الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R F.2113-0

(2018/01)

الأهداف والمتطلبات للأداء بدلالة الخطأ وللتيسر في وصلات راديوية حقيقية قائمة على الرزم من نقطة إلى نقطة

السلسلة F

الخدمة الثابتة

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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 http://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 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
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، 2018

© ITU 2018
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 F.2113-0

الأهداف والمتطلبات للأداء بدلالة الخطأ وللتيسر في وصلات راديوية حقيقية قائمة على الرزم من نقطة إلى نقطة

(المسألة ITU-R 255/5)

(2018)

ملخص

تصف هذه التوصية أحداث ومعلمات للأداء بدلالة الخطأ وللتيسر في معدات ووصلات الخدمة الثابتة اللاسلكية القائمة على الرزم، وتقدم صيغة لأهداف الوصلة وتشمل العلاقات بين الأنظمة القائمة على الرزم وغير القائمة على الرزم، وتبين أمثلة لتطبيقات على حالات حقيقية.

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية أسلوباً لتعيين أهداف للأداء بدلالة الخطأ وللتيسر من أجل التصميم السليم للوصلات الراديوية الحقيقية القائمة على الرزم من نقطة إلى نقطة، مع إحالة محددة إلى الوصلات الراديوية القائمة على الإثرنت.

مصطلحات أساسية

الخدمة الثابتة، من نقطة إلى نقطة، التيسر، الأداء بدلالة الخطأ، قائم على الرزم، الإثرنت

المختصرات/الأسماء المختصرة

BER	معدل الخطأ في البتات *(Bit error rate)*
FWS	الخدمة الثابتة اللاسلكية *(Fixed wireless service)*
FER	نسبة الخطأ في أطر الإثرنت *(Ethernet frame error ratio)*
FLR	نسبة خسارة أطر الإثرنت *(Ethernet frame loss ratio)*
PEU	النسبة المئوية لعدم تيسر خدمة الإثرنت *(Percent Ethernet service unavailability)*
PEA	النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت *(Percent Ethernet service availability)*
SESETH	ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة *(Severe errored second)*

توصيات الاتحاد ذات الصلة

التوصية ITU-R F.1668 – أهداف الأداء من حيث الأخطاء للوصلات اللاسلكية الرقمية الثابتة الحقيقية المستخدمة في مسيرات ووصلات مرجعية افتراضية بطول 500 27 km.

التوصية ITU-R F.1703 – أهداف التيسر للوصلات اللاسلكية الثابتة الرقمية الحقيقية المستعملة في مسيرات وتوصيلات مرجعية افتراضية يبلغ طولها 500 27 km.

التوصية ITU-T Y.1563 – نقل إطار الإثرنت وأداء التيسر.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أنه مع الزيادة الكبيرة في الحاجة لعرض النطاق، تطورت تكنولوجيا الموجات المكروية من دعم السعات المنخفضة إلى دعم السعات العالية، وهو ما يمكن من توفير إرسال للبيانات بسرعات أكبر بكثير؛

ب) أن التطبيقات القائمة على الرزم تشكل جزءاً رئيسياً في شبكات النقل والنفاذ الحالية، ويتوقع أن تزداد بشدة في المستقبل القريب؛

ج) أن الحاجة تدعو إلى تحديد أهداف للأداء بدلالة الخطأ والتيسر للمساعدة في تصميم الوصلة وتطوير الشبكات القائمة على الرزم؛

د) غياب طول مرجعي محدد لشبكة الإثرنت من طرف إلى طرف، وعدم تيسر أي نموذج قُطري في هذا الصدد،

وإذ تلاحظ

أ) أن التوصية ITU-T Y.1563 تعرِّف معلمات يمكن استخدامها في توصيف وتقييم الأداء بدلالة السرعة والدقة والموثوقية والتيسر في نقل أطر الإثرنت لخدمة من خدمات اتصالات الإثرنت؛

ب) أن التوصية ITU-T Y.1563 تعرِّف شبكة الإثرنت من طرف إلى طرف كمجموعة وصلات تبادل (EL) وقسم الشبكة (NS) الذي يقدم نقل أطر الإثرنت المرسلة من المصدر (SRC) إلى المقصد (DST). ونقاط القياس (MP) التي تربط شبكة الإثرنت من طرف إلى طرف هي نقاط القياس في المصدر والمقصد؛

ج) أن منهجية معايير الحساب المعتمدة في التوصيتين ITU-R F.1668 وITU-R F.1703، للوقوف على الأداء بدلالة الخطأ وعلى التيسر في الوصلات اللاسلكية الثابتة الحقيقية (حركة SDH وPDH)، تستند إلى التوصيتين ITU-T G.826 وITU-T G.827،

توصي

1 باختيار الأحداث والمعلمات التي يراد استعمالها من أجل احتياجات الأداء بدلالة الخطأ واحتياجات التيسر، بما في ذلك تصميم الوصلات الحقيقية، من ضمن المجموعة المبينة في الملحق 1؛

2 بتحديد الأهداف المتعلقة بالأداء والتيسر للوصلات اللاسلكية الثابتة الرقمية الحقيقية الحاملة لحركة قائمة على الرزم وفقاً للإجراءات الموضحة في الملحق 2.

الملحق 1

الأحداث والمعلمات

يتناول هذا الملحق تطبيقات الرزم القائمة على الإثرنت حصراً.

