الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2303-0

(2014/06)

إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي

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 لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات 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 الكهرتقنية 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)

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

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، 2016

© ITU 2016
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.2303-0

إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي

1 مقدمة

يتضمن هذا التقرير نطاقات التردد المقترحة لعمليات البث خارج النطاق والمستويات المحتملة المرتبطة بها التي لم يتم الاتفاق بشأنها داخل قطاع الاتصالات الراديوية، والتي تتطلب المزيد من الدراسة للتأكد من أنها توفر الحماية لخدمات الاتصالات الراديوية وفقاً لمعايير القناة المشتركة والقناة المجاورة والنطاق المجاور. ويقدم هذا التقرير لمحة عامة عن الوضع الراهن للبحث والتطوير وعن العمل المضطلع به في بعض المناطق.

وقد وُضعت منذ القرن التاسع عشر تكنولوجيات للإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT) بدأت بتكنولوجيا الحث المغنطيسي. وبعد الابتكار الذي حققه معهد ماساشوستس للتكنولوجيا في عام 2006 بشأن تكنولوجيا القدرة اللاسلكية غير الحزمية، شهدت تكنولوجيات WPT الموضوعة تفاوتاً كبيراً؛ من بينها على سبيل المثال الإرسال عبر حزم التردد الراديوي، والإرسال بواسطة حث المجال المغنطيسي، والإرسال الرنيني وما إلى ذلك. ويجري توسيع تطبيقات WPT لتشمل الأجهزة المتنقلة والمحمولة والأجهزة المنزلية والتجهيزات المكتبية والمركبات الكهربائية. وقد أضيفت إليها مزايا جديدة من قبيل تنوع الخيارات فيما يتعلق بموضع أجهزة الشحن. وتطرح بعض التكنولوجيات إمكانية شحن عدة أجهزة بشكل متزامن. وتتوفر حالياً تكنولوجيات WPT الحثية على نطاق تجاري واسع، علماً بأن تكنولوجيات WPT الرنينية قد بدأت تنزل إلى أسواق المستهلكين في يومنا هذا. كما أن صناعة السيارات تسعى إلى استخدام تكنولوجيا WPT في تطبيقات المركبات الكهربائية (EV) في المستقبل القريب.

وقد جرى تحديد معظم الترددات المناسبة لتكنولوجيا WPT من أجل بلوغ القيم المطلوبة لمستوى قدرة الإرسال وكفاءة القدرة، والأبعاد الفيزيائية المرعية للملف/الهوائي. ومع ذلك، تجري حالياً دراسة مُتقنة للتعايش بين تكنولوجيا WPT والأنظمة الراديوية القائمة، ويُستدل عليها بالكثير من المسائل التي ينبغي إيجاد حل لها في الوقت المناسب. وتقوم بعض البلدان والمنظمات الدولية الراديوية بمناقشة لوائح الراديو الضرورية لإدخال تكنولوجيات WPT. وتتاح حالياً للجمهور بعض نتائج المناقشات والنقاشات الجارية ليصار إلى تداولها على الملأ. فعلى سبيل المثال، يقدم تقرير المسح الصادر عن جماعة آسيا والمحيط الهادئ للاتصالات (APT) بشأن تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً [1] أحدث المعلومات عن المناقشات التنظيمية التي تجريها البلدان الأعضاء في جماعة APT بشأن النظر في إدخال تكنولوجيا الإرسال اللاسلكي للقدرة.

ويقدم هذا التقرير معلومات حول الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي، باعتبارها إجابات جزئية على المسألة ITU-R 210-3/1.

ويتضمن هذا التقرير معلومات عن اللوائح الوطنية بيد أنه لا يوجد أي أثر تنظيمي دولي لهذه المعلومات.

2 التطبيقات المُعَدَّة لاستعمال تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً

1.2 الأجهزة المحمولة والمتنقلة

1.1.2 إرسال القدرة لاسلكياً بالحث المغنطيسي في الأجهزة المتنقلة مثل الهواتف الخلوية والأجهزة المحمولة متعددة الوسائط

يَستخدم إرسال القدرة لاسلكياً بالحث المغنطيسي تكنولوجيات الحث المغنطيسي ويطبق في الاستعمالات التالية:

- الأجهزة المتنقلة والمحمولة: الهواتف الخلوية، والهواتف الذكية، والأجهزة اللوحية، والحواسيب الشخصية المحمولة.
- التجهيزات السمعية–المرئية: الكاميرات الثابتة الرقمية.
- تجهيزات الأعمال التجارية: الأدوات الرقمية المحمولة باليد، وأنظمة أخذ الطلبات في المطاعم.

– تطبيقات أخرى: تجهيزات الإنارة (مثلاً LED) والروبوتات والألعاب والأجهزة المركبة في السيارات والمعدات الطبية وأجهزة الرعاية الصحية وما إلى ذلك.

وقد يتطلب البعض من هذه التكنولوجيات تحديداً دقيقاً لموضع الجهاز على مصدر التغذية بالطاقة. وعموماً ينبغي أن يكون الجهاز المقرر شحنه ملامساً لمصدر الطاقة مثلما يحدث في المجاري المخصصة للتغذية بالطاقة. ويفترض أن يتراوح مدى قدرة البث التشغيلية بين عدة واطات وبضع عشرات من الواط.

2.1.2 إرسال القدرة لاسلكياً بالرنين المغنطيسي في الأجهزة المتنقلة مثل الهواتف الخلوية والأجهزة المحمولة متعددة الوسائط كالهواتف الذكية والأجهزة اللوحية

يَستخدم إرسال القدرة لاسلكياً بالرنين المغنطيسي تكنولوجيات الرنين المغنطيسي ويتسم بقدر أكبر من تنوع الخيارات فيما يتعلق بمواضع الشحن مقارنة بالتكنولوجيات القائمة على الحث المغنطيسي. وتطبق هذه التكنولوجيا في الاستعمالات التالية في أي من الاتجاهات (x أو y أو z) دون أي حاجة لتقنيات التراصف:

– الهواتف الخلوية والهواتف الذكية والأجهزة اللوحية والحواسيب الشخصية المحمولة والأجهزة التي يمكن ارتداؤها.

– الكاميرات الثابتة الرقمية وكاميرات الفيديو الرقمية،ومشغّلات الموسيقى والتلفزيونات المحمولة.

– الأدوات الرقمية المحمولة باليد وتجهيزات الإنارة (مثلاً LED) والروبوتات والألعاب والأجهزة المركبة في السيارات والمعدّات الطبية وأجهزة الرعاية الصحية وما إلى ذلك.

ويقدم الملحق 2 وصفاً لمثال على هذا النوع من تكنولوجيا WPT.

2.2 تطبيقات الأجهزة المنزلية واللوجستية

قد تتطلب هذه التطبيقات وجود مزايا وجوانب مماثلة لتلك التي تتسم بها تكنولوجيا WPT المستخدمة في الأجهزة المحمولة وأجهزة الوسائط المتعددة، غير أنها تستهلك قدرة أعلى بشكل عام، وقد تستوجب بالتالي الامتثال لمعايير إضافية في بعض البلدان.

ونظراً لزيادة قدرة التشغيل في الأجهزة التي تتقيد بتوجيهات الاتحاد الأوروبي (CE)، مثل أجهزة التلفزيون ذات الشاشات الفيديوية الكبيرة، فإن تكنولوجيا WPT المستخدمة في هذه المنتجات تحتاج إلى قدرة شحن أعلى من 100 W، الأمر الذي قد لا يمكّن من حصولها على شهادة واعتمادها في الفئات التنظيمية الحالية والسياسات الراديوية لدى بعض البلدان.

ويمكن تطبيق أساليب الحث المغنطيسي والرنين المغنطيسي وفقاً لنمط التطبيقات المنزلية واللوجستية لتكنولوجيا WPT. وترد هذه التطبيقات على النحو التالي:

– تطبيقات الأجهزة المنزلية: الأجهزة الكهربائية المنزلية والأثاث وموقد الطبخ والخلّاط، والتلفزيون والروبوت الصغير والتجهيزات السمعية–البصرية وتجهيزات الإنارة وأجهزة الرعاية الصحية وما إلى ذلك.

– التطبيقات اللوجستية: آلات التخزين في مستودعات التموين والمعدات الطبية وجهاز النقل العلوي في خطوط إنتاج أشباه النواقل وشاشات LCD ونظام المركبة الأوتوماتية الموجّهة (AVG) وما إلى ذلك.

وبسبب استهلاك الأجهزة التطبيقية للقدرة، يتوقع أن يتراوح مدى قدرة التشغيل بين عدة مئات من الواط وبضعة كيلوواط. وإذا أخذنا كلاً من البث الراديوي والتعرض الراديوي وأداء النظام في الاعتبار، فإن نطاق الترددات المناسب لا يتعدى 780 6 kHz.

3.2 المركبة الكهربائية

ينص أحد مفاهيم الإرسال اللاسلكي للقدرة في المركبات الكهربائية، بما في ذلك المركبة الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEV) على شحن السيارة دون استخدام كبل كهربائي حيثما يكون الإرسال اللاسلكي للقدرة متاحاً.

وقد تعتمد قدرة الشحن على احتياجات المستعملين. ففي معظم حالات الاستعمال الخاصة بسيارات الركاب لدى توقفها في مرآب المنزل، يمكن أن تكون قدرة الشحن البالغة 3,3 kW أو ما يعادلها مقبولة. ومع ذلك، قد يرغب بعض المستعملين في شحن سياراتهم

بسرعة أكبر أو قد تحتاج سياراتهم المعدة لاستعمالات خاصة إلى قدرة شحن أكبر. لذلك يُنظر حالياً في استخدام مدى قدرة يصل إلى 20 kW أو أكثر.

وقد تعتمد قدرة الشحن على متطلبات المركبات الثقيلة. ففي حالات الاستعمال الخاصة بهذه المركبات، قد تلزم قدرة شحن أولية مقدارها 75 kW أو ما يعادلها. ولذلك يُنظر حالياً في استخدام مدى قدرة يصل إلى 100 kW أو أكثر.

وإذا أصبحت تكنولوجيا WPT في المركبات الكهربائية المصدر الشامل للطاقة، فقد يؤدي ذلك إلى انخفاض في حجم بطارية المركبة الكهربائية وزيادة غير محدودة في المسافة المقطوعة.

وسوف تُستعمل القدرة المشحونة في السيارة من أجل القيادة وتغذية أجهزة السيارة الإضافية وتكييف الهواء وغير ذلك من المستلزمات.

وقد أُخذت في الاعتبار تكنولوجيات وتطبيقات WPT أثناء توقف السيارة وأثناء قيادتها على السواء.

3 التكنولوجيات المستخدمة في تطبيقات الإرسال اللاسلكي للقدرة أو المقترنة بها

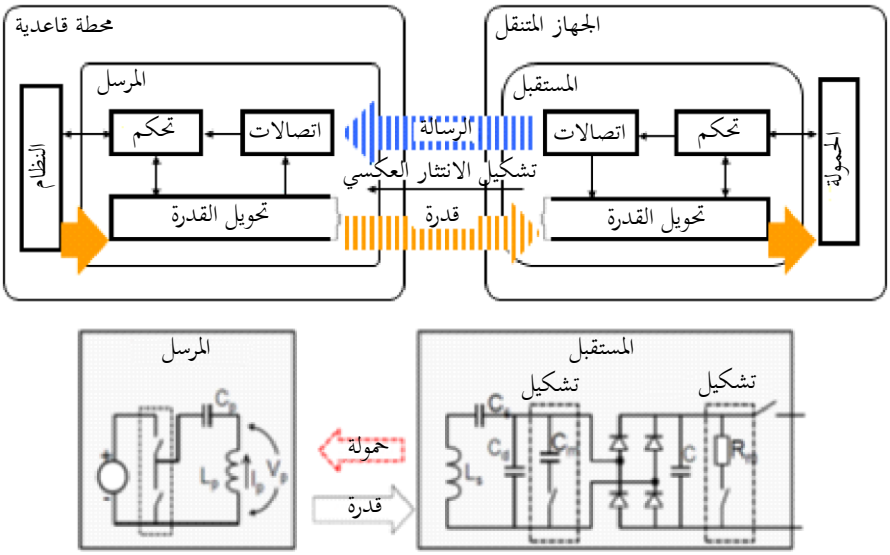
1.3 في حالة الأجهزة المحمولة والمتنقلة

1.1.3 تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الحث المغنطيسي

يعتبر الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة محاثة مغنطيسية من التكنولوجيات المعروفة جيداً والمطبقة منذ زمن بعيد في المحوّلات التي يكون فيها الملفان الأولي والثانوي مقترنين بطريقة حثية، على سبيل المثال باستخدام قلب مغنطيسي نفوذ مشترك. ويعتبر إرسال القدرة الحثية عبر الهواء بواسطة ملفين أولي وثانوي منفصلين مادياً من التكنولوجيات المعروفة أيضاً منذ أكثر من قرن من الزمان، وتعرف أيضاً باسم "تكنولوجيا WPT ذات الاقتران الوثيق". ومن سمات هذه التكنولوجيا أن كفاءة إرسال القدرة تنخفض إذا كانت المسافة عبر الهواء أكبر من قطر الملف وإذا كان الملفان غير متراصفين ضمن مسافة التخالف. وتعتمد كفاءة إرسال القدرة على عامل الاقتران (k) بين المحاثتين وعامل الجودة (Q) الخاص بهما. وبإمكان هذه التكنولوجيا أن تحقق كفاءة أعلى من تلك التي يحققها أسلوب الرنين المغنطيسي. وقد جرى تسويق هذه التكنولوجيا تجارياً لشحن الهواتف الذكية. ويمكنها، باستخدام صفيف من الملفات، أن توفر أيضاً مرونة في موقع ملف الاستقبال في المرسل.

الشكل 1.3

المخطط الإجمالي لنظام مستخدم كمثال على إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الحث المغنطيسي



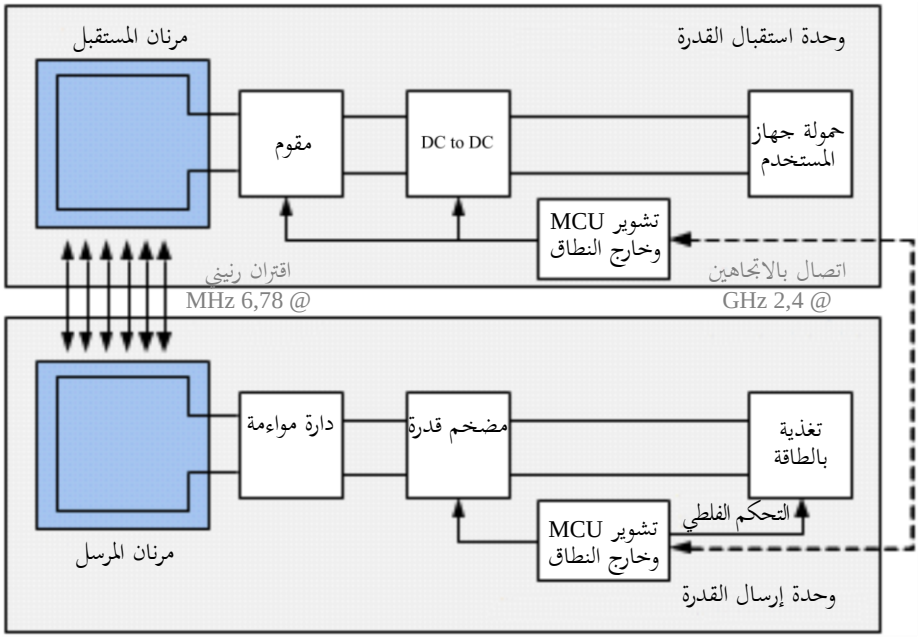
Report SM.2303-3-01

2.1.3 تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الرنين المغنطيسي

يعرف الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة الرنين المغنطيسي باسم "تكنولوجيا WPT ذات الاقتران الضعيف". وقد وضع معهد ماساشوستس للتكنولوجيا الأساس النظري لأسلوب الرنين المغنطيسي للمرة الأولى في عام 2005، وتم التحقق من النظريات المتعلقة به بشكل تجريبي في عام 2007 [3]. ويُستخدم في هذا الأسلوب مرنان مؤلف من ملف ومكثف، يتم فيه إرسال القدرة الكهربائية بواسطة الرنين الكهرمغنطيسي الذي ينشأ بين ملف المرسل وملف المستقبل (اقتران رنيني مغنطيسي). وبمواءمة تردد الرنين في الملفين مع عامل جودة (Q) مرتفع، يصبح بالإمكان إرسال القدرة الكهربائية إلى مسافة بعيدة يكون عندها الاقتران المغنطيسي بين الملفين منخفضاً. وقد يصل مدى الإرسال اللاسلكي للقدرة الكهربائية بواسطة الرنين المغنطيسي إلى عدة أمتار. وتسمح هذه التكنولوجيا بمرونة في اختيار موقع ملف الإرسال في المستقبل. ويمكن الاطلاع على التفاصيل التقنية العملية في عدد كبير من الأوراق التقنية، وعلى سبيل المثال تلك الواردة في المرجعين [3] و[4].

الشكل 2.3

المخطط الإجمالي لنظام مستخدم كمثال على إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الرنين المغنطيسي



Report SM.2303-3-02

3.1.3 إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الاقتران السِّعوي

يحتوي نظام الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT) بالاقتران السِّعوي على مجموعتين من المساري (الإلكترودات)، ولا تستعمل فيه الملفات كما هو الحال في النوع المغنطيسي من أنظمة الإرسال اللاسلكي للقدرة. ويتم إرسال القدرة في هذا النظام بواسطة مجال حثي ينشأ من اقتران مجموعتي الإلكترودات. ويتسم نظام الاقتران السِّعوي ببعض المزايا التي ترد أدناه. ويبين الشكلان 3.3 و4.3 المخطط الإجمالي لهذا النظام وبنيته النموذجية، على التوالي.

1) يسمح نظام الاقتران السِّعوي بتنوع في اختيار الموقع الأفقي لنظام الشحن وسهولة في استعمال نظام الشحن من قبل المستهلكين النهائيين.

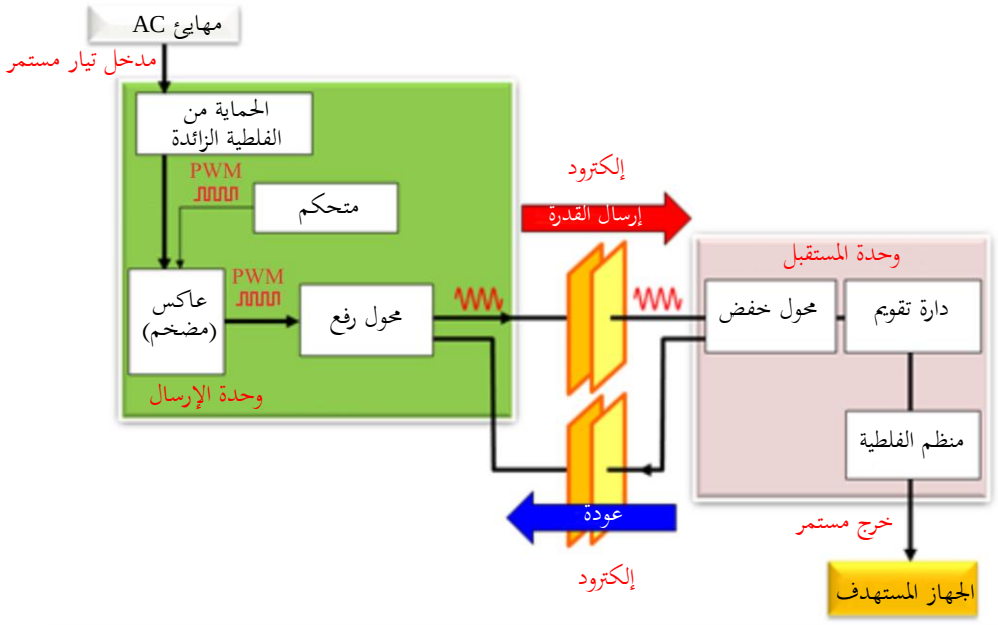
2) يمكن في هذا النظام استعمال إلكترود رفيع جداً (بقطر لا يتعدى 0,2 mm) بين المرسل والمستقبل، مما يسمح بإدراجه بشكل مناسب في الأجهزة المتنقلة القليلة السماكة.

3) لا يحدث توليد للحرارة في منطقة الإرسال اللاسلكي للقدرة. ومعنى ذلك أن درجة الحرارة لا ترتفع في منطقة الإرسال اللاسلكي للقدرة، الأمر الذي يوفر حماية للبطارية من التسخين حتى ولو كان الجهاز قريباً من النظام.

4) يكون مستوى البث الناجم عن المجال الكهربائي منخفضاً بسبب بنية منظومة الاقتران، علماً بأن إرسال القدرة يتم بواسطة المجال الكهربائي الناجم عن الإلكترودات.

الشكل 3.3

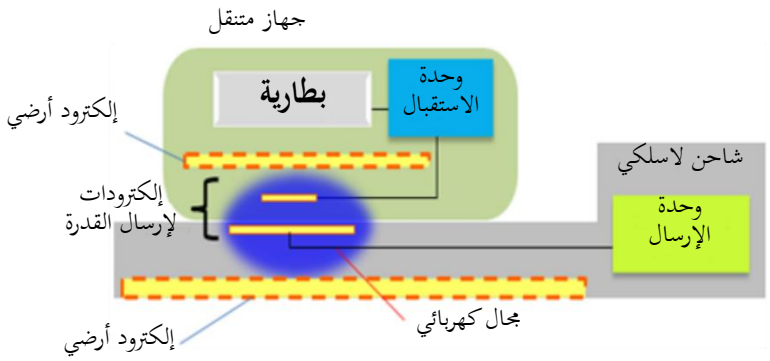
المخطط الإجمالي لنظام الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة الاقتران السِّعوي



Report SM.2303-3-03

الشكل 4.3

البنية النموذجية لنظام الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة الاقتران السِّعوي



Report SM.2303-3-04

2.3 في حالة الأجهزة المنزلية

يمكن أن تكون مصادر الطاقة الحثية (المرسلات) قائمة بذاتها أو مدمجة في أسطح خزائن المطبخ أو طاولات الطعام. وباستطاعة هذه المرسلات أن تجمع تكنولوجيا الإرسال اللاسلكي للقدرة مع جهاز للتسخين بواسطة الحث المغنطيسي التقليدي.

يمكن أن يصل مستوى القدرة في تطبيقات الأجهزة المنزلية عادة إلى عدة كيلوواط، وقد تكون الحمولة من النوع الذي يدار بمحرك أو من نوع التسخين. وسوف تدعم المنتجات المستقبلية قدرة تزيد على 2 kW علماً بأن بعض المقترحات الجديدة المتعلقة بتصميم أجهزة المطبخ اللاسلكية تخضع للبحث حالياً.

وبالنظر إلى زيادة استهلاك الطاقة في المنازل، يفضل استعمال ترددات في حدود عشرات الكيلوهرتز للحد من تعرض الأجسام البشرية للأشعة الكهرمغنطيسية. وتستعمل لهذا الغرض عادة أجهزة موثوقة للغاية من قبيل الترانزستورات ثنائية القطب المعزولة البوابة (IGBT) التي تعمل في نطاق الترددات 10-100 kHz.

ويجب على المنتج الذي يستخدم في المطبخ أن يفي بمتطلبات السلامة ومتطلبات المجالات الكهرمغنطيسية. وأحد الأمور الأساسية في هذا المجال هو أن يكون المرسل، بالإضافة إلى انخفاض كلفته، خفيفاً وصغير الحجم لكي يتلاءم مع حجم المطبخ. ويتعين أن لا تزيد المسافة بين المرسل والمستقبل على 10 cm.

وتظهر في الصور التالية أمثلة على أجهزة المطبخ الكهربائية اللاسلكية التي ستنزل قريباً إلى الأسواق.

الشكل 5.3

أجهزة المطبخ الكهربائية اللاسلكية

موقد أرز وثيق الاقتران

خلاط ذو اقتران وثيق

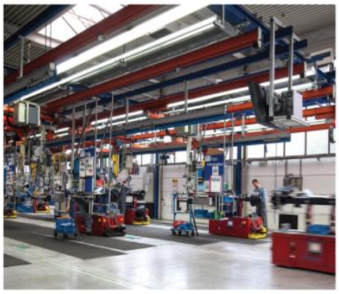
Report SM.2303-3-05

وقد أُدخلت بالفعل أنظمة WPT في خطوط إنتاج لوحات أشباه النواقل وشاشات LCD، وتظهر بعض الأمثلة في الصور التالية.

الشكل 6.3

حالات استعمال خطوط إنتاج شاشات LCD وأشباه النواقل وأنظمة WPT المستعملة في المطبخ

(زاوية مطبخ بتكنولوجيا WPT)



(خط إنتاج علوي بتكنولوجيا WPT لأشباه الموصلات)

(خط إنتاج علوي بتكنولوجيا WPT لشاشات LCD)

Report SM.2303-3-06

3.3 في حالة المركبات الكهربائية

على الرغم من وجود عدة أنماط من أساليب الإرسال اللاسلكي للقدرة، يشكل الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة المجالات المغنطيسية (MF-WPT) إحدى النقاط الأساسية التي تتركز عليها المناقشات في مجال التقييس، من قبيل المعيار IEC PT61980 والمعيار SAE J2954TF المتعلقان بالإرسال اللاسلكي للقدرة في المركبات الكهربائية بما في ذلك المركبات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEV). ويحتوي النظام ME-WPT الخاص بالمركبات الكهربائية والمركبات PHEV على كل من النوعين المغنطيسيين الحثي والرنيني. ويتم فيه إرسال القدرة الكهربائية من الملف الأولي إلى الملف الثانوي بكفاءة عن طريق المجال المغنطيسي الناجم عن الرنين بين الملف والمكثف.

وتضطلع التطبيقات المتوقعة لمركبات الركاب بالجوانب التالية:

1) تطبيقات WPT: إرسال القدرة الكهربائية من مقبس كهربائي في منزل و/أو خدمة كهربائية عامة إلى المركبات الكهربائية والمركبات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEV).

2) نطاق استعمال تكنولوجيا WPT: في المنزل، والشقق السكنية، وموقف السيارات العمومي وما إلى ذلك.

3) استعمال الكهرباء في المركبات: جميع الأنظمة الكهربائية مثل بطاريات الشحن، والحواسيب، ومكيفات الهواء وما إلى ذلك.

4) أمثلة على نطاق استعمال تكنولوجيا WPT: يظهر في الشكل التالي مثال على مركبات الركاب.

5) أسلوب إرسال القدرة كهربائياً: يحتوي نظام WPT الخاص بالمركبات الكهربائية والمركبات PHEV على ملفين على الأقل، يقع أحدهما في الجهاز الأولي والآخر في الجهاز الثانوي. وترسل القدرة الكهربائية من الجهاز الأولي إلى الجهاز الثانوي عبر حقل/تدفق مغنطيسي.

6) موقع الجهاز (موقع الملف):

أ) الجهاز الأولي: على الأرض و/أو داخل الأرض.

ب) الجهاز الثانوي: السطح السفلي للمركبة.

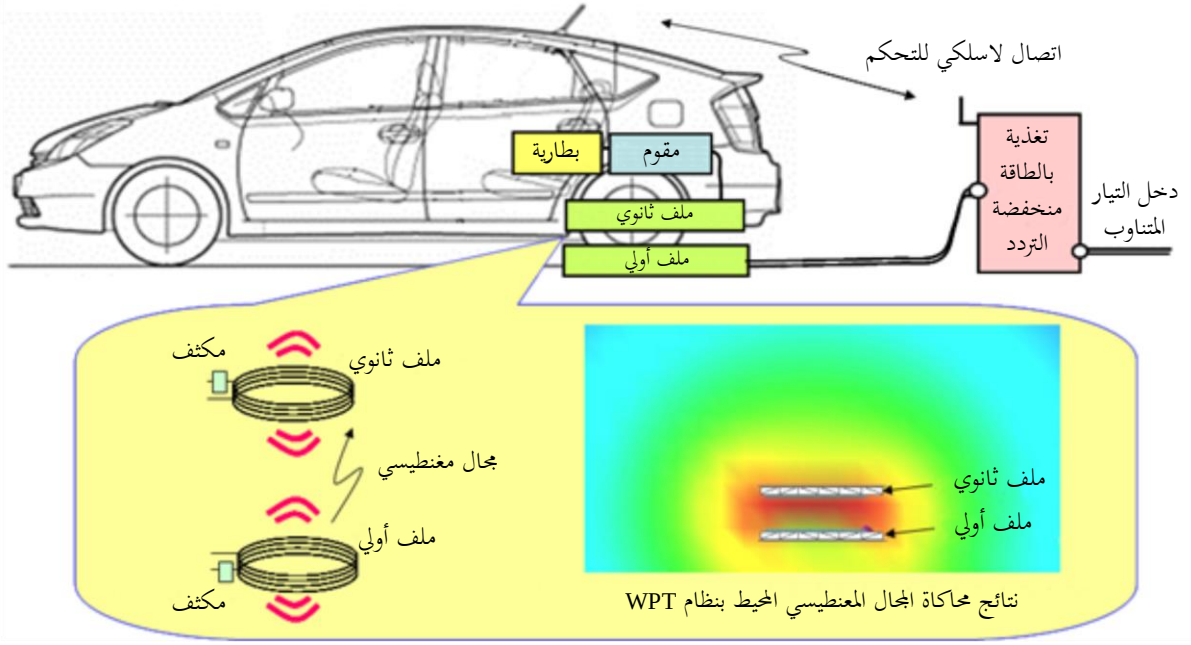
7) الفجوة الكهربائية بين الملفين الأولي والثانوي: أقل من 30 cm.

8) مثال على فئات قدرة الإرسال: 3 kW، و6 kW، و20 kW.

9) السلامة: لا يمكن للجهاز الأولي أن يبدأ بإرسال القدرة إلا إذا كان الجهاز الثانوي واقعاً في المنطقة التي تلائم الإرسال اللاسلكي للقدرة. ويتعين على الجهاز الأولي أن يتوقف عن الإرسال إذا كان من الصعب الحفاظ على إرسال مأمون.

