**عروض النطاق ونسب الإشارة إلى الضوضاء وهوامش الخبو في أنظمة الاتصالات الراديوية العاملة في الخدمة الثابتة وفي الخدمة المتنقلة البرية   
في نطاق الموجات الديكامترية**

**السلسلة F**

**الخدمة الثابتة**

**التوصيـة ITU-R  F.339-8  
(2013/02)**

**تمهيـد**

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 توصيات قطاع الاتصالات الراديوية**  (يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>) | |
| **السلسلة** | **العنـوان** |
| **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، 2014

© ITU 2014

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).

التوصيـة ITU-R F.339-8

عروض النطاق ونسب الإشارة إلى الضوضاء وهوامش الخبو في أنظمة الاتصالات الراديوية  
العاملة في الخدمة الثابتة وفي الخدمة المتنقلة البرية في نطاق الموجات الديكامترية

(2013-2006-1986-1982-1978-1974-1970-1966-1963-1956-1953-1951)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية نماذج مختارة من أنظمة مختلفة عاملة في الخدمة الثابتة وفي الخدمة المتنقلة البرية في نطاق الموجات الديكامترية (MHz 30‑3) مستخدمة حالياً، وتوضح المعلمات الأساسية (عروض النطاقات، نسب كثافة الإشارة إلى الضوضاء وهوامش الخبو) لهذه الأنظمة. وينبغي استخدام معلمات الأنظمة في نشر الأنظمة العاملة في نطاق الموجات الديكامترية، كما يمكن استخدامها في دراسات التقاسم.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

*أ )* أنه يستحسن تصنيف الجوانب التقنية التي ستعالجها الدراسات المستقبلية؛

*ب)* أن ثمة حاجة إلى القيم الرقمية التي تراعي الخبو والتغيرات في شدة المجال؛

*ج)* أن المعلومات التي يتضمنها الملحق 1 بالتوصية ITU‑R P.313 تعطي بالرغم من ذلك، بعض النتائج التي يمكن منها استنتاج معطيات مؤقتة بشأن ظروف الخبو؛

*د )* أن هناك طائفة واسعة التنوع من الأنظمة العاملة في الخدمة الثابتة وفي الخدمة المتنقلة البرية في نطاق الموجات الديكامترية قيد التشغيل أو التطوير للوفاء بالمتطلبات المستقبلية، مما ينفي وجود نظام واحد "نمطي" يمكن اتخاذه نموذجاً للأغراض العامة،

توصي

**1** باستخدام القيم المبينة في الجداول من 1 إلى 4 الواردة في الملحق 1 كقيم لنسبة كثافة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) المطلوبة من أجل صنف الإرسال المعني؛

**2** باستخدام القيم الواردة في الأعمدة الخاصة بشروط الخبو في الجدول 1 الوارد في الملحق 1 مع تقدير عامل تراوح الشدة الوارد في الملاحظة 4 على الجدول 1 من أجل تيسير تقدير القيم الشهرية المتوسطة لقيم الشدة المتوسطة في الساعة الضرورية لمختلف أنماط ونوعيات الخدمة؛

**3** باعتبار الملاحظة الواردة أدناه جزءاً أساسياً من هذه التوصية.

ملاحظـة - لا يؤدي استخدام القيم الموصى بها إلا إلى قيم تقديرية قد تحتاج إلى تعديلات فيما يتعلق بالدارات الراديوية مختلفة الأطوال تبعاً لنوعية الخدمة المطلوبة.

