d] \qquad (۴)$$

که در آن

h_1 ارتفاع تجهیز تحت آزمون است

h_2 ارتفاع آنتن اندازه‌گیری است

d فاصله افقی بین مرکز فاز آنتن اندازه‌گیری و افزاره تحت آزمون است.

اگر خمیدگی به سمت پایین آنتن که موجب کم شدن عدم قطعیت های مربوطه خواهد شد به کار گرفته نشود، کاهش در سیگنال دریافتی باید از الگوهای تابشی محاسبه شود و به عنوان اصلاحات یا به عنوان عدم قطعیت های جهت دهندگی به کار رود. نمونه بودجه‌بندی عدم قطعیت در استاندارد CISPR 16-4-2 ارائه شده است.

یادآوری ۱- با فرض این که الگوی تابشی میدان الکتریکی روی محور آنتن[1](= قله گلبرگ اصلی) به واحد هنجارسازی شده است، میدان الکتریکی را در زاویه های انحراف از آنتن برای پرتو های مستقیم E_D و انعکاسی E_R بخوانید. برای هر یک از پرتو های مستقیم و منعکس شده، خطا نسبت به یک میدان الکتریکی با اندازه واحد، بر حسب دسیبل توسط اتصال دهنده زیر داده شده است:

$$20LOG\ [2/(E_D+E_R)]$$

یادآوری ۲- کاهش در شدت سیگنال ناشی از جهت دهندگی کاهش داده شده در زاویه‌های خارج از محور آنتن، خطای سامانه‌ای است و لذا می‌توان آن را اصلاح کرد. در صورتی که اصلاحی اعمال شود، با آگاهی از الگوهای تابشی در هر بسامد و قطبش، عدم قطعیت در شدت سیگنال گسیل شده را می‌توان به همان ترتیب کاهش داد.

۳- برای آنتن‌های دارای پهنای پرتو[2] وسیع که برای آزمون گسیل تابشی استفاده می‌شوند، مثل آنتن دومخروطی، آنتن‌های آرایه دو قطبی تناوبی لگاریتمی (LPDA) و آنتن‌های ترکیبی، پهنای اشعه به طور عکس با جهت دهندگی آنتن ارتباط دارد. گزینه‌ای دیگر برای معیار مبتنی بر پهنای پرتوهای مندرج در بندهای ۱ و ۲ عبارت است از تعیین بیشینه بهره آنتن و مراجعه به رواداری‌های عدم قطعیت عمومی برای جزء جهت‌دهندگی در بودجه‌بندی عدم قطعیت برای یک آزمون گسیل. در استاندارد CISPR 16-4-2 عدم قطعیت‌های عمومی بر پایه باریکترین پهنای پرتو در گستره بسامدی مورد استفاده برای یک آنتن مفروض، ارائه شده است. بیشینه بهره آنتن همسانگرد برای آنتن‌های دومخروطی باید ۲dB باشد و برای (LPDA) و آنتن‌های ترکیبی باید ۸ دسیبل باشد. برای آنتن‌های LPDA نوع V که پهنای پرتو صفحه H آن با پهنای اشعه صفحه E مساوی است، بیشینه بهره همسانگرد مجاز باید ۹dB باشد.

یادآوری ۳- عدم قطعیت های جهت دهندگی ارائه شده در CISPR 16-4-2 را می‌توان برای یک فاصله ۱۰ متری جداگانه به کار برد لیکن برای فاصله۳ متری، نیاز به عدم قطعیت های اصلاح شده است.

1- boresight
2- Beamwidth

ت- افت برگشتی آنتن با خط تغذیه آنتن متصل شده نباید کمتر ۱۰ دسیبل باشد. اگر لازم باشد که این الزام برآورده شود، ممکن است یک تضعیف کننده تطبیق یافته، قسمتی از کابل تغذیه آنتن‌ها باشد.
ث- برای این که محقق کردن الزامات زیربند ۴-۱ امکان پذیر شود، یک ضریب واسنجی باید ارائه شود.

۴-۵-۴ توازن آنتن

۴-۵-۴-۱ کلیات

در اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی ممکن است بر روی کابل متصل به آنتن گیرنده (کابل آنتن)، جریان‌های حالت مشترک (CM) وجود داشته باشند. این جریان‌های CM به نوبه خود میدان‌های الکترومغناطیسی ایجاد می‌کنند که احتمال دارد توسط آنتن گیرنده گرفته شوند. در نتیجه، ممکن است بر نتایج اندازه‌گیری تشعشع تابشی اثر بگذارد.
سهم عمده در جریان‌های CM کابل آنتن، ناشی است از:
الف- میدان الکتریکی به وجود آمده توسط EUT، در صورتی که آن میدان دارای مولفه‌ای موازی با کابل آنتن باشد.
ب- تبدیل سیگنال آنتن حالت تفاضلی (DM)[1] (سیگنال مطلوب) به یک سیگنال حالت رایج CM[2] در اثر نقص بالون آنتن دریافت‌کننده.
به طور کلی، LPDA، تبدیلات DM / CM قابل ملاحظه‌ای را نشان نمی‌دهند و بررسی مشروح ذیل در مورد آنتن‌های دوقطبی، دوقیفی و آنتن‌های ترکیبی اعمال می‌شود.

۴-۵-۴-۲ وارسی تبدیل DM /CM بالون

روش زیر اندازه‌گیری دو ولتاژ U_1 و U_2 را در گستره بسامدی که قرار است آنتن گیرنده در آن به کار گرفته شود، شرح می‌دهد. نسبت بین این دو ولتاژ، که هر دو در واحدهای یکسان بیان شده باشند، به طور مثال dB(μV)، میزانی برای تبدیل DM/CM است.
الف) آنتن دریافت‌کننده تحت آزمون را به صورت قطبی شده عمودی تنظیم کنید در حالی که ارتفاع مرکزش از صفحه زمین ۱٫۵ متر باشد. یک کابل آنتن به طول ۱٫۵ ±۰٫۱ متر را در پشت عنصر فعال عقبی آنتن دریافت‌کننده در ارتفاع ۱٫۵ متر از صفحه زمین بکشید و سپس بگذارید تا به طور عمودی به صفحه زمین بیافتد.
ب- یک آنتن دوم (ارسال کننده) را که به طور عمودی قطبی شده را در فاصله افقی۱۰ متری از مرکز آنتن تحت آزمون قرار دهید. آنتن ارسال کننده باید به گونه ای قرار داده شود که انتهای بزرگ‌ترین عنصر فعال آن در ارتفاع ۰٫۱۰ متری بالای صفحه زمین باشد. چنانچه گستره مکانی که برای آزمون گسیل به کار می رود ۳ متر است، این وارسی را با فاصله ۳ متری انجام دهید (چنانچه از قبل وارسی تبدیل در فاصله ۱۰ متری انجام شده و اختلاف بین U_1 و U_2 را کم‌تر از ۰٫۵± دسیبل نشان داده است، لزومی ندارد که

1 - Differential Mode
2 - Common-Mode

اندازه‌گیری جداگانه دیگری را در فاصله ۳ متری انجام دهید). مشخصات آنتن ارسال کننده باید گستره بسامد آنتن تحت آزمون را شامل شود.

پ- آنتن ارسال کننده را به یک منبع سیگنال، به طور مثال مولد ردیابی متصل کنید و سطح آن مولد را به گونه‌ای تنظیم کنید که در گستره بسامد مطلوب، سیگنال به نوفه محیط در گیرنده، بیشتر از ۱۰ دسیبل باشد.

ت- ولتاژ U_1 را در گیرنده، در طی گستره بسامد مطلوب ثبت کنید.

ث- آنتن دریافت‌کننده را پشت و رو کنید (آنتن را ۱۸۰ درجه بچرخانید) بدون این که چیز دیگری در چیدمان، به خصوص کابل آنتن دریافت‌کننده، را تغییر دهید و بدون این که تنظیمات منبع سیگنال را عوض کنید.

ج- ولتاژ $U2$ را در گیرنده، در طی گستره بسامد ثبت کنید.

چ- اگر داشته باشیم $20Log\ (U1/\ U2) < ۱\ dB$ ، تبدیل DM/CM به اندازه کافی پایین است.

یادآوری ۱- چنانچه معیار تبدیل DM/CM محقق نشده است، احتمالاً حلقه های فریت دور کابل آنتن تبدیل DM/ CM را کاهش می‌دهند. به منظور درستی سنجی این که آیا سهم مورد الف) مندرج در زیربند ۴-۵-۴-۱ تاثیری غیر قابل چشم پوشی دارد، می‌توان از افزودن فریت روی کابل آنتن نیز استفاده کرد. آزمون را با ۴ حلقه فریت که حدوداً ۲۰ سانتی‌متر فاصله دارند تکرار کنید. در صورتی که با استفاده از این حلقه ها معیار محقق شد، بهتر است آنها در اندازه‌گیری واقعی گسیل ارائه شوند. همچنین، می‌توان با افزودن چند متر کابل به پشت آنتن پیش از این که به زمین انداخته شود، از بر هم کنش با کابل می‌تواند کاسته شود

یادآوری ۲- اگر آنتن دریافت‌کننده در یک (FAR) به کار گرفته شده است، ممکن است وارسی DM/CM را در آن اتاق انجام داد در حالی که آنتن دریافت‌کننده در موقعیت عادی خود و آنتن ارسال کننده در مرکز حجم آزمون آن اتاق باشد. اتاق بهتر است با معیار ±۴dB انطباق داشته باشد.

یادآوری ۳- مکان اندازه‌گیری که صفحه زمین جزیی از آن می باشد، یا اتاق کاملاً بی پژواک، بهتر است با الزامات مربوطه به آن از نظر تضعیف به هنجار مکان (NSA) [۱] مطابقت داشته باشند.

یادآوری ۴- فاصله افقی۱/۵ متری که کابل آنتن به طور افقی بر روی آن و در پشت مرکز آنتن کشیده شده، بهتر است در طی اندازه‌گیری‌های واقعی گسیل‌های تابشی قطبی شده عمودی، به عنوان یک کمینه حفظ شود.

یادآوری ۵- لازم نیست که چیدمان آزمونی به طور دقیق مشخص شود زیرا این اثر مشرف بر بر هم کنش آنتن و آن قسمت از کابل آنتن است که موازی عنصر آنتن قرار گرفته است. اثر خیلی کوچک‌تری نیز وجود دارد که وابسته است به یکنواختی میدان فرعی بر روی آنتن دریافت‌کننده در چیدمان‌های عادی EMC در یک مکان آزمون در (OATS) یا در یک (FAR).

یادآوری ۶- برای بالون‌هایی که اتصال‌دهنده کابل دریافت‌کننده آنها بر کنارشان نصب شده است (۹۰ درجه نسبت به پایه آنتن)، بهتر است یک اتصال‌دهنده راست گوشه استفاده شود تا از جا به جایی کابل بکاهد.

1- Normalized Site Attenuation

۴-۵-۵ پاسخ قطبش متقاطع آنتن

وقتی آنتن در میدان الکترومغناطیسی قطبی شده در صفحه قرار داده شده است، ولتاژ پایانه در زمانی که آنتن و میدان قطبش متقاطع دارند باید کمینه ۲۰ دسیبل کم‌تر از ولتاژ پایانه در موقعی که دارای قطبش یکسان هستند، باشد.

قصد بر این است که این آزمون برای آنتن‌های آرایه (LPDA) به کار رود که دو نیمه هر دوقطبی آن‌ها به صورت پلکانی قرار دارند. برای برقراری این الزام در مورد آنتن LPDA، یک روش آزمون ارائه شده است. بیش‌تر آزمون‌هایی که با چنین آنتن‌هایی انجام می‌شوند بالای ۲۰۰ مگاهرتز است، لیکن این الزام برای سراسر گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز اعمال می‌شود. این آزمون برای آنتن‌های دوقطبی همراستا (in-line) و مخروطی منظور نشده است زیرا که یک پس زدگی قطبش متقاطع بیشتر از ۲۰ دسیبل در ذات طراحی متقارن آنها وجود دارد. این چنین آنتن‌ها و آنتن‌های شیپوری باید یک پس زدگی قطبش متقاطع بیشتر از ۲۰ دسیبل داشته باشند و بهتر است یک آزمون نمونه توسط تولید کننده، این موضوع را تایید کند.

به منظور حصول شرایط فضای شبه آزاد، می‌توان از یک اتاقک بی پژواک با کیفیت بالا یا برج‌هایی با ارتفاع کافی از زمین در گستره بیرون از ساختمان، استفاده کرد. برای به کمینه رساندن بازتاب‌های زمین، آنتن‌ها را به صورت عمودی و قطبی شده تنظیم کنید. باید یک موج صفحه‌ای در آنتن تحت آزمون ایجاد شود. فاصله بین مرکز آنتن تحت آزمون و آنتن منبع باید بیش از یک طول موج باشد.

یادآوری – برای ایجاد موج صفحه‌ای در آنتن تحت آزمون، یک مکان با کیفیت خوب لازم است. میزان تمایز قطبش متقاطع حاصل شده توسط موج صفحه ای را می‌توان با ارسال بین یک جفت آنتن شیپوری یا بین یک جفت موج بر و وارسی این که ترکیب خطای مکان و عملکرد قطبش متقاطع ذاتی یک آنتن شیپوری، یک فرو نشانی از مولفه افقی بیش از ۳۰ دسیبل را موجب می‌شود، اثبات کرد. چنانچه خطاهای مکان خیلی کم باشند و اگر آنتن‌های شیپوری عملکرد مشابه ای دارند، عملکرد قطبش متقاطع یک آنتن شیپوری تقریباً ۶ دسیبل کم‌تر از ترکیب تزویج قطبش متقاطع جفت آنتن‌های شیپوری است.

سیگنال مزاحمی که ۲۰ دسیبل از سطح سیگنال مطلوب پایین تر باشد، خطای بیشینه‌ای ۰٫۹± دسیبل را بر روی سیگنال مطلوب به وجود می‌آورد. بیشینه خطا زمانی رخ می‌دهد که سیگنال قطبش متقاطع با سیگنال دارای قطبش مشترک در یک فاز باشند. چنانچه پاسخ قطبش متقاطع (LPDA) از ۲۰ دسیبل بدتر باشد، اپراتور (کاربر) باید عدم قطعیت را محاسبه و آن را به همراه نتیجه اعلام نماید. برای مثال، یک قطبش متقاطع با سطح ۱۴ دسیبل دلالت بر یک عدم قطعیت بیشینه مثبت ۱٫۶ دسیبل تا منفی ۱٫۹ دسیبل دارد. وقتی که عدم قطعیت استاندارد را محاسبه می‌کنید، عدد بزرگتر را اختیار کرده و فرض را بر یک توزیع U شکل بگذارید.

برای افزودن یک سیگنال صفر دسیبل به سیگنال دیگری با ۱۴- دسیبل، ابتدا با تقسیم بر ۲۰ و گرفتن آنتی لگاریتم، آن‌ها را به ولتاژهای نسبی تبدیل کنید. سپس سیگنال کوچک‌تر را به سیگنال واحد اضافه کنید. لگاریتم بگیرید و در ۲۰ ضرب کنید. نتیجه، خطای مثبت دسیبل است. عمل را تکرار کنید اما این بار سیگنال کوچکتر را از سیگنال واحد کم کنید تا خطای منفی دسی بل به دست آید.

به منظور محاسبه عدم قطعیت اندازه‌گیری گسیل تابشی، در صورتی که سطح سیگنال اندازه‌گیری‌شده در یک قطبش، از سیگنال اندازه‌گیری‌شده در قطبش متعامد ۶ دسیبل یا بیش‌تر باشد، در این صورت یک آنتن (LPDA) که تمایز قطبش متقاطع آن فقط ۱۴ دسیبل است فرض می‌شود که مشخصات ۲۰ دسیبل را برآورده کرده است. اگر تفاوت بین سطوح سیگنال قطبش افقی و قطبش عمودی کم‌تر از ۶ دسیبل باشد، عدم قطعیت اضافی باید در صورتی محاسبه شود که مجموع این تفاوت و قطبش متقاطع کمتر از ۲۰ دسیبل باشد.

۶-۴ گستره بسامد ۱ GHz تا ۱۸ GHz

اندازه‌گیری‌های تشعشعات تابشی در بسامد بیش از ۱گیگاهرتز باید با آنتن‌های واسنجی شده دارای قطبش خطی انجام شوند. نمونه این آنتن‌ها، (LPDA)، آنتن‌های شیپوری هادی دو لبه[1] و آنتن‌های شیپوری با بهره استاندارد هستند. «پرتو» یا گلبرگ اصلی الگوی هر آنتنی که استفاده می‌شود، باید به اندازه کافی بزرگ باشد که EUT را وقتی در فاصله اندازه‌گیری قرار داده شده در بر گیرد یا این که باید تمهیداتی برای «پویش» EUT به منظور تشخیص جهت یا منبع گسیل‌های تابشی آن به کار رود. پهنای گلبرگ اصلی را پهنای ۳ دسیبل پرتو آنتن تعریف کرده‌اند و توصیه می‌شود اطلاعاتی که تعیین این پارامتر را امکان پذیر می‌سازد، در مستندات آنتن ارائه شود. در مورد آنتن‌های شیپوری، شرایط زیر باید بر آورده شوند:

$d \geq D^2/2\lambda$

که در آن

d فاصله اندازه‌گیری است (m)؛

D بزرگ‌ترین بعد دهانه آنتن (m) است؛ و

λ طول موج فضای آزاد در بسامد اندازه‌گیری است (m).

۷-۴ آرایش‌های آنتن‌های خاص- سامانه آنتن حلقوی

در گستره بسامد ۹ kHz تا ۳۰ MHz، قابلیت ایجاد اختلال مولفه میدان مغناطیسی تابشی از یک EUT منفرد را می‌توان با استفاده از یک سامانه آنتن حلقوی (LAS) خاص مشخص کرد. در LAS ، این قابلیت برحسب جریان‌های القاشده توسط میدان مغناطیسی در آنتن‌های حلقوی LAS ، اندازه‌گیری می‌شود. سامانه آنتن حلقوی(LAS)[2]، جریان القا شده توسط مؤلفه میدان مغناطیسی یک EUT منفرد را اندازه‌گیری می‌کند. (LAS)، اندازه‌گیری‌های داخل ساختمان را ممکن می سازد.

(LAS)، متشکل از سه آنتن حلقوی بزرگ (LLA) دایره ای با قطر ۲ متر است که دو به دو بر هم عمودند و توسط پایه‌ای غیر فلزی نگه داشته می‌شود. شرح کامل سامانه آنتن حلقوی (LAS) در پیوست پ ارائه شده است.

EUT در مرکز (LAS) قرار داده می‌شود. بیشینه ابعاد EUT محدودند به طوری که فاصله بین EUT و آنتن حلقوی بزرگ (LLA) کمینه ۰٫۲۰ متر است. در یادآوری ۲ زیربند ۳ پیوست پ و در شکل ۶ آن پیوست،

1-double- ridged guide horns

2- Loop Antenna System

رهنمودهایی برای تعیین مسیر کابل‌های سیگنال درج شده است. توصیه می‌شود که کابل‌ها با هم جمع شوند و حجم حلقه در همان حد یک هشتم سلول و نه نزدیک‌تر از ۰٫۴ متر به هر یک از حلقه‌های سامانه آنتن حلقوی (LAS) منظور شود.

سه (LLA) که دو به دو بر هم عمودند، امکان اندازه‌گیری قابلیت ایجاد اختلال تمام قطبش‌های میدان تابشی را با دقت تعیین شده و بدون چرخاندن EUT یا تغییر جهت آنتن‌های حلقوی بزرگ را ایجاد می‌کند. هر یک از سه (LLA) باید با الزامات معتبر مندرج در بند ۴ پیوست پ انطباق داشته باشند.

یادآوری – ممکن است از آنتن‌های حلقوی بزرگ (LLA) دایره ای که قطری غیر از قطر استاندارد ۲ متر داشته باشند استفاده شوند، مشروط بر این که قطر آنها ۴ متر$\leq$ D و فاصله بین EUT و LLA بر حسب متر کمینه D × ۰٫۱۰باشد. ضرایب تصحیح برای قطرهای غیر استاندارد، در بند ۶ پیوست پ ارائه شده اند.

۵ مکان های آزمون برای اندازه‌گیری شدت میدان اختلالات رادیویی برای گستره بسامد ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز

۵-۱ کلیات

محیطی که نتایج اندازه‌گیری معتبر و تکرار پذیری را از شدت میدان اختلالات تجهیزات تضمین کند، مورد نیاز است. در مورد تجهیزاتی که فقط می‌توان آنها را در مکان استفاده شان آزمایش کرد، تمهیدات متفاوتی باید به کار گرفته شود.

۵-۲ مکان آزمون در فضای باز (OATS)

۵-۲-۱ کلیات

معمولا اندازه‌گیری‌های شدت میدان اختلال در یک مکان آزمون در فضای باز انجام می‌شوند. (OATS) محوطه‌هایی با ویژگی زمینی مسطح و خالی هستند. این چنین مکان‌های آزمون باید خالی از ساختمان‌ها، خطوط برق، حصارها، درخت‌ها و غیره و عاری از کابل‌ها و خطوط لوله زیرزمینی و غیره باشند، به جز آن چه که برای تغذیه و به کار انداختن تجهز تحت آزمون لازم است. برای توصیه‌های خاص ساخت جهت (OATS) برای آزمون‌های میدان الکترومغناطیسی در گستره ۳۰ مگاهرتز تا یک گیگاهرتز، به پیوست ت مراجعه شود.

روش اجرایی تائید اعتبار برای (OATS)، در زیربند ۵-۲-۶ و با جزییات بیش‌تر در پیوست ث ارائه شده است. پیوست ج، حاوی معیار قابل قبول بودن مکان است.

۵-۲-۲ محفظه محافظت در برابر آب و هوا

در صورتی که از مکان آزمون در کل سال استفاده می‌شود، حفاظت در برابر آب و هوا لازم است. یک ساختار محافظ در برابر آب و هوا می‌تواند تمام مکان آزمون (شامل تجهیز تحت آزمون و آنتن اندازه‌گیری شدت میدان) یا فقط تجهیز تحت آزمون را پوشش دهد. موادی که به کار می‌رود باید بسامدهای رادیویی را از بین ببرد تا هیچ بازتاب و تضعیف ناخواسته‌ای برای میدان ساطع شده از تجهیز تحت آزمون به وجود نیاورد (به زیربند ۵-۳-۱ مراجعه شود).

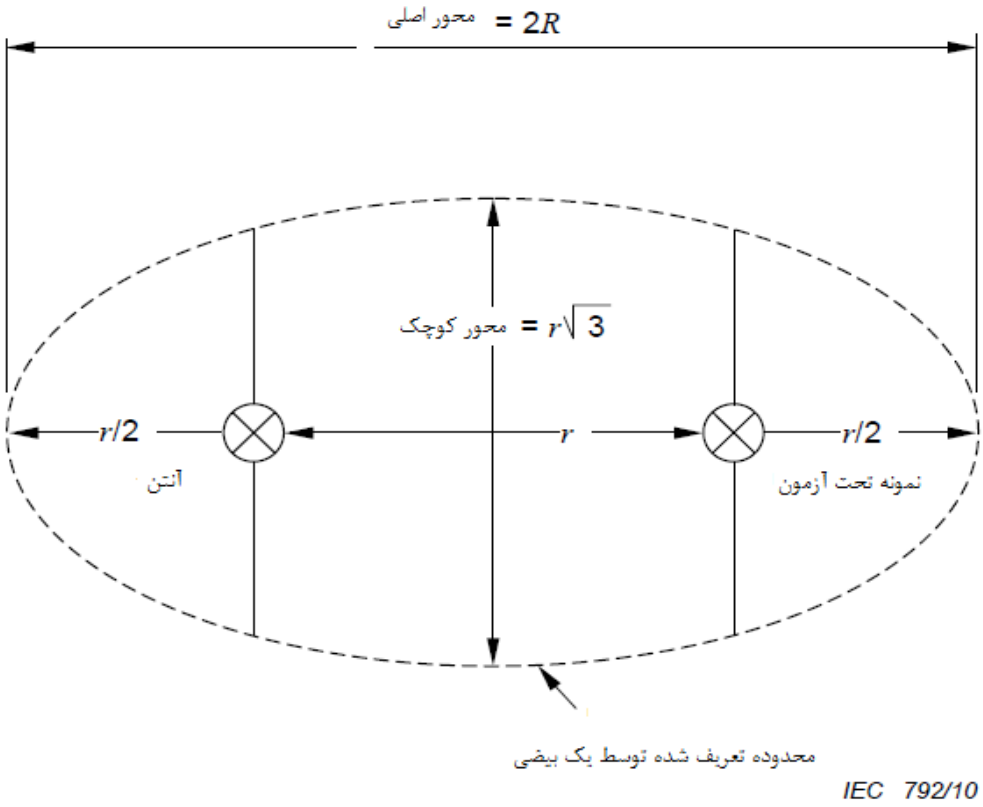
این ساختار باید به شکلی باشد که امکان وجود برف، یخ یا آب را به راحتی از بین ببرد. برای جزییات بیش‌تر پیوست ت را ببینید.

۵-۲-۳ محوطه عاری از مانع

برای (OATS)، نیاز به محوطه‌ای است که عاری از مانع در اطراف افزاره‌ی تحت آزمون و آنتن اندازه‌گیری شدت میدان باشد. پراکندگی‌های مشخص میدان‌های الکترومغناطیس در محوطه عاری از مانع باید کم بوده و به اندازه کافی بزرگ باشد به طوری که پراکندگی‌های خارج از محوطه عاری از مانع، تاثیر کمی بر میدان‌هایی که توسط آنتن اندازه‌گیری شدت میدان اندازه‌گیری می‌شوند، داشته باشد. جهت تشخیص کافی بودن صحت این محوطه، باید آزمون‌های تایید مکان انجام شوند.

از آنجا که شدت میدان ساطع شده از یک جسم بستگی به عوامل زیادی دارد (اندازه جسم، فاصله از تجهیز تحت آزمون، جهت آن نسبت به تجهیز تحت آزمون، رسانایی و نفوذپذیری جسم، بسامد و غیره)، تعیین یک محوطه عاری از مانع مناسب که برای تمام کاربردها لازم و کافی باشد، غیر عملی است. اندازه و شکل محوطه عاری از مانع به فاصله اندازه‌گیری و این که آیا تجهیز تحت آزمون قابل چرخیدن باشد یا نه، بستگی دارد. چنانچه مکان آزمون مجهز به یک میز قابل چرخش باشد، محوطه عاری از مانع از یک بیضی که تجهیز تحت آزمون و آنتن دریافت‌کننده در دو کانون آن قرار داشته باشند و قطر بزرگ آن دو برابر فاصله اندازه‌گیری و قطر کوچک آن برابر حاصل ضرب فاصله اندازه‌گیری در جذر ۳ باشد تشکیل می‌شود (به شکل۲ مراجعه شود).

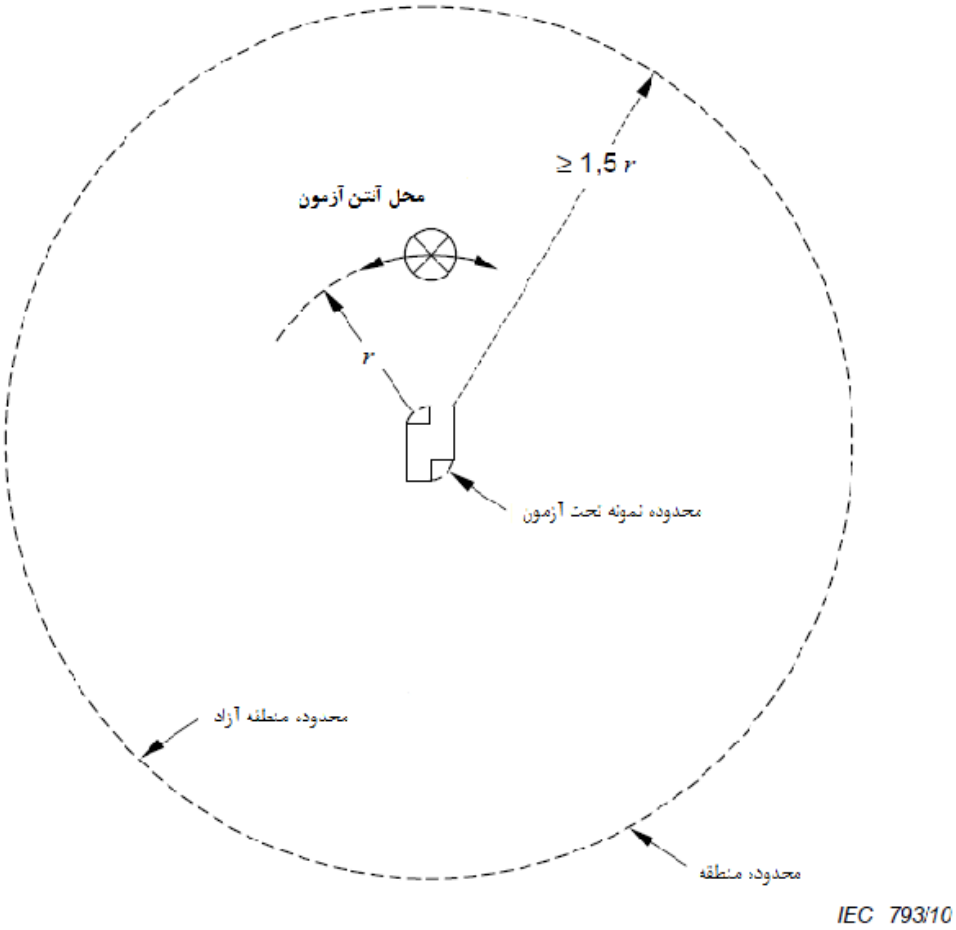
برای این بیضی، مسیر پرتو ناخواسته بازتاب شده از هر جسم روی محیط بیضی، دو برابر طول مسیر مستقیم پرتوی بین دو کانون است. چنانچه تجهیز تحت آزمون بزرگی بر روی میز چرخان قرار داده شود، محوطه عاری از مانع باید طوری گسترده شود که اطراف تجهیز تحت آزمون عاری از مانع باشد.



شکل ۲- محوطه عاری از مانع یک مکان آزمون دارای میز چرخان (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود)

چنانچه مکان آزمون مجهز به یک میز چرخان نباشد، یعنی تجهیز تحت آزمون ثابت باشد، محوطه عاری از مانع عبارت است از یک محوطه دایره‌ای شکلی که فاصله شعاعی از مرز تجهیز تحت آزمون تا مرز ناحیه، بزرگ‌تر یا مساوی فاصله اندازه‌گیری ضربدر ۱٫۵ باشد (به شکل ۳ مراجعه شود). در این حالت، آنتن حول تجهیز تحت آزمون در فاصله جداگانه حرکت داده می‌شود.

زمین محوطه عاری از مانع باید مسطح باشد. شیب‌های کوچکی که برای زه‌کشی ضرورت دارند قابل قبولند. مسطح بودن صفحه فلزی زمین، در صورت استفاده، در بند ۲ پیوست ت مطرح شده است. وسایل اندازه‌گیری و کارکنان آزمون باید در خارج از محوطه عاری از مانع قرار گیرند.



شکل ۳- محوطه عاری از مانع با تجهیز تحت آزمون ثابت (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود)

۵-۲-۴ شرایط محیطی بسامد رادیویی مکان آزمون

سطوح بسامد رادیویی محیط در یک مکان آزمون باید نسبت به سطوح اندازه‌گیری‌هایی که قرار است انجام شود به حد کافی کم باشند. کیفیت مکان آزمون از نظر اهمیت به چهار دسته تقسیم می‌شود که در زیر فهرست شده است:

الف- گسیل‌های محیطی ۶ دسیبل یا بیش‌تر پایین‌تر از سطوح اندازه‌گیری باشند؛

ب- برخی از گسیل‌های محیطی تا ۶ دسیبل سطوح اندازه‌گیری باشند؛

پ- برخی از گسیل‌های محیطی بالاتر از سطوح اندازه‌گیری هستند اما یا متناوب نیستند (یعنی بین دو ارسال به حد کافی از نظر زمانی طولانی هستند که فرصت انجام یک اندازه‌گیری را می‌دهند) یا این که پیوسته‌اند ولی فقط در بسامدهای قابل شناسایی محدود؛

ت- سطوح محیطی در قسمت بزرگی از گستره بسامد اندازه‌گیری بالاتر از سطوح اندازه‌گیری‌اند و پیوسته رخ می‌دهند.

انتخاب یک مکان آزمون بهتر است با فرض شرایط محیطی و درجه مهارت مهندسی موجود، تضمین کننده حفظ دقت اندازه‌گیری باشد.

یادآوری - یک سطح محیطی ۲۰ دسیبل یا بیش‌تر پایین‌تر از حد گسیل‌های اندازه‌گیری‌شده، بهینه محسوب می‌شود.

۵-۲-۵ صفحه زمین

صفحه زمین ممکن است متشکل از گستره وسیعی از مواد از خاک گرفته تا مواد فلزی بسیار رسانا باشد. صفحه زمین می‌تواند در سطح زمین یا بر روی سکو یا مکانی بر پشت بام که اندازه مناسبی داشته باشد بالا برده شود . در مجموع یک صفحه زمین فلزی ارجحیت دارد ولی برای تجهیزات و کاربردهای خاص ممکن است مستندات محصول خاص آن را توصیه نکرده باشند. مناسب بودن یک صفحه زمین فلزی به این که آیا مکان آزمون الزامات اعتبارسنجی مندرج در زیربند ۵-۲-۶ را برآورده می‌کند یا نه بستگی دارد. در صورتی که هیچ مواد فلزی به کار گرفته نشود، احتیاطا الزام است مکانی انتخاب شود که ویژگی‌های انعکاس‌کنندگی آن در اثر مرور زمان، شرایط آب و هوایی یا به دلیل مواد فلزی مدفون در زمین نظیر لوله‌ها، کانال‌ها و خاک غیرهمگن، تغییر نکند. معمولا این چنین مکان‌هایی در مقایسه با مکان‌هایی که لایه سطحی فلزی دارند، ویژگی‌های تضعیف کنندگی مکانی متفاوتی دارند.

۵-۲-۶ روش اجرایی تایید اعتبار یک (OATS)

۵-۲-۶-۱ کلیات

روش‌اجرایی تایید اعتبار و الزامات برای (NSA) ارائه شده، به منظور بررسی شرایط یک مکان آزمون در (OATS) که دارای یک صفحه زمین فلزی است استفاده می‌شود. برای سایر مکان‌های آزمون، روش‌اجرایی تایید اعتبار به صورت ماهیت اطلاعاتی است و به طور کلی بهتر است بی نظمی‌های ممکن در مکان‌های آزمون نیز بررسی شود. روش‌های اجرایی تایید اعتبار در مورد اتاق‌های با لایه‌های مواد جاذب در زیربند ۵-۴ کاربردی است.

روش‌اجرایی تایید اعتبار یک مکان آزمون در محیط فضای باز با دو آنتن انجام می‌شود که همان‌طور که به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است نسبت به سطح زمین به طور افقی و عمودی جهت داده شده‌اند. شکل ۵، پیکربندی برای قطبش عمودی با استفاده از آنتن‌های دوقطبی تنظیم شده را نشان می‌دهد. برای آنتن‌های پهن باند، ارتفاع آنتن باید $h_1=h_{2min}=1m$ باشد.

میزان تضعیف مکان آزمون در محوطه باز برابر نسبت ولتاژ منبع V_i متصل به آنتن فرستنده و ولتاژ دریافت شده V_R که روی پایانه‌های آنتن گیرنده اندازه‌گیری شده، به دست می‌آید. اندازه‌گیری ولتاژها در یک سامانه ۵۰ اهم انجام می‌شود. در صورتی که V_i و V_R به ترتیب دقیقا در روی ورودی و خروجی آنتن فرستنده و گیرنده اندازه‌گیری نشده باشند، اصلاحات مناسب مربوط به تلفات کابل باید لحاظ گردند. در آن صورت نسبت تضعیف مکان دو آنتن تقسیم خواهد شد. نتیجه حاصل (NSA) است و با واحد دسیبل نشان داده می‌شود. زمانی مکان آزمون مناسب تشخیص داده می‌شود که مقادیر (NSA) عمودی و افقی اندازه‌گیری‌شده، در حدود ۴± دسیبل مقادیر مرتبط مندرج در جدول‌های ث-۱، ث-۲ و ث-۳ باشد. اگر از معیار ۴± dB تجاوز شده باشد، مکان آزمون باید بر طبق بند ۴ پیوست ث بررسی شود.

یادآوری ۱- مبنای معیار ۴ دسیبل برای قبول شدن مکان آزمون، در پیوست ج ارائه شده است.

انحراف بین یک مقدار (NSA) اندازه‌گیری شده و مقدار نظری آن را نباید به عنوان تصحیح برای یک شدت میدان اندازه‌گیری‌شده تجهیز تحت آزمون به کار برد. این روش‌اجرایی تنها برای تایید اعتبار یک مکان آزمون باید استفاده شود.

جدول ث-۱ برای آنتن‌های پهن باند نظیر آنتن‌های دو مخروطی و آرایه های دو قطبی متناوب لگاریتمی که نسبت به صفحه زمین هم به طور عمودی و هم افقی قرار داده شده باشند، استفاده می‌شود. جدول ث-۲ برای آنتن‌های تنظیم شده دو قطبی نیم موج هستند که نسبت به صفحه زمین به طور افقی قرار داده شده‌اند. جدول ث-۳ برای آنتن‌های دو قطبی نیم موج هستند که نسبت به صفحه زمین به طور عمودی تراز شده‌اند. توجه داشته باشید که در جدول ث-۳ ، محدودیت‌هایی برای ارتفاع پویش h_2 وجود دارد. این موضوع بیان می‌کند که در واقع پایین ترین نوک دو قطبی دریافت‌کننده، ۲۵ سانتی‌متر یا بیش‌تر دور از صفحه زمین نگه داشته می‌شود.

یادآوری ۲- دلیل وجود جدول‌های گوناگون ث-۱، ث-۲ و ث-۳ این است که پارامترهای هندسی گوناگون برای یک آنتن پهن باند و یک آنتن دو قطبی نیم موج انتخاب شده است که به طور عمده به دلیل محدودیت‌های موجود در عمل، ضرورت دارد.

مقادیر تضعیف مکان (NSA) برای بسامدهایی غیر از آنچه که در جدول‌های ث-۱، ث-۲ و ث-۳ نشان داده شده است ، ممکن است با به کارگیری درون یابی خطی بین مقادیر مندرج در جدول‌ها محاسبه شود.

راهنمای هر یک از جدول‌ها به شرح زیر است:

d فاصله افقی جدا بین مکان برآمدگی فرستنده و گیرنده آنتن‌ها بر روی صفحه زمین (بر حسب متر)؛

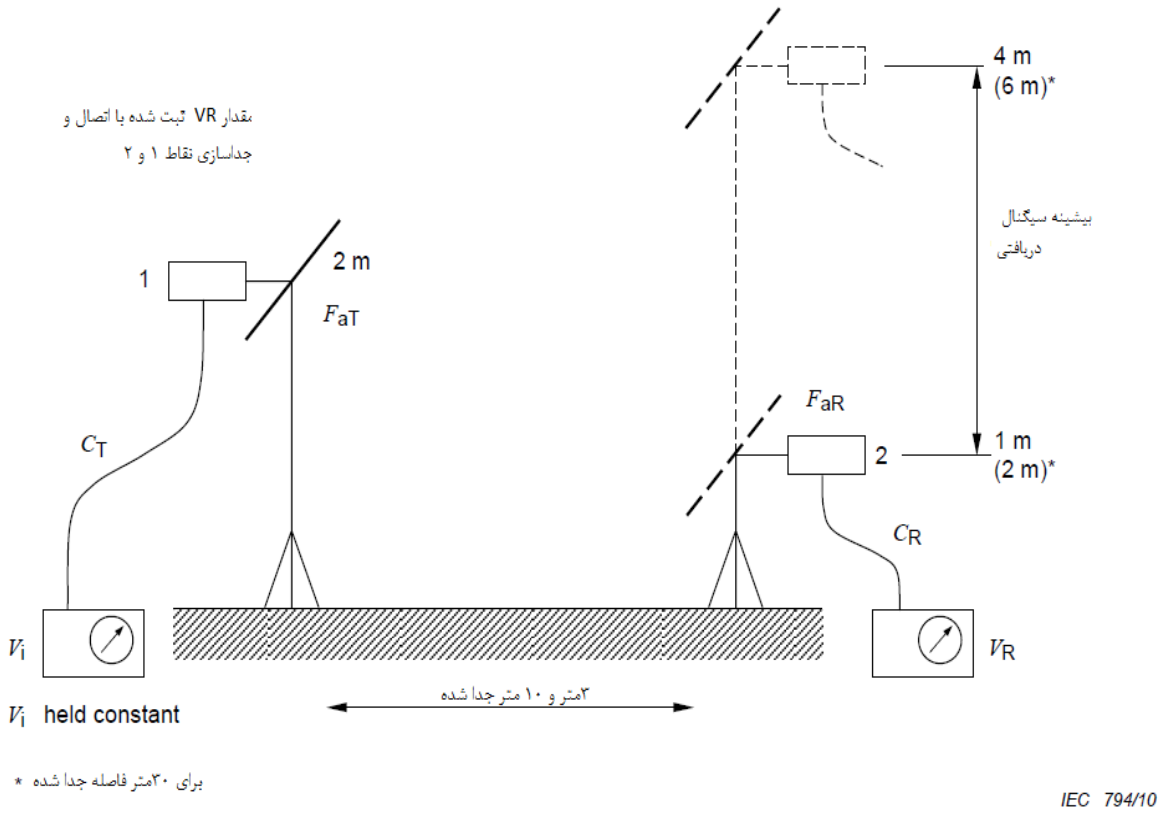
h_1 ارتفاع مرکز آنتن فرستنده از صفحه زمین (بر حسب متر)؛

h_2 گستره ارتفاع‌های مرکز آنتن گیرنده از صفحه زمین (بر حسب متر). بیشینه سیگنال دریافت شده در این گستره پویش ارتفاع که برای اندازه‌گیری‌های (NSA) استفاده می‌شود؛

f_M بسامد (مگاهرتز)؛

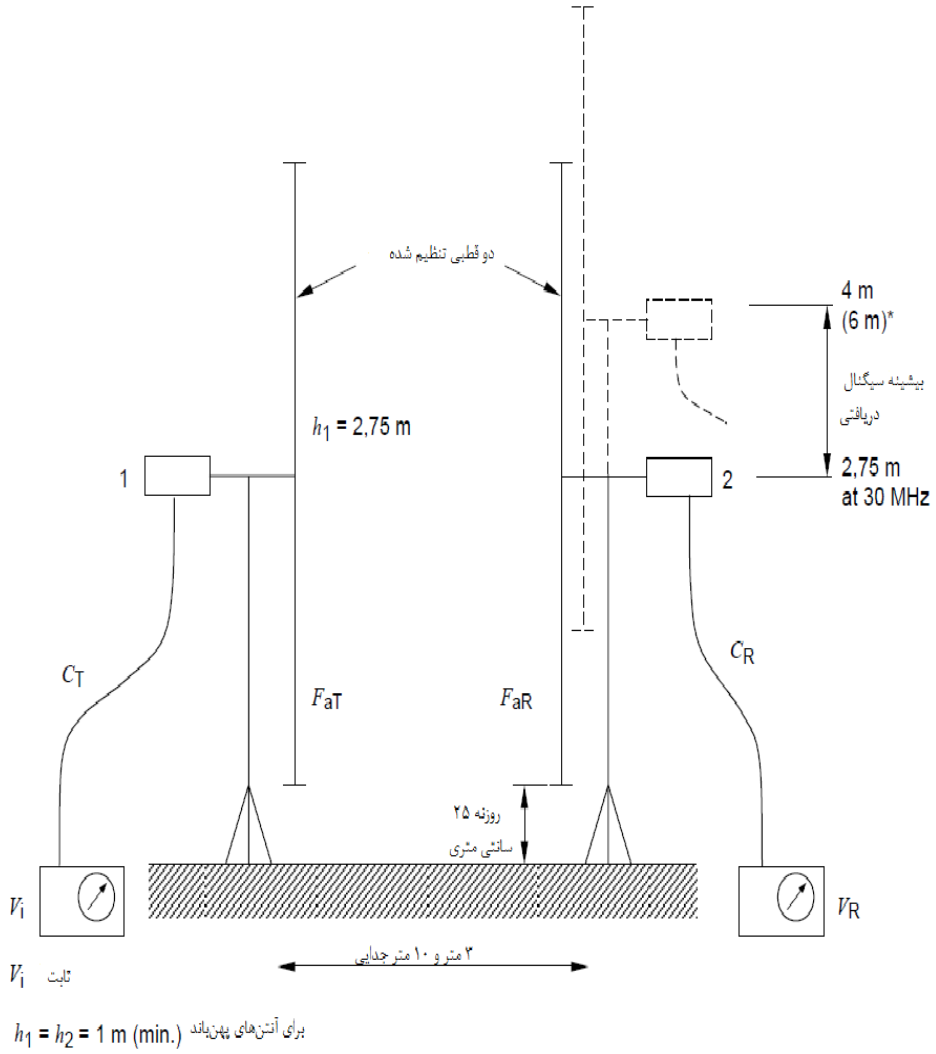
A_N (NSA) [به اتصال دهنده شماره (۶) مراجعه شود].

یادآوری ۳- فاصله d بین آنتن‌های آرایه تناوبی لگاریتمی، از نقطه برآمدگی محور طولی هر آنتن بر روی صفحه زمین، اندازه‌گیری می‌شود.



یادآوری- نمادها در ۵-۲-۶-۱ و ۵-۲-۶-۲ تعریف شده‌اند.

شکل۴- پیکربندی تجهیزات برای اندازه‌گیری تضعیف مکان آزمون در قطبش افقی (به زیربند ۵-۲-۶ و پیوست ث مراجعه شود)



برای فاصله جداسازی ۳۰ متر

یادآوری- نمادها در ۵-۲-۶-۱ و ۵-۲-۶-۲ تعریف شده‌اند.

شکل۵- پیکربندی تجهیزات برای اندازه‌گیری تضعیف مکان آزمون در قطبش عمودی با استفاده از دو قطبی‌های تنظیم شده (به زیربند ۵-۲-۶ و پیوست ث مراجعه شود)

توصیه شده است که ابتدا اندازه‌گیری‌های افقی تضعیف مکان (NSA) انجام شوند. به دلیل آنکه اندازه‌گیری در قطبش عمودی حساسیت کمتری به منظور پیدا کردن نابهنجاری‌های مکان آزمون دارند، توصیه می‌شود که تضعیف مکان (NSA) اندازه‌گیری‌شده به سهولت در محدوده ۴± دسیبل مقادیری که در جدول‌های ث-۱، ث-۲ و ث-۳ نشان داده شده باشند. اگر چنین نشد، فن اندازه‌گیری، رانش تجهیزات اندازه‌گیری و واسنجی ضرایب واسنجی آنتن‌ها مجدداً بررسی شود. اگر همچنان از معیار ۴± دسیبل تجاوز می‌کند، یک نابهنجاری قابل ملاحظه در مکان آزمون وجود دارد که به آسانی قابل مشاهده است و بهتر است قبل از اقدام به اندازه‌گیری تضعیف مکان (NSA) قطبش عمودی، اصلاح انجام شود.