الشكل 7.3

مثال على نظام WPT الخاص بالمركبات الكهربائية ومركبات PHEV

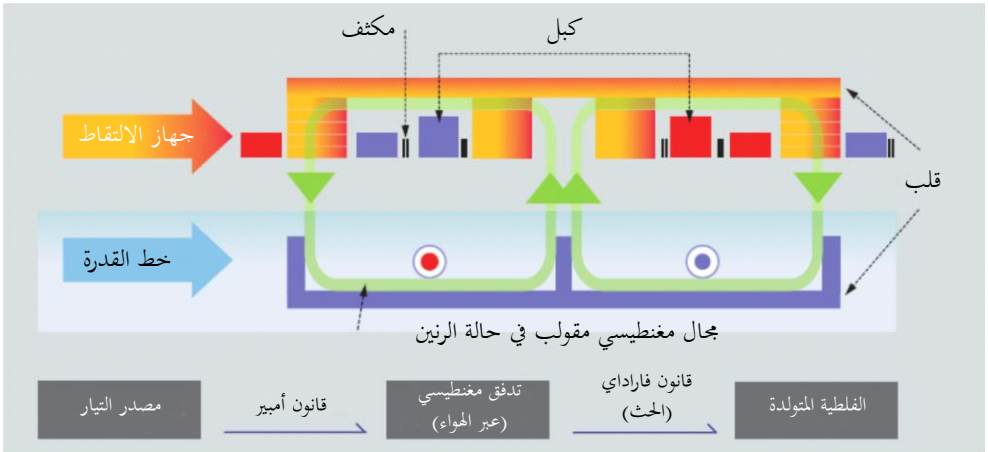


Report SM.2303-3-07

ويستدعي تشغيل المركبات الثقيلة، كالحافلات الكهربائية، احتواء البنية التحتية للنظام على شرائح كهربائية مدمجة في أسس الطرق تقوم بإرسال الطاقة بشكل مغنطيسي إلى المركبات التي تعمل بالبطاريات لدى مرورها فوقها. وباستطاعة الحافلة أن تتحرك على طول الشرائح الكهربائية دون أن تتوقف لشحن طاقتها، وهو ما يعرف باسم المركبات الكهربائية الموصولة (OLEV). وعلاوةً على ذلك، يمكن شحن الحافلة لدى توقفها في محطة الحافلات أو في مرآب الحافلات. وتعتبر الحافلات الموصولة بالكهرباء التي تعمل في مدينة الملاهي أو في مدينة ما أول نظام في العالم يعمل على شكل مركبة كهربائية ثقيلة.

الشكل 8.3

الخصائص التقنية للمركبة الكهربائية الموصولة



Report SM.2303-3-08

ويشكل تصميم المجال المغنطيسي بين ملف الإرسال وملف الاستقبال عاملاً رئيسياً للحصول على أكبر قدر من القدرة والكفاءة في تصميم نظام WPT.

أولاً، ينبغي أن يكون المجال المغنطيسي في حالة رنين، وذلك باستخدام ملفين رنينيّين للإرسال والاستقبال من أجل الحصول على أكبر قدر من القدرة والكفاءة.

ثانياً، ينبغي أن يتم التحكم في شكل المجال المغنطيسي، وذلك باستخدام مادة مغنطيسية، كالقلب الفرّيتي، تتيح خفض قيمة المقاومة المغنطيسية في مسار المجال المغنطيسي، وخفض تسرّب المجال المغنطيسي، وزيادة قدرة الإرسال.

يُطلَق على هذا النظام اسم "المجال المغنطيسي المقولب في حالة الرنين" (SMFIR).

الشكل 9.3

مثال على المركبة الكهربائية الموصولة

Report SM.2303-3-09

4 الوضع التقييسي لتكنولوجيا WPT في العالم

1.4 المنظمات الوطنية لوضع المعايير

1.1.4 الصين

في الصين، دأبت رابطة تقييس الاتصالات الصينية (CCSA) على إعداد معايير للإرسال الراديوي للقدرة في الأجهزة المحمولة كالمحطات المتنقلة. وفي عام 2009، أعدت اللجنة التقنية TC9 في رابطة تقييس الاتصالات الصينية مشروع تقرير بحث جديد بعنوان "بحث في تكنولوجيا مصادر الطاقة اللاسلكية من مجال قريب". وقد انتهى العمل بهذا المشروع في مارس 2012 بوضع تقرير عن البحث المتعلق بتكنولوجيا مصادر القدرة اللاسلكية. وفي عام 2011، أعدت اللجنة التقنية TC9 في رابطة تقييس الاتصالات الصينية مشروعين بشأن المعايير: (1) طرائق تقييم المجال الكهرمغنطيسي (EMF) في مصادر الطاقة اللاسلكية (WPS)؛ و(2) حدود التوافق الكهرمغنطيسي (EMC) وطرائق القياس في مصادر الطاقة اللاسلكية (WPS). وسوف ينشر هذان المعياران في وقت قريب.

ويوجد حالياً ثلاثة معايير جديدة تتعلق بالمتطلبات التقنية وطرائق الاختبار (الجزء الأول: معلومات عامة؛ الجزء الثاني: الاقتران الوثيق؛ الجزء الثالث: القدرة اللاسلكية الرنينية) علماً بأن وضع شروط السلامة قد بلغ مرحلته النهائية. وسوف يتم إعداد المزيد من المشاريع المتعلقة بمعايير الإرسال اللاسلكي للقدرة. وتتمثل المنتجات المستهدفة بأجهزة الصوت والفيديو والوسائط المتعددة، ومعدات تكنولوجيا المعلومات، وأجهزة الاتصالات.

تركز هذه المعايير على الأداء والطيف الراديوي والسطح البيني، ومن المقرر أن لا تشمل حقوق الملكية الفكرية. وعموماً فإن الإمكانية في أن تصبح هذه المعايير إلزامية هي إمكانية ضعيفة.

وبإمكان المعايير أن تعرّف شعارات جديدة لتحديد الجزء (الجزأين 3/2) من المعيار الذي ينتمي إليه المنتج.

وتُزمع لجنة إدارة التقييس (SAC) الوطنية في الصين على إنشاء لجنة تقنية وطنية للتقييس (TC) معنية بالإرسال اللاسلكي للقدرة. وقد شجع على إنشاء هذه اللجنة الأكاديمية الصينية لبحوث الاتصالات (CATR) التابعة لوزارة الصناعة وتكنولوجيا المعلومات (MIIT). وتتولى هذه اللجنة مسؤولية استحداث معايير وطنية بشأن الإرسال اللاسلكي للقدرة في الهواتف المتنقلة ومعدات تكنولوجيا المعلومات وأجهزة الصوت والفيديو والوسائط المتعددة.

وسوف تُنشر في وقت قريب معايير التوافق الكهرمغنطيسي وتلك المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية بحسب المخطط و/أو الجدول الزمني الذي وضعته رابطة تقييس الاتصالات الصينية (CCSA) بشأن وضع المعايير/المبادئ التوجيهية/اللوائح. وقد تمت الموافقة على الجزء 1 من المعايير المتعلقة بالمتطلبات التقنية، وسوف يستكمل الجزآن 2 و3 منها وكذلك المعايير المتعلقة بمتطلبات السلامة في عام 2014.

وفي نوفمبر 2013، أُنشئت في الصين لجنة وطنية معنية بوضع المعايير الخاصة بالأجهزة المنزلية التي تعمل لاسلكياً، ولديها مخطط لوضع المعايير الوطنية. وعلاوة على ذلك، تبحث هذه اللجنة أيضاً في بعض القضايا الأخرى من قبيل السلامة والأداء.

2.1.4 اليابان

يتولى فريق العمل المعني بالإرسال اللاسلكي للقدرة التابع لمنتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) في اليابان مسؤولية صياغة المعايير التقنية لتكنولوجيا WPT باستخدام بروتوكولات الصياغة الخاصة برابطة صناعات ودوائر الأعمال في مجال الاتصالات الراديوية (ARIB). وسوف يُرسل مشروع المعيار الذي وضعه فريق العمل المعني بالإرسال اللاسلكي للقدرة إلى الرابطة ARIB للموافقة عليه. ويقوم منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) حالياً بإجراء دراسة تقنية معمّقة لطيف الإرسال اللاسلكي للقدرة في جميع التطبيقات والتكنولوجيات. وحالياً أصبحت تكنولوجيات WPT التالية في طريقها للصدور في المواعيد الزمنية المحددة لها بهدف تقييسها. ومن المزمع أن تتم في عام 2014 الموافقة على المشاريع الثلاثة الأولى التي تقل قدرة الإرسال فيها عن 50 W. أما المشاريع المتبقية التي تكون فيها القدرة أعلى من ذلك (> 50 W) فيتوقع أن تتم الموافقة عليها في عام 2015.

- إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الاقتران السعوي،
- إرسال القدرة لاسلكياً باستخدام دليل موجي لوحي ثنائي البعد يعمل بالموجات الصغرية،
- إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الرنين المغنطيسي في النطاق 765 6-795 6 kHz للأجهزة المتنقلة/المحمولة،
- إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الرنين المغنطيسي للأجهزة المنزلية والتجهيزات المكتبية،
- إرسال القدرة لاسلكياً للمركبات الكهربائية/المركبات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEV).

وإضافة إلى وضع وتقييم مواصفات الموجات الراديوية المستخدمة في إرسال القدرة، تؤخذ في الاعتبار آليات إرسال إشارات التحكم. كما يُنظر بحرص في مسألة التنسيق العالمي للطيف لأغراض تلبية المواصفات المعدة للسوق العالمية.

وفي يونيو 2013، وتحقيقاً لهدف وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) في وضع لوائح تنظيمية جديدة للإرسال اللاسلكي للقدرة، أنشئ فريق العمل المعني بإرسال القدرة لاسلكياً (WPT-WG) تحت إشراف اللجنة الفرعية المعنية بالبيئة الكهرمغنطيسية لاستخدام الموجات الراديوية. ومن المواضيع الرئيسية التي يقوم بها فريق العمل WPT-WG إعداد دراسات بشأن نطاقات التردد

المستعملة في تكنولوجيا WPT وتعايشها مع الأنظمة الراديوية القائمة. ويرد المزيد من المعلومات في الفصل 6. وبالإشارة إلى النتائج الأخيرة للدراسات التي أجريت في منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF)، فإن أعمالاً جديدة بشأن وضع القواعد هي في طور الإعداد. وسوف تنعكس النتائج على وضع المعايير المتعلقة بتكنولوجيا WPT.

3.1.4 كوريا

إن وزارة تكنولوجيا المعلومات والعلم والتخطيط المستقبلي (MISP) ووكالة البحوث الراديوية (RRA) التابعة لها هما الهيئتان الحكوميتان المسؤولتان عن اللوائح المتعلقة بتكنولوجيا WPT في كوريا. ويبين الجدول 1.4 المنظمات الرئيسية المعنية بوضع المعايير المتعلقة بتكنولوجيا WPT.

الجدول 1.4

وضع أنشطة التقييس في كوريا

الاسم	موقع الموارد الموحد (URL)	الوضع
الوكالة الكورية للتكنولوجيا والمعايير (KATS)	http://www.kats.go.kr/en_kats/	مستمر – إدارة شحن أجهزة متعددة
المنتدى الكوري للقدرة اللاسلكية (KWPF)	http://www.kwpf.org	مستمر – الطيف المتعلق بتكنولوجيا WPT – اللوائح التنظيمية المتعلقة بتكنولوجيا WPT – تكنولوجيا WPT القائمة على الرنين المغنطيسي – تكنولوجيا WPT القائمة على الحث المغنطيسي منجز – حالة الاستعمال – سيناريو الخدمة – المتطلبات الوظيفية – الاتصالات داخل النطاق لتكنولوجيا WPT – التحكم لإدارة تكنولوجيا WPT
رابطة تكنولوجيا الاتصالات (TTA)	http://www.tta.or.kr/English/index.jsp	منجز – حالة الاستعمال – سيناريو الخدمة – الكفاءة – التقييم – الاتصالات داخل النطاق لتكنولوجيا WPT – التحكم لإدارة تكنولوجيا WPT مستمر – تكنولوجيا WPT القائمة على الرنين المغنطيسي – تكنولوجيا WPT القائمة على الحث المغنطيسي

2.4 المنظمات الدولية

يرد في الجدول 2.4 ملخص بأسماء بعض المنظمات الدولية التي تعنى بتقييس تكنولوجيا WPT والأنشطة ذات الصلة الخاصة بها.

الجدول 2.4

المنظمات الدولية المتعلقة بتكنولوجيا WPT

اسم المنظمة	الأنشطة
اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR)	يجري نقاش تكنولوجيا WPT في اللجنة الفرعية B (المعنية بالتداخل المتصل بالأجهزة الراديوية في التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)، وبخطوط الطاقة الكهربائية الهوائية وما إلى ذلك) التابعة للجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR).
اللجنة التقنية 100 TC التابعة للجنة التقنية الدولية (IEC TC 100)	دراسة استقصائية للتقارير التقنية المتعلقة بتكنولوجيا WPT – مشروع المرحلة 0 للجنة التقنية IEC TC 100 – إنجاز الدراسة الاستقصائية: يوليو 2012 – التقارير التقنية في مرحلة الصياغة
اللجنة التقنية 69 TC التابعة للجنة الكهرتقنية الدولية (IEC TC 69)	يجري نقاش تكنولوجيا WPT الخاصة بالسيارات داخل فريق العمل WG4 التابع للجنة التقنية IEC TC 69 (مركبات الطرق الكهربائية والشاحنات الصناعية الكهربائية) واللجنة التقنية T22 في المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO TC22.
اللجنة الفرعية 6 التابعة للجنة التقنية المشتركة 1 بين منظمة التوحيد القياسي واللجنة الكهرتقنية الدولية (ISO/IEC JTC 1/ SC 6)	بروتوكول الطبقة المادية وطبقة MAC داخل النطاق الخاص بتكنولوجيا WPT – اللجنة الفرعية ISO/IEC JTC 1 SC 6 – تمت الموافقة على بند العمل في يناير 2012. – يوزع البروتوكول مع وثيقة العمل
فرقة العمل 1A التابعة للجنة الدراسات 1 لقطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R SG1 WP1A)	توصية/تقرير بشأن الجوانب التنظيمية والمتعلقة بالطيف في تكنولوجيا WPT – المسألة ITU-R 210-3/1 – تم تحديث المسألة في نوفمبر 2012. – إنشاء فريق المراسلة CG-WPT في يونيو 2013 من أجل وضع التقرير/التوصية.
رابطة الإلكترونيات الاستهلاكية (CEA)	يجري نقاش تكنولوجيا WPT والقضايا المتصلة بها داخل الفريق التقني CEA R6-TG1 (فريق المهام المشترك المعني بالشحن اللاسلكي).
جمعية مهندسي السيارات (SAE)	بدأ نشاط التقييس في تكنولوجيا WPT منذ عام 2010. وجرى استعراض المواصفات المقترحة من قبل الجهات المصنعة للمعدات. وتستكمل عملية التقييس في الفترة 2013-2014 على غرار خطط اللجنة الكهرتقنية الدولية. ويجري النظر حالياً في اختيار نطاقات التردد المحددة للبت فيها مستقبلاً.
التحالف بشأن القدرة اللاسلكية (A4WP)	اقتران رنيني مغنطيسي غير إشعاعي في المدى القريب والمتوسط (اقتران عالي الرنين) (تكنولوجيا WPT ذات اقتران ضعيف) – إنجاز المواصفة التقنية الأساسية في عام 2012 – صدور المواصفة التقنية (الإصدار 1) في يناير 2013
التخطيط والتنسيق اللاسلكي (WPC)	إيجاد حلول للاقتران الحثي الوثيق عبر مدى من مستويات القدرة. يرد في المواقع الإلكترونية أكثر من 120 عضواً و80 منتجاً معتمداً بما في ذلك الملحقات والشواحن والأجهزة. – صدور المواصفة التقنية (الإصدار 1) في يوليو 2010
فريق العمل المعني بتكنولوجيا WPT للصين واليابان وكوريا	فريق العمل المعني بتكنولوجيا WPT التابع لاجتماع تكنولوجيا المعلومات للصين واليابان وكوريا تبادل المعلومات في المنطقة لإجراء دراسات ومسوحات بشأن تكنولوجيا WPT المنخفضة القدرة والمرتفعة القدرة – إصدار التقرير التقني الأول بشأن تكنولوجيا WPT للصين واليابان وكوريا في أبريل 2013 – إصدار التقرير التقني الثاني بشأن تكنولوجيا WPT للصين واليابان وكوريا في ربيع 2014

1.2.4 اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي التابعة للجنة الكهرتقنية الدولية (IEC CISPR)

انطلاقاً من وجهة نظر تنظيمية، يمكن للجنة IEC CISPR أن تصنف تطبيقات الإرسال اللاسلكي للقدرة وفق ما يلي:

أ) تطبيقات WPT التي توفر الإرسال اللاسلكي للقدرة عند تردد تشغيل معين دون إرسال بيانات إضافية؛

ب) تطبيقات WPT التي تستعمل أيضاً (نطاق) ترددات الإرسال اللاسلكي للقدرة لإرسال بيانات إضافية أو للاتصالات بالجهاز الثانوي؛

ج) تطبيقات WPT التي تستعمل ترددات غير تلك المستعملة في الإرسال اللاسلكي للقدرة لإرسال بيانات إضافية أو للاتصالات بالجهاز الثانوي.

غير أن اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) (حماية الاستقبال الراديوي) ترى أنه لا داعي للتمييز بين النوعين أ) وب) من أنواع تطبيقات WPT. ففي كلتا الحالتين، سوف تغلب على إمكانية تداخل الترددات الراديوية (RFI) الناجم عن تطبيقات WPT الوظيفة الأولية وحدها الخاصة بهذه التطبيقات، وهي الإرسال اللاسلكي للقدرة عند التردد المعين (أو ضمن نطاق الترددات المعين). وبما أن معايير CISPR تقدم بالفعل مجموعة كاملة من الحدود وطرائق القياس اللازمة للتحكم بالبث المطلوب وغير المطلوب والهامشي الناجم عن تطبيقات WPT وفقاً للبند أ) أو ب)، فإننا على يقين بأن مجرد الاستمرار بتطبيق هذه المعايير يُعد كافياً. ومن الواضح أنه يمكن استخدام هذه المعايير في اللوائح المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي العام للمنتجات الكهربائية والإلكترونية، كما هو الحال مثلاً في التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM).

وفيما يتعلق بتطبيقات WPT وفقاً للبند ج) أعلاه، ينبغي الاستمرار بتطبيق اللوائح القائمة المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي العام على الوظيفة الأولية لتكنولوجيا WPT (بما في ذلك إرسال البيانات الإضافية، إن وجدت، وفقاً للبند ب) أعلاه). ويجوز بمعزل عن ذلك تطبيق المزيد من لوائح الراديو على أي إرسال أو اتصال راديوي للبيانات عند ترددات تختلف عن تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة. وفي هذه الحالة، قد يكون من الضروري أن تراعي التجهيزات الراديوية أيضاً معايير أخرى وظيفية أو متعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي. وينبغي القيام دائماً بإجراء تقييم لإمكانية التداخل الراديوي الناجم عن تطبيقات WPT وفقاً للبند ج) أعلاه فيما يتعلق بحماية الاستقبال الراديوي بشكل عام وكذلك بالتوافق/التعايش مع الأجهزة أو الخدمات الراديوية الأخرى. وينبغي أن يتضمن التقييم تطبيق معيار اللجنة CISPR الخاص بذلك ومعيار (معايير) التوافق الكهرمغنطيسي والوظيفي المتعلق بمكونات الاتصالات الراديوية أو وحدات نظام الإرسال اللاسلكي للقدرة.

وتكمن الطريقة العادية لتطبيق هذه المعايير في استعمالها في اختبار النوع. وسواء كانت اللوائح وطنية أم إقليمية، فمن الممكن استخدام نتائج اختبار النوع كأساس لموافقة هيئة إقرار النوع على النوع، أو لأشكال أخرى من تقييم المطابقة والتصريح عنها.

ويرد في الجدول 3.4 مقترح مقدم من اللجنة CISPR بشأن تصنيف التجهيزات الإلكترونية للتغذية التي توفر إرسالاً لاسلكياً للقدرة (WPT) وبشأن استعمال معايير البث CISPR EMC في اللوائح الإقليمية و/أو الوطنية. ويعتبر هذا المقترح أيضاً صالحاً بالنسبة لتطبيقات WPT ضمن نطاق المعيار CISPR 14-1 (الأجهزة المنزلية والأدوات الكهربائية والأجهزة المماثلة) والمعيار CISPR 15 (تجهيزات الإنارة) والمعيار CISPR 32 (تجهيزات استقبال البث الإذاعي والوسائط المتعددة). فبالنسبة لهذه التطبيقات، يجب الاستعاضة عن الإشارة إلى المعيار CISPR 11 (المعدات الصناعية والعلمية والطبية) بالإشارة إلى المعايير ذات الصلة الصادرة عن اللجنة CISPR.

واللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) على وشك توسيع قابلية تطبيق متطلبات التجهيزات الإلكترونية لتغذية نظام WPT ضمن نطاق المعيار CISPR 11، وإجراء التعديلات المناسبة في وقت لاحق لتشمل تطبيقات WPT ضمن نطاق المعايير CISPR 14-1 وCISPR 15 وCISPR 32. وحالياً يعتبر المعيار CISPR 11 المعيار الوحيد الذي يقدم مجموعة كاملة من متطلبات البث اللازمة لإجراء اختبارات النوع على تطبيقات WPT، وذلك في مدى الترددات الواقع بين 150 kHz وحتى 1 GHz، أو حتى 18 GHz، على التوالي.

واللجنة CISPR على علم بوجود فجوة مشتركة في المعايير الصادرة عن اللجنة CISPR والمتعلقة بالتحكم بالتداخل بالتوصيل والتداخل المشع الناجمين عن تجهيزات WPT في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و150 kHz. ويشكل التحكم بهذين النوعين من التداخل قضية جوهرية فيما لو كانت تجهيزات WPT المعنية تَستخدم بالفعل الترددات الأساسية أو التشغيلية الموزعة في هذا المدى من الترددات.

ولمجرد العلم: فقد وافقت اللجنة الفرعية CISPR/B على توضيح التصنيف الخاص بالمجموعة 2 في المعيار CISPR 11 بحيث يشمل تجهيزات الإرسال اللاسلكي للقدرة كما يلي:

تجهيزات المجموعة 2: تشمل المجموعة 2 جميع التجهيزات الراديوية الصناعية والعلمية والطبية (ISM) التي يتم فيها توليد واستعمال الطاقة الراديوية في المدى الواقع بين 9 kHz و400 GHz عمداً على شكل إشعاع كهرمغنطيسي، واقتران حثي و/أو سِعوي، وذلك بهدف معالجة المواد، أو لأغراض الفحص/التحليل، أو لإرسال الطاقة الكهرمغنطيسية.

هذا التعريف المعدّل يرد في المعيار CISPR/B/598/CDV الذي تمت الموافقة عليه خلال التصويت الوطني في عام 2014. وهو يشمل مشروع "الصيانة العامة" (GM) للإصدار 5.1 من المعيار CISPR 11 (2010) وسينتج عنه الإصدار 6.0 من المعيار CISPR 11 الذي سينشر في صيف عام 2015 إذا تمت الموافقة النهائية عليه، وسيغطي:

أ) التعريف الموسّع والتام لتجهيزات المجموعة 2 التي تشمل أيضاً أي نوع من المنتجات الإلكترونية لتغذية نظام WPT بالطاقة،

ب) مجموعة الحدود الأساسية للبث وطرائق القياس التي تم الاتفاق عليها حتى الآن لإجراء اختبارات النوع على المنتجات الإلكترونية لتغذية نظام WPT بالطاقة.

تجدر الإشارة إلى أن معايير اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي تتألف من مجموعة من طرائق القياس الملائمة والحدود المناسبة للتداخل بالتوصيل و/أو التداخل المشع المسموح به في مدى الترددات الراديوية المطبق. وبالنسبة لتجهيزات المجموعة 2، فإن المعيار CISPR 11 يحدد حالياً هذه المتطلبات في مدى الترددات الواقع بين 150 kHz و18 GHz. وهذه المعايير تطبق أيضاً، وبشكل مبدئي في الوقت الحاضر، على جميع أنواع التجهيزات الإلكترونية لتغذية نظام WPT بالطاقة.

وتوصي اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي بشكل ملح بالاعتراف بتقارير اختبار النوع التي تتحقق من الامتثال لمتطلبات البث التي وضعتها اللجنة باعتبارها موافقة على النوع، وذلك لتطبيقات WPT المجهزة أو غير المجهزة بسبل إرسال بيانات إضافية أو بسبل الاتصالات على التردد نفسه للإرسال اللاسلكي للقدرة (انظر أيضاً الحالتين 1 و2 في الجدول 3.4).

الجدول 3.4

توصية اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) بشأن تصنيف التجهيزات الإلكترونية للتغذية التي توفر إرسالاً لاسلكياً للقدرة وبشأن استخدام معايير البث CISPR EMC في اللوائح الإقليمية و/أو الوطنية

الحالة	اللوائح ذات الصلة	مواصفات أخرى يستخدمها المنظمون أيضاً	المتطلبات/المعايير الأساسية المطبقة		
			EMF	EMC	راديوية
1 أنظمة WPT من دون إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات	EMC لوائح الراديو لأجهزة ISM	التوصية ITU-R SM.1056-1	IEC 62311 (IEC 62479)	اللجنة 2 IEC/CISPR 11 (أو بشكل أدق معيار منتجات IEC عند توفرها)	لا ينطبق
2 أنظمة WPT مع إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على نفس تردد إرسال القدرة	EMC لوائح الراديو لأجهزة ISM	التوصية ITU-R SM.1056-1	IEC 62311 (IEC 62479)	اللجنة 2 IEC/CISPR 11 (أو بشكل أدق معيار منتجات IEC عند توفرها)	التطبيق غير ضروري
3 أنظمة WPT مع إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على تردد مختلف عن تردد إرسال القدرة	EMC لوائح الراديو لأجهزة ISM	لإجراء تقييم نهائي لإمكانية التداخل الراديوي لوظيفة WPT في النظام الإلكتروني لتغذية WPT، يوصى بتطبيق قاعدة الحالة 1 أو الحالة 2.			
	استخدام فعّال لطيف التردد الراديوي لوائح الراديو للأجهزة الراديوية	لإجراء تقييم نهائي لوظيفة التحكم بالإشارة الراديوية و/أو الاتصالات الخاصة بالنظام الإلكتروني لتغذية WPT، يجوز إضافة إلى ذلك تطبيق اللوائح الوطنية و/أو الإقليمية (من قبيل إصدار التراخيص و/أو تقييم المطابقة فيما يتعلق بالاستخدام الفعّال لطيف التردد الراديوي، ولإجراء اختبار النوع، يمكن استخدام المعايير الوطنية أو الإقليمية المناسبة للتجهيزات الراديوية كما هو الحال مثلاً وفقاً للتوصية ITU-R SM.2153-1 (أجهزة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى).			

الحالة 3: إذا كانت تجهيزات الإرسال اللاسلكي للقدرة تعمل مصحوبة بوظيفة إرسال البيانات أو الاتصالات باستعمال تردد مختلف عن التردد المستعمل لتجهيزات WPT، عندئذ:

أ) ينبغي اعتبار امتثال وظيفة الإرسال اللاسلكي للقدرة لمتطلبات البث المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي والمحددة في المعيار ذي الصلة الصادر عن اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي بأنه إرساء لمبدأ الامتثال للوائح الوطنية و/أو الإقليمية القائمة بشأن التوافق الكهرمغنطيسي وفقاً للتوصية ITU-R SM.1056-1، وذلك فيما يتعلق بأي بث مطلوب وغير مطلوب وهامشي ناجم عن الإرسال اللاسلكي للقدرة في مدى الترددات الراديوية؛

ب) ينبغي اعتبار امتثال وظيفة إرسال البيانات و/أو الاتصالات لمتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي والمتطلبات الوظيفية للتجهيزات الراديوية المحددة في المواصفات والمعايير الوطنية و/أو الإقليمية بشأن التحكم في الاستخدام الفعال لطيف الترددات الراديوية بأنه إرساء لمبدأ الامتثال للوائح الوطنية و/أو الإقليمية القائمة بشأن الأجهزة أو الوحدات الراديوية التي تشكل جزءاً من نظام WPT قيد الاختبار، وذلك فيما يتعلق بأي بث مطلوب وغير مطلوب وهامشي يمكن أن يعزى إلى وظيفة إرسال البيانات و/أو الاتصالات.

في الحالة 3، يعتبر نظام WPT قيد الاختبار بمثابة تجهيزات متعددة الوظائف. وينبغي أن تعطى الموافقة على النوع إذا ثبت أن النوع ذي الصلة من تجهيزات WPT يمتثل للمتطلبات الأساسية للبث (والحصانة) المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي والمحددة في معيار (معايير) اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (أو معايير التوافق الكهرمغنطيسي (EMC) الأخرى) بالنسبة لوظيفة WPT، انظر الفقرة أ). وهناك شرط مسبق آخر لإعطاء الموافقة على النوع يتمثل بضرورة إثبات أن الجهاز الراديوي أو الوحدة الراديوية التي

تشكل جزءاً لا يتجزأ من أنظمة WPT تمتثل لمتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي والمتطلبات الوظيفية الخاصة بالتجهيزات الراديوية والمحددة في المواصفات والمعايير الوطنية أو الإقليمية ذات الصلة بشأن التجهيزات الراديوية.

وتراعي اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) في الوقت الحاضر النُهُج المتناقضة للسلطات الوطنية و/أو الإقليمية بشأن الموافقة على النوع وتقييم التوافق والترخيص للأعمال التجارية بالترافق مع السماح بتشغيل واستعمال تطبيقات WPT في هذا المجال.

ومع أن باستطاعة السلطات الأوروبية أن تضع بالتأكيد تصوراً لتطبيق حصري للإطار التنظيمي الأوروبي بشأن أجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى (SRD) في الحالة 2، فإن لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) في الولايات المتحدة الأمريكية قد أشارت إلى أن أجهزة WPT التي تعمل على ترددات أعلى من 9 kHz يجب اعتبارها مرسلات بالإشعاع المقصود وهي تخضع بالتالي للجزء 15 و/أو الجزء 18 من قواعد اللجنة FCC. ويعتمد الجزء المحدد من القواعد المطبقة على كيفية تشغيل الجهاز، وما إذا كان هناك اتصال بين الشاحن والجهاز الذي يجري شحنه.

