الاتحاد الدولي للاتصالات
قطاع الاتصالات الراديوية

منشورات ITU
التوصيات

التوصية ITU-R P.2109-2

(2023/08)

السلسلة P: انتشار الموجات الراديوية

التنبؤ بالخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني

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 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 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني https://www.itu.int/publ/R-REC/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 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، 2024

© ITU 2024
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 P.2109-2

التنبؤ بالخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني

(2023-2019-2017)

مجال التطبيق

توفر هذه التوصية طريقة لتقدير الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني عند الترددات الواقعة بين 80 MHz و100 GHz بالنسبة إلى الاحتمالات التي يكون فيها $0{,}0 < P < 1{,}0$. وهذه الطريقة غير محددة بالموقع والغرض الأساسي منها هو أن تُستعمل في دراسات التشارك والتوافق.

مصطلحات أساسية

مبنى، داخل المبنى، انتشار، تداخل، دخول

المختصرات

BEL الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني (*Building entry loss*)

CW موجة مستمرة (*Continuous wave*)

LoS خط البصر (*Line of sight*)

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R P.2040

التقرير ITU-R P.2346

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن الضرورة قد تقتضي، عند تخطيط نظام وتقييم التداخل، احتساب التوهين الذي تتعرض له الموجات الراديوية عند مرورها إلى داخل المباني أو إلى خارجها؛

ب) أن الحاجة تدعو لإعطاء توجيهات للمهندسين لتقدير التغطية أو التنبؤ بالتداخل من الأنظمة العاملة في الخلاء على تلك العاملة داخل المباني ومن تلك العاملة داخل المباني على تلك العاملة في الخلاء،

وإذ تدرك

أ) أن التوصية ITU-R P.2040 تقدم توجيهات بشأن آثار مواد البناء وهياكل المباني على انتشار الموجات الراديوية؛

ب) أن التقرير ITU-R P.2346 يحتوي على تجميع لنتائج قياسات الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني،

توصي

1 بأن يُستعمل النموذج الوارد في الملحق 1 لتقدير الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني؛

2 بأن يعطي الملحق 2 تعاريف لمختلف أنواع خسارة الانتشار المرتبطة بالمباني، وأن يقدم توجيهات بشأن قياس الخسائر الناجمة عن الدخول إلى المباني.

ملاحظة – استندت دراسات التقاسم التي أجراها قطاع الاتصالات الراديوية بشأن مختلف بنود جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية لعام 2019 (WRC-19) إلى نص هذه التوصية التي كانت سارية في وقت هذه الأنشطة أو في الوقت الذي أُجري فيه النشاط.

الملحق 1

1 مقدمة

يقدم هذا الملحق نموذجاً للخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني (BEL)، على النحو المحدد في التوصية ITU-R P.2040. ويتخذ خرج هذا النموذج شكل دالة توزيع تراكمي لاحتمال عدم تجاوز خسارة معينة.

ولا يسعى النموذج لفصل الخسارة التي تتكبدها إشارة تخترق الجدار الخارجي عن التوهين الذي يتعرض له المسير عبر المبنى. وقد اعتُمد هذا النهج بفعل الاعتقاد المستبعِد لتوفر معلومات تفصيلية كافية عن المبنى في سياق دراسات قطاع الاتصالات الراديوية.

وتبدي الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المباني تبايناً كبيراً، سواء داخل أي مبنى معين أو بين المباني المختلفة. وعلى الرغم من أن تقنيات مثل تتبع الأشعة يمكن أن تقدم تنبؤات مفيدة تراعي خصوصية الموقع عند اقترانها ببيانات معمارية تفصيلية، فإن هذه النماذج تكون عادةً غير ملائمة للتطبيقات العامة مثل دراسات التشارك في الطيف.

ومن شأن نموذج إحصائي يحاول وصف خصائص خسارة الدخول إلى مجموعة شاملة من المباني أن يعطي توزيعاً إحصائياً أوسع من أن يكون مفيداً. ومن ناحية أخرى، فإن النموذج الذي يحاول وصف العديد من أنواع المباني المختلفة سيتطلب بيانات أكثر مما هو موجود حالياً، وسيكون غير مناسب لدراسات التشارك العامة.

ملاحظة – ينبغي النظر بعناية في أنواع المباني المشار إليها في هذه التوصية.

