الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التقرير ITU-R SM.2303-1

(2015/06)

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.2303-1

إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي

(2015-2014)

جدول المحتويات

الصفحة

1 مقدمة 3

2 التطبيقات المعَدَّة لاستعمال تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً 3

1.2 الأجهزة المحمولة والمتنقلة 3

2.2 تطبيقات الأجهزة المنزلية واللوجستية 4

3.2 المركبة الكهربائية 4

3 التكنولوجيات المستخدمة في تطبيقات الإرسال اللاسلكي للقدرة أو المقترنة بها 5

1.3 في حالة الأجهزة المحمولة والمتنقلة 5

2.3 في حالة الأجهزة المنزلية 7

3.3 في حالة المركبات الكهربائية 9

4 الوضع التقييسي لتكنولوجيا WPT في العالم 11

1.4 المنظمات الوطنية لوضع المعايير 11

2.4 المنظمات الدولية 14

5 وضع الطيف 21

1.5 إرسال القدرة لاسلكياً (WPT)، نطاقات الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والأجهزة قصيرة المدى 21

2.5 النطاقات غير ذات الصلة بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية المستخدمة على الصعيد الوطني لإرسال القدرة لاسلكياً (WPT) 22

3.5 النطاقات التي تخص التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والمستعملة على صعيد وطني في إرسال القدرة لاسلكياً 24

6 وضع اللوائح الوطنية 26

7 وضع دراسات التعايش بين تكنولوجيا WPT وخدمات الاتصالات الراديوية، بما في ذلك خدمة علم الفلك الراديوي 36

8 مخاطر إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) على البشر 45

9 الملخص 45

10 المراجع 46

الصفحة

الملحق 1 – منهجيات تقييم التعرض للتردد الراديوي..... 47

الملحق 2 – مثال على تنفيذ استعمال النطاق 765 6-795 6 kHz المستخدم في تطبيقات ISM في الشحن اللاسلكي للأجهزة المتنقلة..... 52

الملحق 3 – بيانات قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل الناجمة عن أنظمة WPT..... 55

1 مقدمة

يحيل هذا التقرير إلى المديات الترددية 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] وتقرير جماعة آسيا والمحيط الهادئ للاتصالات (APT) بشأن تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً [9] 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 أجهزة 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

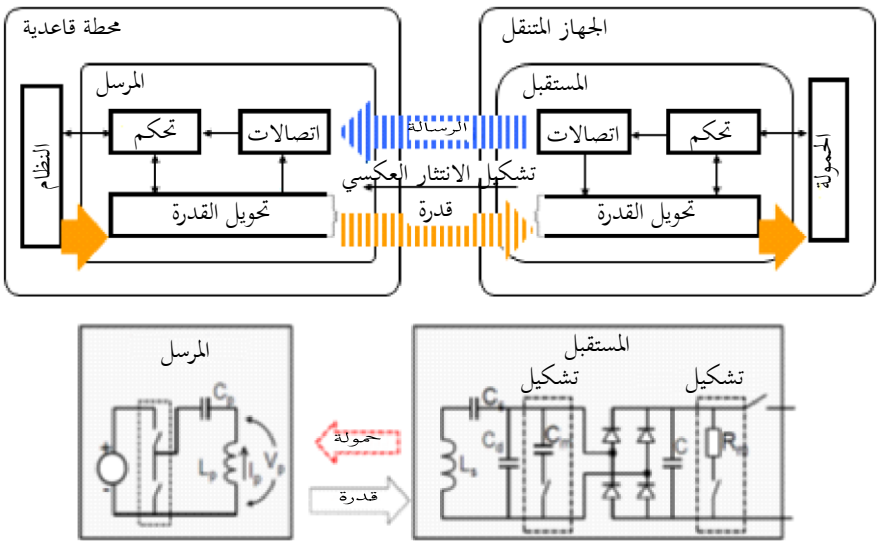
1.3 في حالة الأجهزة المحمولة والمتنقلة

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.2303-3-0 1

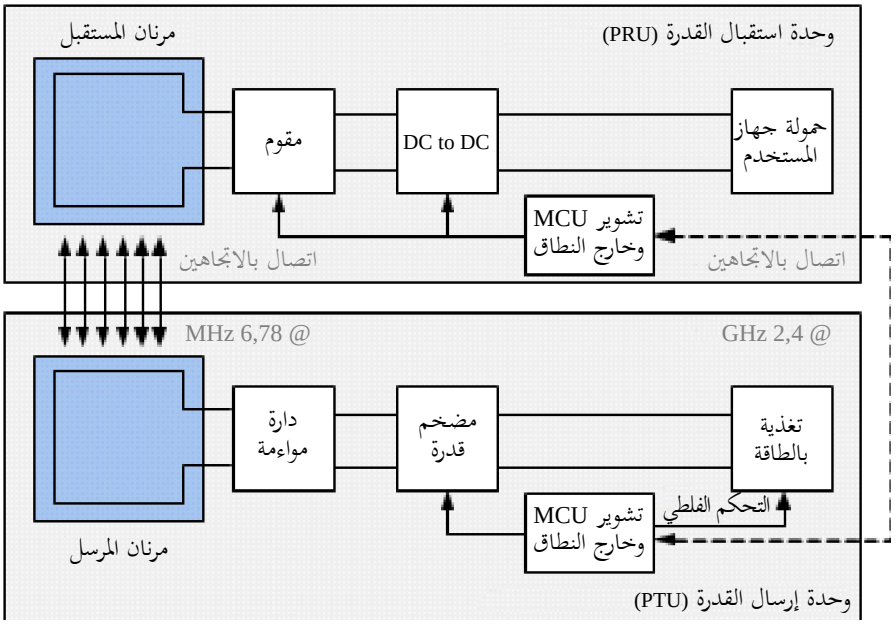
2.1.3 تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً بواسطة الرنين المغنطيسي

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.

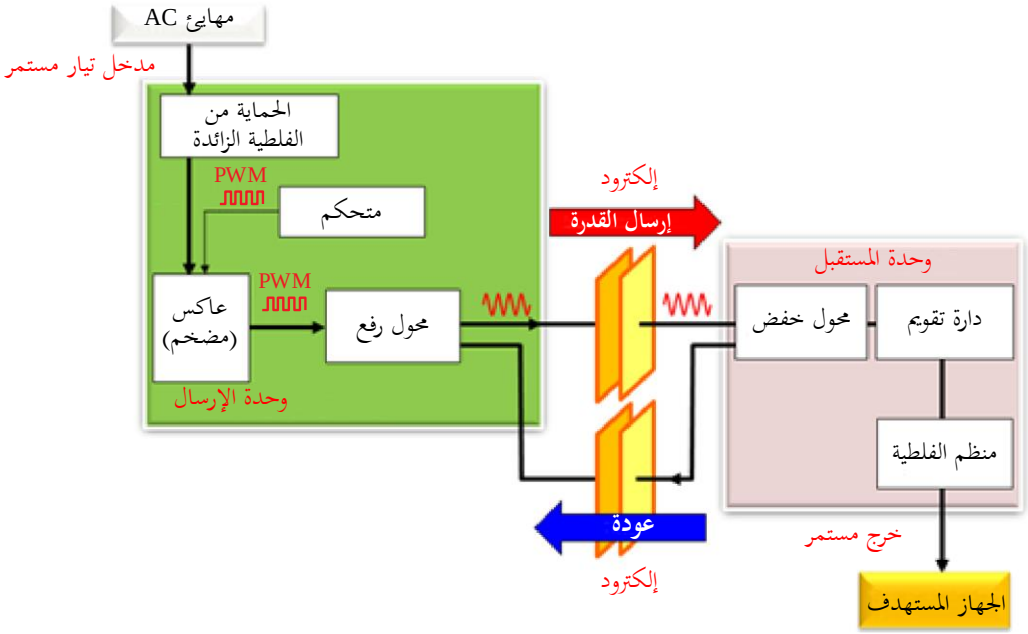
2) يمكن في هذا النظام استعمال إلكترود رفيع جداً (بقطر لا يتعدى 0,2 mm) بين المرسل والمستقبل، مما يسمح بإدراجه بشكل مناسب في الأجهزة المتنقلة القليلة السماكة.

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

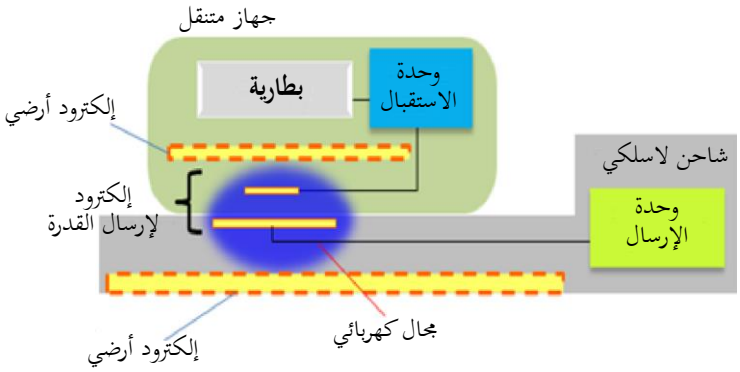
المخطط الإجمالي لنظام الإرسال اللاسلكي للقدرة بواسطة الاقتران السِّعوي



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 المجال الكهرمغنطيسي (EMF). 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

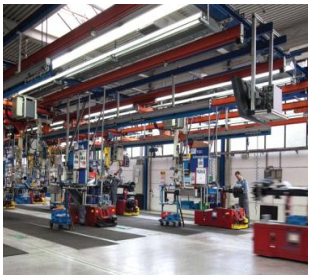
Report SM.2303-3-05

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 LDC)

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 بشكل كفؤ 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.

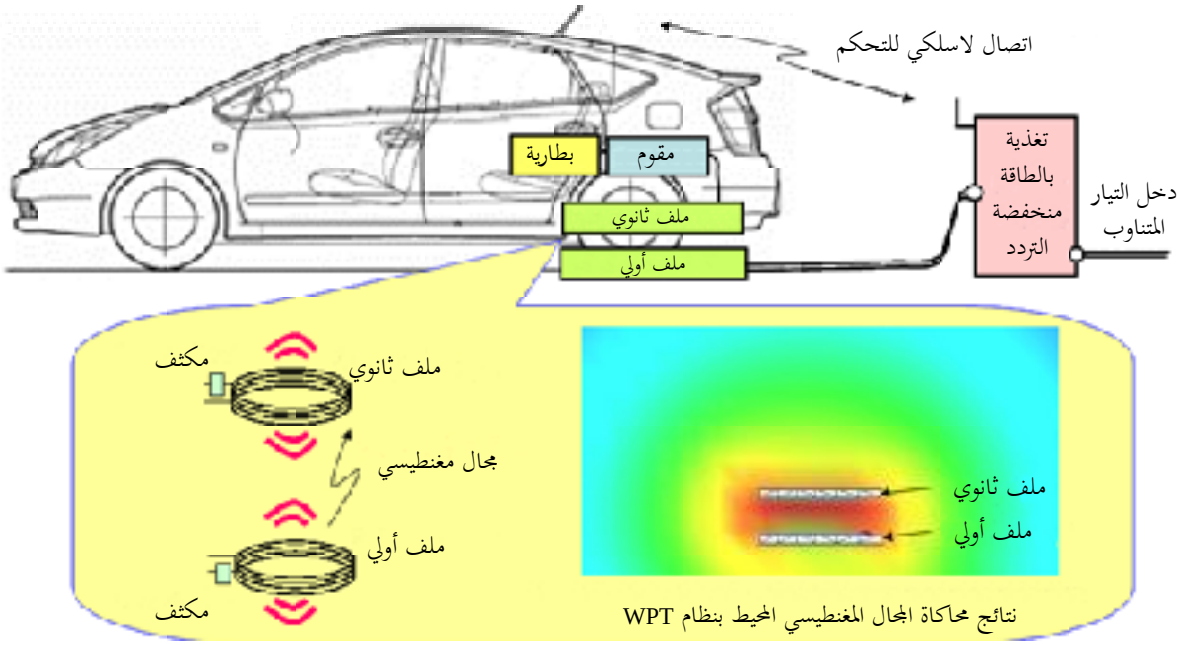
7) الفجوة الكهربائية بين الملفين الأولي والثانوي: أقل من 30 cm.

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

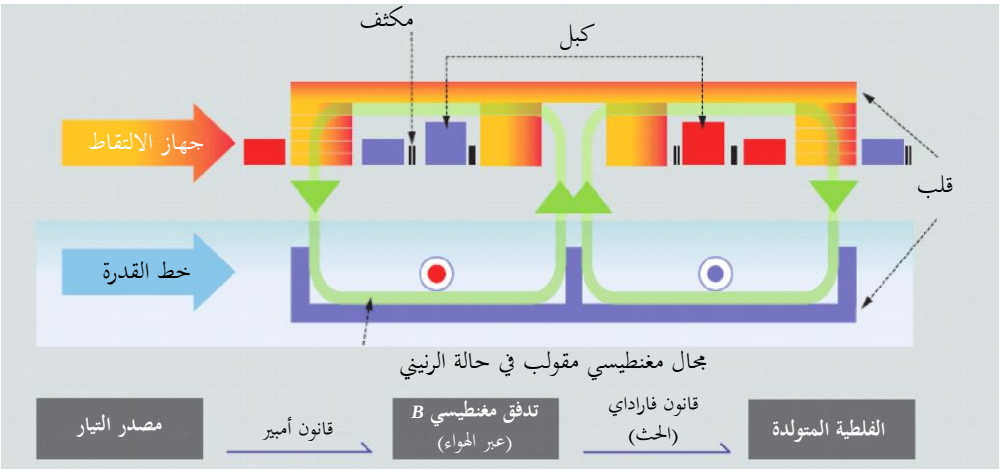


Report SM.2303-3-07

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. وقام منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) 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 2015 الموافقة على المشاريع الثلاثة الأولى التي تقل قدرة الإرسال فيها عن 50 W.

- 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.

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. وبالنظر إلى النتائج التي توصل إليها فريق العمل، وافق مجلس

المعلومات والاتصالات بالوزارة على التقرير بشأن وضع قواعد لإرسال القدرة لاسلكياً، ونُشر هذا التقرير في عام 2015. ويرد المزيد من المعلومات في الفصل 6. وتنعكس النتائج على وضع المعايير المتعلقة بتكنولوجيا WPT.

3.1.4 كوريا

إن وزارة تكنولوجيا المعلومات والعلم والتخطيط المستقبلي (MSIP) 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). وشكلت اللجنة الفرعية B فريق مهام في يونيو 2014 ليقوم بإعداد المواصفات
اللجنة التقنية TC 100 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
IEC 61980 اللجنة التقنية TC 69 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 TC22 في المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO TC22. – IEC 61980-1: المتطلبات العامة – IEC 61980-2: الاتصالات – IEC 61980-3: نقل قدرة المجال المغنطيسي
ISO 19363 (ISO (TC22/SC21))	ISO 19363: النقل اللاسلكي لقدرة المجال المغنطيسي – متطلبات السلامة وقابلية التشغيل البيني (التوصيف المتاح للعموم، PAS) – أُسست في أوائل عام 2014 – الهدف هو وضع معيار يوصِّف المتطلبات للأجزاء في جانب المركبة – تزامن وثيق مع IEC 61980 وSAE J2954
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
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. وفي نوفمبر 2013، اتفق فريق المهام الدولي ™J2954 لدى جمعية مهندسي السيارات (SAE) المعني بنقل القدرة لاسلكياً (WPT) في مركبات التشغيل الخفيف الكهربائية والكهربائية القابسة، على تشغيل "النطاق 85 kHz" وعلى ثلاثة أصناف قدرة لمركبات التشغيل الخفيف
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

الجدول 2.4 (*تتمة*)

اسم المنظمة	الأنشطة
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 – إصدار التقرير التقني الثالث بشأن تكنولوجيا WPT للصين واليابان وكوريا في مايو 2015

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 النوع أ) أو ب) 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)	IEC/CISPR 11 اللجنة 2 (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)	IEC/CISPR 11 اللجنة 2 (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، يوصي 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 ووفقاً 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 الفعّال 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 للاتصالات	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
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 بالإيحال والبث المشع في المدى الواقع بين 9 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.				

الجدول 4.4 (*تتمة*)

الحالة	التوجيه ذو الصلة	مواصفات أخرى يستخدمها المنظمون	المتطلبات/المعايير الأساسية المطبقة		
			EMF	EMC	راديوية
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). وترد مواد إضافية في الفصل 8.

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 إرسال القدرة لاسلكياً (WPT)، نطاقات الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والأجهزة قصيرة المدى

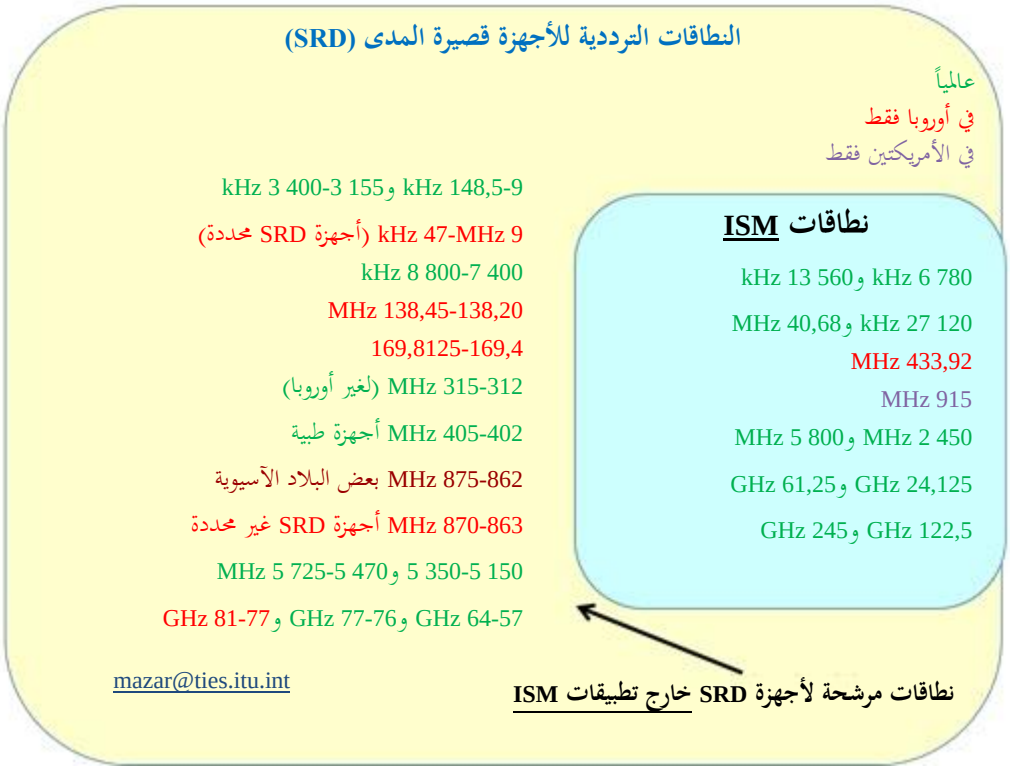
تعرّف أحكام الرقم **15.1** من لوائح الراديو التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) (لطاقة الترددات الراديوية) كما يلي: هي تشغيل أجهزة أو منشآت مصممة لتوليد الطاقة الراديوية، واستعمالها محلياً، لأغراض صناعية أو علمية أو طبية أو منزلية أو ما شابه ذلك، باستبعاد التطبيقات في مجال الاتصالات. ونطاقات الترددات الراديوية للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) هي تلك المعدة في المقام الأول لتستخدمها التطبيقات المغايرة للاتصالات. ولذلك، لا يعَد المرسِل اللاسلكي للقدرة (WPT) جهازاً قصير المدى (SRD) إلا في حال وجود اتصالات (لنقل البيانات)، مثل البلوتوث (Bluetooth) أو زيغبي (ZigBee). والمرسِل اللاسلكي للقدرة هو مشع متعمِّد.

ووظيفة نقل الطاقة لاسلكياً (WPT) هي للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)؛ أما نقل البيانات فيخص الأجهزة قصيرة المدى. وسبق للجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي (CISPR) أن اقترحت التعامل مع وظيفة WPT بشكل منفصل عن وظيفة الاتصالات التي يمكن أن تكون اتصالات أجهزة قصير المدى؛ انظر الفقرة 2.4 من التقرير ITU-R SM.2303. وتبعاً للوائح الوطنية، تعمل الأجهزة قصيرة المدى عادةً دون ترخيص وبحكم الأجهزة غير المحمية.

وتحدد أحكام الرقمين 138.5 و150.5 من لوائح الراديو نطاقات أجهزة الاتصالات الراديوية قصيرة المدى. ويختلف النطاق المرشح لجهاز قصير المدى (SRD) عن نطاق التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM). وحسب الملحقين 1 و2 بالتوصية ITU-R SM.1896 المعنونة "المديات الترددية الموصى باستخدامها لتنسيق تشغيل أجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى (SRD) على الصعيدين العالمي أو الإقليمي"، يُعتبر نطاق التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية شرطاً كافياً من الناحية العملية، ولكنه ليس إلزامياً للتشغيل المنسق للجهاز قصير المدى. وتخدم جميع نطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية الأجهزة قصيرة المدى والأجهزة الإلكترونية. بيد أن الأجهزة قصيرة المدى تعمل أيضاً في نطاقات مغايرة لنطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية. ويمكن لنطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية أن تخدم إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) لنقل الطاقة؛ ولعل نطاقات الأجهزة قصيرة المدى تفضَّل كترددات راديوية لاستخدام المرسِلات اللاسلكية للقدرة على الصعيد الوطني أو الإقليمي أو العالمي. ويصور الشكل التالي نطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) في مختلف أقاليم الاتحاد الدولي للاتصالات والنطاقات غير ذات الصلة بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية والمرشحة للأجهزة قصيرة المدى في الأقاليم المختلفة.

