

التنبؤ بالموصفتين الزمنية والمكانية للخدمات المتنقلة البرية عريضة النطاق التي تستعمل نطاقات ترددات الموجات الديسيمترية (UHF) والموجات السنتيمترية (SHF) (المسألة ITU-R 211/3)

(2007)

مجال التطبيق

الغرض من هذه التوصية هو تقديم إرشادات بشأن التنبؤ بالموصفتين الزمنية والمكانية للخدمات المتنقلة البرية عريضة النطاق باستعمال مدى الترددات من 0,7 GHz إلى 9 GHz لمسافات تتراوح بين 0,5 كم و 3 كم في البيئة الحضرية وبيئة ضواحي المدن على حد سواء. إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن من الضروري تقديم إرشادات إلى المهندسين المكلفين بتخطيط الخدمات المتنقلة عريضة النطاق في نطاقات الترددات UHF و SHF؛

ب) أن الموصفة الزمنية - المكانية قد تكون هامة في تقييم تأثير الانتشار متعدد المسيرات؛

ج) أن أفضل نمذجة للموصفة الزمنية - المكانية تتمثل في دراسة شروط الانتشار من مثل ارتفاع البنايات وارتفاع الهوائي، والمسافة بين محطة القاعدة والمحطة المتنقلة وعرض نطاق المستقبل؛

وإذ تلاحظ

أ) أن طرائق التوصية ITU-R P.1546 موصى بها للتنبؤ بشدة المجال، من نقطة إلى منقطة، من أجل الخدمات الإذاعية المتنقلة البرية والبحرية وبعض الخدمات الثابتة في مدى الترددات من 30 MHz إلى 3 000 MHz وفي مدى المسافات التي تتراوح بين 1 km و 1 000 km؛

ب) أن طرائق التوصية ITU-R P.1411 موصى بها لتقييم خصائص الانتشار لأنظمة الخلاء ذات المدى القصير (إلى حد 1 km) في مدى الترددات بين 300 MHz و 100 GHz؛

ج) أن طرائق التوصية ITU-R P.1411 موصى بها لتقدير الشكل المتوسط لموصفة التأخير بالنسبة لحالة خط البصر LoS في بيئة حضرية ذات أبنية شاهقة الارتفاع من أجل خلايا صغيرة وخلايا متناهية الصغر؛

د) أن طرائق التوصية ITU-R P.1407 موصى بها لتحديد المصطلحات المرتبطة بتعدد المسيرات وحساب تمديد التأخير والتمديد الزاوي للورود باستعمال موصفة التأخير وموصفة زاوية الورود على التوالي؛

هـ) أن طرائق التوصية ITU-R M.1225 موصى بها لتقييم أداء نظام الاتصالات المتنقلة الدولية لعام 2000 (IMT-2000) المتأثر بالانتشار متعدد المسيرات،

توصي

1 وجوب استعمال مضمون الملحق 1 لتقييم موصفة التأخير المتوسط في الأجل الطويل بالنسبة للخدمات المتنقلة عريضة النطاق التي تستعمل نطاقات الموجات الديسيمترية UHF والسنتيمترية SHF في المناطق الحضرية ومناطق ضواحي المدن؛

2 استعمال مضمون الملحق 2 لتقييم موصفة القدرة طويلة الأجل تبعاً لزاوية الورود من أجل الخدمات المتنقلة عريضة النطاق التي تستخدم نطاقات الموجات الديسيمترية (UHF) والسنتيمترية (SHF) في المناطق الحضرية وفي ضواحي المدن.

الملحق 1

1 مقدمة

تُبين التوصية ITU-R P.1407 أهمية مواصفة التأخير كما يلي.

تُعتبر خصائص الانتشار عبر مسيرات متعددة عاملاً رئيسياً في التحكم في نوعية الاتصالات المتنقلة الرقمية. وتشمل خصائص الانتشار عبر مسيرات متعددة مادياً عدد المسيرات المتعددة واتساعها واختلاف طول المسير (التأخير) وزاوية الورود. ويمكن تحديد هذه الخصائص بدالة نقل مسير الانتشار (خصائص الاتساع - التردد) وعرض نطاق الترابط.

كما ذكر فإن مواصفة التأخير هي معلمة أساسية لتقييم خصائص تعدد المسيرات. وحالما تُنمذج المواصفة، يمكن اشتقاق معلمات تعدد المسيرات من قبيل تمديد التأخير وعرض نطاق الترابط من المواصفة.

وتؤثر معلمات الانتشار المتعلقة ببيئة المسير على شكل المواصفة الذي يتشكل بموجات متعددة لها اتساعات مختلفة وأوقات تأخير مختلفة. ومن المعروف أن الموجات المتأخرة كثيراً لها اتساع منخفض نظراً للمسير الطويل الذي تحتازه. ويمكن تقريب متوسط مواصفة التأخير (مواصفة التأخير طويل الأجل) كدالة أسية في مسيرات خط البصر LOS قصيرة المدى. يُستعمل هذا التقريب في التوصية ITU-R P.1411 لتقدير خصائص المسيرات المتعددة في خلية صغيرة لشارع. وبالنسبة لمسيرات غير خط البصر NLoS، يمكن تقريب متوسط مواصفات التأخير كدالة أسية (بوحدة dB).

ويتوقف عدد وفترة الموجات الواردة في مواصفة تأخير على عرض نطاق المستقبل لأن استبانة الزمن محدودة بعرض نطاق تردد المستقبل. ولتقدير مواصفة التأخير، ينبغي أخذ حد عرض نطاق التردد في الاعتبار. ويرتبط هذا الحد ارتباطاً وثيقاً بالطريقة المستعملة في تقسيم القدرة المستقبلية إلى موجات متعددة.