الملحق 1

الجـدول 1

نسب الإشارة إلى الضوضاء المطلوبة

| **صنف الإرسال** | **عرض نطاق**  **المستقبل قبل الكشف**  **(Hz)** | **عرض نطاق المستقبل بعد الكشف (Hz)** | **نوعية الخدمة** | **نسبة الإشارة**  **إلى الضوضاء السمعية(1)**  **(dB)** | **متوسط نسبة الإشارة إلى الضوضاء للتردد RF  (3) (2)(dB/Hz)** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **حالة مستقرة** | **حالة الخبو**  **(4) (5)** | |
| **عدم التنوعية** | **التنوعية المزدوجة** |
| إبراقA1 A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | استقبال سمعي (6) | 4– | 31 | 38 |  |
| إبراقA1 B  طابعة، 50 Bd | 250 | 250 | نوعية تجارية (7) | 16 | 40 |  | 58 |
| إبراق A1 B  جهاز تموج، 120 Bd | 600 | 600 |  | 10 | 38 |  | 49 |
| إبراق A2 A  8 Bd | 3 000 | 1 500 | استقبال سمعي (6) (19) | 4– | 35 | 38 |  |
| إبراق A2 B  24 Bd | 3 000 | 1 500 | استقبال تجاري (7) (19) | 11 | 50 | 56 |  |
| إبراق F1 B  طابعة،50 Bd 2*D* = 200 Hz إلى 400 Hz | 1 500 | 100 |  |  |  |  |  |
| إبراق F1 B  طابعة، 100 Bd 2*D* = 170 Hz, ARQ | 300 | 300 | (10) |  | 43 | 52 |  |
| إبراق F1 B  طابعة، 200 Bd 2*D* = 400 Hz، ARQ |  |  | (10) |  |  |  |  |
| إبراق F1B  MFSK 33-نغمة ITA2 10 سمة (سمات) | 400 | 400 |  |  | 23 24 26 |  | 29 34 39 |
| إبراق F1B  MFSK 12-نغمة ITA5 10 سمة (سمات) | 300 | 300 |  |  | 26 27 29 |  | 32 36 42 |
| إبراق F1B  MFSK 6-نغمة ITA2 10 سمة (سمات) | 180 | 180 |  |  | 25 26 28 |  | 31 35 41 |
| إبراق F7B |  |  |  |  |  |  |  |
| R3C فاكس 60 rpm | 3 000 | 3 000 |  |  | 50 | 59 |  |
| R3C فاكس 60 rpm | 1 100 | 3 000 | تجاري بصعوبة (22)  نوعية تجارية جيدة (22) | 15 20 | 50 55 | 58 65 |  |
| مهاتفة A3E نطاق جانبي مزدوج | 6 000 | 3 000 | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |

الجـدول 1 *(تتمة)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **صنف الإرسال** | **عرض نطاق**  **المستقبل قبل الكشف**  **(Hz)** | **عرض نطاق المستقبل بعد الكشف (Hz)** | **نوعية الخدمة** | **نسبة الإشارة**  **إلى الضوضاء السمعية(1)**  **(dB)** | **متوسط نسبة الإشارة إلى الضوضاء للتردد RF   (dB/Hz) (3) (2)** | | |
| **حالة مستقرة** | **حالة الخبو**  **(4) (5)** | |
| **عدم التنوعية** | **التنوعية المزدوجة** |
| H3E مهاتفة نطاق جانبي وحيد موجة حاملة كاملة | 3 000 | 3 000 | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  |  |  |  |
| R3E مهاتفة نطاق جانبي وحيد موجة حاملة مصغرة | 3 000 | 3 000 | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  |  |  |  |
| J3E مهاتفة نطاق جانبي منفصل موجة حاملة ملغاة | 3 000 | 3 000 | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  | 47 56 64(14) |  |  |
| B8E مهاتفة نطاق جانبي منفصل قناتان | 6 000 | 3 000 لكل قناة | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  | 49 58 66(14) |  |  |
| B8E مهاتفة نطاق جانبي منفصل 4 قنوات | 12 000 | 3 000 لكل قناة | مقبول (11) تجاري بصعوبة (12) نوعية تجارية جيدة (13) |  | 50 59 67(14) |  |  |
| J7B تعدد قنوات إبراق V.F. 16 قناة سرعة كل منها 75 Bd | 3 000 | 110 لكل قناة |  |  |  |  |  |
| J7B تعدد قنوات إبراقV.F.  15 قناة سرعة كل منها 100 Bd مع ARQ | 3 000 | 110 لكل قناة | (10) |  |  |  |  |
| R7B تعدد قنوات إبراقV.F.  موجة حاملة مصغرة |  |  |  |  |  |  |  |
| B7W إرسال مركب 16 قناة سرعة كل منها 75 Bd  1 قناة هاتفية (16) | 6 000 | إبراق 110 لكل قناة هاتفية 3 000 لكل قناة هاتفية |  |  |  |  |  |
| (1) عرض نطاق الضوضاء مساوٍ لعرض نطاق المستقبل بعد الكشف. وفيما يتعلق بالمهاتفة بنطاقات جانبية مستقلة، يساوي عرض نطاق الضوضاء عرض نطاق قناة واحدة بعد الكشف.  (2) تمثل الأرقام في هذا العمود نسبة ذروة قدرة تشكيل الإشارة إلى متوسط قدرة الضوضاء في عرض نطاق يبلغ Hz 1 باستثناء الإرسال A3E بنطاق جانبي مزدوج حيث تمثل الأرقام نسبة قدرة الموجة الحاملة إلى متوسط قدرة الضوضاء في عرض نطاق يبلغ Hz 1.  (3) إن قيم نسبة الإشارة الراديوية في المهاتفة الواردة في هذا العمود تنطبق حين تستعمل المطاريف التقليدية. ويمكن أن تخفض بشكل كبير (بقيم لم تحدد بعد) حين تستعمل المطاريف من النمط الذي يستخدم ضاغطات-ممدات مقرونة (Lincompex) (انظر التوصية ITU‑R F.1111). ولوحظ أن نسبة الإشارة إلى الضوضاء في تردد سمعي قدره dB 7 (قيمة فعلية) مقيسة في نطاق قدره kHz 3 تقابل نوعية مهاتفة مقبولة تجارياً نظراً إلى التحسين الناجم عن استخدام الضاغطات-الممدات.  (4) تمثل القيم الواردة في هذه الأعمدة القيم المتوسطة لقدرة الإشارة المتأثرة بالخبو الضرورية للحصول على نوعية خدمة مكافئة ولا تتضمن عامل تراوح مجال الشدة (هامش التغيرات من يوم إلى يوم). ويمكن عموماً إضافة dB 11,5 إلى قيم هذه الأعمدة للحصول على قيم تقديرية مؤقتة للقيم الكاملة المطلوبة لنسب الإشارة إلى الضوضاء. ويجوز استعمال هذه القيم التقديرية كدليل لتقدير القيم المطلوبة لمتوسط شدة المجال الشهري أو في الساعة. وقد تم التوصل إلى القيم dB 11,5 كما يلي:  إن عامل تراوح شدة الإشارة بالنسبة إلى الضوضاء المستمرة يبلغ dB 10. وهي قيمة تقدم حماية خلال %90. ويفترض أن تراوحات شدة تبلغ dB 10 خلال %90 من الأيام. وبافتراض أنه ليس هناك علاقة تربط بين تراوحات الضوضاء وتراوح الإشارة، يمكن تقدير القيمة المجمعة لعامل تراوح شدة الإشارة وشدة الضوضاء كالتالي: | | | | | | | |