الشكل 1.5

نطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) والنطاقات غير ذات الصلة بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية والمرشحة للأجهزة قصيرة المدى (SRD)*



* *المصدر:* Mazar, 2015 [12]

2.5 النطاقات غير ذات الصلة بالتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية المستخدمة على الصعيد الوطني لإرسال 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 kHz 205-100. 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 المعاكسات 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). ودُرس قناع الطيف في أنظمة الإرسال اللاسلكي للقدرة القائمة على الاقتران السِّعوي في مدى التردد 425-524 kHz وتبين استيفاؤه 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).

ونُظر 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). واتُّفق بنحو مشترك على أن مدى الترددات 20-200 kHz يمتاز بتحقيق كفاءة عالية لإرسال الطاقة في تصميم الدارات عالية القدرة.

وفي اليابان، كانت النطاقات الفرعية 42-48 kHz و52-58 kHz و79-90 kHz و140,91-148,5 kHz محوراً لدراسات التقاسم في الطيف ومباحثات التعايش المتصلة بالتطبيقات القائمة. وأجري استطلاع مكثف لاستعمال الطيف الحالي في العالم لحصر الأطياف المرشحة بحيث يمكن التقليل من التداخل المحتمل على التطبيقات القائمة. وحتى مايو 2015، اختير المدى 79-90 kHz لشحن المركبات الكهربائية لاسلكياً. وبالمثل، وافق فريق المهام الدولي J2954 لدى جمعية مهندسي السيارات (SAE) على 81,38-90,00 kHz لنقل القدرة لاسلكياً (WPT) في مركبات التشغيل الخفيف.

'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.

3.5 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 kHz 6 795-6 765 في بعض البلدان عمل أنظمة الإرسال اللاسلكي المنخفضة القدرة القائمة على الرنين المغنطيسي. ويطلق على النطاق kHz 6 795-6 765 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 W 50 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 W 50.

ويرد فيما يلي ملخص للأسباب التي تجعل نطاق الترددات kHz 6 795-6 765 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 kHz 6 795-6 765.
- إمكانية اعتماد أبعاد فيزيائية صغيرة لمكونات أجهزة WPT، كملفات إرسال القدرة وملفات أجهزة الاستقبال على سبيل المثال.

ويستعمل النطاق MHz 13,56 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، الحواسيب اللوحية، الحواسيب الشخصية المحمولة	الأجهزة المتنقلة، 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 (kHz 40، kHz 60) الأنظمة الراديوية للقطارات (kHz 250-10)	اليابان: البث الإذاعي AM (kHz 1 606,5-525)، والتلكس الملاحي/ NAVTEX (kHz 526,5-405)، وراديو الهواة (kHz 479-472)

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
البلدان التي تنظر في استخدام التطبيق	اليابان	كوريا
المدى الترددي	kHz 90-79	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) ISO 19363 (ISO (TC22/SC21)) SAE J2954	
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) الإذاعة بتشكيل AM (kHz 1 606,5-526,5)	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 50 W يحتاج إلى ترخيص. أما التجهيزات التي تقل قدرتها عن 50 W 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 100-205 kHz، تكون شدة المجال الكهربائي الناجم عن أجهزة WPT أقل من 500 µV/m أو تساويها على مسافة 3 m. ومن أجل الحصول على هذه القيمة ينبغي استخدام توجيه القياس المشار إليه في المعيار CISPR/I/417/PAS.
- في مدى الترددات 765 6-795 6 kHz، 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
150-9 kHz	dBµV/m log(*f* in kHz/9) 10-78,5	200 Hz	10 m
10-kHz 150 MHz		9 kHz	
30-10 MHz	dBµV/m 48		
230-30 MHz	dBµV/m 30	120 kHz	
1 000-230 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 765 6-795 6 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)

’2‘ في اليابان

أ) حدود البث

في عام 2015، وافق مجلس المعلومات والاتصالات في وزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) على تقرير عن وضع قواعد لأنظمة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) للأجهزة المتنقلة التي تستخدم نطاق MHz 6,78 (الاقتران المغنطيسي)، وتلك التي تستخدم نطاق kHz 400 (الاقتران السعوي)، وللمركبات الكهربائية. ويقدم التقرير حدود البث مع نتائج التقييم المستمدة من خلال محاكاة أداء إرسال القدرة لاسلكياً والقياس المنفَّذ من الربع الرابع لعام 2013 حتى الربع الثالث لعام 2014. وقُدمت أيضاً نماذج قياس البث ومنهجيات القياس من أجل استطلاع الأداء والاعتبارات التنظيمية. وبالرجوع إلى بيانات المحاكاة والبيانات المقيسة، أجريت، على التوازي، دراسات التعايش (التقاسم في الطيف) مع شاغليه القائمين لإثبات تولُّد تداخل غير ضار.

وفي يناير 2015، بينت تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) للأجهزة المتنقلة التي تستخدم نطاق MHz 6,78 وتلك التي تستخدم نطاق kHz 400 تيسر التعايش مع شاغليهما القائمين، واعتُمد هذا التقرير.

وفي مايو 2015، بينت تكنولوجيا إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) للمركبات الكهربائية الاتساق مع الأنظمة القائمة بموجب اتفاق مشروط. ولم يستوفِ إرسال القدرة لاسلكياً بعد متطلبات التعايش لمعدات المنزل/المكتب ذات القدرة الأعلى (< W 1,5).

ويستخدم التقرير معايير CISPR كمرجعية أساسية عند توصيف حدود البث الموصل والمشع في ضوء التنسيق التنظيمي الدولي على النحو المبين في الجدول 3.6. ويمكن الرجوع إلى أحدث نتائج مناقشات CISPR ودمجها في حدود إرسال القدرة لاسلكياً (WPT). واتُفق على شروط تعايش محلية إضافية لبعض الحالات الخاصة.

وبالنسبة لحدود إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) للأجهزة المتنقلة، يؤخذ في الاعتبار الصنف B من معيار CISPR 11 كالحد المرجعي الأساسي؛ ويمكن الأخذ بالمعيار CISPR 32 إذا اقتضت الضرورة إجراء تقييم شامل لبث جهاز متعدد الوسائط. وتلخص الجداول 4.6 و5.6 و6.6 حدود البث تلك على وجه التحديد.

وفي لوائح اليابان، لا يلزم أي من الأجهزة، التي لا تزيد قدرة إرسالها عن W 50، إذناً من المسؤول للتشغيل. وحتى الآن، افتُرضت حالات استخدام لا تزيد قدرة إرسالها عن W 50 في تكنولوجيات إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) للأجهزة المتنقلة التي تستخدم نطاق MHz 6,78 وتلك التي تستخدم نطاق kHz 400. ويُتوقع أن تزيد هذه التكنولوجيات قدرة الإرسال لتتخطى W 50 بمجرد دخول القاعدة الجديدة حيز النفاذ، ولعل ذلك يكون في عام 2015.

الجدول 3.6

المعايير والشروط المرجعية لتوصيف حدود البث في اليابان

التكنولوجيا المقترحة	البث الموصل		البث المشع		
	kHz 150-9	**- kHz 150 MHz 30**	**kHz 150-9**	**- kHz 150 MHz 30**	**- MHz 30 GHz 1**	**GHz 6-1**
(أ) WPT للمركبات الكهربائية (EV) (صنف kW 3 وصنف kW 7)	غير موصَّف للأجل القريب (*1)	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)	شروط التعايش التي يحددها فريق العمل (*1)	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*4) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)	غير موصَّف
(ب) WPT للأجهزة المتنقلة التي تستخدم MHz 6,78 (W 100 >)	غير موصَّف لأن المدى لا يلبي النطاقات الترددية المعنية	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*2) CISPR 32 (الطبعة 1.0)	غير موصَّف	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*2)، (*3)، (*4) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*2) CISPR 32 (الطبعة 1.0) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 32 (الطبعة 1.0)
(ج) WPT لمعدات المنزل/المكتب (kW 1,5 >)	CISPR 14-1 الملحق B (الطبعة 5.2)	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1) CISPR 14-1 الملحق B (الطبعة 5.2)	CISPR 14-1 الملحق B (الطبعة 5.2) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*2)، (*3)، (*4) CISPR 14-1 الملحق B (الطبعة 5.2) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1) (*2) CISPR 14-1 الملحق B (الطبعة 5.2)	غير موصَّف
(د) WPT للأجهزة المتنقلة 2 (اقتران سعوي) (W 100 >)	غير موصَّف لأن المدى لا يلبي النطاقات الترددية المعنية	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1) (*2) CISPR 32 (الطبعة 1.0)	غير موصَّف	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1)، (*2)، (*3)، (*4) شروط التعايش التي يحددها فريق العمل	CISPR 11 الفئة 2 (الطبعة 5.1) (*2) CISPR 32 (الطبعة 1.0)	CISPR 32 (الطبعة 1.0)

ملاحظات:

(*1) عند التوصيف في معيار CISPR 11 مستقبلاً، تناقَش المواصفات مجدداً.

(*2) في حالة عمل الجهاز القائم بوظيفة WPT دون جهاز مضيف، يتعين تطبيق معيار CISPR 11 على أساس أولي، وما سواه على أساس ثانوي.

(*3) يتعين تطبيق معيار CISPR 11 على أساس أولي، وما سواه على أساس ثانوي، إلا إذا وُصِّف خلاف ذلك على تردد معين للاستخدام.

(*4) بالنسبة إلى الصنف B في الفئة 2 من المعيار CISPR 11، توصَّف حدود البث على مسافة 10 أمتار استناداً إلى حد البث على مسافة 3 أمتار.

(*5) يلتزم تصنيف الصنف A/B بتعريف CISPR.

(*6) في الحالات الموصَّفة بمعيار CISPR 32 في فقرتي (ب) و(د)، يطبَّق المعيار CISPR 32 عند اللزوم وحسب الاقتضاء.

الجدول 4.6

حدود البث للأجهزة المتنقلة التي ترسل القدرة لاسلكياً (WPT)
باستخدام MHz 6,78 (الاقتران المغنطيسي) في اليابان

التطبيق المستهدَف من WPT	حدود البث الموصل		حدود البث المشع للموجة الأساسية	حدود البث المشع في نطاقات أخرى		
	kHz 150-9	- kHz 150 MHz 30	-6,765 MHz 6,795	kHz 150-9	- kHz 150 MHz 30	- MHz 30 GHz 1	GHz 6-1
(ب) WPT للأجهزة المتنقلة التي تستخدم نطاق MHz 6,78	غير موصَّفة	MHz 0,15-0,50: شبه الذروة dBuV 56-66 (تتناقص خطياً مع log(f) المتوسط dBuV 46-56 (تتناقص خطياً مع log(f) MHz 5-0,50: شبه الذروة dBuV 56، المتوسط dBuV 46 MHz 30-5: شبه الذروة dBuV 60 المتوسط dBuV 50، عدا نطاقات ISM	MHz 6,776-6,765: dBuA/m 44,0 على مسافة 10 m (شبه الذروة)؛ MHz 6,795-6,776: dBuA/m 64,0 على مسافة 10 m (شبه الذروة)	غير موصَّفة	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، تحوَّل القيم إلى ما يقابلها على مسافة 10 m، وتتناقص حدود البث خطياً مع log(f) من dBuA/m 39 عند MHz 0,15 إلى dBuA/m 3 عند MHz 30. الاستثناء-1: MHz 20,385-20,295: dBuA/m 4,0 على مسافة 10 m (شبه الذروة). الاستثناء-2: kHz 1 605,5-526,5: dBuA/m 2,0- على مسافة 10 m (شبه الذروة)	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، يطبَّق التالي: MHz 80,872-30: dBuV/m 30؛ MHz 81,88-80,872: dBuV/m 50؛ MHz 134,786-81,88: dBuV/m 30؛ 134,786-MHz 136,414: dBuV/m 50 ؛ MHz 230-136,414: dBuV/m 30؛ MHz 1 000-230: dBuV/m 37؛ وفي الحالة التي ينبغي أن يطبَّق فيها CISPR 32 (الطبعة 1.0)، تطبَّق الحدود على مسافة 3 m الواردة في الجدول 5.A. استثناء: MHz 33,975-33,825: dBuV/m 49,5 على مسافة 10 m (شبه الذروة)	وفي الحالة التي ينبغي أن يطبَّق فيها CISPR 32 (الطبعة 1.0) (1)، تطبَّق الحدود على مسافة 3 m الواردة في الجدول 5.A.

الجدول 5.6

حدود البث للأجهزة المتنقلة التي ترسل القدرة لاسلكياً (WPT) باستخدام 400 kHz (الاقتران السعوي) في اليابان

التطبيق المستهدَف من WPT	حدود البث الموصل		حدود البث المشع للموجة الأساسية	حدود البث المشع في نطاقات أخرى		
	150 kHz-9	150 kHz - 30 MHz	425-471 kHz؛ و480-489 kHz؛ و491-494 kHz؛ و506-517 kHz؛ و51-524 kHz	150-9 kHz	150 kHz - 30 MHz	30 MHz - 1 GHz	1-6 GHz
(د) WPT للأجهزة المتنقلة التي تستخدم نطاق 400 kHz (الاقتران السعوي)	غير موصَّفة	0,15-0,50 MHz: شبه الذروة 56-66 dBuV (تتناقص خطياً مع log(f)) المتوسط 46-56 dBuV (تتناقص خطياً مع log(f)) 0,50-5 MHz: شبه الذروة 56 dBuV، المتوسط 46 dBuV 5-30 MHz: شبه الذروة 60 dBuV المتوسط 50 dBuV، عدا نطاقات ISM	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، تحوَّل القيم إلى ما يقابلها على مسافة 10 m، وتتناقص حدود البث خطياً مع log(f) من 39 dBuA/m عند 0,15 MHz إلى 3 dBuA/m عند 30 MHz	غير موصَّفة	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، تحوَّل القيم إلى ما يقابلها على مسافة 10 m، وتتناقص حدود البث خطياً مع log(f) من 39 dBuA/m عند 0,15 MHz إلى 3 dBuA/m عند 30 MHz. استثناء: 526,5-605,5 kHz: 2,0-dBuA/m على مسافة 10 m (شبه الذروة)	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، يطبَّق التالي: 30-80,872 MHz: 30 dBuV/m؛ 80,872-81,88 MHz: 50 dBuV/m؛ 134,786-81,88 MHz: 30 dBuV/m؛ 134,786-136,414 MHz: 50 dBuV/m؛ 136,786-230 MHz: 30 dBuV/m؛ 1 000-230 MHz: 37 dBuV/m وفي الحالة التي ينبغي أن يطبَّق فيها CISPR 32 (الطبعة 1.0)، تطبَّق الحدود على مسافة 3 m الواردة في الجدول 5.A	وفي الحالة التي ينبغي أن يطبَّق فيها CISPR 32 (الطبعة 1.0) (1)، تطبَّق الحدود على مسافة 3 m الواردة في الجدول 5.A

الجدول 6.6

حدود بث القدرة لاسلكياً (WPT) في تطبيقات المركبات الكهربائية (EV) في اليابان

التطبيق المستهدَف من WPT	حدود البث الموصل		حدود البث المشع للموجة الأساسية	حدود البث المشع في نطاقات أخرى		
	kHz 150-9	kHz 150 - MHz 30	kHz 90-79	kHz 150-9	kHz 150 - MHz 30	MHz 30 - GHz 1	GHz 6-1
WPT لشحن المركبات الكهربائية (EV)	غير موصَّفة	-0,15 MHz 0,50: شبه الذروة 56-66 dBuV (تتناقص خطياً مع log(f) المتوسط 46-56 dBuV (تتناقص خطياً مع log(f) 5-0,50 MHz: شبه الذروة 56 dBuV، المتوسط 46 dBuV 30-5 MHz: شبه الذروة 60 dBuV المتوسط 50 dBuV، عدا نطاقات ISM	68,4 dBuA/m على مسافة 10 m (شبه الذروة)	23,1 dBuA/m على مسافة 10 m (شبه الذروة) عدا 90-79 kHz	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، تحوَّل القيم إلى ما يقابلها على مسافة 10 m، وتتناقص حدود البث خطياً مع log(f) من 39 dBuA/m عند 0,15 MHz إلى 3 dBuA/m عند 30 MHz (1) الاستثناء-1: في النطاقات 180 kHz و237-270 MHz و450-965 3 kHz، تعلو حدوث البث فوق (1) أعلاه بنسبة 10 dB الاستثناء-2: 526,5- 1 606,5 kHz: 2,0- dBuA/m (شبه الذروة)	استناداً إلى CISPR 11، الطبعة 5.1، يطبَّق التالي: 30-80,872 MHz: 30 dBuV/m؛ 80,872- 81,88 MHz: 50 dBuV/m؛ 81,88- 134,786 MHz: 30; dBuV/m 136.414-134.786 134,786- 136,414 MHz: 50 dBuV/m؛ 136,786- 230 MHz: 30 dBuV/m؛ 230-1 000 MHz: 37 dBuV/m	غير موصَّفة

ب) تقييم التعرض للترددات الراديوية

في اليابان، تطبَّق المبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG) على تقييم المطابقة بشأن التعرض البشري للترددات الراديوية من أنظمة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT). وتوفر هذه المبادئ التوجيهية إرشادات يُعمل بها عندما يستخدم شخص موجات راديوية ويتعرض جسمه لمجال كهرمغنطيسي (في مدى ترددي يتراوح بين 10 kHz و300 GHz) لضمان كون المجال الكهرمغنطيسي مأمون الجانب ولا يتسبب بتأثير بيولوجي لا لزوم له على جسم الإنسان. وتتكون هذه المبادئ التوجيهية من القيم العددية المتصلة بالشدة الكهرمغنطيسية، وأسلوب تقييم المجال الكهرمغنطيسي، وأسلوب الحماية المتبع لخفض إشعاع المجال الكهرمغنطيسي.

وتطبَّق قيم المبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG) على أنظمة إرسال القدرة لاسلكياً في البيئة العامة كإجراء إداري في الحالات التي يتعذر فيها التعرف على التعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي، ولا يُنتظر فيها توفر ضوابط مناسبة، وتوجد فيها عوامل غير مؤكدة. فعلى سبيل المثال، تندرج الحالة التي يتعرض فيها السكان للمجال الكهرمغنطيسي في البيئة السكنية العامة في إطار هذه الحالة.

وتطبَّق المبادئ التوجيهية الأساسية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG) في الحالة التي يقع فيها جسم الإنسان ضمن 20 cm من نظام إرسال القدرة لاسلكياً العامل في مدى ترددي يتراوح بين 10 kHz و100 kHz حيث يتعذر تطبيق المبادئ التوجيهية للامتصاص الجزئي في الجسم.

ولا تميز المبادئ التوجيهية الأساسية بين البيئة العامة والبيئة المهنية. لذا، في حالة تطبيق المبادئ التوجيهية العامة، تطبَّق قيمة 5/1 (1/√5) في شدة المجال الكهرمغنطيسي وكثافة التيار الكهربائي) لاحتساب عامل السلامة في المبادئ التوجيهية الإدارية.

وتوفر منهجية التقييم أنماط التقييم لأداء تقييم الالتزام بالمبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG) التي تقدم قيماً مرجعية إلى جانب المبادئ التوجيهية. ويُعرَّف نمط التقييم بتوليفة من المعلمات التالية. ولكل تكنولوجيا مستهدَفة لإرسال القدرة لاسلكياً (مثل إرسال القدرة لاسلكياً باستخدام 6,78 MHz في الاتصالات المتنقلة، أو إرسال القدرة لاسلكياً للسيارات الكهربائية) أنماط تقييم مستقلة.

1) إمكانية وقوع الجسم البشري < 20 cm من نظام إرسال القدرة لاسلكياً أو وقوعه بين ملفي الإرسال والاستقبال.
2) الحماية من مخاطر التماس.
3) ظرف غياب التأريض.
4) متوسط معدل الامتصاص النوعي (SAR) لكامل الجسم.
5) معدل الامتصاص النوعي (SAR) لجزء من الجسم.
6) كثافة التيار المستحث.
7) تيار التماس.
8) المجال الكهربائي الخارجي.
9) المجال المغنطيسي الخارجي.

ويتكون أبسط نمط تقييم لجميع تكنولوجيات WPT المستهدَفة من الفقرتين 8) و9) أعلاه، ويرد فيهما أدنى عدد من المعلمات التي تُجمع معاً. وفي التقييم، يُفترض هذا النمط الأبسط للتوصل إلى أسوأ (أقصى) امتصاص لطاقة الموجات الراديوية في جسم الإنسان. وبعبارة أخرى، يقدَّر التعرض الزائد للترددات الراديوية بقدر أكبر بكثير من القيمة الفعلية التي يتعرض لها جسم الإنسان؛ وعندئذ يؤدي التقييم إلى السماح بقدرة بث أخفض بكثير من قدرة نظام إرسال القدرة لاسلكياً.

وتتكون أنماط أخرى من عدد أكبر من المعلمات. وإذ يزداد عدد المعلمات المعتمدة، تتطلب منهجية التقييم تَقْوِيماً أكثر تفصيلاً ينتج تقديراً أكثر دقة للتعرض للترددات الراديوية. وتطبق بعض الأنماط التي أعدت لتقييم مفصل عامل اقتران مضروب بأقصى قيمة مقيسة لشدة المجال المغنطيسي للتأكد من أن التعرض للترددات الراديوية أقل من القيم التوجيهية. ويقدَّم أيضاً اشتقاق عامل الاقتران.

وفي حال تحديد التزام مبيَّن لنظام يستخدم إحدى تكنولوجيات WPT المستهدَفة بالقيم التوجيهية في أي من الأنماط، يُعتبر النظام مطابقاً للمبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG).

وإذا تأهلت منهجية تقييم جديدة معدة للتقييم عن طريق النُهُج الهندسية المناسبة في المستقبل أو تمكنت من بيان تحسين في منهجيات التقييم المطبقة حسب الاقتضاء، أمكن تطبيقها لهذا الغرض.

ويُذكر في ختام هذه الفقرة عن المبادئ التوجيهية للحماية من الإشعاع الراديوي (RRPG)، أن المبدأ التوجيهي الصادر عن اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين، ICNIRP 2010، قد اتُفق على اعتماده للمديات الترددية المنخفضة. وبالتالي، ينبغي توصيف كميات التعرض البشري لمنع التنبيه العصبي بالإضافة إلى منع تسخين النُسُج جراء معدل الامتصاص النوعي (SAR) في المدى الترددي الذي يتراوح بين 100 kHz و10 MHz.