ويتضمن الجدول 4.4 لمحة عامة عن اللوائح الحالية المطبقة في أوروبا. وتجدر الإشارة إلى أن اللجنة المعنية بتقييم مطابقة تجهيزات الاتصالات وبمراقبة السوق (TCAM)، التابعة للمفوضية الأوروبية، قد وافقت في اجتماعها المنعقد في فبراير 2013 على هذه المقترحات المقدمة من اللجنتين الأوروبيتين المعنيتين بوضع المعايير، وهما اللجنة الأوروبية للتوحيد القياسي للتقنيات الكهربائية (CENELEC) والمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI). وبقيامها بذلك، تكون اللجنة TCAM قد أوضحت أن اللوائح الأوروبية تطبق على جميع أنواع الأجهزة الحالية والمرتقبة للإرسال اللاسلكي للقدرة.

وفيما يتعلق بالحالة 2، فإن بيانات المطابقة (DoC) بالإشارة حصراً إلى التوجيه الخاص بالتوافق الكهرمغنطيسي سوف تقبل بالنسبة لنوع معين من الأجهزة الإلكترونية لتغذية نظام WPT مع أو بدون إرسال إضافي للبيانات على تردد WPT، ومهما بلغت قدرة خرجه الاسمية، طالما أمكن تبيان أن جهاز WPT يفي بمتطلبات البث الخاصة بتجهيزات المجموعة 2 المحددة في المعيار EN 55011 (انظر الحالة 2أ). بالإضافة إلى ذلك، تتيح الحالة 2ب لبيانات المطابقة إمكانية الرجوع حصراً إلى التوجيه المتعلق بالتجهيزات الطرفية للراديو والاتصالات (R&TTE) طالما أمكن تبيان أن جهاز WPT المعني يفي بمتطلبات التوافق الكهرمغنطيسي المنسّق وبالمعايير الوظيفية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات بشأن تجهيزات الاتصالات الراديوية.

الجدول 4.4

اللوائح الأوروبية المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي (EMC) والاستعمال الفعال لطيف الترددات الراديوية (RF) (TCAM، وCEPT/ERC، واللجنتان المعنيتان بوضع المعايير ETSI وCENELEC)

الحالة	التوجيه ذو الصلة	مواصفات أخرى يستخدمها المنظمون	المتطلبات/المعايير الأساسية المطبقة		
			EMF	EMC	راديوية
1 أنظمة WPT من دون إرسال للبيانات أو وظيفة الاتصالات	توجيه EMC	لا يوجد	EN 62311 (EN 62479) أو معايير مطبقة أخرى من OJEU مدرجة تحت التوجيه الخاص بالفلطية المنخفضة	EN 55011 اللجنة 2 (أو معيار CENELEC أكثر تحديداً، في حال توفره)	لا ينطبق

الجدول 4.4 *(تتمة)*

الحالة	التوجيه ذو الصلة	مواصفات أخرى يستخدمها المنظمون	المتطلبات/المعايير الأساسية المطبقة		
			EMF	EMC	راديوية
2أ أنظمة WPT مع إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على نفس تردد إرسال القدرة (أي معدل لإرسال القدرة)	توجيه EMC	لا يوجد	انظر أعلاه	انظر أعلاه	التطبيق غير ضروري
ملاحظة – يمكن حالياً إجراء اختبارات النوع على التجهيزات الإلكترونية لتغذية تجهيزات WPT مع أو بدون إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على نفس التردد في النطاق الراديوي وذلك استناداً إلى المعيار EN 55011. ولا يوجد قيود على قدرة الخرج الاسمية طالما أن بالإمكان تبيان أن نوع المنتج المعني يلبي متطلبات البث المحددة في المعيار EN 50011. ويتوقع أن تبدأ CENELEC بسد الفجوة في الحدود المدرجة في المعيار EN 55011 والمتعلقة بالبث بالإيصال والبث المشع في المدى الواقع بين9 kHz و150 kHz ولا سيما بالنسبة للتجهيزات الإلكترونية لتغذية تجهيزات WPT التي تستعمل ترددات التشغيل الأساسية الموزعة في نطاق الترددات ذاك. ويتوقع أيضاً أن تبدأ CENELEC بتكييف حدود البث الخاص بأجهزة WPT مع المعايير الأخرى لمنتجات EMC أيضاً.					
2ب أنظمة WPT مع إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على نفس تردد إرسال القدرة (معدل محدود لإرسال القدرة)	توجيه R&TTE	لا يوجد	معايير EMC للأجهزة الراديوية	معايير EMC للأجهزة الراديوية	معايير وظيفية للأجهزة الراديوية
		9 kHz < النطاق < 30 MHz	EN 62311 (EN 62479)	EN 301 489-1/3	EN 300 330
		30 MHz < النطاق < 1 GHz			EN 300 220
		1 GHz < النطاق < 40 GHz			EN 300 440
ملاحظة – حيثما أمكن، يمكن استعمال مجموعة من معايير ETSI مثل EN 301 489-1/3 وأحد المعايير الوظيفية الراديوية ETSI لإجراء اختبارات النوع على الأجهزة قصيرة المدى التي توفر الإرسال اللاسلكي للقدرة وإرسالاً راديوياً للبيانات أو وظيفة للاتصالات على نفس التردد الراديوي. ولا تزال إمكانية اختبارات النوع على الأجهزة قصيرة المدى مع وظائف WPT تقتصر على مستويات خرج القدرة الاسمية المنخفضة. والعمل جار في معهد ETSI لتكييف المعيار EN 300 330 بحيث ينطبق على اختبارات النوع في الأجهزة القصيرة المدى مع وظائف WPT ومعدلات خرج للقدرة تصل إلى بضع عشرات من الواط.					
3 أنظمة WPT مع إرسال للبيانات أو وظيفة للاتصالات على تردد إرسال القدرة	توجيه EMC	لإجراء تقييم نهائي لإمكانية حدوث تداخل راديوي مع وظيفة WPT مع أو بدون إرسال للبيانات على نفس التردد، تطبق القواعد المتعلقة بالحالة 1 أو الحالة 2أ أو 2ب على التوالي.			
	توجيه R&TTE (وظيفة الاتصالات الراديوية)	لا يوجد	معايير EMC للأجهزة الراديوية	معايير EMC للأجهزة الراديوية	معايير وظيفية للأجهزة الراديوية
		9 kHz < النطاق < 30 MHz	EN 62311 (EN 62479)	EN 301 489-1/3	EN 300 330
		30 MHz < النطاق < 1 GHz			EN 300 220
		1 GHz < النطاق < 40 GHz			EN 300 440
ملاحظة – إن مجموعة المعيارين EN 301 489-1/3 من معايير ETSI هي مجرد مثال وتستعمل لاختبارات النوع في وحدات الأجهزة قصيرة المدى شريطة أن يخضع إرسال البيانات و/أو وظيفة الاتصالات في المنتج WPT لاختبار النوع. ومن الناحية المبدئية، يمكن استعمال أي نوع آخر من التطبيقات الراديوية التي تحقق الغرض من الإرسال المحلي للبيانات و/أو الاتصالات الراديوية بين الأجهزة التي تكون نظام الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT). وفي هذه الحالة، تطبق مجموعات أخرى من معايير ETSI المنسقة الوظيفية أو المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي، وعلى سبيل المثال المعايير EN 300 328 وEN 301 489-1/17 في نظام بلوتوث تبعاً لتكنولوجيا الاتصالات.					

وبما أن اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) مهتمة بإيجاد طريقة منسقة للمداولات التي تجري في جميع أنحاء العالم بشأن اللوائح الإضافية الإقليمية أو الوطنية لتطبيقات WPT، فهي توصي بتكييف النهج المقترح في الحالات 1 و2 و3.

وكما أُشير إليه أعلاه، ثمة فجوة في المعيار CISPR 11 تتعلق بالمتطلبات الأساسية للبث في نطاق الترددات 9-150 kHz. ومع ذلك، فإن الفجوة الواضحة في الوقت الحاضر لم تؤكّد إلا بالنسبة للأجهزة الإلكترونية لتغذية نظام WPT ضمن نطاق المعيار CISPR 11 الذي يستعمل ترددات التشغيل (أو الترددات الأساسية) في المدى الواقع تحت 150 kHz. ولهذا السبب، إذا كانت الحدود مبينة في مدى الترددات، فمن الأفضل أن لا يتم تطبيقها إلا على التجهيزات الإلكترونية لتغذية نظام WPT بالطاقة.

وتوصي اللجنة الفرعية CISPR/B بتطبيق الحدود القائمة الخاصة بالمجموعة 2 على أي من الأجهزة الإلكترونية لتغذية نظام WPT بالطاقة. وباعتمادها هذا الأسلوب، فإنها لا تعتبر أن هناك ضرورة لاستشارة قطاع الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات بشأن التوزيع الممكن لمزيد من نطاقات ترددات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية.

2.2.4 اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP)

تعتبر مستويات التعرض الخاصة باللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) المرجع المقبول والمتداول عالمياً، في حين تقاس عتبة مستوى التعرض للبلدان بمقارنتها بمستويات التعرض الخاصة باللجنة ICNIRP. ويشير هذا الموضوع إلى نطاقات التردد المتصلة بالإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT).

وقد نشرت اللجنة ICNIRP مبادئ توجيهية بشأن التعرض البشري للمجالات الكهرمغنطيسية. وفي عامي 1998 [7] و2010 [8] صدر منشوران عن هذه المبادئ التوجيهية يمكن تطبيقهما على تكنولوجيا WPT. وتصف هذه المبادئ التوجيهية القيود الأساسية والمستويات المرجعية للتعرض. ويُطلق على تقييدات التعرض القائمة على أساس الكميات الفيزيائية التي تتصل مباشرة بالتأثيرات الصحية المثبتة اسم القيود الأساسية. وفي المبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة ICNIRP، تمثل شدة المجال الكهربائي الداخلي الكمية الفيزيائية المستخدمة لتحديد القيود الأساسية المفروضة على التعرض للمجالات الكهرمغنطيسية، وذلك لأن المجال الكهربائي هو الذي يؤثر على الخلايا العصبية والخلايا الأخرى الحساسة للكهرباء. ومع ذلك يصعب تقييم شدة المجال الكهربائي الداخلي، وبالتالي تعطى مستويات التعرض المرجعية لأغراض إجراء التقييم العملي للتعرض.

ومن شأن الامتثال للمستوى المرجعي أن يكفل الامتثال للقيود الأساسية الوثيقة الصلة. وإذا ما تجاوزت القيم المقيسة أو المحسوبة المستوى المرجعي، فلا يستتبع ذلك بالضرورة تجاوز القيود الأساسية. أما حين يتم تجاوز مستوى مرجعي ما، فإنه من الضروري التدقيق في الامتثال للقيود الأساسية الوثيقة الصلة والبت فيما إن كان من الضروري إجراء المزيد من القياسات الوقائية. فالمستويات المرجعية الخاصة باللجنة ICNIRP بشأن التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية مقبولة ومتداولة في جميع أنحاء العالم، وتقاس عتبة المستويات المحددة لدى البلدان بمقارنتها بالمستويات المرجعية الخاصة باللجنة ICNIRP.

ويجوز لمشغلي تكنولوجيا WPT اتخاذ ما يلزم من خطوات لتوفير حماية كافية للجمهور من تأثيرات المجالات الكهرمغنطيسية.

ويورد الملحق 3 القياسات الحديثة التي أجريت في اليابان للبث الناجم عن المجال المغنطيسي والمتعلق بالتعرض للتردد الراديوي في تكنولوجيا WPT. ويُشجّع على إجراء قياسات إضافية لشدة المجال بالقرب من تجهيزات الإرسال اللاسلكي للقدرة.

5 وضع الطيف

1.5 النطاقات التي لا تخص التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والمستعملة على صعيد وطني في إرسال القدرة لاسلكياً (WPT)

kHz 48-42

kHz 58-52

kHz 90-79

kHz 100 إلى kHz 205

kHz 425 إلى kHz 524

يلخص الجدول 1.5 نطاقات التردد قيد الدراسة والمعلمات الرئيسية لهذه التطبيقات. وترد فيه أيضاً الأنظمة القائمة المعنية التي تتطلب تعايشاً مع هذه النطاقات.

'1' الحث المغنطيسي

يبلغ مدى الترددات المتوقع لتطبيقات الحث المغنطيسي 100-205 kHz. وبالنظر لحالات الاستعمال الراهنة والظروف التقنية، يتوقع أن يكون تشغيل الإرسال اللاسلكي للقدرة مطابقاً للقواعد المحلية والدولية والمبادئ التوجيهية المتعلقة بحدود البث المشع وحدود التعرض للتردد الراديوي.

تم بالفعل إدخال بعض المنتجات القائمة على تكنولوجيا الحث المغنطيسي في بعض البلدان.

'2' الحث المغنطيسي عالي القدرة

يكون نطاق الترددات مماثلاً لذلك الخاص بتطبيقات السيارات الكهربائية (انظر أدناه).

ويوجد عدد كبير من الأجهزة والأنظمة القائمة بما في ذلك أجهزة الراديو الميقاتية والأنظمة الراديوية للقطارات التي تعمل على ترددات مماثلة لترددات تطبيقات الحث المغنطيسي عالي القدرة، ومن ثَمّ هناك ضرورة لإجراء دراسات التعايش.

'3' الاقتران السَّعوي

تُصمَّم أنظمة الإرسال اللاسلكي للقدرة القائمة على الاقتران السِّعوي أساساً لاستعمال نطاق الترددات 425-524 kHz. ويكون فيها مستوى قدرة الإرسال أقل من 100 W. وهناك عدة أسباب لاختيار التردد نوردها كما يلي.

السبب الأول هو موازنة الكفاءة مع حجم المعدات. فهناك عدد كبير من القطع التي تصمم لكي تستعمل في هذا النطاق، مثل المعكاسات والمقوّمات وما إلى ذلك، وينتج عنها مجموعة أوسع من المكونات ذات الأداء منخفض الخسارة التي تحقق التصميم الأمثل لتجهيزات WPT. وتمثل المحولات القطع الأساسية في نظام الإرسال اللاسلكي للقدرة القائم على الاقتران السعوي. ويعتمد أداء المحولات على قيمة عامل الجودة Q الخاص بالمادة الفرّيتية، الذي يمكن استمثاله في مدى الترددات هذا. ونتيجة لذلك تتراوح الكفاءة الإجمالية لنظام الاقتران السِّعوي من 70% إلى 85%.

والسبب الثاني هو القدرة على كبت البث غير المطلوب الناجم عن المجال الكهربائي بهدف التعايش مع الأنظمة القائمة في نطاقات التردد المجاورة مثل البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM). وتجري حالياً دراسة قناع الطيف في أنظمة الإرسال اللاسلكي للقدرة القائمة على الاقتران السِّعوي في مدى التردد 425-524 kHz بحيث يلبي شروط التعايش مع البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي وغير ذلك من الخدمات.

'4' مركبات الرَّكّاب الكهربائية

في هذه الفقرة، يستعمل الرمز "EV" لكل من المركبات الكهربائية والمركبات الكهربائية الهجينة القابلة للشحن (PHEV).

في اليابان، نظر في مسألة الإرسال اللاسلكي للقدرة في السيارات الكهربائية أثناء توقفها كلّ من منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) وجمعية مهندسي السيارات (SAE) والمعهد الياباني لبحوث السيارات (JARI). وقد تقرر أن مدى الترددات 20-200 kHz يمتاز بتحقيق كفاءة عالية لإرسال الطاقة في تصميم الدارات عالية القدرة. وكانت النطاقات الفرعية 42-48 kHz و52-58 kHz و79-90 kHz و140,91-148,5 kHz محوراً لدراسات تقاسم الطيف ومباحثات التعايش المتصلة بالتطبيقات القائمة بما في ذلك أجهزة الراديو الميقاتية والأنظمة الراديوية للقطارات. وحالياً يعتبر المدى 79-90 kHz المدى المرشح الأكثر احتمالاً لتكنولوجيا WPT لأن الدراسات الجارية حالياً في منتدى النطاق العريض اللاسلكي واللجنة الكهرتقنية الدولية وجمعية مهندسي السيارات والمعهد الياباني لبحوث السيارات تدل على تدني احتمال إحداث تداخل مع الخدمات الأخرى عند استعمال هذا النطاق.

'5' المركبات الكهربائية الثقيلة

في مايو 2011، قامت الحكومة الكورية بتخصيص الترددين 20 kHz (19-21 kHz) و60 kHz (59-61 kHz) للمركبات الكهربائية الموصولة (OLEV). ويمكن استعمال هذين الترددين في أي نوع من المركبات في كوريا سواء كانت مركبات ثقيلة أو معدّة للركاب. ولا يزال نظام OLEV حالياً في مرحلة التجربة وقد منح ترخيصاً للعمل في موقع واحد فقط.

2.5 النطاقات التي تخص التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والمستعملة على صعيد وطني في إرسال القدرة لاسلكياً

kHz 6 795-6 765

MHz 13,56

'1' الرنين المغنطيسي

يدعم نطاق الترددات 765 6-795 6 kHz في بعض البلدان عمل أنظمة الإرسال اللاسلكي المنخفضة القدرة القائمة على الرنين المغنطيسي. ويطلق على النطاق 765 6-795 6 kHz في الرقم **138.5** من لوائح الراديو اسم النطاق ISM (أي نطاق التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية).

وبإمكان معدات ISM التي يصل حد القدرة الراديوية المرسلة فيها إلى 50 W أن تستخدم هذا النطاق في اليابان من دون ترخيص. ويجري البحث في وضع قاعدة جديدة لإقرار النوع في تجهيزات WPT، مما قد يسمح بقدرة إرسال أكبر من 50 W.

ويرد فيما يلي ملخص للأسباب التي تجعل نطاق الترددات 765 6-795 6 kHz النطاق المفضل في تكنولوجيا الإرسال اللاسلكي للقدرة القائمة على الرنين المغنطيسي:

- تصنيف هذا النطاق على أنه نطاق التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM).
- قيام عدد من المنظمات المعنية بوضع المعايير بوضع معايير لتكنولوجيا WPT لاستعمالها في المدى 765 6-795 6 kHz.
- إمكانية اعتماد أبعاد فيزيائية صغيرة لمكونات أجهزة WPT، كملفات إرسال القدرة وملفات أجهزة الاستقبال على سبيل المثال.

ويستعمل النطاق 13,56 MHz في كوريا في نظارات WPT المشحونة الثلاثية الأبعاد لمشاهدة التلفزيون ثلاثي الأبعاد.

الجدول 1.5

نطاقات التردد قيد الدراسة والمعلمات الرئيسية والأنظمة القائمة على الإرسال اللاسلكي للقدرة في الأجهزة المتنقلة/المحمولة والتجهيزات المنزلية/المكتبية

	الحث المغنطيسي (قدرة منخفضة)	الاقتران الرنيني المغنطيسي	الحث المغنطيسي (قدرة عالية)	الاقتران السَّعوي
أنواع التطبيقات	الأجهزة المتنقلة/المحمولة، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة	الأجهزة المتنقلة/المحمولة، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة	الأجهزة المنزلية، التجهيزات المكتبية (بما في ذلك التطبيقات عالية القدرة)	الأجهزة المحمولة، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة
المبدأ التكنولوجي	الحث بالرنين المغنطيسي	رنين مرتفع		إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة المجال الكهربائي
البلدان التي تنظر في استخدام التطبيق	متوفر تجارياً في اليابان وكوريا	اليابان، كوريا	اليابان	اليابان

الجدول 1.5 *(تتمة)*

	الحث المغنطيسي (قدرة منخفضة)	الاقتران الرنيني المغنطيسي	الحث المغنطيسي (قدرة عالية)	الاقتران السَّعوي
نطاقات التردد قيد الدراسة	اليابان: kHz 205-110	اليابان: kHz 6 795-6 765	اليابان: kHz 38-20,05، kHz 58-42، kHz 100-62	اليابان: kHz 524-425
نطاقات التردد المخصصة على الصعيد الوطني	كوريا: kHz 205-100	كوريا: kHz 6 795-6 765		
مدى القدرة قيد البحث		اليابان: عدة واط - حتى W 100	اليابان: عدة واط - حتى kW 1,5	اليابان: حتى W100
المزايا	طيف منسق عالمياً كفاءة عالية لإرسال القدرة	– إمكانية توفر الطيف عالمياً – مرونة في وضع طرف الاستقبال وبُعده – يستطيع المرسل أن يزود عدة مستقبلات بالطاقة ضمن مدى كبير حالياً	– قدرة متزايدة – مرونة في وضع طرف الاستقبال وبُعده – يستطيع المرسل أن يزود عدة مستقبلات بالطاقة ضمن مدى كبير حالياً	كفاءة عالية (70-85%) – عدم توليد الحرارة على الإلكترود – مستوى بث منخفض – حرية في الموقع الأفقي
مجالات التطبيق	الأجهزة المحمولة، تجهيزات الاتصالات، المجالات الصناعية، مجالات محددة	الأجهزة المتنقلة/المحمولة، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة، الأجهزة المنزلية (منخفضة القدرة)	الأجهزة المنزلية (عالية القدرة)، التجهيزات المكتبية	الأجهزة المتنقلة/المحمولة، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة، التجهيزات المنزلية والمكتبية
الاتحادات/المعايير الدولية ذات الصلة	اتحاد القدرة اللاسلكية (WPC) [6]	الاتحاد المعني بالقدرة اللاسلكية (A4WP) [4]		
الهيئات القائمة المعنية بتقاسم الطيف		اليابان: الأنظمة الراديوية المتنقلة/الثابتة كوريا: النطاق ISM	اليابان: أجهزة الراديو الميقاتية (40 kHz، 60 kHz) الأنظمة الراديوية للقطارات (10-250 kHz)	اليابان: البث الإذاعي AM (525-1 606,5 kHz)، والتلكس الملاحي/ NAVTEX (405-526,5 kHz)، وراديو الهواة (472-479 kHz)

الجدول 2.5

نطاقات التردد قيد الدراسة والمعلمات الرئيسية والأنظمة القائمة على الإرسال اللاسلكي للقدرة في تطبيقات السيارات الكهربائية

	الرنين و/أو الحث المغنطيسي لمركبات الركاب الكهربائية	الحث المغنطيسي للمركبات المعدة للعمل الشاق
أنواع التطبيقات	شحن المركبة الكهربائية في المرآب (سكوني)	المركبة الكهربائية الموصولة (OLEV) (شحن المركبة الكهربائية أثناء تحركها بما في ذلك التوقف/المرآب)
المبدأ التكنولوجي	الرنين و/أو الحث المغنطيسي	الحث المغنطيسي

الجدول 2.5 *(تتمة)*

	الرنين و/أو الحث المغنطيسي لمركبات الركاب الكهربائية	الحث المغنطيسي للمركبات المعدة للعمل الشاق
البلدان التي تنظر في استخدام التطبيق	اليابان	كوريا
نطاقات التردد	kHz 48-42، و kHz 58-52، و kHz 90-70، و kHz 148,5-140,91 هي قيد الدراسة.	kHz 21-19، kHz 61-59
مدى القدرة	kW 3,3 و kW 7,7؛ الفئتان مفترضتان لمركبات الركاب	– القدرة الدنيا: kW 75 – القدرة العادية: kW 100 – القدرة القصوى: قيد التطوير – الفجوة الهوائية: cm 20 – توفير في الوقت والتكلفة
المزايا	كفاءة عالية في إرسال القدرة	– كفاءة متزايدة في إرسال القدرة – فجوة هوائية بحدها الأقصى – ضوضاء سمعية مخفضة – تصميم حجب فعال – توفير في الوقت والتكلفة
الاتحادات/المعايير الدولية ذات الصلة	المعيار IEC 61980-1 (اللجنة التقنية TC69)	
الهيئات القائمة المعنية بتقاسم الطيف	أجهزة الراديو الميقاتية (kHz 40، kHz 60) الأنظمة الراديوية للقطارات (kHz 250-10) راديو الهواة (kHz 137,8-135,7)	الخدمة الثابتة والمتنقلة البحرية (kHz 70-20,05) ← محطة سفن للتلغراف الراديوي مقتصر على الملاحة الراديوية على منحنى زائدي (نظام DECCA) (kHz 86-84)

6 وضع اللوائح الوطنية

ترد في المرجعين [1] و[5] القواعد والشروط الخاصة بكل بلد والتي يمكن تطبيقها على تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT) والمواضيع الجارية حالياً والمتعلقة بوضع القواعد التنظيمية.

’1‘ في كوريا

ينبغي لجميع تجهيزات الاتصالات الراديوية، بما في ذلك أجهزة الإرسال اللاسلكي للقدرة، أن تمتثل لثلاث لوائح بموجب القانون الخاص بالاتصالات الراديوية: 1) اللوائح التقنية، 2) اللوائح المتعلقة بالتوافق الكهرمغنطيسي، 3) اللوائح المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية. ويرد أدناه مزيد من الشرح فيما يتعلق باللوائح التقنية في كوريا.

تنظّم تجهيزات WPT باعتبارها تجهيزات صناعية وعلمية وطبية (ISM) علماً بأن تشغيل التجهيزات التي تزيد قدرتها على W 50 يحتاج إلى ترخيص. أما التجهيزات التي تقل قدرتها عن W 50 فمن الضروري أن تتقيد باللوائح التقنية المتعلقة بشدة المجال الكهربائي الضعيف واختبار التوافق الكهرمغنطيسي. وقد قامت الحكومة في الآونة الأخيرة بمراجعة متطلبات التوافق وخصائص التشغيل على النحو الوارد أدناه، حيث اعتبرت جميع تجهيزات الإرسال اللاسلكي للقدرة بمثابة تجهيزات صناعية وعلمية وطبية.

– في مدى الترددات kHz 205-100، تكون شدة المجال الكهربائي الناجم عن أجهزة WPT أقل من µV/m 500 أو تساويها على مسافة m 3. ومن أجل الحصول على هذه القيمة ينبغي استخدام توجيه القياس المشار إليه في المعيار CISPR/I/417/PAS.

– في مدى الترددات kHz 6 795-6 765، ينبغي أن تكون شدة المجال الكهربائي للبث الهامشي مستوفاة وفقاً للجدول 1.6.

– في مدى الترددات 19-21 kHz أو 59-61 kHz، ينبغي أن تكون شدة المجال الكهربائي أقل من 100 µV/m أو تساويها على مسافة 100 m.

الجدول 1.6

حدود شدة المجال المطبقة على تكنولوجيا WPT في كوريا

مدى الترددات	حد شدة المجال (شبه الذروية)	عرض نطاق القياس	مسافة القياس
9-150 kHz	dBµV/m log(*f* in kHz/9) 10-78,5	200 Hz	10 m
10-kHz 150 MHz		9 kHz	
10-30 MHz	dBµV/m 48		
30-230 MHz	dBµV/m 30	120 kHz	
230-1 000 MHz	dBµV/m 37		

الجدول 2.6

اللوائح المطبقة على تكنولوجيا WPT في كوريا

مستوى القدرة	اسم التطبيق	اللوائح التقنية المطبقة	تكنولوجيا WPT المعنية
قدرة منخفضة (≥ 50 W)	معدات ISM – جهاز WPT يستخدم مدى الترددات 100-205 kHz	شدة المجال الكهربائي ضعيفة	– المنتجات التجارية التي تستخدم التكنولوجيا الحثية
	معدات ISM – جهاز WPT يستخدم مدى الترددات 6 765-6 795 kHz	ISM	– المنتجات التجارية التي تستخدم التكنولوجيا الرنينية
قدرة عالية (≤ 50 W)	معدات ISM – يستخدم مدى الترددات 19-21 kHz، 59-61 kHz	ISM	– مركّبة في منطقة محددة – مجال مغنطيسي مقولب في حالة الرنين (SMFIR)

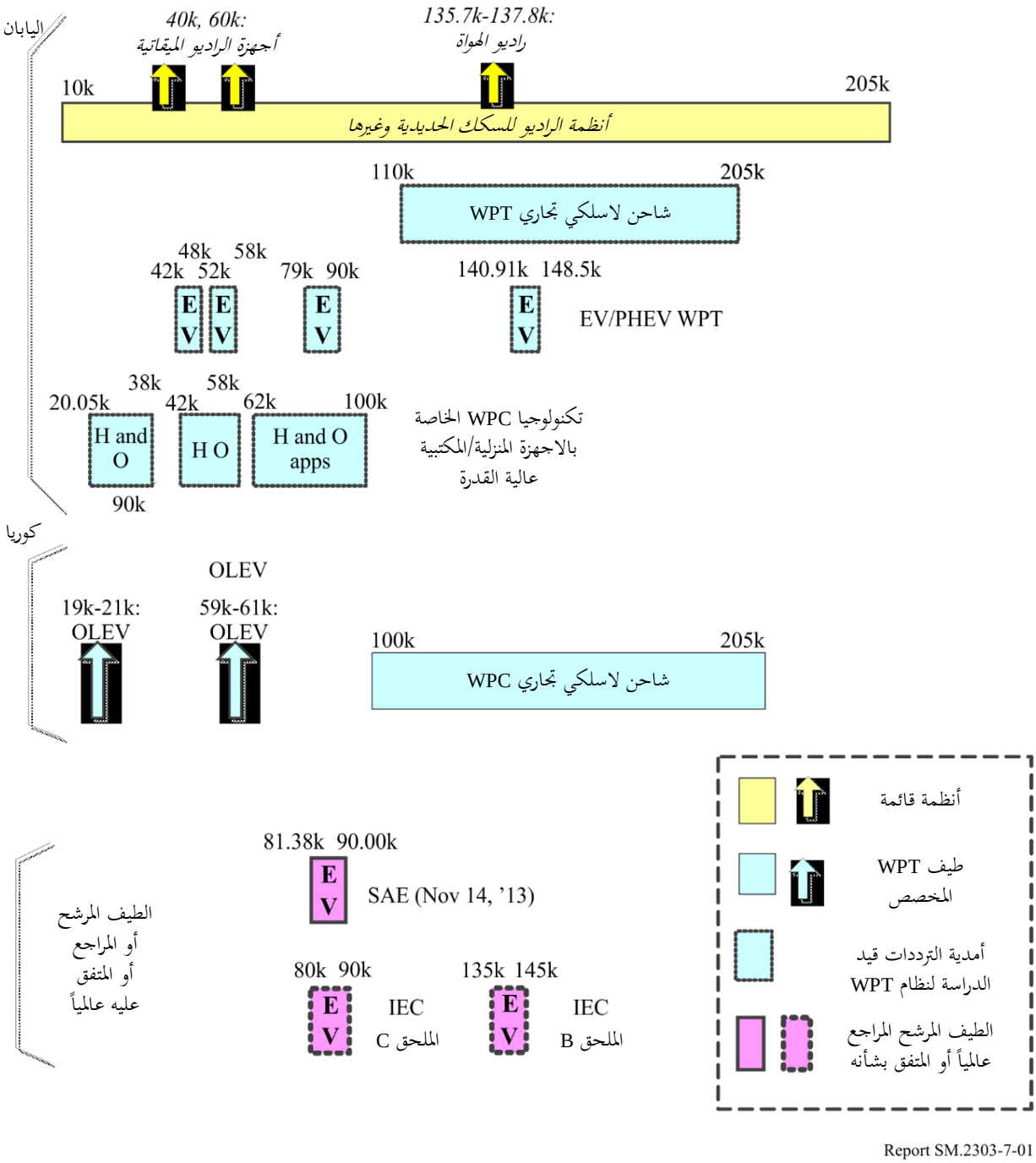
7 وضع دراسات التعايش بين تكنولوجيا WPT وخدمات الاتصالات الراديوية، بما في ذلك خدمة علم الفلك الراديوي

نظراً للقيم المرتفعة لشدة المجال التي يمكن أن تولدها أنظمة WPT، ثمة إمكانية لحدوث تداخل مع إشارات الاتصالات التي تعمل في نطاقات التردد القريبة. لذلك يجب أن يستند تحديد الخصائص المطلوبة لإشارات التردد الراديوي الناجمة عن أجهزة WPT إلى دراسات التداخل المحتمل الذي تسببه أجهزة WPT في الخدمات الأخرى. ويجب أن تُستكمل هذه الدراسات وما ينتج عنها من تحديد للخصائص قبل تخصيص الترددات لأجهزة WPT.