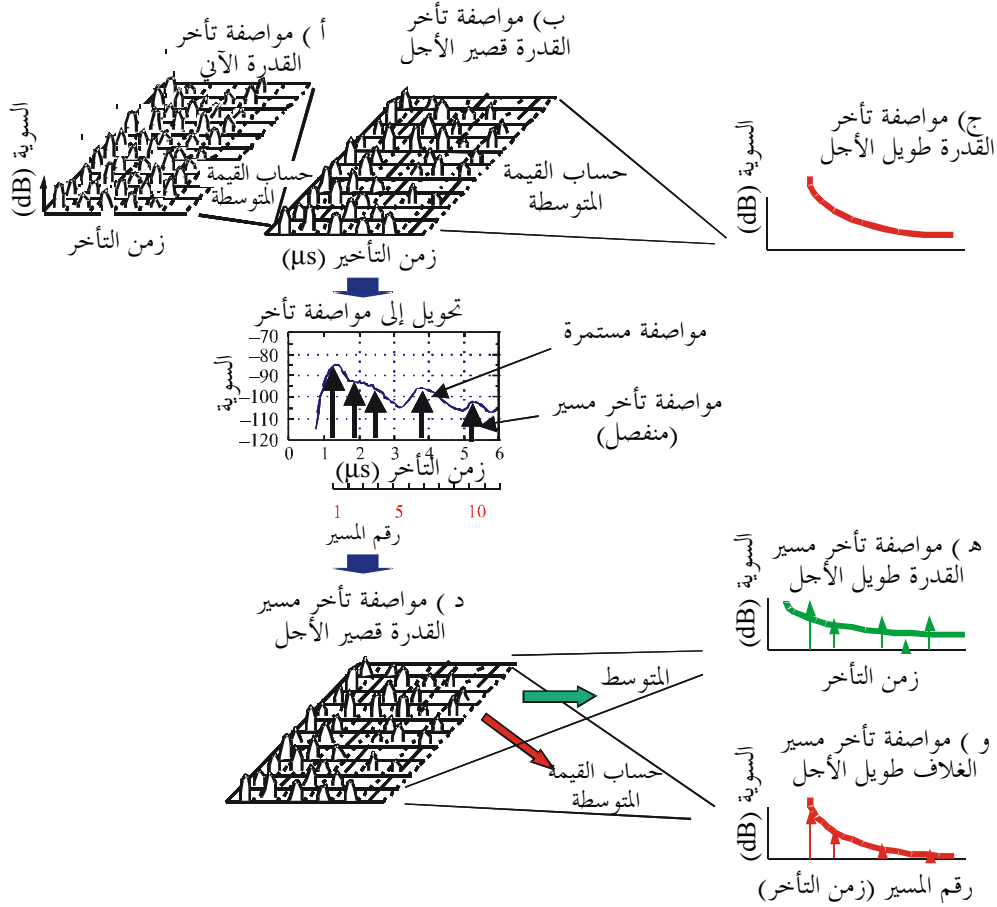
وتعرّف مواصفة التأخير التي تتألف من مسيرات منفصلة بأنها مواصفة تأخير المسير من أجل أخذ عرض نطاق التردد أو استبانة المسير في الاعتبار.

وتُعرّف في الشكل 1 مواصفات تأخير مختلفة وطرائق معالجتها. وكما يظهر في الشكل 1 فإن مواصفات تأخير القدرة قصيرة الأجل يتم الحصول عليها بأخذ متوسط القيم المكانية لمواصفات تأخير القدرة الآنية على امتداد بضعة عشرات من أطوال الموجات لكبت تغيير الخبو السريع؛ ويتم الحصول على مواصفات تأخير القدرة طويل الأجل من خلال أخذ متوسط القيم المكانية لمواصفات تأخير القدرة قصير الأجل عند نفس المسافة تقريباً من محطة القاعدة من أجل كبت التغيير الناجم عن التظليل أيضاً.

علاوة على ذلك، وبشأن مواصفة تأخير المسير طويل الأجل، يمكن تعريف مواصفتين مختلفتين، أولاهما هي مواصفة تأخير مسير الغلاف وتستند إلى القيمة المتوسطة لكل مسير تأخير على مواصفة مسير التأخير؛ وهو يعبر عن شكل المواصفة في المنطقة قيد الاعتبار كما يبين في الشكل 1. والمواصفة الأخرى مواصفة تأخير مسير القدرة القائم على القيمة المتوسطة للقدرة لكل مسير تأخير على مواصفات تأخير المسير.

الشكل 1

تعريف مواصفة تأخير مختلفة



1816-01

2 تعريف مواصفات التأخير ومعلماته

1.2 مواصفة تأخير القدرة - تُعرف على أنها مواصفة تأخير القدرة مع زمن تأخير زائد مستمر

مواصفة تأخير القدرة الآنية: كثافة القدرة لاستجابة النبضة في لحظة واحدة ونقطة واحدة.

مواصفة تأخير القدرة قصيرة الأجل: مواصفة التأخير التي يتم الحصول عليها من خلال أخذ القيم المكانية المتوسطة لمواصفة تأخير القدرة الآنية في كل موقع ضمن المدى الذي لا تتغير فيه مكونات المسيرات المتعددة.

مواصفة تأخير القدرة طويلة الأجل: مواصفة التأخير التي يتم الحصول عليها من خلال أخذ القيم المكانية المتوسطة لمواصفات تأخير القدرة قصيرة الأجل عند نفس المسافة تقريباً من المحطة القاعدة.