| (5) لدى إجراء نسب الإشارة الراديوية إلى شدة الضوضاء المتصلة بالخبو السريع أو خلال فترة قصيرة تم تقسيم لوغاريتمي عادي لقيم اتساع الإشارة المستقبلة (باستخدام dB 7 نسبة السوية المتوسطة للسوية المتخطاة خلال %10 أو %90 من الوقت) باستثناء خدمات الإبراق الأوتوماتية عالية السرعة حيث حسبت الحماية حسب فرضية توزيع رايلي. وتشير الملاحظات من (6) إلى (25) إلى الحماية من الخبو السريع أو خلال فترة قصيرة.  (6) للحماية خلال %90 من الوقت.  (7) الإبراق A1B، Bd 50طابعة من أجل الحماية خلال %99,99 من الوقت. الإبراق A2B، 24 Bd: من أجل الحماية خلال %98 من الوقت.  (8) يشير الرمز *PC* إلى إمكانية الخطأ في السمة.  (9) تفترض الضوضاء الجوية (*Vd* = 6 dB).  (10) قائمة على %90 من فعالية الحركة.  (11) من أجل فهم %90 من الجمل.  (12) حين توصل بشبكة الخدمة العمومية: تقوم على حماية بنسبة %80 من الوقت.  (13) حين توصل بشبكة الخدمة العمومية: تقوم على حماية بنسبة %90 من الوقت.  (14) بافتراض أن هناك تحسناً يبلغ 10 dB يعود إلى استعمال مخفضات الضوضاء.  (15) تحسن التنوعية القائم على تنوعية المكان مع تباعد كبير (عدة كيلومترات).  (16) بافتراض أن حمولة المرسل في كل إشارة إبراق متعددة القنوات تبلغ %80 من القيمة الاسمية لذروة قدرتها.  (17) تستند القيمة المطلوبة لنسبة الإشارة/الضوضاء إلى نوعية أداء قنوات الإبراق.  (18) من أجل المهاتفة، تحيل الأرقام في هذا العمود إلى نسبة إشارة التردد السمعي إلى متوسط الجذر التربيعي لقوة الضوضاء الراديوية في عرض نطاق يبلغ kHz 3، علماً بأن الإشارة الراديوية قيست بواسطة مقياس VU: (وبذلك تكون ذروة الإشارة في تشكيل يبلغ %100 من المرسل للتردد الصافي أعلى من هذه القيمة بمقدار dB 6).  (19) يفترض أن إجمالي قدرة النطاقات الجانبية بالإضافة إلى الموجة الحاملة المستخدمة تترك أثراً تنوعياً جزئياً (عنصرين)، وهناك هامش حماية يبلغ dB 4 خلال %90 من الوقت (Bd 8) وdB 6 للحماية خلال %98 من الوقت (Bd 24).  (20) تنخفض هذه القيم في حال استعمال مطاريف Lincompex بمقدار يحدد لاحقاً.  (21) تختلف هذه القيم عندما يكون عدد القنوات أقل. وينبغي أيضاً تحديد العلاقة بين عدد القنوات والقيمة المطلوبة لنسبة الإشارة إلى الضوضاء.  (22) نوعية مقدرة طبقاً لأحكام التوصية ITU-T T.22 "مخططات الاختبار المعيارية لإرسال الوثائق بالفاكس".  (23) من أجل صنف الإرسال H3E يبلغ كل من سويات إشارات في النطاق الجانبي والموجة الحاملة الدليلة التي تقابل %100، dB 6− بالنسبة إلى القدرة p.e.p. ويستخدم المستقبل SSB لأغراض الاستقبال.  (24) من أجل صنف الإرسال R3E تستعمل سوية الموجة الحاملة الدليلة -20 dB بالنسبة إلى القدرة p.e.p، وتكون سوية الإشارة في النطاقات الجانبية المقابلة لـ %100 من التشكيل أقل بمقدار dB 1 من القدرة p.e.p..  (25) القيم الواردة تمثيلية وتتوقف حقيقةً على وتيرة الخبو. | | | | | | | |

