

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير **ITU-R SM.2157**
(2009/09)

أساليب القياس في أنظمة الاتصالات
بمعدلات عالية للبيانات
عبر خطوط الكهرباء

السلسلة **SM**
إدارة الطيف

الاتحاد الدولي للاتصالات



تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد المدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجميعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل تقارير قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REP/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM

ملاحظة: وافقت لجنة الدراسات على النسخة الإنكليزية لهذا التقرير الصادر عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2010

© ITU 2010

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التقرير ITU-R SM.2157

أساليب القياس في أنظمة الاتصالات بمعدلات عالية للبيانات عبر خطوط الكهرباء

(المسألة ITU-R 218/1)

(2009)

ملخص

يزداد الطلب على النفاذ عريض النطاق إلى شبكة الإنترنت ويزداد استعماله في جميع أنحاء العالم. ويمكن لأنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء أن توفر إحدى وسائل هذا النفاذ. وتشكل هذه الأنظمة مصادر بث غير مقصود لإشعاعات الترددات الراديوية يمكن أن تتسبب بتداخل على أجهزة استقبال الاتصالات الراديوية. ويمكن للمسير الذي يسلكه التداخل إلى أجهزة الاستقبال المتأثرة بالتداخل أن يمر عبر البث المشع أو عبر البث الموصول مباشرة.

وبعض الإدارات اعتمدت بالفعل، أو هي بصدد تطوير، وسائل أو إجراءات لقياس البث المشع أو البث الموصول مباشرة من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء، أو لقياس نوعي البث كليهما. ويجمع هذا التقرير بين دفتيه تلك الوسائل والإجراءات. انظر الملحق 1 إلى 6.

ومن الإدارات الأخرى من هي في طور تقييم أساليب القياس هذه، ولعلها ترغب في النظر في الأساليب التي يرد وصفها في ملحق 1 هذا التقرير.

بالإضافة إلى ذلك، فالعمل جارٍ في اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) على أساليب لقياس البث الموصول مباشرة من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. إذ تضع هذه اللجنة الحدود والوسائل لقياس اضطرابات الترددات الراديوية الناجمة عن شتى المصادر.

1 البث غير المقصود من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)

تُصمم مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء لتتواصل مع بعضها البعض بإرسال واستقبال الإشارات عبر خطوط الكهرباء. ولذلك تتركز قدرة الإشارة بصفة عامة على مقربة من سلكي خط الكهرباء. بيد أن السلكين ليسا متوازنين جيداً، ويمكن لقدرة الإشارة أن تتسرب من سلك الكهرباء بشكل بث مشع. ويعود عدم التوازن في خطوط الكهرباء إلى مختلف الأحمال الموصولة بالخطوط، من قبيل الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، وإلى العديد من الخطوط الفرعية الموصولة على التوازي مع خطوط الكهرباء الأساسية، مثل دارات المصابيح وأزرار إشعالها وإطفائها. وعلاوة على ذلك، يمكن للخطوط الفرعية أن تسبب الطنين في ترددات معينة مفضية إلى اختلال توازن تيارات الإشارة في الخطوط. ومن ثم، فإن البث المشع من خطوط الكهرباء قد ينشأ عن عدم توازن تيارات الإشارة المتدفقة في نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء، بما في ذلك من عوامل مثل مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء وتمديدات خطوط الكهرباء والأحمال المختلفة. ويمكن لتيارات عدم التوازن في نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء أن تتغير مع الوقت والتردد. ف تبعاً لذلك، تتوقف مستويات البث المشع من نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بالدرجة الأولى على قوة إشارة مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء، ولكن يمكن أن تتغير كثيراً حسب الوقت والتردد والموقع (وربما حسب عوامل أخرى مثل الأشياء العاكسة القريبة من خطوط الكهرباء).

2 قياسات بث الاتصالات عبر خطوط الكهرباء

هناك فئتان مختلفتان من قياسات بث الاتصالات عبر خطوط الكهرباء: قياس البث المشع وقياس البث الموصول مباشرة.

1.2 قياس البث المشع

عادةً، تقاس المجالات الكهرومغناطيسية المشعة من نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء على طول خطوط الكهرباء أو خارج المنزل المجهز بأنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. وبصفة عامة، تعتمد نتائج قياس شدة المجال بقوة على قياس المسافة والاتجاه من مصادر الإشعاع، وعلى استقطاب الهوائي المستعمل وارتفاعه. وفي النطاق الترددي HF، يُستعمل هوائي حلقي أو هوائي أحادي القطب لقياس المجال المغنطيسي أو المجال الكهربائي على التوالي.

ولكن يصعب تحويل بيانات القياس ما بين شدة المجال المغنطيسي وشدة المجال الكهربائي على نحو متبادل، ولاسيما على مسافة تقل عن $\lambda/2\pi$ ، لأن عامل التحويل Ω 377 قد لا يكون قابلاً للتطبيق.

تجرى قياسات البث المشع عادةً في نفس المكان الذي يمكن أن يقع فيه التداخل على خدمات راديوية. ولكن كما ذكر في الفقرة السابقة، ينبغي الانتباه إلى أن النتائج قد تتغير حسب الوقت والتردد والموقع.

وللتقليل من احتمال أن تتسبب أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بالتداخل، تقتضي اللوائح والمعايير قياسات البث المشع كما يأتي وصفها في الملحق 1 (لقطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد) و2 (للولايات المتحدة الأمريكية) و3 (لألمانيا). بينما يصف الملحق 4 الأعمال الجارية (في البرازيل) لإقامة الترابط ما بين القياسات الإشعاعية التي تمت بمختلف أنماط الهوائيات. ومن العوامل الرئيسية في قياس البث المشع، خصائص جهاز الاستقبال والهوائي المستعملين في القياس (كما ترد مناقشتها في الملحقين 3 و4). وبالإضافة إلى ذلك، من المهم أيضاً قياس المسافة وارتفاع الهوائي وتأثير الأشياء العاكسة التي قد تكون على مقربة من مواقع القياس. وترد في الملحق 6 الأساليب التي يستعملها مركز بحوث الاتصالات لتنفيذ قياسات البث المشع والموصول مباشرة على السواء من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء العاملة في بيئة سكنية. وترد نتائج هذه القياسات في التقرير ITU-R SM.2158.

2.2 قياس البث الموصول مباشرة

وخلافاً لقياس البث المشع، يمكن استخدام قياس البث الموصول مباشرة في اختبار تحويل المعدات.

وكما ذكر في الفقرة 1.2، فإن الإشعاع غير المقصود من نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء مرده تيارات عدم التوازن (في الأسلوب المشترك) المحولة من تيارات الإشارة المتوازنة (في الأسلوب التفاضلي) بفعل اختلال التوازن والطين في نظام الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. لذا تجرى القياسات على مكونات التوازن وعدم التوازن من جهد أو تيار الإشارة الموصول مباشرة على خط الكهرباء. ولكن في الحالات الفعلية، يمكن أن تُنشر بيانات القياس في مجال واسع جداً، لأن عدم التوازن في مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء وفي خطوط الكهرباء والمعدات الموصولة بها تتغير كثيراً حسب الوقت والتردد فضلاً عن تمديدات خطوط الكهرباء والأشياء القريبة منها. ووفقاً لذلك، تُستعمل عادةً في اختبارات المطابقة لمودم الاتصالات عبر خطوط الكهرباء شبكة تُدعى "شبكة حفظ استقرار المعاوقة، (ISN)" لمحاكاة خصائص تمثل الظروف الفعلية لخط الكهرباء.

ولضبط إمكانية التداخل من الأنواع الأخرى من المعدات الكهربائية/الإلكترونية، كالحواسيب الشخصية والأجهزة المنزلية، طلب دوماً من قياسات البث الموصول مباشرة أن تُظهر التقيّد بالحدود ذات الصلة التي تقتضيها مختلف المعايير كمعايير CISPR، لا سيما في المدى الترددي ما دون 30 MHz. وبالطريقة نفسها، يمكن تطبيق قياسات البث الموصول مباشرة على مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في اختبارات تحويل المعدات. فيطلب الملحق 5 (اليابان) قياسات تيارات إشارة الأسلوب المشترك المتدفقة خارج المودم قيد الاختبار عند توصيله بشبكة حفظ استقرار المعاوقة. وباعتبار أن خصائص هذه الشبكة موصفة توصيفاً صارماً كحمولة ثابتة على المودم، فإن تيارات إشارة الأسلوب التفاضلي تُقيّد أيضاً بحدود تيارات الأسلوب المشترك. ومن العوامل الرئيسية في قياس البث الموصول مباشرة، خصائص جهاز الاستقبال وشبكة حفظ استقرار المعاوقة الجاري استعمالهما.

ويتعين على متطلبات حماية خدمات الاتصالات الراديوية أن تراعي مستوى طاقة الترددات الراديوية المشعة من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء إلى الفضاء الحر، فضلاً عن البث الموصول مباشرة من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء التي تتقاسم دارات القدرة الكهربائية المشتركة مع معدات الاستقبال. ولكن لا تقابل واضح المعالم بين طاقة الترددات الراديوية التي تشعها أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء وقيم التيار الممرر المقيسة عند مخارج هذه الأنظمة، أو القدرة التي تسلمها مودمات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء إلى خطوط الكهرباء. وإذ يورد هذا التقرير طريقة لقياس البث الموصول مباشرة، فهو لا ينظر فيما إذا كان ينبغي استعمال البث الموصول مباشرة أو البث المشع لتنظيم الاتصالات عبر خطوط الكهرباء.

3.2 نصوص أخرى ذات صلة من قطاع الاتصالات الراديوية

التوصية ITU-R SM.1753 - طريقة لقياسات الضوضاء الراديوية.

التوصية ITU-R P.372-9 - الضوضاء الراديوية.

التقرير ITU-R SM.2055 - قياسات الضوضاء الراديوية.

التقرير ITU-R SM.2155 - قياسات الضوضاء من صنع الإنسان في المدى الترددي HF.

الملحق 1

قياسات البث الناجم عن الاضطراب من التوصية ITU-T K.60¹

1.1A اعتبارات عامة

للحصول على أعلى القراءات للبث الناجم عن الاضطراب، ينبغي التأكد من تشغيل الجزء الجاري تقييمه من شبكة الاتصالات بالمستويات القصوى للإشارة في هذا الموضوع وبالأسلوب المحدد مسبقاً على أنه يُنتج شدة المجال القصوى لاضطراب الترددات الراديوية. فإن كان النظام تفاعلياً، من المهم التحقق من وجود إشارات المسير العكسي (باتجاه المصدر) إذا ما وقعت في نفس المدى الترددي المبلّغ عنه في الشكوى أو الشكاوى.

أما القياسات داخل المباني فيكتنفها الارتباب بصورة خاصة جراء الانعكاسات أو مسارات الكبل المجهولة مثلاً. ومن المهم البحث بعناية عن المستوى الأقصى للبث ومراعاة عوامل التأثير المحتملة.

ورغم ما يشوب قياس المجال المشع من عيوب الارتباب العالي نسبياً في القياس ومن صعوبات في تحديد المواقع، فهذه طريقة يمكن تطبيقها داخل المباني وفي الخلاء على السواء. وبالإضافة إلى ذلك، عند قياس الأداء داخل المباني، يجب إيلاء اهتمام خاص للانعكاسات. ففي بعض الحالات، يمكن أن تبلغ شدة المجال مثلي القيمة المحسوبة.

2.1A تقييس نتائج القياس إلى مسافة القياس المعيارية

يمكن للقيود المحلية في الفسحة المتاحة (التي تظهر مثلاً أثناء القياسات داخل المباني) أن تتطلب خفض مسافة القياس إلى ما دون مسافة القياس المعيارية. فتكون مسافة القياس المختارة أبعد ما يمكن، ولا تقل عن متر واحد. وفي حالة القياسات في الخلاء، قد تدعو الضرورة أيضاً لاستعمال مسافة قياس أبعد من المسافة المعيارية.

¹ الغرض من هذه التوصية هو إرشاد الإدارات عند النظر في شكاوى التداخل بين أنظمة الاتصالات، ولا يراد منها وضع متطلبات أو توصيات ينبغي الالتزام بها لحماية الطيف الراديوي.

فإن دعت الحاجة لاستعمال مسافة قياس أطول أو أقصر من مسافة القياس المعيارية، تُختار ثلاث نقاط قياس يمكن الوصول إليها على طول محور القياس. وينبغي أن تتسع المسافة بين هذه النقاط قدر الإمكان. وفي كل نقطة، يتعين قياس مستوى شدة المجال المسبب للاضطراب. وستكون الظروف المحلية وشدة مجال الاضطراب هي العوامل الحاسمة.

ثم تُرسم نتائج القياس في مخطط يُظهر مستوى شدة المجال ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$) مقابل لوغاريتم مسافة القياس. ويمثل الخط الواصل بين نتائج القياس خط ميل شدة المجال على طول محور القياس. فإذا ما تعذر تحديد خط الميل هذا، تعيّن اختيار نقاط قياس إضافية. ويمكن قراءة مستوى شدة المجال على مسافة القياس المعيارية من المخطط باستعمال التطويل المستقيم للخط الواصل بينياً. ولا يُسمح بتقييس نتائج القياس، إن لم تُعرف المسافة الحقيقية من موقع القياس إلى كبل شبكة الاتصالات.

3.1A قياسات البث الناجم عن الاضطراب في المدى الترددي من 9 kHz إلى 30 MHz

1.3.1A مقدمة

في المدى الترددي من 9 kHz إلى 30 MHz، لا بد من قياس المكون المغنطيسي من البث المشع الناجم عن الاضطراب وتقييمه. أما في نظام قياس معايير وفقاً لمعيار CISPR 16-1-1، فالمعدات المطلوبة تتألف من جهاز استقبال لقياس الاضطراب الراديوي (أو محلل طيف مناسب) إلى جانب هوائي حلقي لقياس مكونات المجال المغنطيسي ومنصّب ثلاثي القوائم. كما يمكن استعمال معدات متخصصة أخرى كالهوائيات الحلقيّة الطنانة إذا لزم الأمر.

ولتسريع القياس، يجب استعمال مكشاف ذروة أولاً. فإذا ما حالت ضوضاء الخلفية دون استعمال هذا القياس البسيط، يُستعمل مكشاف شبه الذروة ويُطبّق مستوى شبه الذروة.

ويوصى بأن يكون لكل من جهاز الاستقبال القائس والهوائي الحلقي تغذية كهربائية مستقلة دون تأريض (تغذية بالبطارية مثلاً)، وبخاصة في حالة القياسات داخل المباني، للتقليل إلى أدنى حد من احتمال ظهور عروات التيار عبر الأرض التي يمكن أن تؤثر في القياس.

2.3.1A إجراءات القياس

يركّب الهوائي الحلقي على منصّب ثلاثي القوائم على ارتفاع متر واحد (في الحافة الدنيا من الحلقة) ويُخصّص بموقع قياس سبق تحديده على أن شدة مجال الاضطراب تبلغ أقصاها فيه، بحيث يكون على مسافة قياس معيارية.

ويُضبط جهاز الاستقبال القائس عند التردد الذي يحمل الاضطراب ونمط المكشاف المطلوبين، ويوجّه الهوائي الحلقي بحيث يتم الحصول على القراءة القصوى.

وقد يتعقد قياس المجالات المغنطيسية المشعة من شبكات الاتصالات في المدى الترددي 30 MHz فما دون، بحكم ما يصدر عن الخدمات الراديوية من بث الترددات الراديوية المرغوب عالي المستوى بأنواع شتى. وفي ضوء ذلك، قد تقتضي الضرورة تحديد بعض الترددات (المشار إليها من الآن فصاعداً "بالترددات الهادئة") التي توزّع إليها، على مقربة من تردد الخدمة الراديوية المتأثرة، شدة مجالات منخفضة بحيث تكون ضوضاء الخلفية وأية إشارات محيطية دون الحد المطبق. وحيثما أمكن، ينبغي لهذا الهامش أن يعلو عن 6 dB. وينبغي القيام بذلك دون تغيير وضع الهوائي، وفي الحالة المثالية، بوقف تشغيل شبكة الاتصالات.

فإن تعذر وقف تشغيل الشبكة، يمكن اللجوء إلى البديل التالي:

- وجّه الهوائي الحلقي بحيث يتدنّى التقاطه لبث الشبكة إلى الحد الأدنى، وتحقق من كون ضوضاء الخلفية وأية إشارات محيطية دون الحد المطبق. وحيثما أمكن، ينبغي لهذا الهامش أن يعلو عن 6 dB.
- وجّه الهوائي الحلقي بحيث يزداد التقاطه لبث الشبكة إلى الحد الأقصى، ثم زد مسافة القياس وتحقق من انخفاض شدة المجال المقيسة وفقاً للفقرة 2.7 من توصية قطاع تقييس الاتصالات ITU-T K.60.

وتُستعمل ترددات هادئة أو مديات التردد المحددة لقياس البث الناجم عن الاضطراب. وينبغي لمشغل جهاز الاستقبال القائل أن يقيّم مستويات ضوضاء الخلفية ذاتياً، على كل من هذه الترددات. ويتعين تسجيل أعلى مستوى يتم رصده خلال فترة 15 ثانية لشدة مجال البث الناجم عن الاضطراب ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$)، وذلك باستعمال عرض نطاق القياس والمكشاف المحدد. وينبغي تجاهل أية ذرى معزولة قصيرة الأمد.

4.1A قياسات البث الناجم عن الاضطراب في المدى الترددي من 30 MHz إلى 3 000 MHz

1.4.1A مقدمة

يتعين قياس المكون الكهربائي من البث المشع الناجم عن الاضطراب وتقييمه. ويقاس عادة المكون الكهربائي كشدة مجال كهربائي (بوحدة $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$) على مسافة القياس المعيارية.

2.4.1A معدات القياس

في نظام قياس معايير وفقاً لمعيار CISPR 16-1-1، تتألف المعدات المطلوبة من جهاز استقبال لقياس الاضطراب الراديوي (أو محلل طيف مناسب)، وصارية هوائي إلى جانب هوائي ثنائي الأقطاب عريض النطاق أو ثنائي المخروط أو لوغاريتمي دوري أو بوقي أو هوائي مماثل مستقطب خطياً، بحيث يكون أي من هذه الهوائيات مناسبة لقياس المكونات الكهربائية من المجال الكهرومغناطيسي.

ولتسريع القياس، يجب استعمال مكشاف ذروة أولاً. فإذا ما حالت ضوضاء الخلفية دون استعمال هذا القياس البسيط، يُستعمل مكشاف شبه الذروة ويُطبَّق مستوى شبه الذروة. وإذا لا يوجد مكشاف شبه الذروة في الترددات التي تعلق عن 1 GHz، لا بد من استعمال مكشاف الذروة حصراً.

3.4.1A قياس شدة مجال الاضطراب الكهربائي

يركَّب هوائي القياس على صارية وفي موقع قياس سبق تحديده على أن شدة مجال الاضطراب تبلغ أقصاها فيه، بحيث يكون على مسافة قياس معيارية.