2.2 مواصفة تأخير المسير - تُعرف على أنها مواصفة التأخير مع زمن تأخير زائد منفصل مقيس باستبانة الزمن

$1/B$. وتتضمن هذه المواصفة تأخير مسير القدرة قصيرة الأجل وطويل الأجل، ومواصفة تأخير مسير

الغلاف طويل الأجل

مواصفة تأخير مسير القدرة قصيرة الأجل: مواصفة تأخير القدرة قصيرة الأجل مع زمن تأخير زائد منفصل مقيس باستبانة زمنية $1/B$.

مواصفة تأخير مسير غلاف طويل الأجل: مواصفة التأخير هي القيمة المتوسطة لمواصفات تأخير مسير القدرة قصير الأجل عند نفس المسافة تقريباً من المحطة القاعدة؛ وهي تعبر عن شكل مواصفة التأخير في المنطقة قيد البحث.

مواصفة تأخير مسير القدرة طويل الأجل: هي مواصفة التأخير التي يتم الحصول عليها بأخذ القيم المتوسطة لمواصفات تأخير مسير القدرة قصير الأجل عند نفس المسافة تقريباً من المحطة القاعدة؛ وهي تعبر عن الخصائص العامة لمواصفة التأخير في المنطقة قيد البحث.

3.2 الملمات

- i : زمن التأخير الزائد المقيس باستبانة الزمن $1/B$ المقابلة لعرض النطاق B و $i = 0, 1, 2, \dots$
- (هنا $i = 0$ يعني مسير الورد الأول دون زمن تأخير زائد و $i = k$ يعني زمن تأخير زائد قدره k/B (μs))
- $\langle H \rangle$: متوسط ارتفاع المبني (m)، 5-50 m: ارتفاع فوق سوية أرضية المحطة المتنقلة
- h_b : ارتفاع هوائي المحطة القاعدة (m)، 20-150 m: ارتفاع فوق سوية أرضية المحطة المتنقلة
- d : المسافة من المحطة القاعدة (km)، 0,5-3 km
- B : عرض النطاق أو معدل الرقاقات (MHz)، 0,5-50 MHz
- f : تردد الموجة الحاملة (GHz)، 0,7-9 GHz
- $Loss(d)$: صيغة خسارة الانتشار العامة مثل التوصية ITU-R P.1546 مثلاً (dB)
- ΔL : فارق السوية بين قدرة الذروة على المسير وقدرة القطع (dB). وتوصف قدرة القطع في التوصية ITU-R P.1407 على أنها L_0 .
- $N_{path}(d, \Delta L)$: عدد المسيرات القابلة للرصد مع أخذ ΔL في الاعتبار.

3 مواصفة تأخير مسير الغلاف

1.3 مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس بقدرة مسير الورد الأول في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

تقدم مواصفة تأخير مسير الغلاف $E(i, d)$ المقيس بقدرة مسير الورد الأول على مسافة d كما يلي:

$$(1) \quad E(i, d) = \alpha(d) \log(1+i) \quad \text{dB}$$

حيث:

$$(2) \quad \alpha(d) = -\{19.1 + 9.68 \log(h_b / \langle H \rangle)\} B^{\{-0.36 + 0.12 \log(h_b / \langle H \rangle)\}} d^{\{-0.38 + 0.21 \log(B)\}}$$

2.3 مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس بقدرة كل مسيرات التأخير في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

تقدم مواصفة تأخير مسير الغلاف $E_N(i, d)$ المقيس بحاصل جمع قدرة كل مسيرات التأخير، $A_E(d)$ ، على مسافة d كما يلي:

$$(3) \quad \text{dB} \quad E_N(i, d) = E(i, d) - A_E(d)$$

حيث:

$$(4) \quad \text{dB} \quad A_E(d) = 10 \log \left(\sum_{i=0}^{\infty} 10^{E(i, d)/10} \right) \approx 10 \log \left(\sum_{i=0}^{N_{path}-1} 10^{E(i, d)/10} \right)$$

يمكن تقريب التوهين $A_E(d)$ على أنه الدالة البسيطة التالية مع N_{path} كمعلمة.

$$(5) \quad A_E(d) \approx 10^{10.3 + 10.93 \log(\log N_{path}) + (3.57 + 5.17 \log(\log N_{path}))(\alpha(d)/10)} / 10$$

ومن جهة أخرى يُقدّم عدد المسيرات القابلة للرصد، مع أخذ ΔL في الاعتبار، كما يلي:

$$(6) \quad N_{path}(d, \Delta L) = 10^{-\Delta L / \alpha(d)}$$

4 مواصفة تأخير مسير القدرة

يقدم فيما يلي عامل التحويل $c(i)$ الذي ينتج القدرة من شكل مواصفة تأخير المسير إلى مواصفة تأخير مسير القدرة:

$$(7) \quad c(i) = \begin{cases} 1 & (i=0) \\ \min(0.63, \{0.59e^{-0.0172B} + (0.0172 + 0.0004B) < H >\}) e^{-\{0.077 - 0.00096B\} - (0.0014 - 0.000018B) < H > i} & (i \geq 1) \end{cases}$$

حيث دالة $\min(x, y)$ تنتقي الحد الأدنى لقيمة x و y .