ويستند هذا النموذج إلى بيانات القياس المجمعة في التقرير ITU-R P.2346 ضمن المدى من 80 MHz إلى 73 GHz. ويمكن استخدام النموذج ضمن طريقة مونت كارلو، ولكن جدير بالذكر إلى أنه قد تم التحقق من صحة النموذج فقط مقابل البيانات التجريبية على مدى الاحتمال من 0,01 إلى 0,99.

2 المعلمات

يأخذ النموذج معلمات الدخل التالية:

- التردد (~0,08-100 GHz)؛
- احتمال عدم زيادة الخسارة؛
- فئة المبنى ("تقليدي" أو "كفء حرارياً")؛
- زاوية ارتفاع المسير عند واجهة المبنى (درجات فوق السمت الأفقي).

ولا يُحتسب سمت المسير إلى المطراف الخارجي بالنسبة إلى سطح المبنى صراحة. وعلى الرغم من أن النظرية والقياس يبينان أن الإشارات التي ترد عمودياً إلى سطح المبنى ستتعرض إلى خسارة أقل من تلك التي ترد بزوايا مائلة، فإن الناتج الإحصائي للنموذج يمثل عمومية توجهات المباني بالنسبة إلى المطراف الخارجي.

ويفترض النموذج الأساسي أن الهوائي الداخلي متعدد الاتجاهات؛ وبالتالي فإن الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى ستحتسب كل الطاقة الواردة إلى موقع المطراف. وفي بعض الحالات، قد يستخدم المطراف الداخلي هوائي اتجاهي يعمل كمرشاح مكاني، ما يزيد من الخسارة الظاهرة الناجمة عن الدخول إلى المبنى وذلك بسبب رفض الطاقة القادمة من بعض الاتجاهات. وأظهرت القياسات التي أجريت في مبنيين كبيرين في جمهورية كوريا في 32 GHz أن الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى والمقاسة بهوائيات فتحة حزمها 10 درجات أكبر بمقدار 5,3 dB من حالة الهوائيات متعددة الاتجاهات. ويمكن الاطلاع على مزيد من التفاصيل في التقرير ITU-R P.2346.

وباتباع التعريف الوارد في التوصية ITU-R P.2040، تعرَّف الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى هنا بمعزل عن أي جلبة مجاورة. وإذا كان المبنى محاطاً بجلبة محلية، فقد يلزم تحديد خسائر إضافية لعلو المطراف وموضعه فوق الأرض باستخدام التوصية ITU-R P.2108.

ويفترض النموذج افتراضاً ضمنياً بتساوي احتمالات مواقع المطاريف في أي نقطة داخل المبنى.

1.2 تصنيف نوع المبنى

تبين النتائج التجريبية، كتلك التي جُمعت في التقرير ITU-R P.2346، أن المباني عند وصفها بدلالة خسارة الدخول، تنقسم إلى مجموعتين متمايزتين: فحيثما تُستخدم أساليب البناء الحديثة ذات الكفاءة الحرارية (الزجاج المعدني، الألواح المكسوة بالرقائق المعدنية) تكون الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى أعلى بشكل عام منها في المباني "التقليدية" الخالية من هذه المواد. وبالتالي يعطي النموذج تنبؤات لهاتين الحالتين.

ولا يشير هذا التصنيف، لما هو "كفء حرارياً" و"تقليدي"، إلا إلى الكفاءة الحرارية لمواد البناء. وينبغي عدم افتراض أي شيء بشأن سنة البناء أو نوعه (طابق واحد أو متعدد الطوابق) أو تراثه أو أسلوب البناء.

وبالنسبة للخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى، من المهم النظر في الكفاءة الحرارية للمبنى بأكمله (أو الكفاءة الحرارية الكلية). فالبنية الرئيسية ذات الكفاءة الحرارية العالية والنوافذ غير المعزولة (كتلك المزوَّدة بألواح الزجاج المفردة الرقيقة) يمكن أن تجعل المبنى غير كفء حرارياً وبالعكس.

وتقدم النفاذية الحرارية، التي يشار إليها عادة بالقيمة U، وصفاً قابلاً للقياس للكفاءة الحرارية. وتمثل قيم U المنخفضة كفاءة حرارية عالية. وعادة ما يكون وجود نوافذ الزجاج المعدني وجدران التجويف المعزولة والخرسانة المسلحة السميكة والكسوة بالرقائق المعدنية مؤشراً جيداً على مبنى يتسم بالكفاءة الحرارية[1].