'3' في الصين

تقدم هذه الفقرة تحليلاً لتصنيف جهاز إرسال القدرة لاسلكياً وتنظيمه في نظام لوائح الراديو الصيني الحالي فيما يتعلق بجهاز إرسال القدرة لاسلكياً والجزء المتعلق بالاتصالات اللاسلكية لإرسال القدرة لاسلكياً وفقاً لتعريف الأجهزة الراديوية المختلفة ومداها الترددي والقيود المفروضة عليها.

أ) تحليل تصنيف جهاز إرسال القدرة لاسلكياً وتنظيمه

ليس لدى الصين لوائح رسمية تخص إرسال القدرة لاسلكياً. وحالياً، تغطي لوائح الأجهزة قصيرة المدى (SRD)، دون سواها، جميع النطاقات الترددية لإرسال القدرة لاسلكياً. ولذلك ومن أجل حماية أنظمة الاتصالات اللاسلكية القائمة، يتعين أن يخضع جهاز إرسال القدرة لاسلكياً لاختبار الدخول إلى السوق، أسوة بالاختبار الذي تخضع له الأجهزة قصيرة المدى. ولكن ليس من المناسب تنظيم الأجهزة إرسال القدرة لاسلكياً على غرار الأجهزة قصيرة المدى في المدى الطويل. ومن ثم، تجرى بحوث تصنيف إرسال القدرة لاسلكياً وتنظيمه على النحو التالي. في مرحلة مبكرة من البحوث، لا تُستبعد الأساليب المختلفة للتنظيم والتصنيف.

أ-1) جهاز التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)

أ-1-1) التحليل من منظوري المدى الترددي والتعريف

في نظام لوائح الراديو الصيني، تعرَّف أجهزة التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) على النحو التالي: المعدات والأجهزة التي تستخدم طاقة الترددات الراديوية للأغراض الصناعية والعلمية والطبية والمنزلية ولأغراض مماثلة، ولا تشمل المعدات المستخدمة في الاتصالات وتكنولوجيا المعلومات ومعايير وطنية أخرى. أما أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً فهي المعدات المستخدمة في المجال المنزلي أو الصناعي لاستخدام الطاقة الترددات الراديوية. ولذلك، يمكن إدراج جهاز إرسال القدرة لاسلكياً في إطار أجهزة التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية.

ووفقاً للوائح الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية الصينية[10]، تنقسم هذه الأجهزة إلى مجموعتين حسب تطبيقاتها: (1) جميع الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) التي تنتج و/أو تستخدم طاقة الترددات الراديوية المقترنة توصيلياً عمداً للقيام بوظيفتها؛ (2) جميع الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية التي تنتج و/أو تستخدم طاقة الترددات الراديوية بما في ذلك آلات التفريغ الكهربائي (EDM) ومعدات اللحام بالقوس الكهربائي التي تنتج أو تستخدم طاقة الترددات الراديوية الكهرمغنطيسية عمداً للتعامل مع المواد. وبالإضافة إلى ذلك، تقسم كل مجموعة إلى فئتين وفقاً لسيناريوهات تطبيقها: (أ) الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية التي لا تستخدم في المنزل أو غير الموصولة مباشرة بمرافق القدرة منخفضة الجهد السكنية؛ (ب) الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية التي تستخدم في المنزل أو الموصولة مباشرة بمرافق القدرة منخفضة الجهد السكنية.

ووفقاً للوائح الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية الصينية[10] المكافئة لمعيار CISPR 11:2003، سواء كان المدى الترددي 6,795-6,675 MHz لإرسال القدرة لاسلكياً ينتمي إلى المدى الترددي للأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) أم لا، فهو يحتاج إلى إذن خاص من هيئة تنظيم الاتصالات الراديوية الصينية. ومع ذلك، لا تنتمي المديات الترددية الأخرى لإرسال القدرة لاسلكياً إلى مجال تطبيق المدى الترددي للأجهزة الصناعية والعلمية والطبية.

وبالتالي، استناداً إلى التحليل الوارد أعلاه، إذا توفر الإذن، ينتمي جهاز إرسال القدرة لاسلكياً العامل في النطاق 6,795-6,675 MHz إلى الفئة ب من المجموعة 2 من الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM).

أ-1-2) التحليل من منظور القيود

وفقاً للوائح الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية الصينية[10]، يجري النظر في تقييد قدرة الإرسال ضمن النطاق للأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) العاملة في النطاق 6,795-6,675 MHz. وعلاوة على ذلك، يحتاج إشعاعها الهامشي لتلبية تقييد اضطراب الإشعاع الكهرمغنطيسي المبين في الجدول 7.6.

الجدول 7.6

تقييد اضطراب الإشعاع الكهرمغنطيسي للفئة ب من المجموعة 2 من الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM)

المدى الترددي/MHz	تقييد اضطراب الفئة ب من المجموعة 2 من الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM)/dB(μV/m) (المقيس على مسافة 10 m)
30-0,15	–
80,872-30	30
81,848-80,872	50
134,768-81,848	30
136,414-134,768	50
230-136,414	30
1 000-230	37

(معيار الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) الصيني، GB 4824-2004، يكافئ معيار CISPR 11:2003. والمجموعة 1 هي لمعدات ISM التي أنتجت و/أو استخدمت طاقة ترددات راديوية مقترنة توصيلياً. أما المجموعة 2 فهي المعدات الصناعية والعلمية والطبية التي تنتَج و/أو تُستخدم فيها عمداً طاقة ترددات راديوية في شكل إشعاع كهرمغنطيسي)

واستناداً إلى التحليل الوارد أعلاه، إذا كان الإذن متاحاً، يمكن أن تدار أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً العاملة في النطاق 6,795-6,675 MHz وفقاً للفئة ب من المجموعة 2 من الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM) في الصين. وعلاوة على ذلك، لا يمكن أن يدار إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) العامل في نطاقات ترددية أخرى على غرار معدات ISM وفقاً للوائح الراديو الصينية الحالية.

أ-2) الجهاز قصير المدى (SRD)

أ-2-1) التحليل من منظوري المدى الترددي والتعريف

في نظام لوائح الراديو الصينية[11]، يندرج الجهاز قصير المدى (SRD) في 7 فئات من الفئة أ إلى الفئة ز. وبينها، تقل النطاقات الترددية العاملة للفئات من أ إلى د عن 30 MHz. فالنطاق الترددي للفئة أ هو 9-190 kHz. ولا تتقاطع النطاقات الترددية للفئة ب مع النطاقات الترددية العاملة لإرسال القدرة لاسلكياً. وتتضمن النطاقات الترددية للفئة ج، 6,795-6,675 MHz. وتشمل الفئة د ذات النطاق الترددي العامل 315 kHz-30 MHz، جميع الأجهزة قصيرة المدى خارج الفئة أ والفئة ب والفئة ج. ومن ثم، تنتمي جميع النطاقات الترددية العاملة لإرسال القدرة لاسلكياً إلى المدى الترددي للجهاز قصير المدى، عدا النطاق 190-205 kHz. وعلاوة على ذلك، فإن النطاق الترددي للجيل الأول من جهاز إرسال القدرة لاسلكياً في التخطيط والتنسيق اللاسلكي (WPC) يتجاوز جزئياً النطاق الترددي للفئة أ من الأجهزة قصيرة المدى. لذلك، تندرج جميع أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً في إطار الأجهزة قصيرة المدى، من المنظور الترددي، باستثناء جهاز إرسال القدرة لاسلكياً العامل في النطاق 190-205 kHz.

ولا يوجد تعريف للجهاز قصير المدى (SRD) في نظام لوائح الراديو الصينية القائم. ومع ذلك، وُضعت لائحة الإدارة القائمة[11] لمعدات الإرسال الراديوية العامة ذات القدرة الضئيلة (قصيرة المدى). ولا ينتمي نقل قدرة جهاز إرسال القدرة لاسلكياً لفئة البث الراديوي. إذ أن الغالبية العظمى من القدرة تُرسَل إلى المستقبِل عبر الاقتران والحث وغيرها من التكنولوجيات، وليس بالطاقة المشعة إلى الفضاء اللاسلكي. ولذلك، لا يندرج جهاز إرسال القدرة لاسلكياً في إطار الأجهزة قصيرة المدى من منظور التعريف.

ومن حيث تأثير إشارة لاسلكية على البيئة، يمكن أن يدار جهاز إرسال القدرة لاسلكياً مؤقتاً وفق أسلوب تنظيم الجهاز قصير المدى (SRD). ويمكن لهذا الأسلوب في الإدارة أن يتأكد من أن تأثير جهاز إرسال القدرة لاسلكياً على بيئة لاسلكية لا يتجاوز تأثير الجهاز قصير المدى في النطاق الترددي المقابل. ولكن في المدى الطويل، ليست من المناسب أن يدار جهاز إرسال القدرة لاسلكياً على غرار الجهاز قصير المدى.

أ-2-2) التحليل من منظور القيود

ووفقاً للائحة[6]، ليس على الجهاز قصير المدى (SRD) إلا أن يلبي حد شدة المجال المغنطيسي. ويبين في الجدول 8.6 حد شدة المجال المغنطيسي للفئة أ والفئة ج والفئة د من الجهاز قصير المدى.

الجدول 8.6

حد شدة المجال المغنطيسي للفئة A والفئة C والفئة D من الجهاز قصير المدى (SRD)

الفئة	النطاق الترددي المقابل لأجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT)	القيود على شدة المجال المغنطيسي (10 m)
الفئة أ من الجهاز قصير المدى	kHz 190-9 النطاق الترددي للجيل الأول من جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) في التخطيط والتنسيق اللاسلكي (WPC) يتجاوز جزئياً النطاق الترددي للفئة أ من الأجهزة قصيرة المدى	dBµA/m 72
الفئة ج من الجهاز قصير المدى	MHz 6,795-6,675	dBµA/m 42
الفئة د من الجهاز قصير المدى	kHz 524-425	dBµA/m 5–

أ-3) نتيجة تحليل تصنيف جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) ولائحة الإدارة

في الختام، إذا توفر الإذن يمكن أن تدار أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) العاملة في النطاق MHz 6,795-6,675 وفق الفئة ب من المجموعة 2 من الأجهزة الصناعية والعلمية والطبية (ISM)، وأن تدار أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً مؤقتاً وفق أسلوب تنظيم الجهاز قصير المدى (SRD). وعلى المدى الطويل، تقتضي الضرورة توزيع نطاق ترددي لإرسال القدرة لاسلكياً في أقرب وقت ممكن، ووضع المواصفات التقنية للتوافق الكهرمغنطيسي (EMC) لجهاز إرسال القدرة لاسلكياً.

ب) تحليل جانب الاتصالات اللاسلكية لجهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT)

قبل نقل القدرة، وللتأكد من وجود جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) الثانوي، يحتاج الجهاز الأساسي القائم بإرسال القدرة لاسلكياً لإنجاز عملية تعارف من خلال الاتصالات اللاسلكية. ولعملية الاتصال هذه خصائص قصيرة المدى وقصيرة المدة وذات قدرة متناهية الصغر، تتطابق مع خصائص اتصالات الجهاز قصير المدى (SRD). وبالتالي، إذا اندرج النطاق الترددي العامل لجزء الاتصالات اللاسلكية من جهاز إرسال القدرة لاسلكياً في إطار الجهاز قصير المدى، نُظم على غرار الجهاز قصير المدى.

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

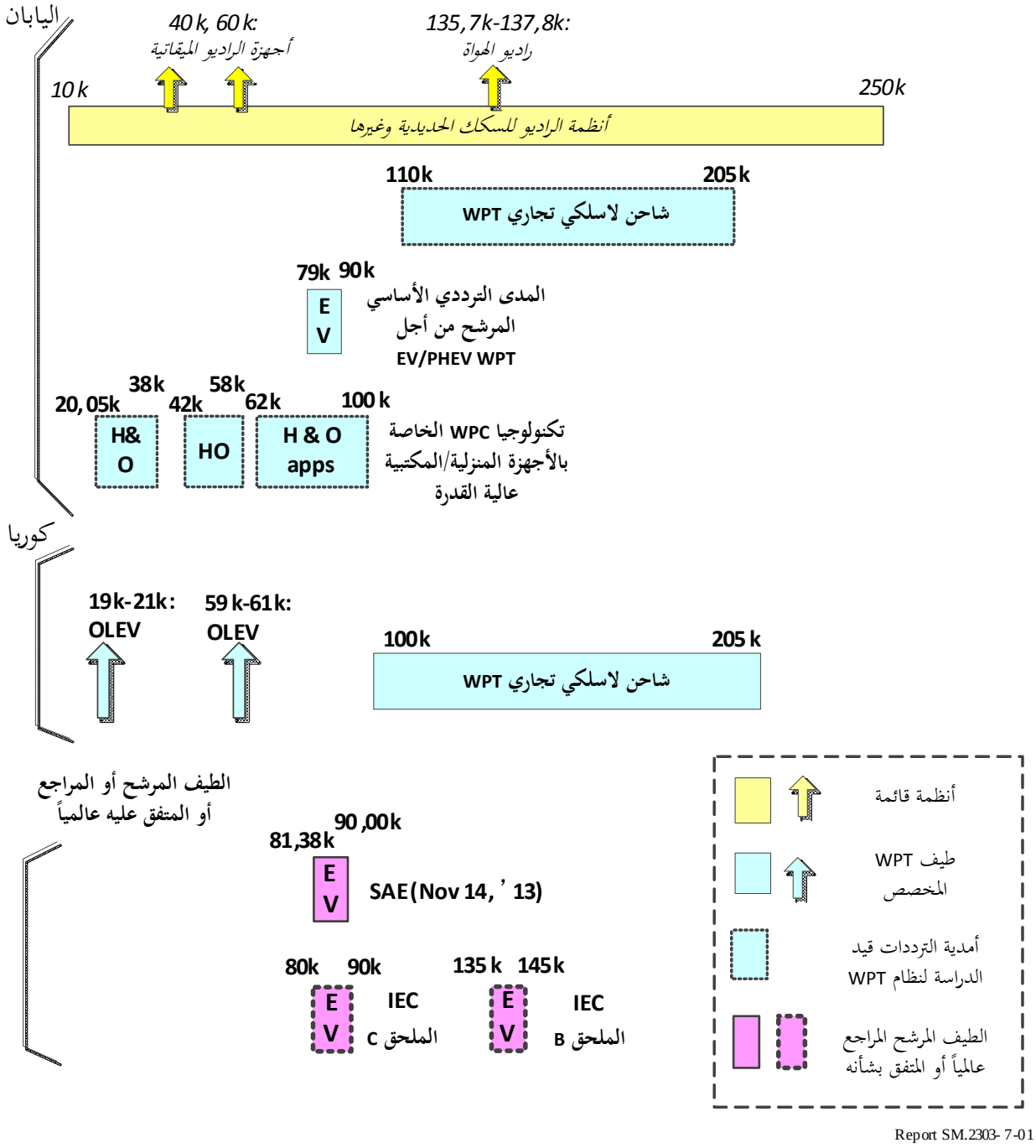
نظراً للقيم المرتفعة لشدة المجال التي يمكن أن تولدها أنظمة WPT، ثمة إمكانية لحدوث تداخل مع إشارات الاتصالات التي تعمل في نطاقات التردد القريبة. لذلك يجب أن يستند تحديد الخصائص المطلوبة لإشارات التردد الراديوي الناجمة عن أجهزة WPT إلى دراسات التداخل المحتمل الذي تسببه أجهزة WPT في الخدمات الأخرى. ويجب 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

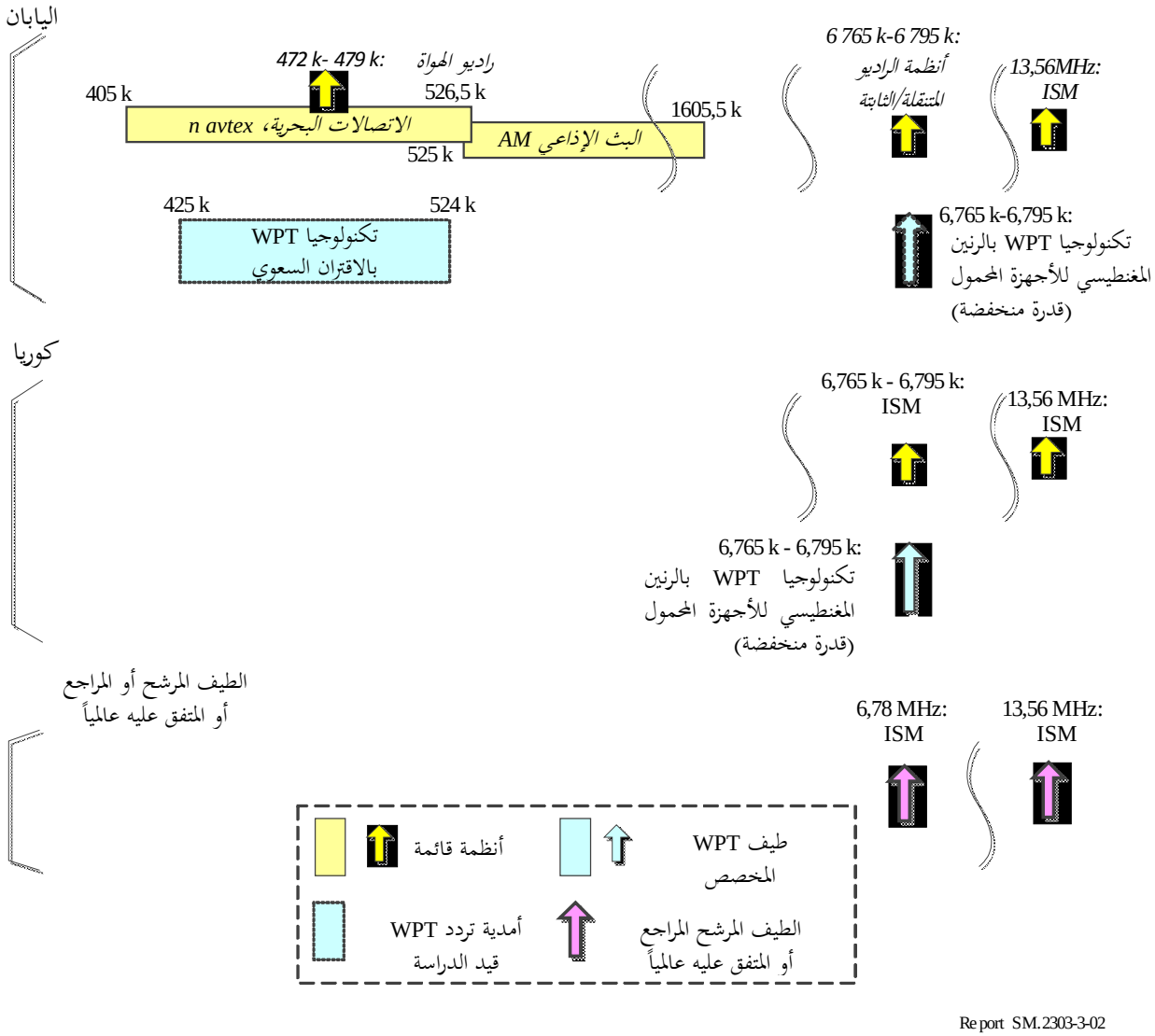
طيف WPT الخاضع للدراسة والأنظمة القائمة (kHz 300-10)



Report SM.2303- 7-01

الشكل 2.7

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



في الصين، اختُرعت أنواع مختلفة من أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) العالية القدرة التي تشمل إرسال القدرة لاسلكياً للأجهزة المنزلية العاملة في المدى الترددي 47-53 kHz وإرسال القدرة لاسلكياً لمركبات الأعمال الخفيفة والأعمال الشاقة المشغَّلة في مديي العمل الترددين 37-43 kHz و82-87 kHz. وإزاء متطلبات السوق، يُعتبر البحث الكافي في التعايش قبل تخطيط الترددات ذات الصلة أمراً ملحاً وضرورياً. وبالنظر في تخطيط الترددات الوطني الحالي، يجري وضع نظام الاتصالات اللاسلكية موضع التنفيذ وكذلك متطلبات الاتصالات اللاسلكية الأخرى، ودراسات التعايش الشاملة لنطاق ترددي مخصص ونطاق ترددي متقاسم فيه ومسافة الفصل، وما إلى ذلك. بدأ فريق العمل 8 باللجنة التقنية 5 لدى رابطة تقييس الاتصالات الصينية (CCSA TC5 WG8) في عام 2015 مشروعاً جديداً لدراسة قضايا تعايش إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) مع أنظمة الاتصالات الراديوية القائمة. وستُستكمل نتائج البحوث الجزئية في عام 2016.

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

الجدول 1.7

تكنولوجيات WPT التي ناقشها 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

في دراسات التقاسم في الطيف والتعايش، قام فريق العمل (WG) المعني بإرسال القدرة لاسلكياً (WPT) التابع للجنة البيئة الكهرمغنطيسية لاستخدام الموجات الراديوية بوزارة الشؤون الداخلية والاتصالات (MIC) بتناول العديد من التوليفات الممكنة والعملية للأنظمة الراديوية القائمة وأنظمة إرسال القدرة لاسلكياً المستهدَفة التي يمكن أن تتسبب بوقوع تداخل ضار في حالات استخدام محددة. وفي مثل هذا الحدث، يمكن للموجات الراديوية الأساسية لإرسال القدرة لاسلكياً أن تقع في نفس طيف الأنظمة الراديوية القائمة عندما تقع ضمن مسافة الفصل المطلوبة الدنيا عن جهاز إرسال القدرة لاسلكياً أو عندما لا يُتخذ تدبير مناسب لتوهين القدرة. وفي حالة أخرى، قد تقع الموجات التوافقية لإرسال القدرة لاسلكياً في طيف النظام الراديوي القائم فتسبب تردي جودة الإشارة في المستقبِل الراديوي القائم. ولا بد من أن تتنوع هذه الأحداث كثيراً. وحدد فريق العمل شروط أسوأ حالة لتقييم التعايش. واستُعرضت سيناريوهات الاستخدام؛ وبعد ذلك، أجريت عمليات المحاكاة والتجارب الميدانية. وحدد فريق العمل شروط التعايش، التي تورد معايير استخدام نظام إرسال القدرة لاسلكياً، والتي حددها فريق العمل على أساس الحدود الحالية للبث غير المقبول الضار بالنظام القائم وحالات الاستخدام الفعلي المفترضة.