ويبين الشكلان 1.7 و2.7 طيف ترددات الإرسال اللاسلكي للقدرة الذي هو قيد البحث في اليابان والذي تم تخصيصه في كوريا [1]. وينبغي إجراء دراسات تقاسم الطيف بين الأنظمة المعنية وأنظمة WPT بهدف توضيح إمكانية التعايش. وقد صُنفت بعض تجهيزات WPT ضمن أجهزة التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) التي لا تسبب أضراراً ولا ينجم عنها مطالبة بالحماية من محطات أخرى.

الشكل 1.7

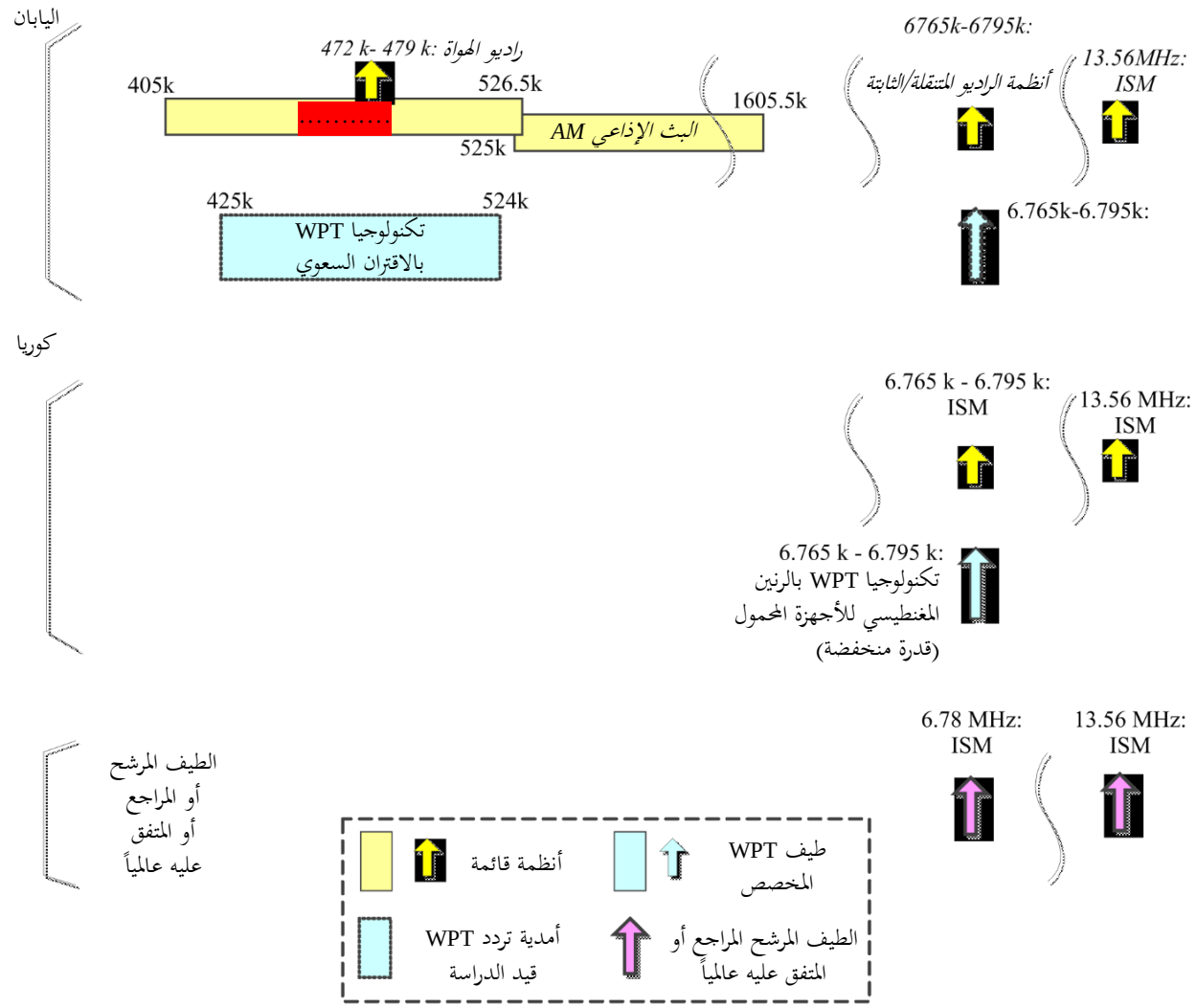
طيف WPT الخاضع للدراسة والأنظمة القائمة (kHz 300-10)



Report SM.2303-7-01

الشكل 2.7

طيف WPT الخاضع للدراسة والأنظمة القائمة (MHz 13,56-kHz 400)



Report SM.2303-3-02

ويبين الجدول 1.7 تكنولوجيات الإرسال اللاسلكي للقدرة التي يجري بحثها في اليابان. ويرد فيه ملخص لنطاقات التردد المرشحة الخاضعة للدراسة وأنظمة WPT المستهدفة مع المعلمات الأساسية.

الجدول 1.7

تكنولوجيات WPT التي يناقشها فريق العمل MIC WPT WG في اليابان

تطبيقات WPT المستهدفة	أ) تكنولوجيا WPT للسيارات الكهربائية	ب) تكنولوجيا WPT للأجهزة المتنقلة والمحمولة (1)	ج) تكنولوجيا WPT للأجهزة المنزلية والتجهيزات المكتبية	د) تكنولوجيا WPT للأجهزة المتنقلة والمحمولة (2)
تكنولوجيا WPT	إرسال القدرة بواسطة المجال المغنطيسي (حثي، رنيني)			الاقتران السّعوي
قدرة الإرسال	حتى 3 kW تقريباً (7,7 kW كحد أقصى)	عدة واط – 100 W تقريباً	عدة واط – 1,5 kW	حوالي 100 W
نطاقات التردد المرشحة لتكنولوجيا WPT	48-42 kHz (النطاق 45 kHz)، 58-52 kHz (النطاق 55 kHz)، 90-79 kHz (النطاق 85 kHz)، 148,5-140,91 kHz (النطاق 145 kHz)	6 795-6 765 kHz	38-20,05 kHz، 58-42 kHz، 100-62 kHz	524-425 kHz
مسافة الإرسال	0 – 30 cm تقريباً	0 – 30 cm تقريباً	0 – 10 cm تقريباً	0 – 1 cm تقريباً

يمكن أن تتغير المعلومات الواردة في هذا الجدول بحسب الاتجاه العالمي لتقييس تكنولوجيا WPT.

اليابان

وفقاً للوائح اليابانية، فإن أي جهاز لا تتجاوز قدرة الإرسال فيه 50 W لا يحتاج بوجه عام إلى إذن من الإدارة لكي يعمل. ومن المقرر أن تعمل التكنولوجيات المقترحة في الأعمدة أ) وب) وج) من الجدول 1.7 بقدرة لا تتجاوز 50 W في كل طيف. ويتوقع أن تزيد هذه التكنولوجيات قدرة الإرسال في المستقبل لتصبح أعلى من 50 W بعد استكمال دراسات التعايش الناجح مع خدمات الاتصالات الراديوية القائمة ذات الصلة.

ويمكن لأولئك المهتمين بالجوانب التنظيمية اليابانية المتعلقة بتكنولوجيا WPT الرجوع إلى "المبادئ التوجيهية لاستعمال تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً، الطبعة 2.0" الصادرة في أبريل 2013 [2].
http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html.

وقد حددت اليابان بالفعل الأنظمة القائمة المحلية التي قد تشكو من بث أجهزة WPT داخل/خارج نطاقات تردد التشغيل. وقام فريق العمل المعني بإرسال القدرة لاسلكياً التابع لوزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) بتوجيه الأطراف المعنية لدراسة التأثيرات غير المرغوبة المحتملة (مثل تردي أداء النظام) الناجمة عن بث أجهزة WPT. وبالإضافة إلى ذلك، اقترح فريق العمل إجراء محادثات ضرورية لمعرفة الشروط المناسبة للتعايش. وقد وجد الكثير من الأنظمة القائمة داخل طيف WPT قيد الدراسة وحواليه. وترد الأنظمة النموذجية في الجدولين 1.5 و2.5. وهي تشمل أجهزة الراديو الميقاتية وأجهزة راديو الهواة والأنظمة الراديوية للقطارات والتلكس الملاحي NAVTEX وخدمات البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM)، وهي مبينة أيضاً في الشكلين 1.7 و2.7. ويوجز الجدول 2.7 بعض النتائج التي تم التوصل إليها حتى أبريل 2014 والدراسات الجارية.

بالإضافة إلى ذلك، أجرى فريق العمل قياس بث الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل الناجمة عن أنظمة WPT المبينة في الجدول 1.7 من أجل بحث حدود البث وشروط التعايش مع الأنظمة القائمة. ويرد في الملحق 3 ملخص للبيانات المقيسة.

الجدول 2.7

ملخص دراسات التعايش والدراسات الجارية في اليابان

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
تكنولوجيا WPT للتجهيزات المنزلية/المكتبية (2) (رنين مغنطيسي، قدرة عالية)	38-20,05 kHz، و42-58 kHz، و62-100 kHz (**ملاحظة** – يتم اختيار تردد إرسال القدرة من النطاقات أعلاه. ويستعمل الطيف ضمن ±30% من تردد الموجة الأساسية.)	1) أجهزة الراديو الميقاتية: (40 kHz، 60 kHz) 2) الأنظمة الراديوية للقطارات (10-250 kHz) 3) نظام الملاحة LORAN-C، نظام الملاحة eLORAN (9-100 kHz) 4) البث الإذاعي AM (1606,5-525,6 kHz)	1) أجهزة الراديو الميقاتية: اعتمدت مسافة فصل قدرها 10 m كمعيار للتعايش. وإضافة إلى خصائص الموجة الأساسية، تمت معاينة التوافقيات ذات الأعداد الصحيحة وكذلك عندما تقع في نطاقات تشغيل أجهزة الراديو الميقاتية. وأظهرت عمليات التقييم في أبريل 2014 النتائج والاعتبارات الجارية التالية: • مسافة الفصل القصوى المطلوبة هي 12,9 m عند التردد 62 kHz خارج نطاقات تشغيل أجهزة الراديو الميقاتية. • مسافة الفصل القصوى اللازمة هي 24,6 m عند التردد 60 kHz داخل نطاقات أجهزة الراديو الميقاتية. • وتم النظر في تدبير إضافي بشأن شروط مدة التشغيل لأن تشغيل التجهيزات المنزلية/المكتبية بتكنولوجيا WPT غير متوقع أو يحدث بوتيرة أقل عند منتصف الليل حين تتلقى أجهزة الراديو الميقاتية إشاراتها بصورة دائمة. وقد يؤدي الإعلان عن المخاطر الراديوية الناجمة عن تكنولوجيا WPT في الأجهزة المنزلية إلى قدر أقل من التداخل في تقاسم نفس الطيف لأن مدة الاستعمال لا تتراكب بصورة تامة. • تقع الموجات الأساسية المتولدة عن الترددات التوافقية لتكنولوجيا WPT البالغ ترددها 20,05 kHz و30 kHz في طيف تشغيل أجهزة الراديو الميقاتية. وهذا أمر حاسم الأهمية لضمان عدم التسبب بتداخل ضار. ولا بد من إعادة النظر في نطاقات التردد المرشحة وظروف تشغيل تكنولوجيا WPT. 2) الأنظمة الراديوية للقطارات: • إن معياري التعايش مع نظام التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS) والأنظمة الراديوية الحثية للقطارات (ITRS) هما أ) يجب أن لا تتراكب نطاقات التردد في تكنولوجيا WPT مع تلك المستخدمة في أنظمة التشوير الخاصة بالقطارات بما في ذلك التوقف الأوتوماتي للقطارات، أو ب) يجب أن تكون مسافة الفصل أقل من العتبة (1,9 m) المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. • التوقف الأتوماتي للقطارات (ATS): اشتقت مسافة الفصل اللازمة للتعايش بين تكنولوجيا WPT الخاصة بالتجهيزات المنزلية/المكتبية ونظام التوقف الأتوماتي للقطارات من خلال الرجوع إلى اللوائح القائمة لاختبار التوقف الأتوماتي للقطارات. وتعتبر الحالة الأسوأ تلك الحالة التي لا تحتوي فيها النماذج على أجسام تمنع الإشارات الراديوية من قبيل جدران المباني الواقعة بين أنظمة WPT وأنظمة ATS. وأظهر التقييم أن تكنولوجيا WPT لن تولّد تداخلاً يضر بنظام ATS حين لا تقل مسافة الفصل الأفقية عن 1,8 m.

الجدول 2.7 *(تابع)*

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
			• أنظمة الراديو الحثية للقطارات (ITRS): – 38-20,05 kHz و58-42 kHz: لا يُستعمل هذان النطاقان في أنظمة السكك الحديدية التي تستخدم وسط الانتشار في الفضاء؛ وهما متاحان للتعايش مع تكنولوجيا WPT. – 100-62 kHz: يتضمن مدى التردد هذا نطاقاً يُستعمل في الأنظمة الراديوية الحثية للقطارات (يُرسل من النظام الأرضي إلى القطار). وتبلغ مسافة الفصل اللازمة 11 m كما حُسبت. وفي هذا المقطع من الخدمة الذي يستعمل مدى الترددات هذا، يكون الخط الحثي والهوائي المحمول على المتن متراصفين مع الخط المركزي للسكة الحديدية. وبذلك، تكون مسافة الفصل الواجب تأمينها حوالي 1,9 m وتشتق من العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. ولاستيفاء هذا المعيار، لا بد من خفض شدة الإرسال اللاسلكي للقدرة بمقدار 25 dB عند القيمة الدنيا لمسافة الفصل. وفي ظل هذه الاعتبارات ومع افتراض نطاق حارس قدره 3 kHz لنطاقات أنظمة ITRS، فإن أمدية التردد الممكنة في تكنولوجيا WPT والتي تبلغ 62-77 kHz و83-89 kHz و95-100 kHz يمكنها أن تلبي شروط التعايش مع أنظمة ITRS. 3) نظاما الملاحة LORAN-C وeLORAN (90-100 kHz) • أشار مشغلو الاتصالات الراديوية البحرية إلى أنه ينبغي عدم تنظيم هذا الطيف لأغراض استخدام تكنولوجيا WPT. 4) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): لم تتم الموافقة بعد على شروط ومتطلبات التعايش علماً بأنها لا تزال تخضع للدراسة. ولا تزال نماذج ومنهجيات حساب مسافة الفصل قيد البحث أيضاً. وتقتضي الخطوة التالية وجوب الاتفاق على الشروط الضرورية المبينة أعلاه؛ وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار تدابير التخفيف من التداخل بما في ذلك تعريف نموذج التداخل، وشدة المجال الكهربائي الصادر عن تكنولوجيا WPT، والتوهين الجداري لأغراض الحساب، والتداخلات التراكمية الناجمة عن أجهزة WPT، والتجارب المتعلقة بالتداخل، وتأثيرات ضوضاء الخلفية. ومن المتوقع إجراء تجارب ميدانية.

الجدول 2.7 (*تابع*)

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
تكنولوجيا WPT للمركبات الكهربائية (ملاحظة – لا تحسب إمكانية توفر التردد المحلي فحسب بل التنسيق العالمي للتردد أيضاً. ومع أخذ مناقشات جمعية مهندسي السيارات (SAE) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC) في الاعتبار، يفترض أن يساوي التردد الأولي 85 kHz. وفي المناقشات المتعلقة بأنظمة الراديو الحثية للقطارات، ينظر بشكل أساسي في النطاق 148,5-140,91 kHz حين يكون الطيف متراكباً أو متجاوراً.	48-42 kHz		1) أجهزة الراديو الميقاتية: اعتمدت مسافة فصل طولها 10 m كمعيار للتعايش. وأظهرت عملية التقييم في أبريل 2014 أن مسافة الفصل اللازمة هي 41,9 m. وارتُئي أنه من الصعب الوفاء بمتطلبات التعايش حتى وإن اتخذت تدابير إضافية للتخفيف من التداخل. 2) أنظمة السكك الحديدية: • إن معياري التعايش مع نظام التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS) والأنظمة الراديوية الحثية للقطارات (ITRS) هما: أ) يجب أن لا تتراكب نطاقات التردد في تكنولوجيا WPT مع تلك المستخدمة في أنظمة التشوير الخاصة بالقطارات بما في ذلك نظام ATS، أو ب) يجب أن تكون مسافة الفصل أقل من العتبة (1,9 m) المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. • التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS): في الحالة التي تكون فيها تكنولوجيا WPT مركبة في مرآب المنزل (بقدرة اسمية قدرها 3 kW)، تكون مسافة الفصل اللازمة 2,2 m أو أكثر. أما شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT فيجب خفضها لتلبي العتبة المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. وفي الحالة التي يكون فيها الإرسال اللاسلكي للقدرة في موقف عام للسيارات معداً للشحن بقدرة أكبر (قدرة اسمية قدرها 7,7 kW)، تكون المسافة الفاصلة اللازمة 2,6 m أو أكثر. وينبغي خفض شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT لتلبي العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. • أنظمة الراديو الحثية للقطارات ITRS: لا يستعمل مدى التردد هذا في أنظمة السكك الحديدية التي تستخدم وسط الانتشار في الفضاء؛ وهو متاح لكي تتعايش تكنولوجيا WPT مع أنظمة ITRS. 3) نظاما الملاحة LORAN-C وeLORAN: لا ينطبق. 4) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): انظر القسم المتعلق بالنطاق 90-79 kHz.
	58-52 kHz		1) أجهزة الراديو الميقاتية: اعتمدت مسافة فصل طولها 10 m كمعيار للتعايش. وأظهرت عملية التقييم في أبريل 2014 أن مسافة الفصل اللازمة هي 28,9 m. وارتئي أنه من الصعب الوفاء بمتطلبات التعايش حتى وإن اتخذت تدابير إضافية للتخفيف من التداخل. 2) الأنظمة الراديوية للقطارات: • إن معياري التعايش مع نظام التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS) والأنظمة الراديوية الحثية للقطارات مبينان في الفقرتين أ) وب) في حالة النطاق 48-42 kHz.

الجدول 2.7 *(تابع)*

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
	kHz 58-52		• التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS): في حالة تكنولوجيا WPT المركبة في مرآب المنزل (بقدرة اسمية قدرها 3 kW)، تكون مسافة الفصل اللازمة 2,2 m أو أكثر. أما شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT فيجب خفضها لتلبي العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. وفي الحالة التي يكون فيها الإرسال اللاسلكي للقدرة في موقف عام للسيارات معداً للشحن بقدرة أكبر (قدرة اسمية قدرها 7,7 kW)، تكون المسافة الفاصلة اللازمة 2,6 m أو أكثر. وينبغي خفض شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT لتلبي العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. • أنظمة الراديو الحثية للقطارات (ITRS): لا يستعمل مدى التردد هذا في أنظمة السكك الحديدية التي تستخدم وسط الانتشار في الفضاء؛ وهو متاح لكي تتعايش تكنولوجيا WPT مع أنظمة ITRS. 3) نظاما الملاحة LORAN-C وeLORAN: لا ينطبق. 4) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): انظر القسم المتعلق بالنطاق kHz 90-79.
	kHz 90-79		1) أجهزة الراديو الميقاتية: اعتمدت مسافة فصل طولها 10 m كمعيار للتعايش. وأظهرت عملية التقييم في أبريل 2014 أن مسافة الفصل اللازمة هي 20,4 m. وأدخلت بعض التدابير التقنية للتخفيف من التداخل وتمت مراعاتها. ولدى اعتمادها، أظهر آخر التقييمات أن مسافة فصل قدرها 11-13 m متاحة ويمكن قبولها بشكل مشروط. 2) أنظمة السكك الحديدية: • إن معياري التعايش مع نظام التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS) والأنظمة الراديوية الحثية للقطارات مبينان في الفقرتين أ) وب) في حالة النطاق kHz 48-42. • التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS): في حالة تكنولوجيا WPT المركبة في مرآب المنزل (بقدرة اسمية قدرها 3 kW)، تكون مسافة الفصل اللازمة 3,7 m أو أكثر. أما شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT فيجب خفضها لتلبي العتبة المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. وفي الحالة التي يكون فيها الإرسال اللاسلكي للقدرة في موقف عام للسيارات معداً للشحن بقدرة أكبر (قدرة اسمية قدرها 7,7 kW)، تكون المسافة الفاصلة اللازمة 4,3 m أو أكثر. وينبغي خفض شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT لتلبي العتبة المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات.

الجدول 2.7 (*تابع*)

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
	kHz 90-79		• أنظمة الراديو الحثية للسكك الحديدية (ITRS): يتضمن مدى الترددات kHz 90-79 نطاقاً يُستخدم في أنظمة ITRS (ويُرسل من الأرض إلى القطار) في مقطع واحد من خدمة السكك الحديدية في اليابان. وتبلغ مسافة الفصل اللازمة والمشتقة من عمليات الحساب قرابة m 45 وذلك من هوائي محمول مركب على إحدى العربات. وفيما يتعلق بمقطع الخدمة الذي يستعمل مدى التردد هذا، يكون الخط الحثي والهوائي المحمول على المتن متراصفين مع السكة الحديدية. وبذلك تكون مسافة الفصل الواجب تأمينها حوالي m 1,9 وتشتق من العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. • ولدى استيفاء الشرط المتعلق بمسافة الفصل، ينبغي خفض شدة المجال المغناطيسي المنبعث بمقدار dB 80 أو أكثر. ومع ذلك يبدو أنه من الصعب تحقيق هذا التوهين من خلال تأثير هيكل سيارة أو أجسام هيكلية أو تدابير عملية أخرى. وبالتالي، فإن تكنولوجيا WPT الخاصة بالمركبات الكهربائية لا يمكنها أن تلبي شروط التعايش في نطاقات تشغيل أنظمة ITRS. وتوخياً للدقة ينبغي أن يؤخذ نطاقا التردد kHz 83-80 وkHz 89-90 في الاعتبار لضمان عدم تسبب تكنولوجيا WPT بتداخل ضار. • إذا نظرنا في استثناء نطاقات تشغيل أنظمة راديوية حثية محددة من مدى ترددات تشغيل تكنولوجيا WPT، فإن مدى التردد البالغ kHz 89-83 على الأقل يبدو مجدياً للسماح بتعايش تكنولوجيا WPT الخاصة بالمركبات الكهربائية مع أنظمة الراديو الحثية. وإذا ما تمكن النطاق الحارس المطلوب البالغ kHz 1 من تلبية المتطلبات بشكل كافٍ، فقد يكون هناك إمكانية للتعايش مع الأنظمة الراديوية الحثية في مدى التردد البالغ kHz 90-81. وقد تبين أن عدد حالات التشغيل الفعلية للخدمة التي تستخدم مدى الترددات kHz 90-79 قليل جداً في اليابان. وإذا ما أتيح المزيد من التنسيق الترددي للأنظمة الراديوية الحثية في المستقبل، فقد يكون التعايش مع تكنولوجيا WPT أكثر سهولة. 3) نظاما الملاحة LORAN-C وeLORAN: لا ينطبق. 4) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): لم تتم الموافقة بعد على شروط ومتطلبات التعايش علماً بأنها لا تزال تخضع للدراسة. ولا تزال نماذج ومنهجيات حساب مسافة الفصل قيد البحث أيضاً. وتقتضي الخطوة التالية وجوب الاتفاق على الشروط الضرورية المبينة أعلاه؛ وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار تدابير التخفيف من التداخل بما في ذلك تعريف نموذج التداخل، وشدة المجال الكهربائي الصادر عن تكنولوجيا WPT، والتوهين الجداري لأغراض الحساب، والتداخلات التراكمية الناجمة عن أجهزة WPT، والتجارب المتعلقة بالتداخل، وتأثيرات ضوضاء الخلفية. ومن المتوقع إجراء تجارب ميدانية.

الجدول 2.7 (*تابع*)

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
	-140,91 kHz 148,5	1) أجهزة الراديو الميقاتية (40 kHz، 60 kHz) 2) أنظمة السكك الحديدية (10-250 kHz) 3) راديو الهواة (135,7-137,8 kHz) 4) نظام البث الإذاعي AM (525,6-1606,5 kHz)	1) أجهزة الراديو الميقاتية: اعتمدت مسافة فصل طولها 10 m كمعيار للتعايش. وأظهرت عملية التقييم في أبريل 2014 أن مسافة الفصل اللازمة هي 17,8 m. وأدخلت بعض التدابير التقنية للتخفيف من التداخل وتمت مراعاتها. ولدى اعتمادها، أظهر آخر التقييمات أن مسافة فصل قدرها 10 m متاحة ويمكن قبولها بشكل مشروط. 2) أنظمة السكك الحديدية: • يظهر معيارا التعايش مع نظام التوقف الأوتوماتي (ATS) وأنظمة ITRS في الفقرتين أ) و ب) في حالة التردد 42-48 kHz. • التوقف الأوتوماتي للقطارات (ATS): في حالة تكنولوجيا WPT المركبة في مرآب المنزل (بقدرة اسمية قدرها 3 kW)، تكون مسافة الفصل اللازمة 4,1 m أو أكثر. أما شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT فيجب خفضها لتلبي العتبة المحددة في معايير بناء أنظمة القطارات. وفي الحالة التي يكون فيها الإرسال اللاسلكي للقدرة في موقف عام للسيارات معداً للشحن بقدرة أكبر (قدرة اسمية قدرها 7,7 kW)، تكون المسافة الفاصلة اللازمة 4,9 m أو أكثر. وينبغي خفض شدة البث المستهدفة والمفترضة في الدراسة لتكنولوجيا WPT لتلبي العتبة المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. • أنظمة ITRS: يتضمن مسدى التردد 100-250 kHz الكثير من نطاقات التردد الخاصة بأنظمة ITRS المستخدمة في عدد كبير من مقاطع السكك الحديدية. وتبلغ مسافة الفصل اللازمة قرابة 28 m كما حُسبت وذلك من هوائي محمول مركب على إحدى العربات. وفيما يتعلق بمقطع الخدمة الذي يستعمل مدى التردد هذا، يكون الخط الحثي والهوائي المحمول على المتن متراصفين مع السكة الحديدية. وبذلك تكون مسافة الفصل الواجب تأمينها حوالي 1,9 m وتشتق من العتبة المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. • ولدى استيفاء الشرط المتعلق بمسافة الفصل، ينبغي خفض شدة المجال المغناطيسي المنبعث بمقدار 88 dB أو أكثر. ومع ذلك يبدو أنه من الصعب تحقيق هذا التوهين من خلال تأثير هيكل سيارة أو أجسام هيكلية أو تدابير عملية أخرى. وبالتالي، يظهر التقييم صعوبة التعايش بين التردد 140 kHz وتكنولوجيا WPT.