ويمكن للقيود المحلية في الفسحة المتاحة (التي تظهر مثلاً أثناء القياسات داخل المباني) أن تتطلب خفض مسافة القياس. وفي هذه الحالة، تزيد مسافة القياس المختارة عن، أو تساوي، متراً واحداً. وفي القياسات يوجَّه الهوائي بحيث يلتقط بأقصى قدر من المصدر المسبب للاضطراب، دون إجراء أي تغيير في ارتفاعه.

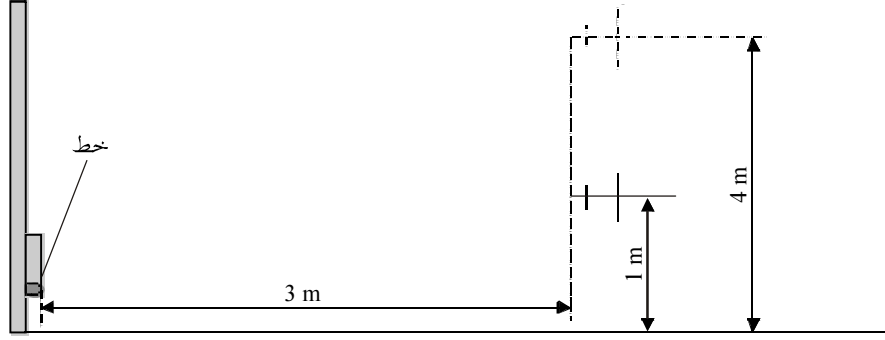
اضبط جهاز الاستقبال أو محلل الطيف القائل عند التردد الذي يحمل الاضطراب ونمط المكشاف المطلوبين، وقم بإجراء القياسات. ويغيَّر ما وُصِّف من موقع القياس ونقطة (أو نقاط) القياس، واتجاه وارتفاع واستقطاب (أفقي أو رأسي) هوائي القياس لتحديد شدة المجال القصوى لاضطراب الترددات الراديوية. ويتعيَّن تحديد المكون الكهربائي لشدة مجال الاضطراب برصد مؤشر جهاز الاستقبال القائل على فترة تقرب من 15 ثانية، يُسجَل بعدها مؤشره الأقصى. وينبغي تجاهل الذرى المعزولة التي تظهر عرضاً.

وإذا ما كان موقع الهوائي على مستوى موقع شبكة الاتصالات نفسه، يغيَّر ارتفاع الهوائي ما بين متر واحد وأربعة أمتار (أو يحدد الارتفاع الأقصى بارتفاع السقف) من أجل تحديد شدة المجال القصوى. وإذا يغيَّر ارتفاع الهوائي، ينبغي ألا يقترب الهوائي لمسافة تقل عن نصف متر عن الأشياء العاكسة (كالجدران والأسقف والهياكل المعدنية، وغيرها). وقد تفرض الظروف المحلية قيوداً على ما يمكن تغييره من ارتفاع الهوائي (انظر الشكل 1).

وفي حالة القياس في الخلاء، يغيَّر ارتفاع الهوائي من متر واحد إلى أربعة أمتار.

الشكل 1

التغير في ارتفاع الهوائي



Report 2157-01

الملحق 2

أساليب القياس المطبقة على البث المشع من أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في الولايات المتحدة الأمريكية

1.2A تعاريف

نظام تيار الموجة الحاملة (Carrier current system): هو نظام أو جزء من نظام يرسل طاقة الترددات الراديوية بالتوصيل المباشر عبر خطوط القدرة الكهربائية. ويمكن تصميم نظام تيار الموجة الحاملة بحيث تُستقبل الإشارات بالتوصيل المباشر من خطوط القدرة الكهربائية (المشع غير المقصود) أو تُستقبل الإشارات عبر الأثير بفعل إشعاع إشارات الترددات الراديوية من خطوط القدرة الكهربائية (المشع المقصود).

اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء (Access PLT): هي نظام تيار الموجة الحاملة يعمل كمشع غير مقصود باستعمال ترددات ما بين 1 705 kHz و 80 MHz على خطوط الجهد المتوسط (MV) والجهد المنخفض (LV) ليقدم اتصالات عريضة النطاق. ويقع هذا النظام على الجانب المورد من نقاط التوصيل البيني لخدمة الكهرباء العامة مع مقر العميل.

وتحمل أسلاك الجهد المتوسط ما بين 1 000 و 40 000 فولت من محطة كهرباء فرعية ويمكن أن تكون أسلاكاً هوائية أو أرضية. أما أسلاك الجهد المنخفض فهي تحمل الجهد المنخفض مثل 240/120 فولت من محولة توزيع إلى مقر العميل.

الاتصالات المحلية عبر خطوط الكهرباء (In home PLT): هي نظام تيار الموجة الحاملة يعمل كمشع غير مقصود باستعمال ترددات ما بين 1 705 kHz و 80 MHz على خطوط الجهد المنخفض (LV) التي لا يملكها أو يشغلها أو يتحكم فيها مقدم الخدمة الكهربائية. وهذا يشمل الشبكات المغلقة ضمن مقر العميل وكذلك شبكات مقر العميل التي تقيم توصيلات مع أنظمة النفاذ إلى النطاق العريض عبر خطوط الكهرباء (BPL).

2.2A المبادئ العامة لقياس اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء والاتصالات المحلية عبر خطوط الكهرباء

- 1 يتعين أداء الاختبار بضبط إعدادات القدرة للمعدات الخاضعة للاختبار عند المستوى الأقصى.
- 2 يتعين أداء الاختبار باستعمال عامل التشغيل (معدل الرشقات) الأقصى لحقن الترددات الراديوية. ويمكن استعمال أساليب الاختبار أو برمجيات الاختبار لإرسالات الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة.

- 3 ينبغي إجراء القياسات في موقع اختبار حيث يتدنى مستوى الإشارة المحيطة إلى 6 dB دون الحد المطبق. (انظر المعيار CISPR 16-1-4 - مواصفة جهاز وأساليب قياس الاضطراب الراديوي والحصانة، الطبعة 1.1، 2004-2005، الفقرتان 5 و8).
- 4 إذا بلغ معدل رشقات اتصالات البيانات 20 رشقة في الثانية فأكثر، يتعين استخدام قياسات شبه الذروة. وإذا بلغ معدل رشقات اتصالات البيانات 20 رشقة في الثانية فأقل، يتعين إجراء القياسات باستعمال مكشاف الذروة.
- 5 في الترددات ما فوق 30 MHz، يُستعمل هوائي يتحسس بالجال الكهربائي كالهوائي ثنائي المخروط. ويتعين تعظيم الإشارة في ارتفاعات الهوائي ما بين متر واحد وأربعة أمتار، في الاستقطابين الأفقي والرأسي كليهما، وفقاً للمعيار CISPR 16-1-4 - مواصفة جهاز وأساليب قياس الاضطراب والحصانة، الطبعة 1.1، 2004-2005، إجراءات الفقرة 4. وفي قياسات اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء (Access PLT) حصراً، وبدلاً من تغيير ارتفاع الهوائي بين متر واحد وأربعة أمتار، يمكن إجراء هذه القياسات على ارتفاع متر واحد، شريطة زيادة قيم شدة المجال المقاسة بعامل 5 dB لاحتساب آثار الارتفاع.
- 6 في الترددات ما دون 30 MHz، تُستعمل حلقة مغناطيسية فاعلة أو منفعة. وينبغي لهوائي الحلقة المغناطيسية أن يكون على ارتفاع متر واحد وأن يوجه مستويته رأسياً وأن يعظم البث بتدوير الهوائي 180 درجة حول محوره الرأسي. وعند استعمال الحلقات المغناطيسية الفاعلة، ينبغي توخي الحرص للحيلولة دون الإفراط في تحميل محلل الطيف أو المكبر الأولي للهوائي بالإشارات المحيطة.
- 7 يتعين التبليغ عن أعلى ست حالات بث مشع بالنسبة إلى القيمة الحدية وعلى نحو مستقل عن استقطاب الهوائي، كما ورد في معيار CISPR 22 - معدات تكنولوجيا المعلومات - خصائص الاضطراب الراديوي - حدود وأساليب القياس، الطبعة الخامسة، 2004-2005، الفقرة 8.
- 8 ينبغي اختبار الأساليب التشغيلية كافة، بما في ذلك جميع نطاقات التشغيل الترددية.

3.2A مبادئ قياس اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء

أ) بيئة الاختبار

- 1 تشمل المعدات الخاضعة للاختبار جميع أجهزة الاتصالات الإلكترونية عبر خطوط الكهرباء، مثل المقرنات والحاقيات والمستخلصات والمكررات والمعزلات والمركزات وخطوط كهرباء الجهد المتوسط الهوائية أو الأرضية.
- 2 يتعين إجراء الاختبار الميداني في ثلاث منشآت نمطية للخطوط الهوائية وفي ثلاث منشآت نمطية للخطوط الأرضية.

ب) مبادئ قياس البث المشع لمنشآت الخط الهوائي

- 1 ينبغي عادةً إجراء القياسات على مسافة فاصلة أفقية عن الخط الهوائي تبلغ عشرة أمتار. وإذا اقتضى البث المحيط، يمكن إجراء القياسات على بعد ثلاثة أمتار. ويجرى تصحيح المسافة باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة.
- 2 يتعين إجراء الاختبار على مسافات قدرها 0 و 1/4 و 1/2 و 3/4 و 1 من طول الموجة على امتداد الخط من نقطة حقن الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في خط القدرة. ويقوم التباعد بدلالة طول الموجة على تردد النطاق الترددي الأوسط المستعمل في المعدات قيد الاختبار. وبالإضافة إلى ذلك، إذا زاد تردد النطاق الأوسط عن أدنى تردد محقون في خط الكهرباء بأكثر من مثلين، يتعين توسعة مسافة الاختبار بخطوات تبلغ كل منها نصف طول موجة تردد النطاق الأوسط إلى أن تساوي المسافة، أو تزيد عن، نصف طول موجة أدنى تردد محقون. (على سبيل المثال، إذا كان الجهاز يحقن ترددات من 3 حتى 27 MHz، فإن طول الموجة المقابل لتردد قدره 15 MHz للنطاق الأوسط

يبلغ عشرون متراً، ويبلغ طول الموجة المقابل لأدنى تردد محقون مائة متر. وتجري القياسات في مسافات 0 و5 و10 و15 و20 متراً على امتداد الخط بما يقابل صفاً حتى طول موجة واحد في تردد النطاق الأوسط. وبما أن تردد النطاق الأوسط يزيد عن الحد الأدنى من التردد بأكثر من مثلين، تلزم قياسات إضافية على فواصل طولها عشرة أمتار إلى أن تبلغ المسافة على امتداد الخط من نقطة الحقن نصف المائة متر أو أكثر. ومن ثم تلزم نقاط قياس إضافية على مسافات 30 و40 و50 متراً على امتداد الخط من نقطة الحقن).

3 يتعين تكرار الاختبار لكل مكون من مكونات اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء (الحاقن والمستخلص والمكرر والمعزز والمركز وغيرهم).

4 يتعين أن يقوم تصحيح المسافة في قياسات الخط الهوائي على مسافة مدى الميل وهي مسافة خط البصر من هوائي القياس إلى الخط الهوائي. تجرى تصحيحات مسافة مدى الميل باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة. (على سبيل المثال، إذا أجري القياس على مسافة أفقية قدرها عشرة أمتار بارتفاع للهوائي قدره متراً واحداً وارتفاع لخط الكهرباء الحامل للاتصالات عبره يبلغ 11 متراً، فإن مسافة مدى الميل تبلغ 14,1 متراً. مسافة رأسية قدرها عشرة أمتار ومسافة أفقية قدرها عشرة أمتار. وفي الترددات التي تقل عن 30 MHz، تُستكمل القياسات خارجياً إلى المسافة المرجعية المطلوبة البالغة 30 متراً بطرح $\log(30/14,1)$ أو 13,1 dB من القيم المقيسة. وفي الترددات التي تزيد عن 30 MHz، يستعمل التصحيح عامل $\log(20)$).

الملاحظة 1 - في الحالات التي تكون فيها أجهزة اتصالات النفاذ عبر خطوط الكهرباء مقترنة بخطوط كهرباء الجهد المنخفض (أي بقابس منزلي أو معززات المودم)، طبق الخط الهوائي المذكور أعلاه على طول خطوط الجهد المنخفض.

ج) مبادئ قياس البث المشع لمنشآت الخط الأرضي

منشآت الخط الأرضي هي تلك التي يركّب فيها أو يُرفق بها جهاز الاتصالات عبر خطوط الكهرباء، وهي حاوية محولة منصوبة على منصة أو علبة توصيلات مثبتة على الأرض تقترن مباشرةً بالكبلات الأرضية حصراً.

1 ينبغي عادةً إجراء القياسات على مسافة فاصلة تبلغ عشرة أمتار من محولة القدرة الكهربائية في الأرض التي تحوي جهاز أو أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. وإذا اقتضى البث المحيط، يمكن إجراء القياسات على بعد ثلاثة أمتار. ويجري تصحيح المسافة باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة.

2 يتعين إجراء القياسات حول محيط محولة القدرة الكهربائية في الأرض في مواقع البث الأعظمي. ويتعين إجراء القياسات في 16 زاوية دائرية على الأقل تحيط بالجهاز الخاضع للاختبار (أو محولة القدرة الكهربائية في الأرض التي تحوي جهاز أو أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء). فإذا اشْتُبه بمخططات إشعاع اتجاهية، تعيّن دراسة المزيد من الزوايا السمتية.

4.2A مبادئ قياس الاتصالات المحلية عبر خطوط الكهرباء

1 يلزم فحص ميداني لاختبار جهاز الاتصالات المحلية عبر خطوط الكهرباء.

2 يتعين اختبار جهاز محيطي من ملحقات الحاسوب في بيئة مختبر، إذا كان ذلك قابلاً للتطبيق، في اختبارات البث المشع والموصول مباشرةً على السواء حسب إجراءات القياس الواردة في المعيار CISPR 22 - معدات تكنولوجيا المعلومات - خصائص الاضطراب الراديوي - حدود وأساليب القياس، الطبعة الخامسة، 2004-2005، الفقرة 8.

أ) بيئة الاختبار ومبادئ قياس البث المشع في الاختبار الميداني

- 1 تشمل المعدات الخاضعة للاختبار المودمات المحلية للاتصالات عبر خطوط الكهرباء التي تُستعمل لإرسال واستقبال إشارات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء على خطوط الجهد المنخفض وما يصاحبها من أجهزة السطح البيئي مع الحاسوب وتمديدات الأسلاك في المبنى والخطوط الهوائية أو الأرضية التي توصل بالمرافق الكهربائية.
- 2 يتعين أداء اختبار ميداني مع كون المعدات قيد الاختبار مركبة ضمن مبنى على جدار خارجي في الطابق الأرضي أو الطابق الأول. ويتعين إجراء الاختبار على ثلاث منشآت نمطية تضم مزيجاً من المباني ذات الخطوط الهوائية والخطوط الأرضية. ويتعين ألا تكون جدران المباني مكسوة بألواح من الألمنيوم أو المعادن الأخرى، وألا تكون التمديدات السلكية فيها محجوبة (أي مركبة عبر ممرات معدنية، أو من الكبلات الكهربائية المغلفة بأنابيب معدنية).
- 3 يتعين إجراء القياسات حول محيط المبنى في مواقع البث الأعظمي.
- 4 ينبغي عادةً إجراء القياسات على مسافة فاصلة تبلغ عشرة أمتار من محيط المبنى. وإذا اقتضى البث المحيط، يمكن إجراء القياسات على بعد ثلاثة أمتار. ويجري تصحيح المسافة باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة.

ب) مبادئ قياس إضافية للاختبار الميداني مع الخطوط الهوائية

- 1 بالإضافة إلى مواقع الاختبار المحيطية حول المبنى، يتعين إجراء الاختبار في ثلاثة مواقع على طول الخط الهوائي الموصل بالمبنى (أي أسلاك الخدمة الكهربائية). ويوصى بإجراء هذه القياسات بدءاً من مسافة عشرة أمتار على طول الخط من نقطة التوصيل إلى المبنى. فإن تعذر إجراء هذا الاختبار بسبب عدم كفاية طول سلك الخدمة الكهربائية، يتعين إدراج بيان يشرح الوضع وتشكيلة الاختبار في التقرير التقني.
- 2 ينبغي عادةً إجراء القياسات على مسافة فاصلة أفقية عن الخط الهوائي الموصل بالمبنى تبلغ عشرة أمتار. وإذا اقتضى البث المحيط، يمكن إجراء القياسات على بعد ثلاثة أمتار. ويجري تصحيح المسافة باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة.
- 3 يتعين أن يقوم تصحيح المسافة في قياسات الخط الهوائي على مسافة مدى الميل وهي مسافة خط البصر من هوائي القياس إلى الخط الهوائي. تجرى تصحيحات مسافة مدى الميل باستعمال عامل استكمال خارجي بمقدار 20 dB/decade للترددات التي تساوي أو تزيد عن 30 MHz إلى المسافة المحددة؛ وعامل استكمال خارجي بمقدار 40 dB/decade للترددات التي تقل عن 30 MHz إلى المسافة المحددة.

ج) مبادئ القياس لاختبار جهاز محيطي من ملحقات الحاسوب

- 1 يتعين ضبط معدل البيانات عند حده الأقصى المستعمل في المعدات الخاضعة للاختبار. ويمكن استعمال أساليب الاختبار أو برمجيات الاختبار لمحاكاة حركة البيانات.
- 2 يتعين إجراء قياسات البث الموصل مباشرةً حسب المعيار CISPR 22 - معدات تكنولوجيا المعلومات - خصائص الاضطراب الراديوي - حدود وأساليب القياس، الطبعة الخامسة، 2004-2005، الفقرة 5.
- 3 في أجهزة الاتصالات المحلية عبر خطوط الكهرباء العاملة كمشعات غير مقصودة ما دون تردد 30 MHz أو ما فوقه، يتعين قياس البث المشع من جهاز محيطي من ملحقات الحاسوب في موقع اختبار مفتوح (OATS) وفقاً لإجراءات القياس في المعيار CISPR 16-1-4 - مواصفة جهاز وأساليب قياس الاضطراب الراديوي والحصانة، الطبعة 1.1، 2004-2005، الفقرة 5.

الملحق 3

مواصفة قياس مجالات الاضطراب من أنظمة وشبكات الاتصالات في المجال الترددي 9 kHz إلى 3 GHz في ألمانيا

1.3A مقدمة عامة

1.1.3A مجال التطبيق

يقدم النص الحالي إجراءات قياسات البث غير المرغوب فيه الناجم عن الاضطراب الحاصل في منشآت وشبكات الاتصالات. ويشمل موضوع القياسات البث غير المرغوب فيه الناجم عن الاضطراب ضمن طيف الترددات الراديوية. وينتج هذا البث عن استعمال الترددات لإرسال المعلومات ضمن النواقل وعلى امتدادها. وفي حالة الإشارات عريضة النطاق، قد يكون استعمال موجة حاملة مساعدة ضرورياً. وتلزم أوصاف إضافية لإجراءات القياس.

