الاتحـاد الدولـي للاتصـالات
قطاع الاتصالات الراديوية

منشورات ITU
التوصيات

التوصية ITU-R SM.2110-2

(2025/09)

السلسلة SM: إدارة الطيف

إرشادات بشأن مديات التردد من أجل تشغيل إرسال الطاقة اللاحزمية لاسلكياً للمركبات الكهربائية

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 القرار ITU-R 1. وترد الاستمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني https://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 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني https://www.itu.int/publ/R-REC/ar)

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 التحديد الراديوي للموقع 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**
SNG	التجميع الساتلي للأخبار
TF	إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت
V	المفردات والمواضيع ذات الصلة

ملاحظة: *تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.*

النشر الإلكتروني
جنيف، 2026

© ITU 2026
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).

التوصية ITU-R SM.2110-2

إرشادات بشأن مديات التردد من أجل تشغيل إرسال الطاقة اللاحزمية لاسلكياً للمركبات الكهربائية

(المسألة ITU-R 210-4/1)

(2025-2019-2017)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية إرشادات بشأن استخدام مديات التردد من أجل تشغيل الأنظمة اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً (non-beam WPT) للمركبات الكهربائية (EV) وحماية خدمات الاتصالات الراديوية.

مصطلحات أساسية

إرسال الطاقة لاسلكياً، الأجهزة قصيرة المدى، التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية، أنظمة لاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً

المختصرات/مسرد المصطلحات

CISPR اللجنة الدولية الخاصة المعنية بالتداخل الراديوي *(International Special Committee on Radio Interference)*

ICES اللجنة الدولية المعنية بالسلامة الكهرمغنطيسية *(International Committee on Electromagnetic Safety)*

ICNIRP اللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين
(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

IEC اللجنة الكهرتقنية الدولية *(International Electrotechnical Commission)*

IEEE معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات *(Institute of Electrical and Electronics Engineers)*

ISO المنظمة الدولية للتوحيد القياسي *(International Organization for Standardization)*

ISM التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية *(Industrial, Scientific and Medical)*

RR لوائح الراديو *(Radio Regulations)*

SAE جمعية مهندسي السيارات *(Society of Automotive Engineers)*

SFTS خدمة الترددات المعيارية وإشارات التوقيت (الرقم **53.1** من لوائح الراديو)
(*Standard frequency and time signal service*)

WHO منظمة الصحة العالمية *(World Health Organization)*

WPT إرسال الطاقة لاسلكياً *(Wireless power transmission)*

WPT-EV إرسال الطاقة لاسلكياً للمركبات الكهربائية *(Wireless power transmission for electric vehicles)*

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R SM.1056 – تقييد الإشعاع الصادر عن التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية (ISM)

التوصية ITU-R SM.1896 – مديات التردد من أجل التنسيق العالمي أو الإقليمي للأجهزة قصيرة المدى

التوصية ITU-R SM.2129 – إرشادات بشأن مديات الترددات من أجل تشغيل إرسال القدرة لاسلكياً اللاحزمي في الأجهزة المتنقلة والمحمولة

التقرير ITU-R SM.2153 – المعلمات التقنية والتشغيلية واستعمال الطيف لأجهزة الاتصال الراديوي قصيرة المدى

التقرير ITU-R SM.2303 – إرسال القدرة لاسلكياً باستعمال تكنولوجيات غير حزم التردد الراديوي

التقرير ITU-R SM.2451 – تقييم تأثير إرسال القدرة لاسلكياً للمركبة الكهربائية العاملة دون 30 MHz في خدمات الاتصالات الراديوية

التقرير ITU-R TF.2487 – معايير حماية الأنظمة في خدمات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن إرسال الطاقة لاسلكياً (WPT) يعرّف بأنه إرسال الطاقة من مصدر للطاقة إلى حمل كهربائي لاسلكياً باستخدام مجال كهرمغنطيسي؛

ب) أن تكنولوجيات إرسال الطاقة لاسلكياً تستخدم آليات مختلفة مثل الإرسال عن طريق إرسالات الترددات الراديوية المشعة في المجال البعيد (حزمة إرسال الطاقة لاسلكياً)، وبالتقارن الحثي والرنيني والسعوي وفي المجال القريب (أنظمة WPT اللاحزمية)؛