۵-۲-۶-۲ کلیات اندازه‌گیری تضعیف مکان (NSA)

برای هر اندازه‌گیری قطبش، در روش‌اجرایی NSA دو اندازه‌گیری مختلف از ولتاژ دریافتی V_R لازم است. اولین مقدار خوانده شده از $V_R(V_{DIRECT})$ حالتی است که دو کابل هم محور از دو آنتن جدا شده و از طریق یک تطبیق دهنده به هم متصل شده‌اند. دومین مقدار از $V_R(V_{SITE})$ در حالی است که کابل‌های هم محور دوباره به آنتن‌های مربوط به خودشان متصل شده و بیشینه سیگنال در حالتی که آنتن گیرنده در ارتفاع پویش می‌کند، اندازه‌گیری می‌شود. (برای فواصل اندازه‌گیری ۳ متر و ۱۰ متر، یک متر تا ۴ متر و برای فواصل اندازه‌گیری ۳۰ متر، یک متر تا ۴ متر یا ۲ متر تا ۶ متر). در هر دو این اندازه‌گیری‌ها، ولتاژ منبع سیگنال (V_i) ثابت نگه داشته می‌شود. این مطالب در اتصال دهنده شماره (۶) زیر برای NSA اندازه‌گیری شده، $A_{N\ means}$ به کار رفته است؛ تمام مقادیر بر حسب dB است.

$$A_{N\ means} = V_{DIRECT} - V_{SITE} - F_{aT} - F_{aR} - \Delta F_{aTOT} \quad (۶)$$

که در آن

F_{aT} ضریب آنتن فرستنده؛

F_{aR} ضریب آنتن گیرنده؛

ΔF_{aTOT} ضریب تصحیح متقابل امپدانسی است.

باید توجه داشت که در اتصال دهنده ۶ دو عبارت اول نشان دهنده اندازه واقعی تضعیف مکان آزمون هستند، به عبارت دیگر از دید کلاسیک تضعیف مکان آزمون برابر است با $V_{DIRECT} - V_{SITE}$ که تشکیل شده است از تلفات جاگذاری مسیر انتشار با در نظر گرفتن خواص دو آنتن استفاده شده. مقادیر نظری برای ΔF_{aTOT} در جدول ث-۴ ارائه شده است. F_{aT} و F_{aR} را باید اندازه گرفت.

توجه داشته باشید که:

$$V_{DIRECT=}\ V_i - C_T - C_R \quad (۷)$$

که در آن C_T و C_R تلفات کابل هستند که نیازی به اندازه‌گیری جداگانه آنها نیست. ضریب تصحیح متقابل امپدانسی مندرج در جدول ث-۴ فقط در مورد مکان آزمون پیشنهادی و از لحاظ هندسی با ۳ متر فاصله اندازه‌گیری و با به‌کارگیری دو قطبی‌های تنظیم شده نیم موج، کاربرد دارد.

به منظور انجام کامل اندازه‌گیری‌های NSA، بسته به این که چه تجهیزاتی در دسترس است و آیا یک آنتن پهن باند یا دوقطبی تنظیم شده استفاده می‌شود، دو فن وجود دارد. اگر این دو روش به طور صحیح آن طور که در پیوست ث خلاصه شده به کار رود، به ضرورت نتایج یکسانی می‌دهند. هر یک از دو روش به طور خلاصه در زیر شرح داده شده‌اند.

الف- روش بسامد گسسته

برای این روش، بسامدهای مشخصی که در جدول‌های ث-۱، ث-۲ یا ث-۳ ارائه شده‌اند به‌نوبت اندازه‌گیری می‌شوند. در هر بسامد، آنتن گیرنده در تمام گستره ارتفاعی که در جدول متناسب آن ارائه شده است پویش می‌شود تا به بیشینه سیگنال دریافتی برسد. مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در اتصال دهنده (۶) قرار داده می‌شوند تا مقدار NSA اندازه‌گیری‌شده به دست آید. پیوست ث حاوی روش‌اجرایی پیشنهادی به منظور ثبت داده‌ها، محاسبه NSA اندازه‌گیری‌شده و سپس مقایسه آن با NSA محاسباتی است.

ب- روش جاروب کردن بسامد

در این روش اندازه‌گیری‌ها با استفاده از آنتن‌های پهن باند نیاز به به‌کارگیری تجهیزات اندازه‌گیری خودکار است که دارای ثابت قله (ثابت بیشینه)، قابلیت ذخیره کردن و یک مولد ردگیری است. در این روش، ارتفاع و بسامد هر دو در سراسر گستره‌های مورد نیاز پویش یا جاروب می‌شوند. سرعت جاروب کردن بسامد باید خیلی بیش‌تر از نرخ پویش در ارتفاع آنتن باشد. این روش‌اجرایی از جهات دیگر مشابه روش الف است. جزئیات روش‌اجرایی در پیوست ث به تفصیل ارائه شده است.

۵-۲-۶-۳ تعیین ضریب آنتن

در اندازه‌گیری NSA، ضرایب صحیح آنتن‌ها مورد نیاز هستند. به طورکلی، ضرایب آنتنی که همراه با آنتن ارائه می‌شوند کافی نبوده مگر این که به طور مشخص یا جداگانه اندازه‌گیری شوند. آنتن‌های با قطبش خطی مورد نیاز هستند. یک روش مفید واسنجی آنتن در پیوست ث بیان شده است. ضرایب داده شده‌ی سازنده‌ی آنتن، ممکن است متشکل از تلفات ناشی از ویژگی‌های آنتن از جمله بالون باشد. در صورتی که یک بالون جداگانه یا کابل‌هایی که به طورداخلی به هم پیوسته‌اند استفاده شده باشد، باید اثرات آن‌ها در نظر گرفته شوند. پیوست ث، شامل اتصال دهنده استفاده از دو قطبی های تنظیم شده نیم موج نیز هست.

۵-۲-۶-۴ انحرافات تضعیف مکان

چنانچه اندازه‌گیری‌های NSA بیش از ۴± دسیبل با مقادیر تعیین شده انحراف داشته باشند، موارد زیر باید مجددا بررسی شوند:

الف- روش‌اجرایی اندازه‌گیری؛

ب- درستی ضرایب آنتن؛

پ- رانش در منبع سیگنال یا دقیق بودن گیرنده یا تضعیف کننده در ورودی تحلیل‌گر طیف؛ و

ت- قرائت.

در صورتی که در موارد الف، ب، پ، و ت هیچ خطایی وجود نداشته باشد، بنابراین مکان آزمون اشکال داشته و بهتر است در مورد علل ممکن متغیر مکان آزمون، بررسی‌های مفصلی انجام شود. پیوست ج حاوی خطاهایی است که می‌تواند در اندازه‌گیری‌های NSA اتفاق افتد.

باید در نظر گرفت از آنجا که در قطبش عمودی غالبا اندازه‌گیری بسیار حیاتی است، توصیه می‌شود که بررسی در مورد ناهنجاری‌های مکان آزمون با استفاده از نتایج این اندازه‌گیری نسبت به قطبش افقی حساس‌تر صورت گیرد. موارد کلیدی برای بررسی شامل:

۱- ناکافی بودن اندازه و ساختار صفحه زمین؛

۲- اجسامی در پیرامون مکان آزمون که ممکن است موجب پراکندگی ناخواسته شوند؛

۳- پوشش برای تمام آب و هواها؛

۴- ناپیوسته بودن صفحه زمین در اطراف میز چرخان در زمانی که سطح میز چرخان رسانا بوده و در همان ارتفاع صفحه زمین قرار دارد؛

۵- پوشش‌های ضخامت دی‌الکتریک صفحه زمین؛

۶- روزنه‌هایی در صفحه زمین برای پلکان.

۵-۳ مناسب بودن مکان آزمون برای سایر مکان‌های آزمون صفحه زمین

۵-۳-۱ کلیات

مکان‌های آزمون مختلف و امکانات بسیاری برای اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی وجود دارند. اغلب آنها در مقابل آب و هوا و اثرات نامساعد محیط بسامد رادیویی محافظت شده‌اند. این مکان‌ها شامل مکان‌های آزمون فضای باز با پوشش در برابر آب و هوا و اتاقک‌های محافظت شده با لایه‌های جاذب بسامدی هستند.

در صورتی که مواد ساختمانی یک مکان آزمون را احاطه کنند، این امکان وجود دارد که نتایج یک اندازه‌گیری تضعیف مکان هنجار شده ساده NSA آن طور که در زیربند ۵-۲-۶ مشخص شده است، برای نشان دادن مناسب بودن مکان آزمون کافی نباشند.

به منظور ارزیابی متناوب بودن تناسب مکان آزمون، روش‌اجرایی زیر پیشنهاد می‌شود. این روش بر مبنای اندازه‌گیری‌های چند باره NSA در سراسر حجم اشغال شده توسط تجهیز تحت آزمون است. این اندازه‌گیری‌های NSA باید همه دارای بودجه خطای ۴± دسیبل باشند تا بتوان قضاوت درستی به عنوان یک مکان آزمون فضای باز داشت.

بحث مطرح در این ماده فرعی مربوط به تناوب مکان آزمونی می‌شود که دارای صفحه زمین رسانا هستند.

۵-۳-۲ تضعیف به هنجارشده مکان آزمون برای تناوب مکان‌های آزمون

برای یک مکان آزمون متناوب، اندازه‌گیری تنها یک مقدار NSA به منظور محاسبه بازتاب‌های ممکن از ساختمان و/یا مواد جاذب موجود در دیوارها و سقف اتاق کافی نیست. برای این مکان‌های آزمون، «حجم آزمون» را حجمی تعریف می‌کنند که بزرگ‌ترین تجهیزات یا سامانه‌ای که قرار است آزمون شود حول مرکزش مثلا توسط یک میز چرخان $^{\circ}$۳۶۰ گردانده شود. برای ارزیابی قطبش افقی و عمودی نظیر آنچه که در شکل ۶ و شکل ۷ نشان شده است، ممکن است بیشینه به ۲۰ مقدار اندازه‌گیری جداگانه تضعیف مکان آزمون نیاز باشد، به عبارت دیگر پنج موقعیت در صفحه افقی (مرکز، چپ، راست، جلو و عقب که نسبت به مرکز و خطی که از مرکز به موقعیت آنتن گیرنده کشیده شود) برای دو قطبش (عمودی و افقی) و برای دو ارتفاع (یک متری و دو متری افقی و یک متری و ۱٫۵ متری عمودی).

این اندازه‌گیری‌ها با یک آنتن پهن باند و فاصله‌ها نسبت به مرکز آنتن سنجیده می‌شوند. آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید طوری جهت داده شوند که عنصر آنها موازی با یکدیگر و نسبت به محور اندازه‌گیری عمود باشند.

برای قطبش عمودی، موقعیت‌های بیرون از مرکز آنتن فرستنده در پیرامون حجم آزمون هستند. علاوه بر آن، پایین‌تر نوک آنتن باید بیش از ۲۵ سانتیمتر از کف اتاق فاصله داشته باشد که برای این امر لازم است مرکز آنتن برای پایین ترین اندازه‌گیری ارتفاع کمی بالاتر از یک متر باشد.

برای اندازه‌گیری‌های قطبش افقی در موقعیت‌های چپ و راست، چنانچه فاصله بین ساختمان و/ یا مواد جاذب روی دیوارهای جانبی و پیرامون تجهیز تحت آزمون کمینه یک متر باشد، مرکز آنتن به موقعیت

مرکزی انتقال داده می‌شود به طوری که حد نهایی نوک آنتن یا در مرز باشد یا تا مرز بیش از ٪۱۰ قطر حجم آزمون فاصله نداشته باشد. موقعیت‌های عقب و جلو، در مرز حجم آزمون قرار دارند.

تعداد اندازه‌گیری‌های لازم را می‌توان با تفاصیل زیر کاهش داد.

الف- در صورتی که نزدیکترین نقطه ساختمان و/یا مواد جاذب نسبت به مرز عقبی حجم آزمون بیش از ۱ متر فاصله داشته باشد، ممکن است بتوان اندازه‌گیری‌های قطبش‌های عمودی و افقی در موقعیت عقب را حذف نمود.

یادآوری ۱- منابع گسیل تابشی نزدیک واسطهای دی‌الکتریک نشان دهنده تغییراتی در توزیع جریان شده که می‌تواند بر ویژگی‌های تابشی منبع در آن مکان تاثیر بگذارد. اگر تجهیز تحت آزمون در نزدیکی این واسطها باشد اندازه‌گیری‌های بیش‌تر اضافه تضعیف مکان آزمون لازم خواهد بود.

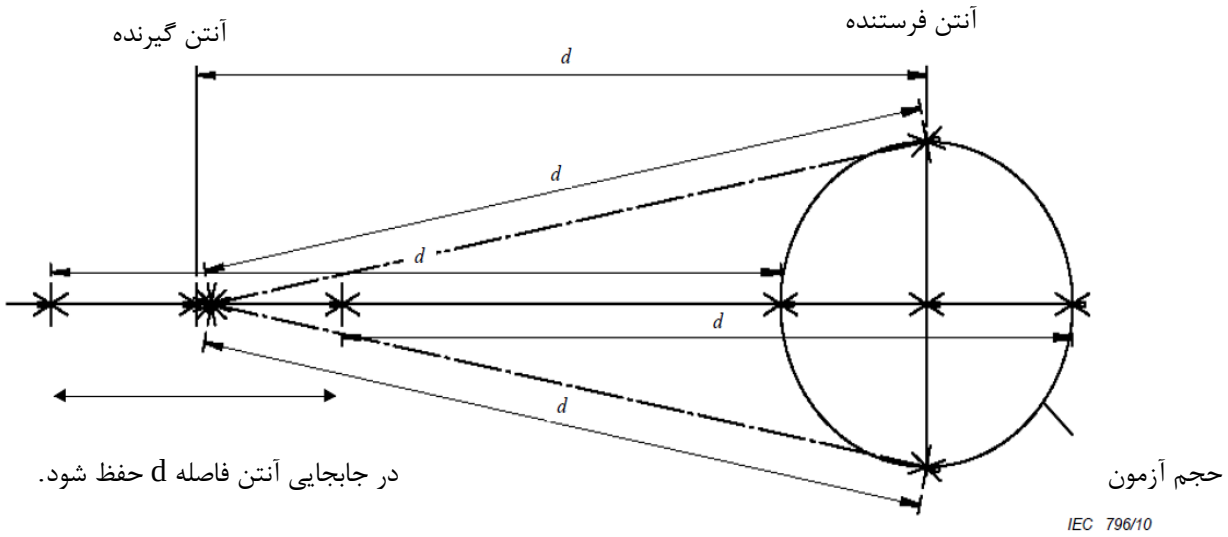
ب- در صورتی که مکان‌های استقرار آنتن تا ٪۹۰ قطر را بپوشاند ممکن است تعداد اندازه‌گیری‌های قطبش افقی در امتداد قطر حجم آزمون که موقعیت‌های چپ و راست را بهم متصل می‌کند، به کمینه تعداد ضروری آن کاهش یابد.

پ- اندازه‌گیری‌های قطبش عمودی در ارتفاع ۱٫۵ متر را در صورتی که بالای تجهیز تحت آزمون با احتساب میزی که روی آن قرار دارد، کم‌تر از ۱٫۵ متر باشد، می‌توان حذف کرد.

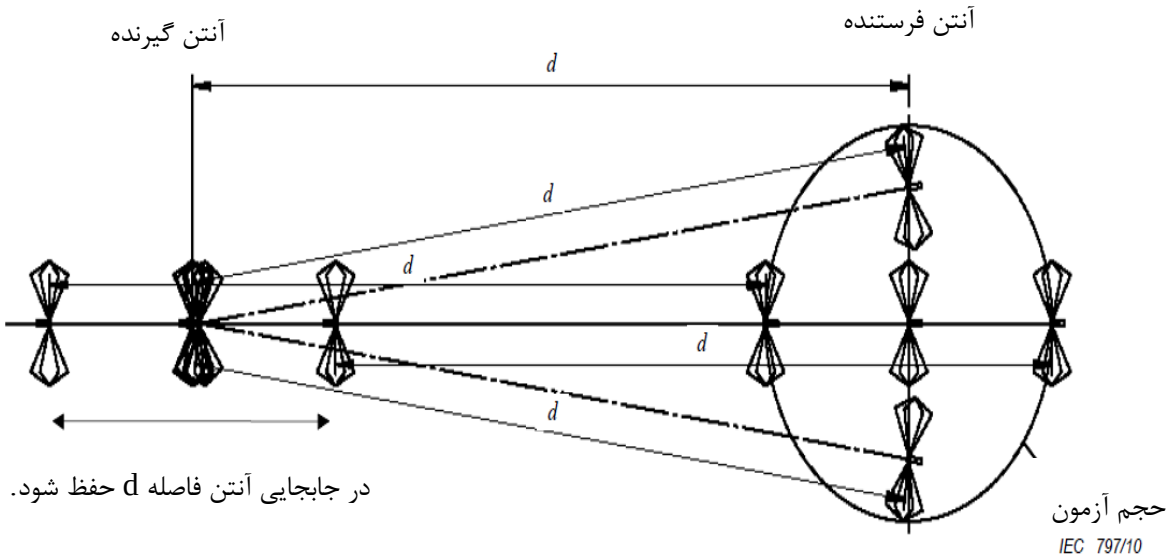
ت- چنانچه حجم آزمون بیش از یک متر عمق، ۱٫۵ متر عرض، ۱٫۵ متر ارتفاع با احتساب میز نباشد، اندازه‌گیری‌های قطبش افقی فقط لازم است در موقعیت‌های مرکز، جلو و عقب ولی در هر دو ارتفاع یک متر و دو متر انجام شود. در صورتی که مورد الف بیان شده در بالا درست باشد ممکن است بتوان موقعیت عقب را حذف نمود. در این صورت کمینه هشت حالت اندازه‌گیری وجود دارد: چهار موقعیت قطبش عمودی (چپ، مرکز، راست و جلو) برای یک ارتفاع و چهار موقعیت قطبش افقی (مرکز و جلو) برای دو ارتفاع، به شکل‌های ۸ و ۹ مراجعه شود.

اندازه‌گیری‌های NSA باید بر طبق جدول‌های ۱ و ۲ با ثابت نگهداشتن فاصله آنتن‌های فرستنده و گیرنده انجام شود. توجه داشته باشید که به منظور همسان کردن اندازه‌گیری‌های NSA، این جدول‌ها با اضافه کردن مقادیر یک ارتفاع ارسال دیگر و محدود کردن تا۳۰ متر ارتفاع پویش بین ۱ متر تا ۴ متر، اصلاح شده‌اند. آنتن گیرنده باید جابه‌جا شود تا فاصله مناسب را در طول خطی که به مرکز میز چرخان کشیده شده است، حفظ کند (به شکل‌های۶، ۷، ۸ و ۹ مراجعه شود). آزمون جایگزینی مکان، در صورتی که تمام اندازه‌گیری‌های NSA ارائه شده در بالا الزامات زیربند ۵-۳-۳ و الزامات صفحه زمین زیربند ۵-۳-۴ زیر را برآورده کنند، برای انجام آزمون گسیل تابشی مناسب تشخیص داده می‌شوند .

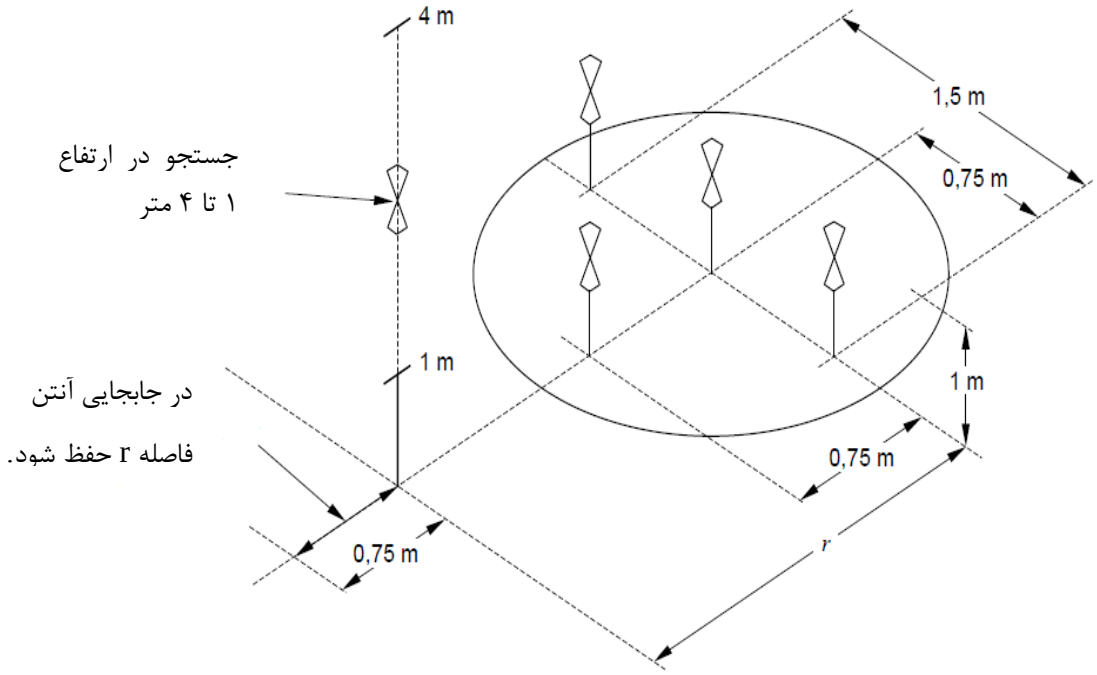
یادآوری ۲- برای تعیین این که آیا آزمون‌های بیش‌تری برای نشان دادن مناسب بودن جایگزینی مکان لازم است، مطالعات بیش‌تری در دست انجام است.



شکل۶- موقعیت‌های آنتن نوعی برای مکان آزمون جایگزین - اندازه‌گیری‌های NSA قطبش عمودی

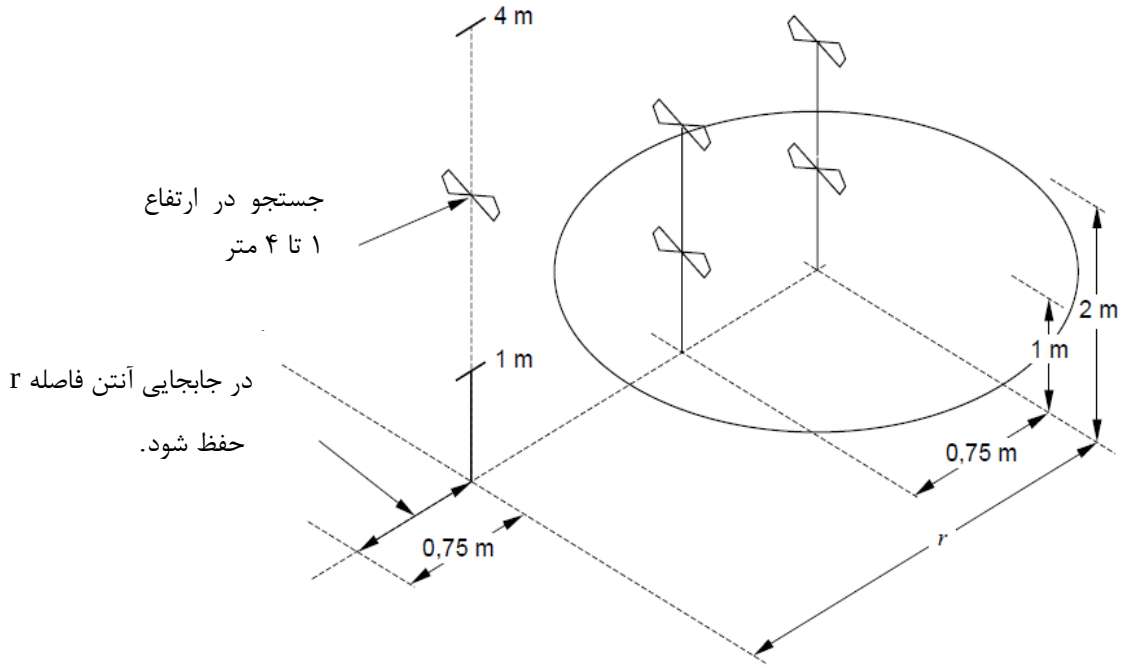


شکل۷- موقعیت‌های آنتن نوعی برای مکان آزمون جایگزین - اندازه‌گیری‌های NSA قطبش افقی



یادآوری- EUT یک حجم از عمق ۱ متر، ۱،۵ متر عرض، ۱،۵ متر ارتفاع، با حاشیه بزرگتر از ۱ متر از نزدیک ترین مواد که ممکن است بازتاب های نامطلوب باعث تجاوز نمی شود.

شکل ۸- موقعیت‌های آنتن نوعی برای مکان آزمون جایگزین - اندازه‌گیری‌های NSA قطبش عمودی برای یک تجهیز تحت آزمون کوچک‌تر



یادآوری- نمونه های تحت آزمون یک حجم با عمق ۱متر، عرض ۱٫۵ متر، ارتفاع ۱٫۵ متر و با محیط بزرگ‌تر از ۱ متر از شبیه‌ترین مواد می‌تواند موجب انعکاس‌های نامطلوب گردد.

شکل ۹- موقعیت‌های نوعی آنتن برای تناوب مکان آزمون- اندازه‌گیری‌های NSA قطبش افقی برای یک تجهیز تحت آزمون کوچک‌تر

۵-۳-۳ تضعیف مکان آزمون

یک مکان آزمون را در صورتی می‌توان برای اندازه‌گیری‌های میدان الکترومغناطیسی تابشی قابل قبول در نظر گرفت که مقادیر افقی و عمودی NSA اندازه‌گیری‌شده در حدود ۴± دسیبل مقدار انحراف مکان نظری هنجار شده برای یک مکان مطلوب باشد.

۵-۳-۴ صفحه زمین رسانا

در یک مکان آزمون گسیل تابشی یک صفحه زمین رسانا مورد نیاز است. این صفحه زمین رسانا باید کمینه یک متر از محیط تجهیز تحت آزمون و بزرگ‌ترین آنتن اندازه‌گیری بزرگ‌تر باشد و تمام محوطه بین تجهیز تحت آزمون و آنتن را بپوشاند. جنس صفحه باید از فلز بوده و هیچ سوراخ یا شکافی با ابعاد طولی بزرگ‌تر از ۰/۱ یک طول موج بزرگ‌تر بالاترین بسامد اندازه‌گیری نداشته باشد. چنانچه اندازه‌گیری‌های NSA با معیار ۴± دسیبل انطباق نداشته باشد، امکان دارد به یک صفحه زمین رسانای با اندازه بزرگ‌تر نیاز باشد.

یادآوری – مطالعات انجام شده ممکن است نشان‌دهنده ضرورت تعیین کمینه اندازه صفحه زمین رسانا باشند.

جدول ۱- تضعیف مکان آزمون

(ساختار هندسی توصیه شده برای دوقطبی‌های نیم موج تنظیم شده با قطبش افقی)

قطبش d h_1 h_2	افقی ۳ متر ۲ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۱۰ متر ۲ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۳۰ متر ۲ متر ۱ متر تا ۴ متر
f_M MHz	A_N dB		
۳۰	۱۱٫۵	۲۴٫۱	۴۱٫۷
۳۵	۸٫۸	۲۱٫۶	۳۹٫۱
۴۰	۷٫۰	۱۹٫۴	۳۶٫۸
۴۵	۵٫۵	۱۷٫۵	۳۴٫۷
۵۰	۴٫۲	۱۵٫۹	۳۲٫۹
۶۰	۲٫۲	۱۳٫۱	۲۹٫۸
۷۰	۰٫۶	۱۰٫۹	۲۷٫۲
۸۰	-۰٫۷	۹٫۲	۲۴٫۹
۹۰	-۱٫۸	۷٫۸	۲۳٫۰
۱۰۰	-۲٫۸	۶٫۷	۲۱٫۲
۱۲۰	-۴٫۴	۵٫۰	۱۸٫۲
۱۴۰	-۵٫۸	۳٫۵	۱۵٫۸
۱۶۰	-۶٫۷	۲٫۳	۱۳٫۸
۱۸۰	-۷٫۲	۱٫۲	۱۲٫۰
۲۰۰	-۸٫۴	۰٫۳	۱۰٫۶
۲۵۰	-۱۰٫۶	-۱٫۷	۷٫۸
۳۰۰	-۱۲٫۳	-۳/۳	۶٫۱
۴۰۰	-۱۴٫۹	-۵٫۸	۳٫۵
۵۰۰	-۱۶٫۷	-۷٫۶	۱٫۶
۶۰۰	-۱۸٫۳	-۹٫۳	۰
۷۰۰	-۱۹٫۷	-۱۰٫۶	-۱٫۴
۸۰۰	-۲۰٫۸	-۱۱٫۸	-۲٫۵
۹۰۰	-۲۱٫۸	-۱۲٫۹	-۳٫۵
۱۰۰۰	-۲۲٫۷	-۱۳٫۸	-۴٫۵

جدول ۲- تضعیف بهنجار شده مکان آزمون*

(ساختارهای هندسی توصیه شده برای آنتن‌های پهن باند)

قطبش **d** h_1 h_2	افقی ۳ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۱۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۳۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳ متر ۱/۵ متر تا ۴ متر	عمودی ۱۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳۰ متر ۱ متر تا ۴ متر
f_M *MHz*	A_N dB						
۳۰	۱۵/۸	۲۹/۸	۴۷/۸	۸/۲	۹/۳	۱۶/۷	۲۶/۰
۳۵	۱۳/۴	۲۷/۱	۴۵/۱	۶/۹	۸/۰	۱۵/۴	۲۴/۷
۴۰	۱۱/۳	۲۴/۹	۴۲/۸	۵/۸	۷/۰	۱۴/۲	۲۳/۵
۴۵	۹/۴	۲۲/۹	۴۰/۸	۴/۹	۶/۱	۱۳/۲	۲۲/۵
۵۰	۷/۸	۲۱/۱	۳۸/۹	۴/۰	۵/۴	۱۲/۳	۲۱/۶
۶۰	۵/۰	۱۸/۰	۳۵/۸	۲/۶	۴/۱	۱۰/۷	۲۰
۷۰	۲/۸	۱۵/۵	۳۳/۱	۱/۵	۳/۲	۹/۴	۱۸/۷
۸۰	۰/۹	۱۳/۳	۳۰/۸	۰/۶	۲/۶	۸/۳	۱۷/۵
۹۰	-۰/۷	۱۱/۴	۲۸/۸	-۰/۱	۲/۱	۷/۳	۱۶/۵
۱۰۰	-۲/۰	۹/۷	۲۷	-۰/۷	۱/۹	۶/۴	۱۵/۶
۱۲۰	-۴/۲	۷/۰	۲۳/۹	-۱/۵	۱/۳	۴/۹	۱۴/۰
۱۴۰	-۶/۰	۴/۸	۲۱/۲	-۱/۸	-۱/۵	۳/۷	۱۲/۷
۱۶۰	-۷/۴	۳/۱	۱۹	-۱/۷	-۳/۷	۲/۶	۱۱/۵
۱۸۰	-۸/۶	۱/۷	۱۷	-۱/۳	-۵/۳	۱/۸	۱۰/۵
۲۰۰	-۹/۶	۰/۶	۱۵/۳	-۳/۶	-۶/۷	۱/۰	۹/۶
۲۵۰	-۱۱/۷	-۱/۶	۱۱/۶	-۷/۷	-۹/۱	-۰/۵	۷/۷
۳۰۰	-۱۲/۸	-۳/۳	۸/۸	-۱۰/۵	-۱۰/۹	-۱/۵	۶/۲
۴۰۰	-۱۴/۸	-۵/۹	۴/۶	-۱۴/۰	-۱۲/۶	-۴/۱	۳/۹
۵۰۰	-۱۷/۳	-۷/۹	۱/۸	-۱۶/۴	-۱۵/۱	-۶/۷	۲/۱
۶۰۰	-۱۹/۱	-۹/۵	۰	-۱۶/۳	-۱۶/۹	-۸/۷	۰/۸
۷۰۰	-۲۰/۶	-۱۰/۸	-۱/۳	-۱۸/۴	-۱۸/۴	-۱۰/۲	-۰/۳
۸۰۰	-۲۱/۳	-۱۲/۰	-۲/۵	-۲۰/۰	-۱۹/۳	-۱۱/۵	-۱/۱
۹۰۰	-۲۲/۵	-۱۲/۸	-۳/۵	-۲۱/۳	-۲۰/۴	-۱۲/۶	-۱/۷
۱۰۰۰	-۲۳/۵	-۱۳/۸	-۴/۴	-۲۲/۴	-۲۱/۴	-۱۳/۶	-۳/۵

* این داده ها در مورد آنتن‌هایی کاربرد دارند که وقتی مرکز آنها یک متر بالای صفحه زمین در قطبش عمودی هستند، کمینه ۲۵ سانتی متر از صفحه زمین فاصله هوایی داشته باشند.

۵-۴ مناسب بودن مکان آزمون بدون صفحه زمین

۵-۴-۱ ملاحظات اندازه‌گیری برای مکان‌های آزمون فضای آزادی که به صورت اتاقک‌های کاملا پوشیده شده با جاذب‌های کامل تحقق یافته‌اند.

یک محفظه کاملا پوشیده شده با جاذب‌های کامل که به نام (FAC)[1] (اتاقک کاملا ضد انعکاس) یا (FAR) (اتاق کاملا ضد انعکاس) مشهور است را نیز می‌توان برای اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی استفاده نمود. زمانی که از روش اتاقک کاملا بی‌پژواک استفاده شود حدود گسیل تابشی مناسب باید در استانداردهای مربوطه تعیین شود (استانداردهای نوعی، محصول یا خانواده محصول). انطباق با الزامات (حدود) حفاظت در برابر خدمات رادیویی، باید برای FAR ها به همان صورتی که برای آزمون های یک OATS انجام می‌شود، برقرار شود.

یک FAR یک شبیه‌سازی از محیط فضای آزاد است به طوری که فقط پرتو مستقیم از آنتن فرستنده یا تجهیز تحت آزمون به آنتن گیرنده برسد. تمام امواج غیر مستقیم و منعکس شده باید با به‌کارگیری مواد جاذب مناسب بر روی تمام دیوارها، سقف و کف (FAR)، به کمینه برسند.

۵-۴-۲ عملکرد مکان

۵-۴-۲-۱ کلیات

عملکرد مکان آزمون را می‌توان به دو روش معتبر دانست که عبارتند از روش مکان آزمون مرجع و روش NSA.

۵-۴-۲-۲ تضعیف مکان به هنجار شده به صورت نظری مکان

نظریه (NSA) برای آنتن‌های بی‌نهایت کوچک در زیر بیان شده است.

تضعیف مکان آزمون (SA یا A_s به عنوان کمیتی برحسب dB، عبارت است از تلفات ارسال که بین اتصال‌دهنده‌های دو آنتن واقع در یک مکان آزمون خاص اندازه‌گیری شده است. در مورد یک محیط فضای آزاد، A_s(برحسب dB) می‌تواند به طور تقریبی از طریق معادله (۸) به دست آید:

$$A_s = 20 \log\left[\frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1-\frac{1}{(\beta d)^2}+\frac{1}{(\beta d)^4}}}\right] - 20 \log(f_M) + F_{aR} + F_{aT} \qquad (۸)$$

که در آن

F_{aR}, F_{aT} ضرایب آنتن‌های فرستنده و گیرنده هستند(dB/m)؛

d فاصله بین مراکز فاز دو آنتن است (m)؛

Z_0 امپدانس مرجع است؛

β $2\pi / \lambda$ تعریف شده است؛ و

f_M بسامد است (MHz).

1- fully-anechoic chamber

مقدار **تضعیف مکان به هنجار شده به صورت نظری** مکان ($A_{N\ theo}$) برحسب دسیبل، به عنوان تضعیف مکان با کسر کردن ضرایب آنتن‌های مربوطه تعریف شده است، بدین ترتیب:

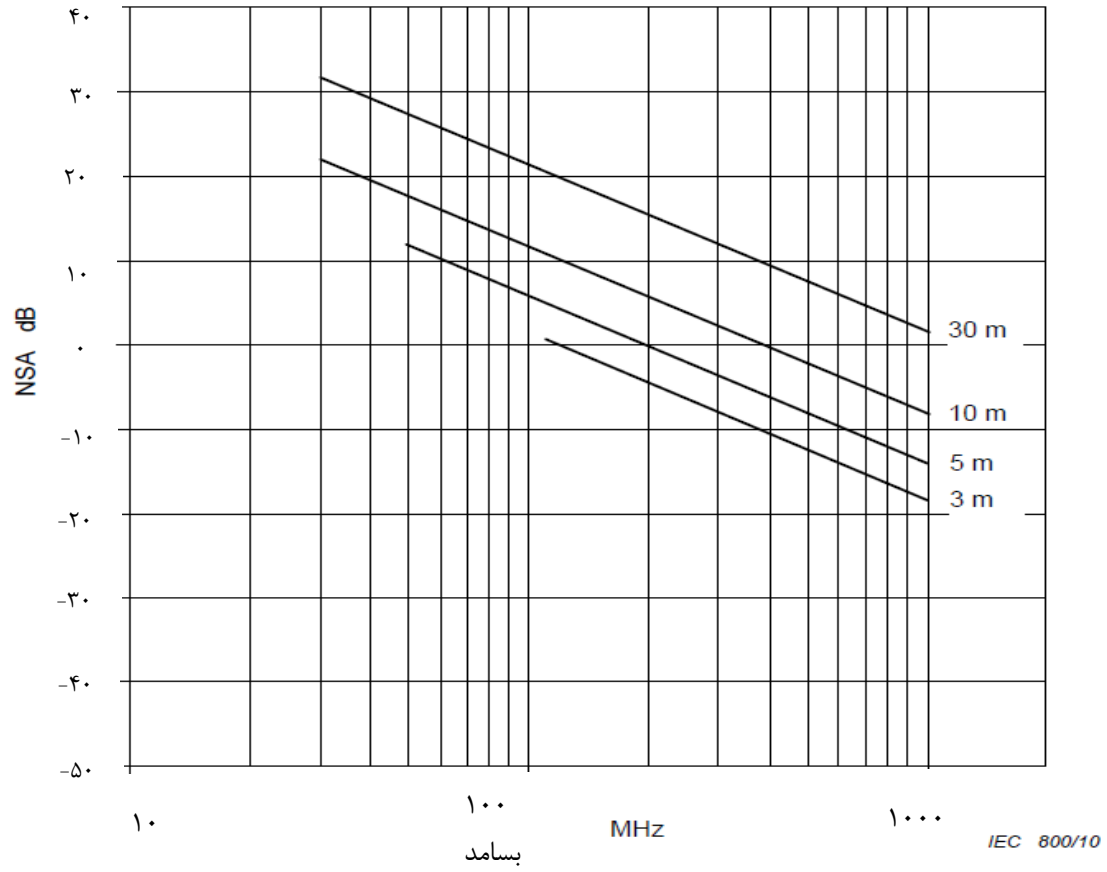
$$A_{N\ theo} = 20 \log\left[\frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1-\frac{1}{(\beta d)^2}+\frac{1}{(\beta d)^4}}}\right] - 20 \log(f_M) \qquad (۹)$$

در بسامدهای زیر ۶۰ مگاهرتز و فاصله ۵ متر یا ۱۱۰ مگاهرتز در فاصله ۳ متر، برای هر یک از موقعیت‌های آزمون الزامی مندرج در جدول۳، به منظور مقایسه با NSA محاسباتی در شکل۱۰ و معادله (۸)، لازم است ضرایب تصحیح میدان نزدیک اعمال شوند. ضرایب تصحیح میدان نزدیک خاص آنتن‌ها، فاصله آزمون و حجم آزمونی به کار رفته هستند و بنابراین با استفاده از یک کد مدل‌سازی عددی همچون NEC به دست آمده‌اند. از طرف دیگر، روش مرجع زیربند ۵-۴-۲-۳-۲، ضوابط میدان نزدیک را در صورتی که برای اندازه‌گیری مکان آزمون مرجع و اعتبارسنجی FAR از آنتن‌ها و بسامدهای مشابه استفاده شده باشد، لغو می‌کند.

برای فاصله های اندازه‌گیری ۱۰ متر و ۳۰ متر، ضوابط میدان نزدیک در معادله (۹) را می‌توان حذف نمود و معادله به صورت زیر ساده می‌شود:

$$A_{N\ theo} = 20 \log\left[\frac{5Z_0 d}{2\pi}\right] - 20 \log(f_M) \qquad (۱۰)$$

در صورتی که به جای معادله (۸) از معادله ساده شده (۱۰) استفاده شود، در بسامدهای بالای ۶۰ مگاهرتز برای فاصله پنج متر و بالای ۱۱۰ مگاهرتز برای فاصله سه متر، خطا کم‌تر از ۰٫۱ dB خواهد شد. در پایین‌تر از این بسامدها، این خطا به واسطه اثرات میدان نزدیک بیش‌تر از ۰٫۱ dB خواهد بود. برای فاصله سه متر، بیشینه خطا در بسامد ۳۰ مگاهرتز، یک دسیبل است. به منظور کاهش این خطا، بهتر است از معادله (۸) استفاده شود.



شکل۱۰- نمودار محاسباتی NSA فضای آزاد ، به عنوان تابعی از بسامد برای فاصله های اندازه‌گیری مختلف (به معادله (۱۰) مراجعه شود)

یادآوری – بسامدهای زیر ۱۱۰ مگاهرتز برای فاصله های اندازه‌گیری سه متر و زیر ۶۰ مگاهرتز برای فاصله‌های اندازه‌گیری پنج متر شامل اثرات میدان نزدیک هستند. این موارد برای هر مکان آزمون جداگانه حساب می‌شوند.

۵-۴-۲-۳ روش‌اجرایی اعتبارسنجی مکان آزمون

۵-۴-۲-۳-۱ کلیات

مقدار NSA باید الزامات زیربند ۵-۴-۳ را در سراسر حجم آزمون استوانه‌ای که در اثر چرخش تجهیز تحت آزمون روی میز چرخان ایجاد می‌شود، برآورده سازد. در این متن، «تجهیز تحت آزمون» شامل تمام مولفه‌ها یک تجهیز چند واحدی و کابل‌های اتصال دهنده آن است. جدول ۳، بیشینه ارتفاع و قطر ($h_{max} = d_{max}$) حجم آزمون را به عنوان تابعی از فاصله آزمون تعریف می‌کند. این نسبت بین قطر و فاصله آزمون، یک عدم قطعیت قابل قبول را در آزمون گسیل های EUT تضمین می‌کند.

جدول ۳- بیشینه ابعاد حجم آزمون در مقابل فاصله آزمون

بیشینه قطر d_{max} و ارتفاع h_{max} حجم آزمون(m)	فاصله آزمون $d_{nominal}$ (m)
۱/۵	۳/۰
۲/۵	۵/۰
۵/۰	۱۰/۰

اندازه‌گیری SA تنها از یک موقعیت تکی، ممکن است برای دریافت بازتاب‌های ممکن از ساختمان اتاق و یا مواد جاذب لایه بندی دیوارها، کف، سقف و میز چرخان (FAR) کافی نباشد.

بنابراین اندازه‌گیری‌ها و اعتبارسنجی SA یک (FAR) باید در ۱۵ موقعیت اندازه‌گیری برای هر دو قطبش افقی و عمودی آنتن فرستنده واقع در حجم آزمون، انجام شود (به شکل ۱۱ مراجعه شود):

- در سه ارتفاع حجم آزمون: پایین، وسط و بالا؛
- در پنج موقعیت در تمام سه صفحه افقی: موقعیت‌های مرکز، چپ، راست، جلو و عقب در هر صفحه افقی.

موقعیت عقب را در صورتی که فاصله بین موقعیت عقب و جاذب‌ها بیش از ۰/۵متر باشد را می‌توان حذف نمود. در طی آزمون تجهیز تحت آزمون، موقعیت عقب در میز چرخان نیز به سمت جلو چرخانده می‌شود و در آن صورت سهم بازتاب پشتی، بر بیشینه سیگنال اثر نخواهد گذاشت.

برای اندازه‌گیری‌های SA باید از دو آنتن پهن باند استفاده شود: یک آنتن فرستنده که نقطه مرجع آن در مکان‌های اندازه‌گیری حجم آزمون باشد و یک آنتن گیرنده نیز در خارج این حجم آزمون در جهت و موقعیت توصیه شده قرار گیرد. آنتن فرستنده باید تقریباً جهتدار در الگوی صفحه H باشد.

یادآوری ۱ – توصیه می‌شود که برای یک فاصله آزمون سه متری، بُعد بیشینه از ۴۰ سانتی متر بیش‌تر نشود؛ در فاصله‌های بیش‌تر، اندازه آنتن را می‌توان مطابق با آن تنظیم کرد.

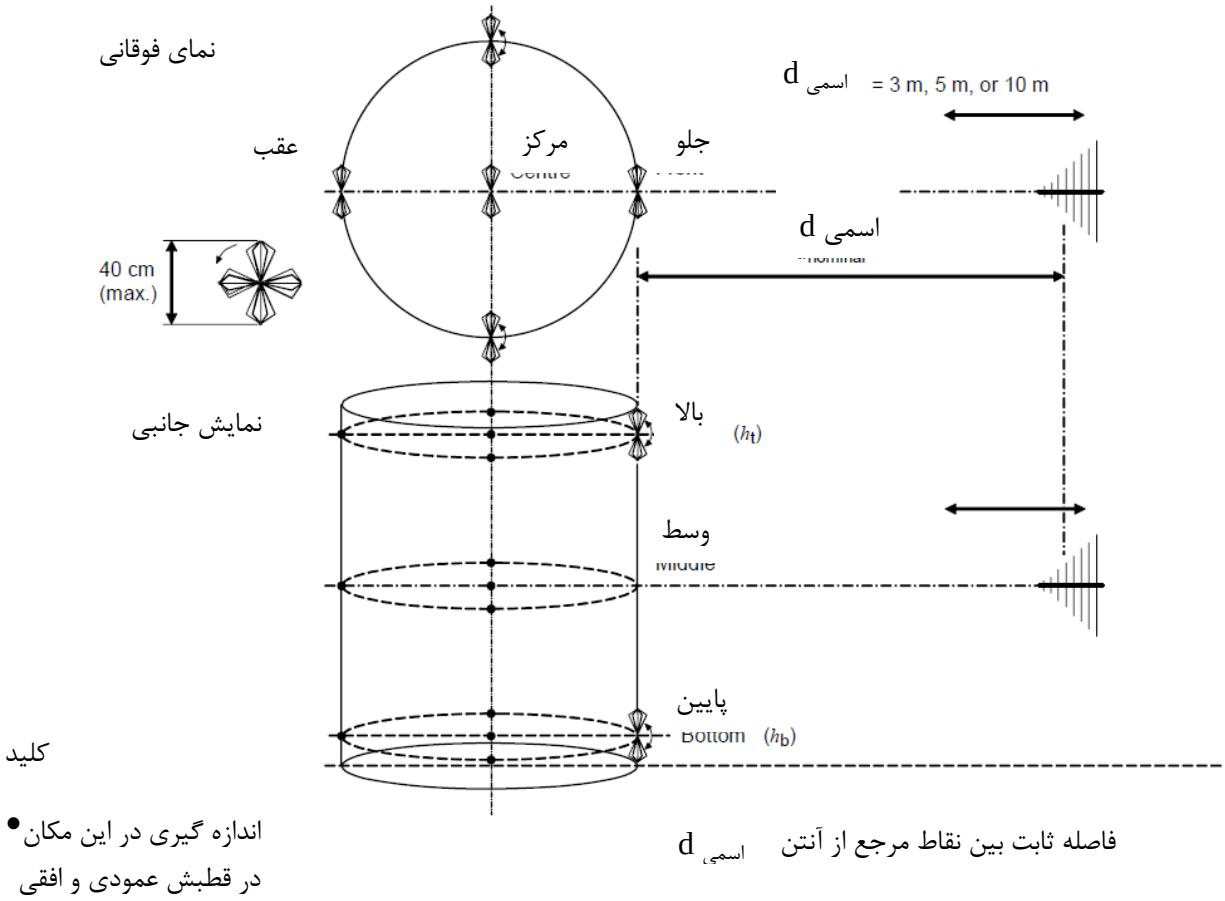
آنتن‌های گیرنده نمونه، آنتن‌های ترکیبی (ترکیب دومخروطی/ LPDA) برای ۳۰ MHz تا ۱۰۰۰ MHzیا آنتن‌های منفرد [آنتن‌های دو مخروطی (برای ۳۰ MHz تا ۲۰۰ MHz) و آنتن‌های LPDA (برای ۲۰۰ MHz تا ۱۰۰۰ MHz)].