1.4 مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس بقدره المسير الأول

يمكن حساب مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس $P(i, d)$ ، بقدره المسير الأول بواسطة شكل مواصفة تأخير المسير وعامل التحويل $c(i)$ كما يلي:

$$(8) \quad \text{dB} \quad P(i, d) = E(i, d) + 10 \log(c(i))$$

2.4 الملح العام لتأخير مسير القدرة مقيساً بحاصل جمع قدرات جميع تأخيرات المسير

يُقدم فيما يلي الملح العام لتأخير مسير القدرة $P_N(i, d)$ المقيس بحاصل جمع قدرات جميع تأخيرات المسير $A_p(d)$ عند المسافة d .

$$(9) \quad \text{dB} \quad P_N(i, d) = P(i, d) - A_p(d)$$

حيث:

$$(10) \quad \text{dB} \quad A_p(d) = 10 \log \left(\sum_{i=0}^{\infty} 10^{P(i, d)/10} \right) \approx 10 \log \left(\sum_{i=0}^{N_{path}-1} 10^{P(i, d)/10} \right)$$

5 مواصفة تأخير مسير من أجل تمثيل الخسارة في المناطق الحضرية وفي ضواحي المدن

1.5 مواصفة تأخير مسير الغلاف من أجل تمثيل الخسارة في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

يعطي شكل المظهر الجانبي لتأخير المسير $L(i, d)$ من أجل تمثيل الخسارة باستعمال طريقة عامة لخسارة مسير $Loss(d)$ كما يلي:

$$(11) \quad L(i, d) = Loss(d) - E_N(i, d) \quad \text{dB}$$

2.5 مواصفة تأخير مسير القدرة من أجل تمثيل الخسارة في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

تُقدّم مواصفة تأخير مسير القدرة $L_p(i, d)$ بالنسبة لتمثيل الخسارة من خلال طريقة عامة لخسارة المسير $Loss(d)$ كما يلي:

$$(12) \quad L_p(i, d) = Loss(d) - P_N(i, d) \quad \text{dB}$$

6 أمثلة

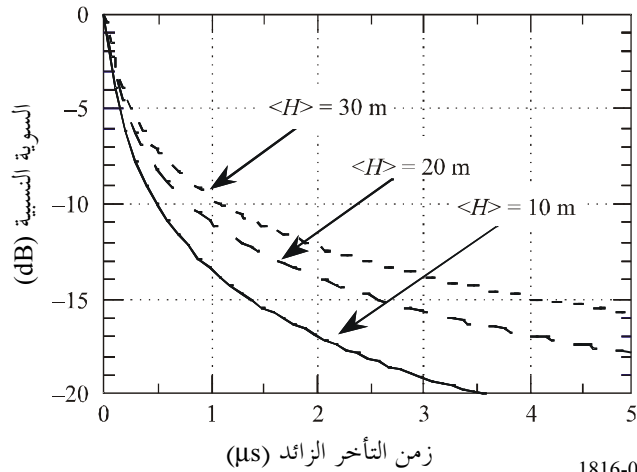
1.6 مواصفة تأخير مسير الغلاف في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

1.1.6 مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس بقدرة مسير الورد الأول

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، وعرض النطاق (أو معدل الرقاقات) B ، المسافات والقيم التالية: 50 m و 1,5 km و 10 Mchips على التوالي، فإن مواصفة تأخير مسير الغلاف $E(i, d)$ يتبع ذلك المبيّن في الشكل 2، حيث المعلمة هي متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

الشكل 2

مواصفة تأخير مسير الغلاف



1816-02

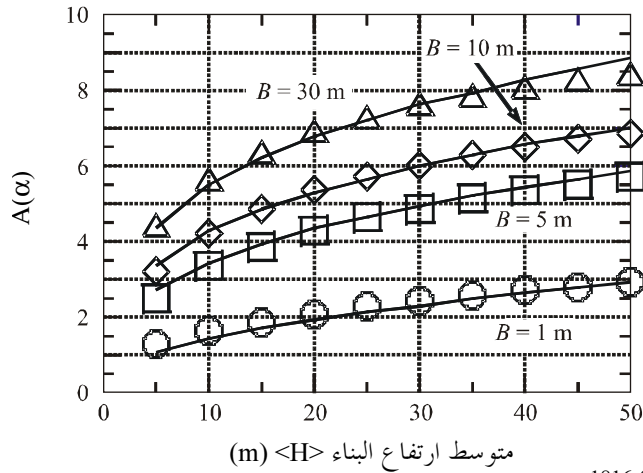
B : 10 MHz
 h_b : 50 m
 d : 1.5 km

2.1.6 مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس بقدرة كل مسيرات التأخير

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، وعدد المسيرات القابلة للرصد N_{path} ، المسافات والقيم التالية: 50 m و 1.5 km و 20 على التوالي، فإن التوهين $A(d)$ الوارد في المعادلتين (4) و (5) هو كما يظهر في الشكل 3، حيث المعلمة هي عرض النطاق B .

وعندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، و عرض النطاق (أو معدل الرقاقات) B المسافات والقيم التالية: 50 m و 1.5 km و 10 Mchips على التوالي، فإن مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس $E_N(i,d)$ في المعادلة (3) هو كما يبدو في الشكل 4، حيث المعلمة هي متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