الجدول 2.7 (*تابع*)

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
			3) راديو الهواة: وهي حالة تقع خارج النطاق (لا تتقاسم الطيف نفسه). وتتميز نطاقات التردد المرشحة لتكنولوجيا WPT الخاصة بالمركبات الكهربائية بتخالفات التردد المناسبة (نطاق حارس) لإزالة توليف نطاقات راديو الهواة. ولذلك، فإن كبت حساسية المستقبل (خارج النطاق) بسبب التداخل لا يتم أخذه في الاعتبار بينما تحسب مستويات البث المشع للتوافقيات (البث الهامشي) الناجمة عن أجهزة تكنولوجيا WPT في حال وقوعها داخل نطاقات راديو الهواة. وتجدر الإشارة إلى أن هذا النطاق هو نطاق مجاور لنطاقات راديو الهواة. وبالإشارة إلى لوائح مستويات البث في قانون الاتصالات الراديوية في اليابان والقواعد الأخرى ذات الصلة كالمعايير، تبين الافتراضات الحالية لأنظمة WPT الخاصة بالمركبات الكهربائية معلمات نظام مقبولة قادرة على إثبات احتمال التسبب بتداخل غير ضار لراديو الهواة. 4) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): انظر القسم المتعلق بالنطاق 79-90 kHz.
تكنولوجيا WPT للأجهزة المتنقلة (2) (الاقتران السّعوي)	524-425 kHz تم مؤخراً توسيع مدى الترددات المرشحة من 524-480 kHz سعياً للحصول على نطاقات تردد لا تلحق ضرراً بالخدمات الراديوية البحرية. يخصص الطيف الإجمالي 50-80 kHz في هذا المدى لتشغيل تكنولوجيا WPT.	1) أنظمة البث الإذاعي AM (1 606,5-525,6 kHz) 2) الأنظمة البحرية (526,5-405 kHz) 3) أنظمة راديو الهواة (479-472 kHz)	1) البث الإذاعي بالتشكيل الاتساعي (AM): لم تتم الموافقة بعد على شروط ومتطلبات التعايش علماً بأنها لا تزال تخضع للدراسة. ولا تزال نماذج ومنهجيات حساب مسافة الفصل قيد البحث أيضاً. وتقتضي الخطوة التالية وجوب الاتفاق على الشروط الضرورية المبينة أعلاه؛ وينبغي أن تؤخذ في الاعتبار تدابير التخفيف من التداخل بما في ذلك تعريف نموذج التداخل، وشدة المجال الكهربائي الصادر عن تكنولوجيا WPT، والتوهين الجداري لأغراض الحساب، والتداخلات التراكمية الناجمة عن أجهزة WPT، والتجارب المتعلقة بالتداخل، وتأثيرات ضوضاء الخلفية. ومن المتوقع إجراء تجارب ميدانية. 2) أنظمة الراديو البحرية: أظهر التقييم أن الحد المقترح المستهدف للبث لا يفي بشروط التعايش المفترضة حالياً لكنه يلبي تلك المأخوذة من نماذج تجارية فعلية. وبالتالي نستنتج أن لدى تكنولوجيا WPT المقترحة إمكانية أساسية للتعايش مع أنظمة الراديو البحرية. ومع ذلك تجدر الإشارة إلى أن الترددات التالية الواقعة في نطاق الترددات الوارد في هذه الدراسة تُستخدم لضمان سلامة الملاحة البحرية. وبناء على ذلك، ينبغي التوجيه بعدم استعمال نفس الترددات. '1' التلكس الملاحي البحري (NAVTEX): 518 kHz (424 kHz، 490 kHz) '2' نظام البيانات الملاحية (NAVDAT): 495-505 kHz. وإضافة إلى ذلك، يجب ألا تقع التوافقيات في النطاقات الراديوية لموجات VHF البحرية (156-162 MHz) المستخدمة دولياً.

الجدول 2.7 *(تتمة)*

التطبيقات المستهدفة لتكنولوجيا WPT	نطاقات التردد المرشحة	الأنظمة القائمة في نطاقات WPT وحولها	نتائج دراسات التعايش والاعتبارات الجارية (ملاحظة – "مسافة الفصل" في هذا العمود محسوبة في سيناريو الحالة الأسوأ لنماذج التقييم)
			3) راديو الهواة: وهي حالة داخل النطاق (تتقاسم الطيف نفسه). فتكنولوجيا WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة (2) (الاقتران السعوي) تفترض تقاسم الجزء نفسه من الترددات مع راديو الهواة في النطاق 475 kHz. وبالنسبة لراديو الهواة، لا توجد متطلبات أو قواعد رسمية لمستويات التداخل الناجمة عن أنظمة أخرى. وهناك ضرورة لإجراء المزيد من التقييم بين أنصار تكنولوجيا WPT وراديو الهواة. ويتمثل أحد الحلول الممكنة التي جرت مناقشتها في استبعاد نطاق الترددات 472-479 kHz المخصص لراديو الهواة من مدى ترددات تشغيل تكنولوجيا WPT وتحديد نطاقات تردد ذات تخالف مناسب.
تكنولوجيا WPT للأجهزة المتنقلة (1) (رنين مغنطيسي، قدرة منخفضة)	765 6 795-6 kHz	1) الأنظمة الراديوية المتنقلة/الثابتة (765 6 795-6 kHz)	1) لم يعين النطاق 765 6 795-6 kHz في اليابان كنطاق للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM). وهناك حد لقدرة إرسال التردد الراديوي يقضي بأن لا تتجاوز 50 W للعمليات التي لا تحتاج إلى إذن من الإدارة. ومع ذلك فإن أحكام اللوائح تجيز استخدام تطبيقات WPT في هذا النطاق. ويجري حالياً النظر في قاعدة جديدة للموافقة على النوع في منتجات WPT في هذا النطاق، مما قد يتيح المجال للتعايش مع الأنظمة القائمة ومع قدرة إرسال أعلى في هذا النطاق.

8 الملخص

يتضمن هذا التقرير نطاقات التردد المقترحة لعمليات البث خارج النطاق والمستويات المحتملة المرتبطة بها التي لم يتم الاتفاق بشأنها داخل قطاع الاتصالات الراديوية، والتي تتطلب المزيد من الدراسة للتأكد من أنها توفر الحماية لخدمات الاتصالات الراديوية بحسب معايير القناة المشتركة والقناة المجاورة والنطاق المجاور. ويقدم هذا التقرير لمحة عامة عن الوضع الراهن للبحث والتطوير وعن العمل المضطلع به في بعض المناطق.

وتعتبر الأجهزة المحمولة والمتنقلة والأجهزة المنزلية والسيارات الكهربائية من بين التطبيقات المرشحة لاستخدام تكنولوجيات WPT. وتجري حالياً دراسة تكنولوجيات الحث المغنطيسي والرنين المغنطيسي والاقتران السّعوي وتطويرها. أما دراسات التعايش فلا زالت جارية رغم أنها قد استكملت في بعض البلدان.

وتستخدم عادة تكنولوجيات WPT القائمة على الحث المغنطيسي نطاق التردد 100-205 kHz وقدرة تتراوح بين عدة وحدات من الواط و1,5 kW. ولا يزال نطاق التردد هذا أيضاً قيد الدراسة بالنسبة للأجهزة المنزلية والتجهيزات المكتبية التي تشتمل على تكنولوجيات WPT.

وتجري دراسة تكنولوجيات WPT القائمة على الحث المغنطيسي لمركبات الركاب الكهربائية والمركبات الكهربائية الثقيلة عند نطاقات التردد المرشحة البالغة 19-21 kHz و42-48 kHz و52-58 kHz و59-61 kHz و79-90 kHz و140,91-148,5 kHz. وتبلغ القدرات النموذجية لمركبات الركاب الكهربائية 3,3 kW و7,7 kW. أما القدرات النموذجية للمركبات الكهربائية الثقيلة فتتراوح بين 75 kW و100 kW.

وتستخدم عادة تكنولوجيات WPT القائمة على الرنين المغنطيسي النطاق ISM الذي يبلغ 765 6-795 kHz 6 وقدرات تتراوح بين بضع وحدات من الواط و100 W.

وتستخدم تكنولوجيا WPT القائمة على الاقتران السِّعوي نطاق الترددات 425-524 kHz وقد تصل القدرة النموذجية فيها إلى 100 W.

9 المراجع

[1] Document 1A/133, liaison statement to ITU-R Working Party 1A from the Asia Pacific Telecommunity.

[2] BWF "Guidelines for the use of Wireless Power Transmission/Technologies, Edition 2.0" in April 2013. http://bwf-yrp.net/english/update/docs/guidelines.pdf

[3] http://www.mit.edu/~soljacic/wireless_power.html

[4] http://www.rezence.com/

[5] Document 1A/135, response from TTA to the liaison statement to external organizations sent out by working party 1A regarding question ITU-R 210-3/1 "Wireless power transmission" from TTA.

[6] http://www.wirelesspowerconsortium.com/

[7] ICNIRP 1998 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf

[8] ICNIRP 2010 Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz), http://www.emfs.info/Related+Issues/limits/specific/icnirp2010/

الملحق 1

منهجيات تقييم التعرض للتردد الراديوي

أصدر فريق العمل المعني بتكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) التابع لمنتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) "المبادئ التوجيهية لاستخدام تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً، الطبعة 2.0" [2] في أبريل 2013. ويمكن تنزيل النسخة الإنكليزية من الموقع الإلكتروني للمنتدى BWF.
http://bwf-yrp.net/english/update/2013/10/guidelines-for-the-use-of-wireless-power-transmission-technologies.html.

وتقدم اللوائح والمبادئ التوجيهية الجوانب التالية بشأن منهجيات تقييم التعرض للتردد الراديوي مع مقتطفات تفصيلية.

وتقدم الوثيقة بعنوان "اعتبارات بشأن المبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي"، الواردة في المرجع [2]، مبادئ توجيهية تفصيلية وفقاً لمجالات الاستعمال التي حددها فريق العمل المعني بتكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) التابع لمنتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) والنواحي البيولوجية والتقنية مثل نطاقات التردد التي يتعين تطبيقها في أجهزة WPT. ويرد فيها وصف لتأثيرات التحفيز والتسخين وتيار التلامس والتيار المستحث في أنسجة جسم الإنسان ومنها. وبالإضافة إلى ذلك، ترد أيضاً مخططات تسلسل العمليات الموصى بها من أجل اختيار منهجية للتقييم ومنهجية للقياس نظراً إلى أن منهجيات القياس التقليدية قد لا تفي بتقييم التعرض للتردد الراديوي الخاص بأجهزة WPT.

وتتضمن الملاحق A إلى G الواردة في المرجع [2] مقتطفات من اللوائح المحلية والدولية والمبادئ التوجيهية المتعلقة بالتعرض للتردد الراديوي وقضايا السلامة كما توضح كيفية قراءتها واستخدامها. وقد وردت في هذه الملاحق اللوائح اليابانية والمبادئ التوجيهية الصادرة عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) والمبادئ التوجيهية الصادرة عن جمعية المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين (IEEE). وبالإضافة إلى ذلك، وردت بشكل مراجع بعض الورقات التي نشرت مؤخراً في مجال تقييم معدل الامتصاص النوعي (SAR) القائم على المحاكاة.

وبالإضافة إلى الوثيقة أعلاه، توفر الوثيقة بعنوان "تقرير مسح جماعة آسيا والمحيط الهادئ للاتصالات (APT) لتكنولوجيا WPT" [1] معلومات عن هذا الموضوع في البلدان الأعضاء في جماعة آسيا والمحيط الهادئ للاتصالات.

التعرّض للتردد الراديوي

لكل بلد توجيهات أو لوائح خاصة به مطابقة للمعيار ICNIRP98 بشأن التعرض للتردد الراديوي، وهي لا تشمل حتى الآن أجهزة الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT) وطريقة القياس المناسبة.

الجدول [10.3]

الوضع التنظيمي المتعلق بالتعرض للتردد الراديوي

البلد	التعرض للتردد الراديوي	تقييم التردد الراديوي
أستراليا	– تتولى هيئة الاتصالات والوسائط الأسترالية (ACMA) مسؤولية إدارة الاتصالات الراديوية الإلزامية (*الإشعاع الكهرمغنطيسي – التعرض البشري) المعيار2003* (وإدخال تعديلات على خدمة الاتصالات الراديوية (الإشعاع الكهرمغنطيسي– التعرض البشري) تعديل المعيار 2011 (الرقم 2))، • تعيين حدود التعرض البشري لمعظم مرسلات الاتصالات الراديوية المتنقلة والمحمولة بواسطة هوائي مدمج يعمل في النطاق 100 kHz ~ 300 GHz – معيار الحماية من الإشعاع عند مستويات التعرض القصوى لمجالات التردد الراديوي – 3 kHz إلى 300 GHz (RPS3) • محددة من الوكالة الأسترالية للحماية من الإشعاع وضمان السلامة النووية (ARPANSA)	هذه الأجهزة ضرورية لإظهار الامتثال باستخدام طرائق اختبار من قبيل EN 62209-2 (التعرض البشري لمجالات التردد الراديوي الصادرة عن أجهزة الاتصالات اللاسلكية المحمولة باليد وعلى الجسم – النماذج البشرية والتجهيزات والاجراءات – الجزء 2: الاجراء الخاص بتحديد معدل الامتصاص النوعي (SAR) لأجهزة الاتصالات اللاسلكية المحمولة باليد والمستخدمة بشكل قريب جداً من الجسم (مدى الترددات من 30 MHz إلى 6 GHz) http://infostore.saiglobal.com/store/details.aspx?ProductID=1465960. وتتولى الهيئة ACMA مهمة تعيين حدود التعرض للتردد الراديوي والاشعاع الكهرمغنطيسي الذي حددته الوكالة ARPANSA. والمصدر الأساسي للمعلومات عن حدود التعرض للتردد الراديوي هو ذلك الخاص بالوكالة ARPANSA بشأن *معيار الحماية من الإشعاع عند مستويات التعرض القصوى لمجالات التردد الراديوي – 3 kHz إلى 300 GHz* (RPS3) – http://www.arpansa.gov.au/Publications/codes/rps3.cfm

الجدول [10.3] *(تتمة)*

البلد	التعرض للتردد الراديوي	تقييم التردد الراديوي
اليابان	– متطلبات الامتثال للمبادئ التوجيهية لمنتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) بشأن التعرض للتردد الراديوي http://bwf-yrp.net/english/: – الرجوع إلى المبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي والمبادئ التوجيهية للجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) • حدود التعرض للتردد الراديوي	ينظر منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) الخاص باليابان في النهج التالية لدى تقييم التعرض للتردد الراديوي. افتراض أسوأ الحالات المحددة، مثل الحالة التي يكون فيها جزء من جسم الإنسان مجاوراً للمرسل Tx أو موجوداً بين المرسل والمستقبل. ضرورة اتخاذ تدابير إضافية للسلامة إذا تعذر الإعلان عن السلامة. حين تكون المجالات المغنطيسية الناجمة عن منتجات تكنولوجيا WPT غير متسقة ويتوقع أن يكون التعرض للتردد الراديوي محلياً، تكون بالتالي المبادئ التوجيهية للجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) مراجع أكثر أماناً. ويقترح النظر في اعتماد منهجيات تقييم المحاكاة من قبيل تحديد جرعات التعرض للإشعاع إذا تمكن الخبراء المتخصصون بتحديد جرعات من المشاركة. وينبغي أن لا يستغرق أسلوب التقييم مدة طويلة لا داعي لها وأن لا يسعى إلى البحث عن التعرض الدقيق للتردد الراديوي. وينبغي أن يكون أسلوباً معقولاً يمكن أن يكون مفيداً في إجراءات إصدار الشهادات واختبارات القبول.
جمهورية كوريا	– تزمع مراجعة اللوائح الحالية المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية بحيث تشتمل على جهاز WPT لتطبيقها خلال عام 2013.	– تخطط لإدخال أساليب تقييم محددة لتكنولوجيا WPT خلال عام 2013.

الملحق 2

مثال على تنفيذ استعمال النطاق 765 6-795 6 kHz المستخدم في تطبيقات ISM في الشحن اللاسلكي للأجهزة المتنقلة

تم تطوير تكنولوجيا للإرسال اللاسلكي للقدرة ومواصفاته استناداً إلى مبادئ الرنين المغنطيسي الذي يستخدم النطاق ISM 765 6-795 6 kHz للشحن اللاسلكي للأجهزة المتنقلة. وتوفر هذه التكنولوجيا للنظام البيئي للشحن اللاسلكي عدداً من الفوائد الفريدة.

مدى شحن أعلى

مدى الشحن الأعلى الذي يسمح بممارسة الشحن السريع والاستمرار في ذلك عبر معظم السطوح والمواد التي من الشائع إيجادها في المنزل والمكتب والبيئات التجارية.

شحن أجهزة متعددة

إمكانية شحن أجهزة متعددة ذات متطلبات مختلفة للقدرة في الوقت نفسه، مثل الهواتف الذكية والحواسيب اللوحية والحواسيب المحمولة وأجهزة الرأس التي تعمل بتكنولوجيا Bluetooth®.

جاهزة للعمل على أرض الواقع

تعمل سطوح الشحن في حالة وجود أجسام معدنية كالمفاتيح وقطع النقود وأدوات المطبخ، مما يجعلها خياراً مثالياً لتطبيقات المنزل والمكتب والسيارات والبيع بالتجزئة والتطبيقات المتعلقة بتناول الطعام والضيافة.

اتصالات باستخدام تكنولوجيا بلوتوث

اتصالات تستخدم تكنولوجيا بلوتوث الذكية (Bluetooth Smart)، التي تقلل إلى الحد الأدنى من متطلبات العتاد في المصانع وتفتح المجال لمناطق الشحن الذكي المستقبلية.

المواصفات التقنية

أن الهدف من المواصفات هو تقديم خبرة ملائمة ومأمونة واستثنائية إلى المستخدم بشأن أوضاع الشحن في العالم الحقيقي، وفي الوقت نفسه تحديد الأساس التقني لتمكين الصناعة من بناء منتجات مطابقة للمعايير. وتتمثل التكنولوجيا بتوصيف السطح البيني لمرسل ومستقبل القدرة اللاسلكية، والاقتران المتبادل، والمحاثة المتبادلة – وترك باب معظم الخيارات الأخرى مفتوحاً أمام المسؤولين عن التنفيذ.

ولملاءمة القدرة اللاسلكية مع ظروف العالم الحقيقي، يسمح التنوع في اختيار الموضع بإمكانية عالية لتغير معامل الاقتران وحجم الجهاز وشروط الحمولة والمسافة الفاصلة بين مرسل ومستقبل القدرة. وهذا ما يتيح لمصممي منتجات القدرة اللاسلكية إمكانية أكبر في تنفيذ أنظمة الشحن وما ينجم عن ذلك من خبرة أعلى لدى المستهلك.

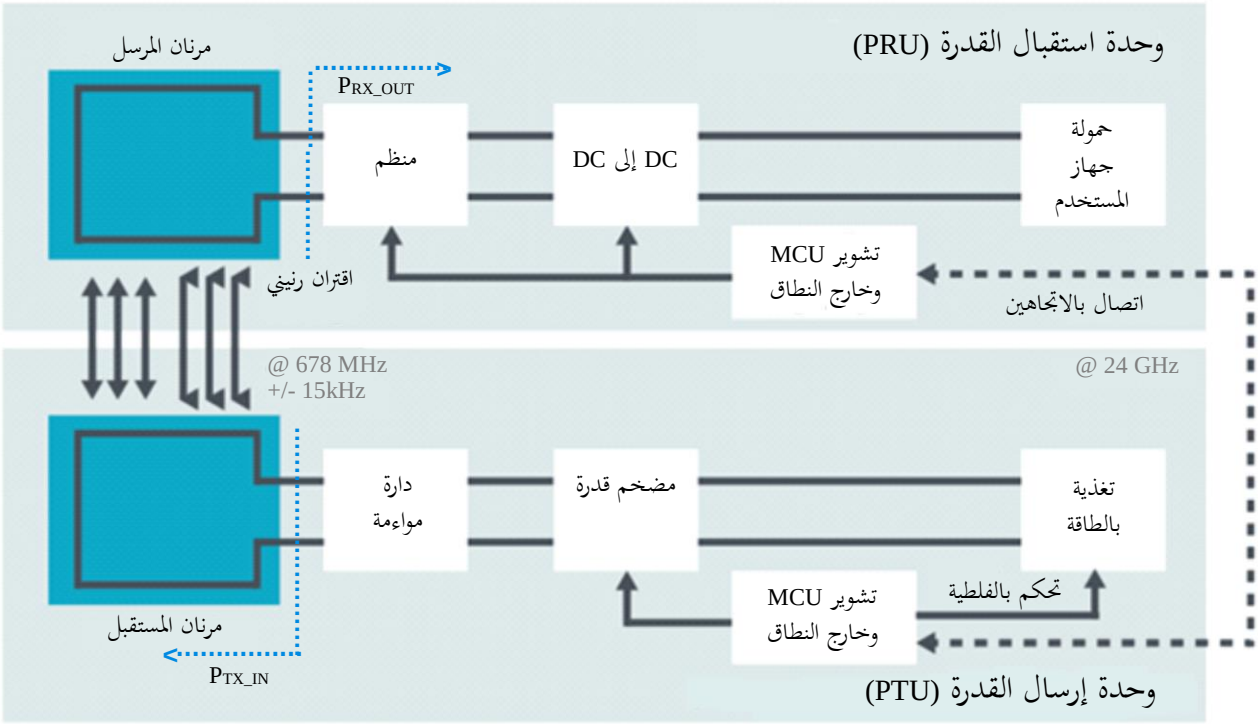
وينبغي للمنتجات الإلكترونية المعدة لهذا لتكامل التكنولوجي أن تراعي عدة عوامل هي:

- تبدّد القدرة والتصميم؛
- تكامل أداة الرنين (المرنان) مع الجهاز؛
- التصغير؛
- تكامل وصلة الاتصالات مع الراديو المحمول على المتن.

وفي استطاعة المصممين أن يحددوا التطبيق الخاص بهم ويحصلوا على ما يلزم من أجهزة راديوية خارج النطاق، ومضخمات للقدرة، ومحولات التيار المستمر إلى تيار مستمر ومقوّمات ومعالجات صغرية – منفصلة أو متكاملة – وأن يقوموا بتجميعها وفق ما هو مطلوب.

وبإمكانهم استعمال أي طوبولوجيا طالما كانت المكونات مطابقة للمواصفات. ويقتصر التوصيف فقط على السطوح البينية ونموذج المرنان المقرر استعماله في النظام.

ويوضح الشكل أدناه التشكيلة الأساسية لنظام الإرسال اللاسلكي للقدرة بين وحدة إرسال القدرة (PTU) ووحدة استقبال القدرة (PRU). ويمكن توسيع وحدة إرسال القدرة بحيث تخدم عدة وحدات مستقلة لاستقبال القدرة. وتتألف وحدة إرسال القدرة من ثلاث وحدات وظيفية أساسية هي: المرنان ووحدة المواءمة، ووحدة تحويل القدرة، ووحدة التشوير والتحكم (MCU). وتتألف وحدة استقبال القدرة أيضاً من ثلاث وحدات أساسية على غرار وحدة إرسال القدرة.



وكما هو مبين في الشكل أعلاه، يُستعمل التردد 780 6 kHz (±15 kHz) في مرنان المرسل لإرسال القدرة من الوحدة PTU إلى الوحدة PRU. وتُستخدم تكنولوجيا بلوتوث الذكية (Bluetooth Smart™) على التردد 2,4 GHz للاتصال بالاتجاهين ضمن قناة تقع خارج الترددات المستعملة لإرسال القدرة ولتوفير قناة اتصالات موثوقة بين مستقبلات القدرة اللاسلكية وسطوح الشحن.

وتنص المواصفات على الكثير من فئات وحدة استقبال القدرة ووحدة إرسال القدرة تبعاً للقدرة المرسلة باستخدام النطاق 780 6 kHz، وتتفاوت هذه الفئات من وحدات الشحن المنخفضة القدرة للأجهزة الصغيرة التي لا تحتاج إلا لبضع وحدات من الواط إلى الأجهزة الأكبر حجماً التي تحتاج إلى الكثير من وحدات الواط. وتظهر في الجداول الواردة أدناه فئات PTU وفئات PRU استناداً إلى مشروع "التصنيف الأساسي للمواصفات"، حيث تم وضع فئات جديدة/تصنيف جديد.

فئات PRU

PRU	$P_{RX_OUT_MAX}$'	تطبيقات نموذجية
الفئة 1	تحدد فيما بعد	BT Headset
الفئة 2	W 3,5	هاتف عادي
الفئة 3	W 6,5	هاتف ذكي
الفئة 4	W 13	حاسوب لوحي، حاسوب لوحي مع هاتف
الفئة 5	W 25	حاسوب محمول صغير
الفئة 6	W 37,5	حاسوب محمول عادي
الفئة 7	W 50	حاسوب عالي الأداء

$P_{RX_OUT_MAX}$' هي القيمة القصوى لقدرة خرج مرنان المستقبل (P_{RX_OUT}).

فئات PTU

	$P_{TX_IN_MAX}$'	المتطلبات الدنيا لدعم الفئة	القيمة الدنيا بالنسبة لأكبر عدد من الأجهزة المدعومة
الفئة 1	W 2	1 × الفئة 1	1 × الفئة 1
الفئة 2	W 10	1 × الفئة 3	2 × الفئة 2
الفئة 3	W 16	1 × الفئة 4	2 × الفئة 3
الفئة 4	W 33	1 × الفئة 5	3 × الفئة 3
الفئة 5	W 50	1 × الفئة 6	4 × الفئة 3
الفئة 6	W 70	1 × الفئة 7	5 × الفئة 3

$P_{TX_IN_MAX}$' هي القيمة القصوى لقدرة دخل مرنان المرسل (P_{TX_IN}).

وتتراوح قدرة الإرسال في عمليات بلوتوث بين –6 dBm و+8,5 dBm مقيسة عند موصل الهوائي.

ويسمح توصيف الوحدات PTU وPRU ببناء منتجات تمتثل للمتطلبات التنظيمية للبلد الذي تباع فيه هذه الوحدات. ففي الولايات المتحدة مثلاً، يجب أن يمتثل التشغيل على التردد 6 785 GHz لمتطلبات القسم 18 من قواعد لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) في حين أن التشغيل بالاتجاهين على التردد 2,4 GHz يجب أن يمتثل لمتطلبات القسم 15 من قواعد اللجنة FCC.

الملحق 3

بيانات قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل الناجمة عن أنظمة WPT

المحتويات

1 مقدمة 41

2 نماذج القياس وطرائق القياس 41

1.2 نموذج القياس وطريقة القياس في نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية 41

2.2 نموذج القياس وطريقة القياس في أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية 45

3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الصادر عن منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) 48

1.3 الحد المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية 48

2.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي 49

3.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي 49

4.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السّعوي 50

4 نتائج قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل 50

1.4 نتائج القياس المتعلقة بنظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية 50

2.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي 56

3.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي 59

4.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السّعوي 63

1 مقدمة

يقدم هذا الملحق بيانات القياس المتعلقة بالضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل الناجمة عن أنظمة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) وذلك في إطار النظر في وضع قواعد جديدة في اليابان. ويرد فيما يلي ذكر الأنظمة بينما تظهر المعلمات الأساسية في الجدول 1.7. أما المعلومات المفصلة عن دراسات التعايش فقد وردت في الوثيقة 1A/152:

(1) نظام WPT لشحن السيارات الكهربائية (EV) الخاصة بالركاب؛

(2) نظام WPT للأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي؛

(3) نظام WPT للأجهزة المنزلية والتجهيزات المكتبية التي تستخدم التكنولوجيا الحثية؛

(4) نظام WPT للأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي.

2 نماذج القياس وطرائق القياس

قام فريق العمل المعني بإرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بمناقشة وتحديد نماذج القياس وطرائق القياس المتعلقة بالضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل الناجمة عن أنظمة WPT، وذلك في إطار اللجنة الفرعية المعنية بالبيئة الكهرمغنطيسية لاستعمال الموجات الراديوية التابعة لوزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC). وقد أجريت القياسات التالية:

(1) قياس الضوضاء المشعة في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz.

تقاس شدة المجال المغنطيسي باستخدام هوائيات حلقية. ويتم الحصول على شدة المجال الكهربائي بتحويل بسيط يستخدم المعاوقة المميزة للموجة السطحية، 377 أوم.

(2) قياس الضوضاء المشعة في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz.

تقاس شدة المجال الكهربائي باستخدام هوائيات ثنائية المخروط أو صفائف ثنائية القطب لوغارتمية دورية. وفي حالة تطبيقات الأجهزة المحمولة، يتم توسيع مدى ترددات القياس إلى 6 GHz.

(3) قياس الضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz.

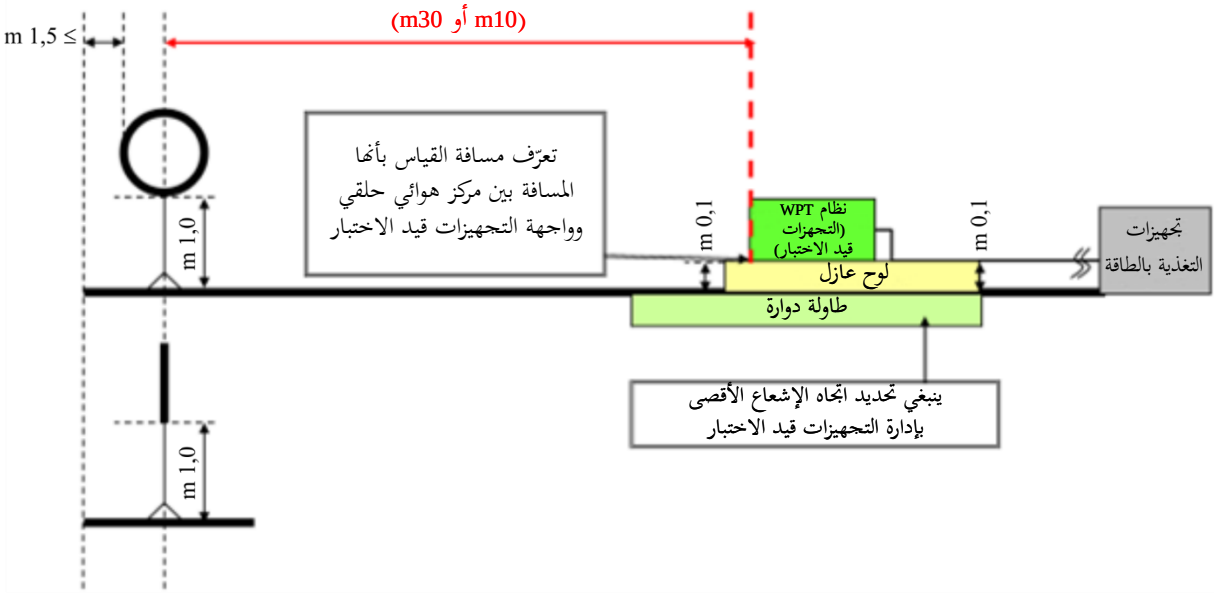
تقاس الضوضاء بالتوصيل التي تشعها خطوط الطاقة الكهربائية. وفي هذا القياس ينبغي توصيل التجهيزات قيد الاختبار (EUT) بالشبكة الكهربائية الاصطناعية (AMN).