الجـدول 2

متوسطات نسب SNR المطلوبة في مودم QDPSK HF يضم 39 نغمة (صنف الإرسال J2D)  
 أ )

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **متوسط النسبة SNR (dB/Hz)** | **معدل خطأ البتات** | | | |
| **معدل معطيات 2 400 bit/s** | | **معدل معطيات 1 200 bit/s** | |
| **قناةAWGN (د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** | **قناةAWGN (د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** |
| 39 |  | 2–10 × 8,6 |  | 2–10 × 6,4 |
| 44 |  | 2–10 × 3,5 |  | 3–10 × 4,4 |
| 49 |  | 2–10 × 1,0 |  | 4–10 × 3,4 |
| 54 |  | 3–10 × 1,0 |  | 6–10 × 9,0 |
| 64 |  | 4–10 × 1,8 |  | 6–10 × 2,7 |

ب)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **متوسط النسبة SNR (dB/Hz)** | **معدل خطأ البتات** | | | |
| **معدل معطيات 300 bit/s** | | **معدل معطيات 75 bit/s** | |
| **قناة AWGN(د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** | **قناة AWGN(د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** |
| 34 |  | 2–10 × 1,8 |  | 4–10 × 4,4 |
| 36 |  | 3–10 × 6,4 |  | 5–10 × 5,0 |
| 38 |  | 3–10× 1,0 |  | 6–10 × 1,0 |
| 40 |  | 5–10 × 5,0 |  | 6–10 × 1,0 |
| 42 |  | 6–10 × 1,5 |  | 6–10 × 1,0 |
| ( أ ) مساران منفصلان بقدرة متوسطة متساوية لخبو رايلي ومدة تأخير ثابتة قدرها 2 ms بين المسارين وقيمة خبو قدرها Hz 1.  (ب) مشذِّر "طويل جداً" من 72 رتلاً.  (ج) تمثل القيم الواردة في هذه الأعمدة قيم جَذْر متوسط التربيع (RMS) لقدرة إشارة الخبو اللازمة لتقديم نوعية خدمة مكافئة.  (د ) "AWGN": قناة غير معرضة للخبو مع ضوضاء غوسية بيضاء إضافية (AWGN). | | | | |

الجـدول 3

متوسطات نسب SNR المطلوبة في معدلات المعطيات والتشكيل (صنف الإرسال J2D)

أ )

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **معدل معطيات المستعمل (bit/s)** | **التشكيل** | **متوسط النسبة SNR (dB/Hz)** | | | |
| **المعدل 4–10 × 1,0 BER** | | **المعدل 5–10 × 1,0 BER** | |
| **قناة AWGN(د)** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** | **قناة AWGN(د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** |
| 12 800 | 64-QAM | 61 | – | 62 | – |
| 9 600 | 64-QAM | 55 | 64 | 56 | 66 |
| 8 000 | 32-QAM | 53 | 60 | 53 | 62 |
| 6 400 | 16-QAM | 50 | 57 | 50 | 58 |
| 4 800 | 8-PSK | 47 | 54 | 48 | 55 |
| 3 200 | QPSK | 43 | 48 | 43 | 49 |

ب)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **معدل معطيات المستعمل (bit/s)** | **التشكيل** | **متوسط النسبة SNR (dB/Hz)** | | | |
| **المعدل 2–10 × 1,0 > BER** | | **المعدل 3–10 × 1,0 > BER** | |
| **قناة AWGN(د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** | **قناة AWGN(د )** | **ظروف الخبو( أ ) (ب) (ج)** |
| 1 200 | 8-PSK | 43 |  | 44 | 54 |
| 2 400 | 8-PSK | 44 | 49 | 49 | 59 |
| 3 600 | 8-PSK | 51 | 54 | 53 | 74 |
| ( أ ) مساران منفصلان بقدرة متوسطة متساوية لخبو رايلي ومدة تأخير ثابتة قدرها 2 ms بين المسارين وقيمة خبو قدرها Hz 1.  (ب) مشذِّر "طويل جداً" من 72 رتلاً.  (ج) تمثل القيم الواردة في هذه الأعمدة قيم جَذْر متوسط التربيع (RMS) لقدرة إشارة الخبو اللازمة لتقديم نوعية خدمة مكافئة.  (د ) "AWGN": قناة غير معرضة للخبو مع ضوضاء غوسية بيضاء إضافية (AWGN). | | | | | |

الجـدول 4أ

معدلات المعطيات والتشكيل (صنف الإرسال J2D) في عروض النطاقات  
من 3 إلى 24 kHz لنظام بتشكيل رقمي قابل للتوسع