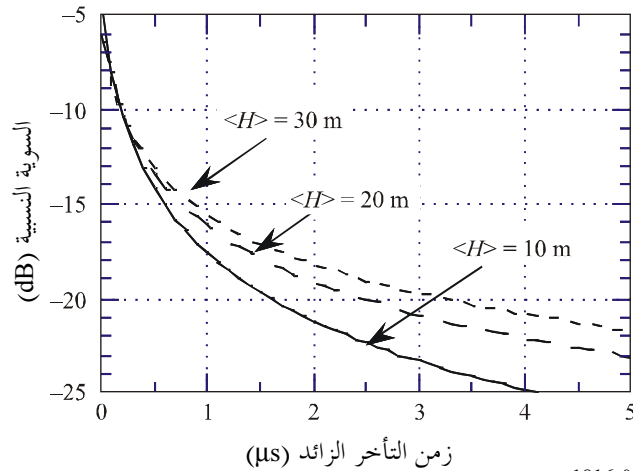
الشكل 3

قيم $A(\alpha)$ 

1816-03

الشكل 4

مواصفة تأخير مسير الغلاف المقيس



1816-04

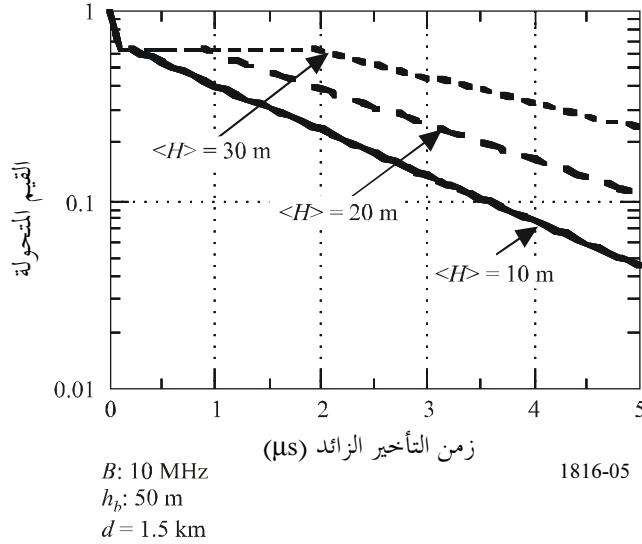
B : 10 MHz
 h_b : 50 m
 d : 1.5 km
 N_{path} : 20

2.6 مواصفة تأخير مسير القدرة في مناطق حضرية وفي ضواحي المدن

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، وعرض النطاق (أو معدل الرقاقات) B ، المسافات والقيم التالية: 50 m و 1,5 km و 10 Mchips على التوالي، فإن عامل التحويل، $c(k)$ ، من شكل مواصفة تأخير المسير إلى مواصفة تأخير مسير القدرة يتبع ذلك المبين في الشكل 5، حيث تكون المعلمة هي متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

الشكل 5

عامل التحويل

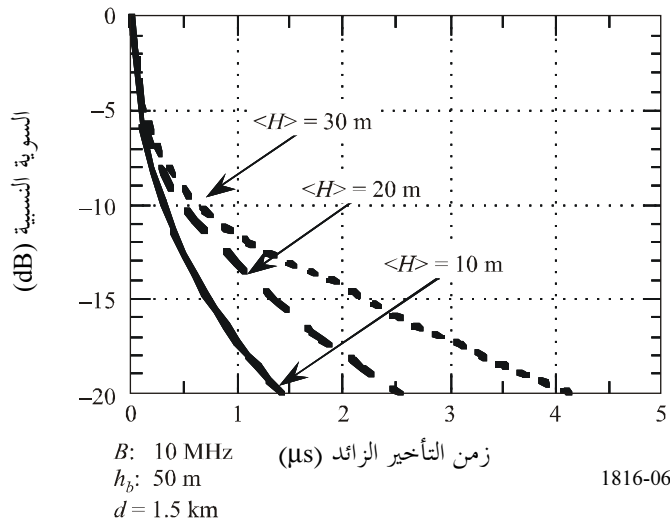


1.2.6 مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس بقدره المسير الأول

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من محطة القاعدة d ، وعرض النطاق (أو معدل الرقاقات) B ، المسافات والقيم التالية: 50 m و 1,5 km و 10 Mchips على التوالي، فإن مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس بقدره المسير الأول $P(i, d)$ تتبع المواصفة المبينة في الشكل 6، حيث المعلمة هي متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

الشكل 6

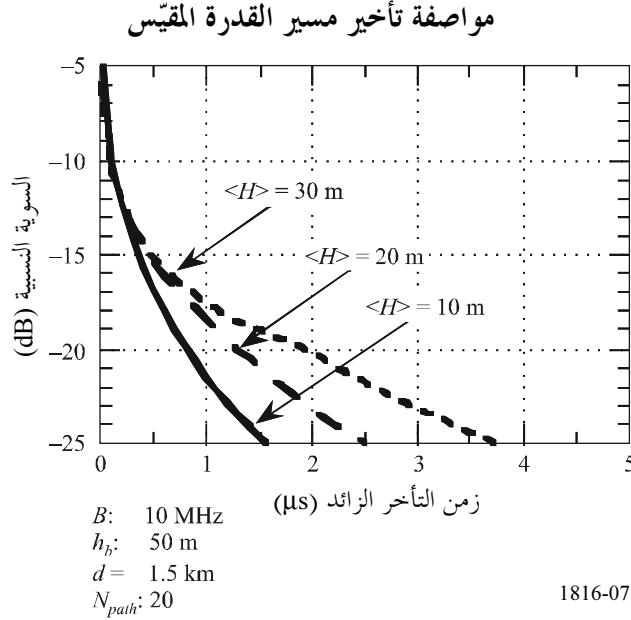
مواصفة تأخير مسير القدرة



2.2.6 مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس بحاصل جمع قدرة كل مسيرات التأخير

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، وعرض النطاق (أو معدل الرقاقات) B و N_{path} ، المسافات والقيم التالية: 50 m و 1.5 km و 10 Mchips و 20 على التوالي، فإن مواصفة تأخير مسير القدرة المقيس بحاصل جمع قدرات كل مسيرات التأخير $P_N(i, d)$ تتبع المواصفة المبينة في الشكل 7، حيث المعلمة هي متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

الشكل 7



3.6 مواصفة تأخير مسير لأغراض تمثيل الخسارة في المناطق الحضرية وفي ضواحي المدن

بالنسبة لصيغة التنبؤ بخسارة الانتشار $Loss(d)$ ، نستعمل صيغة أو كومورا - هاتا من أجل مدينة كبيرة كما يلي:

$$(13) \quad \text{dB } Loss(d) = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d - a(h_m)$$