1.2 نموذج القياس وطريقة القياس في نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية

يرد في الشكلين A3-1 وA3-2 وصف لطرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية. ويقع مدى الترددات في الشكل A3-1 بين 9 kHz و30 MHz، وفي الشكل A3-2 بين 30 MHz و1 GHz. ويظهر في الشكل A3-3 المنظر العلوي للتجهيزات قيد الاختبار (EUT) وترتيبها من أجل قياس الضوضاء المشعة. ويشار في هذه القياسات إلى المعيار CISPR 16-2-3 الصادر عن اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي بعنوان "قياسات الاضطرابات المشعة". ويرد في الشكل A3-4 وصف لهيكل سيارة مقلّد يستعمل في هذا القياس. وقد قدم الاقتراح المتعلق بنموذج السيارة المقلد إلى اللجنة IEC TC 69/PT 61980، وهو يتضمن معياراً دولياً بشأن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية. ويظهر في الشكل A3-5 المنظر العلوي للتجهيزات قيد الاختبار (EUT) وترتيبها من أجل قياس الضوضاء بالتوصيل. وتعرّف قدرة الإرسال في هذه القياسات بأنها مستوى القدرة المقيس عند دخل تجهيزات التغذية الراديوية أو الملف الأولي.

الشكل 1-A3

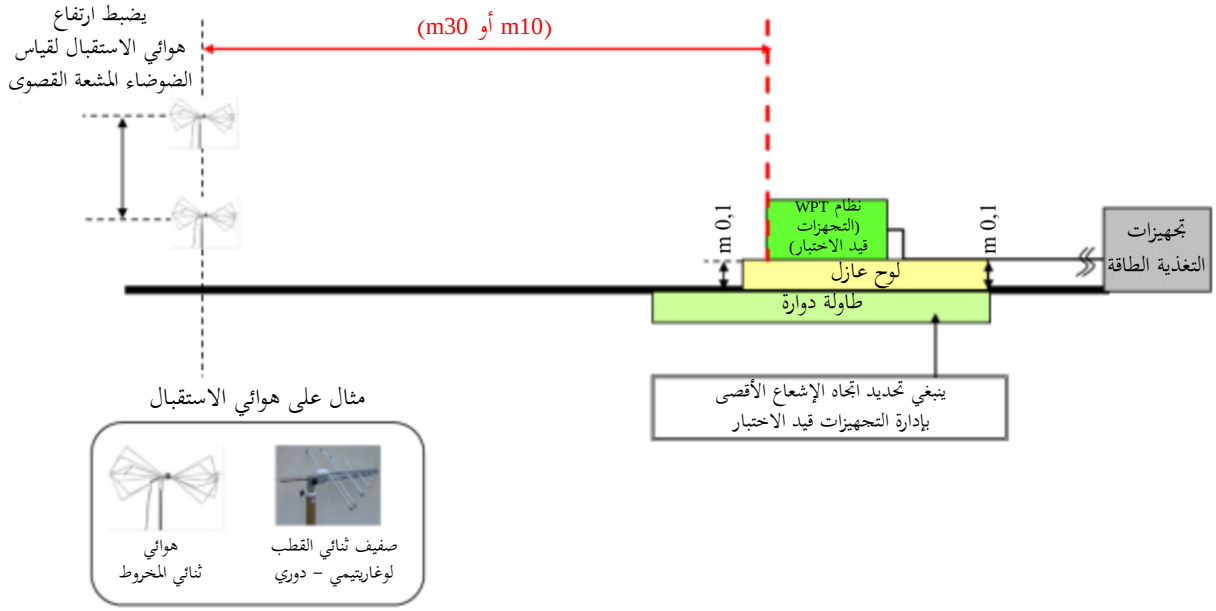
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية، في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz



Report SM.2303-A3-01

الشكل 2-A3

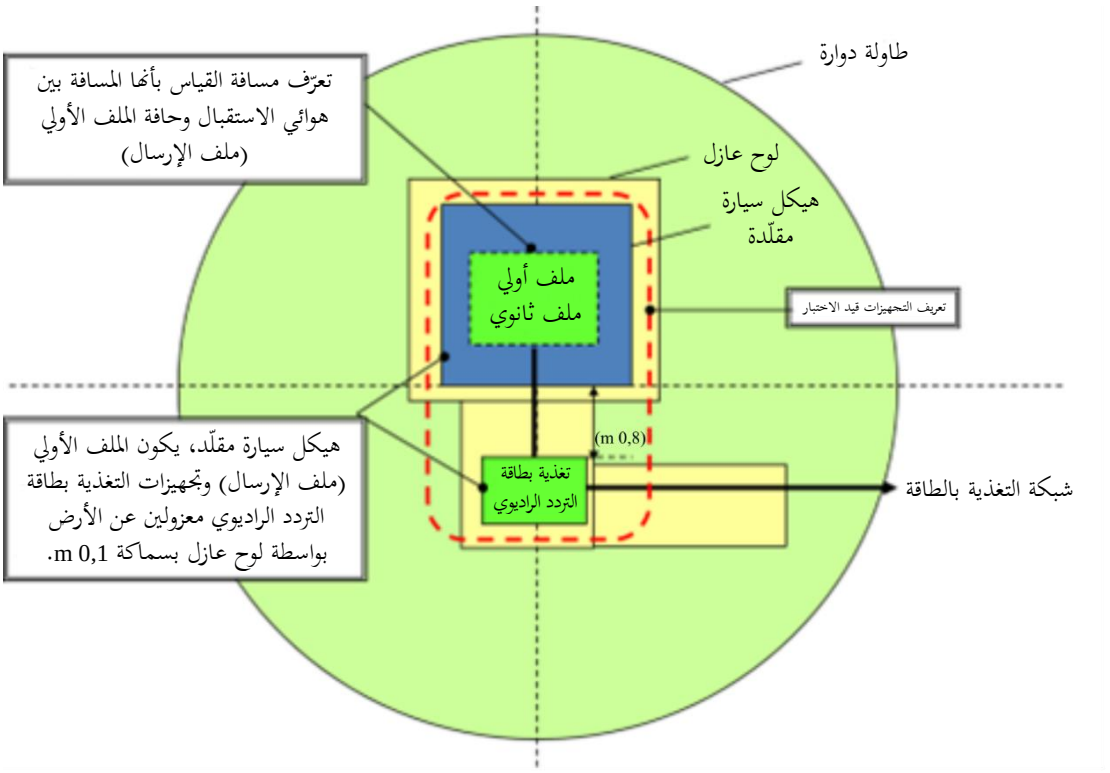
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية، في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz



Report SM.2303-A3-02

الشكل 3-A3

منظر علوي للتجهيزات قيد الاختبار وترتيبها لقياس الضوضاء المشعة

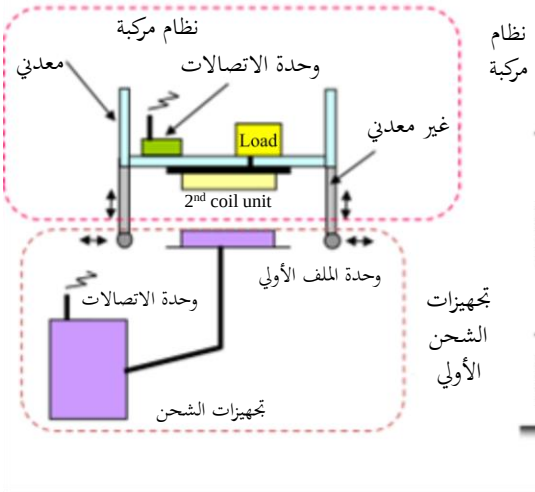


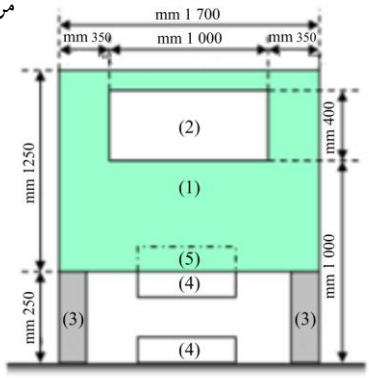
Report SM.2303-A3-02

الشكل 4-A3

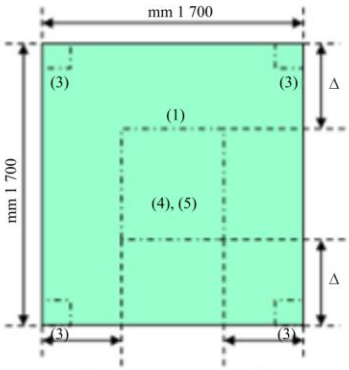
تشكيلة هيكل السيارة المقلد

1) صندوق معدني
2) نافذة
3) حامل من مادة غير موصلة
4) مجموعة الملفات
5) مجموعة الحمولة





ب) منظر جانبي

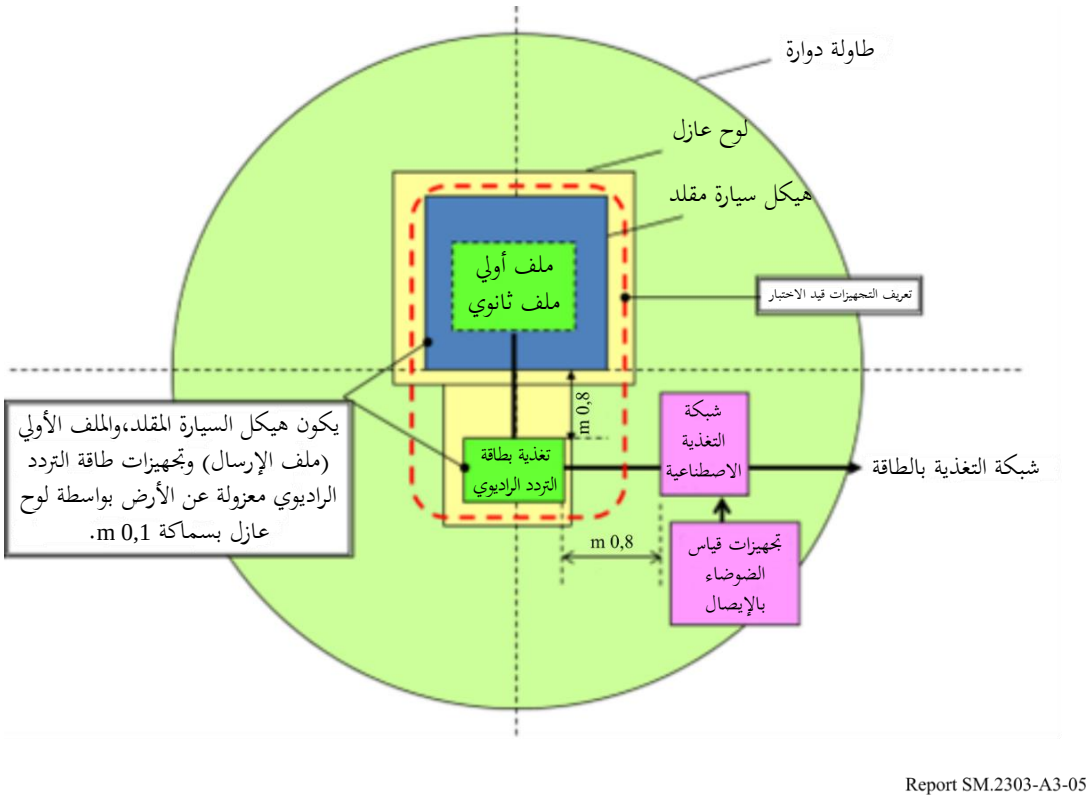


أ) منظر علوي

Report SM.2303-A3-04

الشكل 5-A3

منظر علوي للتجهيزات قيد الاختبار وترتيبها لقياس الضوضاء بالتوصيل



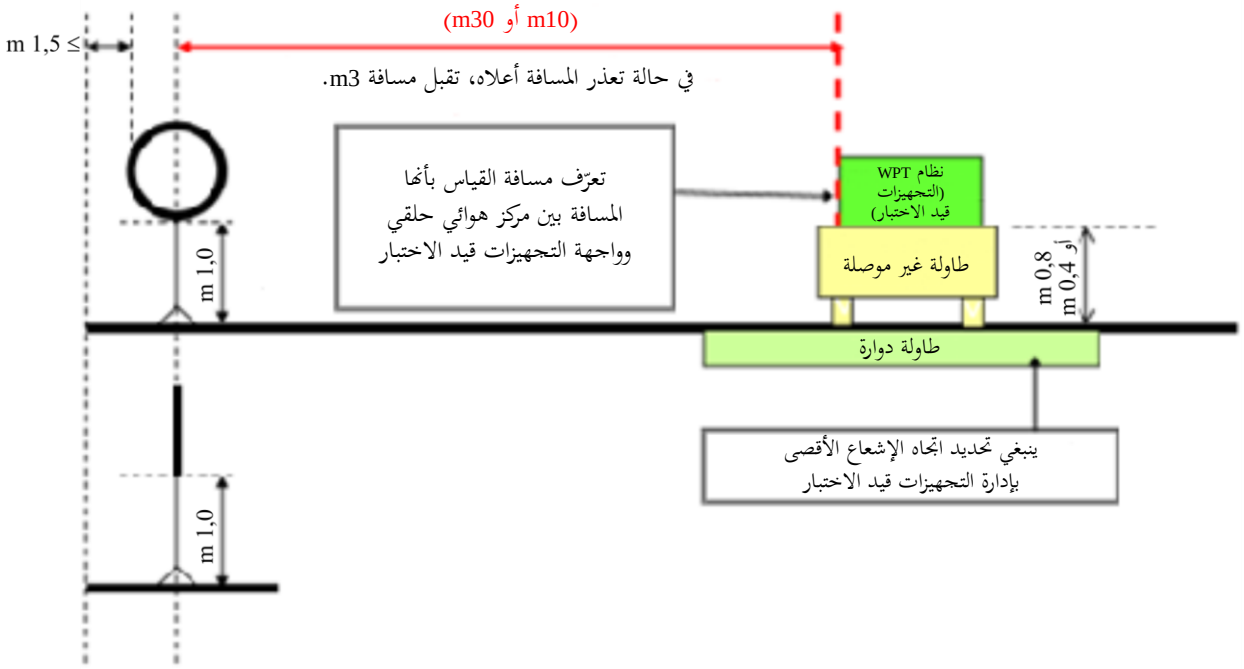
Report SM.2303-A3-05

2.2 نموذج القياس وطريقة القياس في أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية

يرد في الشكلين 6-A3 و7-A3 وصف لطرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية. ويقع مدى الترددات في الشكل 6-A3 بين 9 kHz و30 MHz، وفي الشكل 7-A3 بين 30 MHz و6 GHz. ويلاحظ أن توسيع مدى الترددات إلى 6 GHz قد تم فقط في حالة الأجهزة المتنقلة والمحمولة. أما في حالة الأجهزة المنزلية فإن الحد الأقصى لمدى الترددات المقيس هو 1 GHz. ويعزى ذلك إلى الإشارة للمعيار CISPR 14-1 كطريقة القياس الخاصة بالأجهزة المنزلية، وللمعيار CISPR 22 كطريقة القياس الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة. ويرد في الشكل 8-A3 وصف لطرائق القياس المتعلقة بالضوضاء بالتوصيل. وقد أخذت هنا طريقتان للقياس في الاعتبار.

الشكل 6-A3

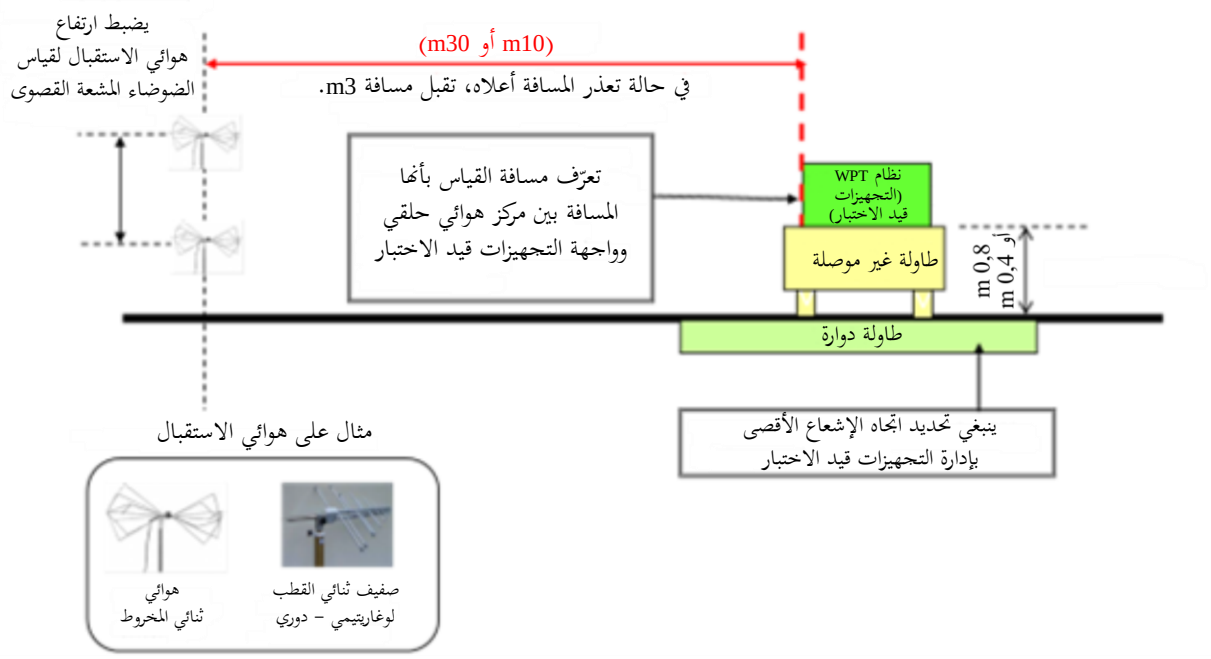
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية، في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz



Report SM.2303-A3-06

الشكل 7-A3

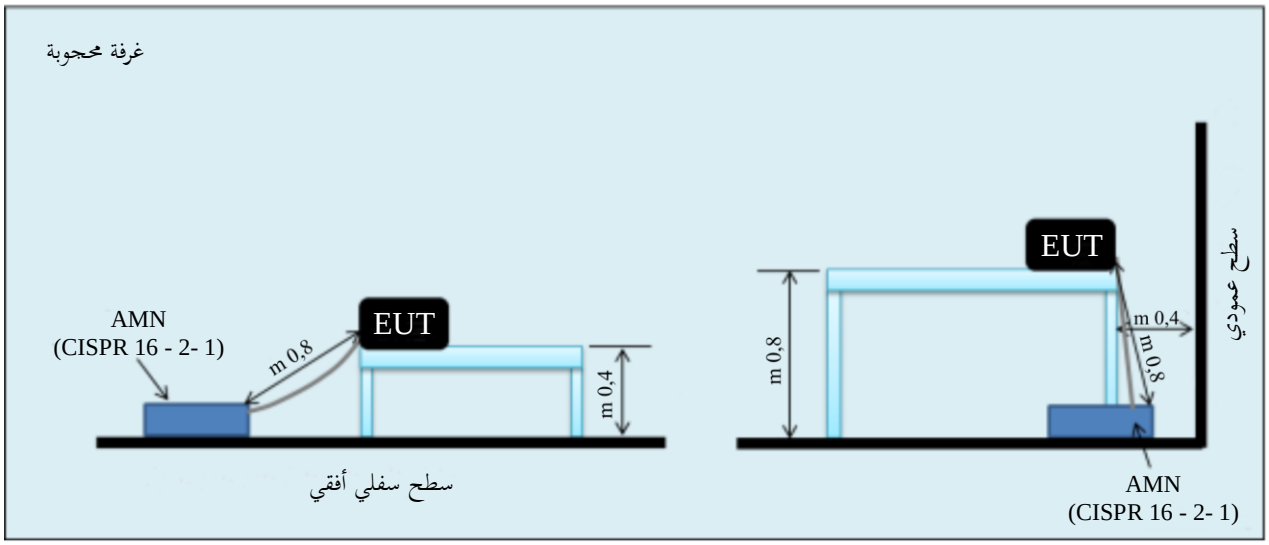
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية، في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و6 GHz



Report SM.2303-A3-07

الشكل 8-A3

طرائق قياس الضوضاء بالتوصيل



Report SM.2303-A3-07

3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الصادر عن منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF)

يجري داخل فريق العمل المعني بإرسال القدرة لاسلكياً (WPT) التابع لوزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) مناقشات بشأن حد البث الإشعاعي في اللوائح اليابانية الجديدة. وتجدر الإشارة إلى أن منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) في اليابان قد وضع بالفعل الحد المستهدف للبث الإشعاعي على شكل قيم مؤقتة من أجل مناقشة شروط التعايش بالنسبة للأنظمة اللاسلكية الأخرى. وترد فيما يلي وجهات النظر الأساسية المتعلقة بالحدود المستهدفة للبث الإشعاعي.

(1) يجب أن توضع الحدود المستهدفة للضوضاء المشعة في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz فقط. ويرد هنا وصف لحدود شدة كلّ من المجال الكهربائي والمجال المغنطيسي.

(2) يجب أن ينظر أولاً في الحدود المستهدفة للضوضاء المشعة الناجمة عن شدة المجال الكهربائي، وذلك لأن منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) يشير إلى لوائح الراديو الوطنية اليابانية ولأن حدود الضوضاء المشعة في هذه اللوائح محددة أساساً بواسطة شدة المجال الكهربائي. ويتم التحويل من شدة المجال الكهربائي إلى شدة المجال المغنطيسي بإجراء حسابات تستخدم المعاوقة المميزة لموجة كهرمغنطيسية عرضانية (TEM) (موجة مسطحة)، أي 377 أوم.

(3) لا يتولى منتدى النطاق العريض اللاسلكي وضع الحدود المستهدفة للضوضاء المشعة فوق 30 MHz وللضوضاء بالتوصيل.

بعد ذلك يرد وصف لحدود البث الإشعاعي المستهدفة لكل نظام من أنظمة WPT. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الحدود مؤقتة ولا تزال تخضع للمناقشة.

1.3 الحد المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية

تم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في مدى ترددات نظام WPT بالإشارة إلى الجزء الفرعي C من الجزء 18 من قواعد لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) باعتباره قاعدة دولية وباستخدام نتائج القياس المتعلقة بأنظمة WPT المطورة. وتم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في نطاقات التردد الأخرى على أساس لوائح الراديو اليابانية المطبقة على تجهيزات المطابخ الحثية باعتبارها تطبيقاً شائع الاستعمال للحث المغنطيسي.

(1) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال الكهربائي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)

قدرة الإرسال 3 kW : 36,7 mV/m على 30 m (91,3 dBµV/m على 30 m)
قدرة الإرسال 7,7 kW : 58,9 mV/m على 30 m (95,4 dBµV/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz

: 30 µV/m على 30 m (29,5 dBµV/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى

: 200 µV/m على 30 m (46,0 dBµV/m على 30 m)

(2) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال المغنطيسي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)

قدرة الإرسال 3 kW : 97,5 µA/m على 30 m (39,8 dBµA/m على 30 m)
قدرة الإرسال 7,7 kW : 156 µA/m على 30 m (43,9 dBµA/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz

: 0,0796 µA/m على 30 m (22,0− dBµA/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 0,531 µA/m على 30 m (5,51− dBµA/m على 30 m)

2.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي

تم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في مدى ترددات تكنولوجيا WPT على أساس نتائج القياس المتعلقة بأنظمة WPT المطورة. وتم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في نطاقات التردد الأخرى على أساس لوائح الراديو اليابانية المطبقة على تجهيزات المطابخ الحثية باعتبارها تطبيقاً شائع الاستعمال للحث المغنطيسي.

(1) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال الكهربائي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)
: 100 mV/m على 30 m (100 dBµV/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 30 µV/m على 30 m (29,5 dBµV/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 100 µV/m على 30 m (40,0 dBµV/m على 30 m)

(2) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال المغنطيسي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)
: 265,3 µA/m على 30 m (48,5 dBµA/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 0,0796 µA/m على 30 m (22,0− dBµA/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 0,265 µA/m على 30 m (11,5− dBµA/m على 30 m)

3.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي

تم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في مدى ترددات تكنولوجيا WPT على أساس نتائج القياس المتعلقة بأنظمة WPT المطوّرة. وتم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في نطاقات التردد الأخرى على أساس لوائح الراديو اليابانية المطبقة على تجهيزات المطابخ الحثية باعتبارها تطبيقاً شائع الاستعمال للحث المغنطيسي.

(1) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال الكهربائي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)
: 1 mV/m على 30 m (60 dBµV/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 30 µV/m على 30 m (29,5 dBµV/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 173 µV/m على 30 m (44,8 dBµV/m على 30 m)

(2) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال المغنطيسي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل في إرسال القدرة)
: 2,66 µA/m على 30 m (8,5 dBµA/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 0,0796 µA/m على 30 m (22,0− dBµA/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 0,459 µA/m على 30 m (6,7− dBµA/m على 30 m)

4.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي

تم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في مدى ترددات تكنولوجيا WPT على أساس نتائج القياس المتعلقة بأنظمة WPT المطورة. وتم اقتراح حد مستهدف مؤقت للضوضاء المشعة في نطاقات التردد الأخرى على أساس لوائح الراديو اليابانية المطبقة على تجهيزات المطابخ الحثية باعتبارها تطبيقاً شائع الاستعمال للحث المغنطيسي.

(1) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال الكهربائي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل لإرسال القدرة)
: 100 µV/m على 30 m (40 dBµV/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 30 µV/m على 30 m (29,5 dBµV/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 100 µV/m على 30 m (40 dBµV/m على 30 m)

(2) الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة الناجمة عن المجال المغنطيسي

أ) مدى ترددات نظام WPT (مدى الترددات المستعمل لإرسال القدرة)
: 0,265 µA/m على 30 m (11,5− dBµA/m على 30 m)

ب) مدى الترددات 1 606,5-526,5 kHz
: 0,0796 µA/m على 30 m (22,0− dBµA/m على 30 m)

ج) مدى الترددات المتوقع الأعلى : 0,265 µA/m على 30 m (11,5− dBµA/m على 30 m)

4 نتائج قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل

يرد هنا وصف لنتائج قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل والقياسات المتعلقة بها لكل نظام من أنظمة WPT. وتعتبر أنظمة WPT الوارد وصفها هنا بمثابة تجهيزات للاختبار أو قيد التطوير.

1.4 نتائج القياس المتعلقة بنظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية

(1) لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار

أُعدَّ لهذا القياس قطعتان من تجهيزات الاختبار كما هو مبين في الجدول 1-A3. في تجهيزات الاختبار A، جرى استعمال التردد 120 kHz للإرسال اللاسلكي للقدرة وملفان دائريان مسطحان للإرسال والاستقبال. وفي تجهيزات الاختبار B، استعمل التردد 85 kHz للإرسال اللاسلكي للقدرة وملفان أسطوانيان للإرسال والاستقبال. وتتضمن تجهيزات الاختبار B أيضاً أجهزة لكبت التوافقيات ذات المرتبة الأعلى لتردد WPT. وترد صور كل من تجهيزات الاختبار A وB في الشكلين 9-A3 و10-A3، على التوالي.

الجدول 1-A3

لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بشحن السيارات الكهربائية

نظام WPT	شحن السيارات الكهربائية
تكنولوجيا WPT	رنين مغنطيسي
تردد WPT	تجهيزات الاختبار A: 120 kHz تجهيزات الاختبار B: 85 kHz
شروط الإرسال اللاسلكي للقدرة	قدرة الإرسال: 3 kW مسافة إرسال القدرة: 150 mm

الشكل 9-A3

تجهيزات الاختبار A

Report SM.2303-A3-09

الشكل 10-A3

تجهيزات الاختبار B

Report SM.2303-A3-10

(2) نتائج قياس الضوضاء المشعة

تم قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن كل من تجهيزات الاختبار A وB داخل غرفة محجوبة كاتمة للصدى. وبلغت مسافة القياس 10 m. ولحساب شدة المجال على مسافة 30 m، تطبق قاعدة التحويل التالية المنشورة في لوائح الراديو اليابانية.

[عامل التوهين الناجم عن تغير مسافة القياس من 10 m إلى 30 m]

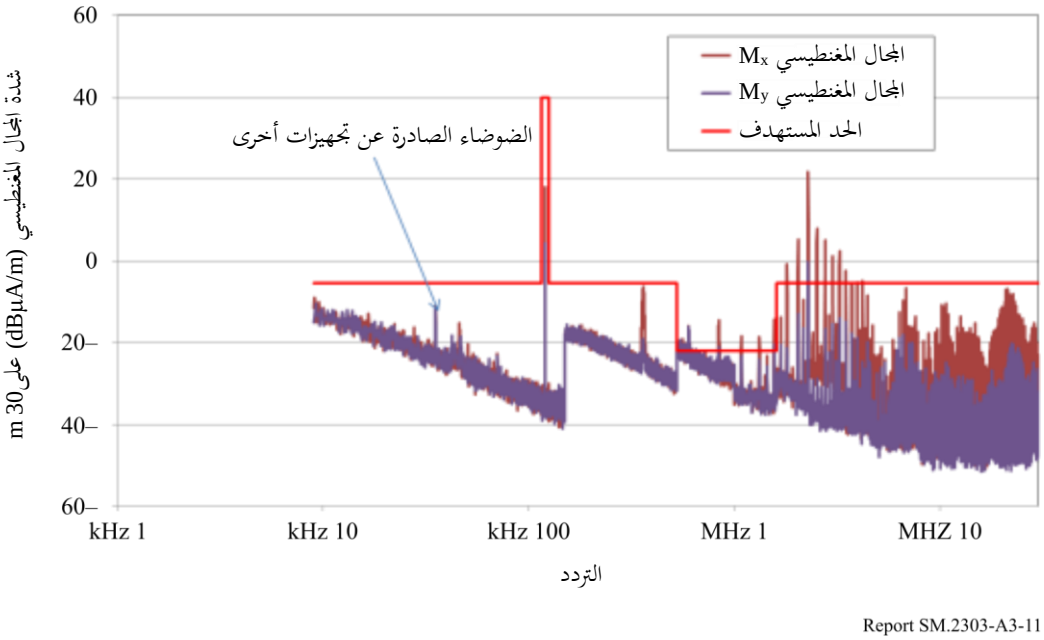
للترددات الأقل من 526,5 kHz:	1/27
من 526,5 إلى 1 606,5 kHz:	1/10
من 1 606,5 kHz إلى 30 MHz:	1/6

وتظهر في الشكلين A3-11 وA3-12 نتائج القياس التي تم الحصول عليها في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz. وترد في الشكل A3-13 نتائج القياس المتعلقة بالتوافقيات ذات المرتبة الأعلى لكل تجهيز من تجهيزات الاختبار. وتبين نتائج هذه القياسات أن تجهيزات الاختبار B تعيّن الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة. أما تجهيزات الاختبار A فتحدد بدقة الحد المستهدف المؤقت لتردد نظام WPT دون أن تعين الحد المستهدف المؤقت لمدى الترددات الآخر. ويعتقد أنه بإدراج الأجهزة المناسبة لكبت الضوضاء عالية التردد، يمكن تعيين الحد المستهدف المؤقت.