یادآوری ۲ – به دلیل اندازه فیزیکی بزرگ آنتن‌های ترکیبی (ترکیب دوقیفی/ LPDA)، استفاده از این گونه آنتن‌ها برای آزمون گسیل یا برای تایید اتاقک در فاصله سه متری، توصیه نمی‌شود.

برای اندازه‌گیری SA مرجع روی مکان آزمون شبه فضای آزاد (۵-۴-۲-۳-۳)، باید همان آنتن‌ها، کابل‌ها، فریت‌ها، تضعیف‌کننده‌ها، تقویت‌کننده‌ها، مولدهای سیگنال و گیرنده‌هایی استفاده شود که برای اندازه‌گیری SA (FAR) به کار می‌رود. آنتن گیرنده‌ای که در طی اعتبار سنجی اتاق استفاده می‌شود باید از همان نوعی باشد که در طی آزمون گسیل تابشی تجهیز تحت آزمون به کار رفته است.

برای اعتبارسنجی حجم آزمون، در هر دو قطبش افقی و عمودی و برای تمام موقعیت‌های آنتن فرستنده، در حجم آزمون موقعیت آنتن گیرنده از نظر ارتفاع در (FAR) باید همان‌طور که در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است در سطح میانی فضای آزمون تنظیم و ثابت شود. جهت خمش آنتن‌ها در محورهای

تنظیم شده هر دو آنتن در یک محور اندازه‌گیری نیاز به تراز آن‌ها است. فاصله بین نقطه مرجع آنتن (تعیین شده در واسنجی آنتن) و نقطه جلو حجم آزمون، d_{nominal} گفته می‌شود. زمانی که آنتن فرستنده به موقعیت های دیگری در حجم آزمون حرکت داده شود، آنتن گیرنده باید در طول محور اندازه‌گیری جابه‌جا شود تا d_{nominal} باقی بماند. محور اندازه‌گیری عبارت است از خطی بین آنتن گیرنده و فرستنده که d_{nominal} در آن تعریف شده است. برای تمام موقعیت‌ها و قطبش‌ها، باید آنتن‌های فرستنده و گیرنده رو به رو یکدیگر بوده در حالی که عنصرهای هر دو آن‌ها موازی باشند (خمش شکل۱۲ مشاهده شود). در طول روش‌اجرایی اعتبارسنجی، هر پایه آنتن و کف اتاق‌هایی که آن‌ها را نگه می‌دارند، باید در جای خود باشند.



IEC 801/10

شکل ۱۱- موقعیت‌های اندازه‌گیری برای روش‌اجرایی تایید مکان آزمون

برای تمام موقعیت‌های آنتن فرستنده در فضای آزمون در هر دو قطبش افقی و عمودی، آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید روی محور اندازه‌گیری هم‌تراز شوند.

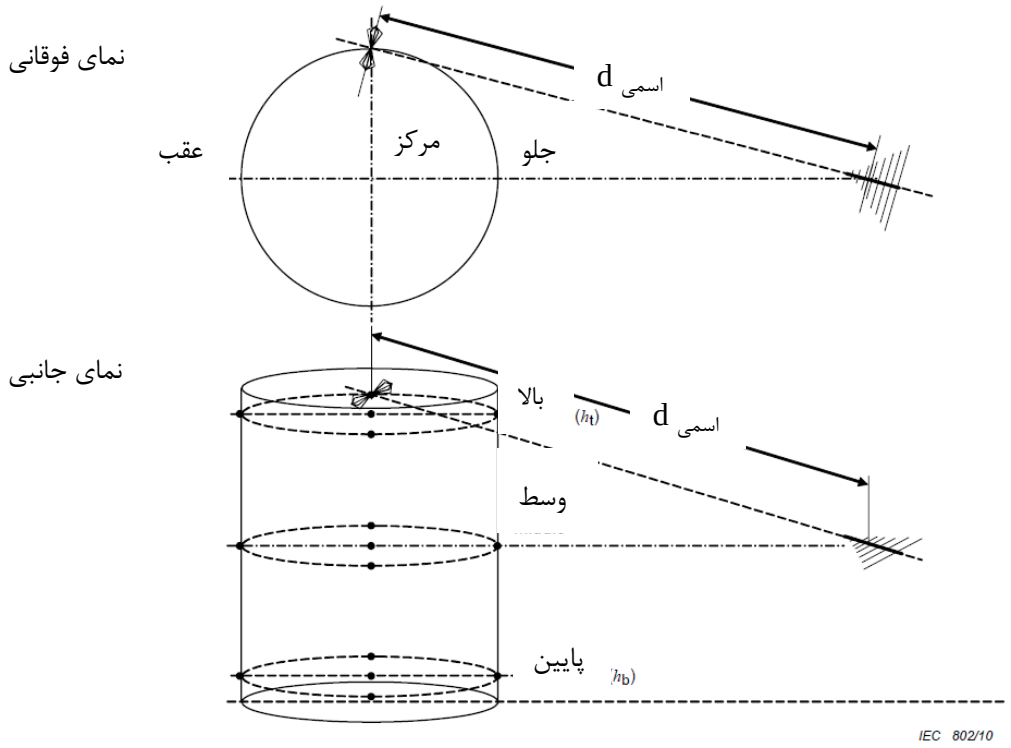
جهت برآورده نمودن الزام فوق، خمش آنتن‌ها در موقعیت‌های خاص لازم می‌شود. (به شکل ۱۲ مراجعه شود)

d_{nominal} } فاصله آزمون مرتبط با حد است؛
فاصله آنتن در روش اجرایی اعتبار سنجی ثابت است؛
فاصله آنتن مطابق روش‌اجرایی واسنجی آن است.

موقعیت ارتفاع آنتن فرستنده در فضای آزمون به صورت زیر تعیین می‌شود:

- «وسط» در جایی ممکنی که در محور مجازی در نیمه ارتفاع و نیمه عرض FAR قرار گرفته است.
- ارتفاع "(h_t)" و کف "(h_b)" در نیمه ارتفاع h_{max} (به جدول ۳ مراجعه شود) منهای نصف اندازه آنتن ارسال کننده (برای مثال ۲۰ سانتی متر برای آنتن دو مخروطی کوچک).

این موقعیت‌های تنظیم شده برای هر دو قطبش عمودی و افقی به کار می‌رود. فاصله بین صفحات بالا و کف و متناظراً فاصله بین جاذب‌های سقف و کف اتاق، توسط عملکرد جاذب آن طور که در آزمون حجمی NSA تعیین می‌شود، داده می‌شود، لیکن به منظور ممانعت تجهیز تحت آزمون از تزویج جاذب، کمینه ۰٫۵ متر تعیین می‌شود.



یادآوری- آنتن افقی، موقعیت بالا سمت راست قطبی

شکل۱۲- یک موقعیت اندازه‌گیری و خمش آنتن برای روش‌اجرایی اعتبار سنجی مکان آزمون

بیشینه اندازه گام برای اندازه‌گیری بسامد گسسته باید به گونه‌ای باشد که در جدول ۴ فهرست شده است:

جدول ۴- گستره‌های بسامد و اندازه گام‌ها

گستره بسامد مگاهرتز	بیشینه گام بسامد مگاهرتز
۳۰ تا ۱۰۰	۱
۱۰۰ تا ۵۰۰	۵
۵۰۰ تا ۱۰۰۰	۱۰

دو روش برای تایید مکان آزمون مجاز است:

الف- روش مکان آزمون مرجع که برای فاصله‌های کم‌تر از ۵ متر لازم است؛
ب- روش NSA که برای فاصله‌های آزمون برابر یا بیش از ۵ متر ترجیح داده می‌شود.
روش‌های اندازه‌گیری SA با هدف ارائه انحراف صفر دسیبل زمانی که در یک مکان آزمون ایده آل اجرا شود. به منظور کاهش عدم قطعیت اندازه‌گیری پیاده‌سازی هر روشی مجاز است، تا وقتی که این روش‌ها با چیدمان و روش‌ها روش‌های اجرایی تعیین شده تضاد نداشته یا هیچ نقصی در مکان آزمون، برای مثال تشدیدها هموار شده، را پنهان نباشد.
عدم قطعیت اندازه‌گیری اعتبار سنجی مکان آزمون را می‌توان با اندازه‌گیری‌های زیر را کاهش داد.
- برای آنتن در حالت قطبش عمودی، کابل‌های شیلد[1] شده باید قبل از این که بر روی زمین قرار گیرند کمینه دو متر در پشت آنتن بسط داده شوند. در صورت امکان، کابل‌ها باید به صورت مستقیم به سمت عقب به اتصال‌دهنده‌های جداره موجود در دیوار اتاق کشیده شوند. روش ممکن دیگر استفاده از فریت‌های گیره‌ای روی کابل‌ها است. گزینه دیگر برای کاهش اثر کابل‌ها، استفاده از پیوندهای نوری است.
- تضعیف‌کننده‌های واقع در واسط‌های آنتن (به طور مثال ۶ دسیبل یا ۱۰ دسیبل) هرگونه اثر عدم تطابق بزرگ امپدانسی در آنتن‌ها را کاهش خواهد داد.
- آنتن‌های دارای بالون با توازن خوب باید استفاده شوند (در این حالت گیرنده وقتی آنتن°۱۸۰ نسبت به محور دید قطر داخلی آن چرخانده شده باشد، تغییرات قرائت شده کم‌تر از ۰٫۵± دسیبل دارد. روش‌های بررسی تصدیق توازن آنتن در زیربند ۴-۵-۳ شرح داده شده اند).
- اگر که این آنتن‌ها بخواهند برای آزمون تجهیز تحت آزمون به کار روند، از آنتن‌های جدا از هم دو مخروطی و LPDA که برای ارزیابی اتاقک استفاده می‌شود (نوع آنتن به MHz ۲۰۰ تغییر یافته است)، آنتن‌ها. یک آنتن ترکیبی (ترکیب دو مخروطی/LPDA) ترکیبی از این دو نوع است و در صورتی که ابعاد مکانیکی‌اش برای فاصله اندازه‌گیری باندازه کافی کوچک باشد نیز می‌تواند استفاده شود.
روش‌اجرایی اعتبار سنجی مکان آزمون FAR باید در فواصل زمانی منظم اجرا شود تا با تغییرات دراز مدت، ویژگی‌های اتاق بررسی شده و زمانی رخ دهد که تغییرات ممکن است بر ویژگی‌های ارسال امواج الکترومغناطیس در اتاق کاملا بی پژواک (FAR) اثر گذارند.

۵-۴-۲-۳-۲ روش مکان آزمون مرجع

اندازه‌گیری‌های SA وسط یک زوج آنتن (آنتن‌های فرستنده و گیرنده) در یک مکان آزمون شبه فضای آزاد به عنوان یک مرجع لازم هستند. روش‌اجرایی تعیین تضعیف مکان آزمون مرجع (A_{Sref}) در زیربند ۵-۴-۲-۳-۳ شرح داده شده است. این روش بیانگر تزویج متقابل آنتن‌ها و اثرات میدان نزدیک است که می‌توانند تاثیر قابل ملاحظه‌ای در فواصل آزمون ۳ متر داشته باشند. تضعیف مکان آزمون مرجع ($A_{S\ ref}(d)$ در فاصله نامی $d_{nominal}$ بین آنتن‌های فرستنده و گیرنده انجام می‌شود.
روش‌اجرایی اعتبار سنجی مکان آزمون برای هر حجم آزمون، در سه گام اجرا می‌شود.

[1] - shield

۱- M_0 سطح مرجع اندازه‌گیری‌شده بر حسب dB(μV) توسط گیرنده است در حالتی که کابل‌ها به یکدیگر متصل شده‌اند. این کار معمولا قبل از سری آزمون‌های حجمی، یک بار انجام می‌شود.

۲- M_1 سطحی اندازه‌گیری‌شده بر حسب dB(μV) توسط گیرنده با آنتن‌های نصب شده‌اند.

تضعیف مکان تایید شده آنتن مکان آزمون $A_{S\,val}$ را می‌توان از اتصال دهنده زیر محاسبه کرد:

$$A_{S\,val} = M_0 - M_1 \qquad \text{بر حسب دسیبل} \qquad (۱۱)$$

۳) انحراف اندازه‌گیری‌شده تضعیف مکان آزمون (ΔA_S) نسبت به تضعیف مکان آزمون مرجع ($A_{S\,ref}(d)$) با استفاده از معادله (۱۲) محاسبه می‌شود.

$$\Delta A_s = A_{S\,ref}(d) - A_{S\,val} \qquad \text{بر حسب دسیبل} \qquad (۱۲)$$

۵-۴-۲-۳-۳ تعیین مرجع مکان آزمون

به منظور درستی اعتبار سنجی مکان آزمون در فاصله‌های کم‌تر از ۵ متر، توصیه می‌شود که برای تعیین مرجع مکان آزمون از زوج آنتن‌های اختصاصی (آنتن‌های فرستنده و گیرنده) استفاده شود. برای این منظور یک مکان آزمون شبیه فضای آزاد مورد نیاز است. این مکان شامل دو پایه آنتن غیر فلزی (چوب یا پلاستیک با اتلاف کم $\varepsilon_r \leq ۲/۵$ و با کوچک‌ترین قطر ممکنی که استقامت مکانیکی را حفظ کند) است که اجازه می‌دهند تا آنتن‌ها در ارتفاع معینی بالای سطح زمین قرار داده شود (شکل ۱۳). برای تحقق عملکرد ۱± دسیبل مکان مرجع ، یک روش ممکن آن است که ارتفاع (h) آنتن‌ها به صورت زیر انتخاب شود:

$$h \geq d \times \frac{8}{3} \qquad (۱۳)$$

که در آن d فاصله آنتن‌ها است.

برای حذف اثر زمین، ارتفاع $h = d \times 8/3$ یا استفاده از جاذب‌های اصلی قرار داده شده بر روی زمین که بسامد کاری را تا ۳۰ مگاهرتز کاهش دهند توصیه شوند.

یادآوری – در فاصله آنتن‌ها برابر ۳ متر و بسامد ۳۰ مگاهرتز مقدار میدان نزدیک ($1/d^2$) به تنهایی یک خطای ۰٫۸ دسیبل برای ارتفاع ۵/۳ بروز می‌دهد . این موضوع توسط هر دو انجمن ملی اندازه‌گیری کشورهای انگلیس و استرالیا تأیید شده است. در مورد مرجع یک مکان آزمون با عدم قطعیتی کم‌تر از ۵ ± دسیبل، در صورتی که هیچ جاذبی بر روی زمین قرار داده نشده باشد، ارتفاع ۸/۳ توصیه می‌شود.

فاصله باید برابر فاصله واقعی $d_{nominal}$ بین آنتن‌هایی باشد که در FAR استفاده شده است. آنتن‌ها باید در قطبش عمودی باشند (قطبش افقی به دلیل تداخل شدیدتر با سیگنال منعکس شده از زمین، نباید استفاده شود). آن یک تقریب خوبی از فضای آزاد است. فاصله هوایی از ساختمان‌ها، درخت‌ها و غیره باید بیش‌تر از $d \times 8/3$ باشد زیرا ممکن است بر آنتن‌های قطبی شده به طورعمودی، اثر بگذارند.

توجه شود که کابل‌های تغذیه آنتن نباید بر نتایج آزمون اثر بگذارند. برای این منظور بهترین راه اجتناب از این کار چیدمان کابل‌ها مطابق شکل ۱۳ یا به کارگرفتن کابل‌های نوری بسامد رادیویی است.

کیفیت چیدمان مرجع، مستقیما بر نتیجه ارزیابی اتاق کاملاً بی پژواک FAR اثر می‌گذارد.

تضعیف مکان آزمون مرجع ($A_{S\,ref}$) در سه گام به شرح زیر مشخص می‌شود.

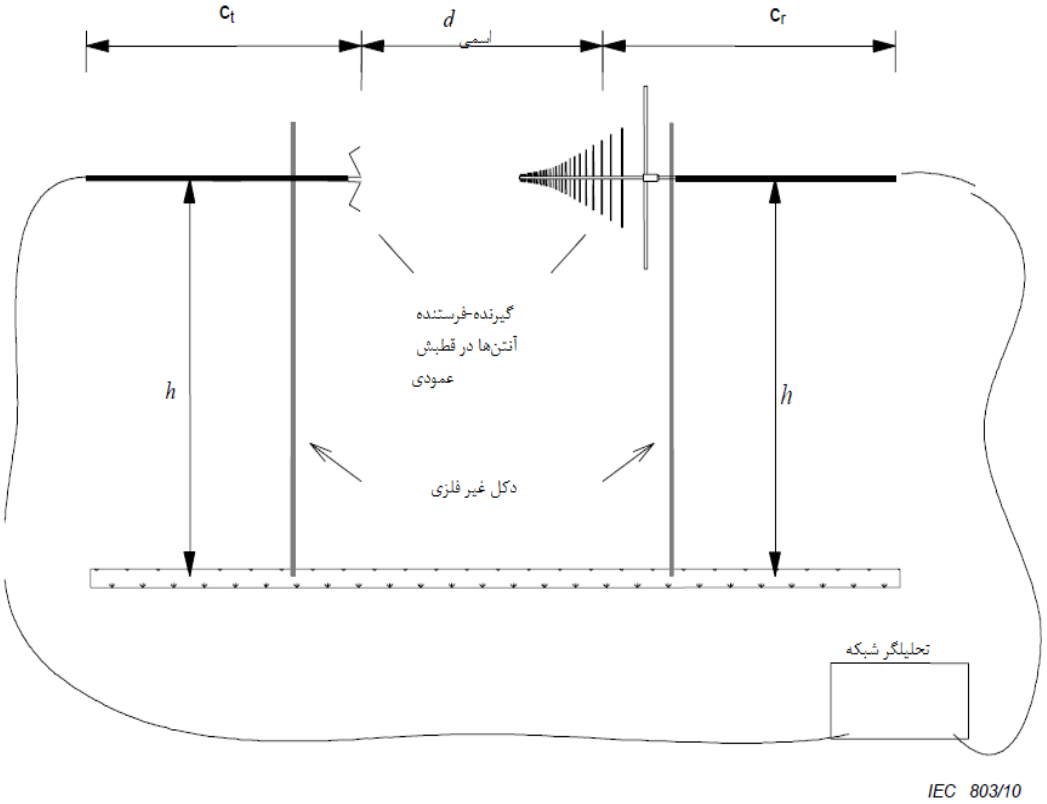
۱- $M_{0\ RS}$ سطح مرجع است که توسط گیرنده بر حسب dB(μV) در حالتی که کابل‌ها بهم متصل شده‌اند اندازه‌گیری‌شده است.

۲- $M_{1\ RS}^{(d)}$ سطحی است که توسط گیرنده بر حسب dB(μV) در حالتی که آنتن‌ها در فاصله مورد نظر $d_{nominal}$ نصب شده‌اند ، اندازه‌گیری‌شده است.

۳- $A_{S\ ref}\ (d)$ بر طبق معادله (۱۴) محاسبه می‌شود

$$A_{S\ ref}\ (d) = M_{0\ RS} - M_{1\ RS}^{(d)} \qquad \text{برحسب دسیبل} \qquad (۱۴)$$

برای اعتبار سنجی مکان آزمون ۳ متری، باید ارتفاع آنتن کمینه ۴ متر بالای سطح زمین باشد که به طور نوعی پایه‌های آنتن قابل کنترل از راه دور، برای اندازه‌گیری‌های گسیل این قابلیت را دارند. در این مورد باید جاذب‌های الکترومغناطیسی بر روی زمین بین آنتن‌ها قرار داده شود و گستردن وصله جاذب در تمام جهات سطوح کمینه آنتن‌ها انجام شده باشد و باید ثابت شود که شرایط فضای شبیه آزاد مطابق تعریف مندرج در زیربند ۵-۴-۱، برآورده شده است. برای اعتبار سنجی مکان آزمون با d بزرگ‌تر از ۳ متر، باید از معادله $h > d \times 8/3$ استفاده شود یا از چیدمانی استفاده شود که تضعیف مکان آزمون مرجع را به طور کامل ±۱ دسیبل نشان دهد.



راهنما

$d_{nominal}$ فاصله اعتبارسنجی

h ارتفاع آنتن‌ها در بالای یک صفحه زمین یا بالای سطح زمین است

c_t, c_r کابل‌های تغذیه هم محور برای آنتن فرستنده و گیرنده است که به طور افقی در پشت آنتن قرار گرفته اند تا نزدیکی فاصله ۲ متری در حدی که از نظر فیزیکی امکان داشته باشد. در یک اتاق کاملاً بی

پژواک FAR، کابل‌ها را به طور افقی و تا آنجا که ممکن است ترجیحاً مستقیم از میان سوراخی در دیوار اتاقک بگذرانید یا این که از فیبر نوری متصل به یک اتصال نوری بسامد رادیویی بر روی خروجی آنتن، استفاده کنید.

یادآوری - تضعیف مکان آزمون مرجع برای تمام شکل‌های هندسه شکل ۱۳، جداگانه به دست می‌آید.

شکل ۱۳- چیدمان اندازه‌گیری تضعیف مکان آزمون مرجع نوعا فضای آزاد

۵-۴-۲-۴-۳ روش تضعیف هنجار شده مکان آزمون NSA

در این روش‌اجرایی ضرایب فضای آزاد آنتن‌های فرستنده و گیرنده لازم هستند. اعتبارسنجی مکان آزمون برای هر موقعیت اندازه‌گیری، در چهار مرحله زیر انجام می‌شود.

۱- M_0 سطح مرجعی است که توسط آنتن گیرنده در حالتی که کابل‌ها به هم متصل شده‌اند اندازه‌گیری‌شده است.

۲- M_1 سطحی است که توسط آنتن گیرنده در حالت نصب، اندازه‌گیری‌شده است.

۳) تضعیف هنجار شده اندازه‌گیری‌شده NSA ($A_{\mathrm{N\ means}}$) بر طبق معادله (۱۵) برحسب دسیبل محاسبه می‌شود

$$A_{\mathrm{N\ meas}} = M_0 - M_1 - F_{\mathrm{aT}} - F_{\mathrm{aR}} \quad \text{برحسب دسیبل} \qquad (۱۵)$$

که در آن F_{aT} و F_{aR} ضرایب فضای آزاد آنتن بر حسب dB/m هستند.

۴) انحراف ΔA_{N} بر حسب دسیبل طبق معادله (۱۶) محاسبه می‌شود.

$$\Delta A_{\mathrm{N}} = A_{\mathrm{N\ means}} - A_{\mathrm{N\ theo}} \qquad (۱۶)$$

که در آن $A_{\mathrm{N\ theo}}$ با استفاده از معادله (۱۰) محاسبه می‌شود و ΔA_{N} با معیار NSA مقایسه می‌شود، به طور مثال ۴± دسیبل به طوری که در زیربند ۵-۴-۳ تصریح شده است.

یادآوری – فاصله d بین نقاط مرجع آنتن‌های فرستنده و گیرنده (که با واسنجی آنتن معین می‌شود) به عنوان d_{nominal} مورد استفاده قرار می‌گیرد است. فاصله موثر بین آنتن‌ها با بسامد تغییر می‌کند که به‌دلیل موقعیت‌های مرکز فاز آنتها است. اتلاف انتقال با نسبت فاصله موثر به d_{nominal} جبران می‌شود.

۵-۴-۳ معیارهای اعتبارسنجی مکان آزمون

اندازه‌گیری یک مکان آزمون باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشد:

- انحراف‌های SA یا NSA [معادله (۱۲) یا معادله (۱۶)] باید کم‌تر از ۴± دسیبل برای هر دو قطبش افقی و عمودی و برای هر موقعیت اندازه‌گیری و بسامد اندازه‌گیری باشد؛
- بودجه عدم قطعیت ارزیابی مکان آزمون بر طبق توصیه‌های CISPR 16-4-2 باید گزارش شده و باید همان اجزایی را داشته باشند که برای اندازه‌گیری‌های شدت میدان بر روی مکان‌های آزمون دیگر دارای صفحه زمین لازم است.

۵-۵ ارزیابی میز چیدمان و دکل آنتن

۵-۵-۱ کلیات

یک میز چیدمان آن طور که در بند ۵ پیوست ت مشخص شده است عموماً تجهیز تحت آزمون را در موقعیت‌های اندازه‌گیری گسیل تابشی قرار می‌دهد. شکل، ساختار و گذردهی الکتریکی مواد میز چیدمان می‌تواند بر نتایج اندازه‌گیری شدت میدان تاثیرگذار باشد. زیربندهای ذیل (به طور مثال ۵-۵-۲) یک روش‌اجرایی برای تعیین اثر میز چیدمان برای گستره بسامد ۳۰ مگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز و برای تخمین سهم آن در عدم قطعیت مربوط به اندازه‌گیری‌های شدت میدان، را شرح می‌دهند. باید برای هر میز چیدمان با ارتفاع بیش‌تر از ۰٫۱۵ متر، یک ارزیابی انجام شود.

یادآوری – فقط قطبش افقی یک آنتن فرستنده واقع در بالای میز چیدمان، در ارزیابی استفاده می‌شود. قطبش افقی در مقابل قطبش عمودی تاثیر پذیری بیشتری نسبت به میز چیدمان دارد.

دکل آنتن نیاز به ارزیابی اضافی ندارد زیرا اثرات اختلال، در اندازه‌گیری NSA (به زیربند ۵-۲-۶ مراجعه شود) و در اندازه‌گیری S_{VSWR} (به زیربند ۸-۳ مراجعه شود) لحاظ خواهد شد.

۵-۵-۲ روش‌اجرایی ارزیابی اثرات میز چیدمان

به منظور ارزیابی اثرات میز چیدمان، دو اندازه‌گیری ارسال اولی با دومی بدون حضور میز چیدمان انجام می‌شود. در طی این دو اندازه‌گیری، یک آنتن فرستنده در آرایش خاصی قرار داده می‌شود. تفاوت بین نتایج اندازه‌گیری‌ها با و بدون میز چیدمان، تخمینی از اثر ناشی از میز چیدمان را به دست می‌دهد. روش‌اجرایی اندازه‌گیری به شرح زیر است.

میز چیدمان باید در موقعیت معمولی بر روی مکان آزمون طوری قرار داده شود که بزرگ‌ترین بعد آن (یعنی قطر آن در مورد میز چیدمانی که سطحش مستطیلی باشد و شعاع آن در مورد میزی که سطحش دایره ای باشد) به طور مستقیم به سمت آنتن گیرنده باشد (به شکل ۱۴ مراجعه شود).

برای بسامدهای تا ۱ گیگاهرتز، باید از یک آنتن دو مخروطی کوچک با طولی کم‌تر از ۰٫۴۰ متر استفاده شود. برای بسامدهای بیش از ۱ گیگاهرتز، باید از یک آنتن منطبق با زیربند ۸-۳-۳-۱ (برای مثال یک آنتن دو قطبی پهن باند) استفاده شود.

برای تعیین مکان آنتن فرستنده، به شکل۱۴ و شکل ۱۵ مراجعه شود. آنتن باید در بالای میز چیدمان با قطبش افقی و با ۰٫۱ متر فاصله بین سطح میز و نقطه مرجع آنتن (بالون) قرار داده شود. آنتن باید در موقعیتی باشد که نقطه مرجع در بین مرکز و لبه سطح میز چیدمان باشد و در راستای آنتن گیرنده قرار گیرد. برای تغذیه آنتن یک مولد سیگنال استفاده می‌شود. آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید طوری هم‌تراز شوند که عنصرهای آنها موازی یکدیگر و عمود بر محور اندازه‌گیری باشد. در طی اندازه‌گیری، گام‌های بسامدی باید کم‌تر یا برابر ٪ ۰٫۵ بالاترین بسامد استفاده شده باشد. ولتاژ آنتن گیرنده باید کمینه ۲۰ دسیبل بالاتر از سطح نوفه تجهیزات اندازه‌گیری باشد. تاثیر کابل‌کشی را می‌توان با استفاده از کابل‌های دراز یا با به کار گرفتن لوله‌های فریت به کمینه رساند. معمولا کمینه طول ۲ متر از کابل‌ها به طور افقی به

سمت پشت آنتن مسیردهی می‌شود در هر یک از دو روش، چنانچه مسیر کابل بیش از ۰٫۵ متر از مکان اصلی‌اش تغییر کند، ولتاژ گیرنده بیش‌تر از ۰٫۳ دسیبل تغییر نکند می‌توان از تاثیر آن چشم پوشی نمود.

مثال – یک کابل با فریت لوله‌ای که به طور افقی به طول ۱٫۶ متر کشیده شده است. برای بررسی اثر کابل، مجدداً کابل را کشیده و در فاصله ۲٫۱ متری از اتصال به آنتن، به طور عمودی رها می کنیم. سپس شدت میدان دوباره اندازه‌گیری می‌شود تا مشخص شود که اثر کابل بیش از ۰٫۳ دسیبل نباشد.

هدف این است که در چیدمان اندازه‌گیری هیچ تغییری به جز حضور یا عدم حضور میز، تاثیرگذار نباشد. آنتن فرستنده و کابلی که آن را به مولد سیگنال وصل می‌کند باید طوری در مکان‌های تعیین شده محکم شده باشند که با یا بدون حضور میز، درست در همان جاهای خودشان باقی بمانند. برای نگهداشتن آنتن فرستنده و کابل باید همان‌طور که در طی اندازه‌گیری‌های NSA یا S_{VSWR} استفاده می‌شود، یک میله پایه، سه پایه یا دکل به کار گرفته شود.

ارتفاع‌ها و فاصله‌های آنتن باید به شرح زیر باشند:

- در مورد تمام بسامدها، فاصله بین آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید به همان اندازه‌ای باشد که برای اندازه‌گیری اختلال تابشی لازم است.
- در بسامد ۱ گیگاهرتز یا کم‌تر، اندازه‌گیری‌ها باید از کمینه ۲۰۰ مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز انجام شوند. در یک OATS یا SAC ، ارتفاع آنتن گیرنده، همان‌طور که در اندازه‌گیری گسیل تابشی (عموماً بین ۱ متر و ۴ متر) لازم است باید پویش شود
- در اتاقک کاملا بی‌پژواک، آنتن گیرنده باید در ارتفاع لازم جهت اندازه‌گیری اختلالات تابشی قرار گیرد.

یادآوری – در کم‌تر از ۲۰۰ مگاهرتز، وقتی که این روش‌اجرایی تایید می‌شود، اثر میز چیدمان قابل چشم پوشی است.

- در بالاتر از ۱ گیگاهرتز، اندازه‌گیری‌ها باید در همان گستره بسامدی مشابه (به طور مثال ۱ گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز) انجام شوند و ارتفاع آنتن باید تنظیم شود (برای مثال ۱ متر تا ۴ متر)، همان‌طور که در مورد اندازه‌گیری اختلال تابشی لازم است.
- مقدار تفاوت بین نتایج دو اندازه‌گیری در هر گام بسامد، که بر حسب دسیبل به صورت $\Delta(f)$ نوشته

می‌شود باید با استفاده از معادله (۱۷) محاسبه می‌شود.

$$\Delta(f) = |V_{R,with}(f) - V_{R,without}(f)| \qquad (۱۷)$$

که در آن

$V_{R,with}(f)$ بیشینه ولتاژ در آنتن گیرنده در بسامد خاص، به $dB(\mu V)$ است و در حضور میز چیدمان اندازه‌گیری‌شده است؛

$V_{R,without}(f)$ بیشینه ولتاژ در آنتن گیرنده در بسامد خاص که به $dB(\mu V)$ است و در غیاب میز چیدمان اندازه‌گیری‌شده است.

بیشینه مقدار تفاوت بین نتایج دو اندازه‌گیری ثبت شده در سر تا سر گستره بسامد که به صورت Δ_{max} نوشته و برحسب dB بیان می‌شود به عنوان برآورد بیشینه انحراف به کارمی‌رود. این مقدار باید مطابق با معادله (۱۸) محاسبه شود.

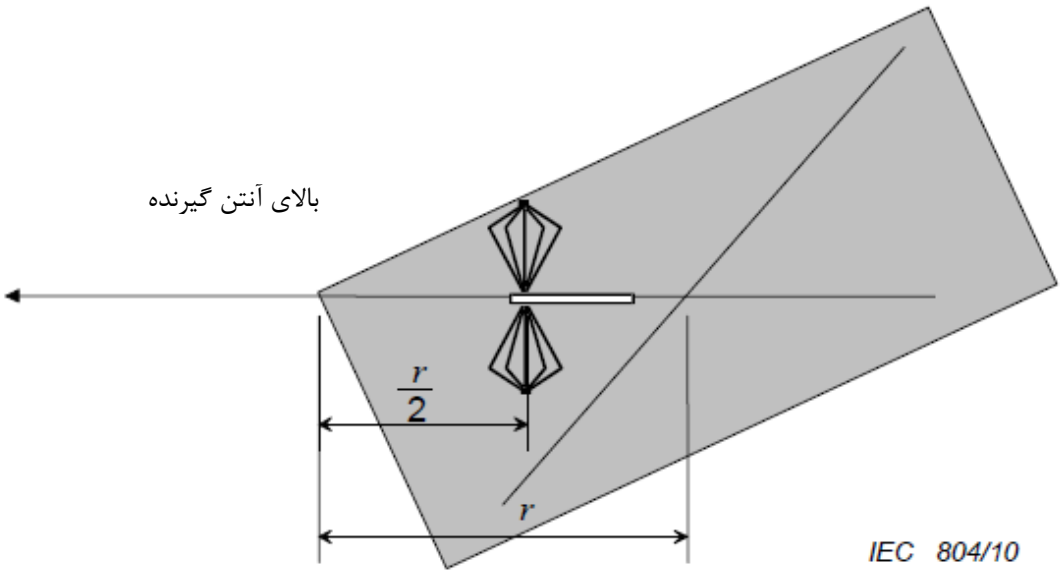
$$\Delta_{max} = \max| V_{R,with}(f) - V_{R,without}(f)| \quad (۱۸)$$

عدم قطعیت استاندارد u_{table} که از میز چیدمان ناشی می‌شود از طریق فرض یک توزیع مستطیلی برای تفاوت بیشینه اندازه‌گیری Δ_{max} (بر حسب dB) برآورد می‌شود. بنابراین u_{table} (برحسب dB) می‌تواند با استفاده از معادله (۱۹) محاسبه شود.

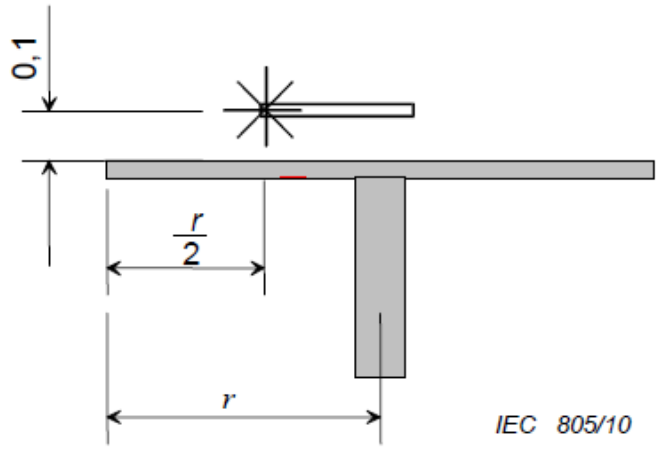
$$u_{table} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_{max} \quad (۱۹)$$

کمیت u_{table} باید اندازه‌گیری و در بودجه عدم قطعیت (به استاندارد CISPR 16-4-2 مراجعه شود) در گستره های بسامدهای زیر لحاظ شود:

- ۲۰۰ MHz تا ۱ GHz؛
- ۱ GHz تا ۶ GHz؛
- ۶ GHz تا ۱۸ GHz.



شکل ۱۴- موقعیت آنتن نسبت به لبه بالایی یک میز چیدمان مستطیلی(از زاویه بالا)



شکل ۱۵- موقعیت آنتن در بالای میز چیدمان (از پهلو)

یادآوری – ساختار میز چیدمان و نوع مواد آن، در بین آزمایشگاه های آزمون مختلف تغییر خواهد کرد. کافی است که بدترین مورد مقدار Δ (یا $V_{R,with}$) را در تعیین u_{table} مشخص کنید.

۶ محفظه اتاقک (اتاقک)[1] منعکس کننده برای اندازه‌گیری کامل توان تابشی

۶-۱ کلیات

برای برخی از انواع تجهیزاتی که در گستره بسامد مایکروویو کار می‌کنند، به دلیل وجود الگوهای تابشی سه بعدی پیچیده که نسبت به شرایط کار تجهیزات و محیط اطراف آن‌ها حساسند، اندازه‌گیری توان تابشی کامل با در نظر گرفتن پارامترهای مهم به منظور کنترل تداخلات است. این پارامتر را می‌توان با قرار دادن تجهیز تحت آزمون در یک اتاقک مناسب که دارای دیوارهای فلزی است, اندازه‌گیری کرد. به منظور اجتناب از اثرات امواج ساکن، که با قرار گرفتن در اتاقک به گونه ای دیگر توزیع غیر یکنواختی از چگالی انرژی را ایجاد می کنند همزن‌های گردانی نصب می‌شوند. اندازه، شکل و موقعیت مناسب قرار گرفتن آن‌ها، سبب می‌شود تا چگالی انرژی در هر مکانی از اتاقک به طور تصادفی با یک قانون توزیع آماری ثابت فاز، دامنه و قطبش، تغییر کند.

۶-۲ اتاقک

۶-۲-۱ اندازه و شکل اتاقک

ابعاد طولی اتاقک باید نسبت به طول موج پایین‌ترین بسامد مورد نظر، بزرگ باشد. همچنین اتاقک باید باندازه کافی بزرگ باشد که تجهیزات مورد آزمون، همزن‌ها و آنتن‌های اندازه‌گیری در آن جا بگیرند. اندازه تجهیزات مایکروویو متنوع است و از اجاق رومیزی کوچک با حجمی حدود ۰/۲ m^3 تا دستگاه‌های بزرگ با ارتفاع ۱/۷ متر و پایه ۷۶۰ میلی متری تغییر می‌کند. اتاقک می‌تواند هر شکلی داشته باشد مشروط بر این

1 - chamber

که هر سه بعد آن از یک مرتبه باشند. این سه بعد ترجیحاً بهتر است متفاوت باشند. برای پایین‌ترین بسامد ۱ گیگاهرتز، حجم اتاقک باید کمینه $8\ m^3$ باشد. ابعاد واقعی بستگی به ویژگی‌های فیزیکی اتاقک دارند. برای روش آزمون مناسب بودن اتاقک، به زیربند ۶-۲-۴ مراجعه شود.

دیوارها و همزن‌ها باید فلزی باشند. اتصالات بین اجزای فلزی باید از نظر مکانیکی سالم و در تمام طولشان دارای مقاومت الکتریکی کمی باشند و هیچ خوردگی در سطحشان نباشد. در داخل اتاقک نباید هیچ ماده جاذبی نظیر چوب قرار داده شود.

۶-۲-۲ در، منافذ دیوارها و قلاب‌های اتصال اشیا

در محفظه باید به قدر کافی بزرگ باشد که اجازه رفت و آمد را به کاروَر و تجهیزات بدهد. در باید به سمت بیرون باز شود و کاملاً محکم بسته شود تا هدر رفتن انرژی را به کمینه برساند. برای این که نصب آنتن‌های فرستنده و گیرنده در داخل اتاقک آسان شود، نصب زانویی‌ها بر روی دیوارها مجاز است.

۶-۲-۳ همزن‌ها

۶-۲-۳-۱ کلیات

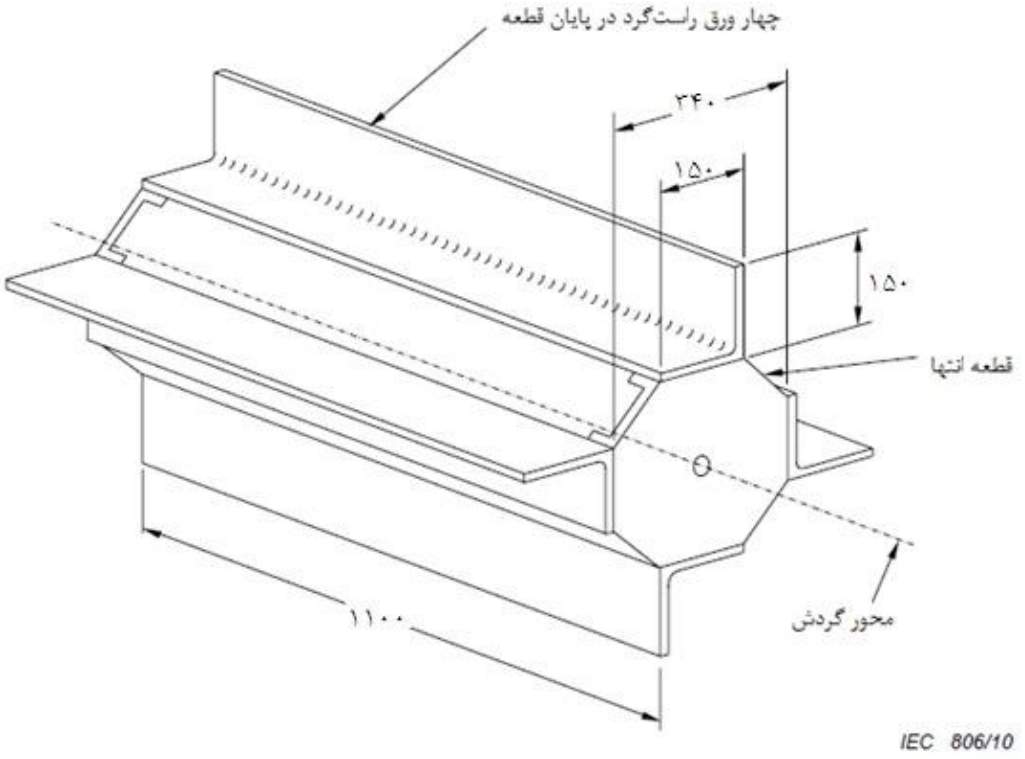
در ادامه دو مثال از همزن‌ها شرح داده شده است. شکل‌های دیگر به شرط آن که کارآیی همزن مطابق معیار مندرج در زیربند ۶-۲-۴ باشد، جایز است.

۶-۲-۳-۲ پره‌های گردان

در صورت استفاده از پره‌های گردان، دو پره را با ید روی دیوارهای مجاور اتاقک قرارداد و فاصله‌اشان از دیوارها حداقل ۱/۴ بیشینه‌ی طول موج مورد استفاده باشد. آن‌ها باید به حد کافی ضخیم باشند که خم نشوند و دارای بیشینه طولی باشند که اندازه دیوارها اجازه می‌دهند و عرضشان نیز باید حدود ۱/۵ برابر طولشان باشد.

۶-۲-۳-۳ پاروهای گردان

اگر از پاروهای گردان استفاده می‌شود، دو یا سه پارو بر روی دیوارهای اتاقک نصب می‌شوند. پاروها باید متقابلا نسبت به هم عمود باشند. پاروها می‌توانند دارای ظاهری که در شکل ۱۶ نشان داده شده است باشند و حول محوری موازی با طولشان بچرخند. قطر فضای پیچ دار لوله مانند باید کمینه برابر بیشترین طول موجی باشد که استفاده می‌شود و طول‌ها باید به مقداری که اندازه دیوارها اجازه می‌دهند, بزرگ باشند. ساختار پارو باید محکم باشد و خم نشود.



شکل ۱۶- مثالی از یک همزن پارویی مخصوص

۶-۲-۳-۴ سرعت چرخش

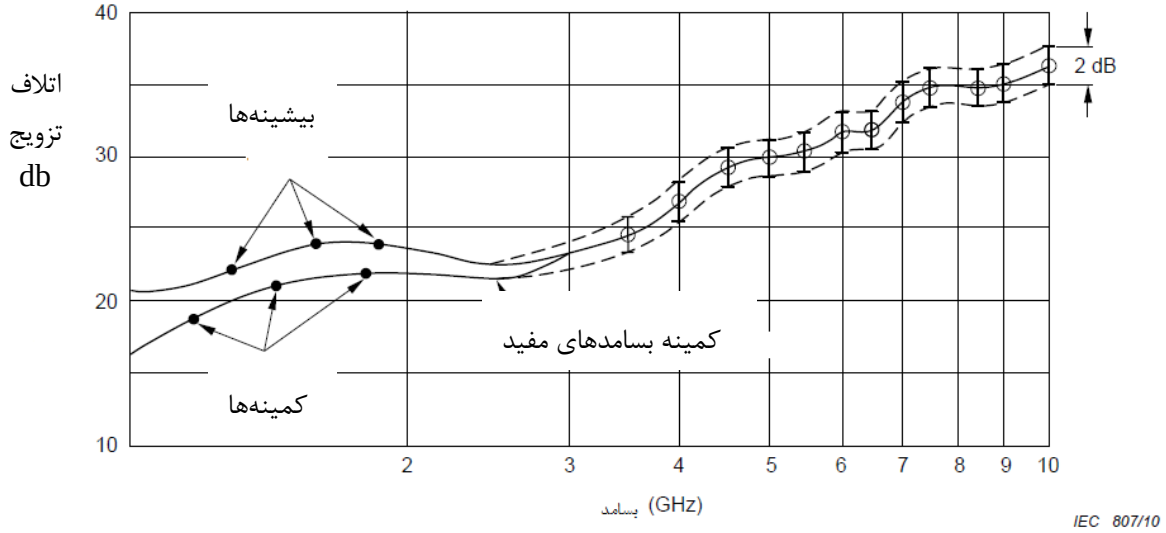
سرعت چرخش همزن‌ها باید متنوع باشد. طولانی‌ترین زمان برای یک بار چرخش همزن‌ها باید کم‌تر از ۱/۵ برابر زمانی باشد که تجهیزات اندازه‌گیری‌کننده کارشان را تکمیل می‌کنند. برای تجهیزات اندازه‌گیری که در زیر بند ۶-۲-۵ شرح داده شده اند، نرخ مناسب بین ۵۰ تا ۲۰۰ دور در دقیقه است. موتورهایی که همزن‌ها را می‌گردانند، به همراه چرخ دنده‌های تبدیل آن‌ها بهتر است در بیرون دیوارهای اتاقک باشند.

۶-۲-۴ آزمون برای کارآیی همزن‌ها

توزیع مطلوب یکنواخت انرژی در اتاقک اتاقک، با ملایم کردن تغییرات بسامدی تضعیف تزویج (مشروح در زیربند ۶-۲-۵) نشان داده شده است. در بسامدهای پایین، به دلیل طول موج‌های بلند تر، دستیابی به این یکنواختی مشکل‌تر است و کمینه‌ها و بیشینه‌های چشمگیری وجود دارد. هر چه کارآیی همزن‌ها بیش‌تر باشد، این کمینه‌ها و بیشینه‌ها کوچک‌تر و بنابراین بسامد قابل استفاده پایین‌تر خواهد بود.