3 النموذج

ستختلف الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى تبعاً لنوع المبنى والموقع داخل المبنى والحركة في المبنى. ويعزى توزيع الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى إلى توليفة من توزيعين لوغاريتميين طبيعيين. ويعطى احتمال عدم تجاوز الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى، P، بما يلي:

$$L_{BEL}^{omni}(P) = 10\log(10^{0.1A(P)} + 10^{0.1B(P)} + 10^{0.1C}) \text{ dB} \quad (1)$$

حيث:

$$A(P) = F^{-1}(P)\sigma_1 + \mu_1 \quad (2)$$

$$B(P) = F^{-1}(P)\sigma_2 + \mu_2 \quad (3)$$

$$C = -3.0 \quad (4)$$

$$\mu_1 = L_h + L_e \quad (5)$$

$$\mu_2 = w + x\log(f) \quad (6)$$

$$\sigma_1 = u + v\log(f) \quad (7)$$

$$\sigma_2 = y + z\log(f) \quad (8)$$

حيث:

L_h: هي الخسارة المتوسطة للمسيرات الأفقية، التي تعطى بما يلي:

$$L_h = r + s\log(f) + t\,(\log(f))^2 \quad (9)$$

[1] على سبيل المثال، قيمتا U بواقع < 0,3 و< 0,9 تمثلان الكفاءة الحرارية للبنية الرئيسية والزجاج المعدني، على التوالي.

L_e: هو التصحيح لزاوية ارتفاع المسير عند واجهة المبنى:

$$L_e = 0.212\ |\theta| \quad (10)$$

و:

f: التردد (GHz)

θ: زاوية ارتفاع المسير عند واجهة المبنى (بالدرجات)

P: احتمال عدم تجاوز الخسارة $(1{,}0 \geq P \geq 0{,}0)$

$F^{-1}(P)$: التوزيع الطبيعي التراكمي العكسي كدالة للاحتمال.

والمعاملات كما ترد في الجدول 1:

الجدول 1

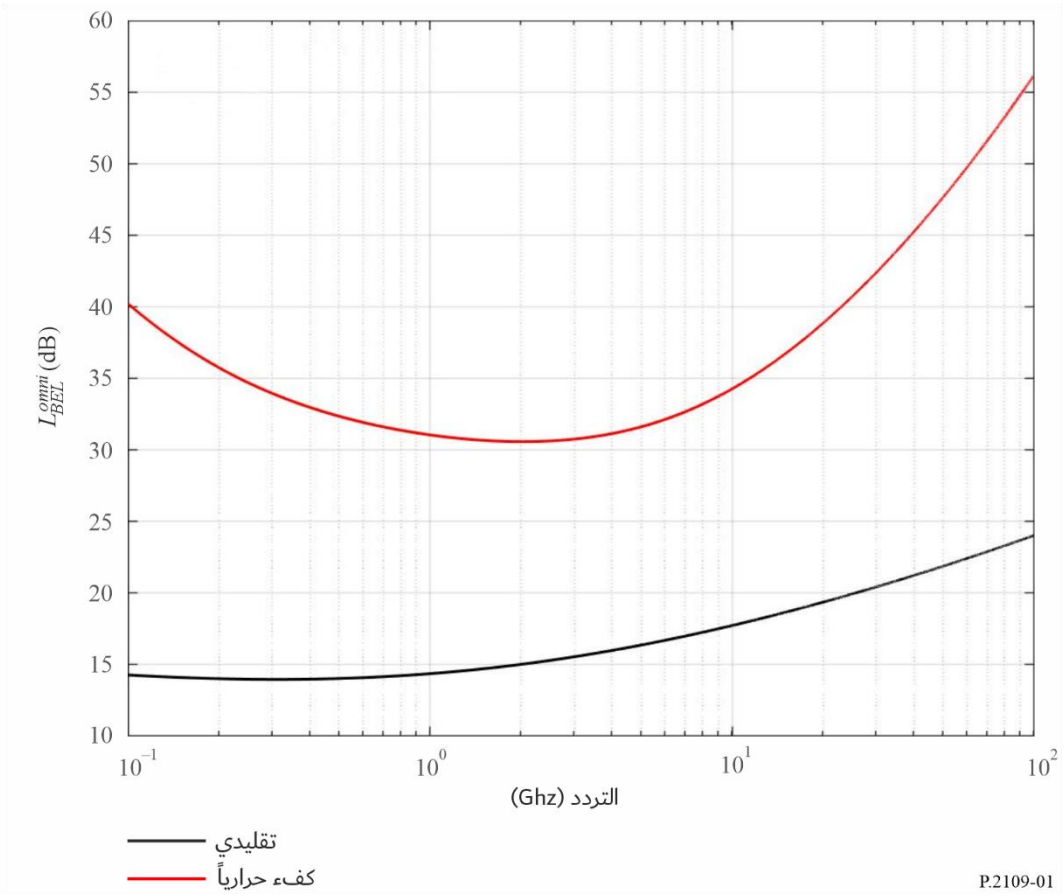
معاملات النموذج

نوع المبنى	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*	*w*	*x*	*y*	*z*
ذو صلة بـ:	μ_1			σ_1		μ_2		σ_2	
تقليدي	12,64	3,72	0,96	9,6	2,0	9,1	3,0−	4,5	2,0−
كفء حرارياً	28,19	3,00−	8,48	13,5	3,8	27,8	2,9−	9,4	2,1−

وللتوضيح، يرسم الشكل 1 متوسط خسارة دخول مبنى الذي ينتجه النموذج لفئتي المبنى. وفي أي دراسات تشارُك، تنبغي دائماً مراعاة التوزيع بكامله. ويرسم الشكل 2 دالة التوزيع التراكمي للخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى والمتوقعة عند ورود أفقي.

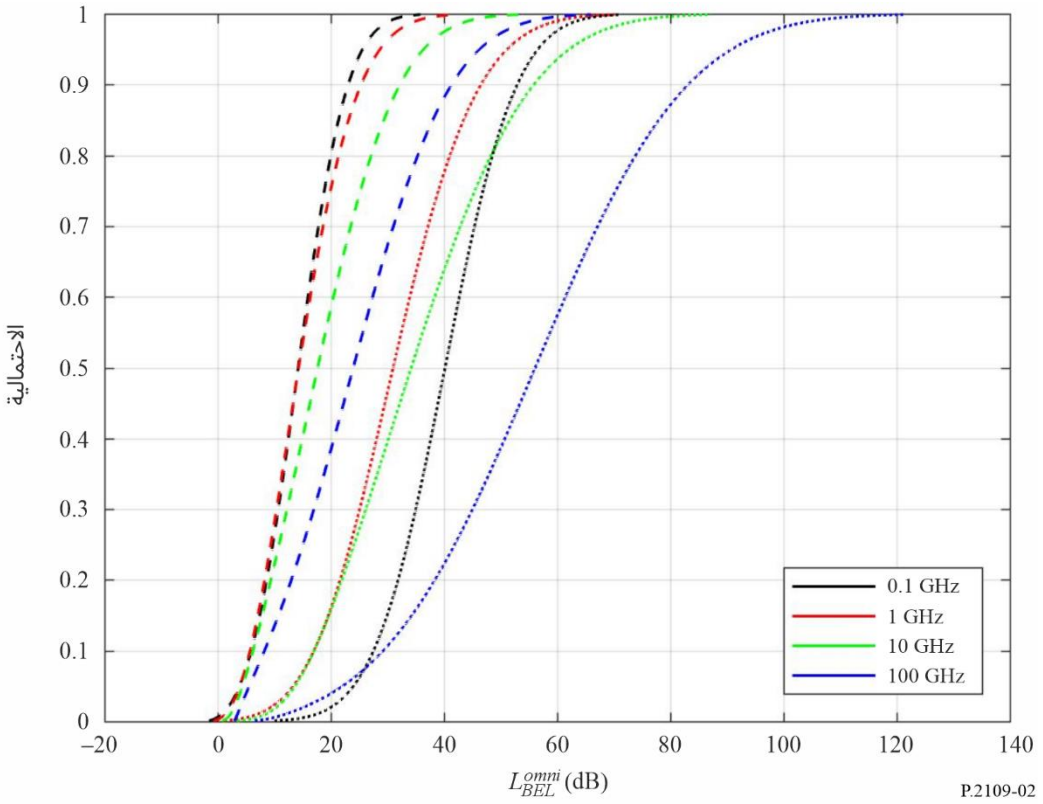
الشكل 1

متوسط الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى والمتوقعة عند ورود أفقي



الشكل 2

الخسارة الناجمة عن الدخول إلى المبنى والمتوقعة عند ورود أفقي
(خط متقطع: تقليدي، خط منقط: كفء حرارياً)



الملحق 2

1 مقدمة

يقدم هذا الملحق تعاريف للمصطلحات المتعلقة بالخسارة في بناء، ويعطي التوجيهات بشأن ممارسات القياس الموصى بها.