وتشمل الشبكات المذكورة شبكات المنطقة الواسعة (WAN) وشبكات المنطقة المحلية (LAN) وشبكات التلفزيون الكابلي (CATV) فضلاً عن التكنولوجيات التي طورت مؤخراً في مجال النفاذ إلى الاتصالات باستخدام شبكات توزيع القدرة الكهربائية وشبكات الهاتف (الخط الرقمي للمشارك (DSL) بأنواعه).

لا تورد هذه الوثيقة إجراءات قياس البث من معدات إلكترونية لأغراض اختبار المطابقة وفقاً لتشريع التوافق الكهرومغناطيسي الألماني (EMVG).

وتشمل التطبيقات الراديوية التي يمكن أن تتأثر بالبث غير المرغوب فيه الناجم عن اضطراب الترددات الراديوية، على سبيل الذكر لا الحصر، أجهزة استقبال الإشارات ذات التردد المعياري والوقت المعياري، وأجهزة استقبال الخدمات الراديوية المتنقلة، وخدمات الإذاعة الراديوية الصوتية والتلفزيونية، والخدمات الثابتة، والهواتف اللاسلكية والمعدات الراديوية المستعملة في الخدمات الراديوية للهواة.

ويدعو الرقم 12.15 من لوائح الراديو، تحديداً، للحماية من البث، الذي تشعه شبكات الاتصالات، غير المرغوب فيه والناجم عن اضطراب الترددات الراديوية، وهو كذلك ما تنص عليه المادة 4 (2) من توجيه المجلس 2004/108/EG بتاريخ 15 ديسمبر 2004 (توجيه التوافق الكهرومغناطيسي).

ولا تشمل هذه المواصفة أي من أحكام قياس البث من جهاز كهربائي أو إلكتروني في إطار اختبارات مطابقة المنتج وفقاً لتشريع التوافق الكهرومغناطيسي (EMVG) أو تشريع معدات مطاريف الاتصالات والراديو (FTEG) الألمانين.

2.1.3A المدى الترددي

ينطبق هذا النص على المدى الترددي من 9 kHz إلى 3 GHz.

3.1.3A إجراءات القياس

يحدد هذا النص أساليب قياس البث غير المرغوب فيه الناجم عن اضطراب الترددات الراديوية الذي يصاحب الإشارات المرغوب فيها المنقولة سلكياً والذي يصدر عن منشآت وشبكات الاتصالات.

4.1.3A القيم الحدية

القيم الحدية للبث غير المرغوب فيه الناجم عن الاضطراب من منشآت وشبكات الاتصالات. وتُدرج هذه القيم الحدية في التذييل 1 للملحق 3 من النص الحالي.

2.3A تعاريف ومختصرات

تسري التعاريف التالية لأغراض هذا النص:

النقطة المرجعية للهوائي: هي المركز الهندسي للهوائي أو النقطة المرجعية المشار إليها في إجراء معايرة الهوائي.

عامل توزيع المكشاف: هو الاختلاف في التأشير المحصلة من مكشاف شبة الذروة إلى مكشاف الذروة لإشارة محددة.

شدة مجال الاضطراب: هي شدة المجال الناتجة في موقع معين باضطراب كهرمغناطيسي، والمقيسة في شروط موصّفة. (IEC – IEV 161-04-02).

ملاحظة – لأغراض هذا النص، لا يُنظر إلا في مكونات الإشارات المرغوبة المنقولة سلكياً التي يمكن أن تسبب بناً غير مرغوب فيه ناجماً عن الاضطراب في شكل مجالات.

الاضطراب الكهرمغناطيسي: أي ظاهرة كهرمغناطيسية يمكن أن تؤدي إلى تدهور أداء جهاز أو معدات أو نظام. (IEC – IEV 161-01-05).

البث: هو ظاهرة انبثاق طاقة كهرمغناطيسية من مصدر. (IEC – IEV 161-01-08).

الحد الأدنى من التغطية: لأغراض هذه المواصفة، يعطى الحد الأدنى من التغطية عادةً إذا أمكن التحقق في موقع القياس من شدة المجال الدنيا اللازمة للخدمة الراديوية أو التطبيق الراديوي.

الاضطراب الراديوي (اضطراب الترددات الراديوية): هو اضطراب كهرمغناطيسي له مكونات ضمن مدى الترددات الراديوية (IEC – IEV 161-01-13).

شبكة الاتصالات: هي مجمل المعدات التقنية (خطوط الإرسال ومعدات التبديل وأي معدات أخرى) التي لا غنى عنها لضمان التشغيل العادي المقصود لشبكة الاتصالات، والتي توصل بها معدات مطاريف الاتصالات بانتهائية مناسبة.

منشأة الاتصالات: هي أي معدات أو أنظمة تقنية قادرة على بعث إشارات كهرمغناطيسية أو بصرية، أو إرسالها أو تبديلها أو استقبالها أو توجيهها أو التحكم فيها كرسائل يمكن التعرف عليها.

ملاحظة – عند الإشارة إلى شبكات الاتصالات من هذه النقطة فصاعداً، فإن المعلومات ذات الصلة تنطبق أيضاً على منشآت الاتصالات.

البث غير المرغوب فيه الناجم عن اضطراب: هو مكونات من الإشارات المرغوبة سببها التيارات أو الجهود الموصولة سلكياً والتي تصدر دون قصد من الناقل ويمكن أن تتداخل على الاتصالات الراديوية عبر الاقتران الحثي أو السعوي (في المجال القريب) أو عبر انتشار الموجات الكهرمغناطيسية (في المجال البعيد).

البث غير المرغوب فيه: هو إشارة يمكن أن تسيء إلى استقبال إشارة مرغوبة. (IEC – IEV 161-01-03).

الإشارة المرغوبة: تتألف الإشارة المرغوبة من الطيف الترددي اللازم للاتصالات في النواقل وعلى امتدادها.

3.3A مبادئ التحضير وأداء القياسات

1.3.3A اعتبارات عامة

لا بد من جمع كل المعلومات التقنية اللازمة للإحاطة وإحاطة كاملة بمعلومات تشغيل وتصميم شبكة الاتصالات الواجب قياسها. فعلى سبيل المثال، ينبغي لمشغل شبكة الاتصالات أن يوفر المواصفات والمعلومات المتصلة بالتوافق الكهرمغناطيسي للكبلات وعتاد التوصيل. وفي جميع الحالات، ينبغي التحقق من المعلومات المحصلة بتحقيق أولي كما هو مفصل أدناه من أجل استبعاد قياس البث غير المرغوب فيه من شبكة الاتصالات والخاضع للوائح غير تلك التي يجري تقييمها.

2.3.3A خصائص أداء شبكات الاتصالات

إن خصائص الأداء الأساسية اللازمة هي الآتية: توزيع الاتساع الطيفي والخصائص الترددية للإشارات المرغوبة الموصولة سلكياً، وأساليب التشغيل التي يمكن أن تسبب مستويات قصوى من البث الناجم عن اضطراب الترددات الراديوية في جميع الترددات التي تسترعي الاهتمام، أو أي منها على وجه التحديد.

وقد تدعو الضرورة أيضاً لاكتشاف ما إذا كانت تغيرات الاتساع الطيفي يمكن أن تنتج عن التحكم الدينامي في القدرة، وما إذا كانت خصائص الطيف الترددي يمكن أن تتغير تبعاً لمعدل معين لنقل البيانات.

ويمكن تحديد هذه المعلومات على أفضل وجه في نسبة عالية للصيغة $(S+N)/N$ (حيث يرمز الحرف S إلى الإشارة والحرف N إلى الضوضاء) بواسطة مقياس تيار قامطي وجهاز استقبال ماسح للترددات مؤتمت ذي شاشة بانورامية تراقب التيار الممر عند السطح البيني المغذي (أو الانتهائي) لخط الاتصالات. ولعل التعاون مع مشغل الاتصالات سيلزم من أجل تفعيل النظام حسب الضرورة.

ومن الضروري أيضاً خلال مرحلة التحقيق الأولي توضيح ما إذا كان البث غير المرغوب المرصود هو البث غير المرغوب الناجم عن الاضطراب حسب تعريفه في الفقرة 2.3A، أو إنه بث آخر غير مرغوب فيه من معدات إلكترونية موصولة بالشبكة ولا يعود إلى الإشارة المرغوبة الموصولة سلكياً. ويتعين أن يفهم البث غير المرغوب الناجم عن الاضطراب ضمن النطاق الترددي للإشارة المرغوبة الموصولة سلكياً بأحكام المعيار الوطني الألماني NB 30، إن لم يحدد على أنه بث آخر غير مرغوب فيه.

3.3.3A اختيار نقاط القياس

يتوقف اختيار نقاط القياس على دواعي القياسات التي قد تشمل التحقيق في الشكاوى بشأن التداخل أو التحقق من الالتزام بالقيم الحدية.

1.3.3.3A التحقيق في الشكاوى بشأن التداخل الراديوي

للتحقيق في التداخل، ينبغي لنقطة القياس الأولية (داخل المباني أو في الخلاء) أن تقع في موقع على خط الإرسال هو الأقرب إلى جهاز الاستقبال الراديوي و/أو الهوائي المتأثرين بالتداخل.

2.3.3.3A التحقق من التزام منشآت وشبكات الاتصالات

في اختبار الالتزام، تلمي طوبولوجيا منشأة أو شبكة الاتصالات الأماكن التي ينبغي فيها إجراء القياسات الأولية. وينبغي لهذه النقطة (أو النقاط) أن تقع حيث تبين الخبرة الظهور المتوقع لأعلى بث ناجم عن الاضطراب. وتقع هذه النقاط بالنسبة لمعظم الأنظمة التفاعلية، مثلاً، في كل نهاية لخط الإرسال، أو في أي مكبرات وسيطة يمكن نشرها، أو في نقاط تقطع أو تسرب المعاوقة في خط الإرسال.

وفي كلتا الحالتين (أي في حالة الفقرتين 1.3.3.3A و 2.3.3.3A) لا بد من استعمال جهاز استقبال محمول مزود بمؤشر لمستوى الإشارة، أو تقنية تتبع أخرى مناسبة، لتحديد وتسجيل المواقع الدقيقة حيث تكون مستويات البث المشع الناجم عن الاضطراب في أعلاها.

ومن الضروري قياس الإشارة المرغوبة بالنسبة المناسبة للصيغة $(S+N)/N$ لتحديد شكل الموجة. ويمكن أخذ "بصمة" الإشارة هذه بقياس التيار الممر في نقطة على خط الإرسال يمكن النفاذ إليها (انظر 2.3.3A).

4.3.3A مسافة القياس

1.4.3.3A التحقق من التزام منشآت وشبكات الاتصالات

مسافة القياس المعيارية d لإجراء قياسات داخل المباني وفي العراء هي ثلاثة أمتار. وهذه المسافة هي الفاصل ما بين النقطة المرجعية لهوائي القياس وأقرب جزء من شبكة الاتصالات.

1.1.4.3.3A رسم مسافة القياس للقياسات داخل المباني

إذا تعذر الوصول إلى ذلك الجزء الخاضع للتحقيق من شبكة الاتصالات والذي يقع ضمن أو وراء جدار أو مجرى أو هيكل مماثل، يتعين أن تأخذ مسافة القياس d شكلاً مستطيلاً من الحافة الأمامية للجدار أو المجرى.

وفي حال عدم تيسر فسحة حرة بطول ثلاثة أمتار بين شبكة الاتصالات وهوائي القياس في القياسات داخل المباني في المدى الترددي حتى 30 MHz، يمكن خفض مسافة القياس المذكورة أعلاه إلى متر واحد. وتسري أحكام الفقرتين 2.2.4.3A و3.2.5.3A في هذه الحالة.

2.1.4.3.3A رسم مسافة القياس للقياسات في الخلاء

في القياسات الجارية خارج مبنى أو هيكل آخر يضم معدات اتصالات أو شبكة كابلات، يتعين أن تأخذ مسافة القياس d شكلاً مستطيلاً من الجدار الخارجي أو الهيكل ذي الصلة.

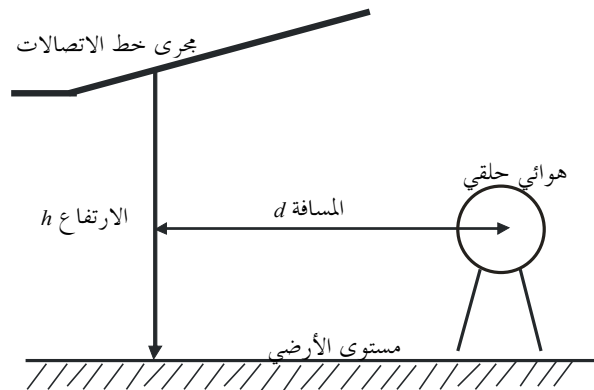
وإذا ما أريدَ قياس جزء من شبكة الاتصالات يقع تحت الأرض، يتعين أن تأخذ مسافة القياس d شكلاً مستطيلاً من الخط الذي يمثل الإسقاط الرأسى لشبكة الاتصالات على سطح الأرض.

وإذا ما أريدَ قياس جزء من شبكة الاتصالات يقع فوق هوائي القياس، يتعين أن تأخذ مسافة القياس d شكلاً مستطيلاً من الخط الذي يمثل الإسقاط الرأسى لشبكة الاتصالات على سطح الأرض.

ويبين الشكل 2 ذلك المبدأ.

الشكل 2

رسم مسافة القياس d من الإسقاط الرأسى لأثر خط الاتصالات إلى مستوى الأرض



Report 2157-02

وإذا تعذر وضع هوائي القياس على بعد ثلاثة أمتار في القياسات في الخلاء جراء الظروف المحلية، يتعين أن يطبق أسلوب القياس الموصف في الفقرة 3.2.4.3A على القياسات في المدى الترددي حتى 30 MHz.

وإذا ما كان مسار كبل الاتصالات المزمع قياسه أعلى بكثير من ارتفاع صارية الهوائي المتاح (مثلاً ارتفاع أكثر من عشرة أمتار فوق الأرض)، يتعين أن يطبق أسلوب القياس الموصّف في الفقرة 3.2.4.3A على القياسات في المدى الترددي حتى 30 MHz، ويتعين قياس مستوى قدرة اضطراب الترددات الراديوية المشعة وفقاً للفقرة 7.3A من هذه المواصفة، في المدى الترددي فوق 30 MHz.

2.4.3.3A التحقيق في الشكاوى بشأن التداخل الراديوي

لا تحدّد مسافات قياس معينة لتحديد مصدر التداخل. فإذا ما حُدد مصدر التداخل، يقاس الجزء ذو الصلة من منشأة أو شبكة الاتصالات وفقاً للمبادئ المنصوص عليها في الفقرة 1.4.3.3A. ولأسباب محددة، يُسمح الانحراف عن هذه المبادئ، إذا لزم الأمر.

5.3.3A القيم الحدية للبث المسبب للاضطراب المسموح به من منشآت وشبكات الاتصالات

ترد القيم الحدية (إلى جانب التصحيحات اللازمة) في التذييل 1 للملحق 3 من النص الحالي.

يرجى ملاحظة أن القيم الحدية الواردة في التذييل 1 للملحق 3 هي قيم الذروة الحدية؛ علماً بأن مكشاف شبه الذروة هو ما يُستعمل للقياسات للإقلال إلى أدنى حد من الارتياح الناجم عن استعمال مكشاف الذروة.

وللتمكن من المقارنة المباشرة بين مستويات شبه الذروة والقيم الحدية للذروة، لا مناص من استعمال عامل توزيع مكشاف شبه الذروة الذي يتعين إضافته إلى قراءات مستوى شبه الذروة. وسيعتمد عامل التوزيع على عرض نطاق القياس ومعمارية الإشارة في شبكة الاتصالات التي يجري التحقيق فيها.

وما لم يكن عامل توزيع شبه الذروة معروفاً سلفاً ومتفقاً عليه مع مشغّل شبكة الاتصالات، يتعين تثبيته خلال مرحلة التحقيق الأولي. وأسهل وأدق السبل لتحقيق ذلك يتمثل في استعمال مقياس تيار قامطي لقياس شبكة الاتصالات في نقطة توفر إشارة مرغوبة نظيفة بنسبة $(S + N)/N$ 20 dB على الأقل.

كما يمكن تحديد عامل توزيع شبه الذروة في المدى الترددي 30 MHz إلى 1 000 MHz وضع الهوائي على مقربة مباشرة من مصدر الإشعاع.

ولا حاجة لتصحيح نتائج القياس في المدى الترددي 1 000 MHz إلى 3 000 MHz لأن مكشاف الذروة مستعمل على كل حال.

4.3A قياسات البث الناجم عن الاضطراب في المدى الترددي 9 kHz إلى 30 MHz

1.4.3A معدات القياس

تلتزم معدات القياس التالية حسبما يرد توصيفها في النشرة 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR):

- نظام قياس معايير يتألف من جهاز استقبال لقياس الاضطراب الراديوي إلى جانب هوائي حلقي لقياس مكونات المجال المغنطيسي للقياس ومنصّب ثلاثي القوائم،
- نظام قياس معايير يتألف من جهاز استقبال لقياس الاضطراب الراديوي إلى جانب مقياس تيار قامطي لقياس تيارات التردد العالي في النواقل،

على التوالي.

في المدى الترددي 9 kHz و 150 kHz، يتعين استعمال نطاق قياس عرضه 200 Hz ومكشاف شبه الذروة.

وفي المدى الترددي 150 kHz و 30 MHz، يتعين استعمال نطاق قياس عرضه 9 kHz ومكشاف شبه الذروة.

كما يمكن استعمال معدات متخصصة أخرى كالهوائيات الحلقيّة الطنانة أو الهوائيات المهيأة لقياس شدة المجال الكهربائي إذا لزم الأمر. وفي أي قياسات لشدة المجال الكهربائي التي قد تقتضيها الضرورة، يُستعمل هوائي ثنائي أقطاب فاعل كالذي يرد وصفه في التذييل 5 للملحق 3 أو ثنائي أقطاب مماثل.

ويوصى بأن يكون لكل من جهاز الاستقبال القائس والهوائي الحلقي تغذية كهربائية مستقلة دون تأريض (تغذية بالبطارية مثلاً)، وبخاصة في حالة القياسات داخل المباني، للتقليل إلى أدنى حد من احتمال ظهور عروات التيار عبر الأرض التي يمكن أن تؤثر في القياس.

2.4.3A أسلوب القياس

1.2.4.3A اعتبارات عامة

حسب التوصيف الوارد في التذييل 1 للملحق 3، تُحوّل شدة المجال المغنطيسي المقيسة بواسطة معاوقة أصيلة قدرها $\Omega 377$ إلى شدة مجال كهربائي.

ويمكن إجراء هذا التحويل تلقائياً بالفعل في معدات قياس مختلفة.

ويتعين الأخذ في الحسبان أن نظام الاتصالات يعمل بالمستويات القصوى الطبيعية للإشارة وبالأسلوب، إن وجد، المحدد مسبقاً على أنه يُنتج مستويات شدة المجال القصوى للاضطراب. فإن كان النظام تفاعلياً، من المهم التحقق من وجود إشارات المسير العكسي (باتجاه المصدر) إذا ما وقعت في نفس المدى الترددي لأي شكوى بشأن التداخل.