تضعیف تزویج بر روی گستره بسامد قابل استفاده اتاقک اندازه‌گیری می‌شود. در بسامدهای پایینتر، در مواردی که بیشینه و کمینه قابل مشاهده‌اند، مقادیر باید در فواصل حدوداً ۱۰۰MHz اندازه‌گیری شوند. سپس آنتن دریافت‌کننده ثابت مانده و آنتن ارسال کننده در فاصله‌های ۴۵° چرخانده شده و آزمون برای تمامی موقعیت‌ها و بسامدها تکرار می‌شود. کل آزمون باید دوباره در حالتی که آنتن گیرنده ۹۰° چرخیده شده، تکرار شود. همزن‌ها را وقتی می‌توان رضایت‌بخش دانست که: (۱) محدوده

نمودار کمینه‌ها و بیشینه‌ها، در هر موقعیتی از آنتن فرستنده بیش از dB ۲ نباشد، و (۲) متوسط چهار نمودار در داخل یک محدوده dB ۲ یا کم‌تر باشد. شکل ۱۷ نتیجه یک نمونه را نشان می‌دهد.



یادآوری – تمام نقاط اندازه‌گیری‌شده بهتر است در محدوده dB ۲ که با نقطه چین علامتگذاری شده است قرار گیرند.

شکل ۱۷- گستره تضعیف تزویج شده به عنوان تابعی از بسامد برای اتاقکی که از همزن نشان داده شده در شکل ۱۶ استفاده می‌کند.

۶-۲-۵ تضعیف تزویج

تضعیف تزویج یک اتاقک عبارت است از تلفات جاگذاری که بین پایانه‌های آنتن‌های ارسال کننده و دریافت‌کننده درون اتاقک، اندازه‌گیری می‌شود. برای تغذیه توان به آنتن فرستنده با تلفات کم (به طور مثال یک آنتن شیپوری) که در داخل اتاقک یا روی دیواری از آن قرار دارد، از یک مولد سیگنال واسنجی شده که بتوان خروجی توان آن را دقیقا اندازه گرفت، استفاده می‌شود. قرار دادن یک آنتن گیرنده در هر نقطه‌ای از اتاقک مجاز است، به شرط این که کمینه ۱٫۴ طول موج از دیوارها فاصله داشته و به سمت آنتن فرستنده و به سمت نزدیکترین دیوار اتاقک نشانه نرفته باشد و یا با هیچ یک از محورهای اتاقک همتراز نباشد.

یک تقویت کننده بسامد رادیویی با نوفه کم از طریق یک پالایه بالاگذر به آنتن گیرنده متصل می‌شود و خروجی آن از طریق یک پالایه میان‌گذر به یک آشکارساز دیودی وصل می‌شود. پالایه میان‌گذر باید دارای بسامد قابل تنظیم و پهنای باند تعیین شده باشد. خروجی آشکارساز به قرائت کننده قله ولت متر که با زمان نگهداشت قله معین شده است، وصل می‌شود (زمان نگهداشت، بستگی به تجهیزاتی دارد که آزمون می‌شوند). برای این اندازه‌گیری، می‌توان از یک تحلیل‌گرطیف نیز استفاده کرد. توان جذب شده توسط آنتن فرستنده، P، یادداشت می‌شود. سپس مولد سیگنال به ورودی تقویت کننده با نوفه کم متصل شده و توان خروجی آن، p ، طوری تنظیم می‌شود تا همان مقدار روی ولتمترخوانده شود. توان جذب شده توسط

تقویت کننده با نوفه کم ، یادداشت می‌شود. تضعیف تزویج از اتصال دهنده ۱۰log(P/p) dB به دست می آید.

۷ سلول‌های TEM برای مصونیت در برابر اندازه‌گیری اختلال تابشی

اندازه‌گیری‌های مصونیت تابشی می‌تواند در موجبر TEM با استفاده از روش‌های تعیین شده در استاندارد IEC 61000-4-20 انجام شود.

۸ مکان‌های آزمون برای اندازه‌گیری شدت میدان اختلال رادیویی برای گستره بسامد ۱ GHz تا ۱۸ GHz

۸-۱ کلیات

مکان آزمون باید متکی بر شرایط بی پژواک باشد. جهت رسیدن به این شرایط فضای آزاد، ممکن است به‌کارگیری مواد جاذب و/ یا افزایش ارتفاع EUT لازم شود.

یادآوری – در مورد آزمون‌های تجهیزات ایستاده روی زمین، ممکن است شرایط بی پژواک در نزدیکی زمین حاصل نشود.

۸-۲ مکان آزمون مرجع

مکان آزمون مرجع باید یک مکان آزمون فضای آزاد در محوطه باز (FSOATS) همراه با تمهیداتی باشد جهت اطمینان از این که انعکاس‌ها بر اندازه‌گیری اثر نمی‌گذارند.

یادآوری – FSOATS مفهوم کلی مکان آزمون است. یک تقریب عملی به آن، یک FAR است که الزامات اعتبار سنجی ارائه شده در زیر را برآورده کند.

۸-۳ اعتبار سنجی مکان آزمون

۸-۳-۱ کلیات

مکان آزمون باید برای اندازه‌گیری‌های میدان الکترومغناطیسی تابشی در بسامد ۱گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز در صورتی تایید شود که منطبق با معیارهای ارائه شده در زیربند ۸-۳-۲ باشد؛ زیربند ۸-۳-۳ روش‌اجرایی تایید مکان آزمون را ارائه می‌دهد. به منظور آزمون کردن بر طبق استانداردهای CISPR، اندازه‌گیری‌های اعتبار سنجی مکان آزمون باید از ۱ گیگاهرتز تا بیشینه بسامدی مورد استفاده در مکان آزمون به کار گرفته می‌شود؛ این بیشینه بسامد باید کمینه ۲ گیگاهرتز باشد.

مکان‌های آزمونی که برای اندازه‌گیری‌ها در بسامد ۱ گیگاهرتز تا ۱۸گیگاهرتز استفاده می‌شوند باید دارای طراحی باشد که اثر انعکاس‌ها بر روی سیگنال دریافتی را به کمینه برساند؛ به طور مثال یک اتاقک بی پژواک. چنانچه مکان آزمون طوری طراحی نشده است که شرایط کاملاً بی پژواک را فراهم آورد، مثل یک اتاقک نیمه بی پژواک، استفاده از مواد جاذب برای پوشش قسمتی از صفحه زمین فلزی همان‌طور ضرورت دارد که زیر شرح داده شده است،.

در مواردی که حجم آزمون از کف رسانای تأسیسات به بالای EUT فراتر می رود، که ممکن است برای تاسیساتی که عمدتاً جهت آزمون EUT های ایستاده روی زمین استفاده می شوند امری عادی باشد؛ برای

تایید مکان آزمون باید تا جایی که لازم است، جاذب ها در حجم آزمون قرار داده شوند. جهت آماده سازی آزمون تجهیزات ایستاده روی زمین که نمی‌توانند در بالای صفحه زمین قرار گیرند، پرتو افشانی حجم آزمون تا ارتفاع ۳۰ سانتیمتری ممکن است توسط جاذب مستقر بر روی صفحه زمین مسدود شود.

در طی آزمون گسیل یک EUT ایستاده روی زمین، ممکن است جاذب روی زمین مورد استفاده در تایید مکان آزمون از محوطه خیلی نزدیک (جای پایه) EUT و تا ۱۰سانتیمتر اطراف پایهEUT برداشته شود.

در تأسیساتی که حجم آزمون بیش از ارتفاع مواد جاذب در ساختمان‌هایی است که برای آزمون تجهیزات روی میزی استفاده می‌شوند عادی به حساب می‌آید جاذب را ممکن است هم برای اعتبار سنجی مکان آزمون و هم برای آزمون‌های تجهیزات، در زیر حجم آزمون قرار داد. گزارش تایید مکان آزمون باید شامل عکس‌های طرز قرارگیری جاذب‌ها و مکان‌های آنتن ارسال کننده/ دریافت‌کننده باشد.

تایید مکان آزمون با اندازه‌گیری‌های به اصطلاح نسبت موج ساکن ولتاژ مکان آزمون (S_{VSWR})[1] انجام می‌شود. روش تایید مکان آزمون، یک حجم آزمون مفروض برای ترکیب خاصی از مکان آزمون، آنتن دریافت‌کننده، فاصله آزمون (مشروح در استاندارد CISPR 16-2-3) و مواد جاذب قرار گرفته بر روی صفحه زمین را در صورت لزوم به انطباق با معیار مندرج در زیربند ۸-۳-۲، ارزیابی می‌کند.

تاثیرات دکل آنتن دریافت‌کننده در جایی که برای آزمون‌های تایید مکان آزمون استفاده می‌شود و اشیایی که به طور دائم در حجم آزمون ثابت‌اند (همچون میز گردانی که به طور ثابت نصب باشد)، در این روش اجرایی تایید مکان آزمون، ارزیابی و گنجانده می‌شوند. اشیاء جا به جا شدنی نظیر یک میز آزمون قابل جا به جا شدن، در صورتی که قرار باشد اثر آنها به طور جداگانه با استفاده از روش‌های اجرایی دیگری مندرج در زیربند ۵-۴ این استاندارد ارزیابی شود، لازم نیست که در مدت آزمون‌های تایید مکان آزمون در جایشان باشند.

استاندارد CISPR 16-2-3، شرحی از روش اندازه‌گیری EUT مورد استفاده برای آزمون در گستره یک گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز را ارائه می‌دهد. هدف از روش‌اجرایی S_{VSWR}، بررسی اثر انعکاس‌هایی است که ممکن است به یک EUT دارای اندازه و شکل اختیاری که در داخل حجم آزمون قرار گرفته، برخورد کنند که با استفاده از این روش اجرایی ارزیابی می‌شود.

S_{VSWR} عبارت است از نسبت بیشینه سیگنال دریافت شده به کمینه سیگنال دریافت شده ناشی از تأثیر بین سیگنال‌های مستقیم (خواسته شده) و سیگنال‌های انعکاسی، یا

$$S_{VSWR} = \frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{V_{max}}{V_{min}} \qquad (۲۰)$$

که در آن

E_{max} و E_{min} بیشینه و کمینه سیگنال های دریافتی، و

V_{max} و V_{min} ولتاژهای اندازه‌گیری متناظر آنها هستند وقتی که از گیرنده یا تحلیل گر طیف برای دریافت استفاده می‌شود.

1 - site voltage standing-wave ratio

در روش‌اجرایی‌هایی که در زیر آمده است، معمولا واحد دسی بل (dB) برای اندازه‌گیری‌ها و محاسبات به کار می‌رود. در این مورد، S_{VSWR} از اتصال دهنده زیر به دست می آید.

(۲۱)

$$S_{VSWR,\,dB} = 20\ log\left(\frac{V_{max}}{V_{min}}\right) = 20\ log\left(\frac{E_{max}}{E_{min}}\right) = V_{max,dB} - V_{min,dB} = E_{max,dB} - E_{min,dB}$$

یادآوری ۱ – زمانی که دسی بل به کار می رود، ممکن است SVSWR, dB به عنوان تفاوت بیشینه و کمینه سیگنال دریافتی برحسب واحدهای dBm، dB(μV) یا dB(μV/m) ، که مناسب تجهیزات یا تشخیص سیگنال مورد استفاده باشد، در نظر گرفته شود.

یادآوری ۲- مقدار SVSWR یا SVSWR, dB به طور جداگانه از سیگنال بیشینه و کمینه به دست آمده در هر بسامد و قطبش برای مجموعه ای از ۶ اندازه‌گیری همان‌طور که در زیربند ۸-۳-۳ شرح داده شده است، محاسبه می‌شود.

۸-۳-۲ معیار قبولی برای تایید مکان آزمون

S_{VSWR} به طور مستقیم مربوط به اثرات بازتاب‌های ناخواسته می‌شود. معیار قبولی تایید مکان آزمون در ۱ گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز عبارت است از:

S_{VSWR} : 2:1, or $S_{VSWR,\,dB}$: 6,0 dB,

برای S_{VSWR} که بر طبق روش‌های اجرایی مندرج در زیربند ۸-۳-۳ اندازه‌گیری‌شده است.

۸-۳-۳ روش‌های تایید مکان آزمون – ارزیابی SVSWR

۸-۳-۳-۱ الزامات آنتن

۸-۳-۳-۱-۱ کلیات

به منظور فراهم کردن پرتو افکنی تمام سطوح بازتاب کننده در طی این آزمون و برای شبیه‌سازی بهره‌های آنتن با جهت دهندگی ضعیف ممکن که توسط بسیاری از EUTهای واقعی ارائه می‌شود، این زیربند مشخصات تجهیزات مورد استفاده برای آزمون S_{VSWR} را مشخص می‌کند. استفاده از داده‌های عرضه شده توسط تولید کننده جهت ارزیابی این که آیا الزامات تجهیزات آزمون برآورده شده است یا نه، مجاز می‌باشد.

۸-۳-۳-۱-۲ تجهیزات آزمون برای روش‌اجرایی SVSWR استاندارد (یعنی موضوع زیربند ۸-۳-۳-۳)

۸-۳-۳-۱-۲-۱ کلیات

آنتن دریافت‌کننده باید به طور خطی قطبی شده باشد و باید از همان نوعی باشد که برای اندازه‌گیری‌های گسیل‌های EUT به کار می‌رود. در مورد آنتن ارسال کننده، زاویه مرجع صفر درجه برای مشخصات الگو، زاویه‌ای است که آنتن رو به آنتن دریافت‌کننده است (با صفحات دریچه موازی)؛ این موقعیت به عنوان جهت محور آنتن نیز فرض می‌شود، Θ_B.

آنتنی که به عنوان منبع ارسالی به کار می‌رود باید به طور خطی قطبی شده باشد و باید یک الگوی تابشی شبه دوقطبی با مشخصات تفصیلی زیر داشته باشد. داده‌های الگوی تابشی باید با اندازه گام بسامدی کم‌تر و یا برابر ۱ GHz در دسترس باشند.

یادآوری- فرض بر این است که آنتن الزامات مربوط به بسامدهای دیگری که برای آزمون S_{VSWR} به کار می‌رود را نیز برآورده می‌کند.

۸-۳-۳-۱-۲-۲ الگوی تابشی صفحه E آنتن ارسالی

یک الگوی تابشی صفحه E برای آنتنی که دارای قطبش خطی ساده است را می‌توان در یکی از چندین صفحه برشی ممکن حول کره تابشی اندازه گرفت (زاویه ثابت صفحه سمت[1]). صفحه برشی که برای اندازه‌گیری‌های الگواست باید توسط تولیدکننده آنتن انتخاب و در گزارش توصیف مشخصات آنتن شرح داده شود. یک انتخاب معمولا مناسب، صفحه‌ای است که شامل اتصال‌دهنده و مسیر کابل است.

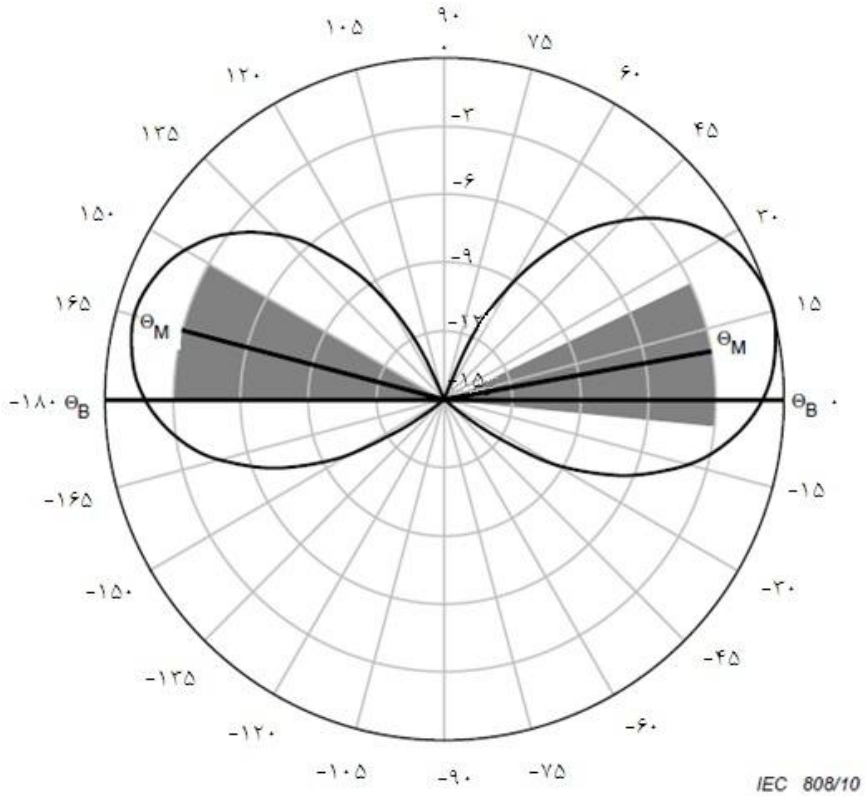
الف- یک جهت گلبرگ اصلی را که Θ_M نامیده شده، برای سمت چپ و راست هر الگو انتخاب کنید. Θ_M باید به ترتیب بین $0^\circ \pm 15^\circ$ و $180^\circ \pm 15^\circ$ باشد.

ب- منطقه به اصطلاح ممنوعه را متقارن با جهات گلبرگ اصلی روی هر دو طرف الگو در جایی بکشید که برای $\pm 15^\circ$ دامنه$\geq$ ۳- است.

یادآوری – این حد تضمین‌کننده الگوی ملایمی در منطقه محور آنتن است و دارای رفتار قابل قبول چند سویه ای است.

پ- الگوی صفحه E نباید وارد منطقه ممنوعه شود.

شکل ۱۸ مثالی از الگوی تابشی صفحه E را نشان می‌دهد.



1 - Azimuth

یادآوری – ترسیم تشعشعی صفحه E برای آنتن متناسب با نیازهای این زیربند جهت گلبرگ اصلی، Θ_M برای راستای راست و چپ در هر الگو، بین $15^\circ \pm 0^\circ$ و $15^\circ \pm 180^\circ$ می‌باشد. بخش سایه زده شده «منطقه ممنوعه» را نشان می‌دهد که در آن دامنه $15^\circ \pm$ در هر طرف ≥ ۳ dB- خواهد بود. الگوی آنتن وارد منطقه ممنوعه نمی‌شود.

شکل ۱۸- مثال الگوی تابشی صفحه *E* آنتن ارسالی (این مثال فقط جنبه اطلاعاتی دارد)

۸-۳-۳-۱-۲-۳ الگوی تابشی صفحه *H* آنتن ارسالی

اندازه‌گیری الگوی صفحه H یک آنتن دو قطبی، تنها در یک صفحه امکان پذیر است و آن صفحه‌ای است عمود بر محور دو قطبی که از مرکز دوقطبی می‌گذرد. این صفحه، بسته به این که از یک فلز یا فیبر نوری استفاده شده باشد، ممکن است شامل بالون، یک اتصال‌دهنده ورودی و کابل ورودی باشد. تولید کننده آنتن باید در گزارش آزمون آنتن، چیدمان مورد استفاده برای اندازه‌گیری الگوهای تابشی شامل مکان‌های کابل تغذیه و اتصال‌دهنده را شرح دهد.

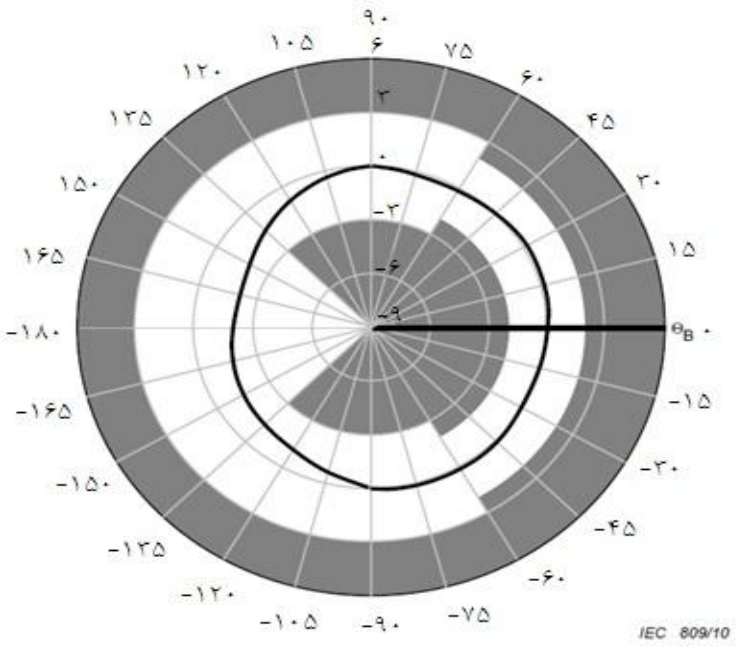
الف- داده‌های (به dB) الگوی تابشی را در گستره $\pm ۱۳۵^\circ$ (صفر درجه، زاویه محور آنتن Θ° است) متوسط گیری نمایید. بیشینه اندازه گام برای این داده‌های الگو، ۵° در گستره بسامد یک گیگاهرتز تا شش گیگاهرتز و ۱° برای شش گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز است.

ب- الگو نباید از مقدار متوسط در $\pm ۱۳۵^\circ$ ، بیش از انحرافات مندرج در جدول زیر شود:

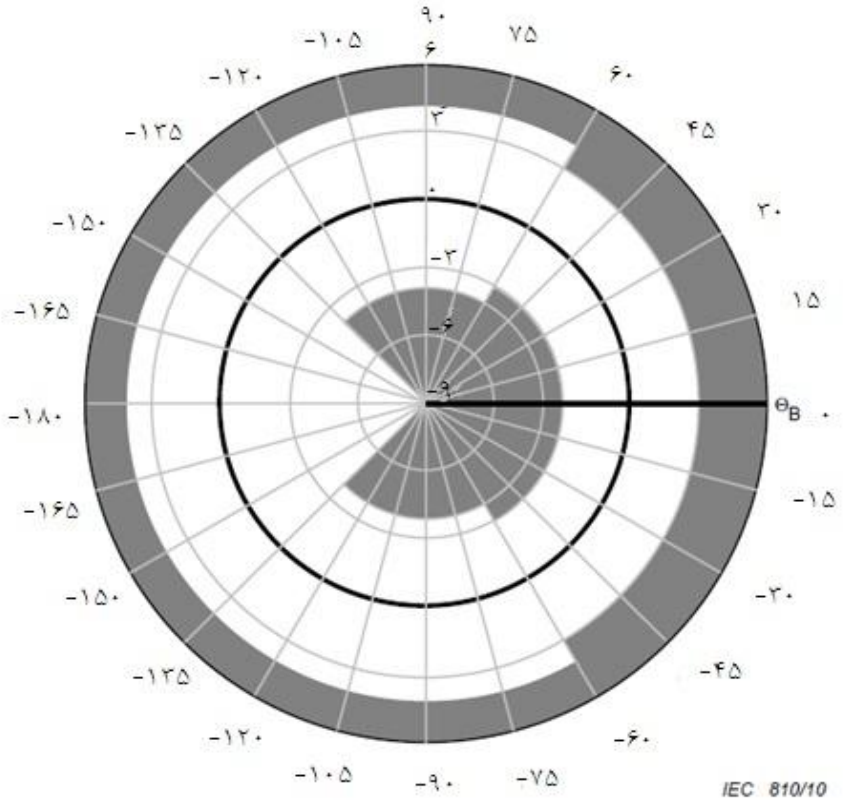
گستره زاویه	۱ GHz تا ۶ GHz	۶ GHz تا ۱۸ GHz
۶۰° – تا ۶۰°	±۲dB	±۳dB
۶۰° – تا ۱۳۵° –، ۶۰° تا ۱۳۵°	±۳dB	±۴dB
۱۳۵°– تا ۱۸۰°–، ۱۳۵° تا ۱۸۰°	< +۳dB	< +۴dB

یادآوری – اگر چه بر روی الگوی صفحه H یک حد پایین خارج از $\pm ۱۳۵^\circ$ تعیین نشده است، مطلوب است که در الگوی صفحه H ، در $\pm ۱۸۰^\circ$ نول نشان داده نشود، بلکه بهترین چند جهته ممکن باشد. توصیه می‌شود از راهنمایی ارائه شده توسط تولیدکننده آنتن، در صورت وجود، در مورد تعیین مسیر کابل تغذیه و دکل آنتن، به منظور به کمینه رساندن اثر الگوی صفحه H در خارج از $\pm ۱۳۵^\circ$ ، پیروی شود.

شکل ۱۹ یک مثال از الگویی را نشان می‌دهد که الزامات مزبور صفحه H را برآورده می‌کند.



شکل ۱۹ الف- الگوی تابشی صفحه *H* آنتن ارسالی - ۱ GHz تا ۶ GHz



شکل ۱۹ ب- الگوی تابشی صفحه *H* آنتن ارسالی - ۶ GHz تا ۱۸ GHz

یادآوری– نمودار نمونه برای آنتنی است که الزامات صفحه H را برآورده می‌کند. مناطق سایه دار نمایشگر بیشینه انحراف‌های مجاز بیان شده در این ماده فرعی است. آنتن این مثال، الزامات را برآورده می‌کند زیرا الگوی آن وارد نواحی سایه دار نمی‌شود.

شکل ۱۹ - الگوی تابشی صفحه $\boldsymbol{H}$ آنتن ارسال کننده (این مثال صرفا جهت اطلاع است)

۸-۳-۳-۱-۳ تجهیزات آزمون برای روش‌اجرایی S_{VSWR} دو سویه (موضوع زیربند ۸-۳-۳-۴)

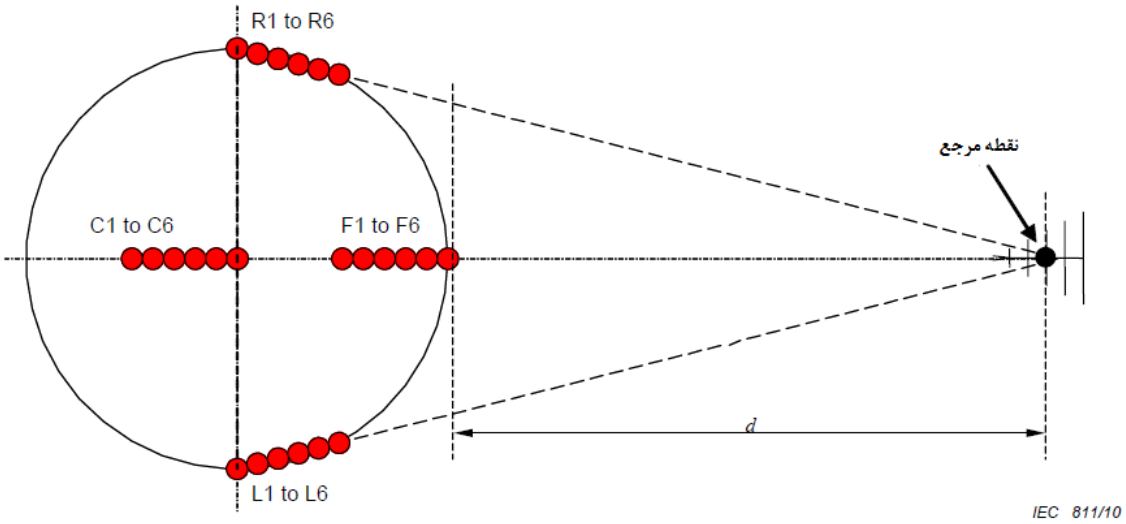
آنتن مورد استفاده برای ارسال از حجم آزمون باید از همان نوعی باشد که بعداً جهت اندازه‌گیری گسیل‌ها به کار خواهد رفت. پراب میدان همسانگرد مورد استفاده باید چند سویه بوده و دارای ناهمسانگردی بیش‌تر از dB ۳ نباشد.

۸-۳-۳-۲ موقعیت‌های لازم برای آزمون تایید مکان آزمون

۸-۳-۳-۲-۱ کلیات

اعتبار سنجی مکان آزمون باید برای حجمی به شکل یک استوانه انجام شود. کف استوانه را سطحی تشکیل می‌دهد که برای نگهداری EUT استفاده می‌شود. بالای استوانه به عنوان بیشینه ارتفاعی انتخاب می‌شود که یک EUT و کابل‌کشی بالا سری عمودی آن را اشغال خواهند کرد. قطر استوانه، بزرگ‌ترین قطری است که برای جا دادن یک EUT و کابل‌هایش لازم است. در مورد کابل‌هایی که از حجم آزمون خارج می‌شوند، یک قسمت ۳۰ سانتی متری از این کابل‌ها باید برای ایجاد ابعاد حجم فرض شود. برای جا دادن تجهیزات ایستاده روی زمین که نمی‌توان آنها را به بالای سطح نگهدارنده آورد، اجازه داده شده که جلوی پرتو افشانی به حجم آزمون تا ارتفاع ۳۰ سانتی متر از کف حجم آزمون، توسط جاذب قرار داده شده بر روی صفحه زمین گرفته شود. بر طبق روش‌اجرایی زیربند ۸-۳-۳-۳، S_{VSWR} از طریق قرار دادن آنتن دریافت‌کننده در موقعیتی که باید حجم تایید شود و با تغییر دادن مکان منبع ارسالی در راستای موقعیت‌های تعریف‌شده، ارزیابی می‌شود. به عنوان گزینه دیگر با استفاده از روش‌اجرایی دوسویه S_{VSWR} مندرج در زیر بند ۸-۳-۳-۴، موقعیت‌های شرح داده شده در این زیربند، برای قرارگیری پراب میدان در حجم آزمون استفاده می‌شوند.

مکان‌های لازم برای انجام اندازه‌گیری‌های S_{VSWR} بستگی به ابعاد حجم آزمون دارند. در زیر بند ۸-۳-۳-۵ جزییات الزامات وضعیت آزمون مشروط، ارائه شده است. S_{VSWR} برای هر مکان و قطبش لازم توسط توالی از شش اندازه‌گیری در امتداد خطی در جهت نقطه مرجع آنتن دریافت‌کننده، ارزیابی می‌شود. تمام مکان‌های ضروری ممکن، شامل مکان‌های مشروط مندرج در زیربند ۸-۳-۳-۵، در شکل ۲۰ و شکل ۲۱ نمایش داده شده اند. در این شکل‌ها، توالی شش اندازه‌گیری در امتداد خطی در جهت آنتن دریافت‌کننده، با نقطه‌هایی نشان داده شده است.



راهنما:

d فاصله آزمون است

شکل ۲۰- موقعیت‌های اندازه‌گیری S_{VSWR} در یک صفحه افقی (برای توضیحات به زیربند ۸-۳-۳-۲-۲ مراجعه شود)

۸-۳-۳-۲-۲ توصیف‌های موقعیت‌های اندازه‌گیری S_{VSWR} در یک صفحه افقی (شکل ۲۰)

این زیربند شرح می‌دهد که چگونه موقعیت‌های اندازه‌گیری S_{VSWR} در یک صفحه افقی نمایش داده شده در شکل ۲۰، یافت می‌شوند.

الف- موقعیت‌های جلویی ۱ تا ۶ (F1 تا F6): موقعیت‌های جلویی بر روی خطی از مرکز حجم آزمون به نقطه مرجع آنتن دریافت‌کننده هستند. به منظور یافتن این موقعیت‌ها ، ابتدا F6 را در حد جلویی حجم آزمون، بر روی محور اندازه‌گیری و با فاصله آزمون d از نقطه مرجع آنتن دریافت‌کننده، بیابید.

F5 تا F1 نسبت به F6 ، با دور شدن از آنتن دریافت‌کننده ، به شرح زیر اندازه‌گیری می‌شوند:

۱- F5 = F6 + ۲ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۲- F4 = F6 + ۱۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۳- F3 = F6 + ۱۸ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۴- F2 = F6 + ۳۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۵- F1 = F6 + ۴۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

ب- موقعیت‌های سمت راست ۱ تا ۶ (R1 تا R6): این موقعیت‌ها وابسته به موقعیت R6 قرار می‌گیرند. R6 با تعیین حد راست حجم آزمون (موقعیت R1) و سپس با حرکت بر روی خطی به سمت نقطه مرجع آنتن دریافت‌کننده به اندازه ۴۰ سانتی متر، یافت می‌شود (به شکل ۲۰ مراجعه شود).

موقعیت‌های R5 تا R1 به شرح زیر نسبت به R6 و با دور شدن از آنتن دریافت‌کننده اندازه‌گیری می‌شوند:

۱- R5 = R6 + ۲ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۲- R4 = R6 + ۱۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۳- R3 = R6 + ۱۸ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۴- R2 = R6 + ۳۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۵- R1 = R6 + ۴۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

پ- موقعیت‌های سمت چپ ۱ تا ۶ (L1 تا L6): این موقعیت‌ها وابسته به موقعیت L6 هستند. L6 با تعیین حد چپ حجم آزمون (موقعیت L1) و سپس با حرکت بر روی خطی به سمت نقطه مرجع آنتن گیرنده به اندازه ۴۰ سانتی متر، یافت می‌شود (به شکل ۲۰ مراجعه شود).

موقعیت‌های L5 تا L1 به شرح زیر نسبت به L6 و با دور شدن از آنتن دریافت‌کننده اندازه‌گیری می‌شوند:

۱- L5 = L6 + ۲ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۲- L4 = L6 + ۱۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۳- L3 = L6 + ۱۸ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۴- L2 = L6 + ۳۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۵- L1 = L6 + ۴۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

ت- موقعیت‌های مرکزی ۱ تا ۶ (C1 تا C6): این موقعیت‌ها وابسته به موقعیت C6 هستند. موقعیت C6 در مرکز حجم آزمون است. در زمانی که قطر حجم آزمون بیش‌تر از ۱٫۵ متر باشد، لازم است موقعیت‌های C1 تا C6 آزمون شوند (به زیربند ۸-۳-۳-۵ مراجعه شود).

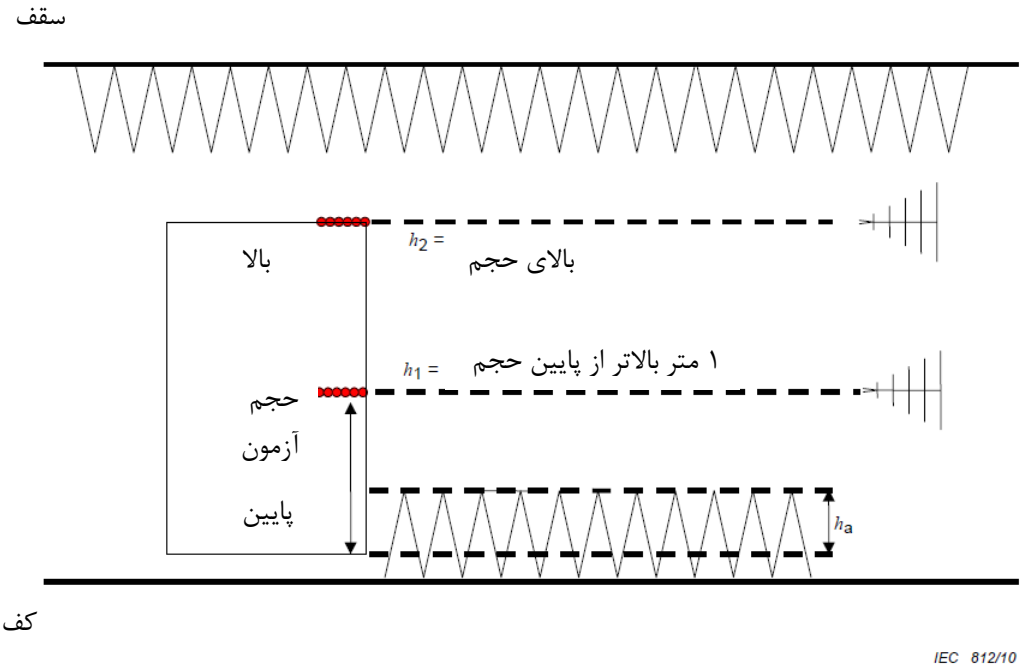
C5 تا C1 به شرح زیر نسبت به C6 و با دور شدن از آنتن دریافت‌کننده اندازه‌گیری می‌شوند:

۱- C5 = C6 + ۲ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۲- C4 = C6 + ۱۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۳- C3 = C6 + ۱۸ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۴- C2 = C6 + ۳۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده
۵- C1 = C6 + ۴۰ cm دورتر از آنتن دریافت‌کننده

۸-۳-۳-۲-۳ تعاریف موقعیت‌های اندازه‌گیری اضافی S_{VSWR} (شکل ۲۱)

علاوه بر موقعیت‌های نشان داده شده در شکل ۲۰، ممکن است بسته به ارتفاع حجم آزمون، به یک صفحه آزمون S_{VSWR} دیگری در بالای حجم آزمون نیاز باشد. شکل ۲۱ الزامات اضافی ارتفاع برای اندازه‌گیری‌های S_{VSWR} را نشان می‌دهد. آزمون در ارتفاع دوم فقط باید در موقعیت جلویی انجام شود.

جدول ۵ خلاصه‌ای از موقعیت‌های آزمون را ارائه می‌دهد. در جدول ۵ موقعیت‌ها برحسب ارتفاع (h_1, h_2) و مکان (جلو، چپ، راست، مرکز) گروه‌بندی شده‌اند. برای هر مکان، موقعیت مرجعی برای استفاده در محاسبات مورد نیاز معادله (۲۲) انتخاب شده است. موقعیت‌ها به عنوان P_{mnopq} نامیده شده‌اند که در آن اسکریپت‌های فرعی منطبق با نام موقعیت‌هایی هستند که در ستون اول جدول ۵ فهرست شده‌اند.



راهنما:

h_a قسمتی از حجم آزمون که توسط جاذب قرار گرفته بر روی زمین (بیشینه ۳۰ سانتی متر) مسدود شده است

h_1 ارتفاع قرارگرفته در وسط حجم آزمون یا ۱٫۰ متر بالای کف حجم آزمون، هر کدام که پایین تر باشد

h_2 ارتفاع قرارگرفته در بالای حجم آزمون که وقتی h_2 با کمینه ۰٫۵ متر فاصله از h_1 قرار دارد، لازم است آزمون شود (برای جزییات، به زیربند ۸-۳-۳-۵ مراجعه شود)

شکل ۲۱- موقعیت‌های S_{VSWR} (الزامات ارتفاع)

جدول ۵ – موقعیت‌های انتخابی آزمون SVSWR

نام موقعیت	مکان	ارتفاع	قطبش	موقعیت مرجع برای d_{ref} [به معادله (۲۲) مراجعه شود]	مکان نسبت به موقعیت مرجع
موقعیت‌های جلویی (جلو، h_1) در ارتفاع اول					
F1h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F1h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F2h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F2h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F3h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F3h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F4h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F4h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F5h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F5h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F6h1H	جلو	h1	افقی	F6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h1)
F6h1V	جلو	h1	عمودی	F6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h1)

جدول ۵- ادامه

موقعیت‌های مرکزی (مرکز، h_1) در ارتفاع اول (در صورت نیاز، به زیربند ۸-۳-۳-۵ مراجعه شود)					
C1h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C1h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C2h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C2h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C3h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C3h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C4h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C4h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C5h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C5h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
C6h1H	مرکز	h1	افقی	C6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h1)
C6h1V	مرکز	h1	عمودی	C6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h1)
موقعیت‌های سمت راست در ارتفاع اول					
R1h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده در سمت راست حجم آزمون
R1h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده در سمت راست حجم آزمون
R2h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R2h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R3h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R3h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R4h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R4h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R5h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R5h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
R6h1H	راست	h_1	افقی	R6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
R6h1V	راست	h_1	عمودی	R6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
موقعیت‌های سمت چپ در ارتفاع اول					
L1h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده در سمت چپ حجم آزمون
L1h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده در سمت چپ حجم آزمون
L2h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L2h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده

جدول ۵- ادامه

L3h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L3h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L4h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L4h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L5h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L5h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
L6h1H	چپ	h_1	افقی	L6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
L6h1V	چپ	h_1	عمودی	L6h1	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
موقعیت‌های جلویی در ارتفاع دوم					
F1h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F1h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	۴۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F2h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F2h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	۳۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F3h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F3h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	۱۸cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F4h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F4h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	۱۰cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F5h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F5h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	۲cm+ دور از آنتن دریافت‌کننده
F6h2H	جلو	h_2	افقی	F6h2	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
F6h2V	جلو	h_2	عمودی	F6h2	= موقعیت مرجع (جلو،h_1)
یادآوری – انجام این گونه اندازه‌گیری‌های S_{VSWR} به هر ترتیبی مجاز است.					

۸-۳-۳-۳ تایید مکان آزمون S_{VSWR} – روش‌اجرایی اجرای آزمون استاندارد

در روش‌اجرایی زیر، موقعیت‌ها به عنوان P_{mnopq} نامیده شده‌اند که در آن نمایه‌های فرعی منطبق با نام‌هایی موقعیتی هستند که در ستون اول جدول ۵ فهرست شده‌اند. سیگنال اندازه‌گیری‌شده M عبارت است از میدان الکتریکی دریافتی یا اندازه‌گیری ولتاژ در هر موقعیت که به طور مشابه با نمایه‌های فرعی به صورت M_{mnopq} نامگذاری می‌شود. برای مثال P_{F1h1H} یعنی موقعیت F1 در ارتفاع یک، با قطبش افقی که سیگنال اندازه‌گیری‌شده آن(به dB) به صورت M_{F1h1H} نشان داده شده است.

الف- منبع ارسالی را در حالی که نقطه مرجعش در موقعیت ۶ جلویی، ارتفاع ۱، در قطبش افقی (P_{F6h1H}) باشد قرار دهید. آنتن دریافت‌کننده را هم در قطبش افقی، در فاصله آزمون d که از منبع ارسالی تا نقطه مرجع آنتن دریافت‌کننده اندازه گرفته شده باشد، قرار دهید. توجه داشته باشید که برای تمام اندازه‌گیری‌ها، ارتفاع آنتن دریافت‌کننده باید در همان ارتفاعی باشد که منبع ارسالی قرار دارد.

ب- درستی سنجی کنید که در سراسر گستره بسامدی که قرار است اندازه‌گیری انجام شود، سیگنال دریافتی که نشان داده می‌شود کمینه ۲۰ دسیبل بالاتر از نوفه نمایش داده شده محیط پیرامون و گیرنده

اندازه‌گیری کننده یا بالاتر از نوفه نمایش داده شده در تحلیل گر طیف باشد. اگر چنین نیست، ممکن است لازم شود که از تجهیزات دیگری (آنتن‌ها، کابل‌ها، مولد سیگنال، پیش تقویت کننده) استفاده شود و / یا از قسمتی از گستره بسامدی به طور مناسب برای این که سطح ۲۰ dB بالاتر از کف نوفه نمایش داده شده حفظ شود، استفاده شود.

پ- در هر بسامد، سطح سیگنال اندازه‌گیری شده M_{F6h1H} را ثبت کنید. به کار گرفتن اندازه‌گیری جاروب شده یا افزایش گام به گام بسامد، مجاز است. چنانچه افزایش گام به گام به کار گرفته شوند، نموهای بسامد باید ۵۰ MHz یا کم‌تر باشد.

ت- گام‌های الف و ب را با منبع ارسالی در پنج موقعیت دیگر نشان داده شده در جدول ۶ (به زیربند ۸-۳-۳-۶ مراجعه شود) برای جلو، ارتفاع ۱و قطبش افقی تکرار کنید. در مجموع، شش اندازه‌گیری برای جلو، ارتفاع ۱، قطبش افقی (M_{F1h1H} تا و شامل M_{F6h1H}) وجود خواهند داشت که از نظر فاصله جدایی از آنتن دریافت‌کننده طبق افزایش نشان داده شده در جدول ۵ با یکدیگر تفاوت دارند.

ث- قطبش منبع ارسالی و آنتن دریافت‌کننده را به عمودی تغییر دهید و روش‌اجرایی بالا را به منظور به دست آوردن M_{F1h1V} تا و شامل M_{F6h1V} برای موقعیت‌های P_{F1h1V} تا و شامل P_{F6h1V} ، تکرار کنید.

ج- با استفاده از معادله (۲۲)، میدان الکتریکی اندازه‌گیری‌شده یا داده‌های ولتاژ را برای تمام اندازه‌گیری‌ها، نسبت به فاصله موقعیت مرجع نشان داده شده در جدول ۵، به هنجار کنید.

$$M'_{mnopq} = M_{mnopq} + 20 \log[d_{mnopq} / d_{ref}] \text{ dB} \qquad (۲۲)$$

که در آن

d_{mnopq} فاصله واقعی جداسازی برای مکان اندازه‌گیری است

d_{ref} فاصله جداسازی اندازه‌گیری‌شده تا موقعیت مرجع است

M_{mnopq} سیگنال اندازه‌گیری‌شده (میدان الکتریکی یا ولتاژ گیرنده) به dB است. توجه داشته باشید که هر مکان اندازه‌گیری، موقعیت مرجع متفاوتی در انطباق با موقعیت ۶ دارد، همان طور که در جدول ۵ برای P_{mnopq} نشان داده شده است.

M'_{mnopq} میدان الکتریکی اندازه‌گیری‌شده یا داده‌های ولتاژ به هنجار شده نسبت به فاصله موقعیت مرجع نشان داده شده در جدول ۵ هستند.

چ- با استفاده از معادله (۲۰) یا معادله (۲۱)، S_{VSWR} را برای قطبش افقی محاسبه کنید. با استفاده از معادله (۲۱)، می‌توان $S_{VSWR,dB}$ را با کم کردن سیگنال کمینه دریافتی $M_{min,dB}$ از سیگنال بیشینه دریافتی $M_{max,dB}$، پس از این که اصلاحات فاصله برای شش موقعیت اعمال شد [یعنی گام ج)]، به دست آورد. محاسبات را برای قرائت های حاصل از به کارگیری قطبش عمودی، تکرار کنید.

ح- برای هر قطبش، S_{VSWR} باید معیارهای قبولی ۸-۳-۲ را برآورده کند.

خ- گام‌های الف تا ح را برای موقعیت‌های چپ و راست حجم آزمون تکرار کنید. توجه داشته باشید که وقتی آنتن منبع ارسالی به چپ یا راست منتقل می‌شود، سمت محور آنتن باید در جهت آنتن دریافت‌کننده نشانه شده باشد. با این حال، آنتن دریافت‌کننده باید همچنان رو به مرکز بماند (به سمت موقعیت‌های

کناری هدف‌گیری نشده باشد) که این همان جهتی است که بعداً، در طی اندازه‌گیری‌هایی که بر روی EUTها انجام خواهد شد، رو به آن سمت خواهد داشت.

د- اگر زیربند ۸-۳-۳-۵ لازم باشد، روش‌اجرایی بالا را برای اندازه‌گیری‌های موقعیت مرکزی و برای اندازه‌گیری‌های لازم در ارتفاع دوم، تکرار کنید. در زمانی که اندازه‌گیری‌ها در ارتفاع دوم انجام می‌شوند، آنتن دریافت‌کننده باید در همان ارتفاع آنتن ارسالی باشد.

۸-۳-۳-۴ اعتبار سنجی مکان آزمون S_{VSWR} – روش‌اجرایی دو سویه آزمون با استفاده از یک پراب میدان همسانگرد

برای تاسیسات پوشش داده شده (منظور اتاقک‌های کاملا بی پژواک یا کم پژواک است) اجازه داده شده تا S_{VSWR} با استفاده از یک پراب میدان همسانگرد که در مکان‌های خواسته شده در جدول ۵ قرار داده شده است ارزیابی شود در حالی که حجم آزمون با همان آنتنی که بعداً برای آزمون گسیل به عنوان آنتن دریافت‌کننده به کار خواهد رفت، پرتوتابی شود. در این استاندارد این روش ، روش «دوسویه» تعیین S_{VSWR} نامیده شده است. در این روش‌اجرایی "دوسویه" S_{VSWR}، آنتنی که قرار است بعدا در آزمون گسیل‌های EUT به عنوان آنتن دریافت‌کننده به کار رود، آنتن «ارسالی» نامیده شده است زیرا به منظور ارسال به پروبی که در حجم آزمون قرار داده شده است استفاده خواهد شد پراب میدان همسانگرد ملزم به برآوردن مشخصات الگوی تابشی مندرج در زیربند ۸-۳-۳-۱ است. این پراب باید قادر باشد تا با قطبش آنتن ارسالی همتراز شود، به عبارت دیگر مکان و جهت گیری عنصر حس کننده داخل پراب باید مشخص باشد. روش اجرایی دو سویه آزمون اعتبار سنجی مکان آزمون S_{VSWR} با استفاده از یک پراب همسانگرد میدان، به شرح زیر است.