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **رقم شكل الموجة** | **التشكيل** | **معدل المعطيات (bit/s)** | | | | | | | |
| **3 (kHz)** | **6 (kHz)** | **9 (kHz)** | **12 (kHz)** | **15 (kHz)** | **18 (kHz)** | **21 (kHz)** | **24 (kHz)** |
| 0 | Walsh | 75 | 150 | 300 | 300 | 300 | 600 | 300 | 600 |
| 1 | BPSK | 150 | 300 | 600 | 600 | 600 | 1 200 | 600 | 1 200 |
| 2 | BPSK | 300 | 600 | 1 200 | 1 200 | 1 200 | 2 400 | 1 200 | 2 400 |
| 3 | BPSK | 600 | 1 200 | 2 400 | 2 400 | 2 400 | 4 800 | 2 400 | 4 800 |
| 4 | BPSK | 1 200 | 2 400 | – | 4 800 | 4 800 | – | 4 800 | 9 600 |
| 5 | BPSK | 1 600 | 3 200 | 4 800 | 6 400 | 8 000 | 9 600 | 9 600 | 12 800 |
| 6 | QPSK | 3 200 | 6 400 | 9 600 | 12 800 | 16 000 | 19 200 | 19 200 | 25 600 |
| 7 | 8-PSK | 4 800 | 9 600 | 14 400 | 19 200 | 24 000 | 28 800 | 28 800 | 38 400 |
| 8 | 16-QAM | 6 400 | 12 800 | 19 200 | 25 600 | 32 000 | 38 400 | 38 400 | 51 200 |
| 9 | 32-QAM | 8 000 | 16 000 | 24 000 | 32 000 | 40 000 | 48 000 | 48 000 | 64 000 |
| 10 | 64-QAM | 9 600 | 19 200 | 28 800 | 38 400 | 48 000 | 57 600 | 57 600 | 76 800 |
| 11 | 64-QAM | 12 000 | 24 000 | 36 000 | 48 000 | 57 600 | 72 000 | 76 800 | 96 000 |
| 12 | 256-QAM | 16 000 | 32 000 | 48 000 | 64 000 | 76 800 | 90 000 | 115 200 | 120 000 |
| 13 | QPSK | 2 400 |  |  |  |  |  |  |  |

الجـدول 4ب

نسب SNR (dB/Hz) المطلوبة في عروض النطاقات من 3 إلى 24 kHz  
لنظام بتشكيل رقمي قابل للتوسع لمعدل خطأ بتات BER ≥ 1,0 × 5–10 (ه‍)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **عرض النطاق** | **3 (kHz)( أ )** | | **6 (kHz)( أ )** | | **9 (kHz)( أ )** | | **12 (kHz)( أ )** | |
| **رقم شكل الموجة** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** |
| 0 | 29 | 34 | 32 | 37 | 34 | 40 | 35 | 40 |
| 1 | 32 | 38 | 35 | 41 | 37 | 43 | 38 | 44 |
| 2 | 35 | 40 | 38 | 43 | 40 | 45 | 41 | 46 |
| 3 | 38 | 42 | 41 | 45 | 44 | 48 | 44 | 48 |
| 4 | 40 | 45 | 43 | 48 | – | – | 46 | 51 |
| 5 | 41 | 46 | 44 | 49 | 46 | 51 | 47 | 52 |
| 6 | 44 | 49 | 47 | 52 | 49 | 54 | 50 | 55 |