ويحتوي التقرير ITU-R P.2346 على تجميع لنتائج قياسات خسارة ناجمة عن دخول مبنى.

2 وصف السيناريوهات التي تنطوي على سطح تماس بين الخلاء والأماكن المغلقة

1.2 الانتشار من الخارج إلى الداخل: القضايا المتعلقة بالمجال المرجعي لخسارة الدخول

تتمثل صعوبة تحديد المجال المرجعي لخسارة الدخول في أن وجود مبنى سيعدل قيم شدة الإشارة خارجه. ويوضح الشكل 3، في شكل مبسط إلى حد ما، القضايا ذات الصلة. فتبين الأقسام الثلاثة من الشكل ما يلي:

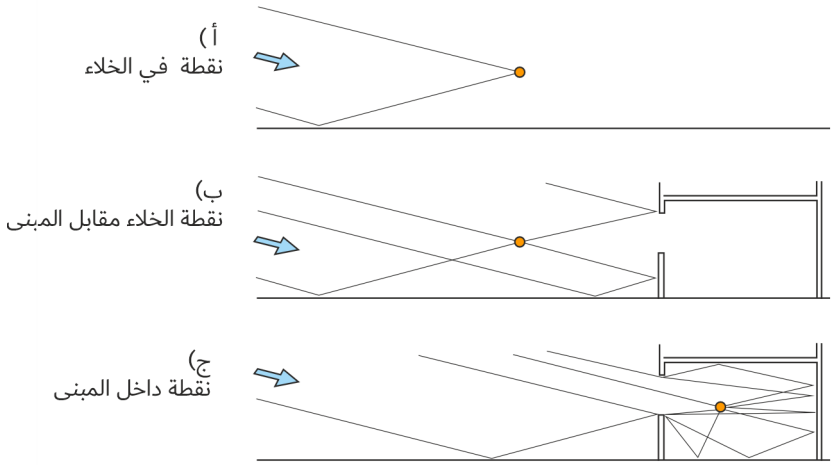
أ) تستقبل نقطة في الخلاء معزولة نسبياً شعاعاً مباشراً وآخر منعكساً عن الأرض. وفي الواقع يرجَّح لكلا الشعاعين، في بيئة حضرية، أن يصلا من مصدر بعيد عن طريق الانعراج فوق مبنى في الجهة اليسرى من الشكل. وفي الانتشار بزوايا صغيرة عن المحور الأفقي، سيتشكل ببساطة فص رأسي بشكل رئيسي، أي تتشكل قيم عظمى وصغرى عند تحرُّك النقطة عمودياً.

ب) دون تحريك النقطة، يقع المبنى وراءها تماماً. فتستقبل الآن شعاعين إضافيين منعكسين عن المبنى، وينعكس أحدهما أيضاً عن الأرض. فيكتسب الآن مخطط تشكُّل الفص هيكلاً جيداً في كلا الاتجاهين الرأسي والأفقي.

ج) تحركت النقطة الآن داخل المبنى. ولأغراض التوضيح يفترض أن يكون التردد عالياً بما فيه الكفاية بحيث لا يُعتد إلا بالأشعة التي تدخل عبر النافذة. أما في الترددات الأدنى، حيث يُعتد بالأشعة التي تخترق الجدار، فمن شأن مخطط الأشعة أن يتغير.