الف- پراب میدان را در موقعیت ۶ جلو، ارتفاع ۱ در قطبش افقی قرار دهید (P_{F6h1H}). آنتن ارسالی را در فاصله آزمون d بگذارید که از محیط حجم آزمون تا نقطه مرجع آنتن اندازه گرفته شده باشد. برای تمام موقعیت‌ها، ارتفاع آنتن ارسالی باید با ارتفاع پراب یکسان باشد.

ب- درستی‌سنجی کنید که میزان شدت میدان آنقدر کافی باشد که به پراب امکان کارکرد مناسب را داشته باشد. برای راهنمایی در مورد تجهیزات و روش‌ها، روش‌های اجرایی لازم برای برقراری شدت‌های میدان مناسب، به مشخصات عملیاتی پراب که توسط تولید کنندگان آن ارائه شده است (حساسیت کافی و عدم قطعیت اندازه‌گیری) مراجعه شود. علاوه بر این، توصیه می‌شود سامانه ارسالی و سامانه پراب از نظر خطی بودن وارسی و هارمونیک‌ها باید تا سطحی کمینه ۱۵ dB زیر سیگنال اولیه فرونشانده شود. استفاده از یک تزویج کننده سمتی به منظور پایش توان پیش رو در طی آزمون توصیه می‌شود، زیرا دگرگونی در سطح توان خروجی، تغییرات در نتایج آزمون را به وجود خواهد آورد. تأمین سیگنال‌های خروجی با ثبات حائز اهمیت است زیرا هر تغییر سیگنال ناشی از بی ثباتی منبع سیگنال(به طور مثال اتصالات بد کابل، تغییرات در زمان راه اندازی پیش تقویت کننده و غیره) منجر به تغییرات بیش‌تر در نتایج خواهد شد (برای مثال، نتایج به طور ساختگی بالای S_{VSWR}).

پ- در هر بسامد، سطح سیگنال اندازه‌گیری‌شده، M_{F6h1H} را ثبت کنید. به کار گرفتن اندازه‌گیری جاروب شده یا افزایش گام به گام بسامد، مجاز است. چنانچه افزایش گام به گام به کار گرفته شوند، نمو بسامد باید ۵۰ MHz یا کم‌تر باشد.

ت- گام پ را با قرار دادن پراب میدان در پنج موقعیت دیگر نشان داده شده در جدول ۶ (به زیربند ۸-۳-۳-۶ مراجعه شود) برای جلو، ارتفاع یک و قطبش افقی تکرار کنید. در مجموع، شش اندازه‌گیری برای جلو، ارتفاع یک، قطبش افقی (M_{F1h1H} تا و شامل M_{F6h1H}) وجود خواهند داشت که از نظر فاصله جدایی از آنتن گیرنده طبق افزونه‌های نشان داده شده در جدول ۵ با یکدیگر تفاوت دارند.

ث- قطبش پراب میدان و آنتن را به عمودی تغییر دهید و روش‌اجرایی فوق را به منظور به دست آوردن M_{F1h1V} تا M_{F6h1V} برای موقعیت‌های P_{F1h1V} تا P_{F6h1V}، تکرار کنید.

ج- با استفاده از معادله (۲۲)، داده‌های حاصل را برای تمام اندازه‌گیری‌ها، به هنجار کنید.

چ- با استفاده از معادله (۲۰) یا معادله (۲۱)، S_{VSWR} را برای قطبش افقی محاسبه کنید. با استفاده از معادله (۲۱)، می‌توان $S_{VSWR,dB}$ را با کم کردن سیگنال کمینه دریافتی $M_{min,dB}$ از سیگنال بیشینه دریافتی $M_{max,dB}$، پس از این که اصلاحات فاصله برای شش موقعیت اعمال شد [یعنی گام ج)]، به دست آورد. محاسبات را برای قرائت‌های حاصل از به کارگیری قطبش عمودی، تکرار کنید.

ح- برای هر دو قطبش، S_{VSWR} باید معیارهای قبولی ۸-۳-۲ را برآورده کند.

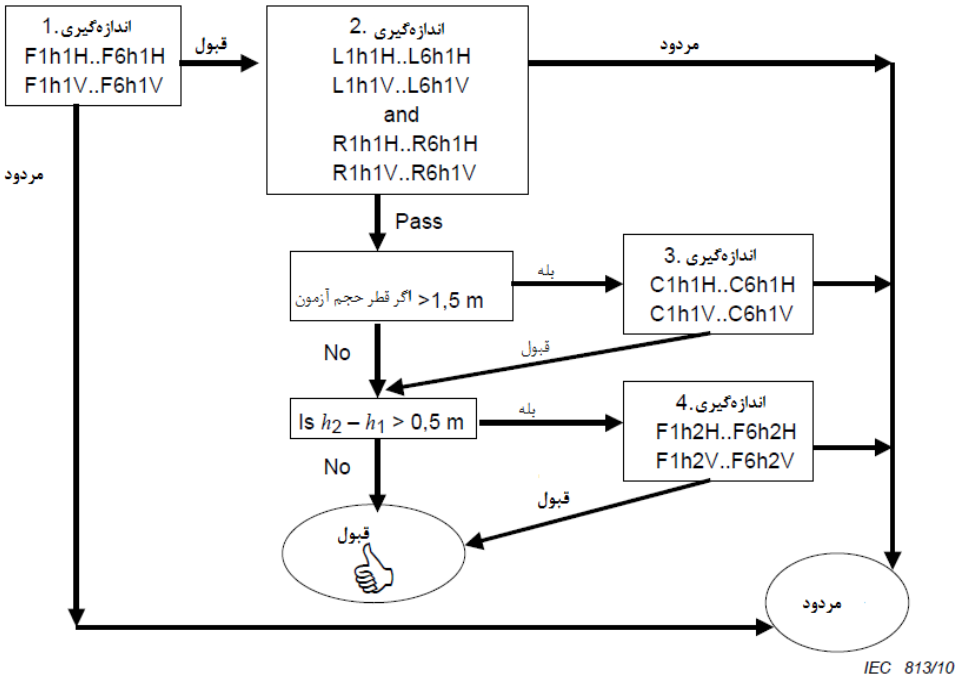
خ- روش‌اجرایی فوق را برای موقعیت‌های چپ و راست حجم آزمون تکرار کنید. توجه داشته باشید که برای این روش‌اجرایی دو سویه S_{VSWR}، تنظیم پراب به طوری که همچنان در یک راستای ثابت رو به نقطه مرجع آنتن ارسال کننده باشد، مجاز است. با این حال، آنتن ارسالی باید همچنان رو به مرکز حجم بماند (به سمت موقعیت‌های کناری نباشد) که این همان جهتی است که در طی اندازه‌گیری‌هایی بعدی EUTها، رو به آن سمت باشد.

د- اگر زیربند ۸-۳-۳-۵ لازم بداند، روش‌اجرایی فوق را برای اندازه‌گیری‌های موقعیت مرکزی و برای هر اندازه‌گیری لازم در ارتفاع دوم، تکرار کنید. در زمانی که اندازه‌گیری‌ها در ارتفاع دوم انجام می‌شوند، پراب باید در همان ارتفاع آنتن ارسالی باشد.

۸-۳-۳-۵ الزامات مشروط موقعیت آزمون

همان‌طور که در شکل ۲۰، شکل ۲۱ و جدول ۵ نشان داده شده است، بسته به اندازه حجم آزمون، لازم است که موقعیت‌های آزمون اضافی آزمایش شوند. شکل ۲۲ یک نمودار روند نما را ارائه می‌کند که مشخص می‌کند در چه زمانی این اندازه‌گیری‌های اضافی لازم هستند.

وقتی موقعیت‌های آزمون اضافی لازم باشند، S_{VSWR} باید در هر بسامد آزمون از هر گروه اندازه‌گیری‌های شش‌تایی به طور مستقل برای قطبش افقی و عمودی، با به کارگیری روش‌ها روش‌های اجرایی ۸-۳-۳-۳ و ۸-۳-۳-۴ تعیین شود.



یادآوری – لازم نیست که اندازه‌گیری‌ها به ترتیبی که نشان داده شده است انجام شوند و ممکن است به هر ترتیبی پیش از آن که تمام داده‌های لازم، به دست آیند.

شکل ۲۲- الزامات مشروط موقعیت آزمون

۸-۳-۳-۶ گزارش آزمون اعتبار سنجی مکان آزمون S_{VSWR}

جدول ۶ خلاصه‌ای از تمام اندازه‌گیری‌ها و محاسبات (به هنجار شده) ضروری امکان‌پذیر S_{VSWR} را شامل نتایج حاصل از موقعیت‌های لازم و موقعیت‌های مشروط زیربند ۸-۳-۳-۵ ، را فهرست می‌کند.

الزامات محاسباتی و گزارشی S_{VSWR} در مورد هر بسامد آزمون اعمال می‌شود.

جدول ۶- الزامات گزارش‌دهی S_{VSWR}

مکان	ارتفاع	قطبش	نوع	S_{VSWR}
جلو	h_1	افقی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{F1h1H...} M'_{F6h1H}) - \mathrm{Min}(M'_{F1h1H...} M'_{F6h1H})$
جلو	h_1	عمودی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{F1h1V...} M'_{F6h1V}) - \mathrm{Min}(M'_{F1h1V...} M'_{F6h1V})$
راست	h_1	افقی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{R1h1H...} M'_{R6h1H}) - \mathrm{Min}(M'_{R1h1H...} M'_{R6h1H})$
راست	h_1	عمودی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{R1h1V...} M'_{R6h1V}) - \mathrm{Min}(M'_{R1h1V...} M'_{R6h1V})$
چپ	h_1	افقی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{L1h1H...} M'_{L6h1H}) - \mathrm{Min}(M'_{L1h1H...} M'_{L6h1H})$
چپ	h_1	عمودی	الزام	$= \mathrm{Max}(M'_{L1h1H...} M'_{L6h1H}) - \mathrm{Min}(M'_{R1h1H...} M'_{R6h1H})$

مرکز	h_1	افقی	مشروط	$= \mathrm{Max}(M'_{C1h1H...} M'_{C6h1H}) - \mathrm{Min}(M'_{C1h1H...} M'_{C6h1H})$
مرکز	h_1	عمودی	مشروط	$= \mathrm{Max}(M'_{C1h1V...} M'_{C6h1V}) - \mathrm{Min}(M'_{C1h1V...} M'_{C6h1V})$
جلو	h_2	افقی	مشروط	$= \mathrm{Max}(M'_{F1h2H...} M'_{F6h2H}) - \mathrm{Min}(M'_{F1h2H...} M'_{F6h2H})$
جلو	h_2	عمودی	مشروط	$= \mathrm{Max}(M'_{F1h2V...} M'_{F6h2V}) - \mathrm{Min}(M'_{F1h2V...} M'_{F6h2V})$

۸-۳-۳-۷ محدودیت‌های روش تایید مکان آزمون S_{VSWR}

نقاط اندازه‌گیری انتخاب شده برای زیربند ۸-۳-۳-۲ و شامل روش‌های اجرایی قبلی، به منظور تهیه یک اندازه‌گیری کلی از S_{VSWR} مکان آزمون در سر تا سر گستره بسامد ۱ گیگاهرتز تا ۱۸ گیگاهرتز است. توجه داشته باشید که به هر حال به دست آوردن قله S_{VSWR}، در هر بسامد خاص f ، با به کارگیری روش‌های ۸-۳-۳-۳ و ۸-۳-۳-۴، همیشه ممکن نیست. بنابراین بهتر است از ادعای انطباق S_{VSWR} برپایه اندازه‌گیری‌ها در هر بسامد منفرد اجتناب شود. با این حال، قله‌ای که با روش‌های فوق در محدوده یک هشتم‌های مجاور (f ۰٫۵ تا f ۲) یافت می‌شود، معمولا معرف بدترین حالت S_{VSWR} برای تمام بسامدهای منظور شده در باند است.

در مواردی که در تنها یک بسامد، نتیجه S_{VSWR} با دقت بیش‌تری خواسته شده است، روش بالا را می‌توان با اندازه‌گیری بیش از شش مکان در طول خطوط نشان داده شده در شکل ۲۰ و شکل ۲۱، بهبود بخشید. بهتر است نقاط جمع آوری داده های اضافی، فاصله‌های نامساوی داشته باشند و بر اساس فاصله انتقالی از آنتن منبع (یا پراب میدان در روش دو سویه S_{VSWR}) در گام‌های یک چهارم طول موج در بسامدهای مورد نظر، انتخاب شوند.

۸-۴ مکان‌های آزمون ثانوی

هر مکان آزمون ثانوی که شرایط فضای آزاد را کسب کرده باشد، یک مکان آزمون ثانوی ممکن است.

۹ افزاره‌های جذب حالت حالت مشترک

۹-۱ کلیات

افزاره‌های جذب حالت مشترک (CMADها)[1] بر روی کابل‌هایی اعمال می‌شوند که در طی یک اندازه‌گیری گسیل تابشی، از حجم آزمون خارج می‌شوند. به منظور کاهش تغییرات در نتایج اندازه‌گیری بین مکان‌های مختلف انجام آزمون، که به واسطه مقادیر متفاوت ممکن امپدانسی حالت مشترک و تقارن در نقطه‌ای که کابل‌ها از حجم آزمون خارج می‌شود (برای مثال مرکز میز گردان) است، در اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی از دستگاه‌های جذب حالت مشترک استفاده می‌شود. ویژگی‌های اصلی دستگاه‌های جذب حالت مشترک را می‌توان با درنظر گرفتن ضوابط پارامترهای S بیان کرد. مقادیر عملکردی به دست آمده مانند تلفات جاگذاری یا ضریب انعکاس را می‌توان با استفاده از این پارامترهای S تعیین کرد. این بند روش اندازه‌گیری

1- Common mode absorption devices

برای تایید پارامترهای S دستگاه‌های جذب حالت مشترک را مشخص می‌کند. این بند فرعی، روش اندازه‌گیری برای درستی‌سنجی پارامترهای S یک وسیله جذب حالت مشترک را نشان می‌دهد.

۹-۲ اندازه‌گیری‌های پارامترهای S افزاره‌های جذب حالت مشترک(CMAD)

پارامترهای S اندازه‌گیری‌شده در یک (JIG)[1] آزمون، همان‌طور که در زیربند ۹-۳ شرح داده شده است، به منظور توصیف ویژگی‌های یک CMAD استفاده می‌شوند. مقادیر مختلط پارامترهای S، در صفحه‌های مرجع نشان داده شده در شکل ۲۳، ارزیابی می‌شوند. روش مرجع برای اندازه‌گیری پارامترهای S با بالاترین دقت ممکن، از یک تحلیل‌گر برداری شبکه (VNA)[2] و روش واسنجی TRL همان‌طور که در زیربند ۹-۴ شرح داده شده، استفاده می‌کند.

۹-۳ جعبه آزمون دستگاه جذب حالت مشترک(CMAD)

جعبه آزمونی که برای اندازه‌گیری پارامترهای S یک افزاره جذب حالت مشترک تحت آزمون به کار می‌رود، همان‌طور که در شکل ۲۳ نشان داده شده است، باید دارای یک میله فلزی استوانه‌ای در بالای صفحه فلزی زمین باشد. میله فلزی بین لبه‌های[3] عمودی جعبه آزمون، از سه قسمت تشکیل شده است: یک قسمت، تشکیل یک خط انتقال بین دو صفحه مرجع جعبه و دو قسمت تطبیقی، بین صفحه‌های مرجع و درگاه‌های اتصال دهنده.

اثرات بر روی اندازه‌گیری یک دستگاه جذب حالت مشترک ناشی از قسمتهای تطبیقی و درگاه‌های اتصال‌دهنده را می‌توان با بکارگرفتن روش واسنجی TRL که در زیربند ۹-۴ شرح داده شده، حذف کرد که عدم قطعیت کمی را برای اندازه‌گیری های نهایی تأمین می‌کند، برای اندازه‌گیری‌های زیربند ۹-۴، هر نوع اتصال دهنده را می‌توان به کار برد. در شکل‌های ۲۶ تا ۲۸، نمونه هایی از اتصال دهنده‌ها نشان داده شده است(به زیربند ۹-۶ مراجعه شود).

قطر d میله استوانه‌ای باید ۴ میلی‌متر باشد. ارتفاع در بالای صفحه زمین h بر اساس ابعاد وسیله جذب حالت مشترک تعریف می‌شود. مقادیر معمول، ۳۰ میلی متر، ۶۵ میلی متر و ۹۰ میلی متر است. اندازه‌گیری باید در ارتفاعی انجام شود که توسط ساختار افزاره جذب حالت مشترک، تعریف شده است. فاصله بین صفحه مرجع و لبه عمودی جعبه (قسمت اتصال دهنده) L_A ، باید کمینه $2h$ باشد (شکل۲۳ را ببینید). فاصله‌های بین صفحه‌های مرجع و انتهای وسیله جذب حالت مشترک، D_A و D_B، باید تا حد امکان کوچک باشد ولی از h بزرگ‌تر نباشد. صفحه زمین فلزی جعبه آزمون باید از نظر طول بزرگ‌تر از $(L_{jig} + 4h)$ و از نظر عرض بزرگ‌تر از $4h$ باشد.

امپدانس مشخصه Z_{ref} با استفاده از قطر داخلی خط ، d ، (که ۴ میلی متر تعریف شده است) و ارتفاع مرکز میله بالای صفحه زمین، h ، مشخص می‌شود :

$$Z_{ref} = \frac{Z_O}{2\pi} \cos h^{-1}\left(\frac{2h}{d}\right) \quad \text{برحسب اهم} \qquad (۲۳)$$

1 - jig
2 - ector Network Analyzer
3 - Flanges

که در آن

Z_0 امپدانس فضای آزاد است (به طور مثال π ۱۲۰) به Ω؛

d قطر رسانای آزمون است که ۴ میلی متر تعریف شده است؛

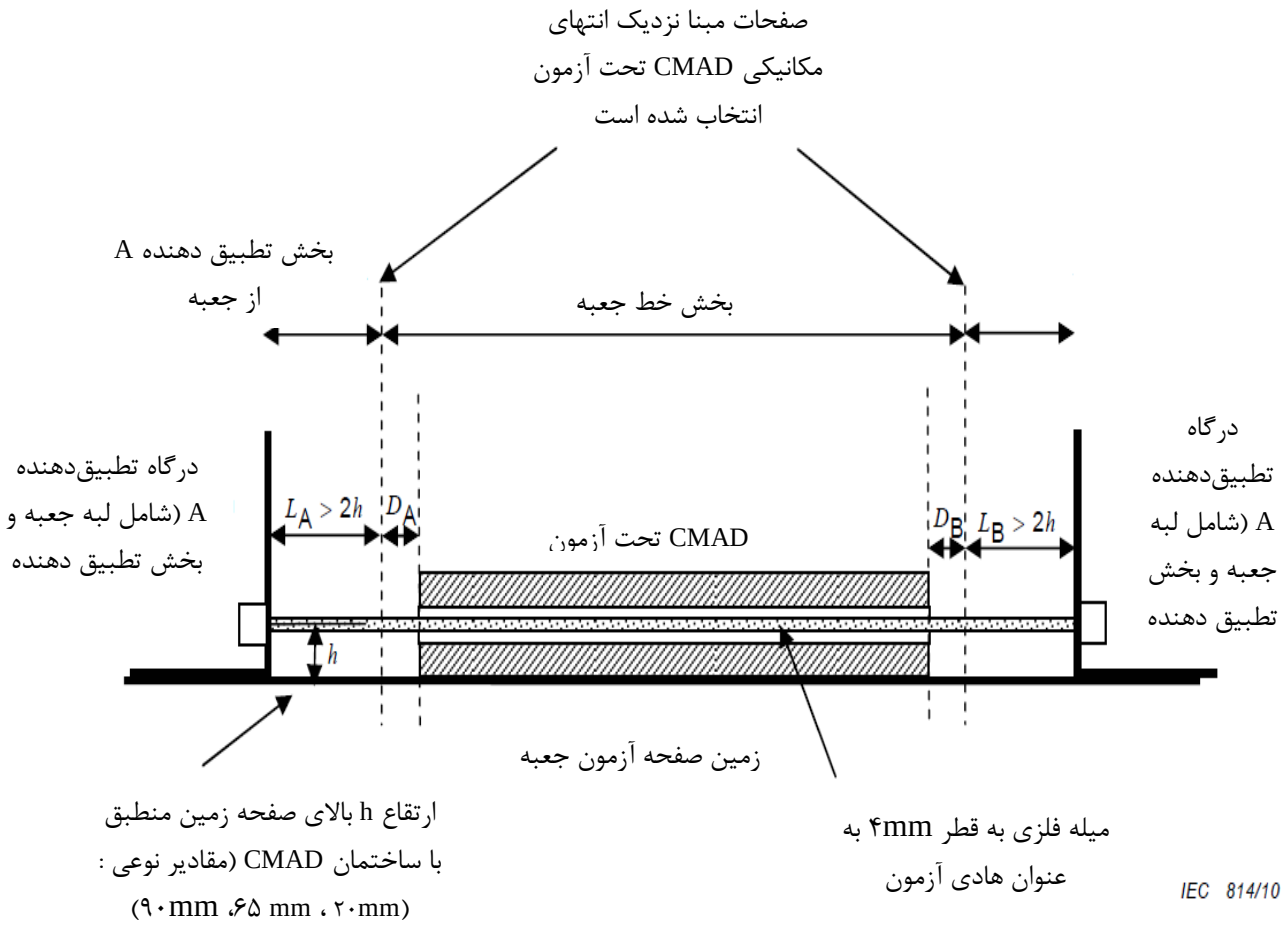
h ارتفاع مرکز رسانای آزمون بالای صفحه زمین است.

مثال مقادیر نمونه Z_{ref} برای ارتفاع های گوناگون h عبارتند از:

$\Omega\ h = 30\ mm$ » $Z_{ref} = 204$

$\Omega\ h = 65\ mm$ » $Z\ ref = 248$

$\Omega\ h = 90\ mm$ » $Z\ ref = 270$



شکل ۲۳- تعریف صفحه های مرجع درون جعبه آزمون

۹-۴ روش اندازه‌گیری با استفاده از واسنجی TRL

روش واسنجی از طریق– خط – بازتاب (TRL)، برای اندازه‌گیری پارامترهای S افزاره‌های جذب حالت مشترک توصیه شده است. استفاده از این واسنجی روش‌اجرایی واسنجی، مجوز انتخاب صفحه مرجع را در داخل جعبه آزمون می‌دهد، به طوری که در مجاورت نزدیک مکانی باشد که دستگاه جذب حالت مشترک تحت آزمون قرار داده خواهد شد و در نتیجه فاصله های D_A و D_B را می‌توان به کمینه رساند (به شکل ۲۳ مراجعه شود). این واسنجی نیاز به یک میله فلزی (موسوم به ✌خط✍) با همان قطر و ارتفاع قسمت خط

انتقالی جعبه دارد. امپدانس مشخصه و طول قسمت خط باید دقیقاً معلوم باشند و در داده های واسنجی مورد استفاده میان افزار تحلیل‌گر برداری شبکه (VNA) یا محاسبات اصلاحی بیرونی، دخالت داده می‌شوند.

طول قسمت خط که برای فرایند واسنجی از طریق– خط – بازتاب (TRL) استفاده می‌شود، گستره بسامدی که واسنجی TRL را می‌توان در آن انجام داد، مشخص می‌کند. این محدودیت بسامدی، ناشی از روش‌اجرایی ریاضی است که در روش واسنجی TRL به کارمی‌رود. در جایی که در بعضی از بسامدها یک حالت تقسیم بر صفر (یا مقادیر بسیار کوچک) محتمل است و باید از آن اجتناب شود.

اگر طول «خط» مرجع را L بنامیم، گستره بسامد باید بین بسامدهای پایین f_L و بالا f_H به صورت زیر محدود شود:

$$f_L = 0{,}05\ c/L \qquad (۲۴)$$

$$f_H = 0{,}45\ c/L \qquad (۲۵)$$

که در آن‌ها c برابر ۳×۱۰^۸ m/s است. برای واسنجی در گستره بسامد ۳۰ MHz تا ۲۰۰ MHz، یک طول «خط» ۰٫۶ متری مناسب است. اگر اندازه‌گیری باید به بسامدهای بالاتر گسترش یابد، واسنجی یک «خط» دوم ضرورت دارد. برای گستره بسامد ۱۵۰ MHz تا ۱۰۰۰ MHz، یک واسنجی دوم با یک طول «خط» ۰٫۱۲ متری مناسب خواهد بود.

چهار پیکربندی به شرح زیر برای روش واسنجی TRL ضرورت دارند.

الف- «بازتاب» (درگاه A): اندازه‌گیری مقدار مختلط S_{11} قسمت اتصال دهنده و اتصال دهنده بدون هیچ اتصال دیگر(شبیه‌سازی یک موقعیت مدار باز) [شکل ۲۴ الف]؛

ب- «بازتاب» (درگاه B): اندازه‌گیری مقدار مختلط S_{22} قسمت اتصال دهنده و اتصال دهنده بدون هیچ اتصال دیگر(شبیه‌سازی یک موقعیت مدار باز) [شکل ۲۴ ب]؛

پ- «سراسری»: اندازه‌گیری مقدارهای مختلط $S_{22}, S_{21}, S_{12}, S_{11}$ با اتصال مستقیم دو قسمت اتصال دهنده به یکدیگر(بدون وجود قسمت خط در بین آنها) [شکل ۲۴پ]؛

ت- «خط»: اندازه‌گیری مقدارهای مختلط $S_{22}, S_{21}, S_{12}, S_{11}$ با قسمت خط معرفی شده [شکل ۲۴ت].

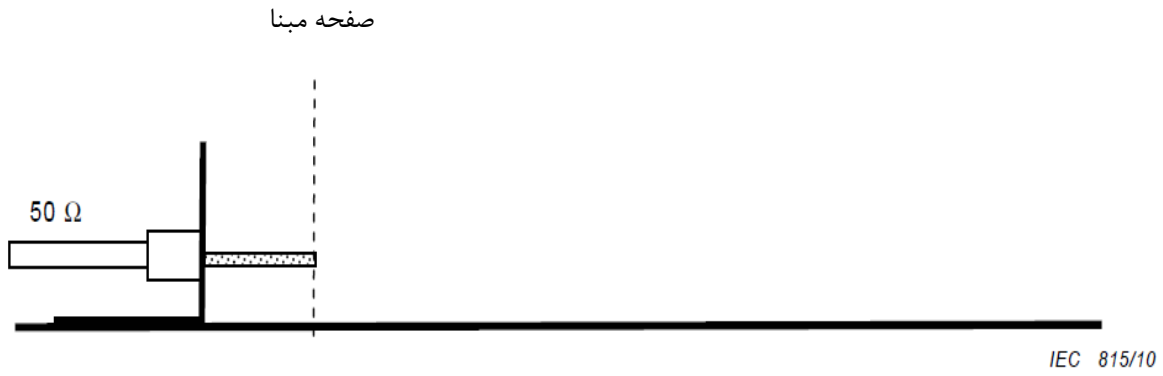
این اندازه‌گیری‌های واسنجی، برای هر نقطه‌ی بسامد ۱۰ عدد مختلط را می‌دهد. چنانچه (VNA) شامل ثابت‌افزاری[1] برای واسنجی از طریق– خط – بازتاب (TRL)[2] باشد، این مقادیر مرجع را جهت محاسبه اصلاحات مناسب برای اندازه‌گیری از (TRL) استفاده خواهد کرد. در صورتی که (VNA)، واسنجی از (TRL) را پشتیبانی نکند، اصلاحات ضروری می‌تواند مستقل از VNA، مطابق روش‌اجرایی شرح داده شده در گزارش فنی CISPR/TR 16-3 است.

برای واسنجی از (TRL)، معلوم بودن خصوصیات قسمت‌های اتصال دهنده و درگاه‌های اتصال دهنده بیرون از صفحات واسنجی ضرورت ندارد؛ بلکه، این‌ها در روش‌اجرایی واسنجی اندازه‌گیری شده و به درستی توسط واسنجی از (TRL) تعدیل می‌شوند. به‌کارگیری انواع مختلف اتصال دهنده‌ها مجاز است. توصیه شده کـه از

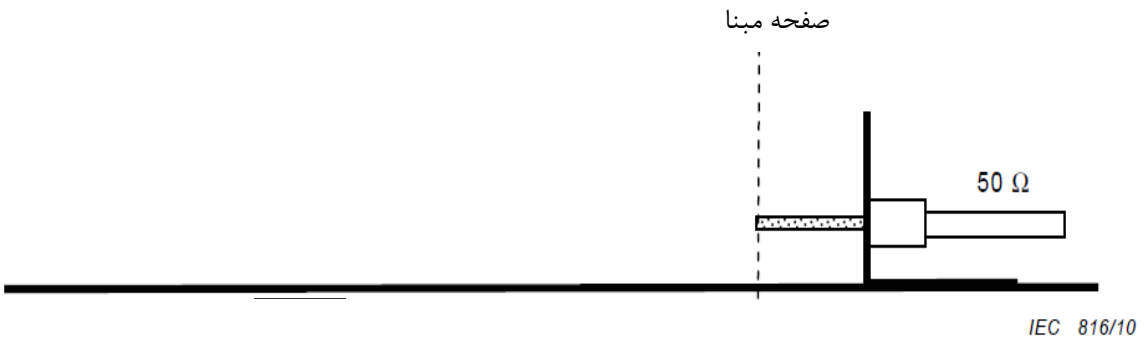
1 - Firmware
2- Through-Reflect-Line

نوع مشابهی از اتصال دهنده‌ها و از قسمت‌های اتصال دهنده با طول یکسان در هر دو انتهای جعبه آزمون استفاده شود. همچنین توصیه شده که دو قسمت اتصال دهنده طول مشابهی داشته باشند، یعنی $L_A = L_B$ باشد.

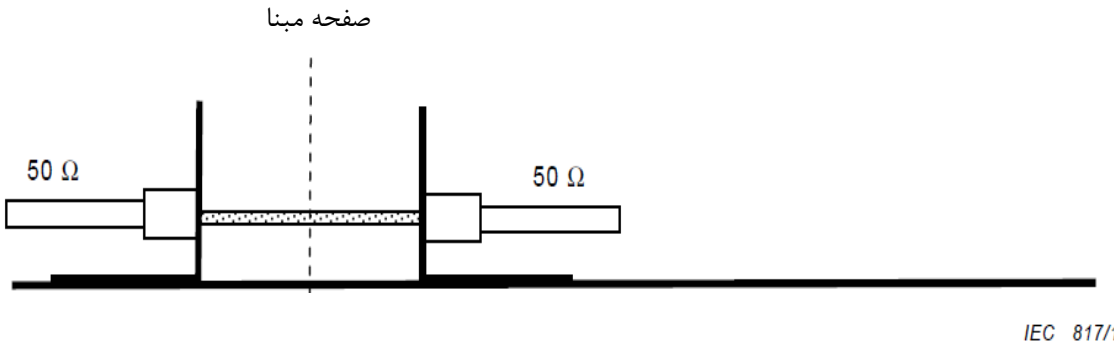
پس از واسنجی، CMAD تحت آزمون، درون قسمت خطی جعبه آزمون تعریف می‌شود. قسمت‌های اتصال دهنده و اتصال دهنده‌ها باید دقیقا همانند آنچه که برای واسنجی استفاده می‌شوند، باشند. طول میله فلزی می‌تواند متفاوت از طول خط استفاده شده برای واسنجی باشد، اما قطر (۴ میلی متر) و ارتفاع در بالای صفحه زمین باید همانند آنچه که برای واسنجی استفاده شده است، باشند. توصیه می‌شود میله فلزی (CMAD) باید با بیش‌ترین دقت ممکن در مرکز دهانه CMAD قرار گیرد. طول میله فلزی را می‌توان طوری انتخاب کرد که صفحه مرجع مطابق با انتها های فیزیکیCMAD باشد (یعنی D_A تا آنجا که ممکن است کوچک باشد). CMADها نوعا یک طول ۰٫۶ متری دارند. در این مورد، برای واسنجی که گستره بسامد ۳۰ MHz تا ۲۰۰ MHz را پوشش می‌دهد و همین طور برای اندازه‌گیریCMAD (نیز شامل گستره بسامد بالای ۲۰۰ MHz که با قسمت خط کوتاه‌تری واسنجی شده باشد)، می‌توان از قسمت خط ۴ میلی متری استفاده کرد. نتایج اندازه‌گیری برای یک CMAD تحت آزمون، با استفاده از اندازه‌گیری VNA که با واسنجی TRL اصلاح شده باشد، مجموعه‌ای از چهار پارامتر S است که به امپدانس مشخصه قسمت خط انتقالی (جعبه خالی)، $Z_{0,jig}$ ارجاع داده شده است.



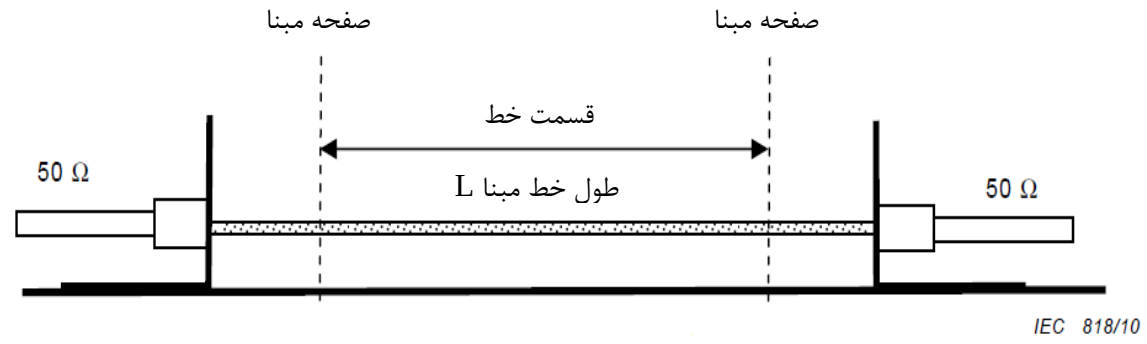
شکل ۲۴ الف- تنظیمات برای اندازه‌گیری واسنجی منعکس پورت A



شکل ۲۴ ب- تنظیمات برای اندازه‌گیری واسنجی منعکس پورت B



شکل ۲۴ پ- تنظیمات برای اندازه‌گیری واسنجی از طریق



شکل ۲۴ ت- تنظیمات برای واسنجی اندازه‌گیری خط

یادآوری – لازم نیست که طول L خط مرجع برای واسنجی، همان طولی باشد که برای اندازه‌گیری CMAD استفاده شده است. طول خط مرجع برای روش‌اجرایی واسنجی باید مطابق با گستره بسامد مورد نیاز انتخاب شود.

شکل ۲۴- چهار پیکر بندی برای واسنجی از طریق– خط – بازتاب (TRL)

۹-۵ مشخصه CMAD از نوع فریت گیره‌ای

به منظور کاهش عدم قطعیت انطباق در طی اندازه‌گیری‌های تابشی زیر ۱گیگاهرتز، از CMADهای فریتی گیره‌ای شکل استفاده می‌شود. ویژگی‌های یک CMAD بر طبق شرایط زیربندهای ۹-۱ و ۹-۳ اندازه‌گیری و به امپدانس مشخصه جعبه خالی $Z_{0,jig}$ ارجاع داده می‌شود.

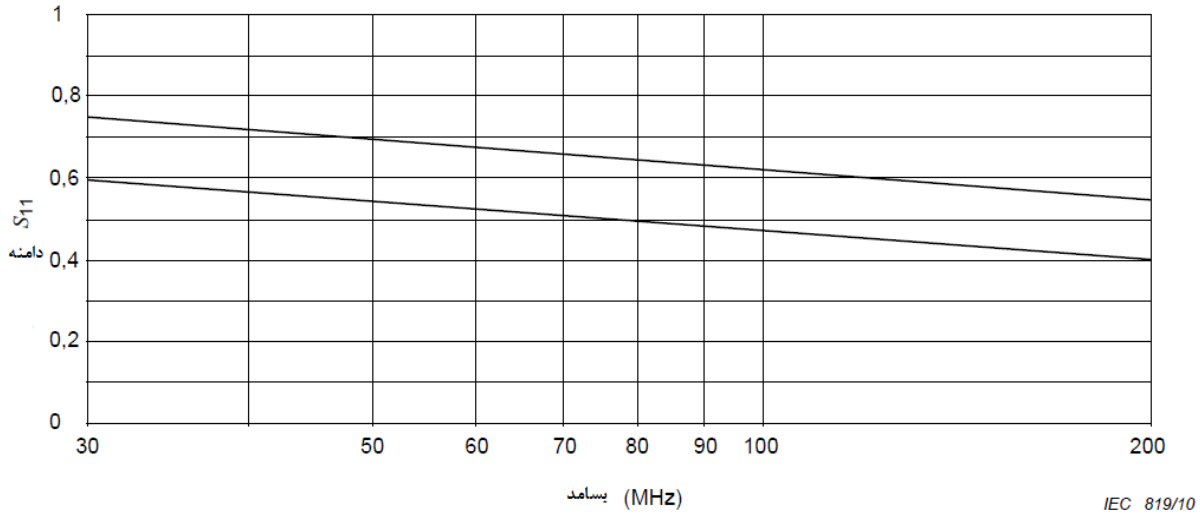
یک مقایسه بین CMADهای فریتی گیره‌ای شکل موجود نشان داده است، که برای تأمین واشدگی کافی، شدتی کم‌تر از ۰٫۲۵ برای S_{21} لازم است. این مقادیر را می‌توان همان‌طور که در شکل ۲۵ نشان داده شده است، با CMADهایی که مقداری کم‌تر از S_{11} دارند ، به دست آورد.

CMADهای فریتی گیره‌ای شکل باید با ویژگی‌های زیر منطبق باشند:

الف- مقدار S_{21} در گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۲۰۰ مگاهرتز ، باید کم‌تر از ۰٫۲۵باشد؛

ب- مقدار S_{11} در گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۲۰۰ مگاهرتز ، باید در گستره حدی زیر باشد:

- حد بالا ۰٫۷۵ در ۳۰ مگاهرتز و ۰٫۵۵ در ۲۰۰ مگاهرتز باشد (کاهش خطی با لگاریتم بسامد)؛
- حد پایین ۰٫۶ در ۳۰ مگاهرتز و ۰٫۴ در ۲۰۰ مگاهرتز باشد (کاهش خطی با لگاریتم بسامد.



شکل ۲۵– حدود مقدار S_{11} که بر طبق شرایط زیربندهای ۹-۱ تا ۹-۳ اندازه‌گیری‌شده است.

در گستره بسامدی ۲۰۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز نیازی به شرح ویژگی‌ها نیست زیرا در این بسامدها، اندازه‌گیری‌های گسیل تابشی، از موقعیت‌های انتهای کابل تأثیر جدی نمی‌گیرند.

یک مبنای منطقی برای استفاده از پارامترهای S در مورد ویژگی‌های CMADهای فریتی گیره‌ای شکل، در زیربند ۹-۴ اصلاحیه ۲ گزارش فنی CISPR/TR 16-3 ارائه شده است

۹-۶ بررسی عملکرد CMAD (تنزل) با استفاده از تحلیل‌گر طیف و مولد ردگیری

پارامترهای مختلط S یک CMAD را نمی‌توان بدون استفاده از یک (VNA) اندازه گرفت. با این حال، ادوات VNA ممکن است در همه آزمایشگاه‌های آزمون EMC وجود نداشته باشد. در این زیربند برای آزمایشگاه‌هایی که به ادوات VNA دسترسی ندارند، روش ساده‌تری برای بررسی کارکرد یک CMAD با استفاده از تحلیل‌گرطیف دارای مولد ردگیری تعریف شده است. این چیدمان ابزار، فقط میزان تلفات جاگذاری را اندازه‌گیری می‌کند اما این مقدار اندازه‌گیری‌شده، ارتباط مستقیم با پارامترهای S اندازه‌گیری‌شده در صفحات مرجعی که در شکل ۲۳ نمایش داده شده‌اند، ندارد. با این وجود یک آزمایشگاه EMC می‌تواند به طور دوره‌ای اندازه‌گیری مشابه‌ای از تلفات جاگذاری را با چیدمان آزمون درون سازمانی خود، با به‌کارگیری شرایط دقیقا مشابه (امپدانس و شکل هندسی چیدمان آزمون) تکرار و ضبط کند و نتایج گذشته را به منظور تصمیم گیری در مورد این که آیا CMAD همچنان در شرایط قابل قبول است، مقایسه نماید. با این روش می‌توان به تنزل عملکرد CMAD پی برد. در صورتی که مواردی از تنزل دیده شد، یک اندازه‌گیری مرجع با استفاده از یک VNA همراه روش واسنجی TRL زیربند ۹-۴ باید انجام شود.

برای این بررسی تنزل/عملکرد، می‌توان از هر ساختار اتصال دهنده (شکل‌های ۲۳ و ۲۴، شکل‌های ۲۶ تا ۲۸) استفاده کرد. برای جلوگیری از اثرات تشدید در کابل‌های بین جعبه آزمون و ادوات اندازه‌گیری، لازم است که در طی این بررسی عملکرد، دو تضعیف کننده dB ۱۰ نزدیک به اتصال جعبه گنجانده شوند.

الف- در زمانی که اتصال دهنده‌های۵۰ اهمی به کار می‌رود (شکل ۲۶)، اندازه تلفات جاگذاری برای وارسی تنزل/کارایی، تفاوت بر حسب دسیبل بین اندازه‌های تضعیف برای دو پیکربندی زیر است:

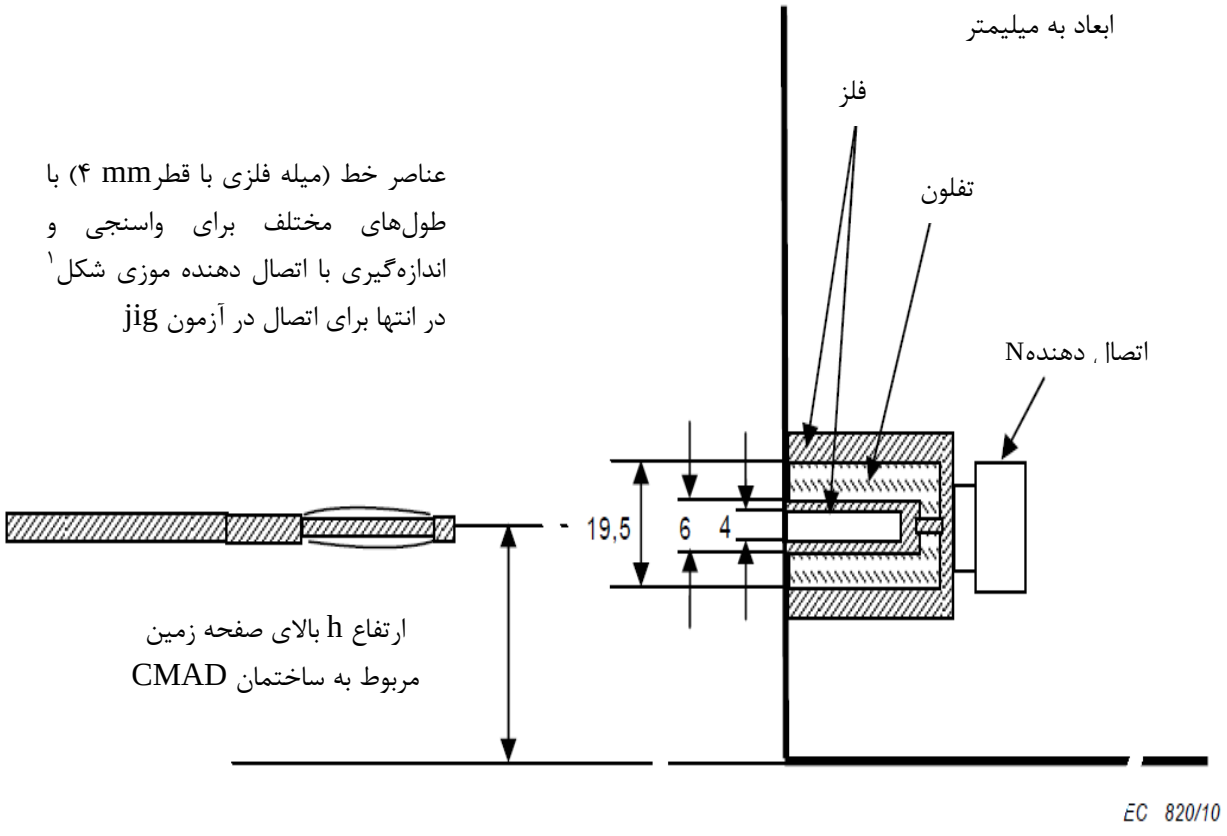
۱- پیکربندی ۱: اتصال مستقیم دو تضعیف کننده بدون جعبه آزمون؛

۲- پیکربندی ۲: اتصال دو تضعیف کننده به جعبه آزمون با گنجاندن CMAD؛

ب- اگر اتصال دهنده‌های تطبیقی (شکل ۲۷ یا شکل ۲۸) استفاده شده‌اند، اندازه‌گیری تلفات جاگذاری برای وارسی تنزل، اختلاف بین تضعیف اندازه‌گیری‌شده برای دو پیکربندی زیر است:

۱- پیکربندی ۱: اتصال دو تضعیف کننده به جعبه آزمون بدون CMAD (Jig خالی)؛

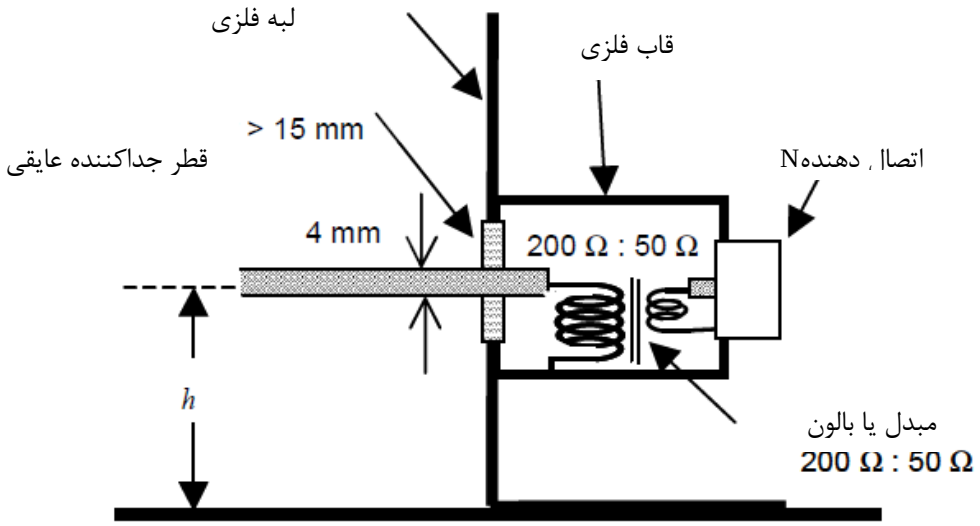
۲- پیکربندی ۲: اتصال دو تضعیف کننده به جعبه آزمون با گنجاندن CMAD؛



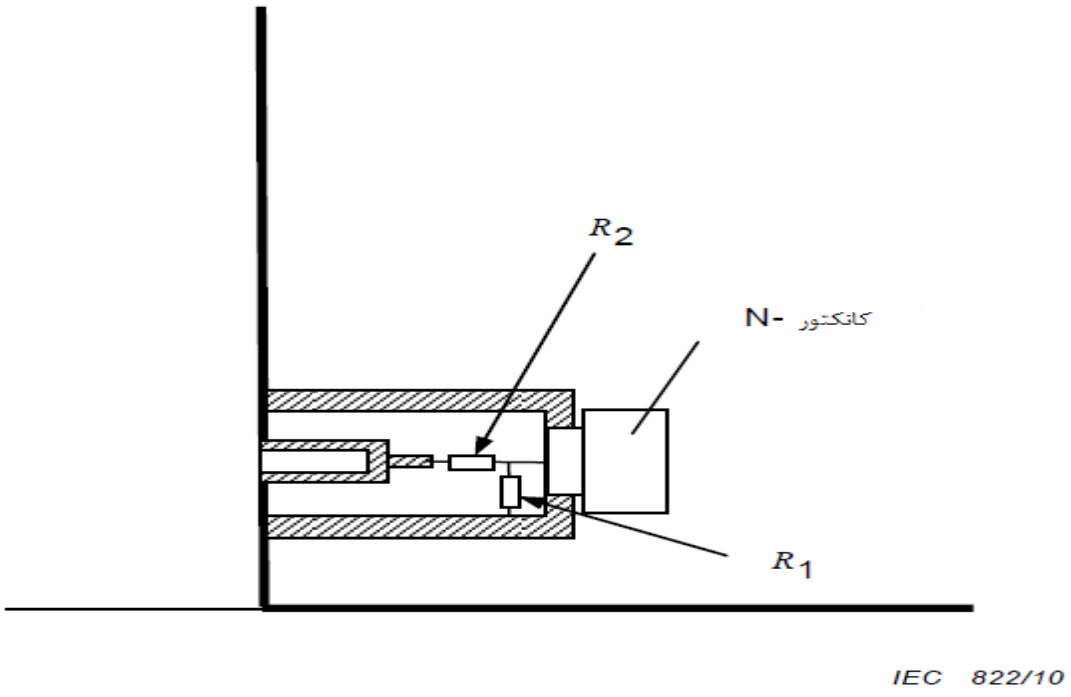
یادآوری- طرف زیر لبه های عمودی به صفحه فلزی زمین پیوند الکتریکی شده‌اند.