وفي القياسات التي تجرى على تردد واحد أو في نطاق ترددي ضيق (كما في حالات التداخل)، ينبغي ضبط الهوائي للحصول على أقصى اقتران مع شبكة الاتصالات قيد التحقيق.

وإذا ما أجريت القياسات على عدد كبير من الترددات أو عن طريق مسح مدى ترددي، ينبغي إجراء أدوار قياس منفصلة يُضبط الهوائي فيها في كل من الاتجاهات المتعامدة الثلاثة X و Y و Z. وينبغي حفظ بيانات كل دور قياس ولكل تردد، ويتعين حساب شدة المجال الفعالة (E_{eff}) باستعمال المعادلة (A3-1).

$$(A3-1) \quad \frac{E_{eff}}{V/m} = \sqrt{\frac{E_X^2}{(V/m)^2} + \frac{E_Y^2}{(V/m)^2} + \frac{E_Z^2}{(V/m)^2}}$$

وأسهل السبل لإنجاز هذه المهمة يتمثل في إدخال بيانات كل قياس إلى جدول بيانات وحساب شدة المجال الفعالة (E_{eff}) على نحو مؤتمت لاحقاً.

ولاختصار وقت القياس، يوصى بالبدء بمسح مسبق على المدى الترددي المعني باستعمال مكشاف ذروة، يتبعه قياس آخر للقيم القصوى التي يُعثر عليها لشدة مجال الاضطراب باستعمال مكشاف شبه الذروة.

وفي الهوائي الحلقي، تكون مسافة القياس d هي التباعد بين مركزه الهندسي وشبكة الاتصالات. أما في ثنائي الأقطاب الفاعل، فإن مسافة القياس d هي التباعد بين النقطة المرجعية لثنائي الأقطاب وشبكة الاتصالات.

يركّب الهوائي الحلقي على منصب ثلاثي القوائم على ارتفاع متر واحد (في الحافة الدنيا من الحلقة) ويُخصّص بموقع قياس سبق تحديده على أن شدة مجال الاضطراب تبلغ أقصاها فيه، بحيث يكون على مسافة القياس المنصوص عليها من شبكة الاتصالات.

ويُضبط جهاز الاستقبال القائس عند التردد والمكشاف المطلويين ويدور الهوائي الحلقي بحيث يتم الحصول على مؤشر الإشارة القصوى لشبكة الاتصالات، أو في الاتجاهات المتعامدة الثلاثة X و Y و Z، وتُحسب بعدئذ شدة المجال الفعالة.

وقد يتعقد قياس المجالات المغنطيسية المشعة من شبكات الاتصالات في المدى الترددي حتى 30 MHz، بحكم ما يصدر عن الخدمات الراديوية من بث الترددات الراديوية المرغوب عالي المستوى بأنواع شتى. وفي ضوء ذلك، قد تقتضي الضرورة تحديد بعض مديات الترددات بشدة مجالات منخفضة في الفجوات ما بين الإرسالات الراديوية، بحيث تكون ضوضاء الخلفية وأية إشارات محيطية دون الحد المطبق الموصّف في التذييل 1 للملحق 3. وينبغي القيام بذلك دون تغيير وضع الهوائي، وفي الحالة المثالية، بوقف تشغيل شبكة الاتصالات.

فإن تعذر وقف تشغيل الشبكة، يمكن اللجوء إلى البديلين التاليين:

- وجّه الهوائي الحلقي بحيث يتدنى التقاطه لبث الشبكة إلى الحد الأدنى، وتحقق من كون ضوضاء الخلفية وأية إشارات محيطية دون الحد المطبق في التذييل 1 للملحق 3.
- وجّه الهوائي الحلقي بحيث يزداد التقاطه لبث الشبكة إلى الحد الأقصى، ثم زد مسافة القياس وتحقق من الانخفاض المقابل في شدة المجال المقيسة.

يتوقف العدد المطلوب من الترددات أو المديات الترددية الهادئة على ما إذا كانت النية تتجه لإجراء قياسات التزام شاملة أو للتحقيق في شكوى بشأن التداخل على نطاق أصغر. وفي اختبار الالتزام الشامل، يُستحسن وجود أكبر عدد ممكن من المديات الترددية الهادئة. وينبغي أن تكون متباعدة بالتساوي قدر الإمكان على مدى كامل طيف الإشارة المطلوبة للخدمة الاتصالات الخاضعة للتحقيق. ويُساعد الرسم البياني لكامل المدى الترددي الجاري قياسه على التحديد السريع لتلك الترددات الهادئة التي يمكن أن تكون مناسبة للتحليل لاحقاً. ويمكن إجراء عمليات المسح عبر المدى الترددي المرصود بمكشاف ذروة في خطوات لاحقة بمقدار نصف عرض نطاق القياس.

وينبغي لبضعة ترددات هادئة حول التردد موضوع الشكوى أن تكون كافية للتحقيق في الشكاوى بشأن التداخل. ويمكن تحديد هذه الترددات وقياسها بالتوليف اليدوي.

وفي كلتا الحالتين، تُستعمل الترددات هادئة أو مديات التردد المحددة لقياس البث الناجم عن الاضطراب. وينبغي لمشغل جهاز الاستقبال القائل أن يقيّم مستويات ضوضاء الخلفية ذاتياً، على كل من هذه الترددات. ويتعين تسجيل أعلى مستوى يتم رصده خلال فترة 15 ثانية لشدة مجال البث الناجم عن الاضطراب ($\mu\text{V/m}$ dB)، وذلك باستعمال عرض نطاق القياس والمكشاف المحدد. وينبغي تجاهل أية ذرى معزولة قصيرة الأمد.

وفي حالة تشغيل شبكة الاتصالات، يتعين تكرار القياسات على جميع الترددات الهادئة التي سبق تحديدها باستعمال نفس الإجراء الموصّف أعلاه. ويتعين تسجيل النتائج وحساب الفرق بين المستويات المقيسة أثناء تشغيل شبكة الاتصالات وأثناء إيقاف تشغيلها.

وإذا ما ظل مستوى الضوضاء المحيطة أعلى من القيمة الحدية، يمكن استعمال مقياس التيار القاطمي للتحقق من الفرق المحسوب. (لا يزال أسلوب الاختبار هذا خاضعاً لمزيد من الدراسة).

2.2.4.3A القياس على مسافة تقل عن ثلاثة أمتار

في حالة القياس على مسافة تقل عن ثلاثة أمتار، تؤخذ مسافة القياس كخط مستطيل مستقيم من مجرى كبل الاتصالات (أو من مسقطه على مستوى الأرض) إلى الحافة الخارجية للهوائي الحلقي.

وإذا ما تعذر الالتزام بمسافة القياس المعيارية وهي ثلاثة أمتار، جراء الظروف المحلية مثلاً داخل مبنى، يمكن إجراء القياسات آنئذ بتباعد أقرب لا يقل عن متر واحد.

وفي هذه الحالة يسري أسلوب القياس نفسه كما في القياسات على مسافة ثلاثة أمتار، ويتعين تصحيح نتيجة القياس باستعمال عامل التحويل المعطى في المعادلة (A3-2):

$$(A3-2) \quad E_{dist} = E_{meas} + 20 \log \frac{d_{meas}}{d_{stand}}$$

حيث:

E_{meas} : نتيجة القياس ($\mu\text{V/m}$ dB)

E_{dist} : نتيجة القياس المصححة ($\mu\text{V/m}$ dB)

d_{meas} : مسافة القياس (m)

d_{stand} : مسافة القياس المعيارية (ثلاثة أمتار).

3.2.4.3A القياس على مسافة أبعد من ثلاثة أمتار

إذا وقع الاختيار على مسافة قياس تزيد عن ثلاثة أمتار بداعي الظروف المحلية، تحدّد نقطتا قياس واقعتان على محور القياس المستطيل إلى مجرى كبل الاتصالات. وكإرشاد، ينبغي أن تكون المسافة بين النقطتين أبعد ما يمكن. ويتعين قياس شدة المجال المسبب للاضطراب حسب الوصف الوارد في الفقرة 1.2.4.3A. والعوامل الحاسمة في نهاية المطاف هي الظروف المحلية وإمكانية قياس شدة مجال الاضطراب.

و تُرسم نتائج القياس ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$) في مخطط مقابل لوغاريتم مسافة القياس. ويمثل الخط المستقيم الواصل بين نتائج القياس تناقص شدة المجال على طول محور القياس. فإذا ما تعذر تحديد تناقص شدة المجال، تعيّن اختيار نقاط قياس إضافية. ويُقرأ مستوى شدة المجال على مسافة القياس المعيارية وقدرها ثلاثة أمتار من المخطط باستعمال الخط الواصل بينياً.

3.4.3A قياس شدة المجال الكهربائي

لا تقاس شدة المجال الكهربائي إلا في حالات التداخل حيث يُفترض كون البث الناجم عن الاضطراب مجالاً كهربائياً في الغالب. ويمكن أن يكون الأمر كذلك في حال عدم تجاوز القيمة الحدية لشدة المجال المغنطيسي، ووقوع تداخل على معدات الاستقبال الراديوية التي تستخدم هوائي مجال كهربائي رغم ذلك.

وإجراءات القياس هي نفسها كما في شدة مجال الاضطراب المغنطيسي. ويرد وصف الهوائي المطلوب في التذييل 5 للملحق 3.

5.3A قياسات البث الناجم عن الاضطراب في المدى الترددي 30 MHz إلى 3 000 MHz

1.5.3A معدات القياس

تلتزم معدات القياس التالية حسبما يرد توصيفها في النشرة 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR):

- نظام قياس معايير يتألف من جهاز استقبال لقياس الاضطراب الراديوي وصارية هوائي إلى جانب هوائي ثنائي الأقطاب عرض النطاق أو هوائي لوغاريتمي دوري، بحيث يكون أي منهما مناسباً لقياس المكون الكهربائي من المجال الكهرومغنطيسي.

الملاحظة 1 - نتائج القياس المحصّلة بواسطة نظام القياس المعايير الموصوف أعلاه لا تحتاج لأي تصحيح لاحقاً، حتى وإن قيست في ظروف المجال القريب.

ويرد في المنشور رقم 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) وصف متطلبات أجهزة استقبال وهوائيات قياس الاضطراب الراديوي.

وفي المجال الترددي من 30 MHz إلى 1 000 MHz، يتعين استعمال نطاق عرضه 120 kHz ومكشاف شبه الذروة.

وفي المجال الترددي من 1 000 MHz إلى 3 000 MHz، يتعين استعمال نطاق عرضه 1 MHz ومكشاف الذروة.

2.5.3A أساليب القياس

1.2.5.3A اعتبارات عامة

ويتعين الأخذ في الحسبان أن نظام الاتصالات يعمل بالمستويات القصوى الطبيعية للإشارة وبالأسلوب، (إن وُجد أكثر من أسلوب واحد للتشغيل)، المحدد مسبقاً على أنه يُنتج مستويات شدة المجال القصوى للاضطراب. فإن كان النظام تفاعلياً، من المهم التحقق من وجود إشارات المسير العكسي (باتجاه المصدر) إذا ما وقعت في نفس المدى الترددي لأي شكوى أو شكاوي مبلغ عنها بشأن التداخل.

ولاختصار مدة القياسات، يوصى بدايةً بأداء مسح على المدى الترددي المزمع دراسته باستعمال مكشاف ذروة، يتبعه قياس آخر يستعمل مكشاف شبه الذروة وينحصر في ترددات سبق أن سُجّل فيها مؤشرات قصوى لمستويات شدة مجال الاضطراب.

ومسافة القياس d هي المسافة ما بين الجزء المزمع دراسته من شبكة الاتصالات والمحول بين المتوازن وغير المتوازن في حالة ثنائي الأقطاب عريض النطاق، أو النقطة المرجعية للهوائي في حالة هوائي لوغاريتمي دوري.

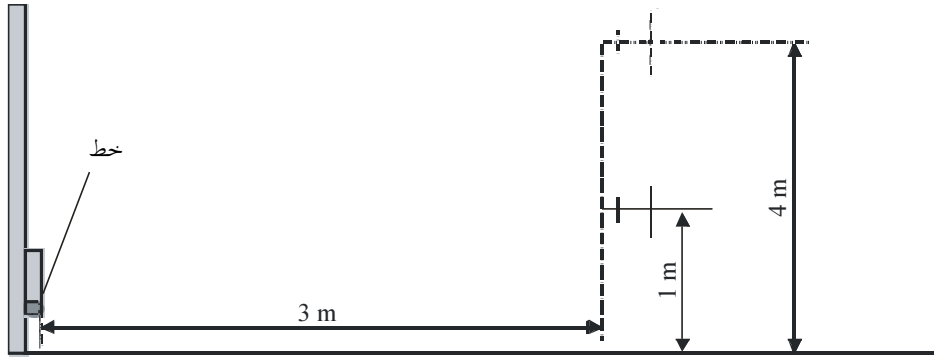
2.2.5.3A القياس على مسافة ثلاثة أمتار

مسافة القياس هي ثلاثة أمتار. وفي نقطة القياس الموصّفة، يتعين تغيير اتجاه هوائي القياس وارتفاعه واستقطابه (الأفقي والرأسي) لقياس شدة المجال القصوى لاضطراب الترددات الراديوية.

وإذا ما كانت سوية المستوي الأرضي للهوائي على نفس سوية المستوي الأرضي لشبكة الاتصالات، يغيّر ارتفاع الهوائي ما بين متر واحد وأربعة أمتار من أجل تحديد شدة المجال القصوى. وإذا يغيّر ارتفاع الهوائي، ينبغي ألا يقترب الهوائي لمسافة تقل عن نصف متر عن الأشياء العاكسة (كالجدران والأسقف والهياكل المعدنية، وغيرها). وقد تفرض الظروف المحلية قيوداً على ما يمكن تغييره من ارتفاع الهوائي (انظر الشكل 3).

الشكل 3

التغيير في ارتفاع الهوائي



Report 2157-03

وفي حالة القياس في الخلاء مثلاً، إن لم تكن دعامة الهوائي على نفس سوية المستوي الأرضي كخط أو مجرى الاتصالات، يتعين تغيير ارتفاع الهوائي على نحو يؤدي إلى تغيير في المدى يُقارَن مع ذلك المذكور في الفقرة السابقة.

3.2.5.3A القياس على مسافة تقل عن ثلاثة أمتار

تجرى القياسات للتحقق من الالتزام في منشآت وشبكات الاتصالات في المدى الترددي ما فوق 30 MHz في العراء حصراً. ويمكن هنا اختيار مسافة القياس بحيث تكون ثلاثة أمتار (المسافة المعيارية) أو أكثر.

وإذا ما دعت الضرورة لقياسات داخل المباني أثناء التحقيق في الشكاوى بشأن التداخل الراديوي للوقوف على المصادر المسببة للاضطراب، وتعدرت المبعادة بمقدار ثلاثة أمتار جراء الظروف المحلية، يمكن إجراء القياسات آتخذ بتباعد أقرب لا يقل عن متر واحد. ومسافة القياس هي تلك الفاصلة بين الناقل والنقطة المرجعية للهوائي. وللقياس يتعين توجيه الهوائي بحيث يحصل

على الاقتران الأقصى مع المصدر المسبب للاضطراب، دون أي تغييرات في الارتفاع. وفي هذه الحالة، يتعين تصحيح نتيجة القياس باستعمال عامل التحويل المعطى في المعادلة (A3-3):

$$(A3-3) \quad E_{dist} = E_{meas} + 20 \log \frac{d_{meas}}{d_{stand}}$$

حيث:

E_{meas} : نتيجة القياس (dB(μV/m))

E_{dist} : نتيجة القياس المصححة (dB(μV/m))

d_{meas} : مسافة القياس (m)

d_{stand} : مسافة القياس المعيارية (ثلاثة أمتار).

الملاحظة 1 - نتائج القياس المحصلة بواسطة نظام القياس المعايير (انظر الفقرة 1.5.3A) لا تحتاج لأي تصحيح لاحقاً، حتى وإن قيست في ظروف المجال القريب.

4.2.5.3A القياس على مسافة تزيد عن ثلاثة أمتار

إذا ما اقتضت الظروف المحلية مسافة قياس تزيد عن ثلاثة أمتار، يتعين قياس قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية وفقاً لأسلوب الاستعاضة الموصّف في الفقرة 6.3A.

3.5.3A تحديد شدة المجال الكهربائي

يتعين تحديد المكون الكهربائي لشدة مجال الاضطراب برصد مؤشر جهاز الاستقبال القائس على فترة تقرب من 15 ثانية، يُسجّل بعدها مؤشره الأقصى. وينبغي تجاهل الذرى المعزولة التي تظهر عرضاً.

وإذا كان أسلوب القياس يتيح نتائج القياس بدلالة مستويات جهد الترددات الراديوية فقط، يمكن حينئذ حساب مستوى شدة مجال الاضطراب من مستوى جهد الترددات الراديوية المقيس عند بوابة الهوائي في جهاز الاستقبال القائس بواسطة المعادلة (A3-4):

$$(A3-4) \quad E_{dist} = V_{rec} + a_c + AF$$

حيث:

E_{dist} : المستوى المحسوب لشدة مجال الاضطراب (dB(μV/m))

V_{rec} : مستوى جهد الترددات الراديوية (dB(μV)) المقيس عند بوابة دخل الهوائي في جهاز الاستقبال القائس (معاوقته 50 Ω)

a_c : توهين كبل القياس (dB)

AF : عامل الهوائي² الهوائي القياس (dB).

الملاحظة 1 - لحساب مستويات شدة مجال الاضطراب، يتعين استعمال عامل الهوائي الخاص بهوائي القياس (في الفضاء الحر وفقاً لإعلان المصنّع أو تقرير المعايير) في أي حال وبصرف النظر عن مسافة القياس المستعملة فعلياً.

² عامل الهوائي وفق إعلان المصنّع أو تقرير المعايير (على مسافة معيارية، في حال توفرها).

6.3A قياس قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية من 30 MHz إلى 3 000 MHz

1.6.3A معدات القياس

يرد في النشرة I-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) وصف المتطلبات لجهاز الاستقبال لقياس الاضطراب الراديوي وعروض النطاق القائسة والمكاشيف والهوائيات المستعملة في قياس قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية.

2.6.3A مسافة القياس

ينطوي قياس المكونات الكهربائية للمجال الكهرمغناطيسي على ترتيبات ضمنية جراء الانعكاسات على الروابط العازلة أو الناقلة، وجراء العناصر الطفيلية في محيط موقع القياس. ويمكن للقياسات التي تجرى في ظروف المجال القريب أن تؤدي إلى المزيد من الارتبايات التي يمكن استبعاد بعضها بتحديد قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية لمصدر التداخل في الظروف المحيطة نفسها باستعمال هوائي استعاضة.