وفي ديسمبر 2014، أثبت إرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران المغنطيسي وإرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران السعوي، على التردد 6,78 MHz، إمكانية التعايش في ظروف محددة.

وجرى تقييم تعايش جهاز إرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران المغنطيسي مع الأنظمة الراديوية العامة باستخدام شرائح ترددية صغيرة في المدى 6,795-6,675 MHz. وافتُرضت قدرة إرسال قصوى بقيمة 100 W. وقد اشتُقت حدود البث المحددة (انظر الجدول 4.6) ووُصفت لكل شريحة صغيرة في المدى لتلبية متطلبات التعايش.

وجرى تقييم تعايش جهاز إرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران السعوي بالحساب النظري والتجارب الميدانية. وأظهرت نتائج شدة بث مغنطيسي أقل بكثير من حد البث المطلوب للتعايش مع الخدمات القائمة المعنية. وبناء على ذلك، ثبتت إمكانية التعايش لجهاز إرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران السعوي ذي قدرة إرسال تقل عن 100 W. ولكن تجدر الإشارة إلى استبعاد مديات الترددات المستخدمة لأجهزة الراديو البحرية وأجهزة راديو الهواة من مديات ترددات التشغيل المرشحة، عند أخذ استخدام الطيف الدولي في الاعتبار.

ولم يثبت بعد تعايش تكنولوجيا أخرى تستخدم مدى kHz لإرسال القدرة لاسلكياً بالاقتران المغنطيسي للأجهزة المنزلية، في جميع حالات الاختبار المحددة في التقييم.

وأظهر إرسال القدرة لاسلكياً، لتطبيقات المركبات الكهربائية (EV) باستخدام 79-90 kHz، إمكانية التعايش مع أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية وأجهزة البث بتشكيل AM وأجهزة راديو الهواة. أما التطبيقات التي تستخدم مديات ترددية مرشحة غير 79-90 kHz، فهي لم تفِ بالمتطلبات بعد. وهكذا، فقد تلاقت المديات الترددية المرشحة للمركبات الكهربائية عند المدى 79-90 kHz.

وأجرى فريق العمل مزيداً من التقييم لإثبات التعايش مع الأنظمة اللاسلكية في السكك الحديدية، وهي أنظمة الإيقاف التلقائي للقطارات (ATS) المنتشرة في جميع أنحاء شبكات السكك الحديدية في اليابان وأنظمة الراديو الخية للقطارات (ITRS) لحالات استخدام فعلي محددة للغاية. واتفق فريق العمل أخيراً على المتطلبات التقنية بشأن التعايش مع الأنظمة اللاسلكية في السكك الحديدية.

ونتيجة لدراسات التعايش، تود اليابان أن تشدد على الاهتمام العالمي بدراسة التعايش مع الأنظمة اللاسلكية في السكك الحديدية وبخاصة أنظمة الإيقاف التلقائي للقطارات (ATS). واليوم، لا تُنشر أنظمة الإيقاف التلقائي للقطارات المشغَّلة حول 100 kHz في شبكة السكك الحديدية اليابانية فحسب بل أيضاً في العديد من البلدان وشبكات السكك الحديدية الإقليمية في العالم. وفي المستقبل، قد يحدث أن تواجه العديد من البلدان الناشرة لأنظمة الإيقاف التلقائي للقطارات الإشكال نفسه لإثبات التعايش مع أنظمة إرسال القدرة لاسلكياً من أجل ضمان سلامة الركاب. وينبغي أن تؤخذ هذه الدراسة بعين الاعتبار عالمياً، وليس كنهج يخص بلداً معيناً. وتعتقد اليابان أن قطاع الاتصالات الراديوية مدعو إلى اتخاذ إجراء بشأن هذه الدراسة بالتعاون مع اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR).

وتُعتبر الأنظمة اللاسلكية في السكك الحديدية بآلية تحكُّم كهرمغنطيسي بالغة الأهمية للتشغيل الآمن. وتُعتبر مناعة الأنظمة ضد الموجات الراديوية غير المطلوبة مقياساً حاسماً وقد تكون خصائص نظام ما مستقلة عن الأنظمة الأخرى. ووفقاً لذلك، تختلف معايير التعايش للأنظمة من بلد إلى آخر واحد أو من منطقة إلى أخرى. لذلك، ينبغي لحدود البث التي تحددها اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR) أن تأخذ في الاعتبار هذا التنوع والموثوقية للأنظمة.

ويوجز الجدول 2.7 (أ)، (ب)، (ج) والجدول 3.7 نتائج دراسات التعايش والدراسات الجارية.

الجدول 2.7

ملخص نتائج دراسة تعايش إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) والاتصالات المتنقلة والأجهزة المنزلية والدراسات الجارية في اليابان

(أ) التعايش مع أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية وأنظمة الإيقاف التلقائي للقطارات وأنظمة الراديو الحثية للقطارات

WPT للاتصالات المتنقلة والأجهزة المنزلية		**الأنظمة القائمة**		
التكنولوجيات	**المديات الترددية المرشحة**	**أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية (1*) (SCRD) (40 kHz و60 kHz)**	**ATS (*2) (kHz 250-10)**	**ITRS (*3) (kHz 250-10)**
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 6,795-6,765	غير مطبَّق	غير مطبَّق	غير مطبَّق
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المنزلية)	kHz 38-20,05	يلبي شروط التعايش مع الملاحظات أدناه: • يتعين ألا تقع التوافقيتان الثانية والثالثة في نطاقات تشغيل SCRD. • توجَّه عناية المستخدمين إلى إمكانية التداخل على أجهزة SCRD.	يستلزم التعايش مزيداً من التقييم. • يلزم اشتقاق مسافة الفصل المطلوبة لمنع التسبب بتداخل ضار	يلبي شروط التعايش
	kHz 58-42			يلبي شروط التعايش
	kHz 100-62			يلزم مزيد من التقييم. • يلزم اشتقاق مسافة الفصل المطلوبة لمنع التسبب بتداخل ضار
الاقتران السعوي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 524-425	غير مطبَّق	يلبي شروط التعايش بالخفض المحقق لشدة المجال المغنطيسي بمقدار dB 12	غير مطبَّق

شروط التعايش في التقييم:

(1*) أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية: يتعين ألا تتسبب أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار عند محاكاة حالات الاستخدام.

- استُخدمت مسافة فصل قدرها m 10 كمعيار للتعايش. وإضافة إلى خصائص الموجة الأساسية، تمت معاينة التوافقيات ذات الأعداد الصحيحة وكذلك عندما تقع في نطاقات تشغيل أجهزة الراديو الميقاتية.
- يُنظر في تدبير إضافي بشأن شروط وقت التشغيل لأن تشغيل التجهيزات المنزلية/المكتبية بتكنولوجيا WPT غير متوقع أو مرصود بوتيرة أقل عند منتصف الليل حين تستقبل أجهزة الراديو الميقاتية إشاراتها بكثرة. وقد يؤدي الإعلان عن المخاطر الراديوية الناجمة عن تكنولوجيا WPT في الأجهزة المنزلية إلى قدر أقل من التداخل على التقاسم في نفس الطيف لأن مدة الاستعمال لا تتراكب بصورة تامة.
- تقع الموجات الأساسية المتولدة عن الترددات التوافقية لتكنولوجيا WPT البالغ ترددها kHz 20,05 وkHz 30 في طيف تشغيل أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية. وهذا أمر حاسم الأهمية لضمان عدم التسبب بتداخل ضار.

(2*) (3*) ATS وITRS: يتعين ألا تتسبب أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار في حالات الاستخدام الفعلي في التشغيل. أما معايير التعايش فهي:

- يجب أن لا تتراكب النطاقات الترددية في تكنولوجيا WPT مع تلك المستخدمة في أنظمة التشوير الخاصة بالقطارات بما في ذلك الإيقاف التلقائي للقطارات (ATS)، أو

- ينبغي أن تقل مسافة الفصل، التي لا يتسبب عندها جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار، عن العتبة الأكثر حراجة (m 1,5) المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات.
- ويتعين أن يستوفى ما جاء أعلاه في التخطيط لإنشاء جميع أنواع السكك الحديدية في اليابان.

الجدول 2.7

(ب) دراسة التعايش مع الإذاعة بتشكيل AM وأجهزة الراديو البحرية

WPT للاتصالات المتنقلة والأجهزة المنزلية		**الأنظمة القائمة**	
التكنولوجيات	**المديات الترددية المرشحة**	**الإذاعة بتشكيل AM (1*) (kHz 1 606,5-526,5)**	**أجهزة الراديو البحرية (2*) (kHz 526,5-405)**
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 6,795-6,765	غير مطبَّق	غير مطبَّق
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المنزلية)	kHz 38-20,05	لا يلبي شروط التعايش حيث تبين أن مسافة الفصل المطلوبة تزيد كثيراً عن m 10 المستهدَفة كمتطلب.	غير مطبَّق
	kHz 58-42		غير مطبَّق
	kHz 100-62		يلبي شروط التعايش كما يلي: • تجنب استخدام أنظمة WPT التي تبث القدرة في المدى الترددي لنظام LORAN-C (3*)
الاقتران السعوي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 524-425	يلبي شروط التعايش مع الملاحظات أدناه: • مع مراعاة إمكانية التداخل على أجهزة راديو AM. • في حال رصد تداخل ضار، يتعين أن تتخذ أجهزة WPT تدابير مناسبة	يلبي شروط التعايش كما يلي: • تجنب استخدام أنظمة WPT التي تبث القدرة في المدى لنظامي NAVTEX وNAVDAT

شروط التعايش في التقييم:

(1*) الإذاعة بتشكيل AM: يتعين ألا يتسبب جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار على مستقبِل الإذاعة بتشكيل AM على مسافة لا تقل عن m 10 استناداً إلى البيئة السكنية الموصَّفة لدى اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR). ويُفترض في نموذج النظام عدد من أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً ومستقبِل راديو داخلي بتشكيل AM. وأجريت الاختبارات الميدانية في أسوأ ظروف حالة الاستخدام المتفَق عليها وعلى اختلاف الترددات وعدد أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً والمسافات الفاصلة، والمناطق المدنية التي يترفع وينخفض فيها مستوى ضوضاء الخلفية. واستُخدم الصنف B من المعيار CISPR 11 مرجعاً كذلك.

(2*) أجهزة الراديو البحرية: يتعين ألا يتسبب جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار. وأظهر التقييم أن النظام المقترح لإرسال القدرة لاسلكياً يحظى بإمكانية تعايش كبيرة مع الأنظمة الراديوية البحرية. ولكن تجدر الإشارة إلى أن الترددات التالية في المدى الترددي في هذه الدراسة تُستخدم لتأمين سلامة الملاحة البحرية. ولذلك، استثنيت هذه الترددات من الاستخدام. '1' NAVTEX: 518 kHz (424 kHz و490 kHz) '2' NAVDAT: 505-495 kHz. وبالإضافة إلى ذلك، ينبغي ألا تقع التوافقيات في النطاق الراديوي البحري للموجات المترية (VHF) (MHz 162-156) المستخدم دولياً.

(3*) LORAN-C، eLORAN (kHz 100-90): أشار مشغلو الاتصالات الراديوية البحرية إلى أنه ينبغي عدم تنظيم هذا الطيف لأغراض استخدام إرسال القدرة لاسلكياً.

الجدول 2.7

(ج) تعايش أجهزة راديو الهواة والأنظمة الراديوية العامة

WPT للاتصالات المتنقلة والأجهزة المنزلية		الأنظمة القائمة	
التكنولوجيات	**المديات الترددية المرشحة**	**أجهزة راديو الهواة (1*) (kHz 137,8-135,7 و kHz 479-472)**	**الأنظمة الراديوية العامة (2*) (kHz 6,795-6,765)**
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 6,795-6,765	يلبي شروط التعايش كما يلي: • تجنب استخدام أنظمة WPT التي تبث القدرة في المديات الترددية لراديو الهواة	يلبي شروط التعايش عند توفر حدود البث الموصَّفة
الاقتران المغنطيسي (منخفض القدرة للأجهزة المنزلية)	kHz 38-20,05		غير مطبَّق
	kHz 58-42		غير مطبَّق
	kHz 100-62		غير مطبَّق
الاقتران السعوي (منخفض القدرة للأجهزة المتنقلة)	kHz 524-425		غير مطبَّق

شروط التعايش في التقييم:

(*1) أجهزة راديو الهواة: في الاقتران السعوي ضمن النطاق kHz 479-472، هي حالة داخل النطاق (تتقاسم في الطيف نفسه). وبالنسبة لراديو الهواة، لا توجد متطلبات أو قواعد رسمية لمستويات التداخل الناجمة عن أنظمة أخرى. ولكن ثمة اتفاق على استبعاد هذا النطاق الموزَّع لراديو الهواة من مدى ترددات تشغيل إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) وضبط التخالف الترددي المناسب.

(*2) الأنظمة الراديوية العامة: لم يسمَّ النطاق kHz 6 795-6 765 في اليابان كنطاق للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM). ومع ذلك فإن أحكام اللوائح تجيز استخدام تطبيقات إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) في هذا النطاق. وقد اتُفق على حدود بث جديدة لمنتجات إرسال القدرة لاسلكياً في هذا النطاق مما يمكن أن يتيح التعايش مع الأنظمة القائمة ومع قدرة إرسال أعلى في هذا النطاق.

الجدول 3.7

ملخص نتائج دراسة تعايش إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) من أجل المركبات الكهربائية (EV) والدراسات الجارية في اليابان

WPT من أجل EV	الأنظمة القائمة				
المديات الترددية المرشحة	**(*1) SCRD (40 kHz و60 kHz)**	**(*2) ATS (10 kHz و250 kHz)**	**(*3) ITRS (10 kHz و250 kHz)**	**الإذاعة بتشكيل (*4) AM (526,5 kHz و1 606,5 kHz)**	**أجهزة راديو الهواة (*5) (135,7 kHz و137,8 kHz)**
kHz 48-42	لا يلبي شروط التعايش	لم يقيَّم نظراً لعدم استيفاء شرط آخر	يلبي شروط التعايش	يلبي شروط التعايش مع الملاحظات أدناه: • توجَّه عناية المستخدمين إلى إمكانية التداخل على المستقبلات الراديوية للإذاعة بتشكيل AM. • في حال رصد تداخل ضار، يتعين أن تتخذ أجهزة WPT تدابير مناسبة	يلبي شروط التعايش كما يلي: • تجنب استخدام أنظمة WPT التي تبث القدرة في المديات الترددية لراديو الهواة
kHz 58-52	لا يلبي شروط التعايش	لم يقيَّم نظراً لعدم استيفاء شرط آخر	يلبي شروط التعايش		
kHz 90-79	يلبي شروط التعايش مع الملاحظة أدناه: • توجَّه عناية المستخدمين إلى إمكانية التداخل على أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية.	يلبي شروط التعايش بالمتطلب التالي. • يتعين الحفاظ على مسافة فصل لا تقل عن 4,8 m عن السكة الحديدية	يلبي شروط التعايش بالمتطلب التالي. • يتعين الحفاظ على مسافة فصل لا تقل عن 45 m عن السكة الحديدية • ينحصر استخدام 80 kHz و92 kHz في تشغيل واحد للسكة الحديدية، حيث يتعين تطبيق هذا المتطلب التقني		
kHz 148,5-140,91		لم يقيَّم نظراً لعدم استيفاء شرط آخر	لا يلبي شروط التعايش		

شروط التعايش في التقييم:

(*1) أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية: يتعين ألا تتسبب أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار معرَّف بنسبة الموجة الحاملة إلى التداخل (*C/I*) المشتقة من الحساسية الدنيا لمستقبِل أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية في حالات الاستخدام المتفق عليها. واستُخدمت مسافة فصل قدرها 10 m كمعيار للتعايش. وأُخذت تدابير أخرى بعين الاعتبار بشأن وقت التشغيل غير المتراكب بين إرسال القدرة لاسلكياً وبين أجهزة الراديو الميقاتية المعيارية، وتغير اتجاه الانتشار الراديوي والتحسين الممكن للأداء.

(*2) (*3) ATS وITRS: يتعين ألا تتسبب أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار في حالات الاستخدام الفعلي في التشغيل. أما معايير التعايش فهي: '1' ينبغي ألا تتراكب النطاقات الترددية لإرسال القدرة لاسلكياً مع تلك المستخدمة في أنظمة التشوير الخاصة بالقطارات بما في ذلك الإيقاف التلقائي للقطارات (ATS)، أو '2' ينبغي أن تقل

مسافة الفصل عن أجهزة ATS/ITRS، التي لا يتسبب عندها جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار، عن العتبة الأكثر حراجة (1,5 m تقريباً) المحددة في معايير إنشاء أنظمة القطارات. ويتعين أن يستوفى ما جاء ضمن فقرتي '1' و'2' في التخطيط لإنشاء جميع أنواع السكك الحديدية في اليابان.

(*4) الإذاعة بتشكيل AM: يتعين ألا يتسبب جهاز إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) بتداخل ضار على مستقبِل الإذاعة بتشكيل AM على مسافة لا تقل عن 10 m استناداً إلى البيئة السكنية الموصَّفة لدى اللجنة الدولية الخاصة بالتداخل الراديوي (CISPR). وأجري اختبار ميداني بمرسل ومستقبِل إرسال القدرة لاسلكياً على عربة وهمية في ظروف متفق عليها لأسوأ حالة استخدام والتي تقع فيها التوافقية السابعة، Fc = 85,106 kHz، ضمن قناة خدمة إذاعية 594 kHz بتشكيل AM تغطي مساحة واسعة من إقليم كانتو في اليابان. وأجري تقييم سماعي أيضاً.

(*5) أجهزة راديو الهواة: هذه حالة خارج النطاق (لا تتقاسم في الطيف نفسه). والمديات الترددية المرشحة لإرسال القدرة لاسلكياً من أجل المركبات الكهربائية تمتلك تخالفات ترددية مناسبة (نطاق حارس) لإزالة توليف نطاقات راديو الهواة. ولذلك، لا يؤخذ كبت حساسية المستقبل (خارج النطاق) بالتداخل بل تُحسب مستويات البث المشع للتوافقيات (البث الهامشي) الناجمة عن أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) في حال وقوعها ضمن نطاقات 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 إمكانية التسبب بتداخل غير ضار على أجهزة راديو الهواة.

8 مخاطر إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) على البشر

يمكن تشغيل إرسال القدرة لاسلكياً (WPT) على مقربة من الأشخاص، لذا فإن على موردي ومشغلي أجهزة إرسال القدرة لاسلكياً أن يبينوا الامتثال لمتطلبات التعرض للترددات الراديوية. ويجب أن يقيَّم احتمال التعرض وفق تشكيلات تشغيل نظام إرسال القدرة لاسلكياً، وظروف تعرض المستخدمين أو الأشخاص القريبين.

وينبغي أن يتخذ مشغلو إرسال القدرة لاسلكياً الخطوات اللازمة لتوفير الحماية الكافية للعموم من آثار المجالات الكهرمغنطيسية. وينبغي أن يفترض الموردون والمشغلون أسوأ الحالات.

ومخاطر الترددات الراديوية على البشر هي مخاطر عالمية: لا إقليمية ولا وطنية؛ وهي مخاطر لا تعترف بأي حدود أو تخوم. وبالتالي، ينبغي استخدام المبادئ التوجيهية للجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) الصادرة في عامي 1998 و2010.

9 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 السِّعوي 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 عند المديات الترددية المرشحة المتلاقية حول 85؛ فيما تُدرَس تلك التي تخص مركبات الأعمال الشاقة عند المديين الترددين المرشحين 19-21 kHz و59-61 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 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.

10 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/

[9] Document 1A/198 liaison statement to ITU-R Working Party 1A from the Asia Pacific Telecommunity

[10] The State Standard of People’s Republic of China, “Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment Electromagnetic disturbance characteristics Limits and methods of measurement”, GB 4824-2004.

[11] National Radio Administration Bureau of MIIT No 423, “Micro Power (short) Radio Equipment Technology Requirements”.

[12] Mazar (Madjar) H. 2015 ‘Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques’, John Wiley & Sons

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 والإجراءات – الجزء 2: الإجراء 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 والإشعاع 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
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. اتخاذ تدابير إضافية للسلامة إذا تعذر الإعلان عن السلامة. حين تكون المجالات المغنطيسية الناجمة عن منتجات تكنولوجيا WPT غير منتظمة ويتوقع أن يكون التعرض للتردد الراديوي محلياً، تكون بالتالي المبادئ التوجيهية للجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) مراجع أسلم. ويقترح النظر في منهجيات تقييم المحاكاة من قبيل تحديد جرعات التعرض للإشعاع إذا تمكن الخبراء المتخصصون بتحديد جرعات من المشاركة. وينبغي ألا يستغرق أسلوب التقييم مدة طويلة لا داعي لها وألا 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	– تحيل اللوائح الحالية المتعلقة بالمجالات الكهرمغنطيسية إلى المبادئ التوجيهية للجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP).	– تخطط لإدخال أساليب تقييم محددة لتكنولوجيا WPT خلال عام 2015.