وتظهر في الشكلين A3-14 وA3-15 نتائج القياس التي تم الحصول عليها في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz.

الشكل A3-11

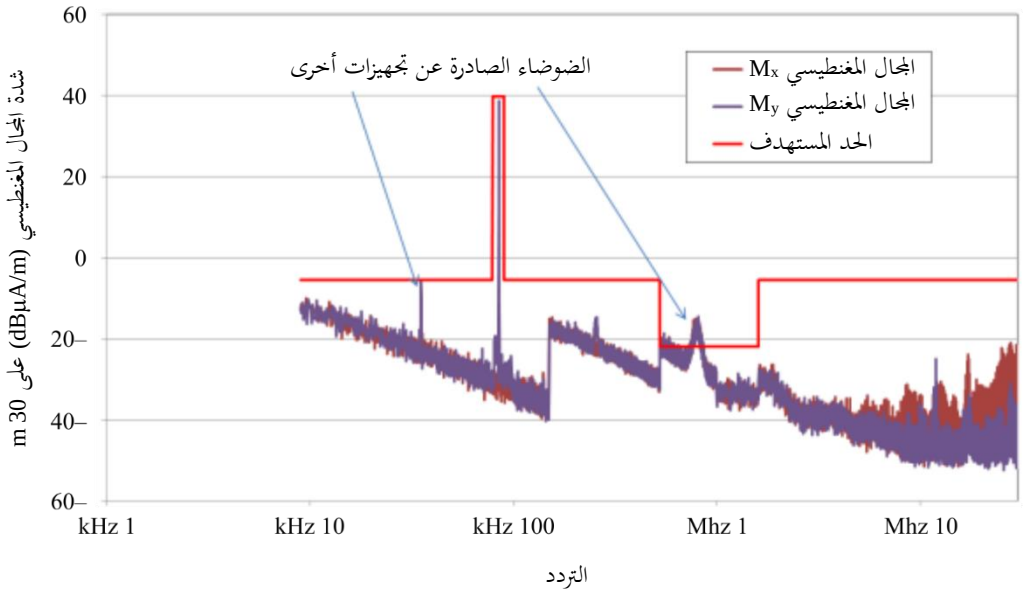
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-11

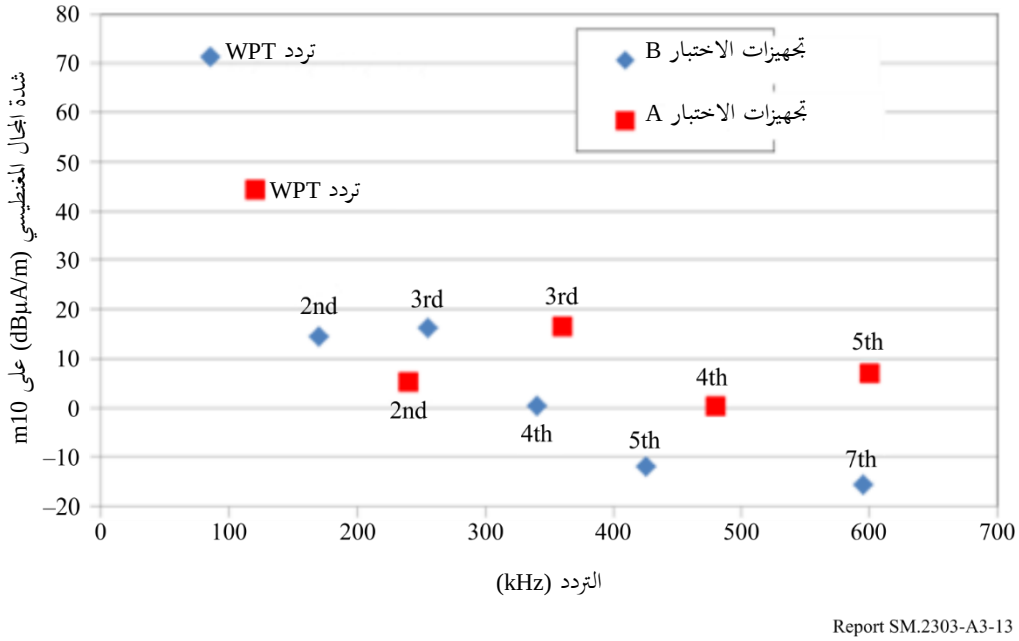
الشكل 12-A3

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



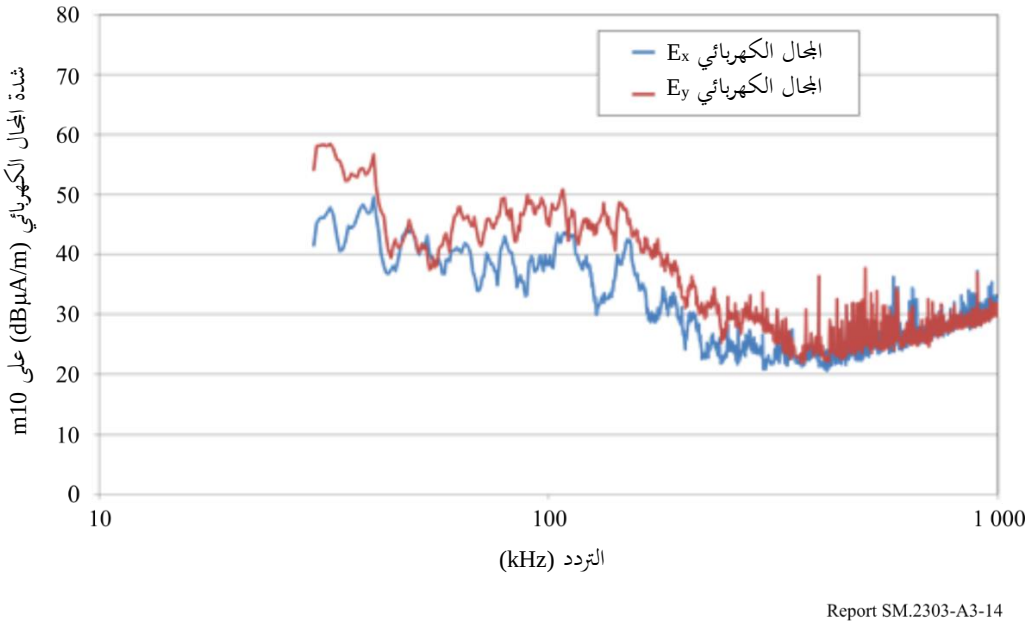
الشكل 13-A3

نتائج القياس المتعلقة بالتوافقيات ذات المرتبة الأعلى (قيمة شبه ذروية)



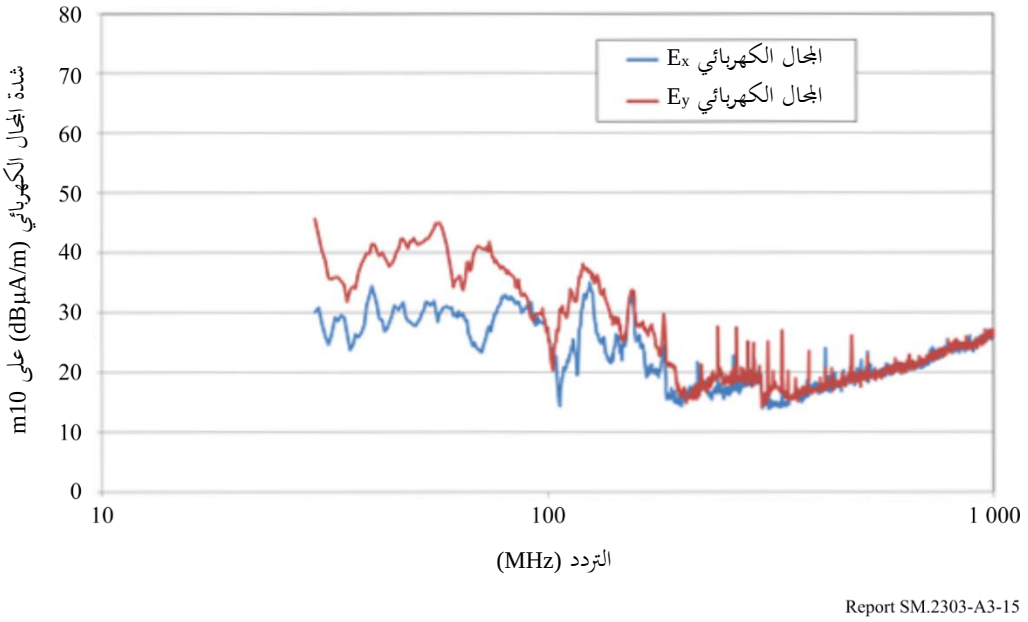
الشكل A3-14

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية)



الشكل A3-15

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية)

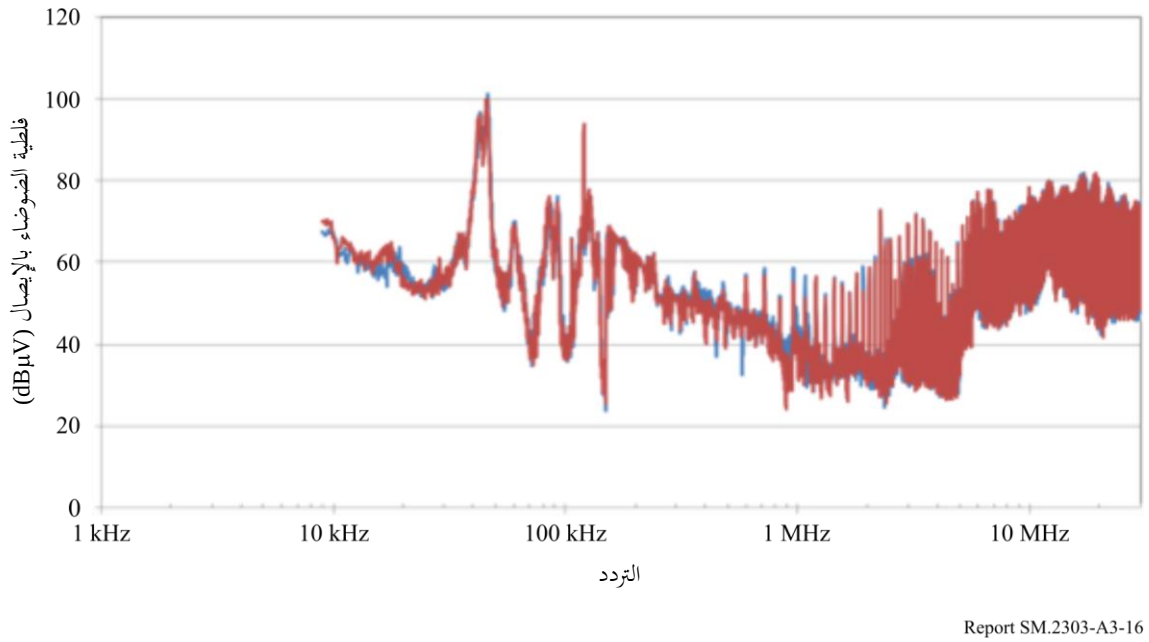


(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

تظهر في الشكلين 16-A3 و17-A3 نتائج القياسات المتعلقة بالضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz.

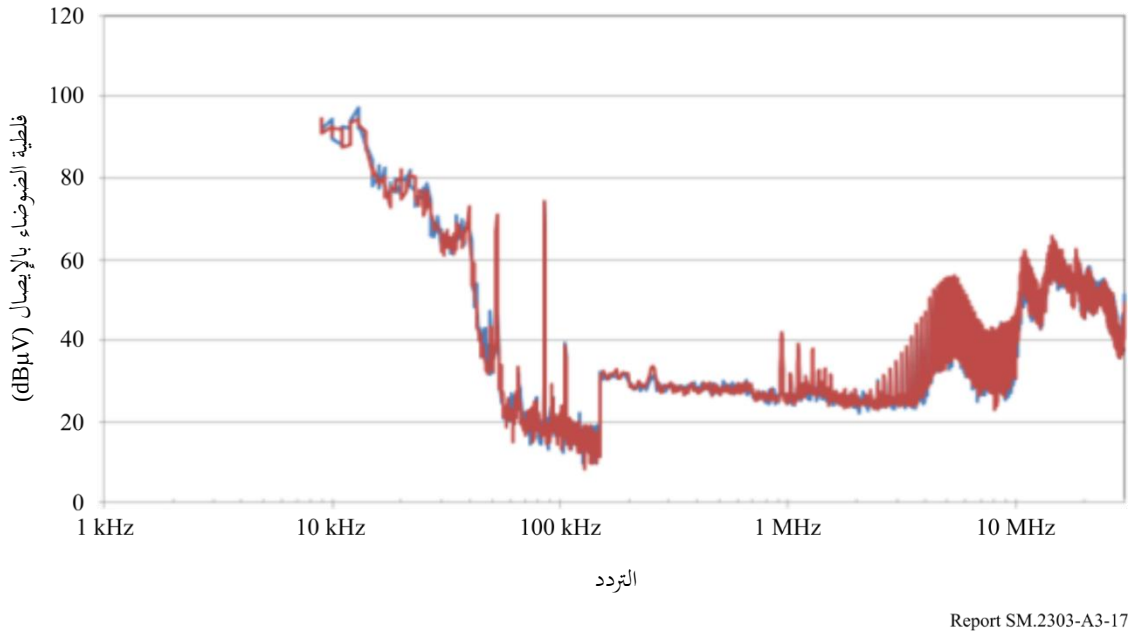
الشكل 16-A3

الضوضاء بالتوصيل الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



الشكل 17-A3

الضوضاء بالتوصيل الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



2.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي

(1) لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار

يقدم الجدول 2-A3 لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي. ويبلغ تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة 6,78 MHz. ويظهر في الشكل 18-A3 هيكل نموذجي للملفات المستخدمة في تجهيزات الاختبار هذه. وقد وضع هيكل الملفات هذا داخل الجهاز المحمول الذي يجري قياسه. وتبلغ قدرة الإرسال في هذه التجهيزات 16,8 W. وفي نتائج القياسات المبينة أدناه استخدم عامل التحويل المشار إليه في الفقرة 1.4 (2) والمتعلق بتحويل قدرة الإرسال إلى 100 W وتحويل مسافة القياس إلى 30 m. ويلاحظ أن تجهيزات الاختبار لا تتضمن أجهزة لكبت التوافقيات ذات المرتبة الأعلى لتردد WPT.

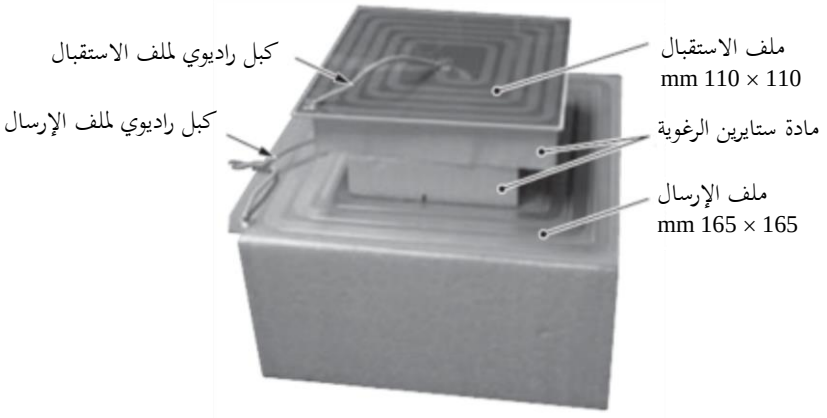
الجدول 2-A3

لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم الرنين المغنطيسي

نظام WPT	الأجهزة المتنقلة وأجهزة تكنولوجيا المعلومات
تكنولوجيا WPT	الرنين المغنطيسي
تردد WPT	6,78 MHz
شروط الإرسال اللاسلكي للقدرة	قدرة الإرسال: 16,8 W مسافة إرسال القدرة: عدة سنتيمترات

الشكل 18-A3

هيكل الملفات النموذجي لتجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم الرنين المغنطيسي



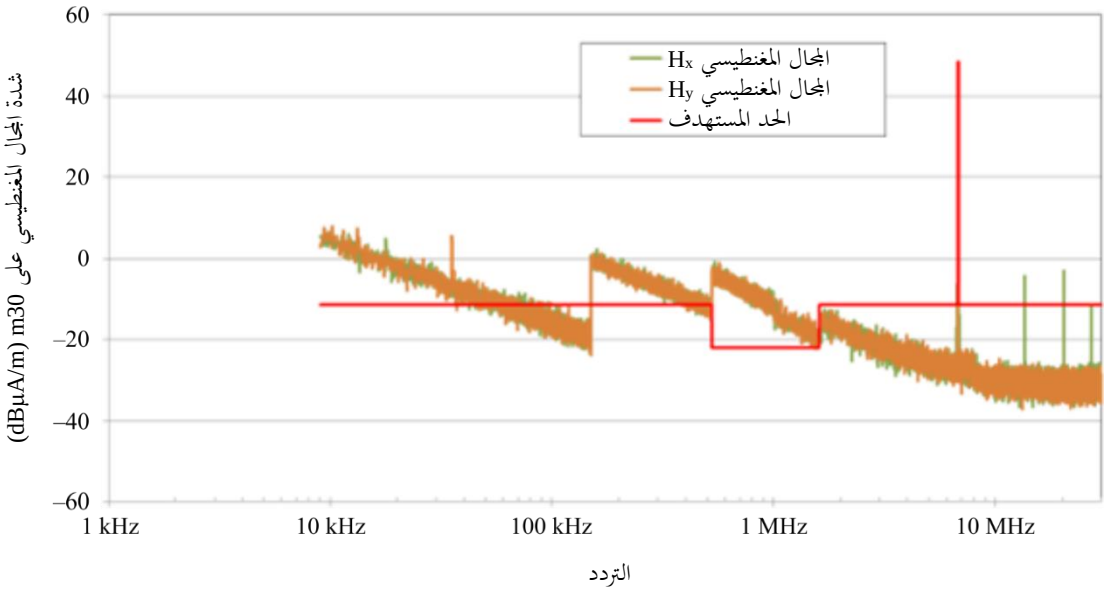
Report SM.2303-A3-18

(2) نتائج قياس الضوضاء المشعة

جرى قياس الضوضاء المشعة الصادرة عن تجهيزات الاختبار في غرفة محجوبة كاتمة للصدى. وتظهر نتائج القياس في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz، وبين 30 MHz و1 GHz، وبين 1 GHz و6 GHz في الأشكال 19-A3 و20-A3 و21-A3، على التوالي. وترد نتائج قياس تجهيزات الاختبار هذه عند التوافقيات ذات المرتبة الأعلى في الشكل 22-A3. وبنتيجة هذه القياسات تبين أن تجهيزات الاختبار هذه تعيّن الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة عند تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة. ومن المعترف به أيضاً أن ضوضاء البث تنعدم فوق 1 GHz.

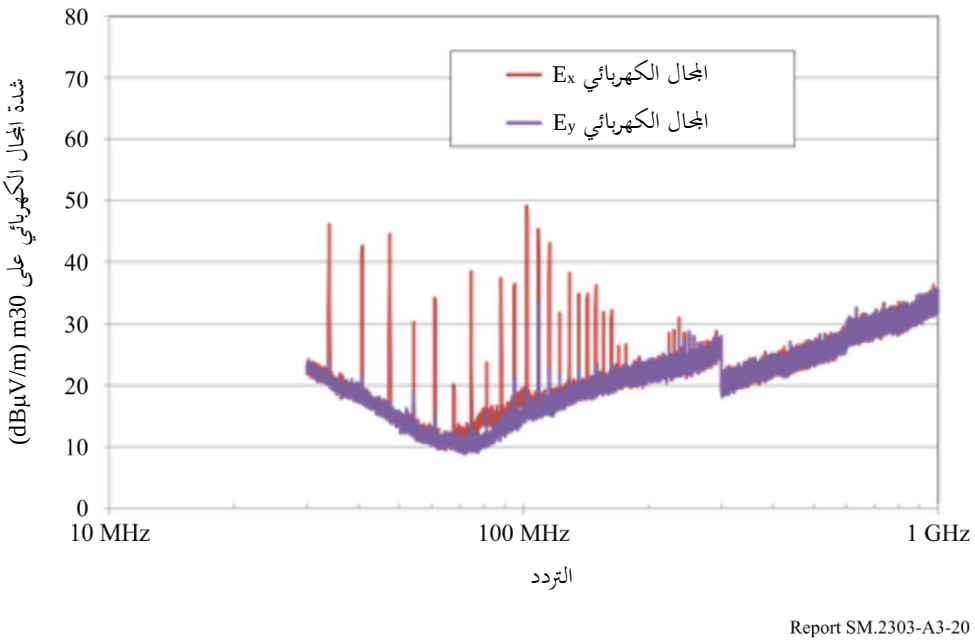
الشكل A3-19

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



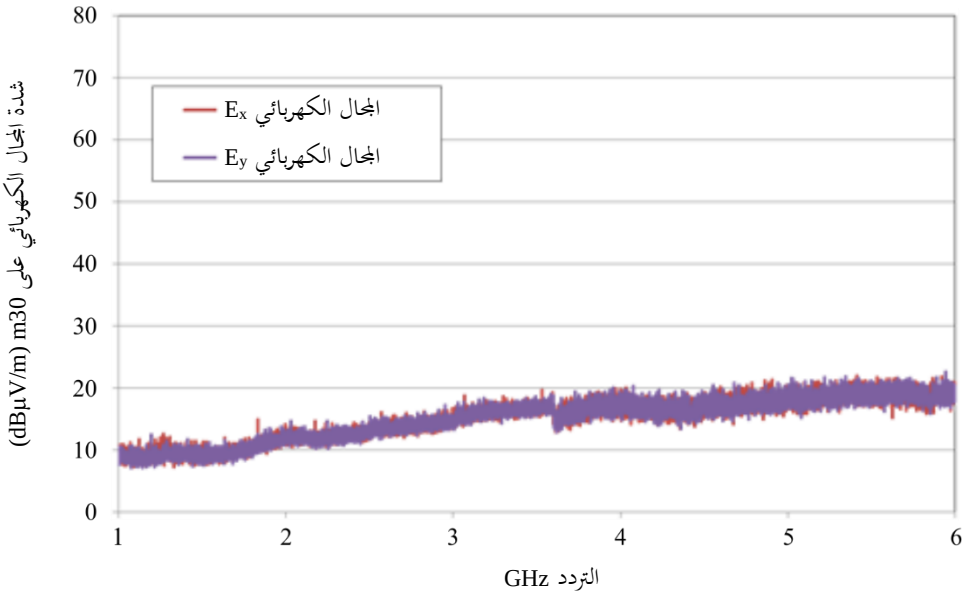
الشكل A3-20

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية)



الشكل A3-21

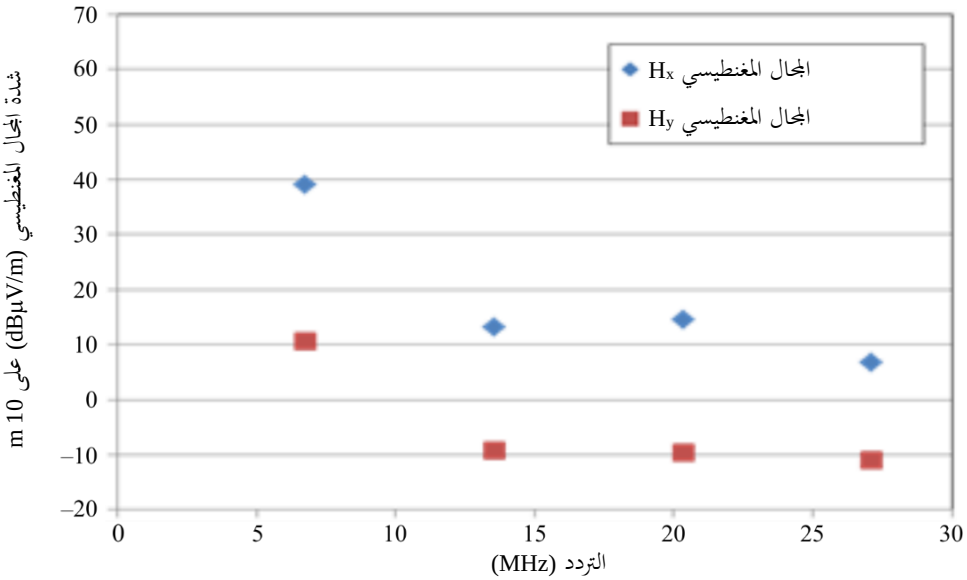
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (1 GHz 6-GHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-21

الشكل A3-22

نتائج القياس عند التوافقيات ذات المرتبة الأعلى (قيمة شبه ذروية)



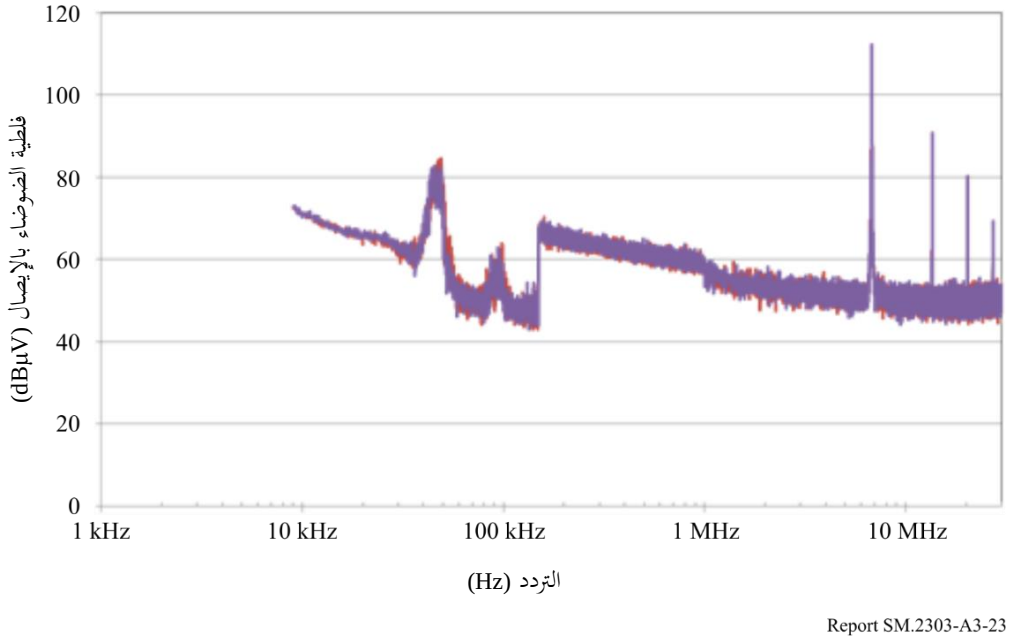
Report SM.2303-A3-22

(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

تظهر في الشكل 23-A3 نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz.

الشكل 23-A3

الضوضاء بالتوصيل الناجمة عن تجهيزات الاختبار (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



3.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي

(1) لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار

يقدم الجدول 3-A3 لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي. ولنظام WPT هذا هيكلان للملفات كما هو مبين في الشكل 24-A3. ويبلغ تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة في تجهيزات الاختبار A وB، على التوالي، 23,4 kHz و94 kHz. وتبلغ قدرة الإرسال 1,5 kW في تجهيزات الاختبار A، و1,2 kW في تجهيزات الاختبار B. وقد تم تحويل مسافة القياس إلى 30 m بواسطة عامل التحويل المشار إليه في الفقرة 1.4 (2). ويلاحظ أن قطعتي تجهيزات الاختبار تتضمن أجهزة لكبت التوافقيات ذات المرتبة الأعلى لتردد الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT).