ج) أن تكنولوجيات إرسال الطاقة لاسلكياً يجري النظر فيها من أجل تطبيقات مثل شحن المركبات الكهربائية؛

د) أنه يجري حالياً وضع لوائح ومعايير للإرسال اللاسلكي للطاقة على الأصعدة الوطنية والإقليمية والدولية؛

هـ) أن تحالفات صناعية وتجمعات وهيئات أكاديمية قد استقصت نطاقات ترددية أساسية عديدة لتكنولوجيا إرسال الطاقة لاسلكياً، بما في ذلك النطاقان 19-21 kHz و79-90 kHz لتكنولوجيا الرنين المغنطيسي للمركبات الكهربائية؛

و) أنه قد أُجريت دراسات بشأن تأثير تكنولوجيا WPT اللاحزمية على خدمات الاتصالات الراديوية وترد في التقرير ITU-R SM.2451؛

ز) أنه لأغراض دراسات إرسال الطاقة لاسلكياً ستعامل خدمة الفلك الراديوي على أنها خدمة اتصالات راديوية؛

ح) أنه نظراً لتزايد انتشار أجهزة WPT عالمياً، فإن استعمال تكنولوجيا WPT قد يكون له تأثير على خدمات الاتصالات الراديوية بما في ذلك خدمة الترددات المعيارية وإشارات التوقيت وخدمة علم الفلك الراديوي، ومن ثم يجب ألّا تتسبب تكنولوجيا WPT في تداخلات ضارة على خدمات الاتصالات الراديوية؛

ط) أن بعض الحلول تستخدم نطاقات محددة بالفعل للتطبيقات الصناعية والعلمية والطبية (ISM) لتخفيف أثر أجهزة WPT على تشغيل خدمات الاتصالات الراديوية،

وإذ تدرك

أ) أن تكنولوجيا إرسال الطاقة لاسلكياً ليست خدمة اتصالات راديوية وليس لها أي وضع في لوائح الراديو (RR)، ولكن يمكن اعتبار أنها تخضع للرقمين **12.15** أو **13.15** من لوائح الراديو؛

ب) أن معايير حماية مختلف خدمات الاتصالات الراديوية من التداخل الضار محددة في التوصيات الحالية لقطاع الاتصالات الراديوية؛

ج) أن المستهلكين والمصنّعين على السواء يمكن أن يستفيدوا من مديات التردد المنسقة والشروط التقنية لتكنولوجيا WPT؛

د) أن بعض الإدارات تصنّف نقل طاقة أنظمة WPT اللاحزمية كأحد التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية، حتى في التشغيل خارج النطاقات المحددة لاستعمال التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية؛

هـ) أن بعض الإدارات تصنف الأنظمة WPT اللاحزمية كتطبيق راديوي مثل الأجهزة قصيرة المدى؛

و) أن بعض النطاقات غير نطاقات التطبيقات الصناعية والعلمية والطبية تؤخذ في الاعتبار في الاستخدام المنسق عالمياً أو إقليمياً لتطبيقات معينة لإرسال الطاقة لاسلكياً؛

ز) أن نقل الطاقة في الأنظمة اللاحزمية لإرسال الطاقة لاسلكياً يمكن معالجته بشكل مستقل عن اتصالات البيانات، لا سيّما عندما يتلقى الجهاز المستقبِل اتصالات البيانات على تردد مختلف عن تردد نقل الطاقة؛

ح) أنه في حالة عدم وجود حمل، يتوقف نظام WPT-EV عن العمل ولا يصدر عنه إشعاع؛

ط) أنه بالنسبة لأنظمة WPT-EV اللاحزمية، تكون قدرة التردد الراديوي المشعة خارج نظام WPT-EV أقل بكثير من قدرة الترددات الراديوية المرسلة إلى المركبة، وأن معظم القدرة ترسل إلى المستقبِل عن طريق آليات كالتقارن السعوي والرنيني والحثي؛