شکل۲۶- مثالی از یک ساختار اتصال دهنده ۵۰ اهمی در لبه عمودی جعبه

1- banana



یادآوری- اگر سر مرکزی درگاه متوازن، به بدنه بالون متصل شده است، باید جدا شود.



شکل۲۷- مثالی از یک اتصال دهنده تطبیقی با بالون یا مبدل

شکل۲۸- مثالی از یک اتصال دهنده تطبیقی با شبکه تطبیق مقاومتی

پیوست الف

(الزامی)

پارامترهای آنتن‌ها

الف-۱ کلیات

انتشارات CISPR مختلف آنتن‌های خاصی را برای استفاده در انجام اندازه‌گیری‌ها تعیین کرده است. انواع دیگر آنتن‌ها در صورتی که نتایجی معادل آنچه که با آنتن‌های تعیین شده به دست آمده است، داشته باشد می‌توانند استفاده شوند. مقایسه این آنتن‌ها با آنتن‌های تعیین شده با فهرست کردن پارامترهای مقتضی ساده‌تر می‌شود. این پارامترها باید به عنوان قسمتی از هر معیار پذیرش CISPR هر نوع آنتن جدید تعیین شوند. تولیدکنندگان آنتن نیز باید از این اطلاعات به عنوان راهنما در تعیین مهمترین جنبه‌های مفید آنتن‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌های گسیل‌های تابشی استفاده کنند. به تولیدکنندگان توصیه می‌شود که اطلاعات کلی مربوط به هر مدل آنتن شامل پارامترهای: ضریب آنتن فضای آزاد در سامانه ۵۰ Ω، افت بازگشتی، الگوهای تابشی در فواصل بسامدی کافی به منظور مشخص شدن تغییرات مهم (که شامل اطلاعات پهنای گلبرگ است) و مقادیر عدم قطعیت وابسته به بسامد به منظور محاسبه انحراف از ضریب آنتن فضای آزاد که ناشی از تزویج متقابل با یک صفحه زمین وقتی که آنتن در ارتفاع بین ۱ متر و ۴ متر پویش می‌شود، است را فراهم کنند.

الف-۲ آنتن‌های مقدم (ترجیح داده شده)

الف-۲-۱ کلیات

اگر یک عدم مطابقت نسبت به حد میدان الکتریکی وجود داشته باشد، مقداری که با یک آنتن با عدم قطعیت پایین اندازه‌گیری شده است، ترجیح داده می‌شود. آنتن با عدم قطعیت پایین، آنتنی است که با آن شدت میدان روی یک چیدمان آزمون CISPR می‌تواند با یک عدم قطعیت پایین‌تری نسبت به آنچه که برای آنتن‌های دیگر که با معیار دقت شدت میدان زیربند ۴-۲ مطابقت دارند اندازه‌گیری شود. آنتن‌های با عدم قطعیت پایین در زیر بند الف-۲-۳ شرح داده شده است.

الف-۲-۲ آنتن قابل اعتماد

آنتن دوقطبی استاندارد قابل اعتماد، پایین‌ترین عدم قطعیت برای اندازه‌گیری‌های میدان الکتریکی را به دست می‌آورد. ضریب آنتن برای فضای آزاد و در هر ارتفاع و قطبشی بر روی یک صفحه زمین به خوبی تعریف شده قابل محاسبه است. قاعده کلی دوقطبی استاندارد قابل اعتماد در CISPR 16-1-5 که در آن فقط شرط تشدید بیان شده توضیح داده شده است. هرچند که در بسیاری از موارد با استفاده از مدل‌سازی الکترومغناطیسی عددی موجود، ضریب آنتن برای یک طول آنتن دوقطبی منفرد در پهنای بسامدی وسیع

با عدم قطعیت‌های کمتر از ۰٫۳± دسیبل قابل محاسبه است. برای نمونه، برای اندازه‌گیری در بسامد ۳۰ مگاهرتز ، آنتن دوقطبی که در بسامد ۸۰ مگاهرتز تشدید می‌کند قابل استفاده است. این قاعده کلی را می‌توان به آنتن‌های چند سیمه که حتی پهنای باندهای وسیع تری را پوشش می‌دهند، تعمیم داد.

الف-۲-۳ آنتن‌های با عدم قطعیت پایین

آنتن‌های با عدم قطعیت پایین آنتن‌های LPDA و مخروطی هستند که پارامترهای اساسی آن‌ها در پاراگراف بعدی تشریح شده است. این آنتن‌ها پهن باند هستند و حساسیت قابل قبولی دارند، یعنی ضرایب آنتن آنها خیلی بزرگ نیست.

آنتن‌های دوقطبی قابل اعتماد به دلیل عدم قطعیت کمتر می‌توانند استفاده شوند.

پاسخ قطبش متقاطع باید الزامات زیربند ۴-۵-۵ را برآورده کند و هر بالون نیز باید با الزامات بیان شده در زیربند ۴-۵-۴ مطابقت کند. ضریب آنتن باید توسط آزمایشگاه واسنجی که قابلیت ردیابی به استانداردهای ملی را فراهم می‌کند و برای کمینه عدم قطعیت در تعیین ضریب آنتن انتخاب شده است، تعیین شود.

نمونه های تایید شده آنتن مخروطی مورد استفاده در گستره بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۲۵۰مگاهرتز و آنتن LPDA در گستره بسامدی ۲۵۰مگاهرتز تا ۱ گیگاهرتز هستند. دلایل این تقاطع روی بسامد این است که آنتن LPDA به دلیل طولش دارای خطای مرکز فاز است که با شروع از بسامد ۲۵۰ مگاهرتز کاسته می‌شود و بیش‌تر آنتن‌های دوقیفی تحت تاثیر بسامدهای تشدید بالای ۲۹۰ مگاهرتز قرار می‌گیرند و در بسامدهای بالای ۲۶۰ مگاهرتز اعوجاج در الگوی تابشی را نشان می‌دهند، مگر این که عناصر ساختار باز (قابل حمل یا تاشو) استفاده شوند. تقاطع روی بسامد بین آنتن‌های LPDA و دوقیفی می‌تواند بین ۲۰۰ مگاهرتز و ۲۵۰ مگاهرتز با اندکی افزایش در عدم قطعیت‌های مرکز فاز مربوط به آنتن‌های LPDA زیر ۲۵۰مگاهرتز باشد. آنتن ترکیبی که تمام باند بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز را پوشش می‌دهد، ترجیح داده نمی‌شود چرا که عدم قطعیت ها نسبت به آنتن‌های LPDA و دوقیفی بیش‌تر است، که این اساسا به دلیل طول بیش‌تر آنتن به خصوص زمانی که در فاصله ۳ متر از منبع استفاده می‌شود (در مقابل ۱۰متر)، است.

آنتن دوقیفی با عدم قطعیت پایین دارای یک عنصر با طول دوسر تقریبی ۱٫۳۵ m ±۰٫۰۳ m (بسته به عرض بالون)، شش عنصر سیمی که به شکل مخروطی قرار گرفته اند، و با پهن‌ترین قطر تقریبی ۰٫۵۲متر، است. بالون باید یک طراحی ۲۰۰ Ω (نسبت مبدل ۲۰۰ Ω به ۵۰ Ω) باشد که بهترین حساسیت در بسامد ۳۰ مگاهرتز و کمترین تزویج متقابل با محیط را تضمین کند.

یادآوری- آنتن دو مخروطی برپایه اصلی است که در MIL STD 461A نشان داده شده است است [۸]، و برای کار کردن در بسامد ۲۰ مگاهرتز تا ۲۰۰ مگاهرتز طراحی شده است. نسخه عنصر تاشو عملکرد بهتری نسبت به مدل عناصر «قاب» بسته بالای ۲۵۰ مگاهرتز ارائه می‌دهد.

آنتن‌های LPDA با عدم قطعیت پایین به منظور داشتن پایین‌ترین بسامد ۲۰۰ مگاهرتز (یعنی بلندترین عنصر با طول تقریبی ۰٫۷۵متر، در بسامد ۲۰۰ مگاهرتز تشدید می‌کند) و طول ۰٫۷۵ m ±۰٫۱۲ m بین بلندترین و کوتاه ترین عناصر که دومی در بسامد بالای ۱گیگاهرتز تشدید می‌کند، طراحی می‌شوند. دلیل نداشتن بلندترین عناصر در بسامد ۲۵۰ مگاهرتز این است که توسط یک آرایه کران دار نشده است و الگوی تابشی دچار اعوجاج شده است. آنتن با طول ۰٫۷۵ متر آن را از آنتن‌هایی با ابعاد دو برابر که بهره

بالاتری می‌دهد اما خطای مرکزی فاز بیش‌تری دارد و آنتن‌هایی با طول کمتر از ۰٫۶ متر که احتمالا ضریب آنتنی که به صورت صاف و یکنواخت با بسامد افزایش می‌یابد را ندارند (با هر افزایش‌های تند در ضریب آنتن که بیش از ۱٫۵ دسیبل از یک خط رگرسیون در کل گستره بسامدی منحرف نشده است)، متمایز می‌کند.

الف-۳ آنتن‌های دوقطبی ساده

الف-۳-۱ کلیات

اگر یک آزمایشگاه توانایی به دست آوردن واسنجی آنتن را ندارد، یک گزینه دیگر، استفاده از یک آنتن دوقطبی و یا به شکل دوقطبی قابل اعتماد و یا یک دوقطبی تنظیم شده است. یک آنتن دوقطبی تنظیم شده نسبتاً ساده ساخته می‌شود و عدم قطعیت پایینی برای اندازه‌گیری شدت میدان نسبت به آنتن‌های شرح داده شده در بند الف-۲ ارائه می‌کند. ضرایب آنتن یک دوقطبی تنظیم شده باید توسط یک آزمایشگاه که قابلیت پیگیری با استانداردهای ملی را فراهم می‌کند تصدیق شود و سعی شود تا عدم قطعیت‌های تعیین ضریب آنتن کمینه شود و یا با اندازه‌گیری اتلاف جاگذاری مکان آزمون بین یک جفت دوقطبی مشابه بالای یک صفحه زمین (که با پیوست ت مطابقت دارد) و مقایسه آن با تزویج محاسبه شده و در حالی که تلفات بالون‌ها در نظر گرفته می‌شود – به پیوست پ از زیربند ۱۶- ۱-۵ مراجعه شود. یک مانع آنتن دوقطبی تنظیم شده طول بلند آن در پایین‌ترین لبه گستره بسامدی است، برای نمونه این آنتن دارای طول ۴٫۸ متر در بسامد ۳۰ مگاهرتز است که در فاصله اندازه‌گیری ۳ متر خطاهایی ناشی از تغییرات دامنه و فاز را نتیجه می‌دهد. همچنین یک آنتن دوقطبی زمانی که می‌چرخد بیش تر دارای حساسیت به اطراف است، چنان که امپدانس متقابل با تصویرش در صفحه زمین می‌تواند ضریب آنتن را به بیش از ۶ دسیبل برای آنتن دوقطبی با قطبش افقی در بسامد ۳۰ مگاهرتز که در ارتفاع ۱ متر تا ۴ متر بالای یک صفحه زمین پویش می‌شود، تغییر دهد. با این دلیل دوقطبی کوتاه شده تنظیم شده به ۸۰ مگاهرتز برای استفاده در بسامد زیر ۸۰ مگاهرتز توصیه می‌شود.

الف-۳-۲ دوقطبی تنظیم شده

یک طراحی عملی و ساده از آنتن دوقطبی تنظیم شده شامل یک دوقطبی تشدید شده نیم طول موج با یک بالون ریشه هم محور سری-موازی است. طول‌های دوسر دوقطبی تقریباً ۰٫۴۸ متر طول موج‌ها است که وابسته به شعاع عنصر دوقطبی است. ضرایب آنتن فضای آزاد می‌تواند از معادله زیر محاسبه شود که ضریب را به دسیبل نشان می‌دهد. این مقدار شامل تلف بالون شود که برای آن یک مقدار متوسط ۰٫۵ دسیبل می‌تواند به ضریب آنتن اضافه شود و این ضریب تلف باید تصدیق شود.

$F_a(dB)=20\log(f_M)-31.4$ که f_M بسامد در واحد MHz است.

به دلیل این که آنتن دوقطبی تنظیم شده در مقایسه با آنتن پهن باند به محیط‌های اطرافش بسیار حساس‌تر است (به جز در بسامد تشدید خود، به استثنای آنتن‌های LPDA)، نامحتمل است که عدم قطعیت کلی در استفاده از یک آنتن دو قطبی تنظیم شده کمتر از مقدار در آنتن‌های باعدم قطعیت پایین در زیربند ۴- ۵-۲ شود.

الف-۳-۳ دوقطبی کوتاه شده

یک آنتن دوقطبی با طول کمتر از نصف طول موج می‌تواند استفاده شود، مشروط بر این که:

الف- طول کلی در بسامد اندازه‌گیری بیش از ۱/۱۰ طول موج باشد.

ب- آنتن به کابلی متصل باشد که به طور مناسب در انتهای گیرنده تطبیق شده تا تضمین کند که افت بازگشتی در ورودی کابل بیش از ۱۰ دسیبل است. واسنجی باید در اتلاف بازگشت در نظر گرفته شود

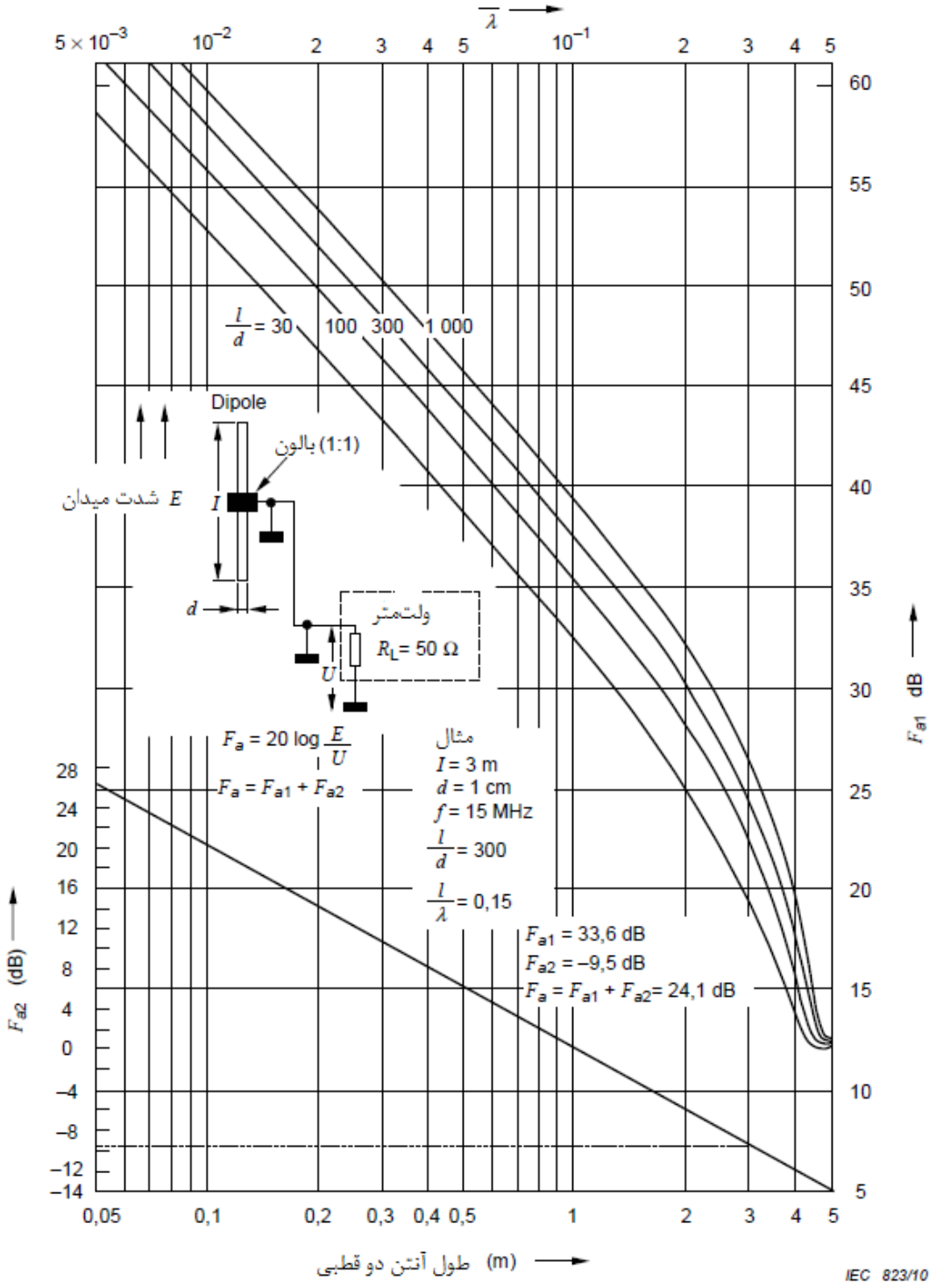
پ- این آنتن دارای تمایز قطبش معادل با آنتن دوقطبی تنظیم شده است (به ۴- ۵-۳ مراجعه شود). برای رسیدن به این منظور یک بالون می‌تواند مفید باشد.

ت- برای تعیین شدت میدان اندازه‌گیری شده، یک منحنی واسنجی (ضریب آنتن) تعیین می‌شود و در اندازه‌گیری فاصله استفاده می‌شود (یعنی در فاصله کمینه سه برابری طول آنتن دوقطبی).

یادآوری- ضرایب آنتن که بدین گونه به دست می‌آیند، باید امکان برآورده‌کردن الزامات اندازه‌گیری میدان‌های موج سینوسی یکنواخت را با دقت بهتر از ۳± dB را ایجاد کنند. نمونه‌هایی از منحنی‌های واسنجی در شکل الف-۱ ارائه شده است، که اتصال دهنده تئوری بین شدت میدان و ولتاژ ورودی گیرنده را برای یک گیرنده با امپدانس ورودی ۵۰ Ω و به ازای مقادیر مختلف نسبت، 1/d انشان می‌دهد.

در این شکل بالون به صورت یک انتقال دهنده ایده آل ۱:۱ در نظر گرفته می‌شود. این نکته باید بیان شود که این منحنی‌ها افت‌های ناشی از بالون، کابل و هر نوع عدم انطباق بین کابل و گیرنده را جبران نمی‌کند.

ث- با وجود اتلاف حساسیت اندازه‌گیری کننده شدت میدان که به دلیل ضریب آنتن بالا ناشی از طول کوتاه شده آنتن دوقطبی است، اندازه‌گیری حد اندازه‌گیری کننده شدت میدان (که برای نمونه توسط نوفه گیرنده و ضریب انتقال آنتن دوقطبی تعیین می‌شود) باید کمینه ۱۰ دسیبل کم تر از سطح سیگنال اندازه‌گیری شده باقی بماند.



یادآوری– به یادآوری زیربند الف-۳-۳ مورد ت مراجعه شود.

شکل الف-۱ ضرایب آنتن دوقطبی کوتاه برای R_L=50Ω

الف-۴ پارامترهای آنتن باند وسیع

الف-۴-۱ کلیات

آنتن‌های باند وسیع مورد استفاده برای اندازه‌گیری‌های CISPR آنتن‌هایی هستند که دارای قطبش خطی هستند و برای استفاده در یک گستره بسامدی وسیع در نظرگرفته شده‌اند. این امر مانع استفاده از آنتن‌هایی با تنظیم طول محدود یا علاوه بر این از قسمت‌های عنصر آنتن نمی‌شود. امپدانس ورودی چنین آنتن‌هایی معمولا مقداری مختلط است. پارامترهای دیگر که می‌تواند تعیین شود در زیر شرح داده شده است.

الف-۴-۲ انواع آنتن

الف-۴-۲-۱ کلیات

زیر بندهای زیر پارامترهای فیزیکی آنتن‌های پهن باند که باید ارائه شود را شرح می‌دهد. توجه کنید که بعضی از پارامترها ممکن است در همه آنتن‌ها به کاربرده نشود.

الف-۴-۲-۲ نوع آنتن با طول یا قطر ثابت یا متغیر

اگر آنتن دارای یک طول متغیر باشد، برای تغییر طول ثابت مبنا، تعداد قسمت‌هایی را که جمع یا تفریق می‌شوند تعیین کنید.

یادآوری- آنتن‌های کاملا قابل تنظیم به عنوان آنتن‌های پهن باند در نظر گرفته نمی‌شوند و بنابراین نباید در این جا مشخص شوند. قطر یک آنتن حلقوی معمولا متغیر نیست.

الف-۴-۲-۳ نسبت عرض به عمق یا قطر حلقه

بعد را در واحد متر تعیین کنید. برای نمونه یک آرایه تناوب لگاریتمی، باید طول میله در امتداد محور اندازه‌گیری و عرض بلندترین عنصر فراهم شود.

الف-۴-۲-۴ آنتن فعال یا غیرفعال

یک آنتن باند وسیع به عنوان آنتن فعال در نظر گرفته می‌شود در صورتی که شامل تقویت کننده‌ها، پیش تقویت‌کننده‌ها و سایر افزاره‌های فعال غیرخطی باشد که سیگنال یا شکل پاسخ بسامدی را تقویت می‌کند.

الف-۴-۲-۵ آرایش نصب

هرگونه الزامات ویژه نصب فراتر از آن چیزی که می‌تواند توسط یک سه پایه معمولی یا مستقرکننده آنتن آماده شود را فراهم کنید.

الف-۴-۲-۶ نوع اتصال دهنده

BNC, N, SMA و غیره مناسب را تعیین کنید. رواداری عمق پین[1] را مشخص کنید و توضیح دهید که این مقدار باید با یک عمق سنج پین درستی سنجی شود.

1- pin

الف-۴-۲-۷ نوع بالون

اگر بالون مجزا، گسترده، قابل نظیم و غیره است. نسبت تبدیل بالون را تعیین کنید.

الف-۴-۳ مشخصات آنتن

الف-۴-۳-۱ گستره بسامدی

گستره بسامدی جایی که آنتن کار می‌کند را در واحد مگاهرتز یا کیلو هرتز به همراه مشخصات آن تعیین کنید. اگر یک مشخصه نزولی در واحد دسیبل بر اکتاو در هر دو سر گستره وجود دارد، مشخص کنید.

الف-۴-۳-۲ بهره و ضریب آنتن

الف-۴-۳-۲-۱ بهره

بهره نوعی یا واقعی را در واحد دسیبل نسبت به یک تابش کننده همسانگرد تعیین کنید.

الف-۴-۳-۲-۲ ضریب آنتن

ضریب آنتن نوعی یا واقعی را در واحد دسیبل بر متر تعیین کنید. روش‌های اجرایی واسنجی آنتن تحت نظر گرفته شده اند (به زیربند الف-۴-۴ مراجعه شود) و برای CISPR 16-1-5 آماده می‌شوند.
بهره و ضریب آنتن هر دو باید با استفاده از روش‌اجرایی واسنجی در زیربند الف-۴-۴ اندازه‌گیری شوند.

الف-۴-۳-۳ جهت دهندگی و الگوی قطبش خطی

الگوی آنتن و جهت دهندگی در واحد درجه را به همراه نمودار قطبی در صفحات E و H در تعداد کافی از بسامدها به طوری که هرگونه تغییر قابل توجه با بسامد را نشان دهد، تعیین کنید. برای آنتن‌هایی با جهت دهندگی نسبتا کم (برای مثال کمتر از dBi ۶)، نسبت جلو به پشت را در واحد دسیبل مشخص کنید. اگر آنتن همه جهتی است، برای مثال، همان طور که توضیح داده شد، الگوی دوقطبی Hertzian دارد.

الف-۴-۳-۴ VSWR و امپدانس

کمینه افت بازگشتی و امپدانس ورودی نامی را در واحد اهم نشان می دهد. علاوه بر این کمینه افت بازگشتی را می‌توان به عنوان بیشینه VSWR بیان کرد.

الف-۴-۳-۵ عملکرد آنتن فعال

برای آنتن‌هایی با بهره تقویت شده فعال، سطوح حاصل مدوله کردن داخلی، سطح مصونیت شدت میدان الکتریکی و مغناطیسی از اختلالات بیرونی، و هر وارسی مناسبی برای تعیین بار اضافی یا عملیات نادرست را مشخص کنید.

الف-۴-۳-۶ به کاربردن توان

برای کاربرد ارسال آزمون مصونیت، قابلیت به کار بردن توان بیشینه و گذرا را در واحد وات مشخص کنید.

الف-۴-۳-۷ شرایط دیگر

گستره دمایی و رطوبتی که آنتن در آن کار می‌کند و هرگونه موارد احتیاطی را در صورتی که آنتن در یک محیط حفاظت نشده و در معرض هوا قرار گرفته استفاده می‌شود را مشخص کنید.

الف-۴-۴ واسنجی آنتن

الف-۴-۴-۱ روش واسنجی برای اندازه‌گیری‌های گسیلی

روش مورد استفاده برای واسنجی را تعیین کنید، یعنی:

الف- محاسباتی (فرمول مورد استفاده را مشخص کنید)

ب- اندازه گرفته شده (روش یا استاندارد مورد استفاده، یا قابلیت پیگیری به یک آزمایشگاه واسنجی ملی، و این که آیا آنتن‌ها به طور مجزا واسنجی شده اند را مشخص کنید)

یادآوری- برای اندازه‌گیری‌های مصونیت، معمولا واسنجی‌های شدت میدان با استفاده از یک آنتن گیرنده واسنجی شده یا یک پراب میدان قرار گرفته در مکان EUT که در معرض تابش قرار دارد، انجام می‌شود. بنابراین واسنجی‌ها برای آنتن ارسالی لازم نیست.

الف-۴-۴-۲ فاصله بسامدی

بسامدهای مورد استفاده در طی فرآیند واسنجی را در واحد مگاهرتز یا کیلوهرتز نشان دهید؛ همین طور اگر از یک روش‌اجرایی بسامد جاروب، استفاده می‌شود، بیان شود.

الف-۴-۴-۳ دقت واسنجی

عدم قطعیت واسنجی را در واحد ± دسیبل تعیین کنید. بدترین حالت عدم قطعیت و قسمتی از باند بسامدی که در آن اتفاق می افتد را مشخص کنید.

الف-۴-۴-۴ همبستگی با آنتن‌های ترجیحی و یا مشخص شده

اگر آنتن به منظور جایگزینی برای (استفاده شده در مکان) یک آنتن ترجیحی یا مشخص شده در استاندارد CISPR است، برای معادل کردن نتایج آنتن پهن باند به آن آنتن مقدم یا مشخص شده، همه ضرایب همبستگی را در واحد دسیبل معین کنید. همچنین هرگونه ضریب همبستگی مورد استفاده، به عنوان نمونه برای تبدیل از شدت میدان مغناطیسی یا برعکس یا برای هرگونه تبدیل به یک واحد اندازه‌گیری غیر از یک کمیت شدت میدان را تعیین کنید.

الف-۴-۴-۵ واحدها

واسنجی را در واحدهایی که برای انجام اندازه‌گیری‌های گسیل شدت میدان مغناطیسی یا الکتریکی لازم است، مشخص کنید.

الف-۴-۵ اطلاعات کاربر آنتن

الف-۴-۵-۱ کاربرد آنتن

شرحی از نحوه استفاده از آنتن را فراهم کنید. مطمئن شوید که تمام اقدامات احتیاطی یا محدودیت‌ها برای کاهش احتمال استفاده نادرست، بیان شده است.

الف-۴-۵-۲ محدودیت‌های فیزیکی

اگر در استفاده از آنتن محدودیت‌های فیزیکی از قبیل موارد زیر وجود دارد، تعیین کنید:

الف-کمینه فاصله بالای صفحه زمین؛

ب- قطبش ترجیح داده شده نسبت به صفحه زمین؛
پ- کاربرد خاص، یعنی استفاده فقط به عنوان یک آنتن گیرنده یا آنتن فرستنده. که این معمولا به قابلیت به کاربردن توان بالون برای آنتن‌های غیرفعال یا مشخصات غیر دو سویه آنتن‌های فعال محدود می‌شود. اگر به کاربردن توان توسط قوس اتصالات عنصر آنتن غیر جوشی محدود شده است، بیان کنید؛
ت- وارسی اهمی ساده برای تعیین یکپارچگی اتصال آنتن؛
ث- کمینه فاصله نزدیک‌ترین عنصر آنتن به EUT که اندازه‌گیری می‌شود.

پیوست ب

(الزامی)

معادلات عملکردی آنتن تک قطبی (سیم ۱ متری)

و مشخصات شبکه تطبیق مربوط به آنتن

ب-۱ تشریح

ب-۱-۱ مقدمه آنتن تک قطبی (سیم ۱متری)

معمولا آنتن‌های یک قطبی(سیم) در بسامدهای زیر ۳۰ مگاهرتز استفاده می‌شود و در برخی موارد در بسامدهای بالاتر نیز کاربرد دارد. به دلیل بزرگ بودن طول موج مربوطه در گستره بسامدهای کم، روش‌های استفاده شده برای واسنجی یا مشخص کردن آنتن‌ها در بسامدهای بالا کاربرد ندارد. فنون ارائه شده در این پیوست در بسامدهای تا ۳۰ مگاهرتز کاربرد دارد. این روش با دقت مناسب به صورت تجاری و با خطای کم (کم‌تر از ۱ دسی‌بل) به کار رفته است.

یادآوری- این پیوست بر اساس [12] است.

روش اصلی در ردگیری ضریب آنتن بر اساس استانداردهای ملی این است که آن را به وسیله یک موج مسطح برانگیخته می‌کند. یک روش دیگر، خازن جایگزین عنصر تک قطبی است که در این پیوست بیان شده است، جهت مشخص کردن ضریب آنتن با روش خازن جایگزین نیاز به دانش کارشناسی دقیق است تا بتوان با فرآیند واسنجی واقعی آن را با تخمین ۱± دسیبل محاسبه نمود. خصوصا در مواقعی که آنتن با عنصری غیر از اتصال‌دهنده‌ی هم محور طراحی شده باشد. همچنین باید در مواقعی که در بسامد بالاتر از ۱۰مگاهرتز یا برای آنتن‌های فعال در اندازه‌گیری بیش‌تر دقت کرد.

ب-۱-۲ معادلات عملکردی آنتن تک قطبی (سیم)

معادلات زیر جهت مشخص کردن ارتفاع موثر، خازن داخلی و ضریب وابستگی ارتفاع آنتن‌های سیمی یا تک قطبی با ابعاد غیر معمول استفاده می‌شود.

این معادلات تنها برای آنتن‌های سیمی استوانه‌ای با طول کمتر از $\lambda/8$ معتبر است.

$$h_e = \frac{\lambda}{2\pi}\tan\left(\frac{\pi h}{\lambda}\right) \qquad \text{ب-۱}$$

$$C_a = \frac{55.6h}{In(2h/a)-1} \times \frac{tan(2\pi h/\lambda)}{(2\pi h/\lambda)} \qquad \text{ب-۲}$$

$$C_h = 20\log(h_e) \qquad \text{ب-۳}$$

که در آن:

he ارتفاع موثر آنتن بر حسب متر

h ارتفاع حقیقی عنصر سیمی بر حسب متر

λ طول موج بر حسب متر

Ca خازن داخلی آنتن سیمی بر حسب پیکوفاراد

a شعاع عنصر سیمی

C_h ضریب همبستگی ارتفاع بر حسب dBm

سایر جزئیات معادله‌ی ب-۱ در مراجع [12] [13] [14] و اتصال دهنده‌ی ب-۲ در مراجع [14] [15] [16] [17] [18] [19] موجود است.

ب-۲ روش مشخص سازی شبکه تطبیق

ب-۲-۱ کلیات

در روش خازن معادل جایگزین از یک آنتن مصنوعی قرار داده شده در مکان عنصر سیمی واقعی استفاده می‌شود. جزء اصلی آنتن مصنوعی به صورت خازن برابر خازن داخلی آنتن سیمی یا تک قطبی است. این آنتن مصنوعی به وسیله یک منبع سیگنال تغذیه شده و خروجی شبکه تطبیق یا واحد پایه اصلی آنتن با استفاده از پیکربندی آزمون به صورت نشان داده شده در شکل ب-۱ اندازه‌گیری می‌شود.

ضریب آنتن، fa، با واحد $\mathrm{dB}(\frac{1}{m})$ با فرمول ب-۴ اندازه‌گیری می‌شود.

$$F_a = V_D - V_L - C_h \qquad \text{ب-۴}$$

که در آن:

V_D مقدار خروجی اندازه‌گیری شده از مولد سیگنال $\mathrm{dB}(\mu v)$

V_L مقدار خروجی اندازه‌گیری شده از شبکه تطبیق $\mathrm{dB}(\mu v)$

C_h ضریب تصحیح ارتفاع (برای ارتفاع موثر) $\mathrm{dB}(m)$

برای آنتن تک قطبی (سیم ۱متری) که معمولا در اندازه‌گیری‌های آزمون سازگاری الکترومغناطیس استفاده می‌شود ارتفاع موثر (n_e) برابر ۰/۵ متر، ضریب تصحیح طول (C_n) برابر 6dBm- و خازن خودی (C_a) برابر ۱۰ پیکوفاراد است.

یادآوری- جهت محاسبه ارتفاع موثر، ضریب تصحیح طول و خازن خودی آنتن‌های سیمی با ابعاد غیر معمول به بند ب-۲-۱ مراجعه شود.

دو روش‌اجرایی را باید استفاده کرد: روش ب-۲-۲ با استفاده از تحلیل‌گر شبکه و روش ب-۲-۳ با استفاده از مولد سیگنال و روش اندازه‌گیری نوفه رادیویی.

در هر دو روش از آنتن مصنوعی مشابهی استفاده می‌شود. برای راهنمایی جهت ساخت یک آنتن مصنوعی به بند ب-۳ مراجعه شود.

اندازه‌گیری‌ها باید در تعداد کافی بسامدها که بتواند نمودار هموار ضریب آنتن را نسبت به بسامدی که در گستره KHz ۹ تا KHz ۳۰ کار می‌کند هر کدام که کوچکتر است، به دست آورد

ب-۲-۲ روش تحلیل‌گر طیف

روش تحلیل‌گر برای مشخص‌سازی شبکه‌ی تطبیق آنتن در این زیر بند تشریح شده است.

الف- تحلیل‌گر شبکه باید با کابل‌هایی که در اندازه‌گیری استفاده شوند واسنجی شود.

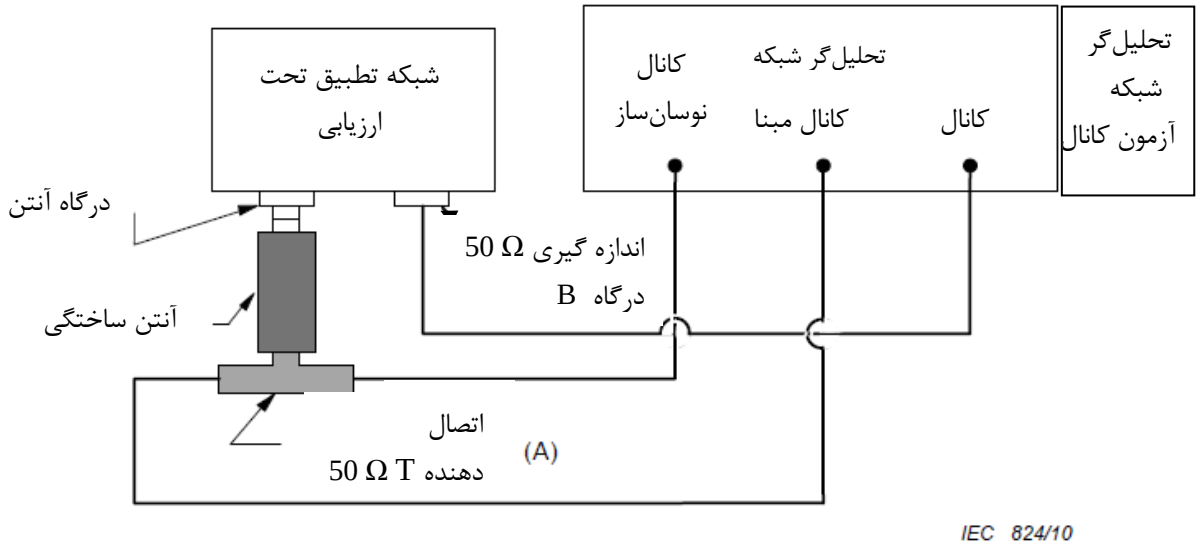
ب- چیدمان شبکه تطبیق به صورت شکل ب-۱ مشخص شده است و جهت اندازه‌گیری تجهیزات به کار می‌رود.

پ- سطح سیگنال در کانال آزمون از سطح سیگنال در کانال مرجع، C_h را کسر کنید (یعنی 6- dB برای سیم ۱ متری) تا مقدار ضریب آنتن بر حسب dB(1/m) به دست آید.

یادآوری ۱- لایه تضعیف کننده جهت اندازه‌گیری در تحلیل‌گر طیف نیاز نیست زیرا تحلیل‌گر طیف دارای امپدانس کانال‌ها خیلی نزیک به ۵۰ اهم بوده و مقادیر خطا در طی واسنجی تحلیل‌گر طیف اصلاح می‌شود. در لایه تضعیف کننده‌ها می‌تواند استفاده شود ولی در صورت استفاده از آنها انجام واسنجی تحلیل‌گرشبکه پیچیده‌تر خواهد شد.

یادآوری- آنتن مصنوعی را تا حد امکان در نزدیکترین نقطه به درگاه نمونه تحت آزمون قرار دهید. اتصال دهنده T شکل در نزدیکترین حالت نسبت به آنتن مصنوعی قرار دهید. از طول و نوع کابل مشابه بین اتصال دهنده T شکل و کانال ورودی و اتصال دهنده T استفاده کنید و همچنین این کار را برای کانکتور T شکل و کانال آزمون درگاه اندازه‌گیری۵۰ اهم انجام دهید

یادآوری ۲- نیازی به استفاده از لایه ضعیف کننده ها در تحلیل‌گر شبکه نیست و توصیه هم نمی‌شود.



شکل ب۱- روش استفاده از تحلیل‌گر طیف

ب۲-۳ روش‌اجرایی گیرنده اندازه‌گیری و مولد سیگنال

این زیربند روش مشخص‌سازی شبکه تطبیق با استفاده از گیرندگی اندازه‌گیر و مولد سیگنال را توصیف می‌کند.

الف- چیدمان شبکه تطبیق مشخص شود و اندازه‌گیری تجهیزات مطابق شکل ب-۲ باشد.

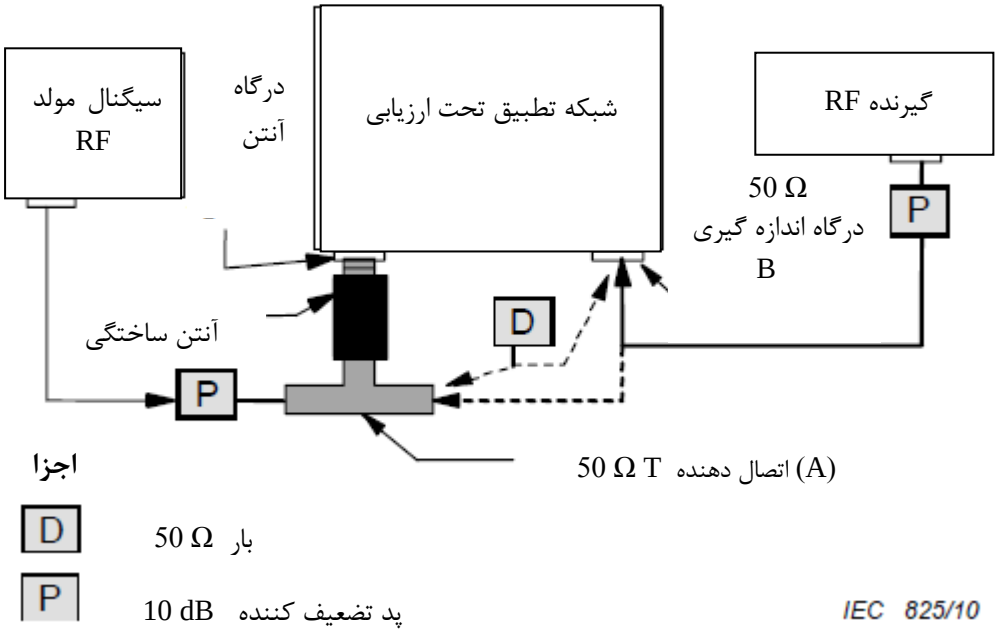
ب- با استفاده از اتصال تجهیزات نشان داده شده و پایاندهی ۵۰ اهمی در اتصال دهنده T شکل سیگنال ولتاژ V_L (بر حسب dB(µv) در درگاه RF (B) توسط اندازه‌گیر قرائت شود.

پ- بدون تغییر مقدار خروجی RF مولد سیگنال ۵۰ اهمی به درگاه RF (B) پایاندهی شده و کابل ورودی گیرنده به کانکتور T شکل (A) متصل شود. مقدار ولتاژ (بر حسب dB(µv)) قرائت شود.

ت- با کسر v_L از V_D و C_n (یعنی 6dB- برای آنتن سیمی ۱ متر) مقدار ضریب آنتن به دست خواهد آمد.

پایاندهی ۵۰ اهمی باید دارای نسبت خیلی کم موج ایستا (SWR کمتر از 1: 1/05) باشد .اندازه گیر نوفه رادیویی باید واسنجی شده بوده و دارای SWR کم باشد (کمتر از2:1) خروجی مولد سیگنال باید دارای مقدار بسامدی دامنه پایینتر باشد.

یادآوری- به دلیل استفاده از فرستنده استاندارد نیازی به واسنجی بودن مولد سیگنال نیست.



یادآوری ۱- آنتن مصنوعی را تا حد امکان به نزدیکترین درگاه به نمونه تحت آزمون قرار دهید اتصال دهنده Tشکل باید در نزدیکترین فاصله ممکن به آنتن مصنوعی باشد.

یادآوری ۲- اگر مقدار VSWR گیرنده و مولد سیگنال کم باشد می‌توان از لایه استفاده نکرد یا مقادیر آنها را به ۶ یا ۳ دسیبل کاهش داد.

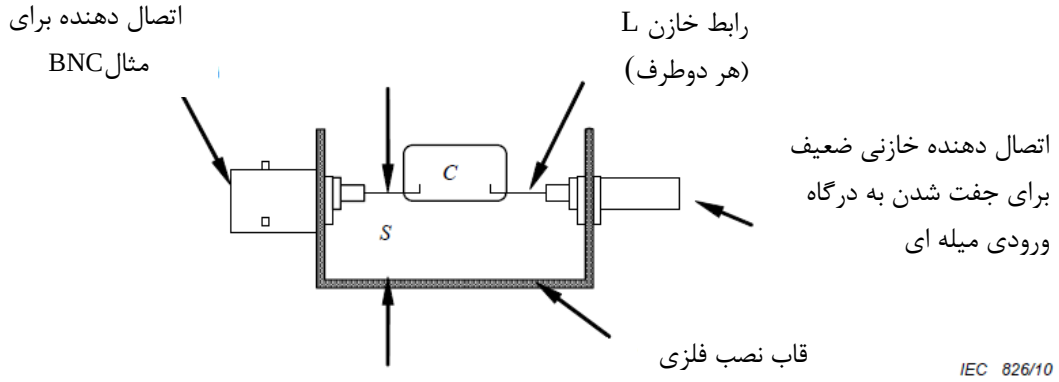
یادآوری ۳- آنتن مصنوعی ممکن است جهت کنترل VSWR در ورودی و سطح منبع تغذیه در درگاه های اندازه‌گیری با سایر مولفه‌ها تطبیق تلفیق شود.

شکل ب-۲ روش استفاده از گیرنده اندازه‌گیری و مولد سیگنال

ب-۳ ملاحظات آنتن مصنوعی

خازن استفاده شده در آنتن مصنوعی (شبیه سازی) باید در یک جعبه یا قاب فلزی نصب شود. پایه‌های هادی باید در کوتاه ترین اندازه ممکن و نه بزرگ‌تر از ۸mm باشد. نسبت به سطح قاب یا جعبه فلزی در فاصله ۵ تا ۱۰ میلی‌متر باشد مطابق شکل ب-۳.

اتصال دهنده T شکل استفاده شده در چیدمان اندازه‌گیری ضریب آنتن می‌تواند در جعبه آنتن مصنوعی قرار داده شود. مقاومت تعبیه شده جهت تطبیق امپدانس با مولد می‌تواند در داخل جعبه آنتن مصنوعی قرار داده شود.



شکل ب-۳ مثال نصب خازن در انتن مصنوعی

مولفه‌ها

C: ظرفیت آنتن (Ca) محاسبه شده از معادله ب-۲ ، رواداری۰/۵ میکا نقره ای

S: فاصله‌ی پایه‌های هادی، ۵ تا ۱۰ میلی متر (۱۰ میلی متر از تمام صفحات محفظه شده جعبه)

L: طول پایه‌ها: کوتاه ترین مقدار ممکن ولی بیش‌تر از ۸ میلی‌متر نباشد (طول کلی نباید از ۴ میلی‌متر بزرگ‌تر باشد که شامل هر دو پایه خازن و طول درگاه اتصال دهنده سیم است.

ب-۴ کاربردهای آنتن تک قطبی (سیمی)

آنتن تک قطبی سیمی اغلب به گونه‌ای طراحی می‌شود که به گونه‌ای خنثی به کار رفته یا روی صفحه تعبیه شود. جهت به دست آوردن مقادیر درست قدرت میدان، اغلب دستورالعمل‌ها و توصیه‌های شرکت‌های سازنده به منظور استفاده از این حالت تعادل یا صفحه زمین ارائه می‌شود.

اگر آنتن دارای عنصر سیمی با طول قابل تغییرات، طول آن باید مطابق اظهار شرکت سازنده تنظیم شود.