الشكل 3

مخططات الأشعة المبسطة لنقاط في الخلاء وداخل المبنى



P.2109-03

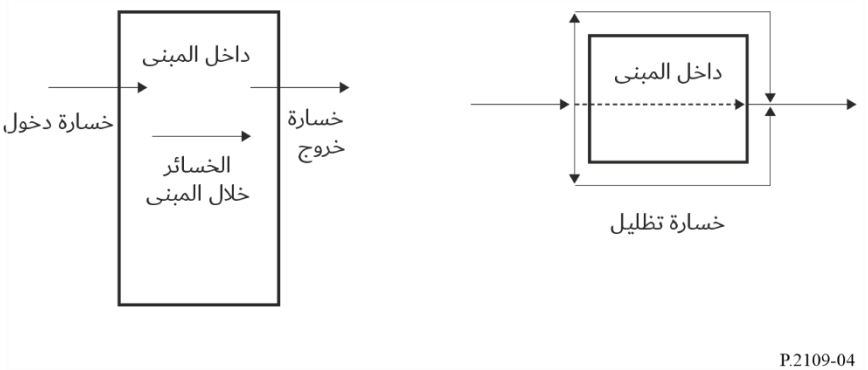
رغم أن الانتشار عبر مسيرات متعددة يسبب تشكل الفصوص، فإن مجموع قدرات أشعة متعددة يقارب المتوسط المكاني لقدرة مجال. لذلك فإن وجود مبنى خلف جهاز استقبال يُتوقع له بشكل عام أن يعزز شدة الإشارة المستقبَلة. وداخل المبنى، وخصوصاً على مقربة على الجدار الخارجي المضاء، يرجَّح استقبال عدد أكبر من الأشعة رغم أن العديد منها سيتوهَّن بالإرسال أو الانعكاس أو الانعراج. وبالتالي يمكن أن تكون الإشارة أقوى في الداخل منها في الخارج.

2.2 خسارة الانتشار عبر مبنى

يبين الشكل 4 أنواعاً مختلفة من خسائر الانتشار عبر مبنى تصادَف في سيناريو الانتشار من الخلاء إلى داخل مبنى ومن داخل مبنى إلى الخلاء. وترد التعاريف في الفقرات التالية.

الشكل 4

أنواع مختلفة من خسارة الانتشار عبر مبنى



P.2109-04

3 تعاريف

1.3 تعريف خسارة دخول المبنى

إن خسارة دخول المبنى هي الخسارة الإضافية الناجمة عن كون مطراف داخل مبنى.

2.3 تعريف خسارة تظليل المبنى

إن خسارة تظليل المبنى هي الفرق بين متوسط إمكانية تغير موقع مستوى الإشارة خارج الواجهة المضاءة لمبنى ومستوى الإشارة خارج الواجهة المقابلة للمبنى على نفس الارتفاع فوق سطح الأرض، مع المتوسط المكاني لخبو تعدد المسيرات لكلتا الإشارتين. ويمكن اعتبارها خسارة الإرسال عبر المبنى.

3.3 تعريف اختراق (جدار مثلاً)

تدخل معظم الإشارات خارج المبنى مبنىً مغلقاً باختراق الجدران. ويمكن لاختراق جدار أن يشير أيضاً إلى اختراق حيطان التقسيم داخل المباني. وداخل المباني، خسارة اختراق جدار هي الفرق بين متوسط إمكانية تغير موقع مستوى الإشارة على أحد جانبي الجدار، ومستوى الإشارة على الجانب الآخر من الجدار على نفس الارتفاع فوق سطح الأرض، مع المتوسط المكاني لخبو تعدد المسيرات لكلتا الإشارتين. ويمكن اعتبارها خسارة الإرسال عبر الجدار.

4.3 تعريف اختراق الفتحة

إن اختراق الفتحة هو اختراق إشارات من أحد جانبي الجدار إلى الجانب الآخر من خلال فتحات على الجدران مثل النوافذ.

5.3 تعريف خسارة الخروج من المبنى

من منطلق التبادلية، تماثل القيمة العددية لخسارة الخروج من المبنى خسارة الدخول إلى المبنى. وفيما تبقى من هذا النص، يُستخدم هذان المصطلحان بنحو متبادل.