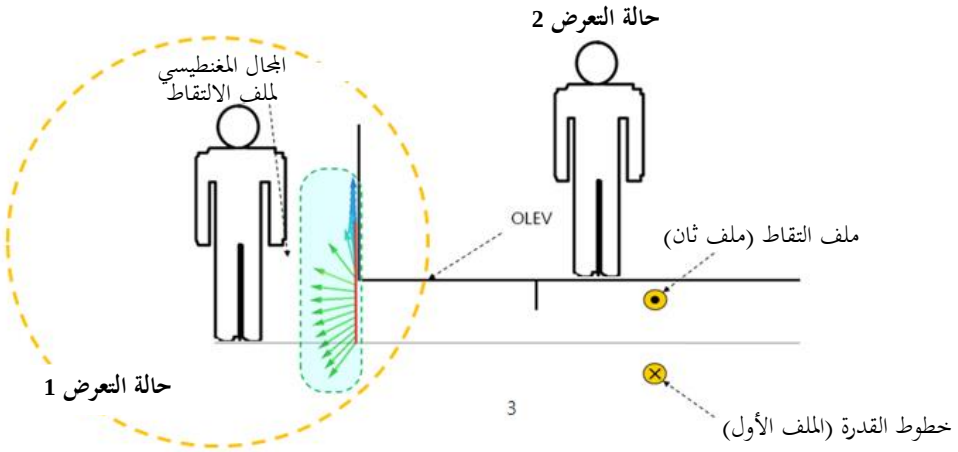
تقييم التعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي (EMF) من المركبات الكهربائية في كوريا

درست جمهورية كوريا أسلوب تقييم المجالات المغنطيسية التي تولدها المركبة الكهربائية على الخط (OLEV) المستخدِمة لتكنولوجيا نقل القدرة لاسلكياً، في عام 2013، والمشغَّلة في منطقة يمكن للعموم الوصول إليها. ويتكون مصدر المجال من خطوط القدرة الكهربائية في أرضيات الطرق (اللفيفة الأولى) و5 شرائح لفائف التقاط تحت المركبة الكهربائية على الخط (اللفيفة الثانية)، ويبلغ تردد رنين هذا المصدر 20 kHz وقدرة خرجه 75 kW.

ويظهر الشكل 1-A1 حالة التعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي من خطوط القدرة الكهربائية ولفائف الالتقاط لنظام المركبة الكهربائية على الخط (OLEV).

الشكل 1-A1

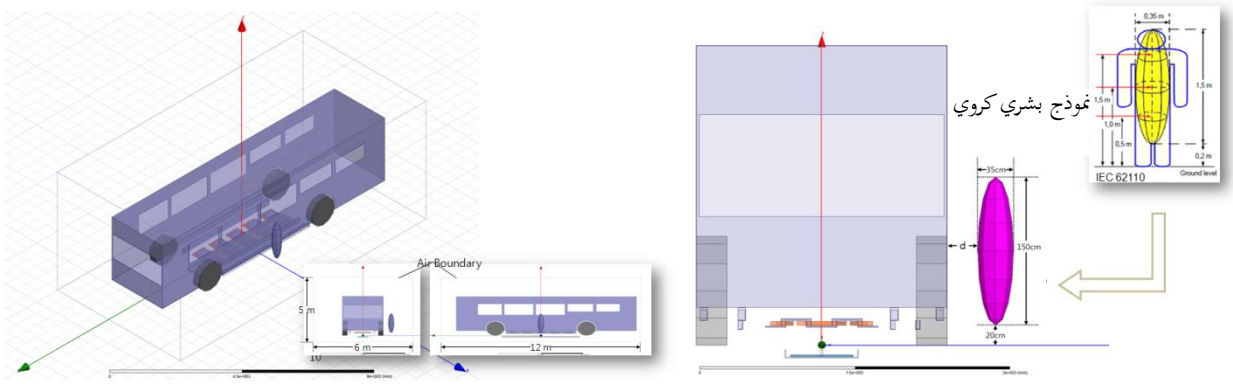
حالة التعرض البشري للمجال الكهرمغنطيسي لنظام المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)



حيث تُعتبر حالة التعرض البشري 1 للمجال الكهرمغنطيسي لنظام المركبة الكهربائية على الخط (OLEV) غير منتظمة ومشابهة لنظام قدرة التيار المتناوب (IEC 62110)، ويُحسب مستوى المجال في الموضع الذي يسترعي الاهتمام، ويقاس على ثلاثة ارتفاعات: 0,5 m و1,0 m و1,5 m فوق سطح الأرض.

الشكل 2-A1

النموذج في المجال الناتج عن المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)

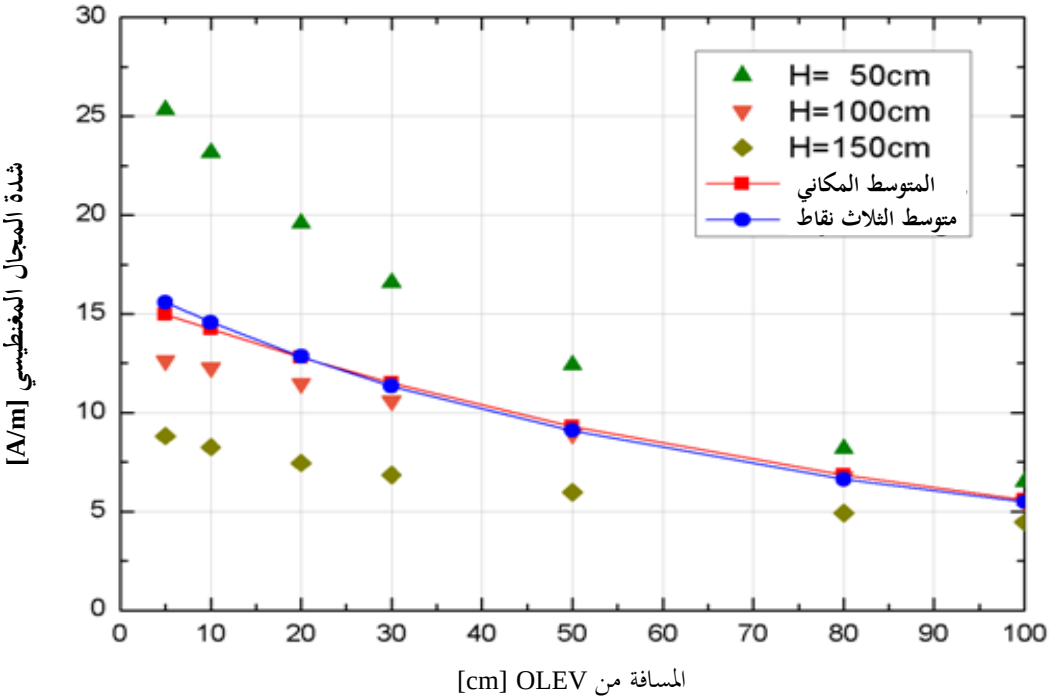


يُحسب متوسط مستوى التعرض باستخدام نموذج الإنسان الكروي الذي يبلغ محوراه الرأسي والأفقي 1,5 m و0,35 m ويقع على ارتفاع 0,2 m فوق سطح الأرض.

ويبلغ الانحراف 4% على مسافة 5 cm من المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)، و–2% على مسافة 100 cm يمكن للعموم الوصول إليها. ويبين الشكل 3-A1 انتظام التوزيع الرأسي للمجالات المغنطيسية. ويمكننا أن نعرف أن متوسط الثلاث نقاط لمستوى التعرض يتناسب تقريباً مع متوسط مستوى التعرض لحالة التعرض 1 للمركبة الكهربائية (OLEV).

الشكل 3-A1

توزيعات المجال المغناطيسي المحسوبة على كل من المسافات من المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)

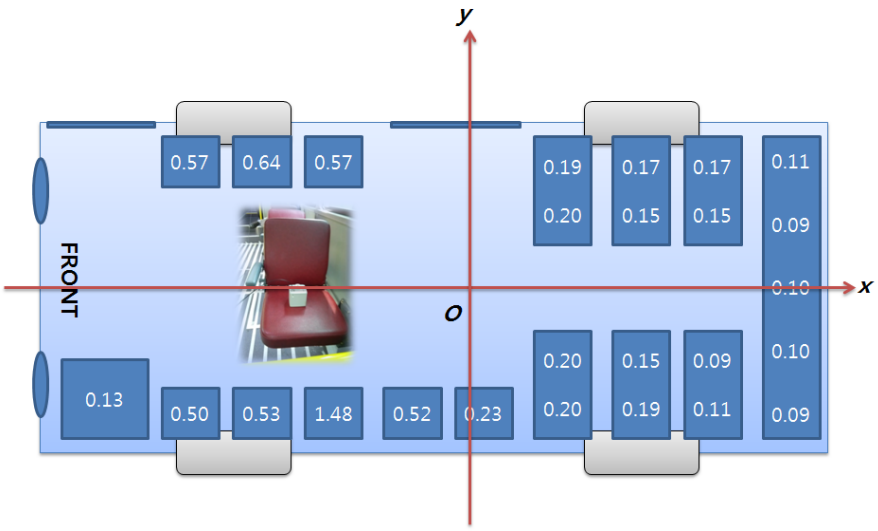


من التحليل العددي، يمثل متوسط الثلاث نقاط لمستوى التعرض (في الارتفاعات الثلاثة، 0,5 m و1,0 m و1,5 m فوق سطح الأرض) متوسط مستوى التعرض على الجسم البشري بأكمله، ويقيَّم بقيمة 2,1 A/m، بما يقل بنسبة 40% عن المعايير التقنية للتعرض للترددات الراديوية.

وتقيَّم شدة المجال المغنطيسي في حالة التعرض 2 من كل مقعد داخل المركبة الكهربائية على الخط (OLEV) وتمثَّل قيم التقييم كما في الشكل 4-A1.

الشكل 4-A1

توزيعات المجال المغنطيسي المحسوبة على كل من المسافات من المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)



الشكل 5-A1

توزيعات المجال المغنطيسي المحسوبة على كل من المسافات من المركبة الكهربائية على الخط (OLEV)

< قيمة البيانات المحصلة من المحاكاة (S.D.: 72 cm) >

نقاط القياس	قيم القياس	قيم معتمدة
P1	1.07	
P2	1.93	
P3	3.96	X
P4	2.12	X
P5	3.99	X

< قيمة البيانات المحصلة من القياس (S.D.: 60 cm) >

نقاط القياس	قيم القياس [A/m]	قيم معتمدة
P1	3.82	X
P2	3.41	X
P3	1.96	X
P4	0.90	
P5	1.08	

أسفر التحليل العددي باستخدام أسلوب متوسط الخمس نقاط عن A/m 3,36، بينما أسفر القياس في نفس الحالة عن A/m 3,06. بيد أن قيمة البيانات المحصَّلة من المحاكاة ومن القياس باستخدام متوسط الثلاث نقاط، كانت A/m 0,53 وA/m 0,57 على التوالي. وبالنظر إلى ظروف التعرض المعقدة مثل معمارية التدريع الداخلية، وفوارق الارتفاع، والمواضع، فإن أسلوب متوسط الخمس نقاط هو الأسلوب الأمثل لقياس أسوأ حالة تعرض للترددات الراديوية، مقارنةً بأسلوب متوسط الثلاث نقاط.

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.

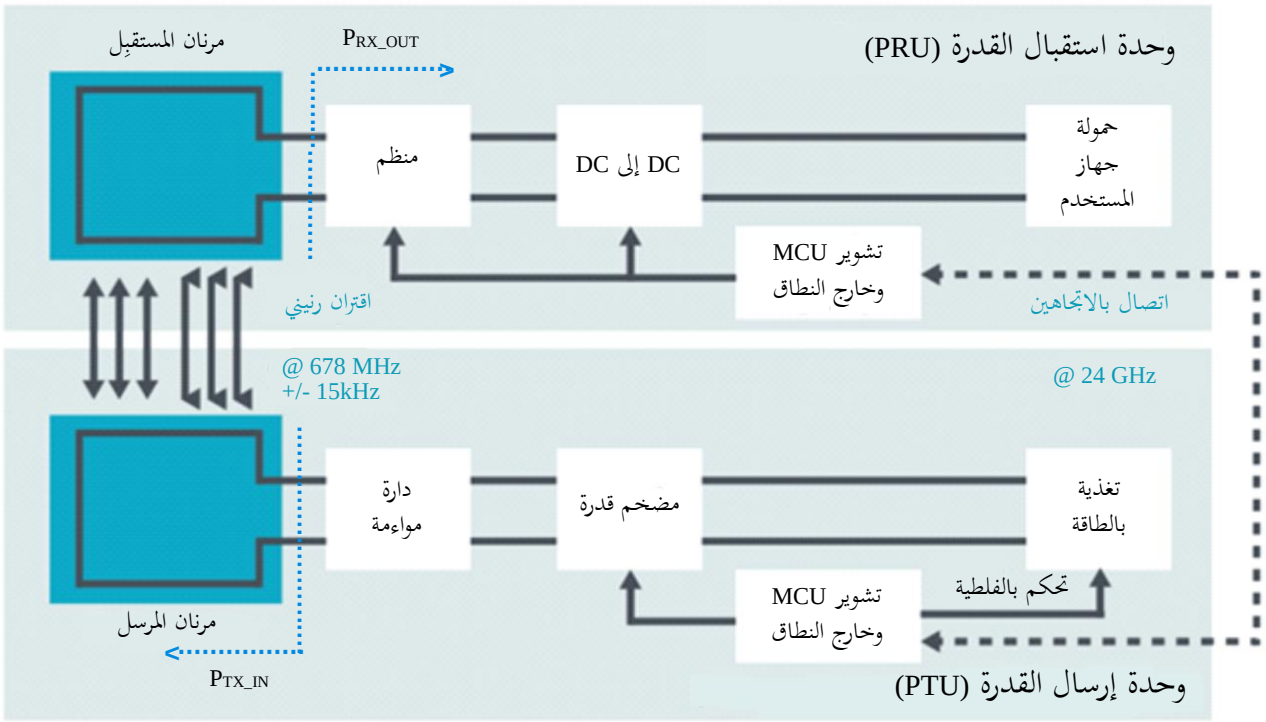
وينبغي للمنتجات الإلكترونية المعدة لهذا لتكامل التكنولوجي أن تراعي عدة عوامل هي:

- 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 وحدة استقبال القدرة (PRU)

وحدة استقبال القدرة	$P_{RX_OUT_MAX}$'	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 وحدة إرسال القدرة (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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مقدمة 56

2 نماذج القياس وطرائق القياس..... 56

1.2 نموذج القياس وطريقة القياس في نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية 56

2.2 نموذج القياس وطريقة القياس في أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية..... 60

3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الصادر عن منتدى النطاق العريض اللاسلكي (BWF) 61

1.3 الحد المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن نظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية ... 61

2.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي..... 62

3.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي 63

4.3 الحدّ المستهدف للبث الإشعاعي الناجم عن الأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي..... 63

4 نتائج قياس الضوضاء المشعة والضوضاء بالتوصيل..... 64

1.4 نتائج القياس المتعلقة بنظام WPT الخاص بشحن السيارات الكهربائية..... 64

2.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الرنين المغنطيسي 70

3.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المنزلية التي تستخدم تكنولوجيا الحث المغنطيسي..... 73

4.4 نتائج القياس المتعلقة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السِّعوي 77

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 ohm.

(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 لوغاريتمية 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:

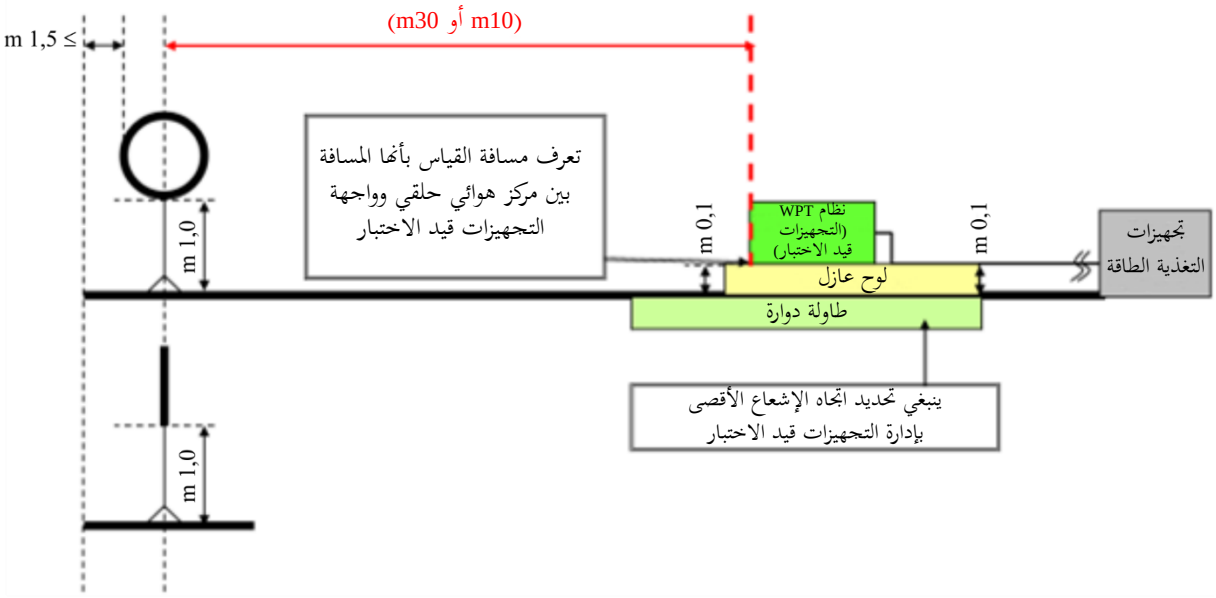
تقاس الضوضاء بالتوصيل التي تشعها خطوط الطاقة الكهربائية. وفي هذا القياس ينبغي توصيل التجهيزات قيد الاختبار (EUT) بالشبكة الكهربائية الاصطناعية (AMN).

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

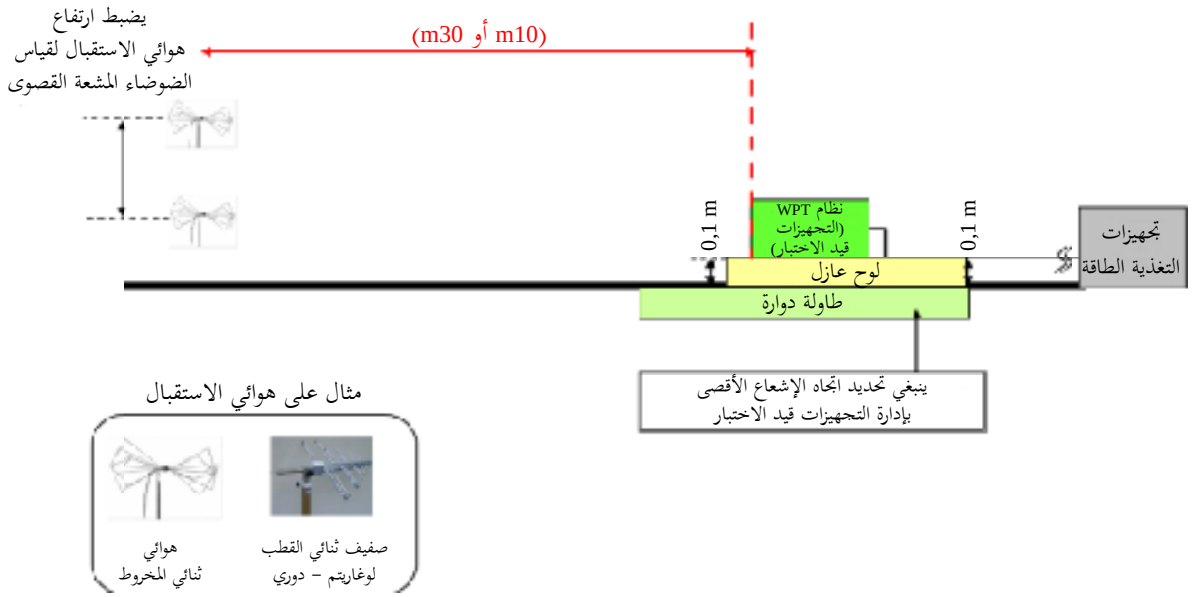
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية، في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz



Report SM.2303-A3-01

الشكل 2-A3

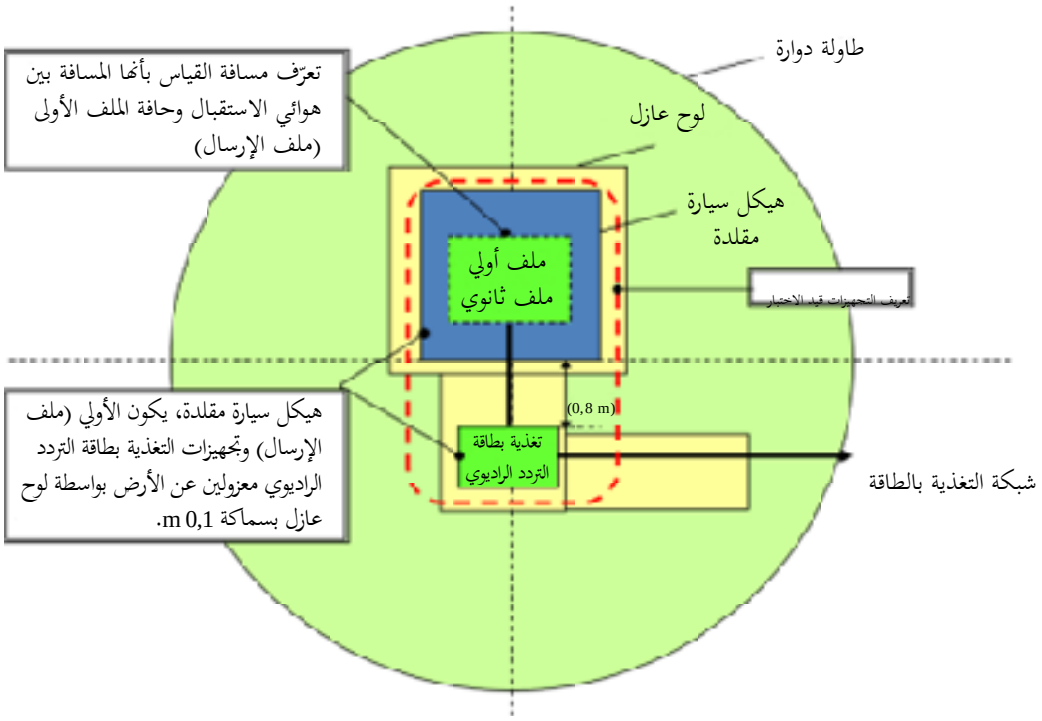
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بشحن السيارات الكهربائية، في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz



Report SM.2303-A3-02

الشكل 3-A3

منظر علوي للتجهيزات قيد الاختبار وترتيبها لقياس الضوضاء المشعة

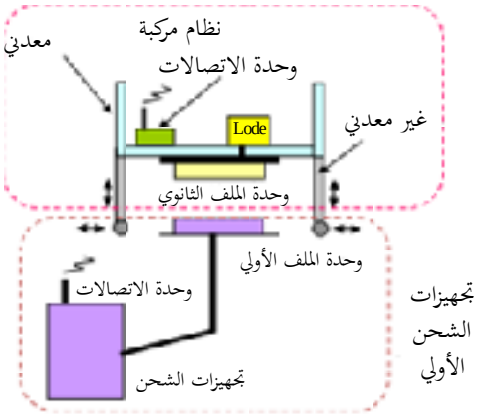


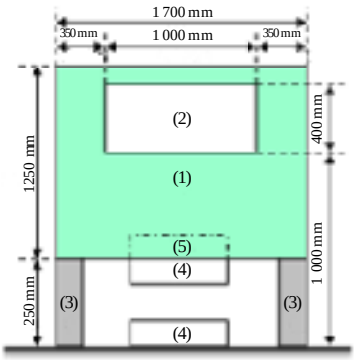
Report SM.2303-A3-02

الشكل 4-A3

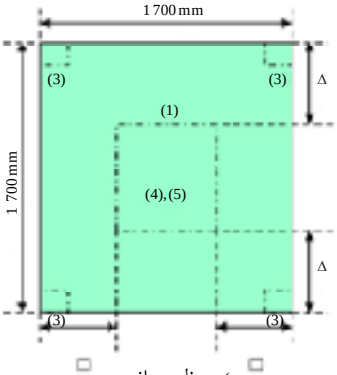
تشكيلة هيكل السيارة المقلد

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





أ) منظر علوي

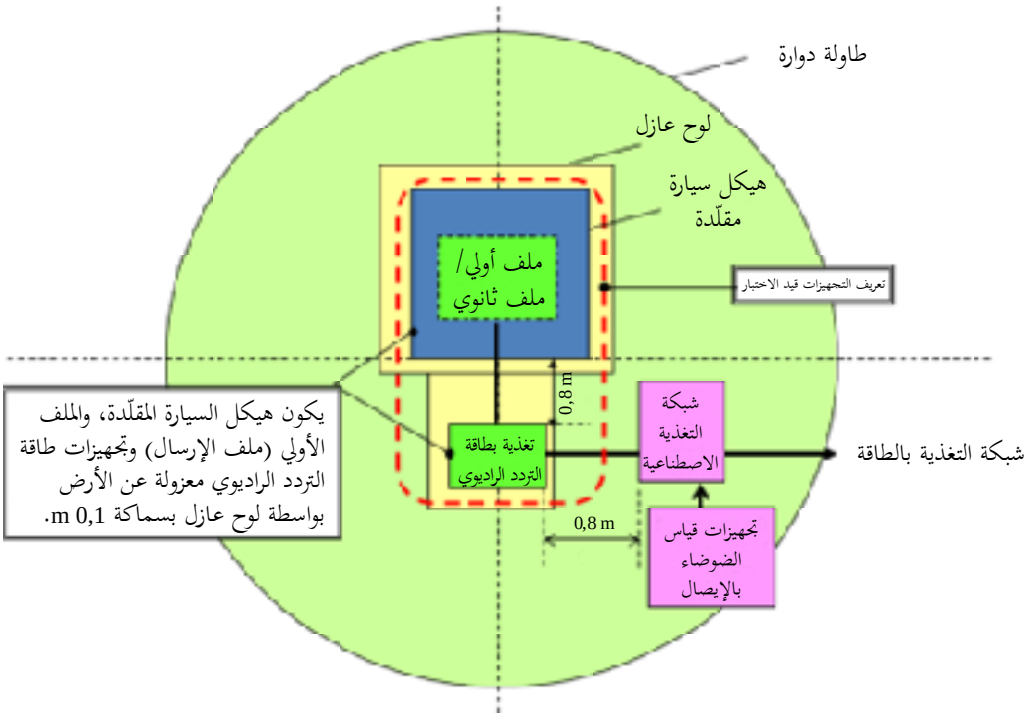


ب) منظر جانبي

Report SM.2303-A3-04

الشكل 5-A3

منظر علوي للتجهيزات قيد الاختبار وترتيبها لقياس الضوضاء بالتوصيل



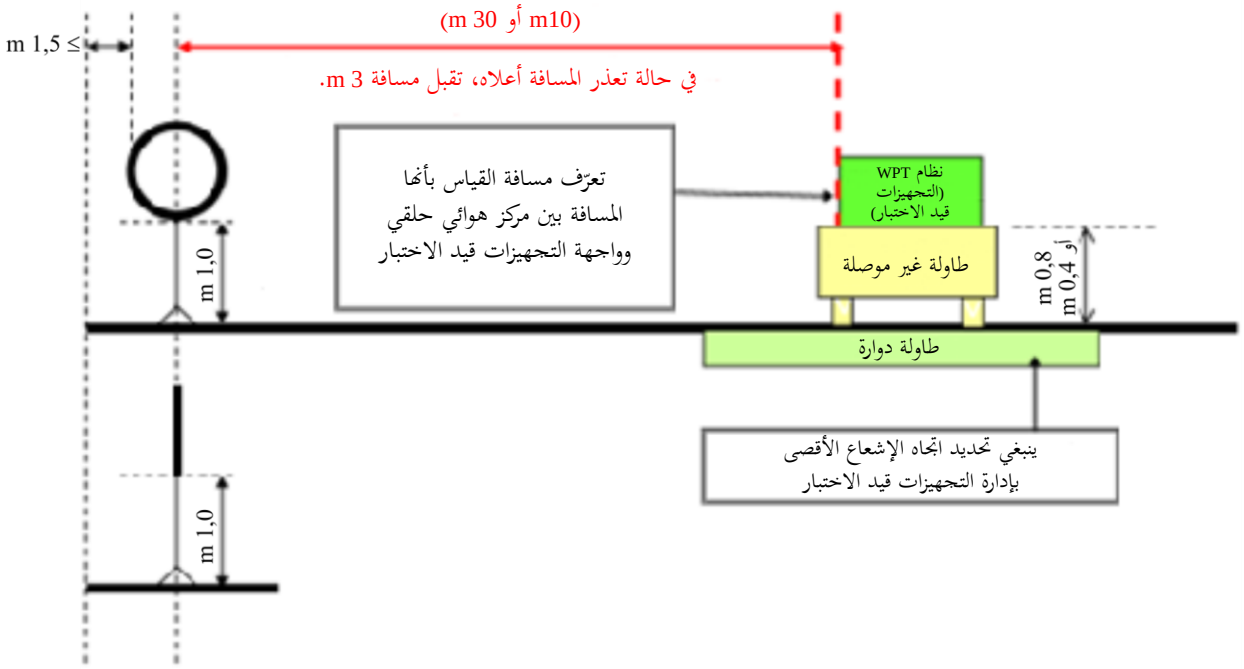
Report SM.2303-A3-05

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

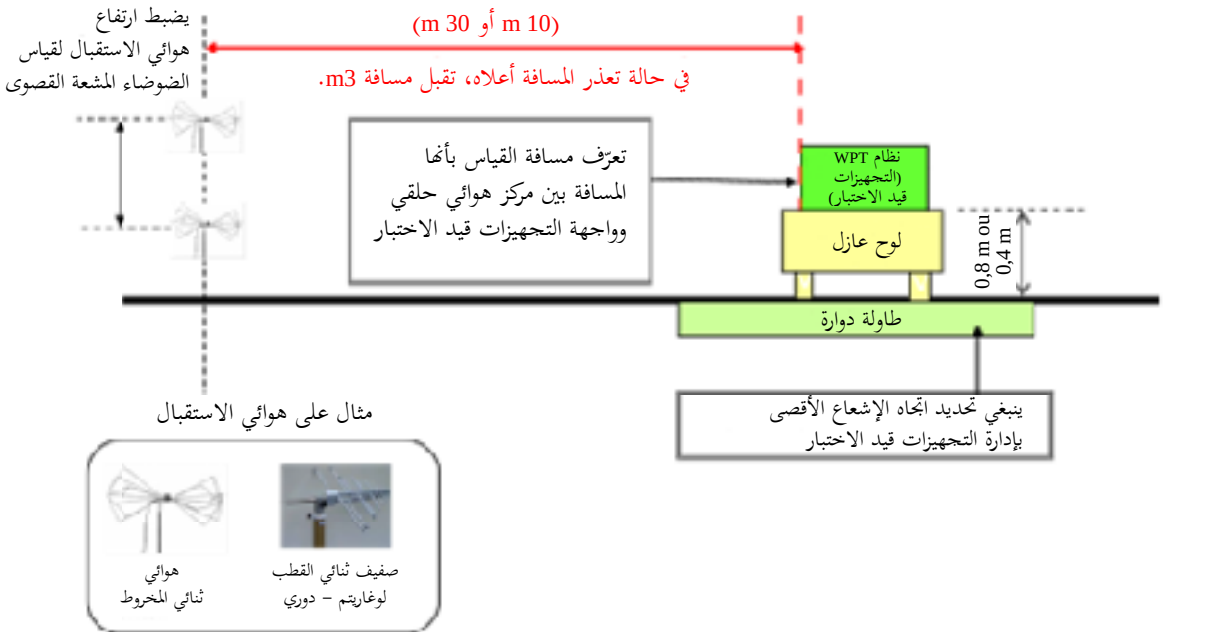
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية، في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz



Report SM.2303-A3-06

الشكل 7-A3

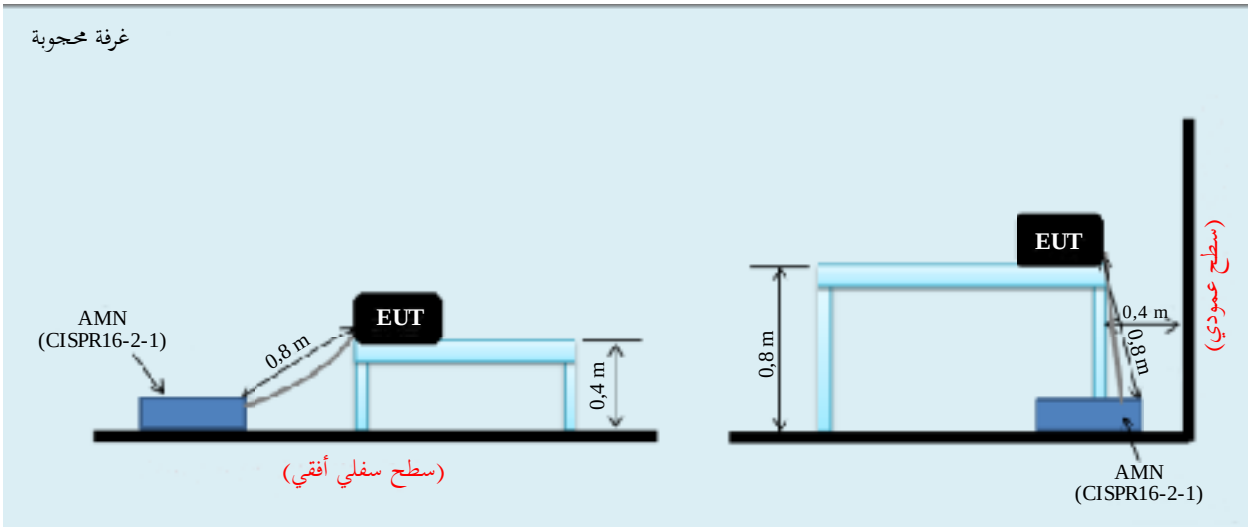
طرائق قياس الضوضاء المشعة الناجمة عن أنظمة WPT الخاصة بالأجهزة المتنقلة والأجهزة المحمولة والأجهزة المنزلية، في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و6 GHz



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 ohm.

(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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 السّعوي

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 526,5-606,5 kHz 1

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 526,5-606,5 kHz 1

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 A3-1. 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 A3-9 وA3-10، على التوالي.

الجدول A3-1

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]

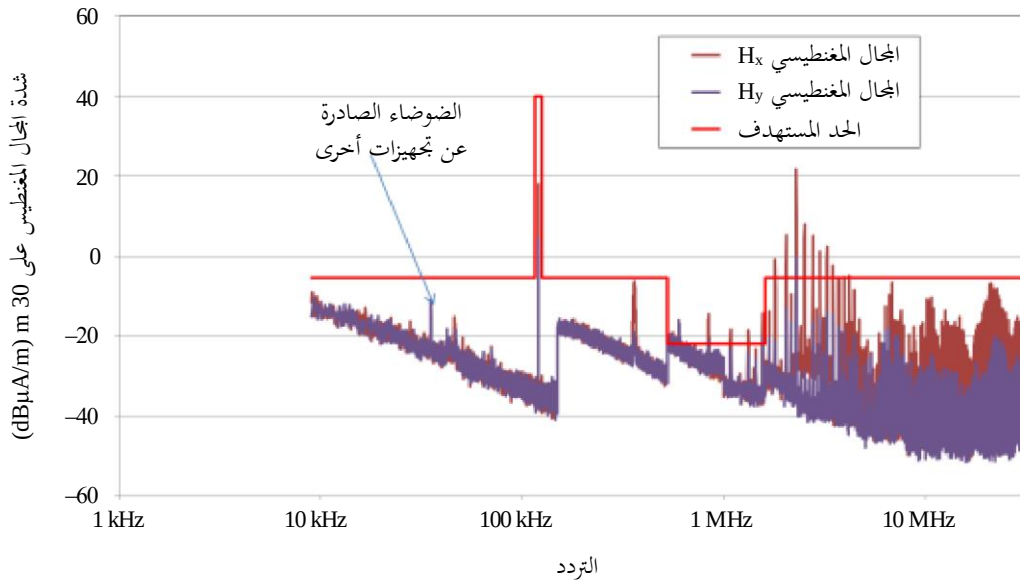
للترددات الأقل من 526,5 kHz:	1/27
من 526,5 إلى 1 606,5 kHz:	1/10
من 1 606,5 kHz إلى 30 MHz:	1/6

وتظهر في الشكلين 11-A3 و12-A3 نتائج القياس التي تم الحصول عليها في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz. وترد في الشكل 13-A3 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 14-A3 و15-A3 نتائج القياس التي تم الحصول عليها في مدى الترددات الواقع بين 30 MHz و1 GHz.

الشكل 11-A3

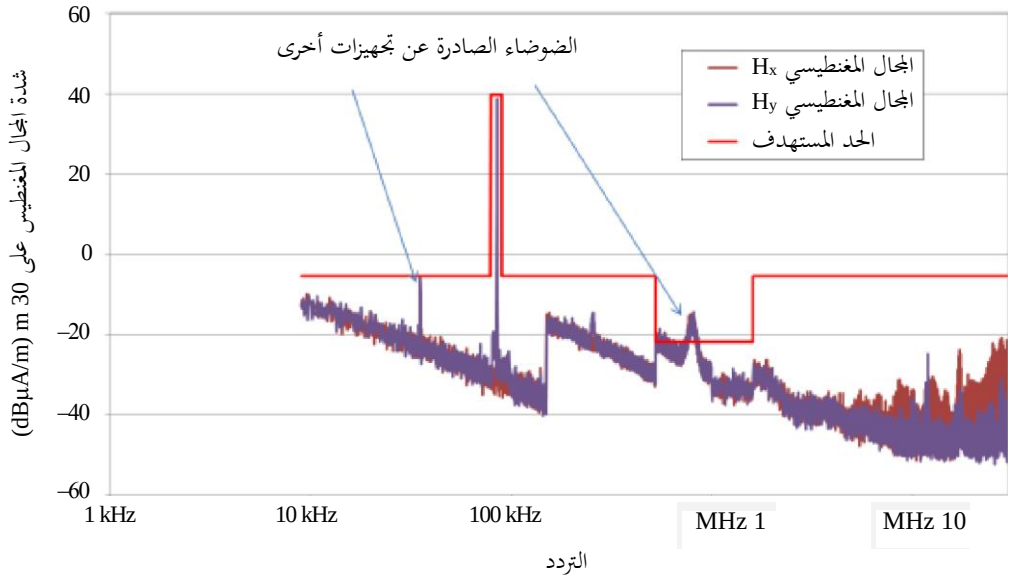
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-11

الشكل 12-A3

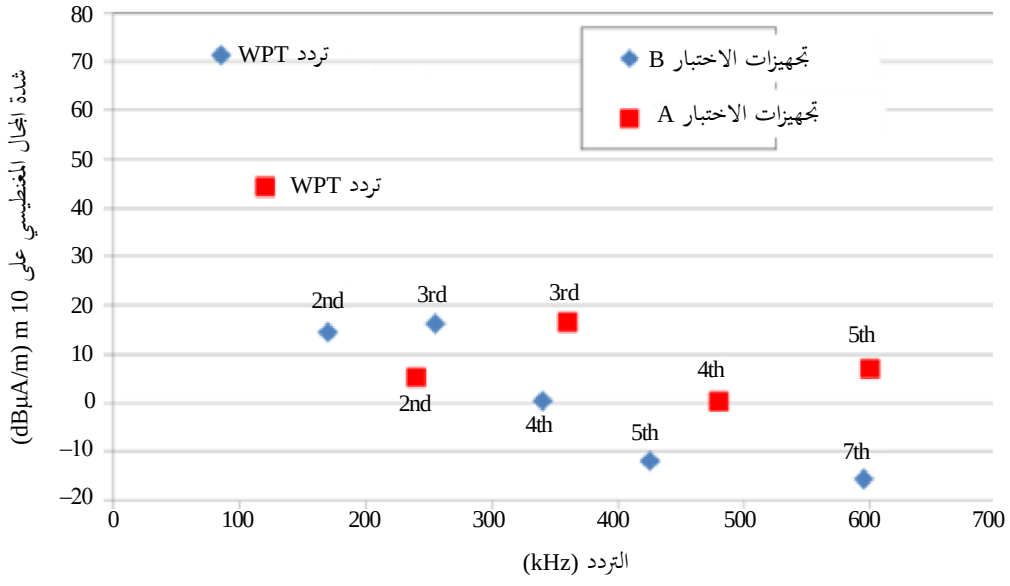
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-12

الشكل 13-A3

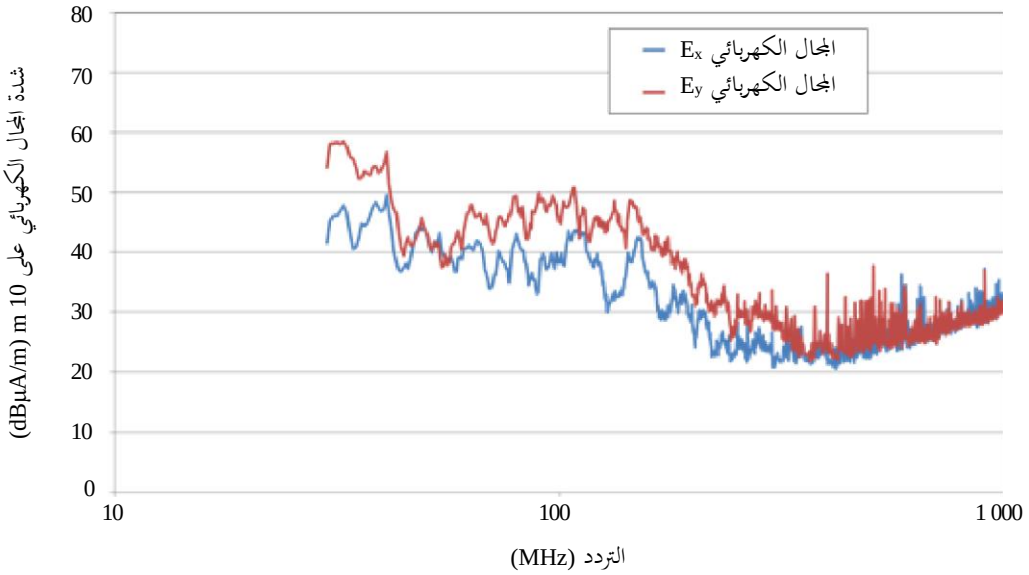
نتائج القياس المتعلقة بالتوافقيات ذات المرتبة الأعلى (قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-13