ويتعين قياس قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية على مسافة تلي شروط المجال البعيد فيما يتعلق بمصدر الاضطراب المشع. ففي المشعات الشبيهة بثنائي الأقطاب، يلي شرط المجال البعيد حيثما تُحسب مسافة القياس المناسبة وتُستعمل وفقاً للمعادلة (A3-5):

$$(A3-5) \quad d \geq 4\lambda$$

أو حيثما تساوي مسافة القياس d ثلاثين متراً أو أكثر. (وفي معظم الحالات العملية، تكفي بالفعل تلبية الشرط $d \geq \lambda$).

3.6.3A موقع هوائي القياس

يتعين قياس قدرة الاضطراب المشع في المجال البعيد حصراً كما يرد وصفه في الفقرة 2.6.3A. ورهنأ بهذا الشرط، تكون نقطة قياس البث المشع غير المرغوب من شبكة الاتصالات (وما تساويه من قدرة اضطراب مشع يحاكيها هوائي الاستعاضة لاحقاً) هي الموقع المحدد لشدة المجال القصوى للاضطراب حسب الوصف الوارد في الفقرة 3.3.3A.

4.6.3A موقع هوائي الاستعاضة

بدايةً، ينبغي أن يقع الهوائي على بعد متر واحد من الواجهة الأمامية للمبنى الذي يضم شبكة الاتصالات. وينبغي اختيار الموقع بحيث يضمن تعامد الخط المتخيل بين هوائي الاستعاضة وهوائي القياس مع اتجاه كبل شبكة الاتصالات أو واجهة المبنى الذي يضم شبكة الاتصالات.

5.6.3A أسلوب القياس

1.5.6.3A قياس البث الناجم عن الاضطراب المشع في الترددات الراديوية

في نقطة القياس المختارة وفقاً للفقرة 3.6.3A، يتعين تغيير اتجاه هوائي القياس وارتفاعه واستقطابه لتحديد المستويات القصوى للبث المشع غير المرغوب من شبكة الاتصالات. ويتعين ترك الهوائي في هذا الوضع حالما يحدد مستوى شدة مجال الاضطراب القصوى ويسجل.

الملاحظة 1 - لا ضرورة لقياس الاستعاضة إذا كانت شدة مجال الاضطراب المقيسة وفقاً للفقرة 5.3A في شروط المجال البعيد، بعد تحويلها إلى مستوى شدة مجال على المسافة المعيارية البالغة ثلاثة أمتار باستعمال المعادلة (A3-2)، تزيد عن القيمة الحدية ذات الصلة (التذييل 1 للملحق 3) بأكثر من 20 dB.

2.5.6.3A قياس الاستعاضة

أثناء تشغيل هوائي الاستعاضة، يتعين ألا يكون تردد تشغيله تشغله فعلاً خدمات أو تطبيقات راديوية أخرى للأرض. وعند إجراء اختبارات الالتزام على منشآت وشبكات الاتصالات، يتعين استعمال ترددات وافية بالغرض في النطاقات الترددية للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) أو ترددات مخصصة لهذا الغرض.

وعند التحقيق في الحالات المبلغ عنها من الشكاوى بشأن التداخل الراديوي، وبعد تحديد المصدر المسبب للاضطراب، ينبغي إيقاف عمل الجزء ذي الصلة من شبكة الاتصالات، أو ينبغي على الأقل إيقاف تشغيل خدمة الاتصالات المسببة للاضطراب مؤقتاً، وينبغي ألا يُشغل تردد الخدمة الراديوية أو التطبيق الراديوي المرغوبين والمتأثرين بالتداخل. فإذا ما تعذر ذلك، ينبغي تغيير تردد تشغيل هوائي الاستعاضة بأقل قدر ممكن كي يخبو البث غير المرغوب في شبكة الاتصالات، و/أو لتجنب البث في ترددات تشغيلها فعلاً خدمات أو تطبيقات راديوية للأرض.

ويتعين نصب هوائي الاستعاضة في موقعه الموصّف (انظر الفقرة 4.6.3A) وتغذيته بمولد إشارة غير مشكّلة ترددها راديوي.

الملاحظة 1 - في المدى الترددي ما دون 150 MHz، يُستعمل هوائي ثنائي الأقطاب كهوائي استعاضة. وفي الترددات الأعلى، يُستعمل ثنائي أقطاب مولف بطول نصف موجة أو هوائي لوغاريتمي دوري. وتسهيلاً للمواءمة المثلى، يتعين توصيل موهّن بمقدار 10 dB إلى نقطة تغذية هوائي الاستعاضة. ومنعاً للإشعاع عبر كبل الهوائي، يتعين تقييد مجموعات مجموعة من ثلاث نوى فريتية كل 30 إلى 50 سنتيمترًا على طول كبل الهوائي بأكمله.

ويتعين تغذية هوائي الاستعاضة بمولد إشارة ترددها راديوي ذو مستوى ثابت للقدرة في الترددات الراديوية. ويتعين الآن تغيير ارتفاع الهوائي (ما بين متر واحد وأربعة أمتار) وبعده عن المبنى وتوجيهه مستوى استقطابه للحصول على القراءة القصوى على جهاز الاستقبال القائس. ولاحقاً، يتعين تعديل مستوى الترددات الراديوية لمولد الإشارة كي يعطي القراءة نفسها على جهاز الاستقبال القائس كما سُجلت سابقاً للبث المشع غير المرغوب من شبكة الاتصالات (انظر الفقرة 1.5.6.3A).

3.5.6.3A حساب قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية

يُحسب مستوى القدرة الفعالة للاضطراب المشع في الترددات الراديوية باستعمال المعادلة (A3-6).

$$(A3-6) \quad p_U = u_S - a_S - a_c - c_r + G_D + 4 \quad \text{dB}$$

حيث:

p_U : مستوى القدرة المحسوب للاضطراب المشع في الترددات الراديوية (dB(pW))

u_S : مستوى الجهد في خرج مولد إشارة ذات تردد راديوي (dB(μV)) معاوقته Ω 50

a_S : خسارة إدراج الموهّن في نقطة تغذية الهوائي (dB)

a_c : خسارة إدراج كبل الهوائي الموصل بين مولد الإشارة وهوائي الاستعاضة (dB)

c_r : عامل التحويل لتحويل مستوى القدرة في الترددات الراديوية في نقطة التغذية لثنائي أقطاب مولف طوله نصف موجة (هوائي الاستعاضة) بالقدرة المقابلة للقدرة الفعالة للاضطراب المشع في الترددات الراديوية:

$$(A3-7) \quad c_r = 10 \log Z_{Fp} \quad \text{dB} (\Omega)$$

لمعاوقة نقطة التغذية $Z_{Fp} = 50 \Omega$ ، عامل التحويل الناتج هو $c_r = 17 \text{ dB}$ وتُعتبر خسارة إدراج المحول بين المتوازن وغير المتوازن مُهملة

G_D : كسب هوائي الاستعاضة بالنسبة إلى ثنائي الأقطاب المولف بطول نصف موجة

4 dB: عامل تصحيح يحتسب الانعكاسات من الجدار الذي يجري القياس أمامه.

7.3A معالجة نتائج القياس المحصّلة ومقارنتها مع القيم الحدية الموصّفة

1.7.3A تصحيح نتائج القياس المحصّلة بمكشاف شبه الذرورة

يتعين تصحيح نتائج القياس المحصّلة بمكشاف شبه الذرورة دوماً بإضافة عامل توزيع شبه الذرورة.

فإذا ما زادت نسبة $(S + N)/N$ عن 20 dB، لا لزوم لتصحيح إضافي لنتائج القياس المحصّلة. أما إذا قلت النسبة $(S + N)/N$ عن 20 dB، فلعل بالإمكان مواصلة التصحيح بواسطة $4U$ كما هو مبين في التذييل 2 للملحق 3. الملاحظة 1 - للحصول على أي تصحيح معقول لنتائج القياس، يتعين أن تزيد النسبة $(S + N)/N$ عن 2 dB. وإذا ما قلت النسبة $(S + N)/N$ عن 20 dB دون تصحيح نتائج القياس، ينطبق الارتياح الأعلى في القياس الموصّف في التذييل 2 للملحق 3، الجدول 3.

2.7.3A تصحيح نتائج القياس المحصّلة بمكشاف الذرورة

إذا ما زادت نسبة $(S + N)/N$ عن 20 dB، لا لزوم لتصحيح إضافي لنتائج القياس المحصّلة. أما إذا قلت النسبة $(S + N)/N$ عن 20 dB، فيمكن تصحيح نتيجة القياس وفقاً للأسلوب الذي يرد وصفه في التذييل 4 للملحق 3.

3.7.3A التعامل مع الارتياح في القياس

في اختبار الالتزام، تطبق أحكام الارتياح في القياس لمصلحة شبكة الاتصالات وضد خدمة الاتصالات الراديوية. ويُطرح نصف الارتياح ذي الصلة من نتيجة القياس، ويتعين مقارنة هذه القيمة مع القيمة الحدية الموصّفة. وفي التحقيق في الحالات المبلغ عنها من الشكاوى بشأن التداخل الراديوي، لا يُحتسب الارتياح في القياس ضمن نتيجة القياس.

ويتعين تسجيل الارتياح في القياس في تقرير الاختبار.

4.7.3A مقارنة نتائج القياس مع القيم الحدية الموصّفة

يتعين في نهاية المطاف مقارنة نتائج القياس، التي قد تكون صُححت وفقاً لأحكام الفقرتين 1.7.3A و 2.7.3A، مع القيم الحدية الموصّفة المسموح بها للبت المشع غير المرغوب الواردة في التذييل 1 للملحق 3.

التذييل 1 للملحق 3

أمثلة على القيم الحدية للث المشع غير المرغوب من منشآت وشبكات الاتصالات في المديات الترددية الحاوية على ترددات السلامة

الجدول 1

أمثلة على القيم الحدية للث المشع غير المرغوب

عرض نطاق القياس	مسافة القياس (m)	القيمة الحدية لشدة مجال الاضطراب (قيم الذروة ((dB(μV/m)	المدى الترددي (MHz)
Hz 200	3	40 إلى $20 \cdot \log(f/\text{MHz})$	0,15-0,009
kHz 9	3	40 إلى $20 \cdot \log(f/\text{MHz})$	1-0,15
kHz 9	3	40 إلى $8,8 \cdot \log(f/\text{MHz})$	30-1
kHz 120	3	⁽¹⁾ 27	1 000-30
MHz 1	3	⁽²⁾ 40	3 000-1 000

(1) تقابل هذه القيمة قدرة مكافئة فعالة للترددات الراديوية المشعة تبلغ 20 dB(pW).

(2) تقابل هذه القيمة قدرة مكافئة فعالة للترددات الراديوية المشعة تبلغ 33 dB(pW).

الترتيبات المتفق عليها

في المدى الترددي 30-3 000 MHz، لا تتساوى القيم الحدية لشدة مجال الاضطراب وما يقابلها من قدرة اضطراب الترددات الراديوية المشعة من حيث كمون الاضطراب إلا إذا تولد اضطراب الترددات الراديوية المشع من نقطة إشعاع واحدة على مسافة ثلاثة أمتار.

وتوصّف القيم الحدية بدلالة شدة المجال الكهربائي. وفي المدى الترددي ما دون 30 MHz تنطبق هذه القيم الحدية أيضاً، وهي قيم محوّلة رسمياً، بواسطة معاوقة انتشار موجات في الفضاء الحر قدرها 377Ω ، إلى شدة مجال مغنطيسي مقيسة وفقاً للفقرة 4.3A.

وللقياسات في الخلاء على مسافة ثلاثة أمتار، يتعين تصحيح نتيجة القياس بعامل التصحيح C ذي الصلة المبين في الجدول 2.

وللقياسات داخل المباني، يتعين دوماً تصحيح نتيجة القياس بعامل التصحيح C ذي الصلة المبين في الجدول 2.

الجدول 2

عامل التصحيح C الذي يحتسب الفروق في انتشار الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء الحر والمجال الحر

عامل التصحيح			المدى الترددي (MHz)
للقياسات داخل المباني	للقياسات في الخلاء على مسافة ثلاثة أمتار		
C (dB)	C (dB) استقطاب أفقي	C (dB) استقطاب رأسي	
3-	2+	3-	40-30
3-	0±	3-	50-40<
3-	2-	3-	80-50<
3-	3-	3-	3 000-80<

تحتسب عوامل التصحيح الفرق بين شدتي المجال في الفضاء الحر والمجال الحر³. وتُطبق المعادلة التالية لمقارنة نتائج القياس ذات القيم الحدية الموصّفة في الجدول 1:

$$(A1) \quad E_{corr} = E_{dist} + C$$

حيث:

E_{dist} : المستوى المقيس لشدة مجال الاضطراب ((dB(μV/m))،

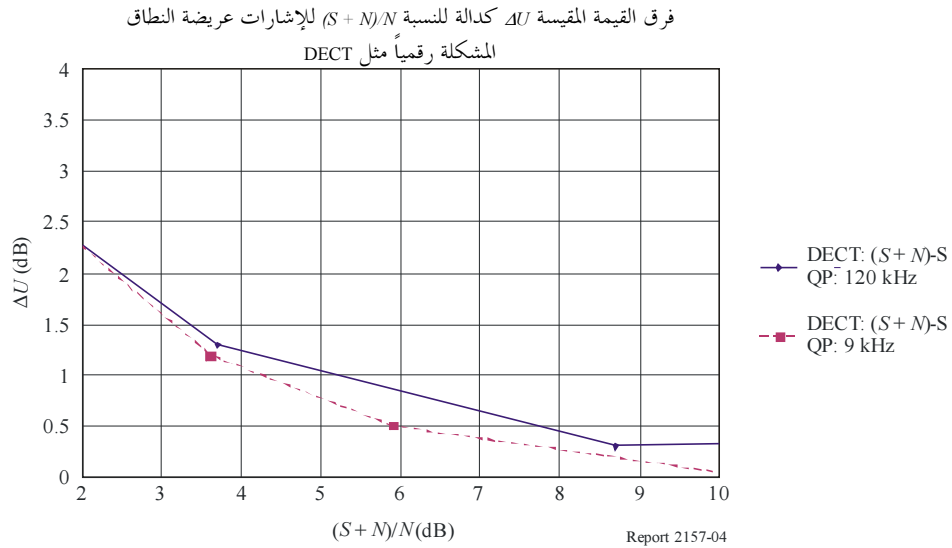
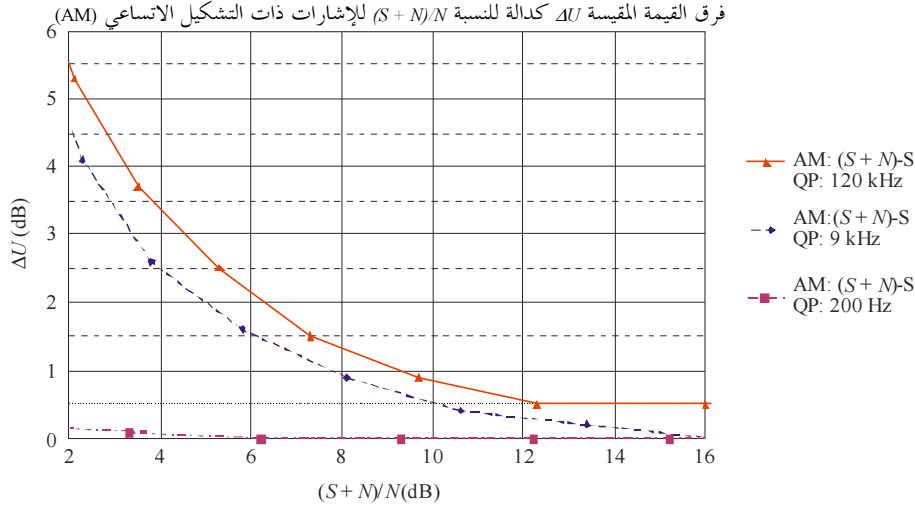
E_{corr} : المستوى المصحح لشدة مجال الاضطراب ((dB(μV/m)) المعد للمقارنة مع القيم الحدية الموصّفة.

³ القياس في موقع اختبار مزود بمستوي أرضي ناقل مثالي.

التذييل 3 للملحق

الشكل 4

تصحيح القراءات المحصّلة بمكاشيف شبه الذروة في نسب $(S+N)/N$ الصغيرة



Report 2157-04

تفسير الرموز:

نسبة الإشارة زائدة الضوضاء إلى الضوضاء (dB) : $(S+N) - N$

نسبة الإشارة زائدة الضوضاء إلى الإشارة (dB) : $(S+N) - S$

ارتفاع مستوى الإشارة جراء تراكب الإشارتين (dB) : U

التصحيح المطبق:

$$U_{meas.} = U_{indication} - \Delta U$$

التذييل 3

للملحق 3

تحديد الارتياح في القياس

1.3A.3A ما يصادف من ارتياح في القياس أثناء قياسات شدة المجال

ترد في الجدول 3 مساهمات المكونات الفردية لنظام القياس نسبةً إلى مجمل الارتياح في القياس. وقد استُخلصت وفق المبادئ التي ورد وصفها في معيار CISPR/A.

الجدول 3

مساهمات المكونات الفردية لنظام القياس نسبةً إلى الارتياح في القياس
أثناء قياسات شدة المجال في المدى الترددي حتى 1 000 MHz
(المدى الترددي حتى 3 GHz هو قيد النظر)

قياس				المدى الترددي
شدة المجال الكهربائي			شدة المجال المغنطيسي	
MHz 1 000-300	MHz 300-30	MHz 30 >	MHz 30 >	
المساهمة (dB)				مكون نظام القياس
0,1	0,1	0,1	0,1	قراءة جهاز الاستقبال
0,2	0,2	0,1	0,1	التوهين: الهوائي - جهاز الاستقبال
2,0	2,0	1,0	1,0	عامل الهوائي
				جهاز الاستقبال
1,0	1,0	1,0	1,0	جهد الإشارة الجيبية
1,5	1,5	1,5	1,5	استجابة اتساع النبضة
1,5	1,5	1,5	1,5	معدل تكرار النبضات
0,7	0,7	-	-	عدم الموازنة بين الهوائي وجهاز الاستقبال
				الهوائي
0,3	0,5	-	-	الاستكمال الداخلي لتردد عامل الهوائي
0,3	1,0	-	-	انحرافات ارتفاع الهوائي
1,0	0	-	-	فرق الاتجاهية
1,0	0	-	-	موقع مركز الطور
0,9	0,9	-	-	الاستقطاب المتقاطع/التوازن
				الموقع
3,0	3,0	2,0	2,0	إمكانية التكرار في الموقع
0,3	0,3	0,3	0,3	مسافة الفصل
5,0	5,0	3,0	3,0	البيئة
7,8	7,7	5,1	5,1	القيمة الإجمالية (dB)

تحمل نتائج القياس المحصّلة ترتيباً زمنياً إجمالياً كما هو مبين في الجدول 3.