استانداردهای زیادی در مورد حالت تعامل تک قطبی آنتن (سیم) وصل شده روی صفحه زمین یا میز آزمون صفحه زمین وجود دارد. الزامات استاندارد اندازه‌گیری باید مطابقت داشته باشد.

پیوست پ

(الزامی)

سامانه آنتن حلقوی برای اندازه‌گیری‌های میدان مغناطیسی جریان القایی در گستره بسامدی 9KHz تا 30MHz

پ-۱ کلیات

این مجموعه پیوست پیش رو شامل اطلاعات و داده‌هایی در اتصال دهنده با سامانه (LAS) به منظور اندازه-گیری جریان القایی در LAS توسط میدان مغناطیسی گسیل شده توسط یک واحد EUT است، که در مرکز LAS و در گستره بسامدی ۹ کیلوهرتز تا ۳۰ کیلوهرتز قرار داده شده است. زیربند ۴-۷ در این نسخه و CISPR 16-2-3 به این LAS ارجاع می‌دهند. همچنین می‌توان مرجع [۱۱] را مشاهده کرد.

توصیفی از LAS همراه با روش تصدیق آنتن‌های LAS داده شده است. ضرایب تبدیل به داده‌های میدان مغناطیسی جریان القایی داده مربوط به داده های میدان مغناطیسی داده شده اند که وقتی همان EUT با استفاده از یک تک آنتن حلقوی میدان مغناطیسی که در فاصله مشخص از EUT قرار گرفته است، به دست آمده‌اند.

پ-۲ ساختار سامانه آنتن حلقوی

ساختار سامانه آنتن حلقوی (به شکل ۱ مراجعه شود) شامل سه آنتن حلقوی بزرگ متقابلا عمودی (LLAS) است، که در بند پ-۳ شرح داده شده است. کل LAS با استفاده از یک پایه غیر فلزی نگهداری شده است.

کابل کواکسیال 50 اهمی بین پراب جریان LLA وسوییچ کواکسیال و بین این سوئیچ و تجهیزات اندازه‌گیری باید امپدانس انتقال سطحی کوچکتر از 10mΩ/m در بسامد ۱۰۰ کیلوهرتز و 1mΩ/m در ۱۰ مگاهرتز داشته باشد. این الزام در هنگام استفاده, برای مثال کابل هم محور RG 223/U با پوشش دوبار به هم تابیده، باید رعایت شود.

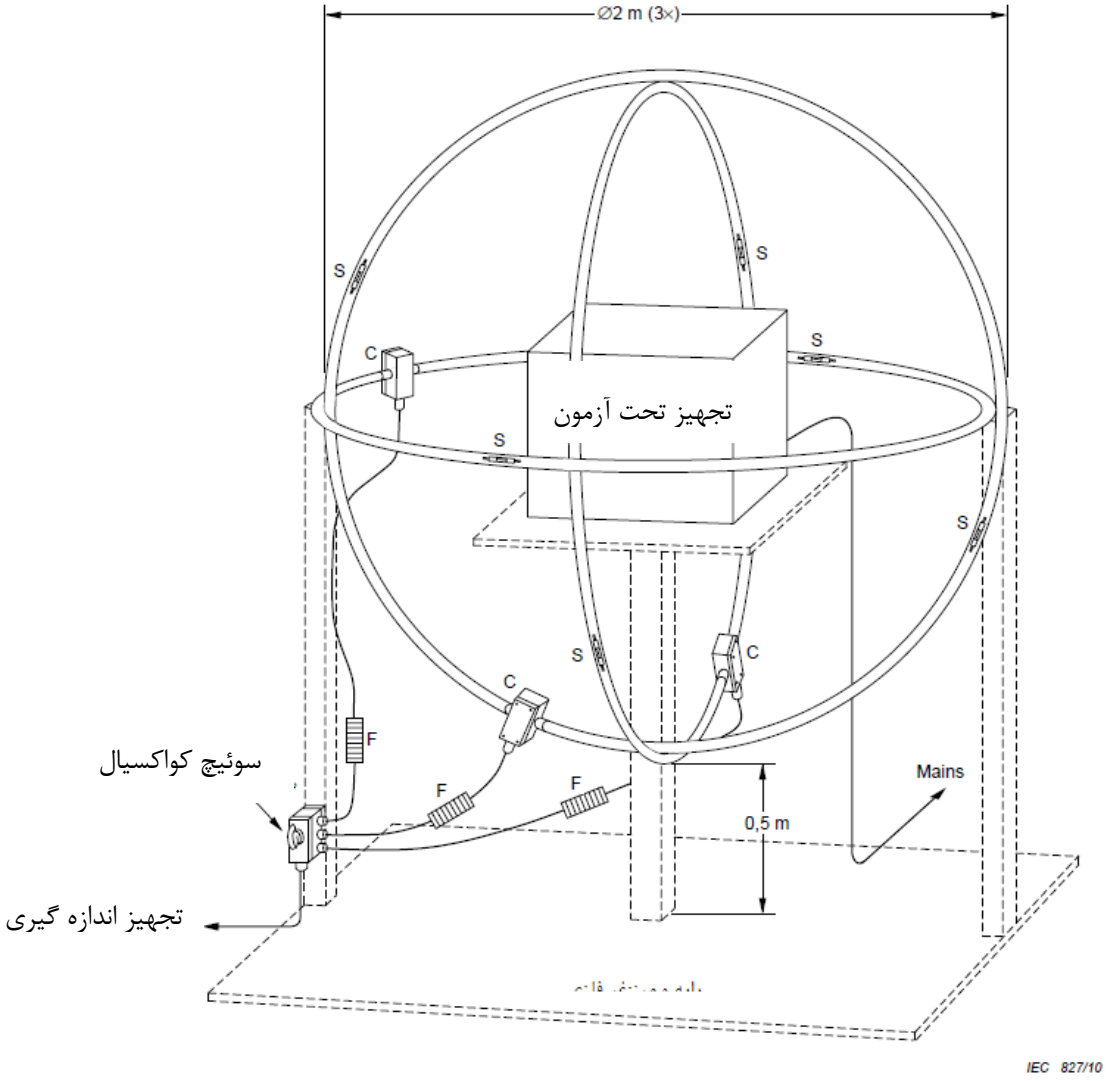
تمامی اتصال دهنده‌ها باید امپدانس انتقال سطحی قابل مقایسه با آن کابل هم محور داشته باشند. این ضرورت برای مثال، در هنگام استفاده از اتصال دهنده‌های BNC از نوع collet-lock با کیفیت خوب باید رعایت شود (به [1] مراجعه شود).

تمامی کابل‌ها باید دارای جاذب‌های فریتی باشند، که با F در شکل پ-۱ نشان داده شده است که مقاومت سری مد مشترک RS>100Ω را در بسامد ۱۰مگاهرتز ایجاد می‌کند. این الزام در هنگام ساختن چنبر فریتی باید دیده شود، برای مثال ۱۲ حلقه نوع 3E1 از Ferroxcube (کمینه اندازه: ۲۹ میلی‌متر قطر خارجی و ۱۹ میلی‌متر قطر داخلی و ۷/۵ میلیمترارتفاع).

پ-۳ ساختار آنتن حلقه‌ای بزرگ (LLA)

یک (LLA) از LAS از یک کابل هم محور ساخته شده که امپدانس انتقال سطحی آن در بند پ-۲ مشخص شده است. علاوه بر این مقاومت رسانای داخلی LLA باید به اندازه کافی کم باشد (یادآوری ۱ را ببینید). تمامی الزامات دیده شده‌اند, برای مثال وقتی که از کابل هم محور RG223/U با پوشش دوبار به هم تابیده استفاده می‌شود.

برای حفظ شکل دایره‌ای حلقه و محافظت از شکافتن ساختار، همانند مثال شکل پ-۲ کابل در لوله غیرفلزی با دیواره نازکی که قطر داخلی اش تقریبا ۲۵ میلی‌متر است، قرار داده شده است. سایر ساختارهای غیرفلزی که این هدف مشابه را برآورده کنند، می‌توانند استفاده شوند.



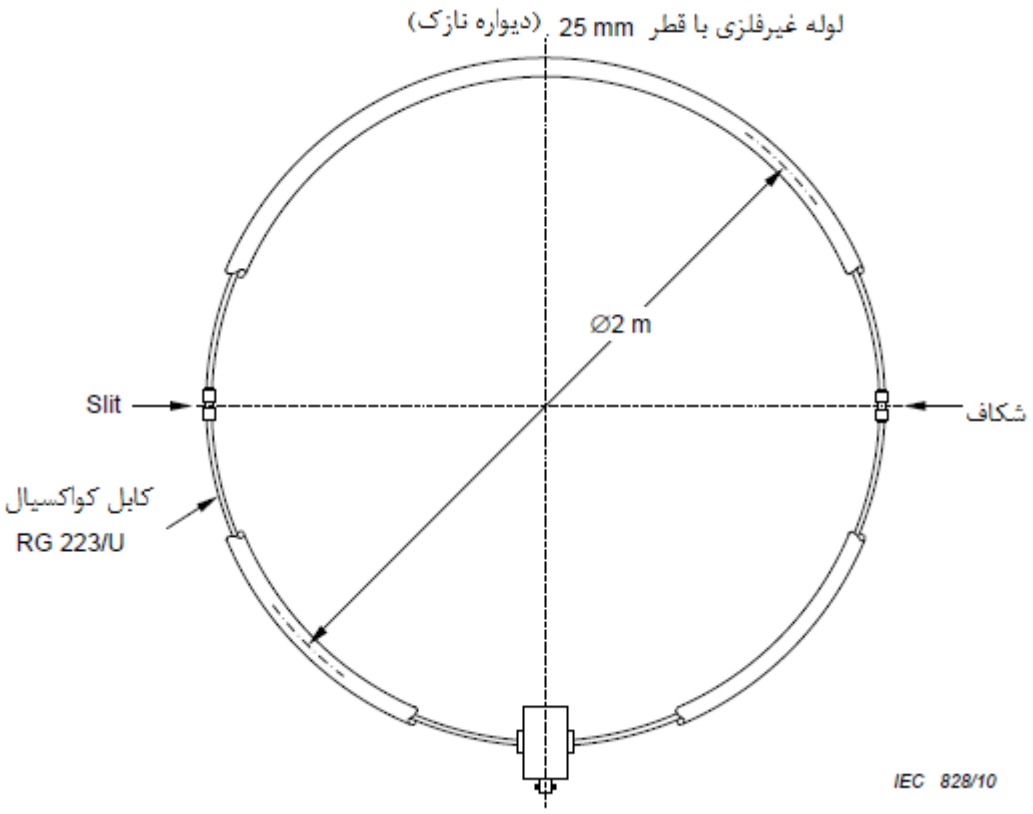
مولفه‌ها

S شکاف آنتن

C پراب جریان

F جذب‌کننده‌ی فریتی

شکل پ-۱ سامانه آنتن حلقوی، شامل سه آنتن حلقوی بزرگ متقابلا عمود بر هم



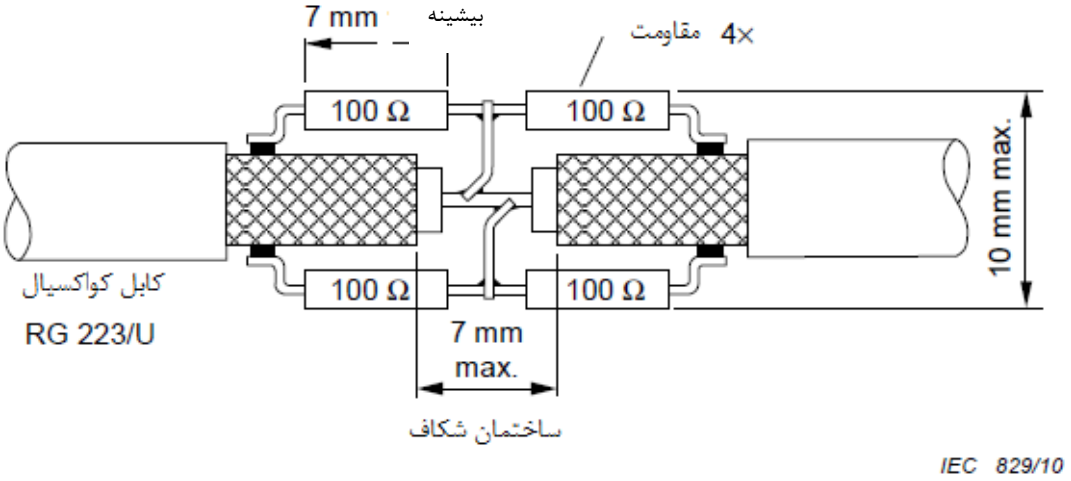
شکل پ-۲- یک آنتن حلقوی بلند، شامل دو شکاف مخالف هم که به طور متقارن نسبت به پراب جریان C قرار گرفته اند.

قطر حلقه استاندارد شده است تا برابر با D = 2m باشد. اگر لازم شد، برای مثال وقتی که اندازه EUT بزرگ باشد، D می‌تواند افزایش یابد. با این حال در گستره بسامدی تا ۳۰ مگاهرتز، بیشترین مقدار مجاز برای قطر ۴ متر است. افزایش بیشتر قطر سبب تشدید های تجدیدناپذیر در پاسخ LAS در انتهای بسامد بالای گستره اندازه‌گیری می‌شود.

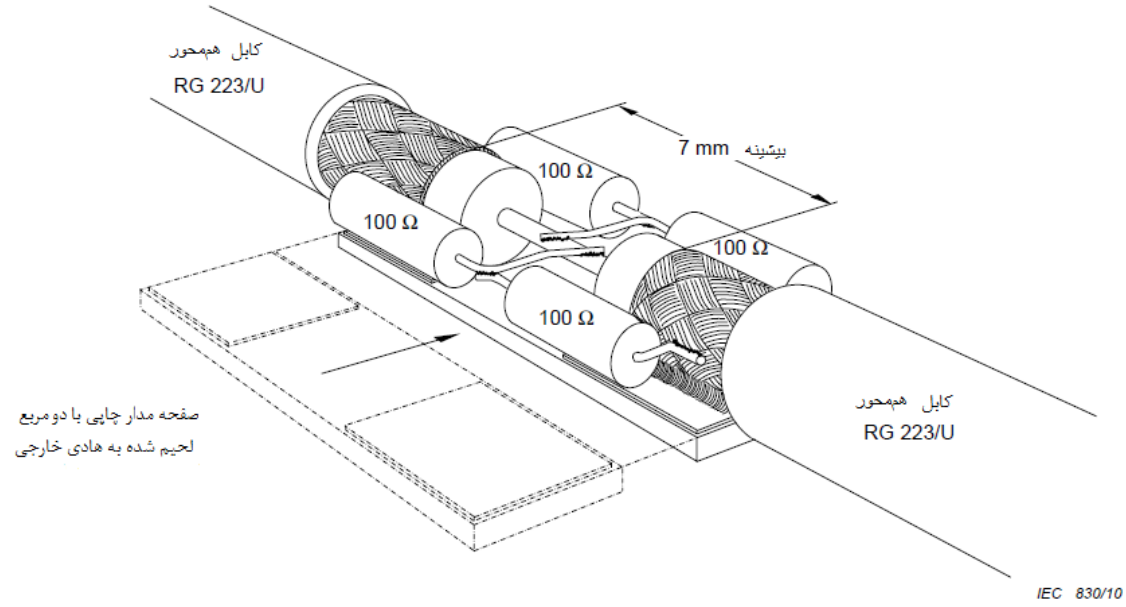
باید یادآوری کرد که با افزایش قطر، حساسیت نسبت به نوفه پیرامون متناسب با قطر افزایش می‌یابد و حساسیت آن نسبت به سیگنال‌های دلخواه متناسب با عکس مجذور قطر است.

یک LLA شامل دو شکاف مخالف است که نسبت به پراب جریان LLA به طور متقارن قرار داده شده اند (شکل پ-۲). چنین شکافی که در رسانای بیرونی کابل هم محور آنتن همان‌طور در شکل پ-۳ نشان داده, ساخته شده است باید عرضی کمتر از ۷ میلی‌متر داشته باشد. این شکاف با دو مجموعه موازی از مقاومت‌های ۱۰۰ اهمی که به طور سری قرار گرفته اند، متصل شده است. مرکز هر کدام از مدارهای سری به رسانای داخلی کابل هم محور آنتن متصل شده است.

در هر طرف شکاف, رسانای خارجی کابل کواکسیال آنتن می‌تواند به تسمه‌ای از ماده برد مدار چاپی با دو مستطیل مسی که کمینه ۵ میلی‌متر از هم فاصله دارند، الحاق شود تا یک ساختار شکاف سخت و محکم ایجاد شود (به شکل پ-۴ مراجعه شود).



شکل پ-۳ : ساختار شکاف آنتن



شکل پ-۴ مثالی از ساختار آنتن-شکاف با استفاده از تسمه برد مدار چاپی، برای ایجاد یک ساختار سخت و محکم

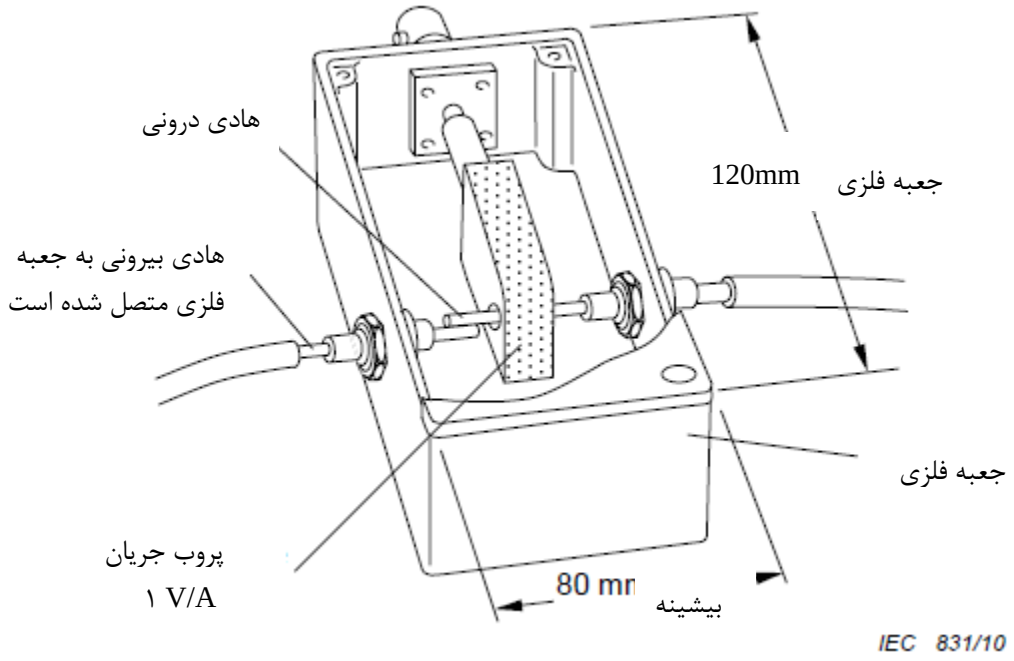
پراب جریان اطراف رسانای داخلی کابل هم محور آنتن باید حساسیتی کمتر از 1V/A در گستره بسامدی ۹ کیلوهرتز تا ۳۰ مگاهرتز داشته باشد. تلفات جاگذاری پراب جریان باید به اندازه کافی کم باشد (به یادآوری ۱ مراجعه شود).

رسانای خارجی کابل باید به جعبه فلزی که شامل پراب جریان است متصل شود (به شکل پ-۵ مراجعه شود). بیشینه ابعاد این جعبه عبارتند از: عرض ۸۰ mm، طول ۱۲۰ mm و ارتفاع ۸۰ mm.

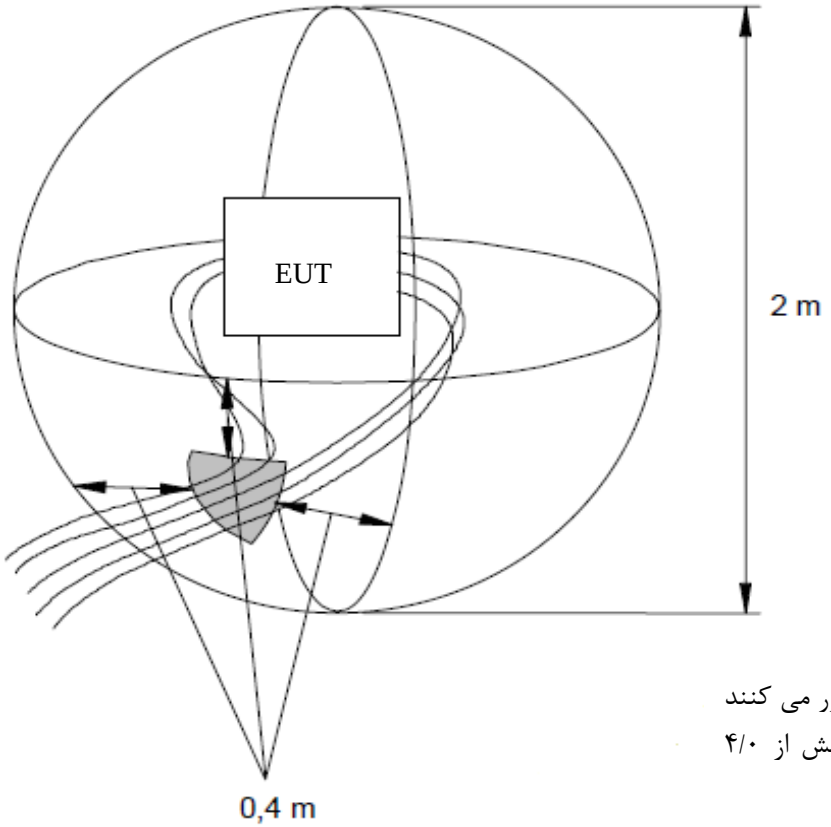
یادآوری ۱- برای به دست آوردن پاسخ بسامدی تخت برای LLA در انتهای پایینی گستره بسامدی ۹ کیلوهرتز تا ۳۰مگاهرتز، تلفات جاگذاری Rc, از پراب جریان باید خیلی کوچکتر از $2\ \pi\ f\ L_c$ در $f = 9\ kH$ باشد که L_c نشان‌دهنده

اندوکتانس پراب جریان است. علاوه بر این, $(Rc + Ri) << 2 \pi f L$ در ۹ کیلوهرتز باشدکه در آن Ri مقاومت رسانای داخلی حلقه است و L اندوکتانس حلقه می‌باشد. این اندوکتانس تقریبا 1.5 µH/m در محیط دایره ای پیرامون است از این رو برای LLA استاندارد شده $Xi = 0.5\ \Omega$ در بسامد $f = 9\ kHz$ است.

یادآوری ۲- برای جلوگیری از تزویج خازنی ناخواسته بین EUT و LAS، فاصله بین EUT و اجزای LLA باید کمینه ۰/۱۰ برابر قطر حلقه باشد. توجه خاصی باید به لبه های EUT شود. کابل‌ها باید به یکدیگر مسیردهی شوند و حجم حلقه در همان یک هشتم سلول باید رها شود نه نزدیکتر از ۰/۴ میلی‌متر به هر کدام از حلقه های LAS (به شکل پ-۶ مراجعه شود)



شکل پ-۵ ساختار جعبه فلزی شامل پراب جریان



تمام کابل ها از ۸/۱ سلول عبور می کنند و از سه حلقه دیگر فاصله بیش از ۴/۰ متر را دارد

IEC 832/10

شکل پ-۶ – مثالی از نمایش مسیریابی چندین کابل EUT برای اطمینان از این که هیچ تزویج خازنی از لبه‌ها به حلقه وجود ندارد.

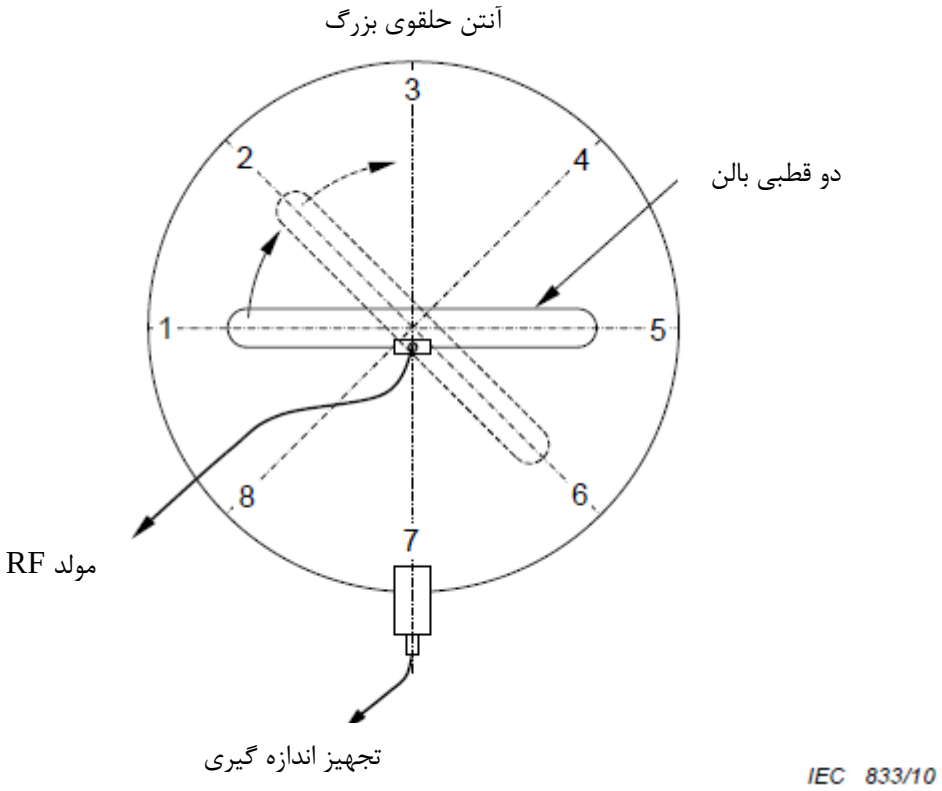
پ-۴ صحت آنتن حلقوی بزرگ (LLA)

صحت و واسنجی آنتن حلقوی بزرگ (LLA) از سامانه آنتن حلقوی با اندازه‌گیری جریان القا شده در LLA با استفاده از یک بالون دوقطبی که به یک مولد ۵۰ اهم RF متصل است انجام می‌شود، که در بند پ-۵ شرح داده شده است. میدان مغناطیسی گسیل شده توسط آن دوقطبی مجوز تایید حساسیت نسبت به میدان مغناطیسی LLA است. میدان الکتریکی گسیل شده توسط بالون دوقطبی نشان می‌دهد که حساسیت نسبت به میدان الکتریکی در LLA به اندازه کافی پایین است.

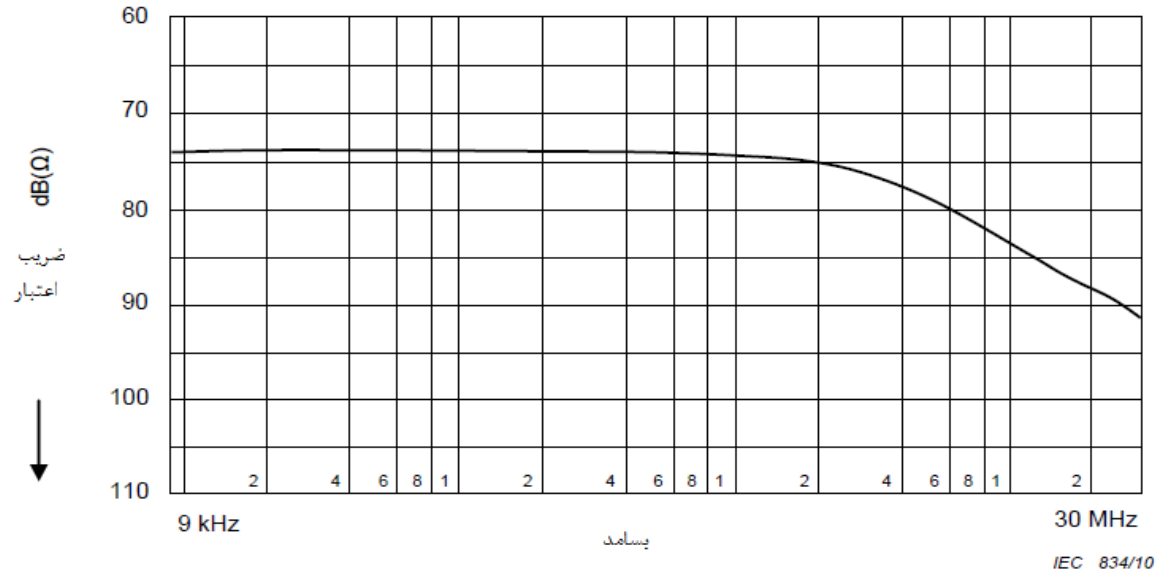
جریان القایی باید به عنوان تابعی بسامد در گستره ۹ کیلوهرتز تا ۳۰ مگاهرتز در هشت وضعیت بالون دوقطبی در شکل پ-۷ اندازه‌گیری شود. در هنگام اندازه‌گیری, بالون دوقطبی در صفحه LLA تحت آزمون قرار دارد.

در هر کدام از این هشت وضعیت، ضریب تصدیق [بیان شده به شکل $dB(\Omega) = 20 \log(V_{go}/I_l)$] ولتاژ مدار باز مولد RF (V_{go}) و جریان اندازه‌گیری شده (I_l) نباید بیشتر از ۲± دسیبل از ضریب تصدیق داده شده در شکل پ-۸ انحراف داشته باشد.

ضریب تصدیق داده شده در شکل پ-۸ برای LLA دایره‌ای با قطر استاندارد شده D = 2m معتبر است. اگر قطر LLA دایره‌ای متفاوت از D = 2m باشد، ضریب تصدیق برای LLA غیر استاندارد می‌تواند از داده‌های ارائه شده در شکل پ-۸ و شکل پ-۱۱ استخراج شود (به بند پ-۶ مراجعه شود).



شکل پ-۷ هشت وضعیت بالون دو قطبی در هنگام معتبرسازی آنتن حلقه ای بزرگ



شکل پ-۸ ضریب اعتبارسنجی برای آنتن حلقوی بزرگ با قطر 2m.

پ-۵ ساخت بالون دوقطبی

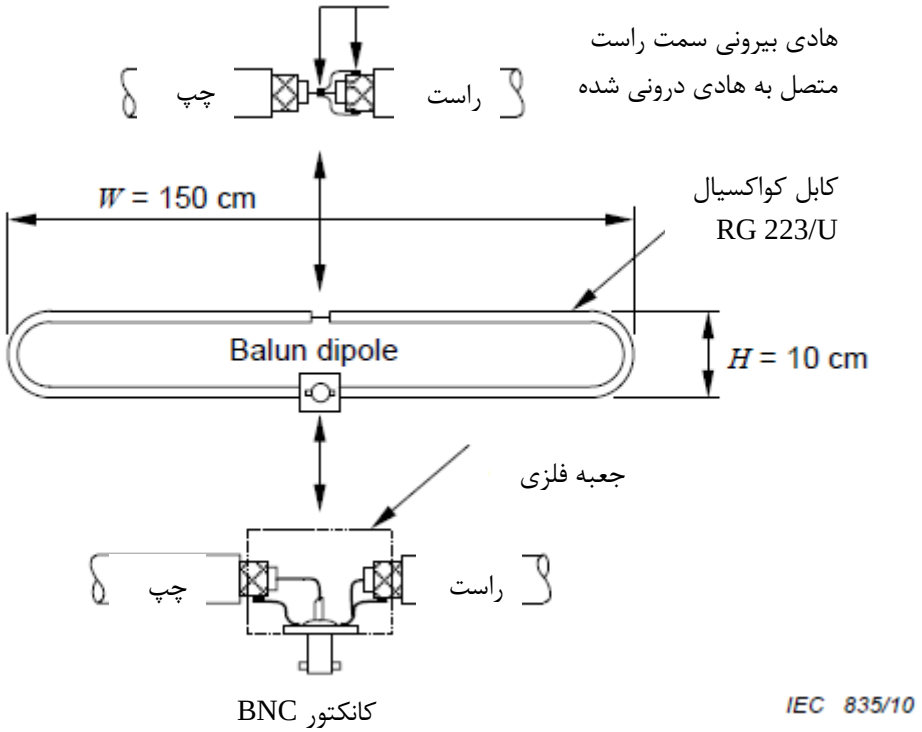
بالون دوقطبی، شکل پ-۹ طوری طراحی شده که همزمان یک میدان مغناطیسی گسیل کند، که باید به‌وسیله LLA اندازه‌گیری شود و یک میدان الکتریکی که توسط LLA برگشت داده شود.

بالون دوقطبی از کابل هم محور RG 233/U ساخته شده است. همان‌طور که در شکل پ-۹ شرح داده شده عرض آن برابر با $W = 150$ cm و ارتفاع آن $H = 10$ cm (فاصله های مرکز تا مرکز کابل) است.

یک شکاف در رسانای بیرونی کابل کواکسیال دوقطبی را به دو نیمه تقسیم می‌کند. یک نیمه از این دوقطبی نیمه دست راست در شکل پ-۹ نزدیک شکاف و اتصال‌دهنده، اتصال کوتاه شده است. اتصال کوتاه به این معنی است که رساناهای درونی و بیرونی کابل هم محور به طور الکتریکی به هم متصل هستند. این نیمه به زمین مرجع اتصال‌دهنده BNC متصل است. رسانای داخلی کابل کواکسیال، که تشکیل دهنده نیمه دست چپ دوقطبی در شکل پ-۹ است به پین مرکزی اتصال‌دهنده BNC متصل است و به رسانای خارجی زمین مرجع اتصال‌دهنده BNC متصل است.

یک جعبه فلزی کوچک برای نمایش اتصالات نزدیک به اتصال‌دهنده دوقطبی استفاده شده است. رسانای خارجی دو نیمه از کابل کواکسیال دوقطبی به این جعبه متصل شده است که زمین مرجع برای اتصال‌دهنده BNC است.

برای به دست آوردن یک ساختار سخت و محکم، دوقطبی توسط یک پایه نارسانا مستحکم شده است.



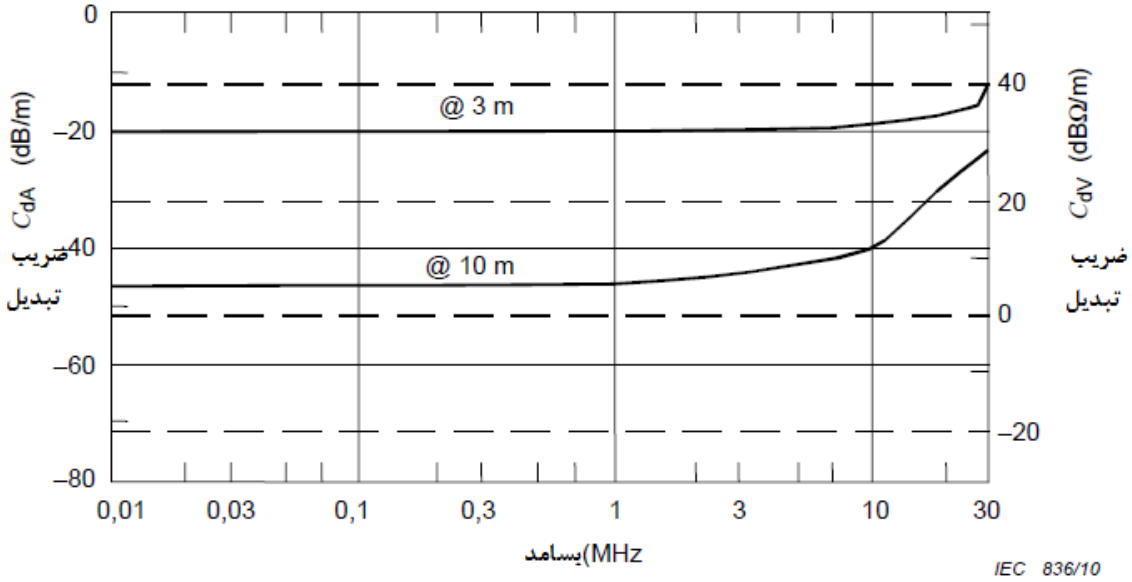
شکل پ-۹ – ساختار یک بالون دوقطبی

پ-۶ ضرایب تبدیل

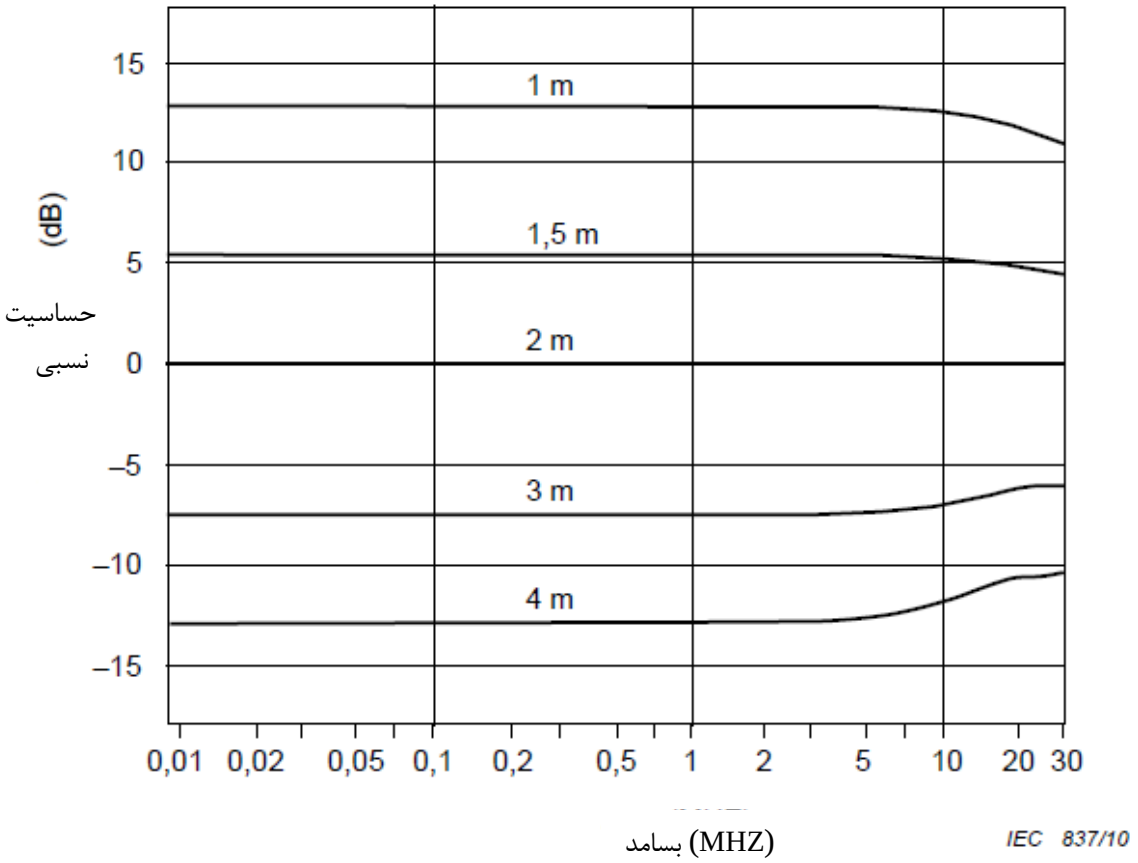
این بند با ضریبی سروکار دارد که جریان (I) القا شده در LLA توسط EUT را به میدان مغناطیسی به بزرگی H در یک فاصله مشخص از EUT تبدیل می‌کند (به شکل پ-۱۰ مراجعه شود). همچنین منجر به ضریبی می‌شود که جریان اندازه‌گیری شده در LLA با قطر غیراستاندارد را به جریانی که توسط LLA با قطر استاندارد D = 2 m اندازه‌گیری شده, تبدیل می‌کند (به شکل پ-۱۱ مراجعه شود).

ضریب تبدیل در شکل پ-۱۰ برای منبعی از میدان مغناطیسی که در مرکز LLA با گشتاور دوقطبی عمود بر صفحه LLA قرار دارد به کار برده می‌شود. باید اشاره شود که با آنتن‌های حلقه‌ای مشخص شده در ۴-۳ آنتن حلقه‌ای همیشه در یک صفحه عمودی قرار داده شده است و EUT تنها در اطراف محور عمودی‌اش چرخیده شده است. از این رو در این حالت، تنها گشتاور دوقطبی افقی، یعنی گشتاورهای دو قطبی موازی به صفحه زمین، اندازه‌گیری شده‌اند. در نتیجه، در حالت گشتاور دوقطبی موازی ضریب تبدیل نمی‌تواند برای مقایسه نتایج هر دو روش اندازه‌گیری استفاده شود. در هر حال، این ضریب وقتی که در روش اندازه‌گیری میدان مغناطیسی، آنتن حلقه‌ای در یک صفحه افقی قرار داده شده باشد یا وقتی که در آن روش، EUT به سمت ۹۰ درجه خمش شده باشد، می‌تواند استفاده شود. از این رو گشتاور دوقطبی عمودی مربوطه، به افقی آن تغییر داده شده است.

اگر موقعیت واقعی منبع اختلال درون EUT در فاصله‌ای کمتر از ۰٫۵ متر از مرکز LAS استاندارد شده باشد، از نتایج اندازه‌گیری کمتر از ۳ دسیبل از منبعی در مرکز قرار دارد، تفاوت دارد.



شکل پ-۱۰ ضرایب تبدیل CdA [برای تبدیل به dB(μA/m)] و C_{dV}(برای تبدیل به dB(μV/m)) برای دو فاصله های اندازه‌گیری استاندارد شده *d*.



شکل پ-۱۱ حساسیت S_D آنتن حلقوی بزرگ با قطر D نسبت به آنتن حلقوی بزرگ دارای قطر ۲ میلی‌متر.

اتصال دهنده بین شدت میدان مغناطیسی H با واحد dB(µA/m) اندازه‌گیری شده در فاصله d و جریان I به dB(µA) برابر است با:

$$H = I - C_{dA.}$$

که در آن C_{dA} ضریب تبدیل جریان به میدان به $db(m^{-1})$ برای فاصله مشخص d وقتی که H به صورت dB(µA/m) بیان می‌شود. یادآوری زیر را نیز ببینید.

در کل ضریب تبدیل وابسته به بسامد است. شکل پ-۱۰ برای فواصل 3m و 10m استاندارد شده، C_{dA} را ارائه می‌کند. برای فاصله استاندارد d = 30 m، ضریب تبدیل تحت نظر است.

نسبت S_D به دسی بل، جریان اندازه‌گیری شده در یک LLA با قطر D، به متر و جریانی که با یک LLA که دارای قطر استاندارد D= m، اندازه‌گیری شده است، در شکل پ-۱۱ برای مقادیر مختلف D داده شده است. با استفاده از این نسبت، معادله داده شده در بالا، می‌تواند به شکل زیر نوشته شود.

$$H= I - SD + CdA$$

که H به صورت dB(µA/m), I به dB(µA) و S_D به صورت dB و C_{dA} به صورت db (m^{-1}) است.

یادآوری- برای محاسبات اختلال CISPR از یک میدان مغناطیسی با شدت H به dB(µA/m) به جای dB(µV/m) استفاده می‌کند. در این متن اتصال دهنده بین H که به شکل dB(µA/m) و E که به صورت dB(µV/m) بیان شده، توسط اتصال دهندهزیر داده شده است:

$$E = H + 51.5$$

که در آن E به شکل dB(µV/m) و H به صورت dB(µA/m) بیان شده است. ثابت ۵۱/۵ به dB(Ω), در یادداشت ۴-۳-۲ شرح داده شده است.

برای سهولت، ضریب تبدیل C_{dV} که I به dB(µA) را به E به dB(µ) تبدیل می‌کند, در شکل پ-۱۰ داده شده است.

مثال‌های زیر, استفاده از سه معادله بالا و شکل های پ-۱۰ و پ-۱۱را توضیح می‌دهد.

الف- داده شده: بسامد اندازه‌گیری f = 100 kHz , قطر حلقه D = 2 m, جریان در حلقه I = X dB(µA).

پس استفاده از معادله اول و شکل پ-۱۰ به شرح زیر است:

d = 3 m: H [dB(µA/m)] = X [dB(µA)] + C_{3A} [dB(m^{-1})]= (X – 19,5) dB(µA/m)

d = 3 m: E [dB(µV/m)] = X [dB(µA)] + C_{3V} [dB(Ω/m)] = [X + (51,5 – 19,5)] dB(µV/m)

ب- داده شده: بسامد اندازه‌گیری f = 100 kHz ، قطر حلقه D = 4 m، جریان در حلقه برابر I = X dB(µA). پس استفاده از شکل پ-۱۱ شرح می‌دهد که همان EUT جریانی را در LLA با قطر استاندارد D = 2 m القا خواهد کرد:

$$I[dB(\mu A)](d = X - S3(dB) = (X + 13)dB(\mu A)$$

پ- داده شده: معتبر سازی یک LLA با قطر D = 3 m.

پس ضریب تصدیق در هر بسامد با تفریق، S3، مقدار حساسیت نسبی همان‌طور که در شکل پ-۱۱ داده شده، از ضریب تصدیقی که در شکل پ-۸ داده شده است، یافته می‌شود. از این رو اگر بسامد اندازه‌گیری برابر با ۱۰۰ KHz باشد، ضریب تصدیق برای LLA با D = 3 m برابر با [73.5 – (-7.5)] = 81 dB(Ω) می‌شود.

پیوست ت

(الزامی)

جزئیات ساخت مکان آزمون فضای آزاد در گستره‌ی بسامدی MHz ۳۰ تا MHz ۱۰۰۰ (به زیربند ۵ مراجعه شود)

ت-۱ کلیات

زیربند ۵-۲-۱ تا ۵-۲-۵ شامل ملاحظات اصلی مربوط به ساخت مکان‌های فضای آزاد را بیان کرده است. جزئیات بیشتر در ساخت مکان و شرایط آب و هوایی مفید تضمینی، در این زیربند شرح شده است. یک روش مثبت برای تضمین مناسب بودن این مکان کارها با انجام اندازه‌گیری‌های NSA در زیربند ۵-۲-۶ بیان شده است.

ت-۲ ساختمان صفحه زمین

ت-۲-۱ مواد

برای مواد صفحه زمین برای مکان‌های آزمون قدرت میدان، استفاده از فلز پیشنهاد می‌شود. به هر طریق به دلایل عملی، نمی‌توان از صفحه زمین فلزی به طور خاص برای اندازه‌گیری تمام تجهیزات استفاده نمود. برخی مثال‌ها از صفحات زمین فلزی عبارتند از: ورقه‌های فلزی جامد، فویل فلزی، فلز سوراخ شده، فلز بسط داده شده، پارچه سیمی، صفحه سیمی، شبکه‌ی فلزی. صفحه‌ی زمین نباید دارای هیچ گونه سوراخ و شکاف با ابعاد خطی که کسر قابل ملاحظه‌ای از طول موج در بزرگ‌ترین بسامداندازه‌گیری باشد.