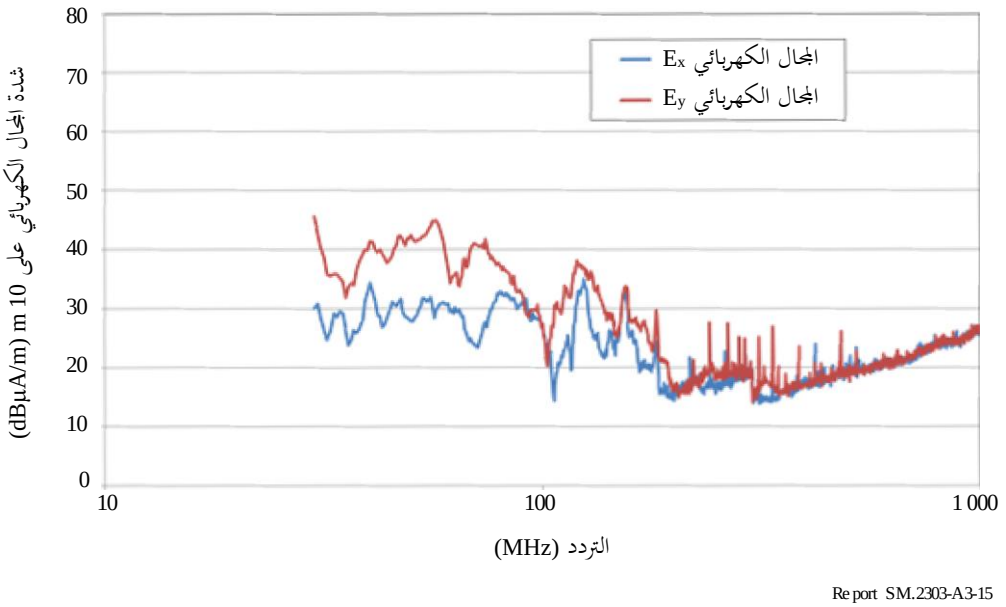
الشكل 14-A3

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



الشكل 15-A3

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

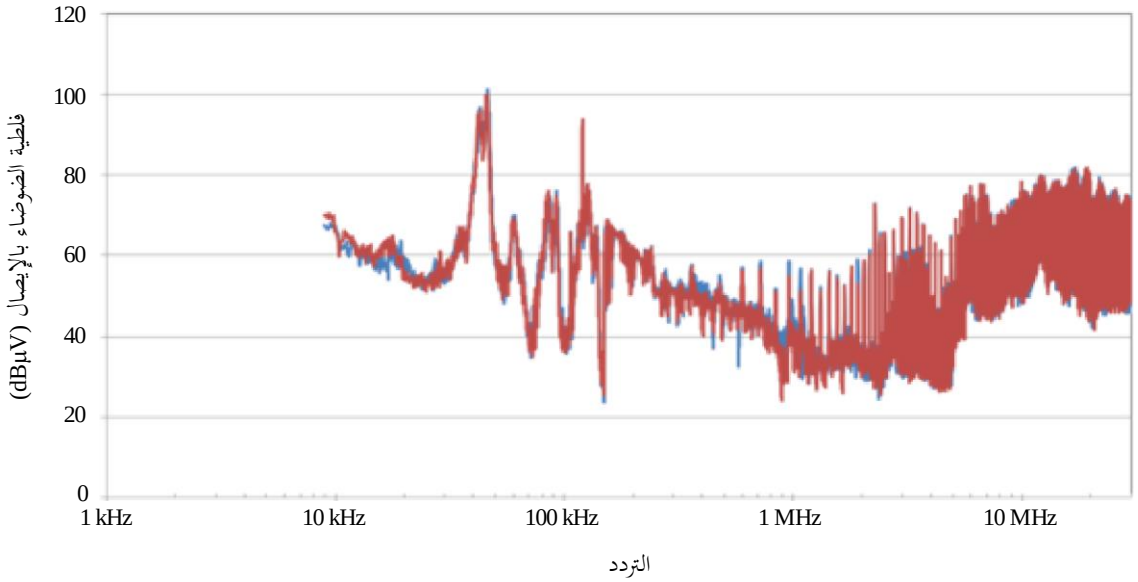


(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

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

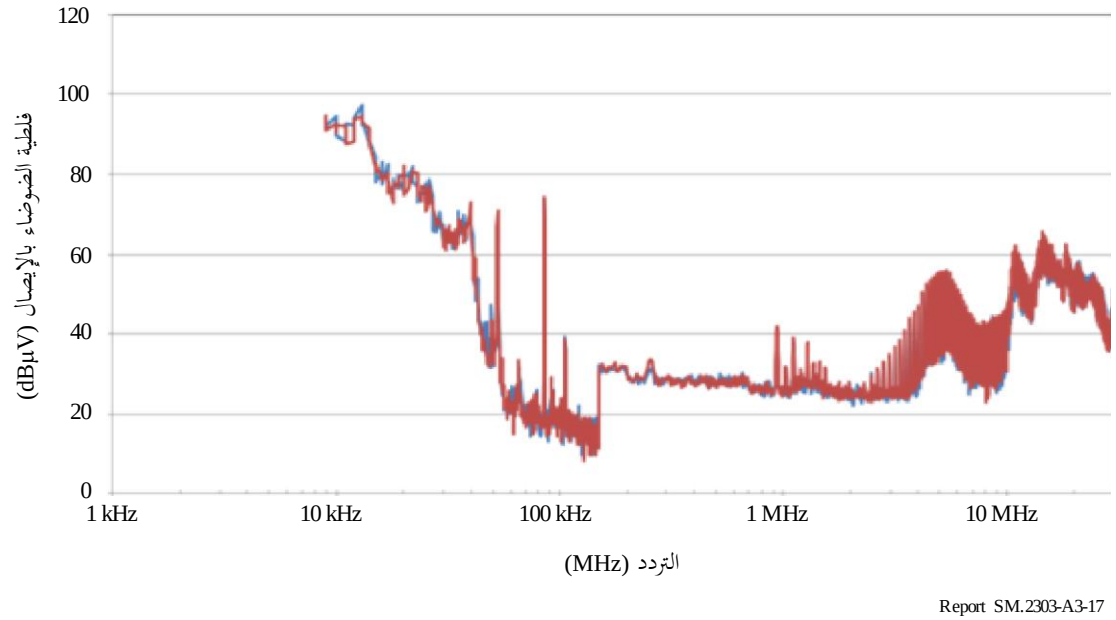
الشكل 16-A3

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 MHz 6,78. 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 W 16,8. وفي نتائج القياسات المبينة أدناه استخدم عامل التحويل المشار إليه في الفقرة 1.4 (2) والمتعلق بتحويل قدرة الإرسال إلى W 100 وتحويل مسافة القياس إلى m 30. ويلاحظ أن تجهيزات الاختبار لا تتضمن أجهزة لكبت التوافقيات ذات المرتبة الأعلى لتردد WPT.

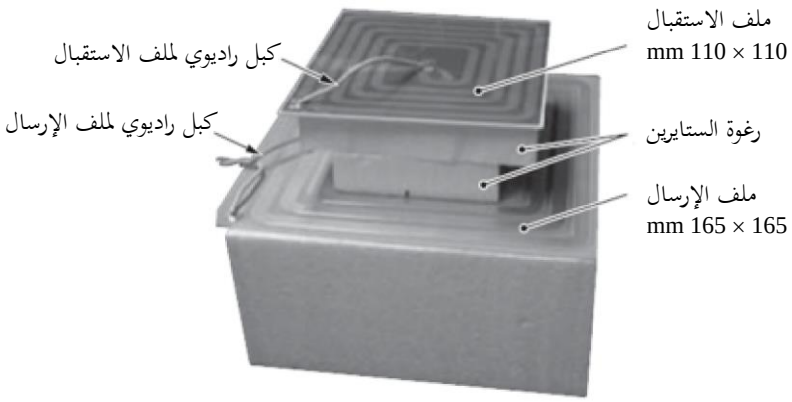
الجدول 2-A3

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	MHz 6,78
شروط الإرسال اللاسلكي للقدرة	قدرة الإرسال: W 16,8 مسافة إرسال القدرة: عدة سنتيمترات

الشكل 18-A3

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



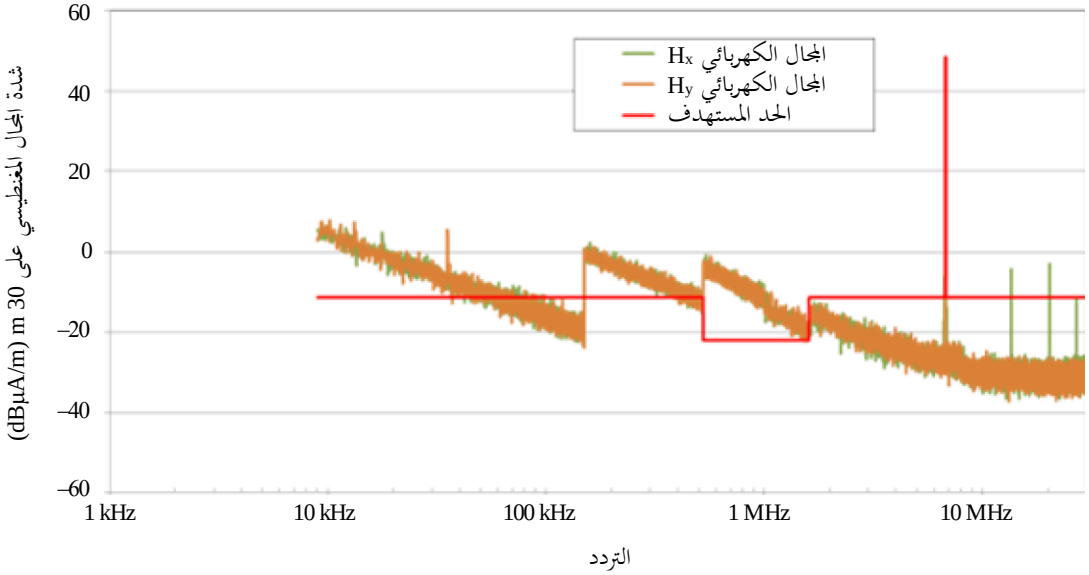
Report SM.2303-A3-18

(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 kHz 9 وMHz 30، وبين MHz 30 وGHz 1، وبين GHz 1 وGHz 6 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 GHz 1.

الشكل A3-19

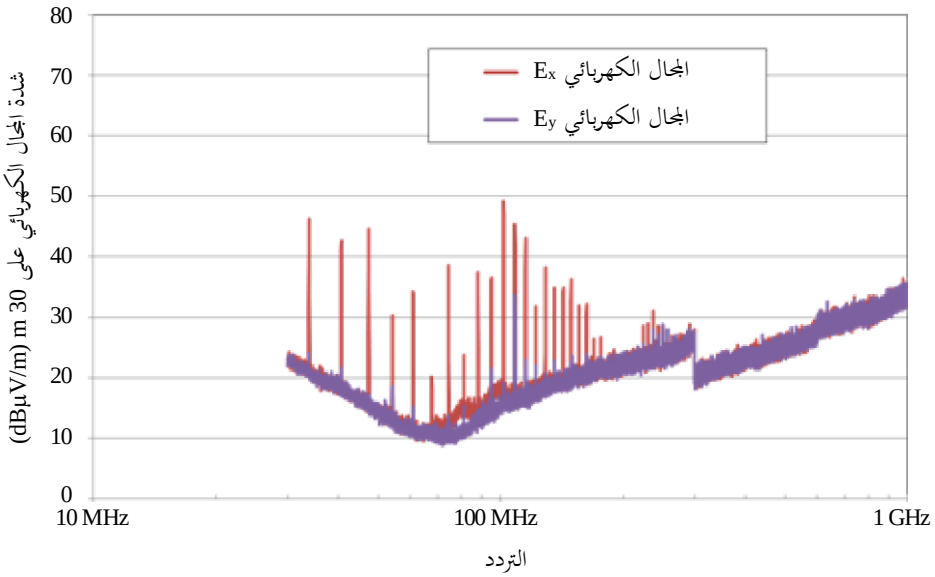
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-19

الشكل A3-20

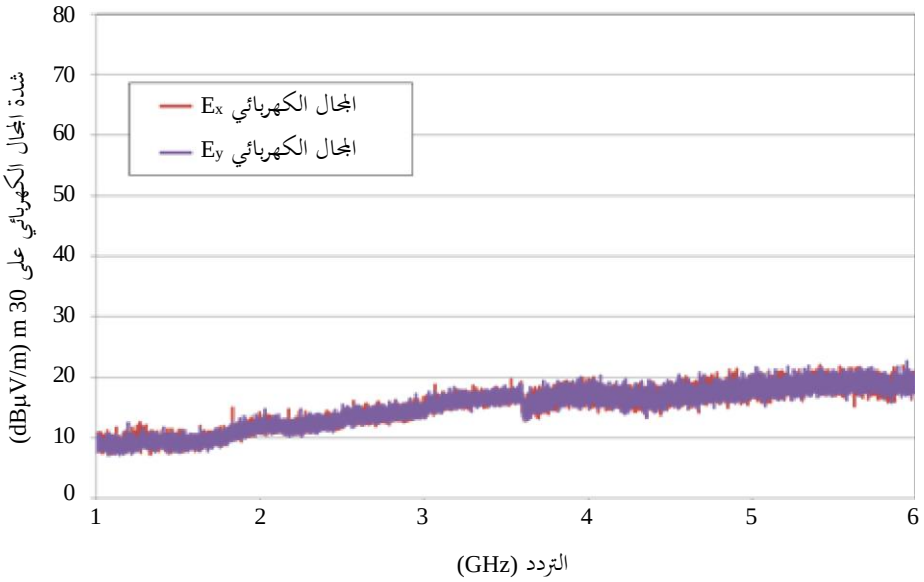
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-20

الشكل A3-21

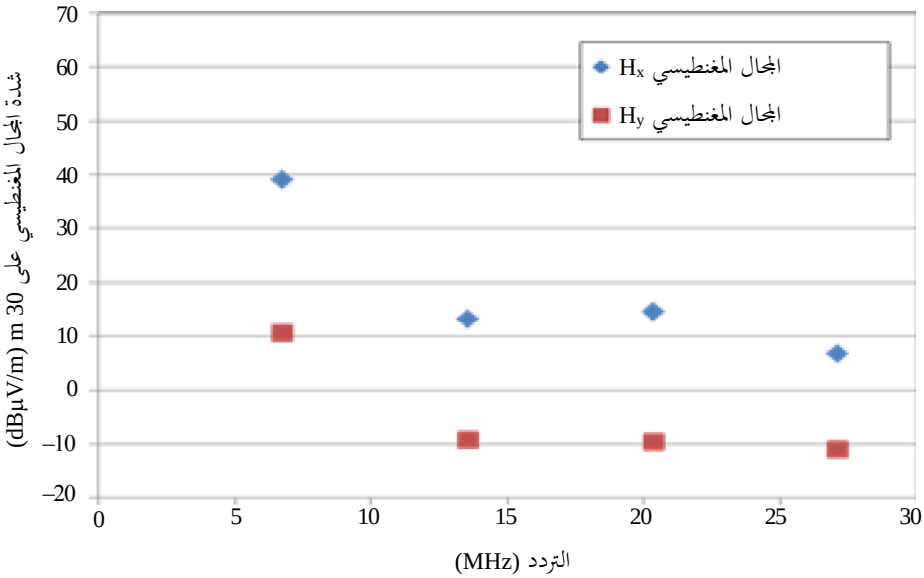
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار (1-6 GHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-21

الشكل A3-22

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



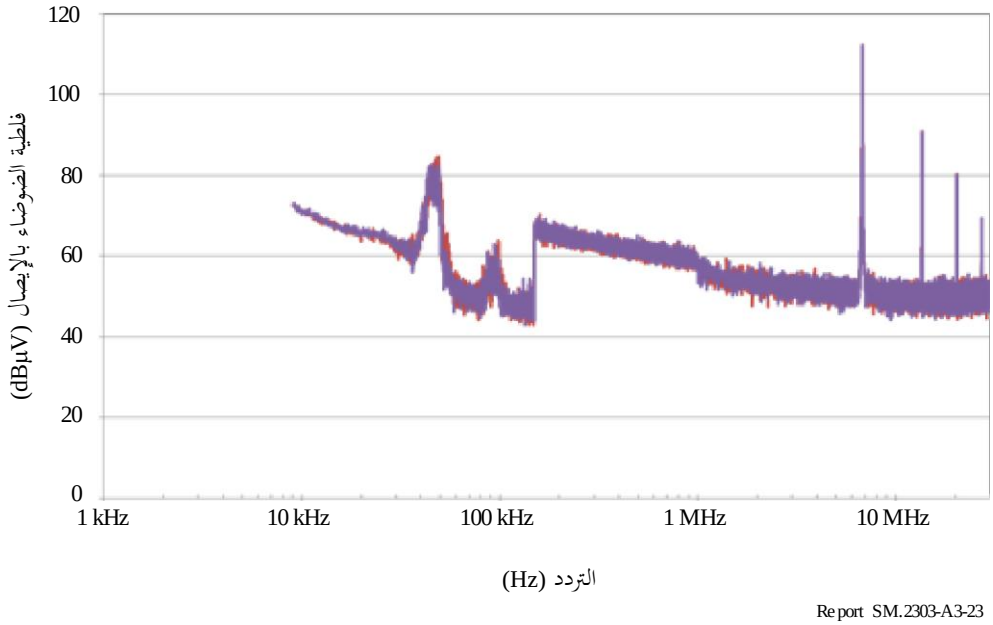
Report SM.2303-A3-22

(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).

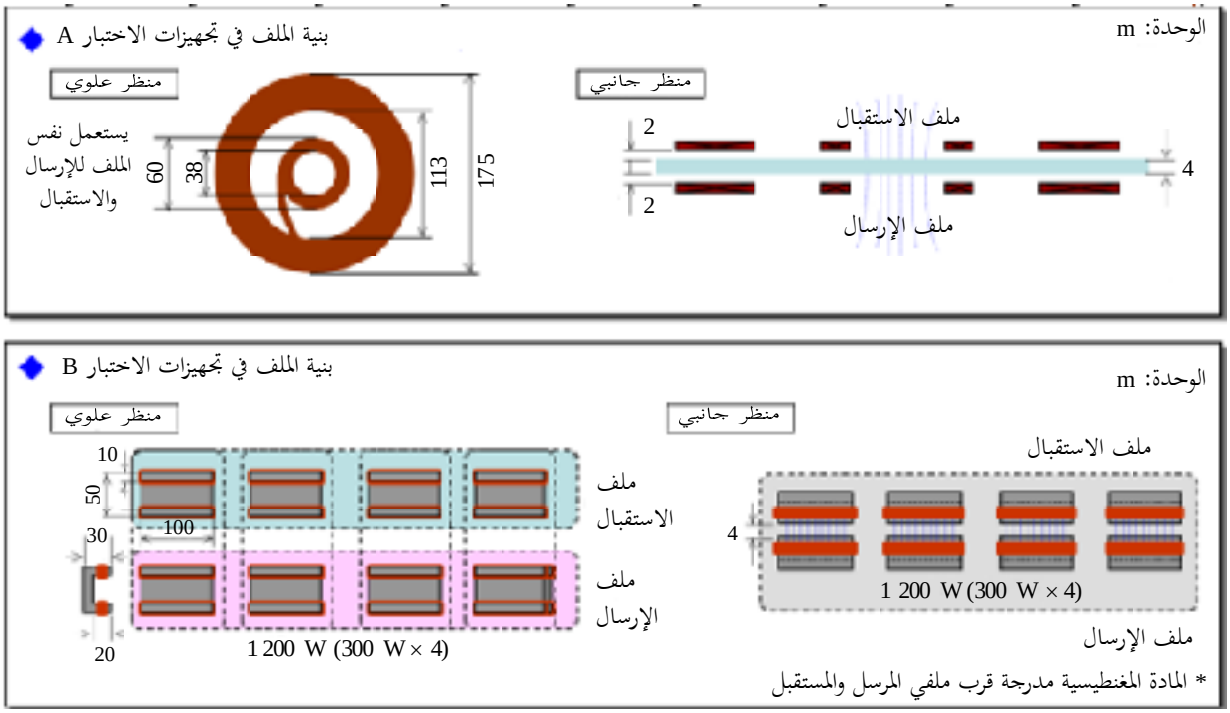
الجدول 3-A3

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



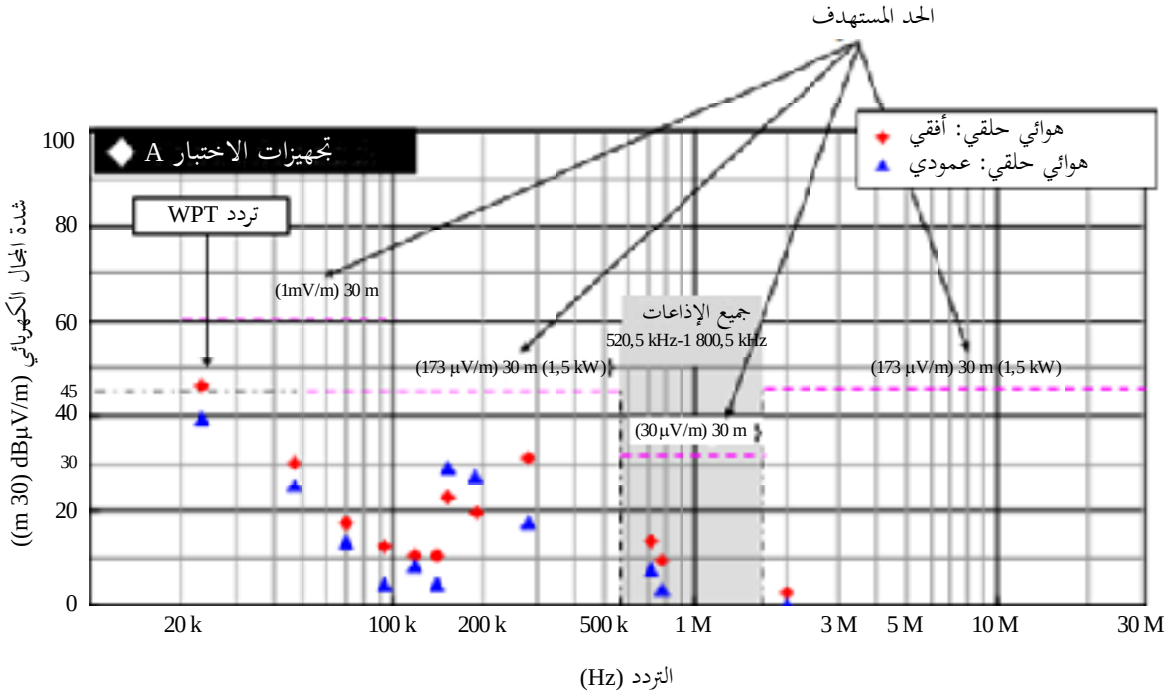
Report SM.2303-A3-24

(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

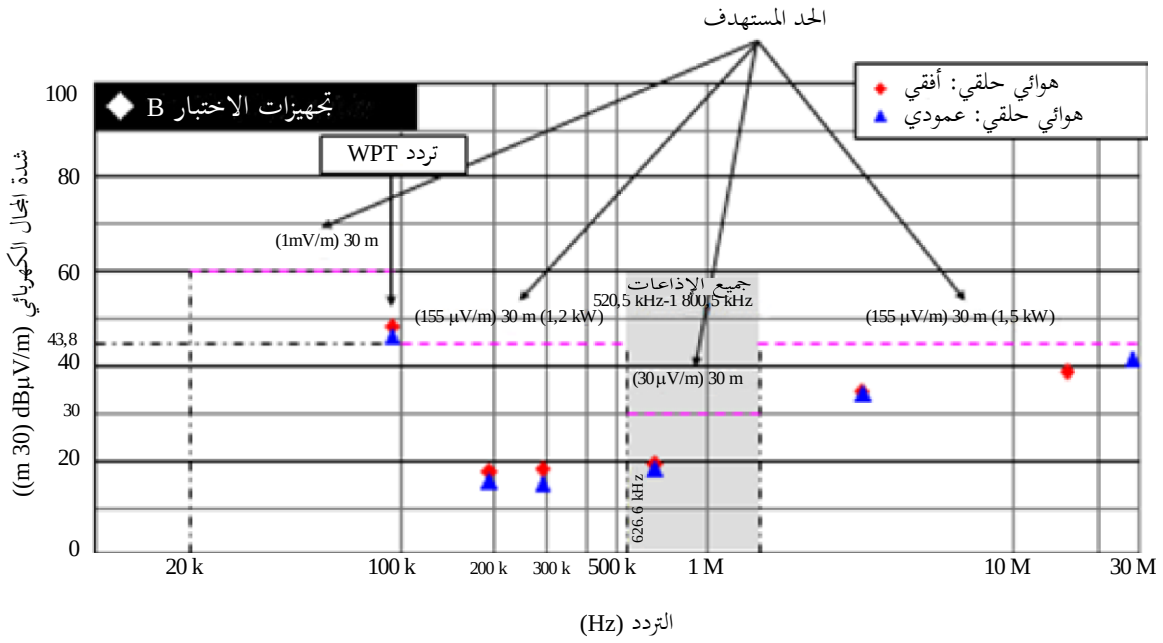
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار A (9 kHz-30 MHz، قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-25