الجـدول 4ب *(تتمة)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **عرض النطاق** | **3 (kHz)( أ )** | | **6 (kHz)( أ )** | | **9 (kHz)( أ )** | | **12 (kHz)( أ )** | |
| **رقم شكل الموجة** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** | **قناة AWGN (ب)** | **قناة الخبو (ج) (د )** |
| 7 | 48 | 54 | 51 | 57 | 53 | 59 | 54 | 60 |
| 8 | 51 | 58 | 54 | 61 | 56 | 63 | 57 | 64 |
| 9 | 54 | 62 | 57 | 65 | 59 | 67 | 60 | 68 |
| 10 | 56 | 66 | 59 | 69 | 61 | 71 | 62 | 72 |
| 11 | 59 | – | 62 | – | 64 | – | 65 | – |
| 12 | 65 | – | 68 | – | 70 | – | 71 | – |
| 13 | 41 | 46 | – | – | – | – | – | – |
| 0 | 36 | 41 | 37 | 42 | 37 | 42 | 38 | 43 |
| 1 | 39 | 45 | 40 | 46 | 40 | 46 | 41 | 47 |
| 2 | 42 | 47 | 43 | 48 | 43 | 48 | 44 | 49 |
| 3 | 45 | 49 | 46 | 50 | 46 | 50 | 47 | 51 |
| 4 | 47 | 52 | – | – | 48 | 53 | 49 | 54 |
| 5 | 48 | 53 | 49 | 54 | 49 | 54 | 50 | 55 |
| 6 | 51 | 56 | 52 | 57 | 52 | 57 | 53 | 58 |
| 7 | 55 | 61 | 56 | 62 | 56 | 62 | 57 | 63 |
| 8 | 58 | 65 | 59 | 66 | 59 | 66 | 60 | 67 |
| 9 | 61 | 69 | 62 | 70 | 62 | 70 | 63 | 71 |
| 10 | 63 | 73 | 64 | 74 | 64 | 74 | 65 | 78 |
| 11 | 66 | – | 67 | – | 67 | – | 68 | – |
| 12 | 72 | – | 73 | – | 73 | – | 74 | – |
| 13 | – | – | – | – | – | – | – | – |
| ( أ ) تمثل الأرقام الواردة في أعمدة الجدول 4ب نسبة متوسط قدرة الإشارة إلى متوسط قدرة الضوضاء (dB) في عرض نطاق 1 Hz.  (ب) "AWGN": قناة غير معرضة للخبو مع ضوضاء غوسية بيضاء إضافية (AWGN).  (ج) "قناة الخبو": مساران منفصلان بقدرة متوسطة متساوية لخبو رايلي ومدة تأخير ثابتة قدرها 2 ms بين المسارين وقيمة خبو قدرها Hz 1 (تناظر "ظروف الجو السيئة" عند خطوط العرض الوسطى في التوصية ITU‑R F.1487).  (د ) تمثل القيم الواردة في أعمدة "قناة الخبو" في الجدول 4ب القيم المتوسطة لقدرة إشارة الخبو اللازمة لتقديم نوعية خدمة مكافئة.  (ﻫ) شكلا الموجات رقمي 11 و12 مناسبان لقنوات الموجات الأرضية وقيم الخبو للموجات الأيونوسفيرية غير متاحة. ولا يتاح شكل الموجة رقم 4 في قنوات 9 أو kHz 18، كما لا يتاح شكل الموجة رقم 13 إلا في نظام بعرض نطاق kHz 3. | | | | | | | | |

يبين الجدول 4 التشكيل الرقمي لأنظمة الموجات الديكامترية ذات عرض النطاق الأوسع. ويجب استخدام الجدولين 4أ و4ب معاً، حيث يحدد أولاً رقم شكل الموجة لعرض النطاق ومعدل المعطيات لنظام معين من الجدول 4أ ثم يستخدم الجدول 4ب للوقوف على نسبة الإشارة إلى الضوضاء المطلوبة.

وفيما يلي مثال لكيفية استخدام الجدولين المذكورين بالنسبة إلى معدل معطيات يبلغ 38 400 bit/s في عرض نطاق kHz 24:

(1 أوجد في الجدول 4أ عمود عرض النطاق 24 kHz وحدد رقم شكل الموجة للمعدل 38 400 bit/s، وهو في هذه الحالة رقم شكل الموجة 7.

(2 أوجد الصف المناظر لشكل الموجة رقم 7 في الجدول 4ب وانظر في تقاطعه مع عمود عرض النطاق 24 kHz.

(3 بالنسبة إلى نوعية خدمة بمعدل خطأ بتات (BER) 1× 5–10، تكون نسبتا SNR المطلوبتان 57 و63 dB/Hz في القنوات غير المعرضة للخبو وتلك المعرضة للخبو على الترتيب، على النحو المبين في الجدول 4ب.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_