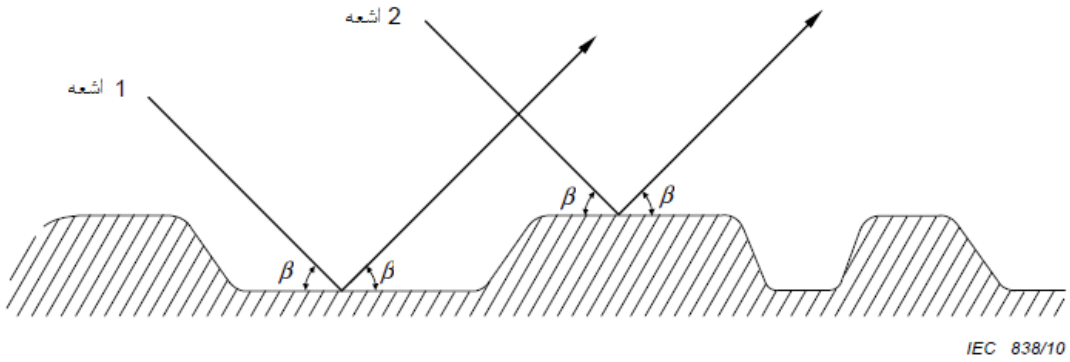
بیشینه اندازه‌ی گشودگی برای صفحات زمین توری، فلزی متخلخل، بسط یافته یا مشبک یک‌دهم طول‌موج در بالاترین بسامد اندازه‌گیری است (حدود ۳ سانتی‌متر در ۱۰۰۰ مگاهرتز). مواد یکایک ورقه‌ها، لول‌ها یا قطعات باید در درزها لحیم‌کاری یا جوش‌کاری شود و بهتر است این کار حالت پیوسته داشته باشد اما شکاف‌ها در هیچ حالت نباید بیش از یک‌دهم طول موج باشد. روکش‌های دی‌الکتریک ضخیم مثل ماسه، آسفالت یا چوب روی صفحه‌های زمین فلزی می‌تواند مشخصات غیرقابل‌قبولی برای اتلاف مکان ایجاد کند.

ت-۲-۲ سختی

معیار سختی ریلی، یک تخمین مفید از بیشترین مقدار مجاز سختی r.m.s صفحه‌ی زمین را فراهم می‌کند (به شکل ت-۱ مراجعه شود). برای بسیاری از مکان‌های آزمون عملی، به خصوص در فواصل اندازه‌گیری ۳ متر در کاربردهای مجزا، تا ۴٫۵ سانتیمتر استحکام برای اندازه‌گیری ناچیز است. برای مکان‌ها ۱۰ متر و ۳۰ متر حتی سختی بیش‌تر مجاز است. روش‌اجرایی اعتبارسنجی مکان در زیر بند ۵-۲-۶ به منظور تعیین استحکام باید مورد قبول واقع شود.

ت-۳ خدمات به نمونه تحت آزمون

سیم‌کشی از برق شهر یا بخش خدمات برق به افزاره‌ی تحت آزمون تا بیشینه امکان باید از زیر صفحه‌ی زمین باشد و بهتر است بر محور اندازه‌گیری عمود باشد تمام سیم‌ها، کابل‌ها و لوله‌کشی‌ها به میزگردان یا پایه‌ی افزاره‌ی تحت آزمون نیز باید زیر صفحه‌ی زمین باشد وقتی گذردهی زیرزمینی میسر نباشد سیم‌کشی به افزاره‌ی تحت آزمون باید در بالا قرار گیرد و به طور مستقیم به صفحه‌ی زمین وصل باشد.



شکل ت-۱ معیار ریلی برای زبری در سطح زمین

فاصله‌ی اندازه‌گیری R m	ارتفاع منبع h_1 m	ارتفاع منبع h_2 m	بیشینه سختی r.m.s	
			در طول موج	در ۱۰۰۰ مگاهرتز
۳	۱	۴	۰/۱۵	۴/۵
۱۰	۱	۴	۰/۲۸	۸/۴
۳۰	۲	۶	۰/۴۹	۱۴/۷

مقادیر b با اتصال دهنده زیر محاسبه شده است.

$$b=\frac{\lambda}{8\sin\beta}$$

ت-۴ ساخت محوطه محافظ آب و هوا

ت-۱-۴ مواد و اتصالات

در بسامدهای تا ۱۰۰۰ مگاهرتز برش‌های باریکی از موادی مانند پشم شیشه و بسیاری از پلاستیک‌های دیگر خصوصا چوب و مواد ترکیبی (پارچه‌ای) تاثیر زیادی در تضعیف گسیل نمونه تحت آزمون ندارند. جذب رطوبت در بعضی مواد (به خصوص چوب و نایلون) در صورتی که سبب کاهش ارسال نشود معیار خاص گسیل‌های نمونه تحت آزمون از طریق این موارد اندازه‌گیری می‌شود

همچنین باید مطمئن بود که ذرات رسانا در هوا، آب و یخ در خود ساختار یا مواد سازنده آن وجود نداشته باشد. بازرسی‌های دوره‌ای جهت جلوگیری از انباشته شدن ذرات خارجی در ساختار باید صورت پذیرد.

استفاده از فلز بالای صفحه‌ی زمین باید در کمینه باشد. استفاده از اتصالات پلاستیکی یا پارچه‌ای بیشتر پیشنهاد می‌شود. تمامی ستون‌ها یا پایه‌ها باید در دورترین فاصله‌ی ممکن باشند تا در اندازه‌گیری تاثیر نداشته باشند.

ت-۲-۴ چیدمان داخلی

تمامی اجزای ساختار باید غیر بازتابنده باشند. تمام سامانه‌های دمنده‌ی حرارت، گرمایشی یا هوادهی باید خارج از محیط آزمون یا کل ساختار قرار داشته باشند به جزء مواردی که از مواد غیرهادی ساخته شده یا زیر یک سطح فلزی با زمین غیرفلزی خوب قرار داشته باشند. کنترل دما و رطوبت در عملکرد نمونه تحت آزمون لازم است. تمام درب‌ها و پنجره‌ها باید از قاب بدون فلز باشند. تمام ریل‌های محافظ یا پلکان‌ها در صورتی که روی صفحه‌ی زمین باشند باید غیرهادی باشند.

ت-۳-۴ اندازه

ابعاد محافظ آب و هوا بستگی به ابعاد نمونه تحت آزمون و آب و هوا با کل محدوده تحت پوشش آنتن یا محیط اطراف آنتن، محیط اطراف منطقه‌ی اندازه‌گیری یا محیط تحت پوشش موقعیت‌دهنده‌ی آنتن گیرنده و حد ارتفاع آنتن گیرنده وقتی که در حالت اندازه‌گیری عمودی قرار می‌گیرد، دارد.

ت-۴-۴ یکنواختی در زمان و شرایط جوی

جهت مشخص کردن ناهنجاری‌های ناشی از تمام عوامل جوب (مانند رطوبت در جاذب‌ها) یا آلودگی مواد پوشش دهنده، اندازه‌گیری تضعیف مکان به صورت دوره‌ای پیشنهاد می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها همچنین شامل وارسی واسنجی کابلهای RF و تجهیزات آزمون نیز می‌شود. اغلب بررسی‌های ۶ ماهه در صورتی که علائم فیزیکی مانند تغییر رنگ ناشی از آلاینده‌ها به وجود نیاید، کافی است.

ت-۵ میز چیدمان و میز چرخان

یک میز چرخان یا میز جهت نگهداری نمونه تحت آزمون برای راحتی اندازه‌گیری گسیل الکترومغناطیس از تمام جهات پیشنهاد می‌شود. میز چرخان شامل یک سامانه گردنده و میز راه‌اندازی جهت قرار دادن نمونه تحت آزمون در مکان آزمون استفاده می‌شود. سه حالت چیدمان و میزگردان در زیر ارائه شده است:

برای تجهیزات قرار گیرنده روی میز، ارتفاع میز چیدمان باید برای ۰/۰۱ ± ۰/۸ متر باشد و میز باید در مرکز میزگردان در حالت افقی قرار داشته باشد. میز چیدمان جهت اندازه‌گیری NSA باید از محیط خارج شود.

برای تجهیزات ایستا روی زمین، نمونه تحت آزمون باید روی سطح میز گردان که هم تراز با سطح زمین است قرار داشته باشد. ارتفاع نگهدارنده باید نهایتا ۰٫۱۵ متر باشد یا مقداری که توسط سازنده محصول ارائه می‌شود. در هنگامی که سازنده از چرخ‌های غیر فلزی استفاده کرده است نیازی به نگهدارنده زیر تجهیز تحت آزمون نیست. نگهدارنده جهت اندازه‌گیری NSA باید از محیط خارج شود. برای میزهای گردان یکپارچه با میز گردان و قرار گرفته در میز چرخان (هم سطح با زمین) یا سطح زمین بدون میز چرخان، میز

باید در ارتفاع ۰٫۰۱ ± ۰٫۸متر برای برای تجهیزات قرارگیرنده روی میز ارتفاع ۰٫۱۵ متر برای تجهیزات ایستا روی زمین قرار گیرد. میز چیدمان برای اندازه‌گیری NSA باید از محیط خارج شود.

- در یک (FAR)، ارتفاع میز چیدمان نمونه تحت آزمون مشخص نیست و بستگی به کارایی مواد جاذب و ابعاد اتاق دارد. میز آزمون باید در اندازه‌گیری NSA از محیط خارج شود.

یادآوری- در صورتی که نمونه تحت آزمون یا سامانه دارای یک میز همراه خود باشد باید با همان میز آزمون شده و از میز چیدمان استفاده نشود.

ت-۶ نصب دکل آنتن گیرنده

آنتن گیرنده باید روی یک نگهدارنده غیر فلزی نصب شود که توانایی حرکت از ارتفاع ۱ تا ۴ متر برای فواصل ۱۰ متر و کمتر و ارتفاع ۱ تا ۴ متر یا ۲ تا ۶ متر برای فواصی بیشتر از ۱۰ را داشته باشد. کابل آنتن برای قطبش افقی باید بر محور آن عمود باشد تا در تمام ارتفاع‌ها تعادل با سطح زمین داشته باشد.

کابل‌کشی از آنتن گیرنده باید تا یک متر یا بیشتر به صورت عمودی روی زمین پهن شود. از آن نقطه باید روی یا زیر سطح زمین طوری قرار گیرد که موجب اختلال در اندازه‌گیری نشود. کابل بین آنتن و تحلیل‌گر اختلال باید در حدی کوتاه باشد که از حد سطح سیگنال در ۱۰۰۰ مگاهرتز اطمینان حاصل شود.

برای قطبش عمودی آنتن‌های شبیه دوقطبی، کابل کشی به گیرنده‌ی اندازه‌گیری باید افقی باشد، یعنی موازی با سطح زمین، برای فواصل حدودا ۱ متر یا بیشتر در پشت آنتن گیرنده (دور از نمونه تحت آزمون) پس از این که روی سطح زمین قرار گیرند. نگهدارنده پشت آنتن در حدود ۱ متر کفایت می‌کند. کابل باقی مانده باید مشابه حالت افقی باشد. در هر دو حالت ضریب آنتن نباید تحت تاثیر جهت دهنده‌ی آنتن و کابل‌های متصل به آن باشد.

پیوست ث

(الزامی)

روش‌اجرایی اعتبارسنجی مکان آزمون فضای باز برای گستره‌ی بسامدی ۳۰ مگاهرتز تا ۱۰۰۰ مگاهرتز (به زیربند ۵ مراجعه شود)

ث-۱ کلیات

زیربند ۶-۲-۵ شامل الزامات کلی و روش‌های اجرایی برای اعتبارسنجی مکان با استفاده از اندازه‌گیری تضعیف مکان به‌هنجار شده است. این پیوست گام به گام روش‌اجرایی انجام اندازه‌گیری‌های NSA را بیان می‌کند.

ث-۲ روش بسامدهای گسسته

ث-۲-۱ چیدمان اندازه‌گیری

جهت جزئیات چیدمان آزمون خاص به شکل‌های ۴ و ۵ مراجعه شود. مولد سیگنال به آنتن فرستنده با طول مناسب از خط انتقال متصل می‌شود. آنتن فرستنده در مکان مطلوب قرار گیرد. آنتن فرستنده در ارتفاع h_1 (به جداول ث-۱، ث-۲ و ث-۳ برای مقادیر h_1 مراجعه شود) قرار گرفته و قطبش مطلوب انتخاب می‌شود. اگر از دوقطبی میزان‌پذیر استفاده شود، طول آن برای بسامد مورد نیاز تنظیم شود.

آنتن گیرنده بر روی دکل نصب شود که اجازه پویش در گستره‌ی ارتفاع h_{2min} تا h_{2max} در فاصله‌ی R از آنتن فرستنده در حالت اتصال به گیرنده اندازه‌گیری یا تحلیل‌گر طیف با طول کابل مناسب را فراهم آورد. قطبش یکسان با آنتن فرستنده انتخاب و اگر دو قطبی میزان شده استفاده شود، آنتن برای بسامد معیین تنظیم شود. فاصله‌ی ایمنی با زمین به میزان ۲۵ سانتیمتری برای میزان شده دارای جهت عمودی حفظ می‌شود (به جدول ث-۳ مراجعه شود).

برای تمامی اندازه‌گیری‌های NSA از دوقطبی قابل تنظیم، طوری در نظر گرفته می‌شود که این آنتن برای تمامی بسامدها قابل تنظیم باشد، که شامل تمامی بسامدهای ۳۰ مگاهرتز تا ۸۰ مگاهرتز باشد استفاده شود.

ث-۲-۲ روش‌اجرایی اندازه‌گیری

مراحل زیر برای تمامی بسامدهای قید شده در جدول‌های ث-۱، ث-۲ و ث-۳ باید انجام شود. اندازه‌گیری‌ها ابتدا باید برای قطبش افقی و سپس عمودی در ارتفاع آنتن فرستنده h_1 انجام شود.

۱- مقدار توان خروجی منبع سیگنال باید طوری تنظیم شود که مقدار ولتاژ مناسب قابل نمایش نسبت به نوفه در گیرنده یا تحلیل‌گر طیف باشد.

۲- آنتن گیرنده روی دکل در بسامدهای h_2 مطابق جداول ث-۱، ث-۲ و ث-۳ حرکت داده شود.

۳- مقادیر بیشینه‌ی سطح سیگنال ثبت شود. این مقدار Vsite در اتصال دهندهه‌ی (۶) در بند ۵-۲-۶-۲ است.

۴- کابل‌های آنتن گیرنده و فرستنده از یکدیگر جدا گردند. به وسیله‌ی یک مبدل مشخص این کابل‌های به یکدیگر متصل گردند.

۵- مقدار سطح سیگنال با اتصال دو کابل به یکدیگر ثبت شود. این مقدار Vdirect در اتصال دهندهه‌ی ۶ در بند ۵-۲-۶-۲ است.

۶- برای هر بسامد و در هر قطبش، مقادیر قسمت‌های ۳ و ۵ در اتصال دهندهه‌ی ۶ بند ۵-۲-۶-۲ وارد شود.

۷- مقادیر ضریب آنتن‌های فرستنده و گیرنده مطابق اتصال دهندهه‌ی (۶) در بسامد اندازه‌گیری وارد شود.

۸- مقدار ضریب امپدانس متقابل ΔF_{aTOT} از جدول ث-۴ که تنها برای قطبش افقی با استفاده از موج قابل تنظیم در فاصله‌ی ۳ متری وجود دارد، وارد شود. ΔF_{aTOT} در سایر ساختارها صفر است.

۹- اتصال دهندهه‌ی ۶ برای AN حل شده، که همان NSA برای بسامد اندازه‌گیری شده در قطبش معین شده است.

۱۰- مقدار محاسبه شده در قسمت ۹ از مقدار مناسب NSA در جداول ث.۱ و ث.۲ کسر شود.

۱۱- اگر مقدار تعیین شده در جدول ۱۰ از ± 4 دسیبل کمتر باشد، صحت عملکرد مکان در بسامد و قطبش تائید می‌شود.

۱۲- مراحل ۱ الی ۱۱ در بسامد و قطبش بعدی تکرار شود.

ث-۳ روش جاروب بسامدی

ث-۱-۳ چیدمان اندازه‌گیری

چیدمان مشابه قسمت ث.12. است به جز این که از آنتن‌های پهن باند استفاده شود. هیچ‌گونه محدودیتی در حرکت قطبش آنتن به دلیل ابعاد کوچک بعضی از آنتن‌های پهن باند نیاز نیست.

ث-۲-۳ مراحل اندازه‌گیری

مراحل زیر باید به وسیله تجهیزات خودکار مجهز به ذخیره‌کننده‌ی بیشینه‌ها[1] ، امکان ذخیره‌سازی و ژنراتور جاروبگر انجام شود. در این روش هر دو پارامتر ارتفاع آنتن گیرنده h_2 و بسامد باید در گستره‌ی بسامدی جستجو و جاروب گردند. گستره‌ی بسامدی غالبا بستگی به نوع آنتن پهن باند دارد. سرعت جاروب بسامدی باید از سرعت حرکت آنتن بیشتر باشد. ارتفاع آنتن فرستنده روی h_2 تنظیم شود.

۱- سطح خروجی ژنراتور و جاروبگر باید در سطح ولتاژ مناسب دریافت شده در گیرنده با تحلیل‌گر طیف از حد نوفه بیشتر باشد.

۲- ارتفاع آنتن گیرنده در بیشترین مقدار تعیین شده در جدول E1 تنظیم شود.

1- Maxhold

۳- تحلیل‌گر طیف روی گستره‌ی بسامدی مطلوب تنظیم شود. اطمینان حاصل شود که در تنظیمات طیف یک سیگنال با ۶۰ دسیبل بالاتر قابل نمایش باشد. این امر تطبیق خوبی از مقادیر ثبت شده در مرحله‌ی ۵ باشد.

۴- مقدار ارتفاع آنتن گیرنده به آرامی تا کمترین مقدار تعیین شده در جداول پایین آورده شود. مقادیر در بیشینه‌ی ولتاژ دریافت شده نمایش داده شده با V_R بر حسب dB(μv) ذخیره یا یادداشت شود. (مقدار زمان حرکت آنتن به کترین مقدار باید بیشتر از زمان جاروب تحلیل‌گر طیف باشد)

۵- کابل‌های گیرنده و فرستنده از آنتن جداشده و به وسیله مبدل به یکدیگر متصل گردند. مقادیر ولتاژ ثبت یا ذخیره گردند.

۶- در هر بسامد، مقادیر ولتاژ محاسبه شده در مرحله‌ی ۴ از مقادیر ولتاژ محاسبه شده در مرحله ۵ کسر شود. همچنین مقادیر ضریب آنتن‌های گیرنده و فرستنده F_{aTOT} (dB/m) و F_{aR} (dB/m) کسر گردند. (ضرایب آنتن‌ها به عنوان مقادیر دائمی ار بسامد می‌توانند با استفاده از منحنی خطی در مقادیر ضریب گسسته‌ی آنتن ثبت گردند). نتایج به عنوان AN در گستره‌ی بسامدهای استفاده شده که باید ترسیم گردند، محاسبه می‌شود. همچنین مقادیر محاسبه‌ای NSA برای مکان ایده‌آل مطابق جدول ث-۱ ترسیم گردند.

۷- اختلاف مقادیر محاسبه شده AN و اندازه‌گیری شده نباید از ۴± دسیبل تجاوز کنند.

یادآوری- برای هر دو روش اندازه‌گیری NSA، عدم تطبیق امپدانس در خروجی منبع سیگنال با در ورودی گیرنده با تحلیل‌گر امکان دارد منجر به بروز خطا گردند. از این امر می‌توان با قرار دادن تضعیف کننده‌های ۱۰ دسیبل در انتهای خروجی هرکدام از آنتن‌های فرستنده و گیرنده جلوگیری نمود. این تضعیف‌ها باید روی کابل‌ها در اندازه‌گیری NSA باقی بمانند.

ث-۴ عواملی که می‌توانند منجر به خروج از حدود در مکان گردند

اگر مقدار انحراف از ۴± دسیبل تجاوز کند، پیشنهادات زیر ارائه می‌شود.

ابتدا واسنجی سامانه اندازه‌گیری بررسی شود. اگر منبع سیگنال و دستگاه اندازه‌گیر در طول اندازه‌گیری انحرافی ندارند، اولین سوءظن به ضریب آنتن‌ها است. همچنین آنتن‌ها می‌توانند معیوب باشند. اگر تمامی این موارد بررسی شد، مجددا اندازه‌گیری تکرار شود. اگر بازهم انحراف از ۴± دسیبل بیشتر شد، مجددا اندازه‌گیری تکرار شود. اگر مجددا انحراف از ۴± دسیبل بیشتر شد، مکان و محیط اطراف مشکوک است. تضعیف مکان در حالت عمودی نسبت به ناهنجاریها حساستر است. اگر این چنین باشد، استفاده از اندازه‌گیری‌ها به عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری مشکل است. مشکلات احتمالی عبارتند از: نامناسب بودن زمین ساخته شده و ابعاد آن، بازتاب از اشیاء بسیار نزدیک مانند (قفسه‌ها، ساختمان‌ها، برج‌های نو و غیره)، تخریب محوطه ناشی از آب و هوا به دلیل ساخت نامناسب و عوامل بلند مدت به عنوان نفوذ آلاینده‌ها.

ث-۵ واسنجی آنتن

ضریب آنتن‌های پهن باند استفاده شده در اندازه‌گیری تضعیف مکان باید بر اساس استاندارد ملی باشند. ضرایب کارخانه‌ای آنتن‌ها ممکن است جهت تطابق مقادیر اندازه‌گیری و محاسبه‌ی NSA کافی نباشند.

یادآوری - یک استاندارد مجزا در واسنجی آنتن توسط CISPR/AWG1 در حال گسترش است.

ضریب آنتن غالبا حاکی از مدار تطبیق (balun) است. اگر مدار تطبیق جداگانه‌ای استفاده شود، تاثیر آن باید لحاظ شود. تجربه نشان داده است، تغییرات ضریب آنتن به ازای شکل هندسی و قطبش غالبا در آنتن‌های پهن باند جهت اندازه‌گیری‌های سازگاری الکترومغناطیس در بسامدهای کمتر از ۱ گیگاهرتز بی‌تاثیر است. (برای مثال دومخروطی، دیپل کوچک و متناوب لگاریتمی) تا زمانی که آنتن فرستنده در بالای ۱ متری سطح زمین قرار داشته باشد. اگر ضریب آنتن به دلایلی مانند استفاده از آنتن‌های غیرمعمول یا هندسه‌ی اندازه‌گیری، یا عواملی مانند تزویج متقابل، یا پراکندگیخط انتقال در قطبش عمودی آنتن به خصوص در فاصله‌ی اندازه‌گیری ۳ متر قابل اعتماد نباشد در این صورت ضریب آنتن باید ابتدا در این هندسه اندازه‌گیری شود.

اغلب تضعیف مکان در سامانه امپدانسی ۵۰ اهم اندازه‌گیری می‌شود. یعنی منبع سیگنال و گیرنده دارای امپدانس ۵۰ اهم هستند و امپدانس تشعشع آنتن‌های فرستنده و گیرنده توسط تطبیق متعادل شده است.

ضریب کارخانه‌ای آنتن‌ها عموما در امپدانس ۵۰ اهم مشخص می‌شود یعنی ضریب تبدیل برای یک تطبیق امپدانس ۵۰ اهم به امپدانس تشعشع آنتن و در صورت وجود، افت تطبیق (balun) استفاده شده در ضریب آنتن ارائه شده محاسبه می‌شود. در صورتی که دوقطبی با طول قابل تغییر استفاده شود، ضرایب آنتن در فضای آزاد می‌تواند با استفاده از اتصال دهندهه‌ی زیر محاسبه شود.

$$F_a = 20\log\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right) - 10\log\left(\frac{73}{50}\right) - 31.9 \quad (dB) \qquad (ث-۱)$$

که در آن f (بسامد) برحسب مگاهرتز است.

یادآوری- در عمل، ضریب آنتن تحت تاثیر ارتفاع آنتن دوقطبی از زمین به دلیل آینه‌ی آن نسبت به زمین خواهد بود.

افت متوسط تطبیق (balun) برای یک طراحی مناسب دوقطبی تنظیم شده در حدود ۰٫۵ دسیبل است. بنابراین اتصال دهندهه‌ی ث-۱ به صورت زیر خواهد شد

$$F_a = 20\log(f) - 31.4 \quad (dB) \qquad (ث-۲)$$

این افت باید قبل از این که به بدنه متصل شود توسط اتصال پشت به پشت دوقطبی‌های گیرنده و فرستنده اندازه‌گیری شود. افت هر تطبیق نصف مقدار محاسبه شده با این روش است.

این مساله در مقادیر محاسبه شده اندازه‌گیری NSA باید لحاظ گردند. روش ساده بررسی این است که مقدار VSWR با آنتن‌های مونتاژ شده اندازه‌گیری شده و نهای آن در بسامد تشدید تنظیم گردند.

آنتن باید نهایتا ۴ متر بالاتر از سطح زمین قرار گیرد، بالاتر در صورت امکان، جهت کاهش تزویج آن با زمین و عنصرهای آن باروش نشان داده شده در جدول ث-۳ تنظیم گردند. کافی است که مقادیر VSWR عنصرهای آنتن در بسامدهای پایین، میانی و بالای گستره‌ی مورد نظر بررسی شود.

در بسامد زیر ۱۰۰ مگاهرتز، عملکرد مدار تنظیم ممکن است با حذف عنصرهای آنتن و جایگزینی یک مقاومت ۱۰ اهم بین عنصرهای آن و اندازه‌گیری VSWR بررسی شود. مقدار VSWR کمتر از ۱/۵ یا ۱ باشد.

جدول ث-۱ تضعیف به‌هنجار شده‌ی مکان- هندسه‌ی پیشنهاد شده برای آنتن‌های پهن باند

قطبش **d** h_1 h_2	افقی ۳ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۱۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	افقی ۳۰ متر ۱ متر ۲ متر تا ۶ متر	افقی ۳۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۱۰ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳۰ متر ۱ متر ۲ متر تا ۶ متر	عمودی ۳۰ متر ۱ متر ۱ متر تا ۴ متر
$f_{M(MHz)}$	$A_{N\,(dB)}$ dB							
۳۰	۱۵٫۸	۲۹٫۸	۴۴٫۴	۴۷٫۸	۸٫۲	۱۶٫۷	۲۶٫۱	۲۶٫۰
۳۵	۱۳٫۴	۲۷٫۱	۴۱٫۷	۴۵٫۱	۶٫۹	۱۵٫۴	۲۴٫۷	۲۴٫۷
۴۰	۱۱٫۳	۲۴٫۹	۳۹٫۴	۴۲٫۸	۵٫۸	۱۴٫۲	۲۳٫۶	۲۳٫۵
۴۵	۹٫۴	۲۲٫۹	۳۷٫۳	۴۰٫۸	۴٫۹	۱۳٫۲	۲۲٫۵	۲۲٫۵
۵۰	۷٫۸	۲۱٫۱	۳۵٫۵	۳۸٫۹	۴٫۰	۱۲٫۳	۲۱٫۶	۲۱٫۶
۶۰	۵٫۰	۱۸٫۰	۳۲٫۴	۳۵٫۸	۲٫۶	۱۰٫۷	۲۰٫۱	۲۰
۷۰	۲٫۸	۱۵٫۵	۲۹٫۷	۳۳٫۱	۱٫۵	۹٫۴	۱۸٫۷	۱۸٫۷
۸۰	۰٫۹	۱۳٫۳	۲۷٫۵	۳۰٫۸	۰٫۶	۸٫۳	۱۷٫۶	۱۷٫۵
۹۰	-۰٫۷	۱۱٫۴	۲۵٫۵	۲۸٫۸	-۰٫۱	۷٫۳	۱۶٫۶	۱۶٫۵
۱۰۰	-۲٫۰	۹٫۷	۲۳٫۷	۲۷	-۰٫۷	۶٫۴	۱۵٫۷	۱۵٫۶
۱۲۰	-۴٫۲	۷٫۰	۲۰٫۶	۲۳٫۹	-۱٫۵	۴٫۹	۱۴٫۱	۱۴٫۰
۱۴۰	-۶٫۰	۴٫۸	۱۸٫۱	۲۱٫۲	-۱٫۸	۳٫۷	۱۲٫۸	۱۲٫۷
۱۶۰	-۷٫۴	۳٫۱	۱۵٫۹	۱۹	-۱٫۷	۲٫۶	۱۱٫۷	۱۱٫۵
۱۸۰	-۸٫۶	۱٫۷	۱۴٫۰	۱۷	-۱٫۳	۱٫۸	۱۰٫۸	۱۰٫۵
۲۰۰	-۹٫۶	۰٫۶	۱۲٫۴	۱۵٫۳	-۳٫۶	۱٫۰	۹٫۹	۹٫۶
۲۵۰	-۱۱٫۹	-۱٫۶	۹٫۱	۱۱٫۶	-۷٫۷	-۰٫۵	۸٫۲	۷٫۷
۳۰۰	-۱۲٫۸	-۳٫۳	۶٫۷	۸٫۸	-۱۰٫۵	-۱٫۵	۶٫۸	۶٫۲

ادامه جدول ث-۱

۴۰۰	-۱۴٫۸	-۵٫۹	۳٫۶	۴٫۶	-۱۴٫۰	-۴٫۱	۵٫۰	۳٫۹
۵۰۰	-۱۷٫۳	-۷٫۹	۱٫۷	۱٫۸	-۱۶٫۴	-۶٫۷	۳٫۹	۲٫۱
۶۰۰	-۱۹٫۱	-۹٫۵	۰	۰	-۱۶٫۳	-۸٫۷	۲٫۷	۰٫۸
۷۰۰	-۲۰٫۶	-۱۰٫۸	-۱٫۳	-۱٫۳	-۱۸٫۴	-۱۰٫۲	۰٫۵	-۰٫۳
۸۰۰	-۲۱٫۳	-۱۲٫۰	-۲٫۵	-۲٫۵	-۲۰٫۰	-۱۱٫۵	-۲٫۱	-۱٫۱
۹۰۰	-۲۲٫۵	-۱۲٫۸	-۳٫۵	-۳٫۵	-۲۱٫۳	-۱۲٫۶	-۳٫۲	-۱٫۷
۱۰۰۰	-۲۳٫۵	-۱۳٫۸	-۴٫۵	-۴٫۴	-۲۲٫۴	-۱۳٫۶	-۴٫۲	-۳٫۵

کلید :

d: فاصله‌ی افقی بین آنتن‌های فرستنده و گیرنده در صفحه ی زمین (متر) برای یک آنتن پهن باند

h: فاصله‌ی بین مکان مرجع دو آنتن است.

h: گستره‌ی فاصله‌ی مرکز آنتن گیرنده از سطح زمین (برحسب متر) بیشترین مقدار سیگنال دریافت شده جهت اندازه گیری NSA استفاده می‌شود.

f_M: بسامد برحسب مگاهرتز

اطلاعات مربوط به آنتن های باند تا ۲۵ سانتیمتر صفحه‌ی زمین است وقتی که مرکز آنتن ۱ متر بالاتر از سطح زمین در حالت عمودی است.

جدول ث-۲ تضعیف بهنجار شده‌ی مکان

قطبش **d** **h_1** **h_2**	**افقی** **۳ متر** **۲ متر** **۱ متر تا ۴ متر**	**افقی** **۱۰ متر** **۲ متر** **۱ متر تا ۴ متر**	**افقی** **۳۰ متر** **۲ متر** **۲ متر تا ۶ متر**
$f_{M(MHz)}$	A_N (dB)		
۳۰	۱۱٫۰	۲۴٫۱	۳۸٫۴
۳۵	۸٫۸	۲۱٫۶	۳۵٫۸
۴۰	۷٫۰	۱۹٫۴	۳۳٫۵
۴۵	۵٫۵	۱۷٫۵	۳۱٫۵

جدول ث-۲ - ادامه

۵۰	۴/۲	۱۵/۹	۲۹/۷
۶۰	۲/۲	۱۳/۱	۲۶/۷
۷۰	۰/۶	۱۰/۹	۲۴/۱
۸۰	-۰/۷	۹/۲	۲۱/۹
۹۰	-۱/۸	۷/۸	۲۰/۱
۱۰۰	-۲/۸	۶/۷	۱۸/۴
۱۲۰	-۴/۴	۵/۰	۱۵/۷
۱۴۰	-۵/۸	۳/۵	۱۳/۶
۱۶۰	-۶/۷	۲/۳	۱۱/۹
۱۸۰	-۷/۲	۱/۲	۱۰/۶
۲۰۰	-۸/۴	۰/۳	۹/۷
۲۵۰	-۱۰/۶	-۱/۷	۷/۷
۳۰۰	-۱۲/۳	-۳/۳	۶/۱
۴۰۰	-۱۴/۹	-۵/۸	۳/۵
۵۰۰	-۱۶/۷	-۷/۶	۱/۶
۶۰۰	-۱۸/۳	-۹/۳	۰
۷۰۰	-۱۹/۷	-۱۰/۶	-۱/۳
۸۰۰	-۲۰/۸	-۱۱/۸	-۲/۴
۹۰۰	-۲۱/۸	-۱۲/۹	-۳/۵
۱۰۰۰	-۲۲/۷	-۱۳/۸	-۴/۴

جدول ث-۳ تضعیف به‌هنجار شده مکان

f_M MHz	۳ متر ۲/۷۵ متر		۱۰ متر ۲/۷۵ متر		۳۰ متر ۲/۷۵ متر	
	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)	h_2 (m)	A_N (dB)
۳۰	۴ تا ۲٫۷۵	۱۲٫۴	۴ تا ۲٫۷۵	۱۸٫۸	۶ تا ۲٫۷۵	۲۶٫۳
۳۵	۴ تا ۲٫۳۹	۱۱٫۳	۴ تا ۲٫۳۹	۱۷٫۴	۶ تا ۲٫۳۹	۲۴٫۹
۴۰	۴ تا ۲٫۱۳	۱۰٫۴	۴ تا ۲٫۱۳	۱۶٫۲	۶ تا ۲٫۱۳	۲۳٫۸
۴۵	۴ تا ۱٫۹۲	۹٫۵	۴ تا ۱٫۹۲	۱۵٫۱	۶ تا ۲	۲۲٫۸
۵۰	۴ تا ۱٫۷۵	۸٫۴	۴ تا ۱٫۷۵	۱۴٫۲	۶ تا ۲	۲۱٫۹
۶۰	۴ تا ۱٫۵۰	۶٫۳	۴ تا ۱٫۵۰	۱۲٫۶	۶ تا ۲	۲۰٫۴
۷۰	۴ تا ۱٫۳۲	۴٫۴	۴ تا ۱٫۳۲	۱۱٫۳	۶ تا ۲	۱۹٫۱
۸۰	۴ تا ۱٫۱۹	۲٫۸	۴ تا ۱٫۱۹	۱۰٫۲	۶ تا ۲	۱۸٫۰
۹۰	۴ تا ۱٫۰۸	۱٫۵	۴ تا ۱٫۰۸	۹٫۲	۶ تا ۲	۱۷٫۱
۱۰۰	۴ تا ۱	۰٫۶	۴ تا ۱	۸٫۴	۶ تا ۲	۱۶٫۳
۱۲۰	۴ تا ۱	-۰٫۷	۴ تا ۱	۷٫۵	۶ تا ۲	۱۵٫۰
۱۴۰	۴ تا ۱	-۱٫۵	۴ تا ۱	۵٫۵	۶ تا ۲	۱۴٫۱
۱۶۰	۴ تا ۱	-۳٫۱	۴ تا ۱	۳٫۹	۶ تا ۲	۱۳٫۳
۱۸۰	۴ تا ۱	-۴٫۵	۴ تا ۱	۲٫۷	۶ تا ۲	۱۲٫۸
۲۰۰	۴ تا ۱	-۵٫۴	۴ تا ۱	۱٫۶	۶ تا ۲	۱۲٫۵
۲۵۰	۴ تا ۱	-۷٫۰	۴ تا ۱	-۰٫۶	۶ تا ۲	۸٫۶
۳۰۰	۴ تا ۱	-۸٫۹	۴ تا ۱	-۲٫۳	۶ تا ۲	۶٫۵
۴۰۰	۴ تا ۱	-۱۱٫۴	۴ تا ۱	-۴٫۹	۶ تا ۲	۳٫۸
۵۰۰	۴ تا ۱	-۱۳٫۴	۴ تا ۱	-۶٫۹	۶ تا ۲	۱٫۸

جدول ث-۳ - ادامه

۶۰۰	۱ تا ۴	-۱۴٫۹	۱ تا ۴	-۸٫۴	۲ تا ۶	۰٫۲
۷۰۰	۱ تا ۴	-۱۶٫۳	۱ تا ۴	-۹٫۷	۲ تا ۶	-۱٫۰
۸۰۰	۱ تا ۴	-۱۷٫۴	۱ تا ۴	-۱۰٫۹	۲ تا ۶	-۲٫۴
۹۰۰	۱ تا ۴	-۱۸٫۵	۱ تا ۴	-۱۲٫۰	۲ تا ۶	-۳٫۳
۱۰۰۰	۱ تا ۴	-۱۹٫۴	۱ تا ۴	-۱۳٫۰	۲ تا ۶	-۴٫۲

جدول ث-۴ ضریب تصحیح متقابل برای هندسه‌ی با استفاده از دو تنظیم شده در فاصله‌ی ۳ متری

$\Delta F_{aTOT} - Total\ correction\ factor\ in\ decibels$		
f_M MHz	افقی ۳ متر ۲ متر ۱ متر تا ۴ متر	عمودی ۳ متر ۲/۷۵ متر (رجوع شود به جدول ث -۳)
۳۰	۳٫۱	۲٫۹
۳۵	۴٫۰	۲٫۶
۴۰	۴٫۱	۲٫۱
۴۵	۳٫۳	۱٫۶
۵۰	۲٫۸	۱٫۵
۶۰	۱٫۰	۲٫۰
۷۰	-۰٫۴	۱٫۵
۸۰	-۱٫۰	۰٫۹
۹۰	-۱٫۰	۰٫۷
۱۰۰	-۱٫۲	.٫۱
۱۲۰	-۰٫۴	-۰٫۲
۱۲۵	-۰٫۲	-۰٫۲
۱۴۰	-۰٫۱	۰٫۲
۱۵۰	-۰٫۹	۰٫۴
۱۶۰	-۱٫۵	۰٫۵
۱۷۵	-۱٫۸	-۰٫۲
۱۸۰	-۱٫۰	-۰٫۴

یادآوری ۱- مقادیر دو قطبی تنظیم شده وقتی که با روش ارائه شده و روش الکترومغناطیس عددی (NEC) یا کامپیوتر MININEC محاسبه شده است [۳]، [۴] و [۹]

یادآوری ۲ – ضریب آنتن محاسبه شده برای آنتن دو قطبی ایده آل با تطبیق ۵/۰ دسیبل (برای هر آنتن)

یادآوری ۳ – این مقادیر تصحیح به طور کامل مشخصات آنتن روی سطح زمین را بیان نمی کند یعنی در ارتفاع ۳ یا ۴ متر این مقادیر تضعیف آنتن از مقادیر فضای آزاد در بسامدهای پایین متفاوت خواهد بود.

یادآوری ۴ – استفاده از آنتن های تنظیم نشده یا آنتن های دو قطبی دیگر می تواند مقادیر متفاوتی از آنچه در جدول ث-۵ ارائه شده داشته باشد.

یادآوری ۵ – ضریب تصحیح متقابل برای ۱۰ متر و ۳۰ متر تحت بررسی می باشد . در حال حاضر این مقادیر می توانند برابر صفر در نظر گرفته شوند.

پیوست ج

(اطلاعاتی)

مبنای معیار مقبولیت مکان آزمون ۴ دسیبل

(به بند ۵ مراجعه شود)

ج-۱ کلیات

این پیوست مبنای معیار مقبولیت ۴± در زیربند ۵-۲-۶ را برای اندازه‌گیری های تضعیف مکان آزمون نرمالیزه نشان می‌دهد.

ج-۲ تحلیل خطا

تحلیل خطا در جدول ج-۱ به روش‌های اندازه‌گیری تضعیف مکان آزمون به هنجارسازی مفروض در ۵-۲-۶ اعمال می‌شود. خطاهای تخمینی کل مبنای معیار مقبولیت مکان ۴± است که شامل عدم قطعیت اندازه‌گیری تقریباً ۳ دسیبل و مقدار مجاز اضافی ۱ دسیبل برای عیوب مکان آزمون می باشد.

بودجه خطا در جدول ج-۱ شامل عدم قطعیت‌ها در پایداری دامنه مولد سیگنال، مولد ردگیر یا تقویت‌کننده‌های مورد استفاده و همچنین خطاهای پتانسیل در فن اندازه‌گیری نمی‌شود. سطح خروجی بیش‌تر مولدهای سیگنال و ردگیر با زمان و دما جابه جا می‌شود و بهره بسیاری از تقویت کننده‌ها هنگامی که دما تغییر می‌کند، جابه جا می‌شود. ضروری است که این منابع خطا در مقدار ناچیزی نگه داشته شوند و یا در انجام اندازه‌گیری ها تصحیح شوند، در غیر این صورت ممکن است که مکان آزمون در مطابقت با معیار مقبولیت تنها به دلیل مشکلات ادوات رد شود.

جدول ج-۱ برآورد خطا

مورد خطا	روش اندازه‌گیری	
	روش بسامد گسسته دسیبل	روش بسامد جاروب شده دسیبل
ضریب آنتن $(Tx)^a$	±۱	±۱
ضریب آنتن $(Tx)^a$	±۱	±۱
ولت سنج	۰	$\pm ۱/۶^b$
تضعیف کننده	±۱	۰
نقایص مکان	±۱	±۱
مجموع	±۴	±۴/۶

a در بسامدهای بالای ۸۰۰ مگاهرتز، خطاهای Fa ممکن است به ۱٫۵ ± دسیبل برسد.
b از دستورالعمل‌های عملیاتی

از دستورالعمل‌های عملیاتی برای برخی تحلیل‌گرهای طیف خودکار، برای مثال، اگر به اندازه ممکن همه چیز برای رفع کردن یا جبران کردن هر خطای پتانسیل انجام شده است، خطاهای دامنه باقیمانده عبارتند از:

۱- ۰٫۲ ± دسیبل عدم قطعیت واسنجی کننده

۲- ۱٫۰ ± دسیبل همواری پاسخ بسامدی

۳- ۱٫۰ ± دسیبل سودهی تضعیف کننده ورودی

۴- ۰٫۴± دسیبل عدم قطعیت بهره RF و IF

این مقدار خطای پتانسیل کل ۲٫۶± دسیبل را بیان می‌کند. این مقدار شامل جابه جایی دما dB/K ۰٫۰۵± نمی‌شود. در عمل، وقتی اندازه‌گیری‌های نمونه جایگزین انجام می‌شود، خطاهای مربوط به همواری پاسخ بسامدی و سودهی تضعیف کننده ورودی معمولا ۱ دسیبل کمتر است، چنان که باند خطای کل برای تحلیل گر طیف به عنوان یک ولت متر دو پایانه ۱٫۶± دسیبل یا کمتر است که در جدول ج-۱ استفاده شده است.

بسیاری از تضعیف کننده‌ها دقت مطلق بسیار کمی دارند، اما برخی بهترند. بنابراین بودجه خطای کل می‌تواند در اندازه‌گیری های گسسته افزایش یا کاهش یابد. اگر در اندازه‌گیری‌های جاروبی بسامد، تضعیف کننده خارجی همراه با تحلیل گر طیف خودکار استفاده شود، این بودجه خطا نیز افزایش می یابد.

این بودجه‌های خطا شامل خطاهای ناشی از زمان و دما که ایجاد کننده جابه‌جایی‌های بهره‌ها، سطوح خروجی، یا پاسخ‌های دامنه تجهیزات آزمون هستند، نمی‌شود. این خطاها ممکن است وجود داشته باشند و باید برای جلوگیری از آن‌ها گام‌های اندازه‌گیری تا حد ممکن سریع انجام شود.

در عمل، خطاهای حساب شده بالا به ندرت همه در یک جهت هستند. تطابق معیار ۴ ± دسیبل برای یک مکان آزمون که به طور مناسب ساخته و مکان یابی شده ممکن است عملا اجازه تغییرات غیرعادی مکان آزمون بیش از ۱ ± دسیبل را از حالت ایده آل بدهد.

کتاب‌نامه

[1] IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 Ω(type BNC)* (previously published as IEC 60169-8).

[2] BEECKMAN, P. A. The influence of positioning tables on the results of radiated EMC measurements. *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Quebec, Canada, 2001, p. 280-285

[3] BERRY, J., PATE, B., KNIGHT, J., "Variations in Mutual Coupling Correction Factors for Resonant Dipoles Used In Site Attenuation Measurements", Proceeding of the IEEE Symposium on EMC, Washington, DC, 1990.

[4] BURKE, G. J. and POGGIO, A.J., *Numerical Electromagnetic Code – Method of Moments*, Lawrence Livermore Laboratory, California, January, 1981.

[5] GARBE, H., New EMC Test Facilities for Radiation Measurements, *Review of Radio Science 1999-2002*, John Wiley & Sons, New York, 2002.

[6] MOSSHAMMER, P. *Untersuchung der Einflüsse des Messzubehörs und der Umgebung auf die Messunsicherheit bei der Messung der Störfeldstärke auf Freifeldmessplätze* (*Investigation of the influences of the measuring accessories and the environment on the measurement uncertainty with the measurement of the perturbative field strength on free field measuring positions*), Diplomarbeit an Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin,
(http://www.regtp.de/tech_reg_tele/start/fs_06.html),
(http://www.regtp.de/imperia/md/content/tech_reg_t/emv/studien/diplomarbeit.pdf),
(http://www.regtp.de/tech_reg_tele/in_06-03-02-03-00_m/01/index.html).

[7] ETR 273-1-1:1998 *Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM); Improvement of radiated methods of measurement (using test sites) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties – Part 1: Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics – Section 1: Introduction; Subclause 8.3.4.3: Antenna mast, turntable and mounting fixture*, ETSI Technical Report, European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, France.

[8] MIL-STD-461A, *Electromagnetic Interference (EMI) Characteristics Requirements for Equipment.*

[9] ROCKWAY, J. W., LOGAN, J. C., TAM, D. W. S., LI, S. T., *The MININEC System: Microcomputer Analysis of Wire Antennas*, Artech House, Boston, 1988.

[10] ZOMBOLAS, C., The effects of table material on radiated field strength measurement reproducibility at open area test sites. *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Quebec, Canada, 2001, p. 260-264.

[11] BERGERVOET J.R. and VAN VEEN, H. A Large-Loop Antenna for Magnetic Field Measurements, *Proceedings of the 8th International Zürich Symposium on Electromagnetic Compatibility*, March 1989, ETH Zentrum - IKT, 8092 Zürich, Switzerland, p. 29-34.

[12] IEEE 291-1991, *IEEE Standard Methods for Measuring Electromagnetic Field Strength of Sinusoidal Continuous Waves, 30 Hz to 30 GHz*. IEEE, Inc., 445 Hoes Lane, PO Box 1331, Piscataway, NJ 08855-1331 USA, p. 28-29.

[13] GREENE, FM., NBS Field-Strength Standards and Measurements (30 Hz to 1000 MHz). *Proceedings of the IEEE*, June 1967, No. 6, vol. 55, p. 974-981.

[14] SCHELKUNOFF, SA. and FRIIS, HT., *Antennas: Theory and Practice*. New York:

John Wiley and Sons, Inc., 1952, p. 302-331.
[15] SCHELKUNOFF, SA. Theory of Antennas of Arbitrary Size and Shape. *Proceedings of the IRE*, September 1941, vol. 29, p. 493-592.
[16] WOLFF, EA. *Antenna Analysis*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1966, p. 61.
[17] HALLÉN, E. Theoretical Investigation into the Transmitting and Receiving Qualities of Antennas. *Nova Acta Soc. Sci. Upsaliensis*, Ser. IV, 11, No. 4, 1938, p. 1-44.
[18] KING, R.W.P., *Theory of Linear Antennas*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1956, p.16-17, 71, 184 and 487.
[19] *The Radio Frequency Interference Meter* NAVSHIPS 94810, by The Staff of the Moore School of Electrical Engineering, University of Pennsylvania, 1962, p. 36-38.
[20] CLC/TR 50481, *Recommendations on filters for shielded enclosures*, CENELEC, April 2009.
[21] CLC/TR 50484, *Recommendations for shielded enclosures*, CENELEC, April 2009.