ي) أن التوصية ITU-R SM.1056 بشأن تقييد الإشعاع الصادر عن التجهيزات الصناعية والعلمية والطبية توصي الإدارات بالنظر في استخدام آخر نسخة للمعيار CISPR 11. ولا توفر هذه الحدود بالضرورة الحماية اللازمة لخدمات الاتصالات الراديوية،

وإذ تلاحظ

أ) أن اللجنة التقنية TC 69 التابعة للجنة الكهرتقنية الدولية (IEC TC 69) قد نشرت المعيار الدولي (IS) للجنة الكهرتقنية الدولية 61980-1 بشأن "المتطلبات العامة لأنظمة النقل اللاسلكي للطاقة للمركبات الكهربائية"، والمعيار IEC IS 61980-2 بشأن "المتطلبات المحددة الخاصة بالاتصالات بين المركبة الكهربائية على الطرق (EV) والبنية التحتية" والمعيار IEC IS 61980-3 بشأن "المتطلبات المحددة لأنظمة نقل الطاقة بالمجال المغناطيسي في أنظمة إرسال الطاقة لاسلكياً للمركبات الكهربائية (WPT-EV)"؛

ب) أن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO/TC22/SC37) نشرت المعيار الدولي 5474-4 بشأن "مركبات الطرق المسيرة بالكهرباء – المتطلبات الوظيفية ومتطلبات السلامة لنقل الطاقة بين المركبة والدارة الكهربائية الخارجية – الجزء 4: نقل الطاقة لاسلكياً بالمجال المغنطيسي"؛

ج) أن جمعية مهندسي السيارات (SAE) الدولية نشرت المعيار J2954 بشأن "نقل الطاقة لاسلكياً للمركبات الخفيفة الموصولة بمقبس كهربائي/الكهربائية ومنهجية التراصف"؛

د) أن إشكالات التعرض للإشعاعات غير المؤينة تعالجها منظمات دولية مثل منظمة الصحة العالمية (WHO) واللجنة الدولية المعنية بالحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE)؛

هـ) أن "المبادئ التوجيهية للجنة ICNIRP" (2010) تتناول الحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغنطيسية المتغيرة مع الوقت من 1 Hz إلى 100 kHz وأن المعيار IEEE C95.1 يضع حداً للتعرض في مدى التردد من 0 Hz إلى 300 GHz،

توصي

بأن تعتبر مديات التردد (أو أجزاء منها) المدرجة في الجدول 1 أدناه، وكذلك الملاحظة الواردة في الجدول 1، بمثابة إرشادات لتشغيل الأنظمة اللاحزمية لإرسال القدرة لاسلكياً للمركبات الكهربائية (WPT) وحماية خدمات الاتصالات الراديوية مع مراعاة الفقرتين و) وح) من "*إذ تضع في اعتبارها*".

الجدول 1

مدى الترددات لتشغيل الأنظمة اللاحزمية
لإرسال الطاقة لاسلكياً للمركبات الكهربائية

مدى الترددات[1]	تكنولوجيات الإرسال اللاحزمي المناسبة للطاقة لاسلكياً للمركبات الكهربائية
kHz 21-19	حث مغنطيسي أو رنين مغنطيسي
kHz 90-79	رنين مغنطيسي

[1] ولحماية تشغيل الخدمة SFTS عند kHz 60، ينبغي تجنب جميع أشكال بث الطاقة من أنظمة WPT-EV في المدى kHz 60 ± kHz 4 (kHz 64-56).

– في الحالات التي يحدث فيها أي شكل من أشكال بث طاقة WPT-EV بالقرب من مستقبلات SFTS بتردد kHz 60، وبافتراض مسافة فصل دنيا تبلغ m 50، فإن أي شكل من أشكال بث طاقة WPT-EV يقع ضمن مديي التردد kHz 65-64 وkHz 56-55 ينبغي ألا يتجاوز إجمالي dBµA/m 35 على مسافة m 10. وحيثما يُضمن أن تكون مسافة الفصل أكبر من m 100 بين مستقبلات WPT-EV وSFTS، فإن أي شكل من أشكال بث طاقة WPT-EV يقع ضمن المديين kHz 65-63 وkHz 57-55، ينبغي ألا يتجاوز إجمالي dBµA/m 44 على مسافة m 10.