حيث:

$$a(h_m) = 3.2 \{ \log(11.75 h_m) \}^2 - 4.97$$

d : المسافة من المحطة القاعدة (km)

h_m : ارتفاع هوائي المحطة المتنقلة (m)

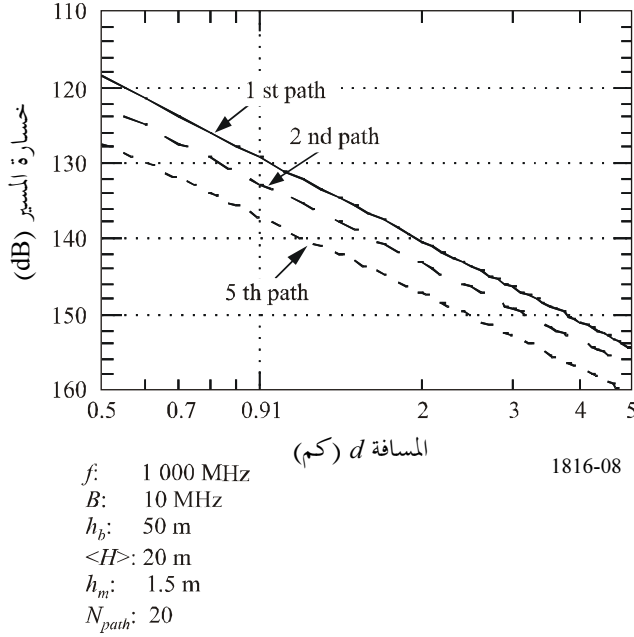
f : تردد الموجة الحاملة (MHz).

1.3.6 مواصفة تأخير مسير الغلاف لأغراض تمثيل خسارة الانتشار

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، ومتوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$ ، وعرض النطاق B وتردد الموجة الحاملة f وارتفاع هوائي المحطة المتنقلة h_m و N_{path} ، والمسافات والقيم التالية: 50 m و 20 m و 10 Mchips و 1 000 MHz و 1.5 m و 20 على التوالي، فإن خسارة المسير مواصفة تأخير مسير الغلاف $L(i, d)$ في المعادلة (11) هي كما يظهر في الشكل 8 بالنسبة للحالات $i = 0$ و 1 و 4 التي تقابل المسير الأول والمسير الثاني والمسير الخامس على التوالي.

الشكل 8

خسارة الانتشار لكل مسير يتبع مواصفة تأخير مسير الغلاف
باستعمال صيغة أو كومورا - هاتا

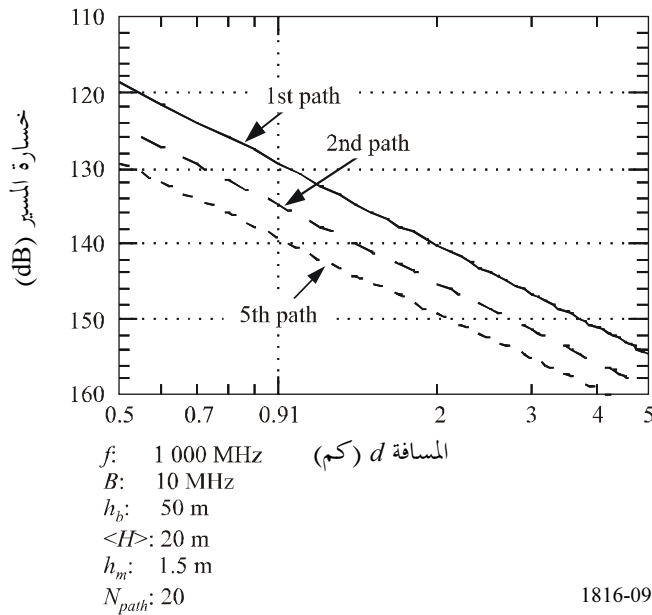


2.3.6 مواصفة تأخير مسير القدرة لأغراض تمثيل الخسارة

عندما يبلغ ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، ومتوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$ ، وعرض النطاق B ، وتردد الموجة الحاملة f ، وارتفاع هوائي المحطة المتنقلة h_m و N_{path} ، والمسافات والقيم التالية: 10 و 20 و 50 و 100 و 1000 MHz و 1.5 و 5 و 20 و 50 على التوالي، فإن خسارة المسير لمواصفة تأخير مسير القدرة $L_p(i, d)$ في المعادلة (12) هي كما يظهر في الشكل 9 بالنسبة للحالات $i = 0$ و 1 و 4 التي تقابل المسير الأول والمسير الثاني والمسير الخامس على التوالي.

الشكل 9

خسارة الانتشار لكل مسير يتبع مواصفة تأخير مسير القدرة
باستعمال صيغة أو كومورا - هاتا



الملحق 2

1 مقدمة

تُبيّن التوصية ITU-R P.1407 أهمية المواصفة الزاوية للورود كما يلي.

تُعتبر خصائص الانتشار على مسيرات متعددة عاملاً رئيسياً في التحكم في نوعية الاتصالات المتنقلة الرقمية. وتشمل خصائص الانتشار عبر مسيرات متعددة مادياً عدد المسيرات المتعددة والاتساع واختلاف طول المسير (التأخر) وزاوية الورود. ويمكن تحديد هذه الخصائص بدالة نقل مسير الانتشار (خصائص الاتساع - التردد) وعرض نطاق الترابط.