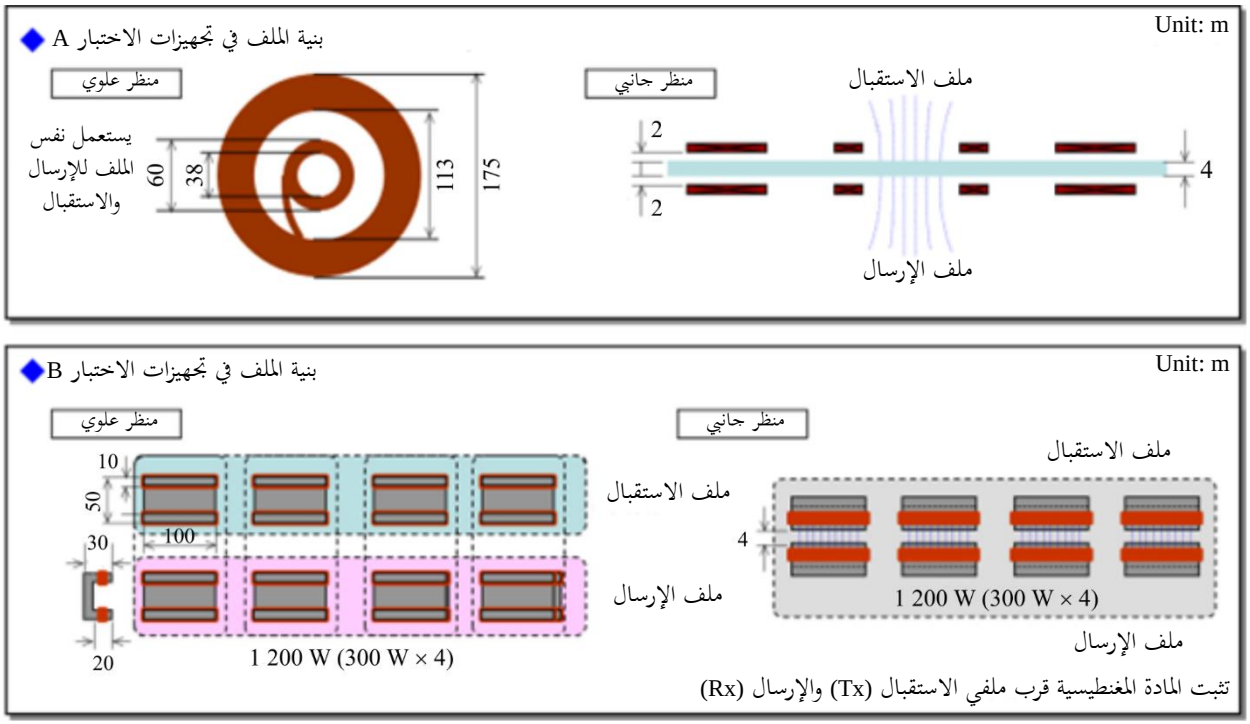
الجدول 3-A3

لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم الحث المغنطيسي

نظام WPT	الأجهزة المنزلية
تكنولوجيا WPT	تكنولوجيا الحث المغنطيسي
تردد WPT	تجهيزات الاختبار A: 23,4 kHz تجهيزات الاختبار B: 95 kHz
شروط الإرسال اللاسلكي للقدرة	قدرة الإرسال (تجهيزات الاختبار A): 1,5 kW قدرة الإرسال (تجهيزات الاختبار B): 1,2 kW مسافة إرسال قدرة: أقل من 1 cm

الشكل A3-24

هيكلا الملفات النموذجيان في تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي



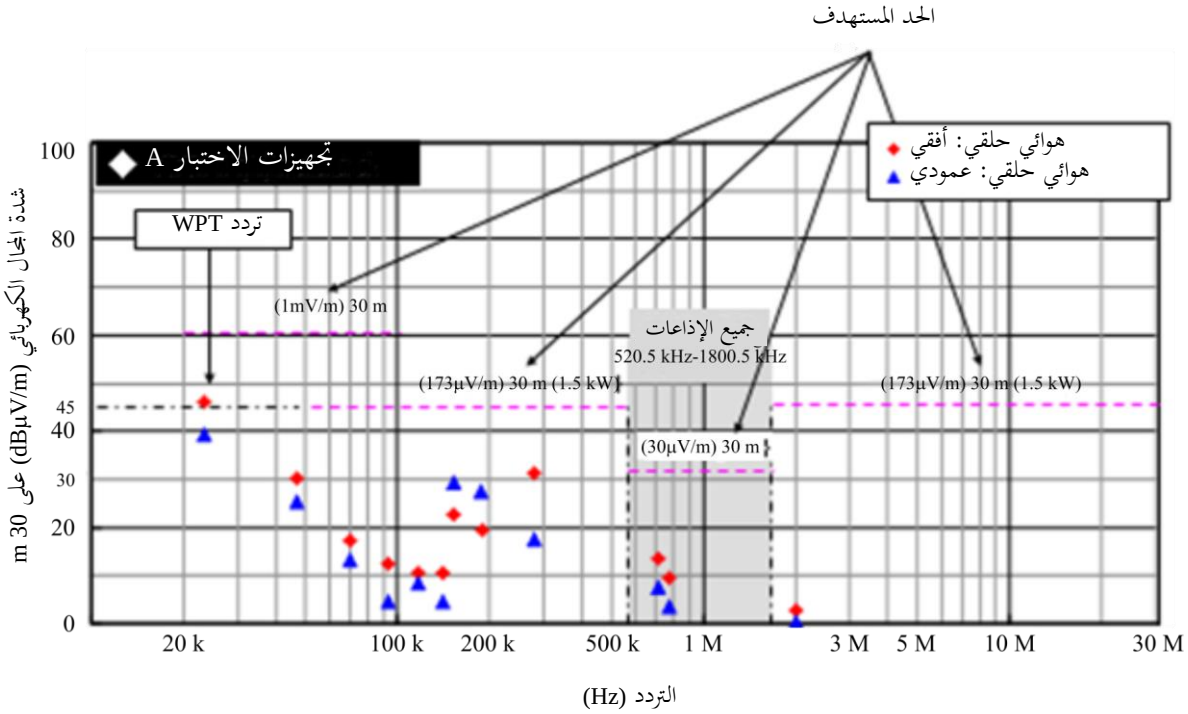
Report SM.2303-A3-24

(2) نتائج قياس الضوضاء المشعة

تم قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن كل من تجهيزات الاختبار في غرفة محجوبة كاتمة للصدى. وتظهر نتائج القياس الخاصة بكل من التجهيزات A وB في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz في الشكلين A3-25 وA3-26. أما القياسات في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz فلم يتم إجراءها إلا لتجهيزات الاختبار A. وتظهر هذه النتائج في الشكل A3-27. ومن نتيجة هذه القياسات، تبيَّن أن تجهيزَتي الاختبار تعيِّنان بدقة الحد المستهدف المؤقت للضوضاء المشعة عند تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة (WPT) والترددات الأعلى.

الشكل A3-25

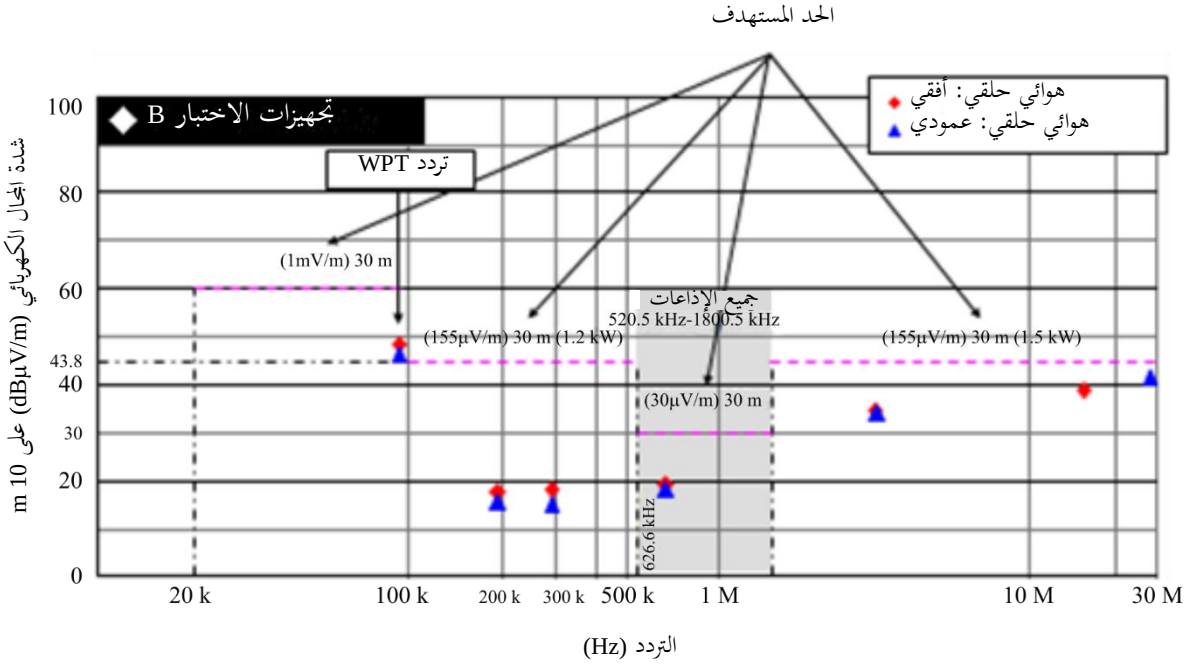
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختباء A (9 kHz-30 MHz، قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-25

الشكل A3-26

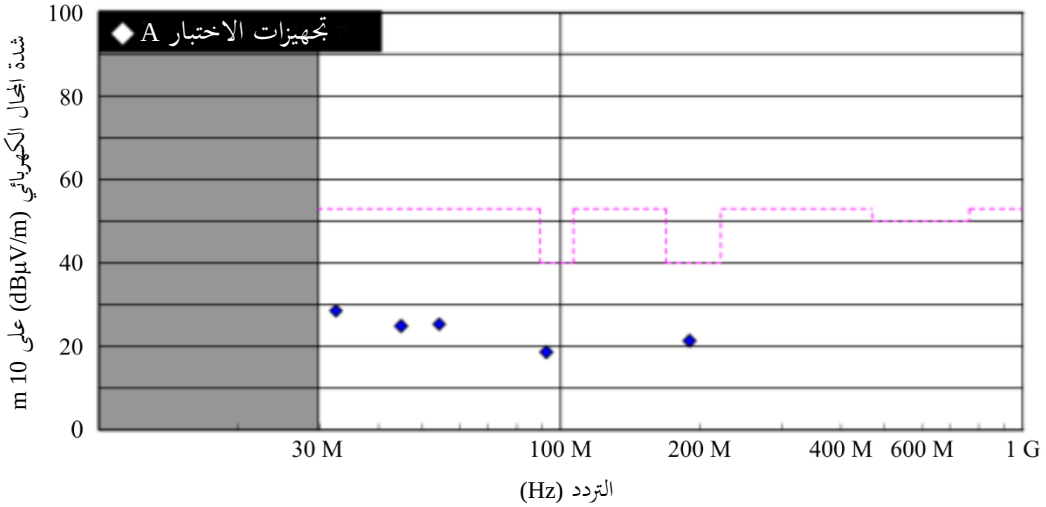
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (9 kHz-30 MHz، قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-26

الشكل A3-27

الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (30 MHz-1 GHz، قيمة شبه ذروية)



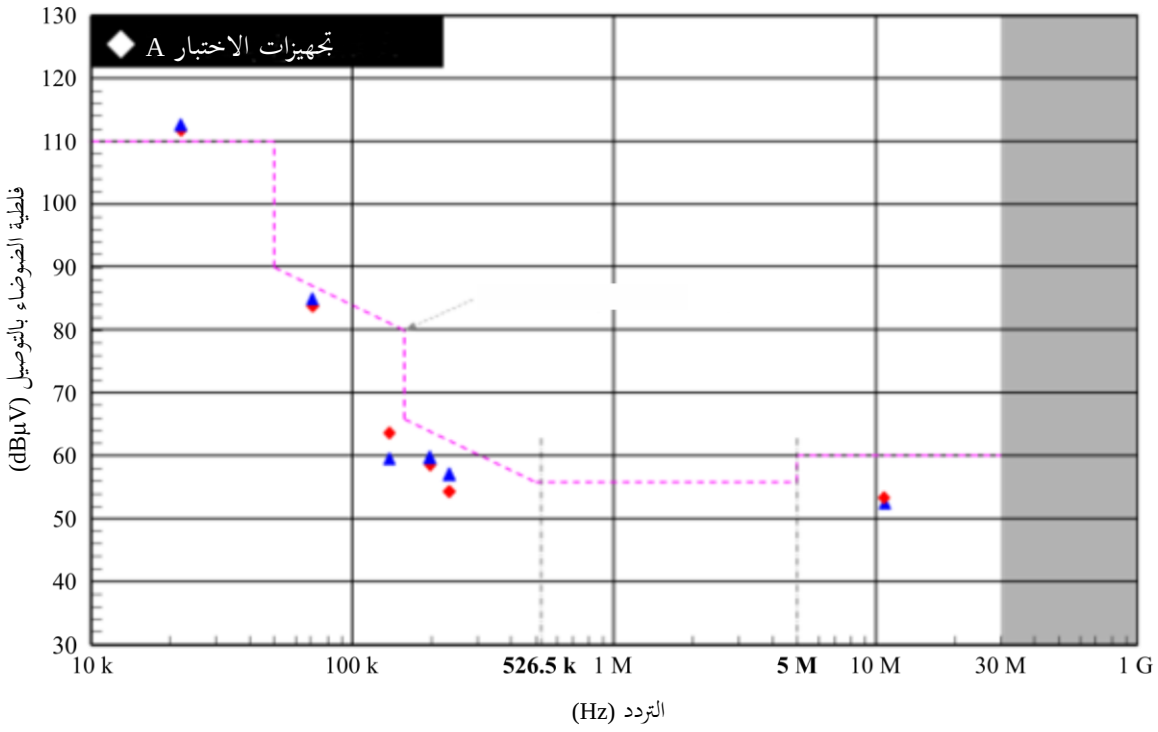
Report SM.2303-A3-27

(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

يظهر الشكل A3-28 نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz.

الشكل A3-28

الضوضاء بالتوصيل الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (9 kHz-30 MHz، قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-28

4.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي

(1) لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار

يقدم الجدول 4-A3 لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السعوي. ويظهر الشكلان 29-A3 و30-A3 تجهيزات الاختبار اللازمة لهذا القياس والمخطط الإجمالي لنظام WPT، على التوالي. ويبلغ تردد الإرسال اللاسلكي للقدرة 493 kHz. وتبلغ قدرة الإرسال 40 W كحد أقصى. ويلاحظ أن تجهيزات الاختبار هذه تعتمد أكبر قدر ممكن من المنتجات التجارية بما في ذلك تصميم الحجب الذي يكبت البث الإشعاعي والتوافقيات ذات المرتبة الأعلى.

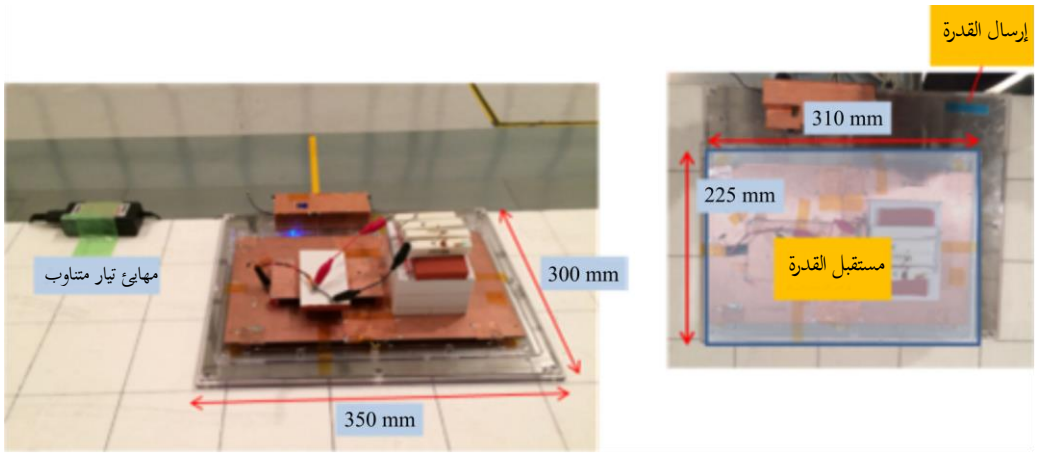
الجدول 4-A3

لمحة عامة عن تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي

نظام WPT	الأجهزة المتنقلة وأجهزة تكنولوجيا المعلومات
تكنولوجيا WPT	اقتران المجال الكهربائي
تردد WPT	493 kHz
شروط الإرسال اللاسلكي للقدرة	قدرة الإرسال: 40 W كحد أقصى مسافة إرسال القدرة: 2 mm

الشكل 29-A3

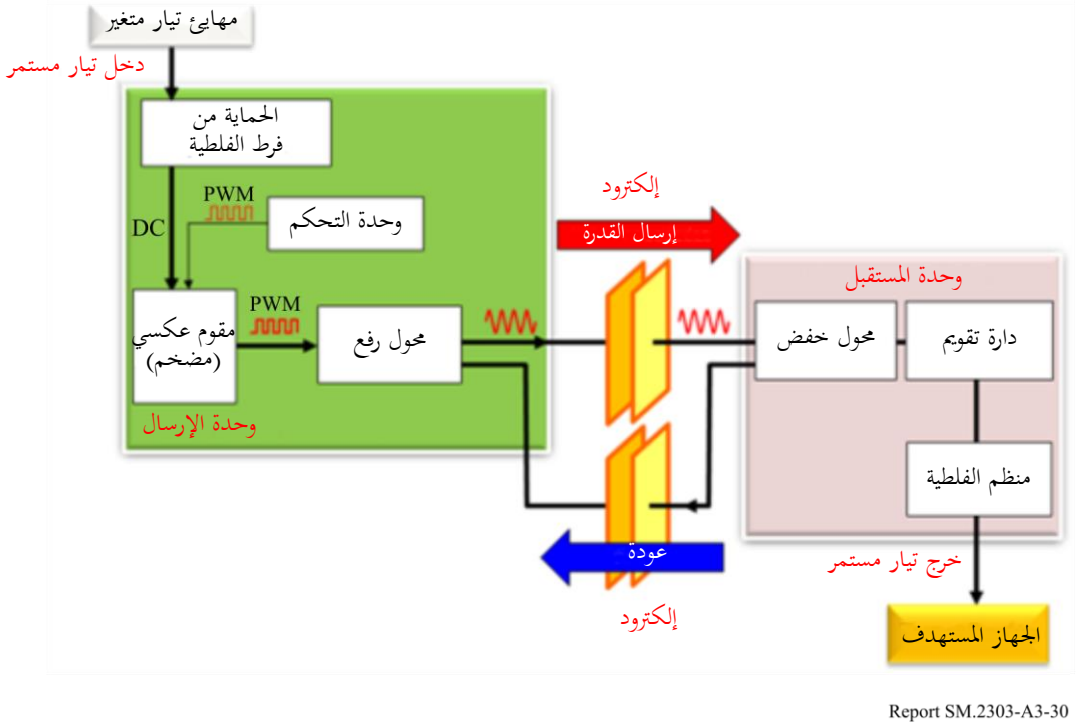
تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السعوي



Report SM.2303-A3-29

الشكل A3-30

المخطط الإجمالي لنظام WPT المتعلق بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي

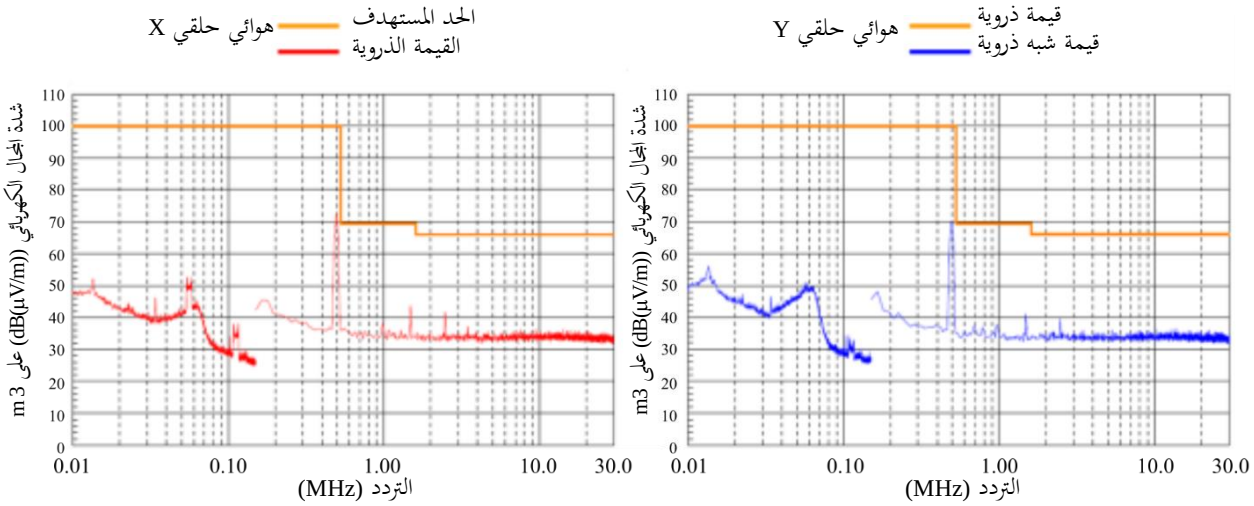


(2) نتائج قياس الضوضاء المشعة

تم قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار هذه في غرفة محجوبة كاتمة للصدى. وتظهر نتائج القياس في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz، وبين 30 MHz و1 GHz، وبين 1 GHz و6 GHz في الأشكال A3-31 وA3-32 وA3-33، على التوالي. وتنبي نتائج القياسات الواردة في الشكل A3-31 أن الضوضاء المشعة هي أدنى من الحد المستهدف المؤقت، وأن ذلك قد يكون نتيجة وسائل كبت الإشعاع والبث.

الشكل A3-31

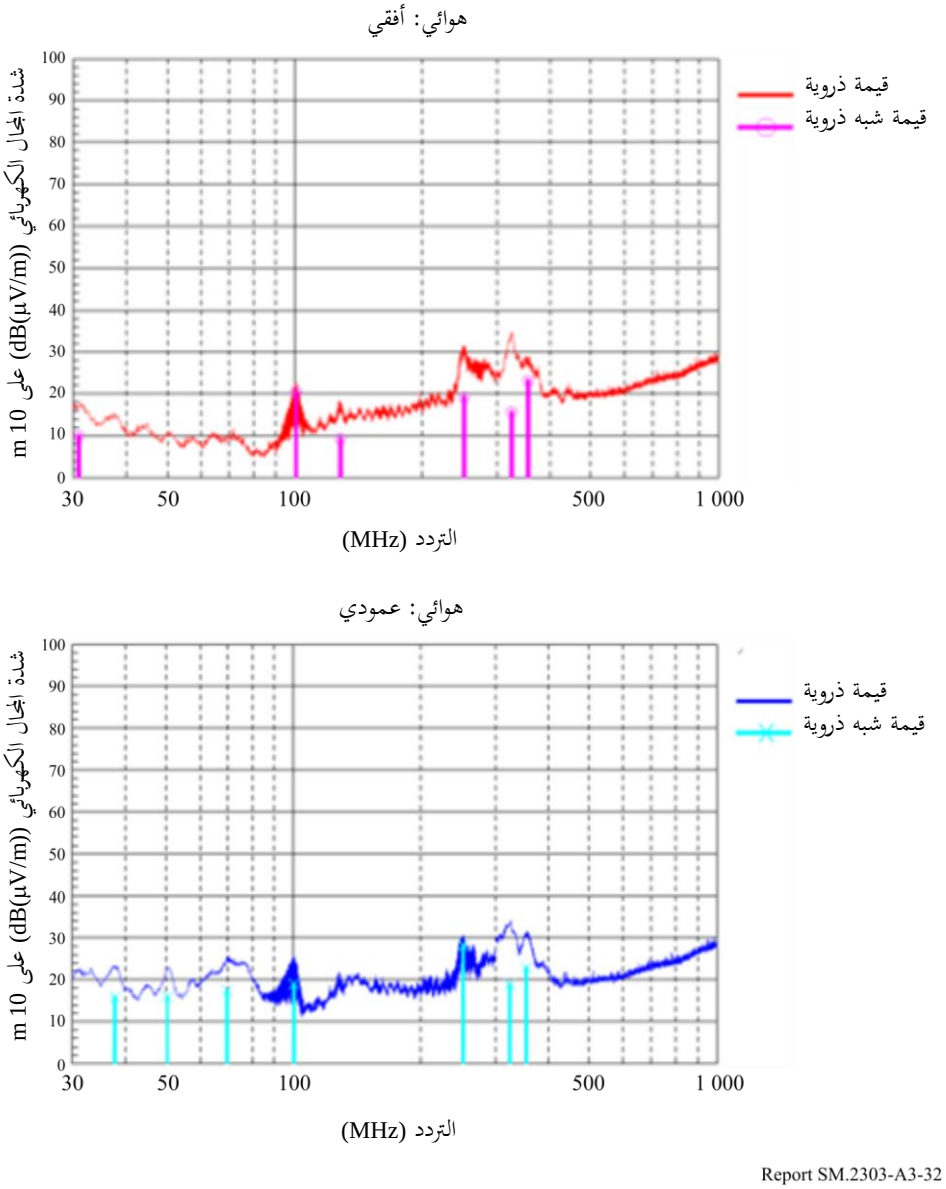
الضوضاء المشعة (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-31

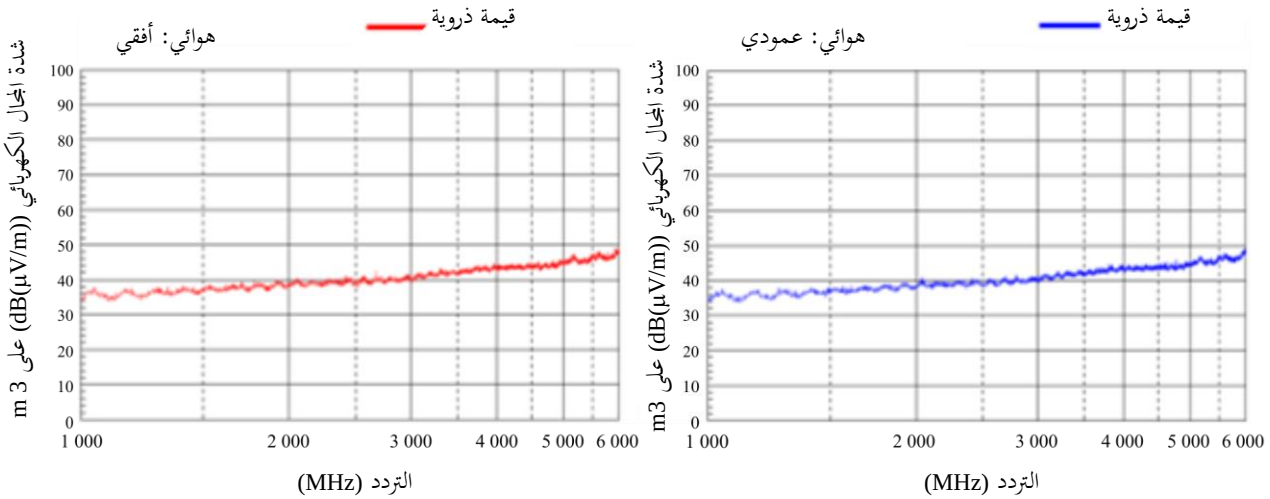
الشكل A3-32

الضوضاء المشعة (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية وشبه ذروية)



الشكل A3-33

الضوضاء المشعة (1 -6 GHz، قيمة ذروية)

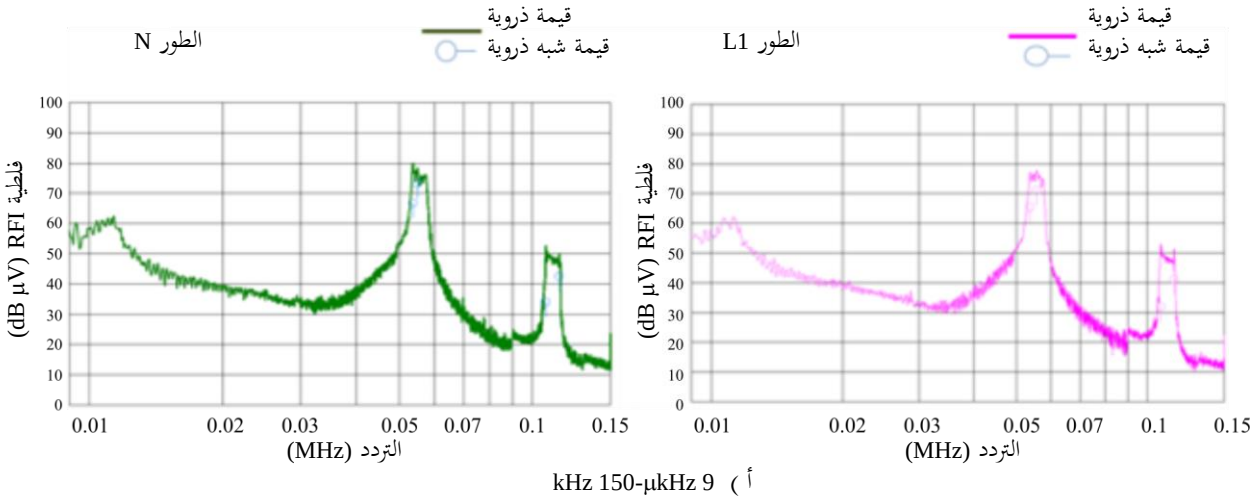


(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

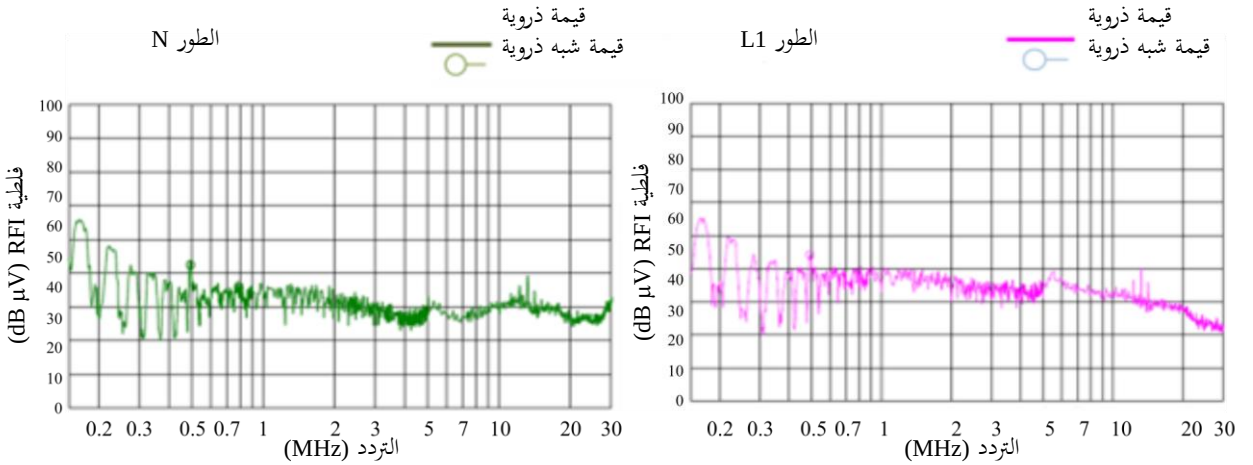
يظهر الشكل A3-34 نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz.

الشكل 34-A3

الضوضاء بالتوصيل الناجمة عن تجهيزات الاختبار
(9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية وشبه ذروية)



أ) 9 kHz-150 µkHz



ب) 150 kHz-30 MHz

Report SM.2303-A3-34

_____