2.3A.3A الارتفاع في القياس في حال صغر نسبة $(S + N)/N$

إذا ما كانت نسبة $(S + N)/N$ صغيرة أثناء القياسات، فإن نسبة الارتفاع الملائمة لمكشاف شبه الذروة والبالغة حوالي 3 dB تصبح ذات شأن مؤديةً إلى ما يلي:

الجدول 4

مساهمة مكشاف شبه الذروة في نسب $(S + N)/N$ الصغيرة

قياس				شدة المجال المغنطيسي	المدى الترددي
شدة المجال المغنطيسي			شدة المجال المغنطيسي		
MHz 1 000-300	MHz 300-30	MHz 30 >	MHz 30 >		
المساهمة (dB)					مكون نظام القياس
3	3	3	3		مكشاف شبه الذروة
8,5	8,4	6,2	6,2		القيمة الإجمالية (dB)

تحمل نتائج القياس المحصّلة ترتيباً زمنياً إجمالياً كما هو مبين في الجدول 4.

3.3A.3A ما يصادف من ارتفاع في القياس أثناء قياسات قدرة الاضطراب المشع في الترددات الراديوية

إذا ما كانت نسبة $(S + N)/N$ أثناء القياسات تساوي أو تزيد عن 20 dB، فإن نتائج القياس المحصّلة تحمل ترتيباً زمنياً إجمالياً قدره 8 dB.

وإذا ما كانت نسبة $(S + N)/N$ أثناء القياسات تزيد عن 6 dB وتقل عن 20 dB، فإن نتائج القياس المحصّلة تحمل ترتيباً زمنياً إجمالياً قدره 9 dB.

التذييل 4

للملحق 3

تصحيح القراءات المحصّلة بمكشاف الذروة أو مكشاف القيمة المتوسطة

في حال صغر نسب $(S + N)/N$

(وفقاً للمبادئ المنصوص عليها في معيار CISPR/A)

1.4A.3A شرح المشكلة

خلال قياسات منشآت الاتصالات وشبكاتهما التي تجرى في ظروف ميدانية، لا تتماشى الظروف المحيطة لشدة المجال في كثير من الأحيان مع توصيات المنشور 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) بشأن مواقع الاختبار في منطقة مفتوحة.

وكثيراً ما يقع البث غير المرغوب المسبب للاضطراب ضمن المديات الترددية المشغولة فعلاً بشدة بمجالات محيطية أخرى، ويتعذر قياسه وتقييمه بجهاز استقبال قانس وفق معيار CISPR، بسبب عدم كفاية الهامش بين تردد الاضطراب نفسه وشدة مجال محيطية أخرى، أو بسبب تراكم كلتا شدتي المجالين. وفي مثل هذه الحالات، يعجز جهاز الاستقبال القانس عن التمييز بين البث المشع غير المرغوب من شبكة الاتصالات وبين شدة المجالات المحيطية الأخرى.

ويرد فيما يلي وصف أسلوب قياس معدّل يمكن من التمييز بين البث المشع غير المرغوب من شبكة الاتصالات وبين شدة المجالات المحيطية القائمة الأخرى.

2.4A.3A أسلوب القياس

1.2.4A.3A نظرة عامة

يمكن للتخالطات التالية للبث المشع غير المرغوب المسبب للاضطراب وشدة المجالات المحيطية أن تُصادف في الواقع العملي:

الجدول 5

تخالطات البث المشع غير المرغوب المسبب للاضطراب وشدة المجالات المحيطية

نمط البث المشع غير المرغوب المسبب للاضطراب المنبعث من المنشأة/الشبكة الخاصة للاختبار	نمط شدة المجال المحيطية التي تصادف في ظروف ميدانية
نطاق ضيق	نطاق ضيق
نطاق عريض	نطاق ضيق
نطاق عريض	نطاق عريض

لا بد من حل مشكلتين أثناء قياس البث المشع غير المرغوب المسبب للاضطراب:

أولاً، البث المشع للاضطراب المنبعث من منشأة أو شبكة الاتصالات يجب تمييزه عن شدة المجالات المحيطية الأخرى؛ وثانياً، يتعين التمييز ما بين بث النطاق الضيق وبث النطاق العريض.

ولهذا الغرض، يوفر الحديث من أجهزة الاستقبال القانسة ومحللات الطيف العديد من عروض نطاق القياس وأنماط المكاشيف. ويمكن استعمال هذه الميزات والتسهيلات لتحليل الطيف الترددي لإشارة الجمع المستقبلة، وللتمييز بين أطراف الترددات الناجمة عن البث المشع للاضطراب وشدة المجالات المحيطية، وبث النطاق الضيق والنطاق العريض، ولقياس (أو تقدير على الأقل) البث المشع للاضطراب.

2.2.4A.3A أسلوب قياس البث المشع للاضطراب مع الأخذ في الاعتبار شدة المجالات المحيطية ضيقة النطاق

تبعاً لنمط البث المشع للاضطراب المنبعث من المنشأة أو الشبكة، يقوم القياس على التالي:

- تحليل إشارة الجمع بعرض نطاق أضيق مما هو موصّف في المنشور 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) لجهاز الاستقبال القانس؛
- وتوصيف عرض نطاق مناسب لتحديد البث المشع للاضطراب ضيق النطاق القريب من شدة المجالات المحيطية الأخرى؛
- واستعمال مكشاف الذروة إذا بدا أن البث المشع للاضطراب ذو تشكيل اتساعي، أو استعمال مكشاف القيمة المتوسطة؛

- وزيادة نسبة الإشارة إلى الضوضاء بخفض عرض نطاق القياس، في حال ظهور البث المسبب للاضطراب ضيق النطاق ضمن شدة مجال محيطية أخرى من النمط عريض النطاق؛
- والنظر في تراكم البث المسبب للاضطراب وشدة المجال المحيطية إذا تعذر فصلهما.

3.2.4A.3A أسلوب قياس البث المسبب للاضطراب مع الأخذ في الاعتبار شدة المجالات المحيطية عريضة النطاق

في هذه الحالة، يقوم القياس على التالي:

- تحليل إشارة الجمع بعرض نطاق لجهاز الاستقبال القائس وفق المنشور 1-16 من اللجنة العالمية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR)؛
- والقياس بعرض نطاق ضيق (في حال تسبب البث المسبب للاضطراب ضيق النطاق لعرض نطاق جهاز الاستقبال بزيادة في نسبة الإشارة إلى الضوضاء)؛
- واستعمال مكشاف القيمة المتوسطة في حالة البث المسبب للاضطراب من النمط ضيق النطاق؛
- والنظر في تراكم البث المسبب للاضطراب وشدة المجال المحيطية إذا تعذر فصلهما.

3.4A.3A تصحيح نتائج القياس في حالة التراكم

إذا ظهر البث المسبب للاضطراب وإشارة أخرى موجودة في موقع القياس في نفس المدى الترددي، فإن ذلك يؤدي لتراكم هاتين الإشارتين في مجرى استقبال الترددات الراديوية لجهاز الاستقبال القائس للاضطراب الراديوي، مما يفضي بدوره إلى زيادة في قراءة نتيجة القياس. ويمكن تحليل ذلك على النحو التالي:

- يتعين قياس مستوى شدة المجال المحيطية E_a (dB(μ V)) مع إيقاف تشغيل المصدر المسبب للاضطراب؛
- يتعين قياس مستوى شدة المجال الناتجة E_r (dB(μ V)) مع تشغيل المصدر المسبب للاضطراب؛
- ثم يتعين حساب نسبة الاتساع d بين المستويين المقيسين:

(A4-1)

$$d = E_r - E_a$$

إذ تمثل نسبة الاتساع d الزيادة في القراءة جراء تراكم الإشارتين.

وتصحح الزيادة في القراءة بطرح عامل التصحيح I من القراءة E_r :

(A4-2)

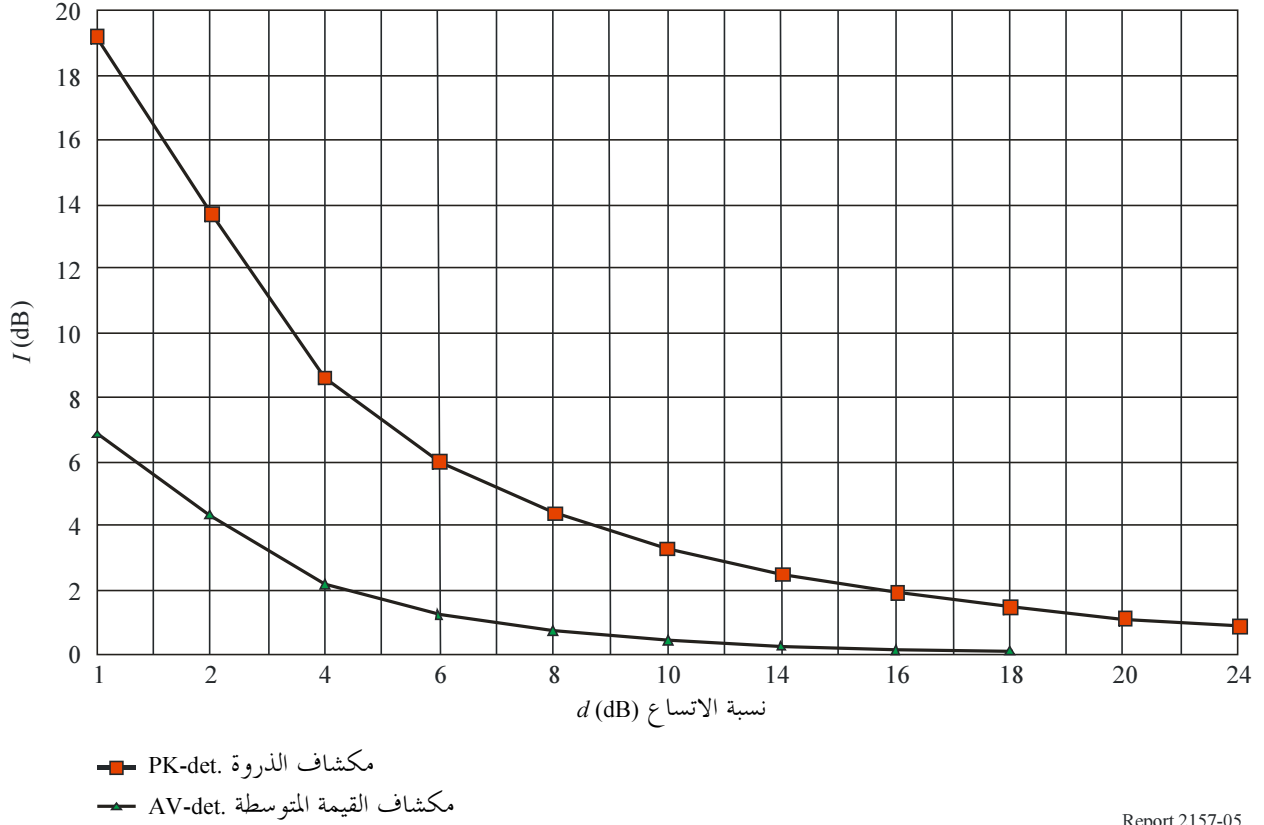
$$E_i = E_r - I$$

ويتعين تسجيل المستوى المصحح المحصل للقراءة E_i الممثل لنتيجة القياس في تقرير الاختبار.

ويمكن استخراج عامل التصحيح I بياناً من المخطط المبين في الشكل 5.

الشكل 5

تحديد اتساع الإشارة المسببة للاضطراب بواسطة نسبة الاتساع d وعامل التصحيح i



Report 2157-05

التذييل 5

للملحق 3

قياس مكونات شدة المجال الكهربائي في المدى الترددي حتى 30 MHz؛ متطلبات ثنائي الأقطاب الفاعل

ينبغي توفر الميزات والمعلومات التالية في هوائي ثنائي الأقطاب فاعل يناسب قياسات شدة المجالات في المدى الترددي من 9 kHz إلى 30 MHz:

الطول الكامل لثنائي الأقطاب: $m > 0,50$

توازن ثنائي الأقطاب: $dB \geq 1$

عامل الهوائي: $dB/m \geq 20$

معاوقة الخرج: $\Omega 50$

الملحق 4

ارتباط الهوائي أحادي القطب لمحطة المراقبة المتنقلة
مع الهوائي الحلقي في البرازيل

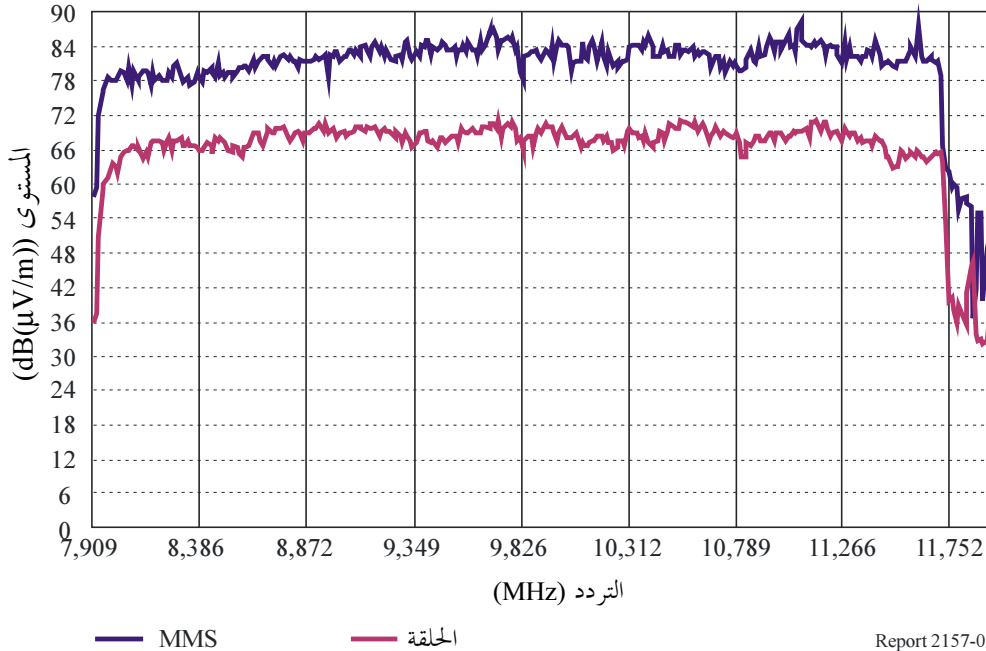
تصدر أنظمة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بثاً غير مقصود لإشعاع الترددات الراديوية ويمكن أن تتسبب بتداخل ضار على أجهزة الاستقبال الراديوية. وتقدم هذه الوثيقة وصفاً للدراسات البرازيلية بشأن قياس التداخل من أنظمة الاتصالات بمعدلات عالية للبيانات عبر خطوط الكهرباء، وذلك استناداً إلى أسلوب بديل يستعمل هوائي أحادي القطب مركب على محطة مراقبة متنقلة. وينبغي إسناد النتائج إلى الأساليب والنتائج المؤسسة على وثيقتي توصية قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات ITU-T K.60 واللجنة الفدرالية للاتصالات (في الولايات المتحدة) FCC-04-245. وقد استعمل هذان المرجعان في هذا العمل.

وقد أجريت الاختبارات بالنظر في النطاق الترددي 7-12 MHz. وهناك خدمات اتصالات عديدة في هذا النطاق الترددي. ويمتاز أسلوب التحقيق هذا باستعمال الوظائف المؤتمتة لمحطة المراقبة المتنقلة لإجراء القياسات.

وقد قورن هذا الأسلوب البديل مع الأسلوب التقليدي الذي يستعمل هوائي حلقي موصول بمحلل طيف لإجراء القياسات. وأظهرت النتائج وقوع خطأ منهجي. إذ بينت الاختبارات الأولية أن لنبذ الاستقطاب المتقاطع تأثيراً كبيراً على نظام قياس محطة المراقبة المتنقلة. ومع ذلك، إذا وُضع عامل تصحيح، يمكن الإقلال من الخطأ إلى أدنى الحدود.

ويقارن الشكل 6 القياسات المحصّلة باستعمال كلا الأسلوبين. ويمكن رصد فارق بمقدار 12 dB تقريباً.

الشكل 6



Report 2157-06

وحالياً، يمكن استعمال الأسلوب الذي يستخدم محطة مراقبة متنقلة للتقييم النوعي، كونه وافٍ بغرض التشغيل المنتظم لمراقبة الطيف الترددي، أو التقريب من الدرجة الأولى من أجل التقييم الكمي. وسيخضع تحليل الارتبايات وإحصاءات الخطأ لمزيد من الدراسات.

الملحق 5

أساليب القياس لاختبار الالتزام في اليابان

1.5A شبكة الكهرباء العامة الاصطناعية (AMN)

يتعين أن تتسم شبكة الكهرباء العامة الاصطناعية (AMN) بالخصائص الموصَّفة في معيار CISPR 16-1-2.

2.5A شبكة حفظ استقرار المعاوقة (ISN)

1.2.5A النموذج 1 من شبكة حفظ استقرار المعاوقة (ISN1)

يتعين أن يتسم النموذج 1 من شبكة حفظ استقرار المعاوقة (ISN1) بالخصائص التالية في المدى الترددي من 150 kHz إلى 30 MHz:

- أ) يتعين أن يكون مزوداً ببوابات لمعدات الاتصالات عبر خطوط الكهرباء لدى خضوع هذه المعدات للاختبار (PLTEUT)، وبمصدر تغذية بالقدرة الكهربائية وبمستوي أرضي معدني مرجعي. كما يوصل مصدر القدرة بمعدات مصاحبة (AE) لإقامة الاتصال مع المعدات الخاضعة للاختبار (EUT).
- ب) يتعين أن تبلغ معاوقة الأسلوب المشترك المرئية من بوابة المعدات الخاضعة للاختبار $3 \pm 25 \Omega$ بطور $0 \pm 20^\circ$.
- ج) يتعين أن تبلغ معاوقة الأسلوب التفاضلي المرئية من بوابة المعدات الخاضعة للاختبار $10 \pm 100 \Omega$ بطور $0 \pm 25^\circ$.
- د) يتعين أن تبلغ خسارة التحويل الطولي (LCL) في بوابة المعدات الخاضعة للاختبار 3 ± 16 dB.
- هـ) يتعين توهين تيارات الأسلوب التفاضلي في المعدات المصاحبة بمقدار 20 dB على الأقل لمنع تيار إشارة المعدات المصاحبة من الإخلال بنتائج القياس.
- و) يتعين توهين تيار الأسلوب المشترك في المعدات المصاحبة بمقدار 35 dB على الأقل لمنعه من الإخلال بالقياسات.

2.2.5A النموذج 2 من شبكة حفظ استقرار المعاوقة (ISN2)

يتعين أن يتسم النموذج 2 بخصائص شبكة حفظ استقرار المعاوقة لبوابة اتصالات كما ترد مواصفاتها في معيار CISPR 22.

3.5A مسبار التيار

يتعين أن يفي مسبار التيار المعد لقياس تيار الأسلوب المشترك للاتصالات عبر خطوط الكهرباء بالمتطلبات الموصَّفة في المعيار CISPR 16-1-2.