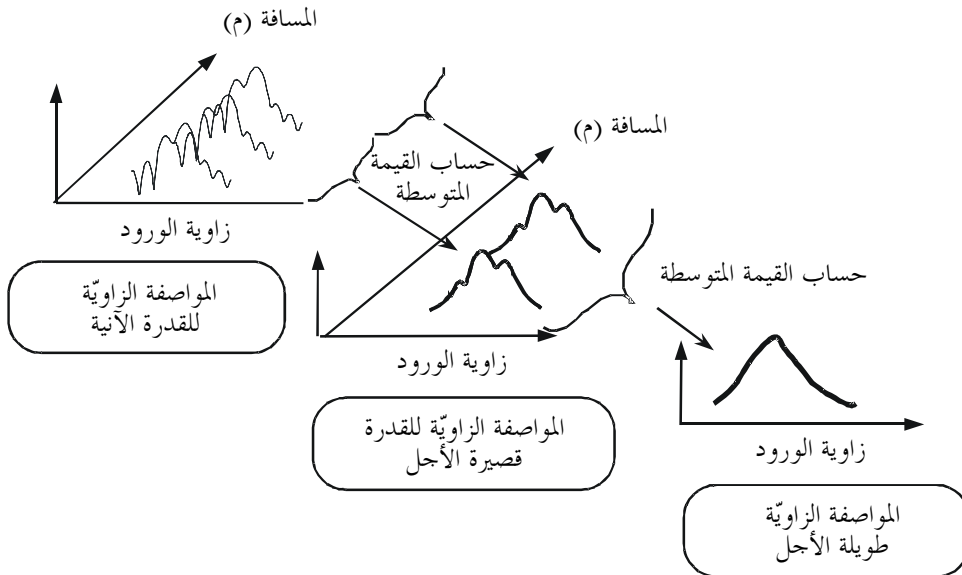
وكما ذُكر، فإن المواصفة الزاوية للورود هي معلمة أساسية لتقييم خصائص المسيرات المتعددة. وحالما تُنمذج المواصفة، يمكن اشتقاق معلمات تعدد المسيرات، من قبيل التمديد الزاوي للورود ومسافة الترابط المكاني، من المواصفة.

وتؤثر معلمات الانتشار المتعلقة ببيئة المسير في شكل المواصفة الذي يتشكل بموجات متعددة لها اتساعات مختلفة وزوايا ورود مختلفة. ومن المعروف أن الموجات ذات زوايا الورود الكبيرة ذات مستوى اتساع منخفض نظراً للمسير الطويل الذي تجتازه. وتُقرب مواصفة الورود الزاوي، في أعمال سابقة، كدالة غوسية أو دالة لابلاسية، وكلتاها أسية.

وتُعرّف في التوصية ITU-R P.1407 مواصفات مختلفة لزاوية ورود القدرة على النحو الوارد في الشكل 10. وستختصر تسمية المواصفة الزاوية لورود القدرة، من الآن فصاعداً إلى المواصفة الزاوية للقدرة. وكما هو مبين في الشكل 10 فإن المواصفات الزاوية للقدرة قصيرة الأجل يتم الحصول عليها بأخذ القيمة المكانية المتوسطة للمواصفات الزاوية للقدرة الآنية عبر بضع عشرات من أطوال الموجات من أجل كبت تغيير الخبو السريع؛ ويتم الحصول على مواصفات الزاوية للقدرة طويلة الأجل بأخذ القيم المكانية المتوسطة للمواصفات الزاوية للقدرة قصيرة الأجل عند نفس المسافة تقريباً من المحطة القاعدة من أجل كبت التغيير الناجم عن التظليل.

الشكل 10

تعريف مواصفات زاوية مختلفة للقدرة



2 تعريف المواصفات الزاوية للقدررة ومعلماتها

1.2 المواصفة الزاوية للقدررة – تُعرَّف على أنها المواصفة الزاوية للقدررة مع زاوية ورود مستمرة

المواصفة الزاوية للقدررة الآنية: كثافة القدرة لاستجابة النبضة في لحظة واحدة ونقطة واحدة.

المواصفة الزاوية للقدررة قصيرة الأجل: المواصفة الزاوية المتحصل عليها بالقيم المكانية المتوسطة للمواصفات الزاوية للقدررة الآنية في كل موقع ضمن المدى الذي لا تتغير فيه مكونات تعدد المسيرات.

المواصفة الزاوية للقدررة طويلة الأجل: المواصفة الزاوية المتحصل عليها بالقيم المكانية المتوسطة للمواصفات الزاوية للقدررة قصيرة الأجل عند نفس المسافة تقريباً من المحطة القاعدة.

2.2 الملمات

h_b : ارتفاع هوائي المحطة القاعدة (m)، 20-150 m: ارتفاع فوق سوية أرضية المحطة المتنقلة

$\langle H \rangle$: متوسط ارتفاع البناية (m)، (5-50 m): ارتفاع أعلى من سوية أرضية المحطة المتنقلة

d : المسافة من المحطة القاعدة (km)، (0,5-3 km)

f : تردد الموجة الحاملة (GHz)، (0,7-9 GHz)

ΔL : فارق السوية بين قدرة الذروة وقدرة القطع (dB).