الشكل A3-26

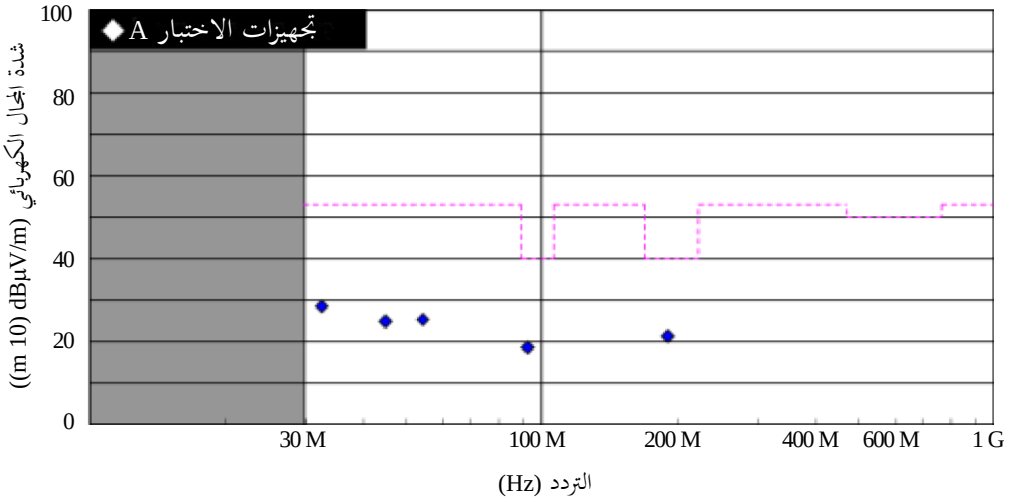
الضوضاء المشعة الناجمة عن تجهيزات الاختبار B (9 kHz-30 MHz، قيمة شبه ذروية)



Report SM.2303-A3-26

الشكل A3-27

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



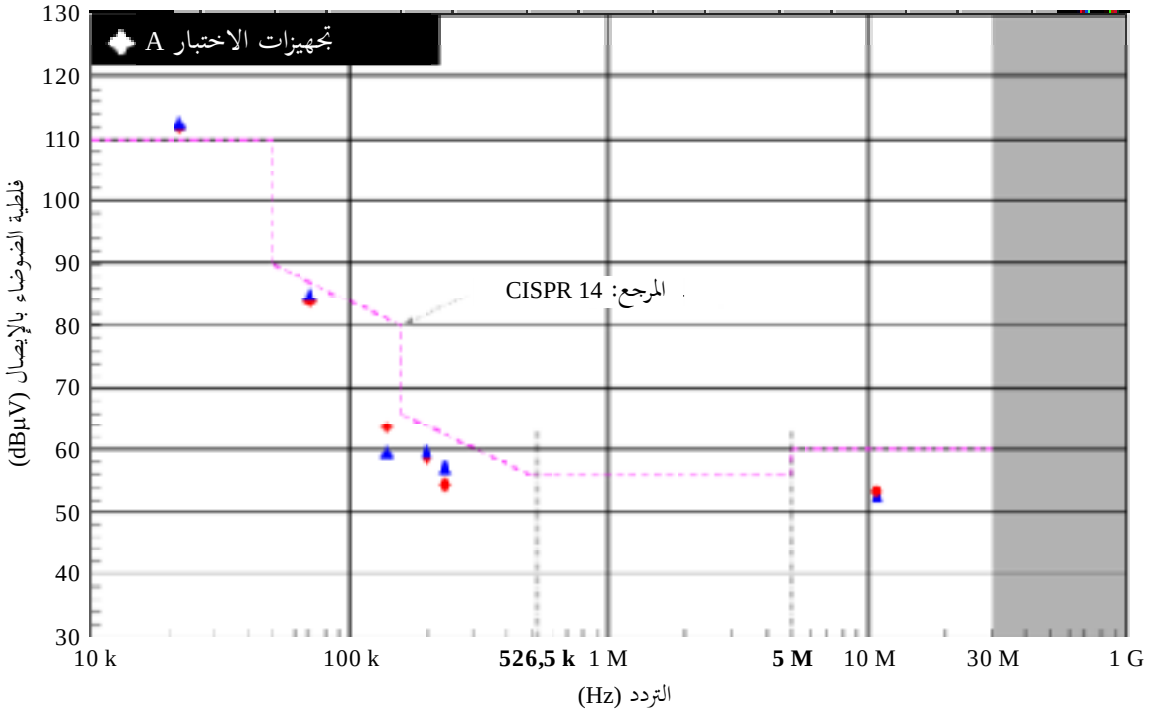
Report SM.2303-A3-27

(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.

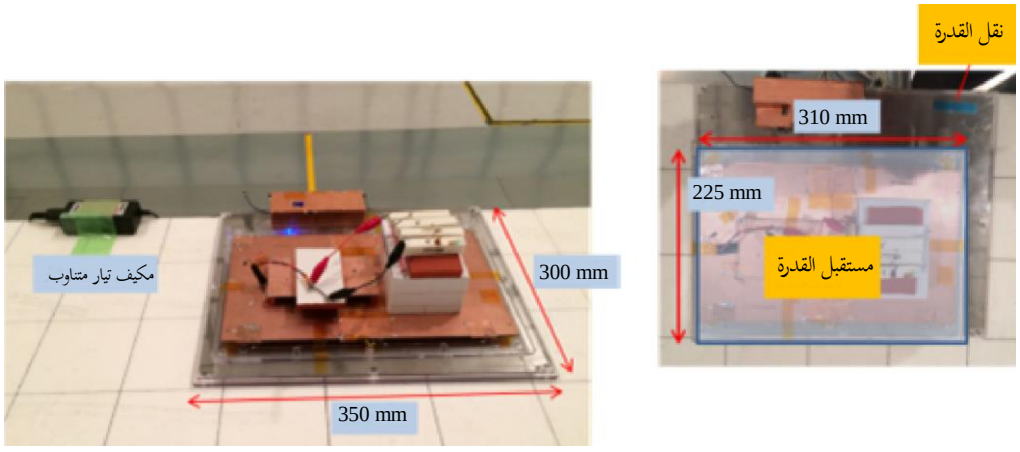
الجدول 4-A3

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

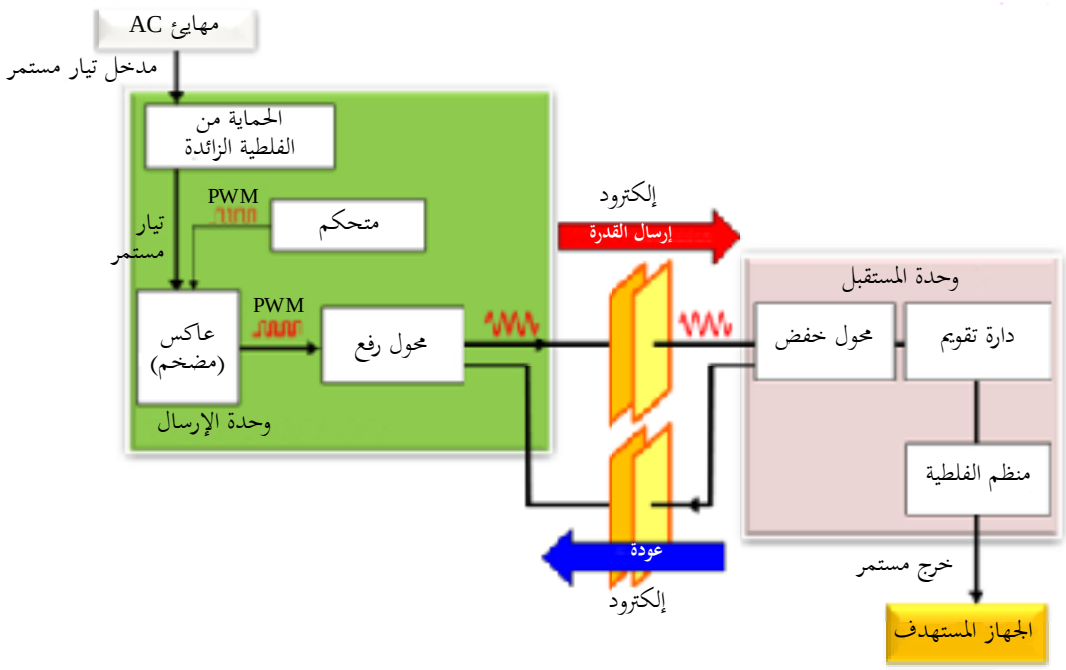
تجهيزات الاختبار الخاصة بالأجهزة المتنقلة والمحمولة التي تستخدم تكنولوجيا الاقتران السعوي



Report SM.2303-A3-29

الشكل A3-30

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



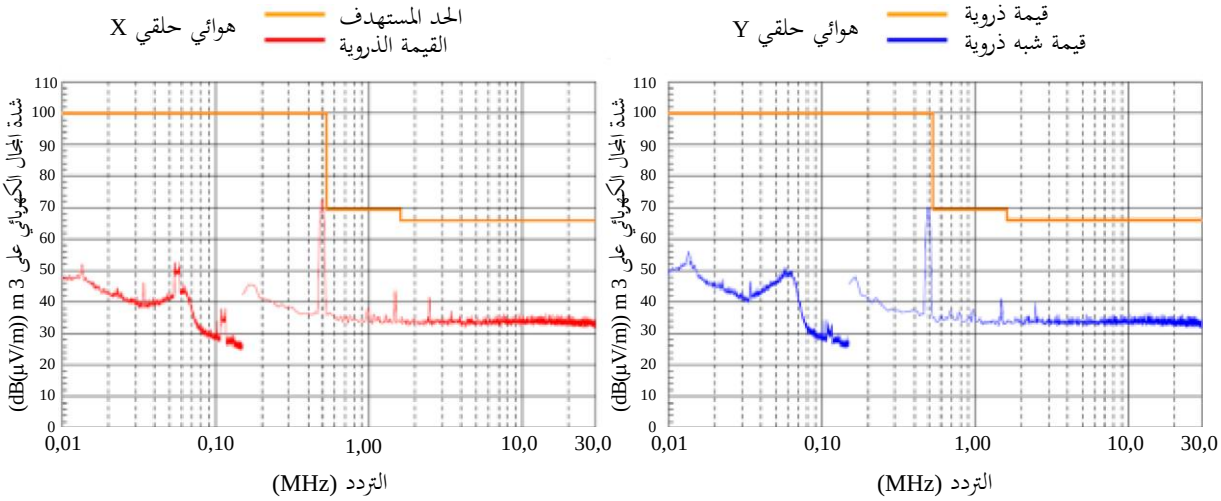
Report SM.2303-A3-30

(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

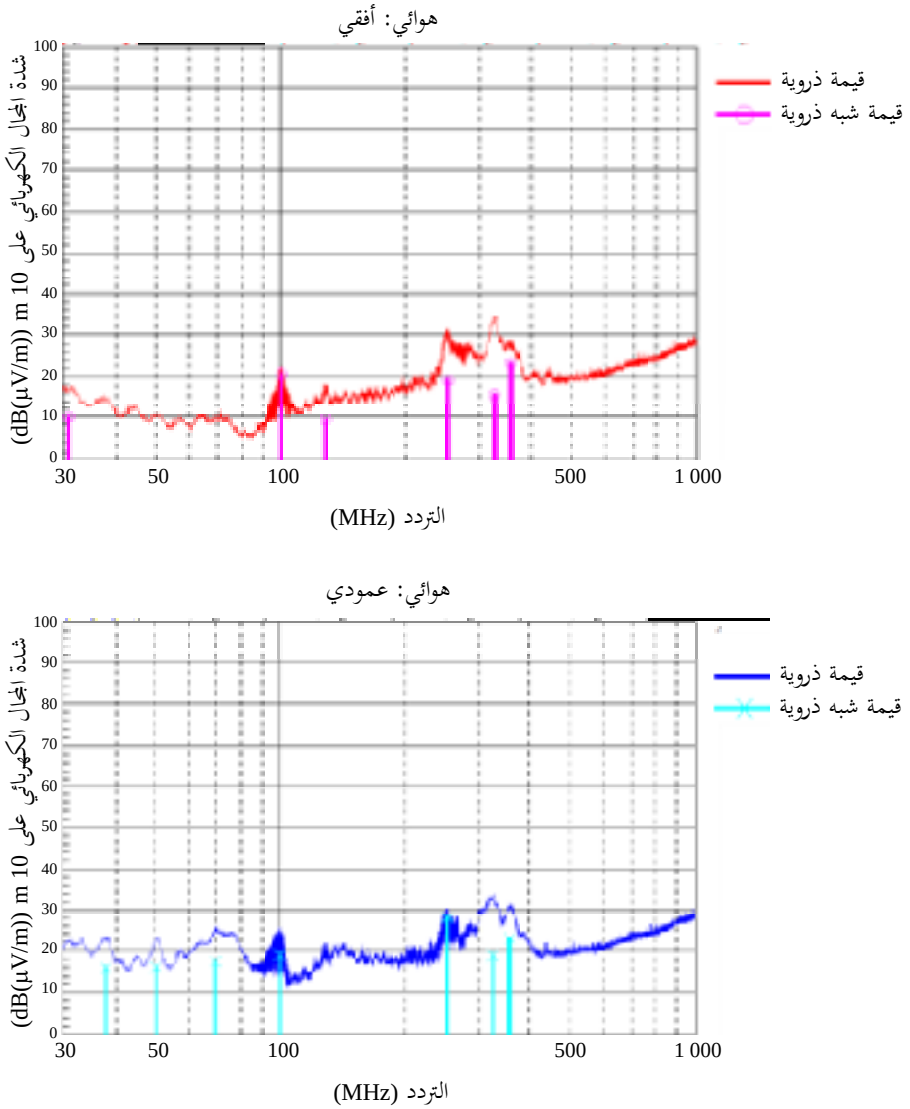
الضوضاء المشعة (9 kHz-30 MHz، قيمة ذروية)



Report SM.2303-A3-31

الشكل A3-32

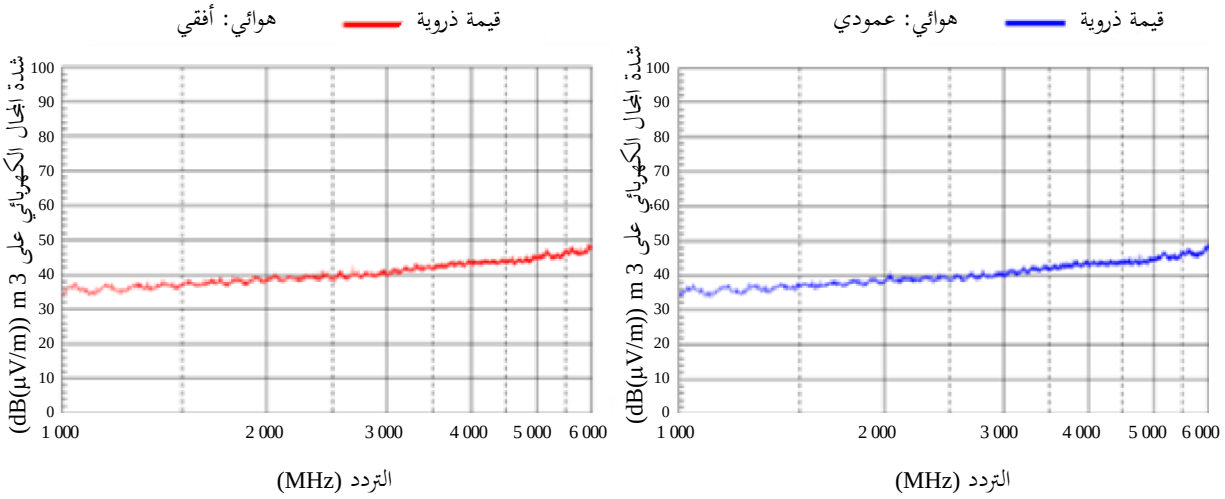
الضوضاء المشعة (30 MHz-1 GHz، قيمة ذروية وشبه ذروية)



Report SM.2303-A3-32

الشكل A3-33

الضوضاء المشعة (1-6 GHz، قيمة ذروية)



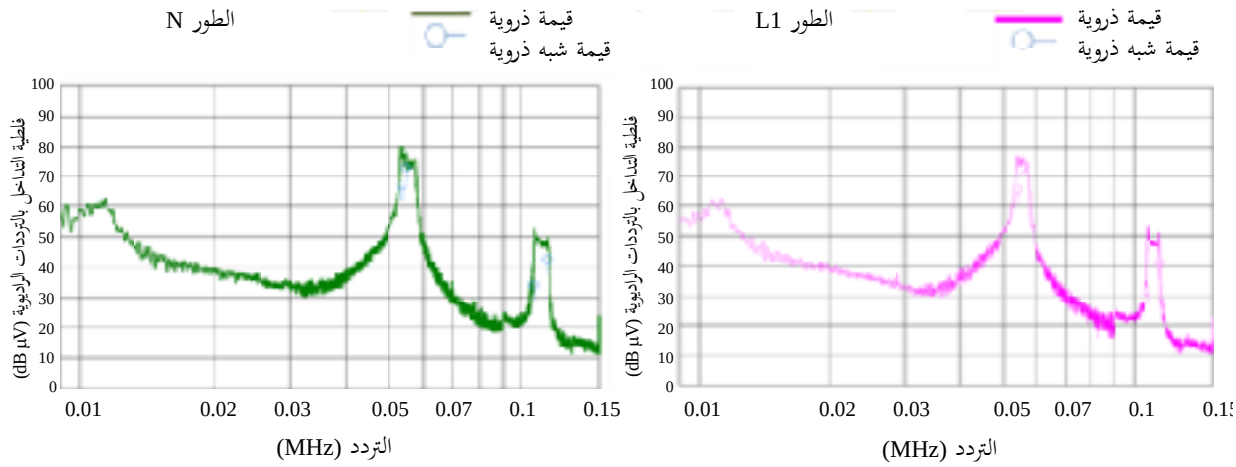
Report SM.2303-A3-33

(3) نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل

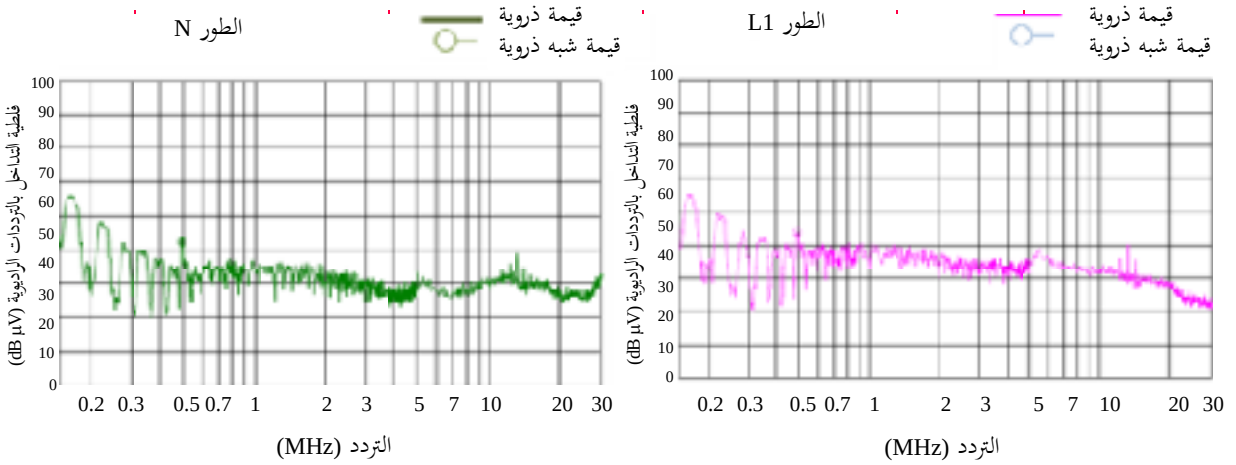
يظهر الشكل A3-34 نتائج قياس الضوضاء بالتوصيل في مدى الترددات الواقع بين 9 kHz و30 MHz.

الشكل A3-34

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



أ) 9 kHz - 150 kHz



ب) 150 kHz-30 MHz

Report SM.2303-A3-34