4 قياس خسارة الدخول إلى المبنى

1.4 مقدمة

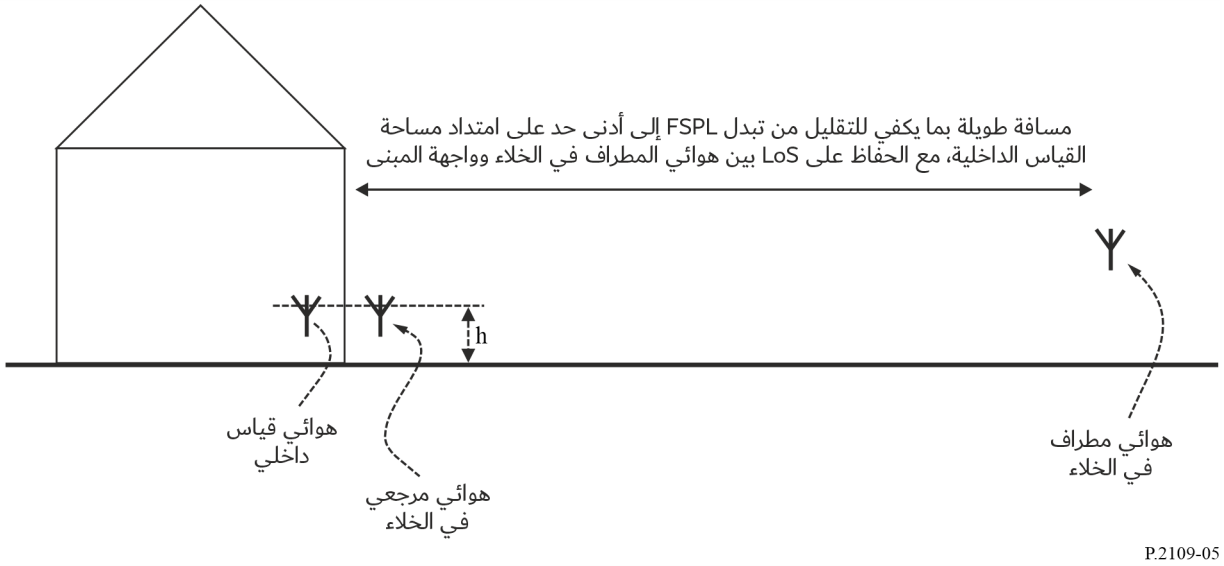
يمكن قياس خسارة الدخول إلى المبنى على أنها الفرق بين المتوسط المكاني لمستوى الإشارة خارج الواجهة المضاءة لمبنى والمتوسط المكاني لمستوى الإشارة داخل المبنى على نفس الارتفاع فوق سطح الأرض، الموضح بحرف "h" في الشكل 5 أدناه (أي أن الخسارة = المجال الخارجي للمتوسط المكاني – المجال الداخلي للمتوسط المكاني، حيث القياسات في وحدات ديسيبل). الغرض من القياس الخارجي هو تقريب شدة المجال التي من شأنها أن تظهر في موقع داخلي لو لم يكن المبنى موجوداً. وحيثما تشكل المسافة بين القياسات الخارجية والداخلية جزءاً كبيراً من مجمل المسير، ينبغي أن يُحسب حساب خسارة إضافية في الفضاء الطلق.

وينبغي قياس المجال الخارجي في أقرب مكان ممكن إلى المبنى مع ضمان تجنب آثار المجال القريب وعدم تأثر خصائص الهوائي. ويُتوقع أن تعطي القياسات التي تجرى بهوائيات اتجاهية وشاملة الاتجاهات نتائج مختلفة؛ وفي أي حال، ينبغي وصف خصائص الهوائي بعناية. وحيثما يتعذر قياس المجال الخارجي الذي يرد إلى مبنى، ينبغي استخدام القيمة المتوقعة وينبغي أن يذكر ذلك بوضوح.

وينبغي عادة إجراء القياسات على خط البصر (LoS) بين مطراف في الخلاء وإحدى واجهات المبنى تحت الاختبار.

الشكل 5

موقع الهوائي المرجعي وهوائي القياس في قياس خسارة الدخول إلى المبنى



إن المنطقة المختارة لقياس المتوسط المكاني داخل المبنى ستعتمد على خصوصية التطبيق، وينبغي أن يذكر ذلك بوضوح؛ وقد تبين أن متوسطات الغرف تمثل أساساً عملياً ومفيداً لاستخلاص البيانات المتفرقة.

2.4 المعلمات الواجب تسجيلها

ينبغي أن تسجل المعلمات التالية عند إجراء قياسات خسارة الدخول إلى المبنى.

ويُفترض أن كل مجموعة قياس ستتكون من عدد من العينات، وأن يعبَّر عن النتائج كدالة توزع تراكمي مجدولة للخسارة.

ويُطلب من الباحثين تقديم أكبر قدر ممكن من التفاصيل الإضافية؛ وعلى وجه الخصوص، ينبغي إيراد الصور الداخلية والخارجية كلما كان ذلك ممكناً.