3 المواصفة الزاوية للقدررة طويلة الأجل

1.3 المواصفة الزاوية للقدررة طويلة الأجل

يتم تقريباً التوصل إلى المواصفة الزاوية للقدررة طويلة الأجل $p_a(\theta)$ المقيس بمسير الورد 0° بواسطة دالة أسية كما يلي:

$$(14) \quad p_a(\theta) = (|\theta| + a)^{-\beta} / a^{-\beta} = (|\theta| / a + 1)^{-\beta}$$

حيث a و β هما ثابتان وممثلان كدالتين للمسافة d ، وارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، ومتوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$ كما يلي:

$$(15) \quad a = -0.2d + 2.1 \left\{ \left(\frac{\langle H \rangle}{h_b} \right)^{0.23} \right\}$$

$$\beta = (-0.015 \langle H \rangle + 0.63)d - 0.16 + 0.76 \log(h_b)$$

وتمثل زاوية الورد القصوى a_M (بالدرجات) كما يلي:

$$(16) \quad a_M = -\gamma \cdot d + \eta$$

γ و η هما ثابتان مُمثلان كدالتين لارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، ومتوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$ وسوية العتبة ΔL (dB) كما يلي:

$$(17) \quad \gamma = \begin{cases} (-7.67 + 0.98\Delta L) \cdot \exp\left(\frac{\langle H \rangle}{h_b} \cdot (2.66 - 0.18\Delta L)\right) & (\Delta L \leq 15) \\ 7 & (\Delta L > 15) \end{cases}$$

$$\eta = (-35.8 + 41.1 \log(\Delta L)) \cdot \exp\left(\frac{\langle H \rangle}{h_b} \cdot (1.76 - 0.034\Delta L)\right)$$

2.3 دالة الارتباط المكاني

تعطى دالة الارتباط المكاني $R_f(\Delta l)$ ومعامل دالة الارتباط المكاني $R(\Delta l)$ مع مسافة الهوائي Δl على التوالي كما يلي:

$$(18) \quad R_f(\Delta l) = \int_{-a_M \cdot \frac{\pi}{180}}^{+a_M \cdot \frac{\pi}{180}} p_a(\theta_r) \cdot \frac{180}{\pi} \exp\left(j \frac{2\pi \Delta l \sin \theta_r}{\lambda}\right) \cdot \frac{180}{\pi} d\theta_r$$

$$R(\Delta l) = R_f(\Delta l) / R_f(0)$$

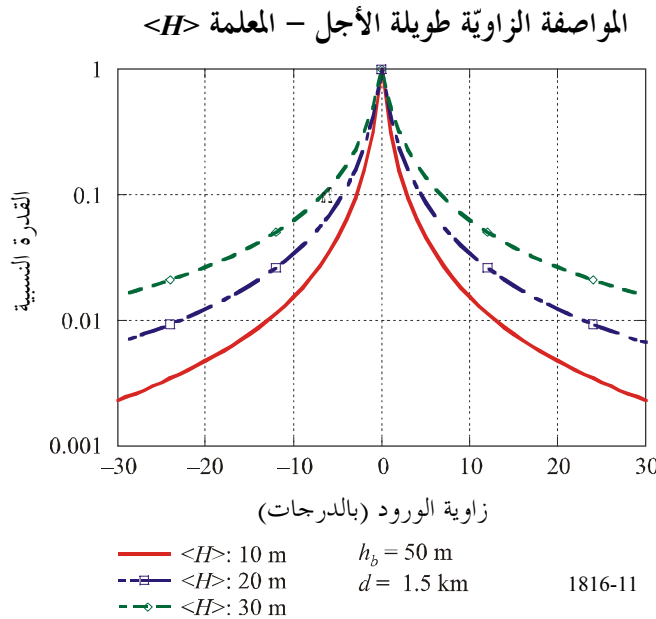
حيث λ هو طول الموجة و θ_r الزاوية (بوحدة الراديان).

استناداً إلى الدراسات التجريبية، تُطبق المعادلتان (14) و(16) من أجل ترددات موجة حاملة بين 0,7 GHz و 9 GHz.

4 مثال

عندما يساوي ارتفاع هوائي المحطة القاعدة h_b ، والمسافة من المحطة القاعدة d ، 50 m و 1,5 km على التوالي، فإن المواصفة الزاوية للقدرية طويلة الأجل $p_a(\theta)$ هي كما يظهر في الشكل 11، تتمثل المعلمة في متوسط ارتفاع البناء $\langle H \rangle$.

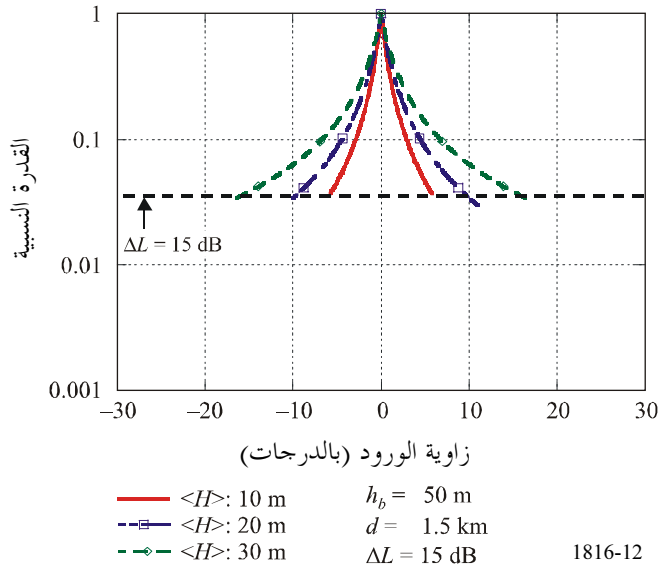
الشكل 11



كذلك عندما نطبق المعادلة (16) مع قيمة 15 dB لفارق السوية ΔL ، فإن المواصفة الزاوية للقدرية طويلة الأجل تصبح مثل الشكل 12 ويُعرض في الشكل 13 معامل الارتباط المكاني المحسوب استناداً إلى الشكل 12.

الشكل 12

المواصفة الزاوية طويلة الأجل مع ΔL بقيمة 15 dB - المعلمة $\langle H \rangle$



الشكل 13

دالة الترابط المكاني - المعلمة $\langle H \rangle$