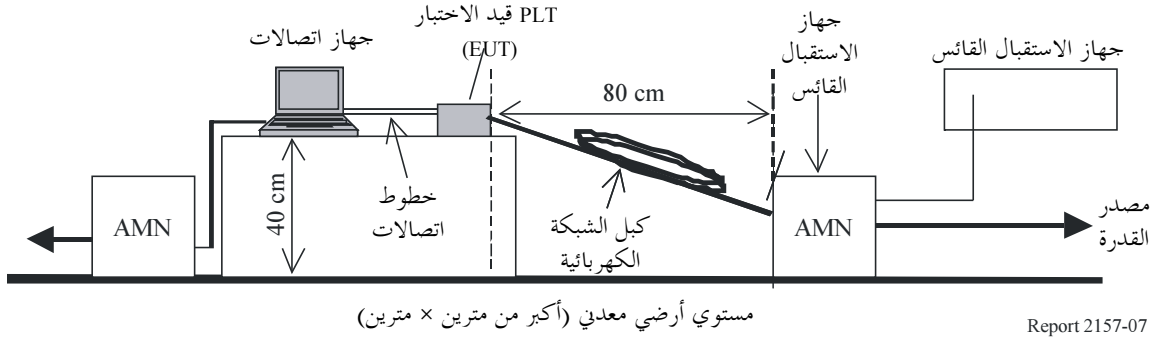
4.5A ترتيبات القياس لاختبارات الالتزام

1.4.5A قياس جهد مطراف الكهرباء العامة في بوابة الكهرباء العامة بأسلوب الخمود للاتصالات عبر خطوط الكهرباء

انظر الشكل 7.

الشكل 7

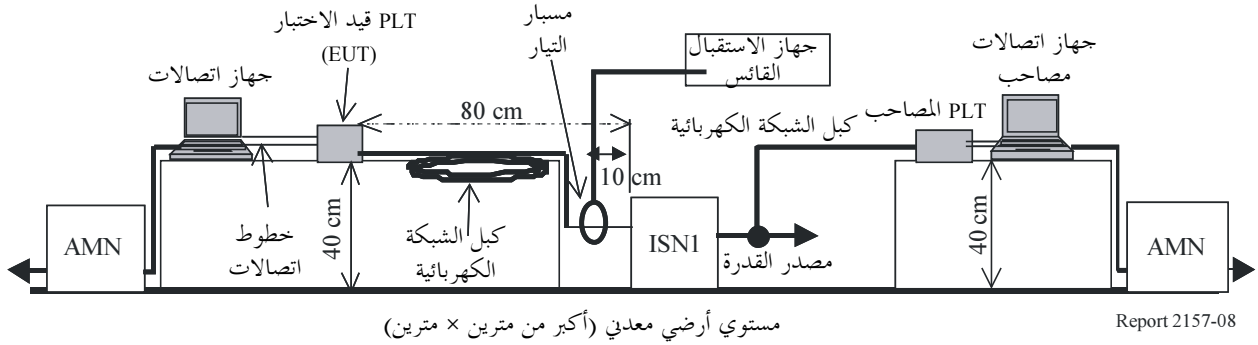
قياس جهد مطراف الكهرباء العامة في بوابة الكهرباء العامة بأسلوب الخمود
للاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)



2.4.5A قياس تيار الأسلوب المشترك في بوابة الكهرباء العامة في أسلوب الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)
انظر الشكل 8.

الشكل 8

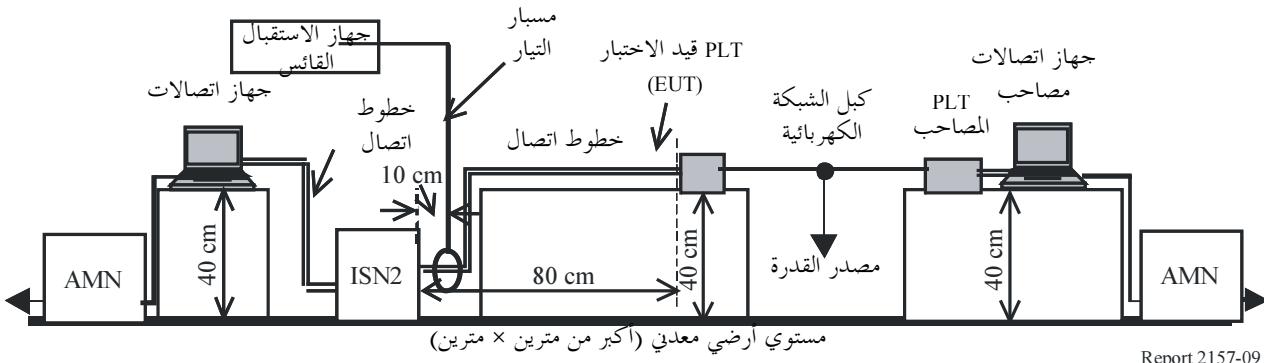
قياس تيار الأسلوب المشترك في بوابة الكهرباء العامة في أسلوب الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)



3.4.5A قياس تيار الأسلوب المشترك في بوابة الاتصالات في أسلوب الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)
انظر الشكل 9.

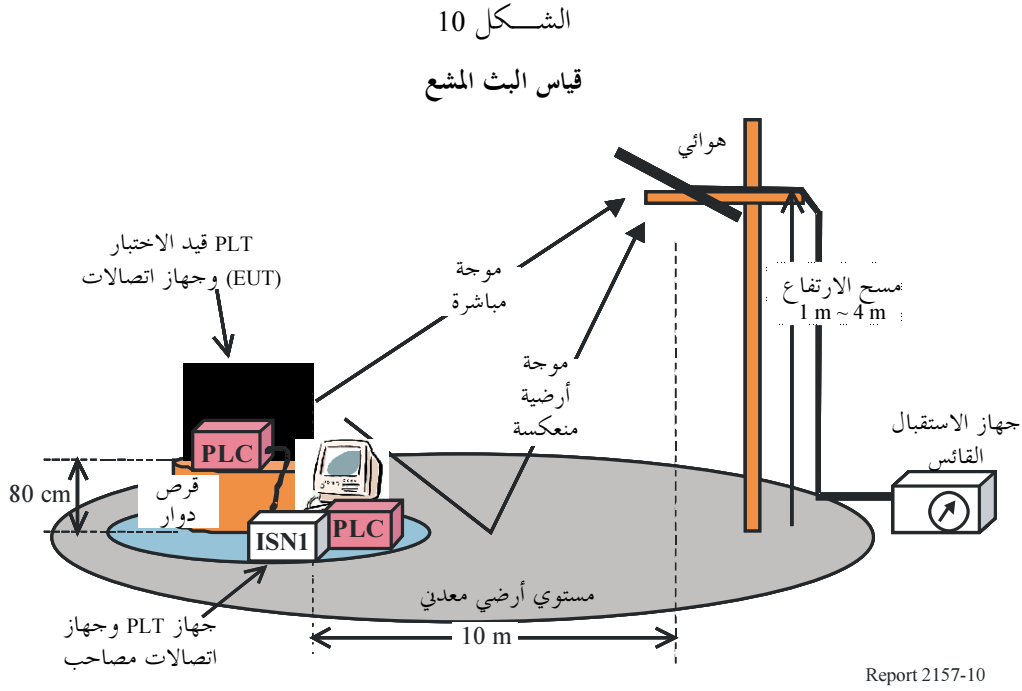
الشكل 9

قياس تيار الأسلوب المشترك في بوابة الاتصالات في أسلوب الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)



4.4.5A قياس البث المشع في أسلوب الاتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)

انظر الشكل 10.



الملحق 6

منهجية الاختبار في مركز بحوث الاتصالات (كندا) لتحديد بث الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء

تعاقبت رابطة الهيئات الإذاعية في أمريكا الشمالية (NABA) مع مركز بحوث الاتصالات الكندي (CRC) لتنفيذ قياسات بث الترددات الراديوية من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء العاملة في بيئة سكنية. ويرد في الملحق 6 وصف لإجراءات الاختبار لقياس بث الترددات الراديوية بغية تحديد مدى التداخل المحتمل من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء العاملة في بيئة سكنية. وقد أجرى مركز بحوث الاتصالات الكندي الاختبارات في الفترة من نوفمبر 2008 إلى يناير 2009.

ويرد في الفقرة 1.6A تقييم مختبري لأجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء يرمي إلى تحديد خصائصها من حيث البث الموصول مباشرة، وذلك كنقطة مرجعية لقياسات الإشعاع الكهرومغناطيسي. وترد في الفقرة 2.6A منهجية التحريب الميداني.

1.6A التقييم المختبري

تُقيّم أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء قبل التجربة الميدانية. والهدف الرئيسي من هذه الاختبارات هو توصيف ومقارنة جميع أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في إطار المعايير التالية:

- المدى الترددي العامل؛
- القدرة الموصولة مباشرة ضمن المدى الترددي العامل على النحو المحدد من قبل الشركة المصنعة؛

- القدرة الموصولة مباشرة حتى 110 MHz؛
- الشكل العام للطيف الترددي؛
- التحديد الكمي لفروق البث المشع بين أسلوب نقل البيانات وأسلوب الخمود؛
- التحديد الكمي للفرق بين القياسات التي تستعمل مكشاف الذروة ومكشاف شبه الذروة. وعلاوة على ذلك، أتاح التقييم المختبري فهماً لتشغيل هذه الأجهزة، وبشكل أكثر تحديداً:
- التدريب على إجراء القياس وكيفية تشغيل الأجهزة؛
- دراسة أسلوب نقل بيانات أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء وأسلوب الخمود في التشغيل؛
- التحديد الكمي لمستوى قدرة خرج أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء.

ويتم توصيف المختبر في شطرين. ويتمثل الشطر الأول من التقييم المختبري في تقييم استعمال مكشاف شبه الذروة في التجربة الميدانية. وعادةً ما يُستعمل كشف شبه الذروة لقياسات البث الكهرومغناطيسي المشع في ترددات تشغيل أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. غير أن بدايات العمل بمكشاف شبه الذروة أظهرت أن مكشافاً من هذا النمط مهياً لقياس إشارات النطاق الضيق ولن يكون كافياً لقياس إشارات النطاق العريض لأجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. ويتناول الشطر الأول من هذه الفقرة هذه القضية بالشرح ليحدد العلاقة بين القياسات التي تستعمل مكشاف الذروة ومكشاف شبه الذروة. أما الشطر الثاني من التقييم المختبري فهو يوصف أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء ويقارنها باستعمال قياسات القدرة الموصولة مباشرة.

1.1.6A إعداد الاختبارات في المختبر

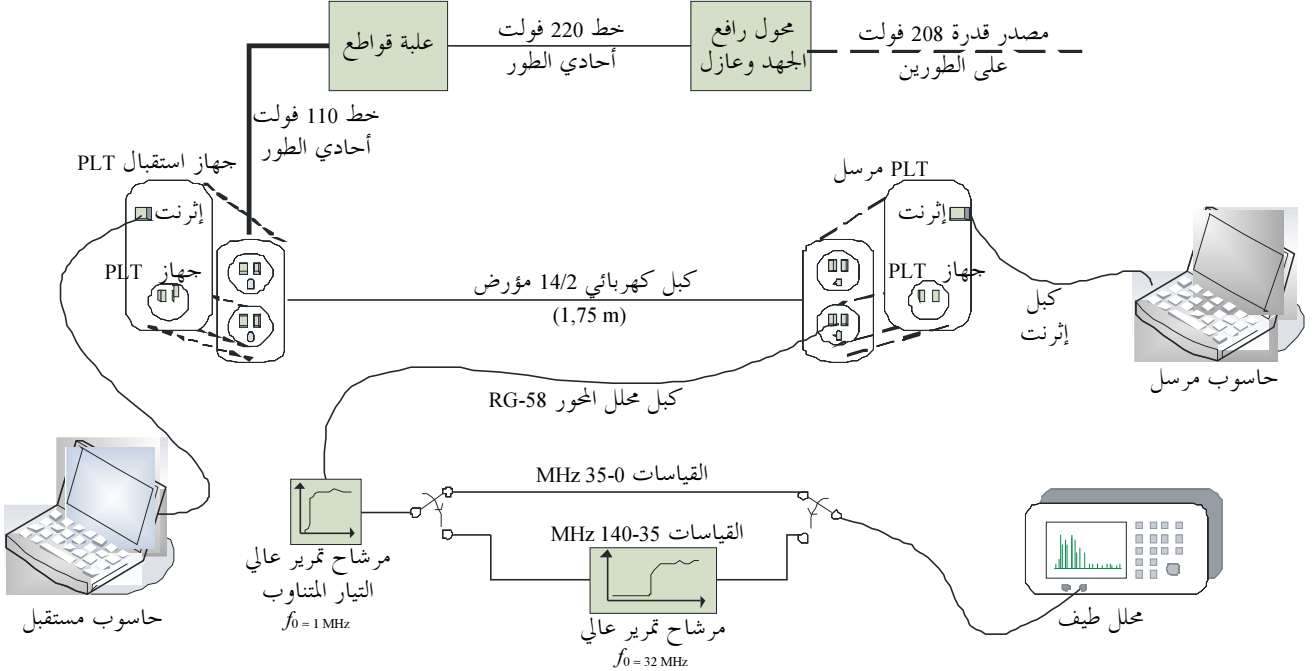
يُعرض إعداد المختبر لقياس القدرة الموصولة مباشرةً في الشكل 11. مصدر كهرباء التيار المتناوب هو 208 Vac/بطورين ويُمرر عبر محول رافع للجهد وعلبة قواطع لعزله وتحويله إلى جهد تيار متناوب 110-120 فولت وحيد الطور. ويوصل منفذان، مستعملان كمقابس للأسلاك المزدوجة لأجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء، بكبل كهربائي 14/2 مؤرّض طوله 1,75 m. ويخصّص حاسوب لكل جهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء لنقل البيانات. فيُرسل الحاسوب ملفاً كبيراً إلى الحاسوب المتلقي.

ويجرى قياس القدرة باستعمال محلل طيف يُضبط عرض نطاق استبانته عند 9 kHz ويستعمل مكشاف ذروة. ويلزم مرشاح تيار متناوب لإزالة مكون جهد التيار المتناوب 110-120 فولت وقياس الإشارة الموصولة مباشرةً من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. ومحلل طيف. ويتألف مرشاح التيار المتناوب من مرشاح دائرة ملفات ومكثفات (LC) بتردد قطع قدره 1 MHz.

ولقياس المستويات المنخفضة لإشارة أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء ما فوق 30 MHz بدقة أفضل، يُستعمل مرشاح تمرير عالي لتوهين الموجات الحاملة الرئيسية لإشارة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء الموجودة في المدى الترددي العامل. ولا بد من ذلك لقياس البث حتى 110 MHz دون الإفراط في تحميل محلل الطيف. وكما هو مبين في الشكل 11، يُستعمل إعدادان مختبريان؛ أحدهما بمرشاح تمرير عالي والآخر بدونه. ومرشاح التمرير العالي تردد قطع -3 dB قدره 32 MHz. وباستعمال هذا المرشاح لا تجرى وتسجل إلا القياسات ما فوق التردد 35 MHz. ويبلغ عرض نطاق استبانة هذه القياسات 120 kHz.

الشكل 11

سير اختبار قياسات القدرة الموصولة مباشرة لأجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء



Report 2157-11

2.1.6A قياسات مكشاف الذروة مقابل شبه الذروة في سياق بث الاتصالات عبر خطوط الكهرباء

تجرى قياسات التوافق الكهرومغناطيسي عادةً في تردد تشغيل أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء باستعمال مكشاف شبه الذروة. ويتألف مكشاف شبه الذروة من مكشاف ذروة يليه مكامل مبدد يزيد فيه زمن الهبوط على زمن الصعود. ويهدف نمط المكشاف هذا لقياس عامل إزعاج الإشارات النبضية للأجهزة الأخرى. ونظراً للتعقيد الذي ينطوي عليه تنفيذ مكشاف شبه الذروة، فإن المتاح منه لمحلل الطيف يعاني من بطء شديد في زمن استجابته. وقد يستغرق قياس الإشارات في المدى الترددي 1-108 MHz ما يصل إلى ساعتين لقياس يستغرق بضع ثوانٍ باستعمال مكشاف ذروة عادي. لذلك، يُختار كشف الذروة للقياسات التحريبية الميدانية. وتنفذ اختبارات في المختبر لإيجاد العلاقة بين مكشافي الذروة وشبه الذروة.

1.2.1.6A منهجية الاختبار

تجرى قياسات القدرة الموصولة مباشرةً لمقارنة مكشاف الذروة مع مكشاف شبه الذروة. وتجرى القياسات على عرض نطاق صغير قدره 100 kHz في تردد يتمركز في 15 MHz. ويجرى قياس متوسط القدرة في نطاق 100 kHz هذا لكل زوج من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء ولكل مكشافين. ويُعتبر الفرق بين كشف الذروة وكشف شبه الذروة فرقاً في متوسط القدرة. وثبت في المختبر أن عرض النطاق 100 kHz الصغير هذا هو عرض كافٍ بحيث يمكن تكرار النتائج في ترددات مركزية أخرى. ويجرى هذا الاختبار لكل جهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء يُختار للتجربة الميدانية، وتجرى القياسات فيما تقوم أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بإرسال بيانات.

3.1.6A قياسات القدرة الموصولة مباشرة

تجرى قياسات القدرة الموصولة مباشرةً للمدى الترددي من 0 إلى 110 MHz باستعمال أسلوبين للتشغيل: أسلوب نقل البيانات وأسلوب الحمود. والهدف من هذه الاختبارات هو تحديد مستوى الخرج المحقون في خطوط الكهرباء حتى التردد 110 MHz في كلا الأسلوبين، وتحديد عرض نطاق أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء وشكلها الطيفي.

1.3.1.6A منهجية الاختبار

يُعرض إعداد الاختبار لهذه القياسات في الشكل 11. وللحصول على دقة جيدة، تجرى القياسات من 0 إلى 110 MHz في فواصل ترددية متعاقبة عرضها 10 MHz بضبط عرض نطاق استبانة قدره 9 kHz محلل الطيف وباستعمال كشف الذروة. وعموماً يُضبط مرجع محلل الطيف عند أدنى مستوى ممكن دون التسبب بإفراط في التحميل الطيفي. وكما هو موضح في الفقرة 1.1.6A، يُستعمل مرشاح تمرير عالي للحصول على قياس أدق في الترددات ما فوق 35 MHz. ولذلك، يمكن رصد انقطاع في الحد الأدنى للضوضاء عند التردد 35 MHz.

يجرى القياس الأول لتقييم مستوى الضوضاء المحيطة للنظام. وفي هذه الحالة، لا توصّل أي أجهزة اتصالات عبر خطوط الكهرباء إلى سرير الاختبار. وفي أعقاب ذلك، يقاس مستوى الخرج لكل جهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء من 0 إلى 110 MHz فيما تقوم هذه الأجهزة بنقل البيانات بمعدل البيانات الكامل (أسلوب نقل البيانات). وأخيراً، تجرى مجموعة ثالثة من القياسات فيما لا تنقل الأجهزة البيانات بشكل فاعل (أسلوب الخمود). وأثناء الاختبارات، يكون مستوى قدرة خرج الاتصالات عبر خطوط الكهرباء قدرة مضبوطة مسبقاً في المصنع ولا يمكن تعديلها.