الجدول 2

معلمات القياس

المعلمة	الوحدات أو التصنيف	ملاحظات
التردد	MHz	
عرض نطاق إشارة الاختبار	MHz	0 MHz إذا استُخدم مصدر ذو موجات مستمرة (CW)
البيئة المحيطة	مفتوحة/ضواحي/حضرية/حضرية كثيفة	يلزم تقدير أهمية الاقتران عبر الطاقة المنتشرة من مبان أخرى
LoS إلى المبنى؟	نعم/لا	ينبغي أن يكون على LoS عادة تقليل خطأ القياس إلى أدنى حد
قياس المتوسط	الطيفي/المكاني/الآخر	حقل بنسق حر للسماح للمستخدم بوصف شكل قياس المتوسط المستخدَم (إن استُخدم)
عمق الاختراق	1 = مطراف داخلي في غرفة/مكان يواجه فيه جدار خارجي مطرافاً في الخلاء 2 = مطراف داخلي في غرفة/مكان دون جدار خارجي 3 = مطراف داخلي في غرفة/مكان ذو جدار خارجي آخر	
الطابق الذي تجرى فيه القياسات		الطابق الأرضي = 0
المساحة التي أُخذت ضمنها العينات	أمتار مربعة	
عدد العينات		ينبغي أخذ عدد كاف من العينات لتتوفر الثقة الإحصائية في النتائج
المرجع	1 = متوسط الإشارة المقيسة 2 = خسارة المسير المتوقعة في الفضاء الطلق	يفضَّل القياس حيثما أمكن
مسافة المطراف الخارجي عن المبنى	أمتار	
زاوية ارتفاع المسير	درجات	
السمت الأدنى بالنسبة إلى الخط المتعامد مع واجهة المبنى	درجات	
السمت الأقصى بالنسبة إلى الخط المتعامد مع واجهة المبنى	درجات	

الجدول 3

معلمات المبنى

المعلمة	الوحدات أو التصنيف	ملاحظات
العرض	أمتار	المسقط الأرضي التقريبي لمبنى غير منتظم
الطول	أمتار	
الارتفاع	أمتار	
مجمل عدد الطوابق		
سمك الجدران الخارجية	أمتار	
سمك الجدران الداخلية	أمتار	
سمك الطوابق	أمتار	
نسبة المساحة على ارتفاع المبنى المؤلفة من نوافذ/فتحات	%	
عناصر النافذة	0 = مجهولة 1 = مفرد 2 = مزدوج 4 = ثلاثي 9 = غير ذلك	
إكْسَاء النافذة	0 = مجهول 1 = غير موجود 2 = زجاج ممعدن 3 = شبك سلكي داخلي 4 = ستائر/مصاريع معدنية 9 = غير ذلك	
هل العزل الحراري المعدني مركَّب؟	0 = مجهول 1 = لا 2 = نعم 9 = غير ذلك	
مواد الطابق	0 = مجهولة 1 = خشبية 2 = معدنية 3 = خرسانية 9 = غير ذلك	
المادة الجدارية الخارجية الأساسية	0 = مجهولة 1 = حجرية 2 = قرميدية 3 = قرميدية مجوفة 4 = لبنات بناء خفيفة 5 = خشبية 6 = خرسانية 7 = زجاجية 8 = معدنية 9 = غير ذلك	مادة تشكل أكبر نسبة من الجدران الخارجية

الجدول 3 (*تتمة*)

المعلمة	الوحدات أو التصنيف	ملاحظات
المادة الجدارية الخارجية الثانوية	0 = مجهولة 1 = حجرية 2 = قرميدية 3 = قرميدية مجوفة 4 = لبنات بناء خفيفة 5 = خشبية 6 = خرسانية 7 = زجاجية 8 = معدنية 9 = غير ذلك	
الجدران الداخلية	0 = بدون جدران داخلية 1 = حجرية 2 = قرميدية 3 = لبنات بناء خفيفة 4 = خشبية 5 = خرسانية 6 = جصية (مسمار خشبي) 7 = جصية (مسمار معدني) 8 = جصية ممعدنة 9 = غير ذلك	
مواد السقف الخارجي	0 = مجهولة 1 = بلاط خرساني 2 = بلاط تدكيك 3 = الواح خشبية 4 = صفائح معدنية 5 = خشب مع لباد تسقيف 9 = غير ذلك	