2.6A الاختبارات الميدانية للتداخل الكهرومغناطيسي

تجرى قياسات شدة المجال في الترددات الراديوية باستعمال منازل بطابق واحد أو طابقين. وتوصّل المنازل بشبكة توزيع الكهرباء عبر خطوط التيار المتناوب الأرضية والهوائية. وينبغي أن تتوفر فسحة كافية في مقدمة ومؤخرة المنازل لإجراء قياسات شدة المجال على بعد ثلاثة وعشرة أمتار من الجدران الخارجية، ومن ثم تُختار هاتان المسافتان لقياسات شدة المجال في الترددات الراديوية.

1.2.6A منهجية الاختبارات الميدانية

تُختار لقياس شدة المجال في الترددات الراديوية منازل متعددة تمثل مختلف التصميم ومواد البناء. ويسجّل ملخص لمواقع الاختبار مع وصف كامل لكل موقع اختبار، بما في ذلك نمط المنزل ومواد الجدران الخارجية ونمط الخط الكهربائي المستعمل لتوصيل المنزل بشبكة كهرباء الحي (خطوط أرضية أو هوائية)، وصور المنزل ومخطط كل منزل. وتُختار أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بأزواج من النموذج نفسه، موصولة بمقابس تيار متناوب داخل المنازل. وتُختار أزواج هذه الأجهزة طبقاً للاختبارات المختبرية التي نوقشت في الفقرة 1.1.6A أعلاه. وخلال الاختبارات الميدانية، توضع الأجهزة داخل المنزل بحيث تتباعد كثيراً بعضها عن بعض وتمثل شبكة محلية واقعية. وتوضع الأجهزة بحيث يقع أحد جهازي الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في غرفة قريبة من مقدمة المنزل والآخر قرب مؤخرته. وفي حالة المنازل من طابقين، يقع أحد جهازي الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في الطابق الأول والآخر في الطابق الثاني. وأثناء الاختبارات، يكون مستوى قدرة خرج الاتصالات عبر خطوط الكهرباء قدرة مضبوطة مسبقاً في المصنع ولا يمكن تعديلها.

ويوصّل كل جهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء بحاسوب شخصي. ويُختار أسلوبان لتشغيل الاتصالات عبر خطوط الكهرباء: أسلوب نقل البيانات في جميع المنازل وأسلوب الخمود في منازل قليلة منتقاة. وفي أسلوب نقل البيانات، تجرى القياسات فيما يُنقل ملف كبير بين حاسوبين. كما تجرى قياسات مرجعية للضوضاء المحيطة في كل موقع قياس.

وتقاس شدة المجال في الترددات الراديوية باستعمال هوائي حلقي معايير في المدى الترددي من 0 إلى 30 MHz وهوائي ثنائي الأقطاب معايير للترددات من 30 إلى 108 MHz (انظر الفقرة 2.2.6A بشأن مواصفات الهوائي). ويعاير عامل الهوائي لهذه الهوائيات بدقة لإنتاج قياسات لشدة المجال في الترددات الراديوية ((dB(μV/m)). وتوضع الهوائيات على ارتفاع مترين فوق مستوى الأرض. وتجرى القياسات على بعد ثلاثة أمتار وعشرة أمتار من مقدمة ومؤخرة الجدران الخارجية للمنازل.

وتُجرى القياسات في أسلوب الخمود وفي المدى الترددي من 30 إلى 108 MHz (هوائي ثنائي الأقطاب) لتأكيد الاستنتاجات التي يتوصل إليها في التقييم المختبري.

وهناك أربعة مواقع قياس في كل من المنازل:

- واجهة المنزل، مسافة ثلاثة أمتار
- واجهة المنزل، مسافة عشرة أمتار
- خلفية المنزل، مسافة ثلاثة أمتار
- خلفية المنزل، مسافة عشرة أمتار.

وتجرى القياسات التالية في كل موقع:

- مستوى الضوضاء المحيطة من 0 إلى 30 MHz (هوائي حلقي)
- شدة المجال في الترددات الراديوية من 0 إلى 30 MHz بأسلوب نقل البيانات لكل من أزواج أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء.

ولتأكيد الاستنتاجات التي يُتوصل إليها في التقييم المختبري، تجرى القياسات التالية لمنازل قليلة مختارة فقط:

- شدة المجال في الترددات الراديوية من 0 إلى 30 MHz بأسلوب الخمود
- شدة المجال في الترددات الراديوية من 30 إلى 108 MHz بأسلوب الخمود ونقل البيانات.
- كما تجرى اختبارات إضافية لقياس شدة المجال في الترددات الراديوية تحت خطوط الكهرباء الهوائية.

2.2.6A إعداد الاختبارات الميدانية

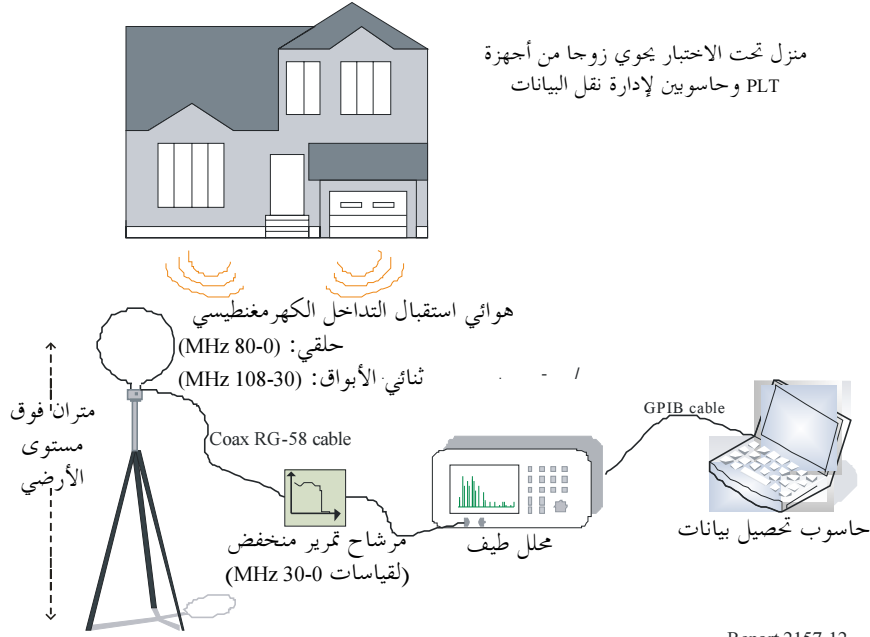
يتطلب قياس شدة المجال في الترددات الراديوية مكونات معايرة ومعدات قياس في المدى الترددي 0-108 MHz. وتُستعمل قوائم المعدات التالية في الاختبارات الميدانية:

- محلل طيف
- هوائي حلقي (منفعل)
- المدى الترددي: 10 kHz-30 MHz
- هوائي ثنائي الأقطاب (منفعل)
- المدى العامل: 20-330 MHz
- مرشاح ترددات راديوية منخفض التمرير
- تردد قطع -1 dB: 31 MHz
- تردد قطع -40 dB: 35 MHz
- أزواج أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء
- حاسوبان يستعملان لنقل البيانات عبر شبكة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء
- حاسوب واحد يُستعمل لحفظ قياسات شدة المجال

ويُظهر الشكل 12 إعداد الاختبار لقياس شدة المجال في الترددات الراديوية. وكما نوقش سابقاً، هناك أربعة مواقع للهوائي في كل بيت تقاس فيه شدة المجال (من المقدمة والمؤخرة، على بعد ثلاثة أمتار وعشرة أمتار). ويوضع الهوائي على ارتفاع مترين فوق مستوى الأرض. ويُستعمل مرشاح تمرير منخفض موصول بين الهوائي ومحلل الطيف لإزالة إشارات VHF ذات القدرة العالية (محطات FM والتلفزيون) عند القياس ما دون 30 MHz لتجنب الإفراط في تحميل محلل الطيف. ويُستعمل حاسوب محمول للتحكم في محلل الطيف وحفظ القياسات.

الشكل 12

إعداد الاختبار لقياسات شدة المجال في الترددات الراديوية



Report 2157-12

يُستعمل الإجراء التالي في كل منزل ولكل موقع قياس. ويجرى القياس الأول لتسجيل مستوى الضوضاء المحيطة. ثم يوصل زوج من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء ويُبدأ بنقل ملف لتنفيذ قياس شدة المجال في الترددات الراديوية. وتُكرر العملية نفسها لزوجين آخرين من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء. ثم يُنقل الهوائي إلى موقع آخر وتجري مجموعة أخرى من القياسات.

وتجري اختبارات إضافية لأسلوب الخمود وهوائي ثنائي الأقطاب (MHz 108-30) وخطوط كهربائية لبضعة منازل منتقاة. وتجري قياسات محلل الطيف باستعمال كشف الذروة بدلاً من شبه الذروة، كما هو موضح في الفقرة 2.1.6A. ويعاير مرشاح التمرير المنخفض والكبل والهوائي لقياس التداخل الكهرومغناطيسي ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$). وتُستعمل الإعدادات التالية على محلل الطيف من أجل القياسات:

وللترددات 0 حتى 30 MHz (باستعمال هوائي حلقي):

- عرض نطاق الاستبانة = 9 kHz
- مكشاف الذروة
- أثر الاحتفاظ بالقيمة القصوى (10 ثوان)
- نقطة أثر واحدة كل 50 kHz (601 نقطة في المجل)

وللترددات 30 حتى 108 MHz (باستعمال هوائي ثنائي الأقطاب):

- عرض نطاق الاستبانة = 120 kHz
- مكشاف الذروة
- أثر الاحتفاظ بالقيمة القصوى (10 ثوان)
- نقطة أثر واحدة كل 50 kHz (1561 نقطة في المجل).

3.2.6A منهجية التحليل

لتحليل شدة المجال المقيسة في الترددات الراديوية، صُنفت القياسات كافة التي أُجريت على مختلف المنازل وفق أجهزتها الخاصة بها وبعدها عن المنازل. ولم تضمّن المواقع في هذا التحليل الإحصائي إذا كشف التداخل من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء في المنازل المجاورة. ويشمل التحليل الإحصائي شدة المجال المقيسة في الترددات الراديوية لكل جهاز. وعلاوة على ذلك، تُستعمل القياسات من جميع المنازل لحساب فاصل الثقة الذي ينبغي أن يمثل الحد الأقصى المتوقع لشدة المجال المشع من أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء داخل المنازل النمطية. ويُحسب فاصل ثقة بنسبة 95% من شدة المجال في الترددات الراديوية من الانحراف المعياري للمنازل المأخوذة كعينات، في توزيع إحصائي طبيعي. وتجرى الحسابات في هذا التحليل الإحصائي بقيم خطية. وكما هو موضح أعلاه، فإن مساهمة التداخل من مصادر أخرى غير أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء لا يمكن إغفالها ولا يمكن إسقاطها من التحليل الإحصائي.

3.6A الاختبار الميداني لتيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي

تجرى قياسات تيار الأسلوب المشترك (CMI) و تيار الأسلوب التفاضلي (DMI) في المنازل السكنية. والغرض من قياس تيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي هو تحديد ما إذا كان هناك علاقة بين هذين القياسين والتداخل الكهرومغناطيسي الذي تسببه أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء.

1.3.6A إعداد الاختبار الميداني لتيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي

تجرى القياسات في أربعة مقابس كهربائية في كل منزل. اثنان منها هي نفس المقابس المستعملة لتوصيل أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء أثناء الاختبارات الميدانية للتداخل الكهرومغناطيسي. ويقاس تيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي في هذين المقبسين بإدخال كبل تمديد قصير بين جهاز الاتصالات عبر خطوط الكهرباء والمقبس. ويُختبر مقبسان إضافيان، بحيث يكون واحد في كل طابق من المنازل. ويُستعمل كبل تمديد مفتوح النهاية لقياس تيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي في هذين المقبسين. وبناء على ذلك، هناك إعدادان مختلفان للاختبار يُستعملان لهذه القياسات، كما هو موضح أدناه.

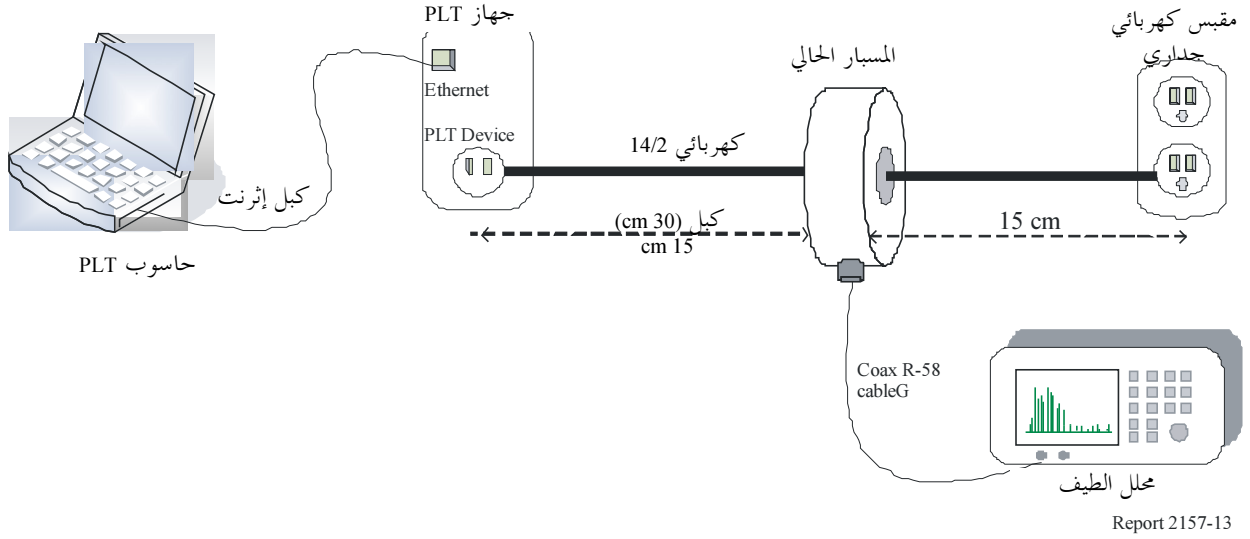
وتتطلب قياسات تيار الأسلوب المشترك و تيار الأسلوب التفاضلي المعدات التالية:

- محلل طيف
- مسبار تيار
- المدى الترددي العامل: من 20 kHz إلى 100 MHz
- كبلان كهربائيان مؤرضان 14/2 (كبلان بطول 30 سنتيمتراً وثلاثة أمتار)
- أزواج أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء
- حاسوبان يستعملان لنقل البيانات عبر شبكة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء.

يُظهر الشكلان 13 و 14 تشكيلة إعدادات الاختبار والمعدات المستعملة. فيُظهر الشكل 13 إعداد الاختبار عند القيام بالاختبار على مقبس موصول بجهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء، بينما يُظهر الشكل 14 إعداد الاختبار المستعمل لإجراء الاختبار في المقابس الأخرى في المنازل (غير الموصولة بجهاز اتصالات عبر خطوط الكهرباء).

الشكل 13

إعداد اختبار تيار الأسلوب المشترك (CMI) وتيار الأسلوب التفاضلي (DMI) في مقبس اتصالات عبر خطوط الكهرباء (PLT)



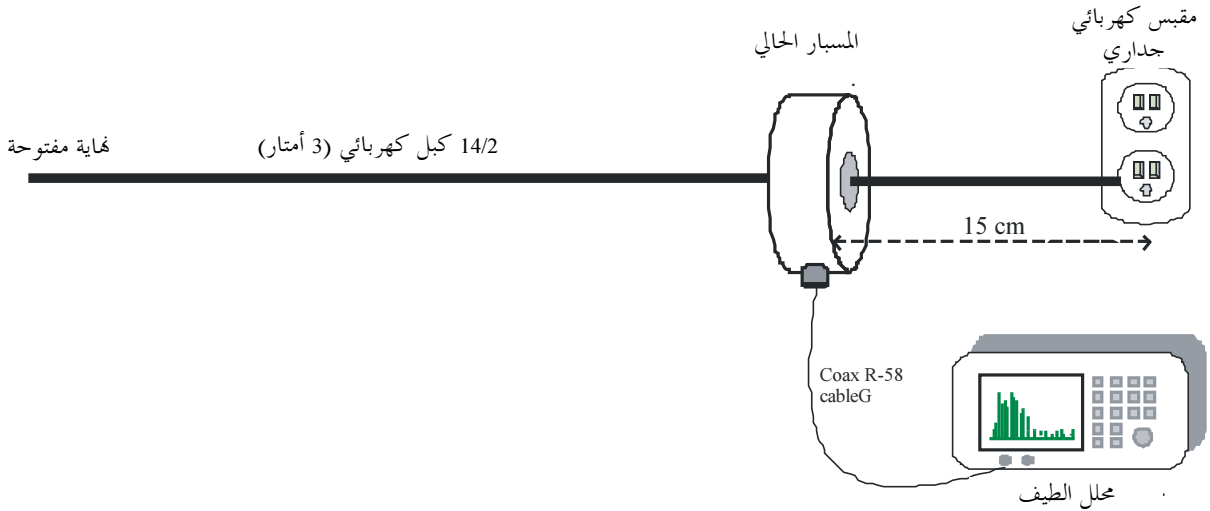
Report 2157-13

كما هو مبين في الشكل 13، يُدرج كبل تمديد كهربائي بطول 30 سنتيمتراً بين جهاز الاتصالات عبر خطوط الكهرباء ومقيسه الخاص به. ويوضع مسبار تيار في منتصف المسافة على كبل التمديد لقياس التيار بمحلل طيف. وتجري القياسات فيما تعمل أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء بأسلوب نقل البيانات على الشبكة الكهربائية.

وأثناء قياسات تيار الأسلوب المشترك، يلتف مسبار التيار حول جميع الأسلاك في الكبل الكهربائي (المكهرب منها والمحايد والأرضي). أما في قياسات تيار الأسلوب التفاضلي، فيُنزع درع الكبل الكهربائي ولا يلامس مسبار التيار إلى السلك المكهرب، فيما يُستبعد السلكان المحايد والأرضي خارج المسبار.

الشكل 14

إعداد اختبار تيار الأسلوب المشترك (CMI) وتيار الأسلوب التفاضلي (DMI) في المقبس الآخر



Report 2157-14

يُبيّن الشكل 14 إعداد الاختبار على مقاييس غير موصولة بأجهزة اتصالات عبر خطوط الكهرباء. وكما يمكن أن يرى في الشكل، يُستعمل كبل بطول ثلاثة أمتار مفتوح النهاية لوضع مسبار التيار. ويظل زوج أجهزة الاتصالات عبر خطوط الكهرباء موصولاً بمقبسيه الأصليين في المنزل، ويُبدأ بنقل البيانات.

وتجرى القياسات في مدى ترددي من 0 إلى 30 MHz للتشكيلات.

- وتُستعمل الإعدادات التالية لمحلل الطيف:

- عرض نطاق الاستبانة = 10 kHz

- مكشاف القيمة المتوسطة

- أثر الاحتفاظ بالقيمة القصوى (10 ثوان)

- نقطة أثر واحدة كل 50 kHz (601 نقطة في الجمل).