1 الأحداث

يتطابق تعريف الأداء بدلالة الخطأ وتعريف التيسر مع ما جاء في التوصية ITU-T Y.1563.

ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة (SES_{ETH})

تظهر نتيجة ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة (SES_{ETH}) في كتلة من الأطر تُرصد خلال فاصل زمني قدره ثانية واحدة في مدخل نقطة القياس 0 (MP0) عندما تزيد نسبة FLR المقابلة (أي نسبة عدد الأطر المفقودة إلى عدد الأطر الكلي في الكتلة) في مخرج نقطة

القياس i (MPi) عن s1. ويقترح قطاع تقييس الاتصالات إسناد قيمة مؤقتة إلى s1 قدرها 0,5، ويمكن كذلك اختيار قيم مختلفة تبعاً لصنف الخدمة (CoS).

التيسر

يوصف تيسر الشبكة القائمة على الإثرنت حسب الحالة المتيسرة والحالة غير المتيسرة.

ويبدأ الوقت غير المتيسر في بداية 10 نتائج متتالية تتحقق في كل منها ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة (SES_{ETH})، وينتهي عند بداية 10 نتائج متتالية لا تتحقق في كل منها ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة (SES_{ETH}). وخلال الفترة الزمنية المتيسرة، تكون شبكة الإثرنت في حالة تيسر.

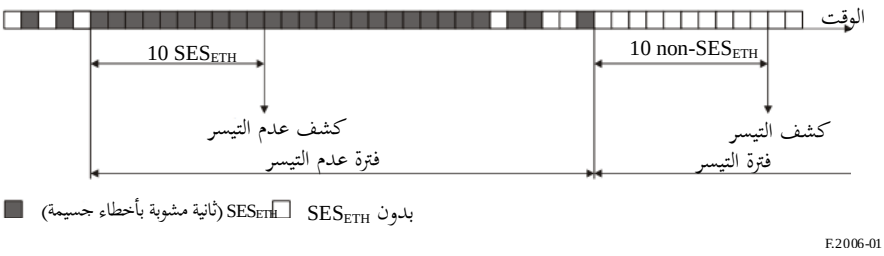
يوضح الشكل 1 تعريف معايير الانتقال إلى/من الحالة غير المتيسرة.

وقد وقع الاختيار على تعريف التيسر هذا للسماح بالمقارنة مع تقنيات طبقة الوصلة الأخرى.

ولأن خدمة الإثرنت ثنائية الاتجاه، تكون شبكة الإثرنت في الحالة غير المتيسرة إذا كان أحد الاتجاهين أو كلاهما في الحالة غير المتيسرة. ويمكن قياس التيسر أحادي الاتجاه بالمعايير المذكورة أعلاه.

الشكل 1

مثال على تحديد عدم التيسر



F.2006-01

2 المعلمات

النسبة المئوية لعدم تيسر خدمة الإثرنت (PEU)

النسبة المئوية من الوقت الذي تكون فيه شبكة الإثرنت في حالة غير متيسرة قياساً بمجمل الوقت المحدد لخدمة الإثرنت (النسبة المئوية لفواصل زمنية يبلغ كل منها ثانية واحدة).

النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت (PEA)

الوقت الذي تكون فيه شبكة الإثرنت في حالة متيسرة قياساً بمجمل الوقت المحدد لخدمة الإثرنت (النسبة المئوية لفواصل زمنية يبلغ كل منها ثانية واحدة) باستخدام دالة تيسر خدمة الإثرنت: PEU = 100 – PEA.

نسبة الخطأ في أطر الإثرنت (FER)

نسبة الخطأ في أطر الإثرنت هي نسبة إجمالي نتائج أطر الإثرنت المشوبة بالخطأ إلى إجمالي نتائج نقل أطر الإثرنت الناجحة بالإضافة إلى نتائج أطر الإثرنت المشوبة بالخطأ في مجموعة تسترعي الاهتمام.

نسبة خسارة أطر الإثرنت (FLR)

نسبة إجمالي نتائج أطر الإثرنت المفقودة إلى إجمالي أطر الإثرنت المرسلة في مجموعة تسترعي الاهتمام. في التشكيلات من نقطة إلى عدة نقاط، قد يكون من المفيد أيضاً مقارنة حالات نقل الأطر الناجحة بين المقاصد باستخدام المقصد ذي أكبر عدد من حالات نقل الأطر الناجحة كمرجع.

الملحق 2

الأهداف

يتناول هذا الملحق تطبيقات الرزم القائمة على الإثرنت حصراً.

1 تجزئة الأهداف

حددت التوصيتان ITU-R F.1668 وITU-R F.1703 أهداف الأداء والتيسر لأية وصلة حقيقية من نقطة إلى نقطة تنقل حركة PDH/SDH، طبقاً لمعايير التجزئة المستقلة عن الوسائط في قطاع تقييس الاتصالات، واستناداً إلى وجود قيمة مرجعية وُضعت من أجل توصيل افتراضي من طرف إلى طرف طوله 500 27 km (التوصية ITU-T G.826).

ونظراً لتطور التكنولوجيا والطبيعة المحددة للإثرنت، لم يعد قطاع تقييس الاتصالات يرى ضرورة لأهداف توصيل من طرف إلى طرف، ولا توجد أي معايير للتجزئة. ومع ذلك، يستمر نشر الوصلات الراديوية القائمة على الإثرنت في السياق الجغرافي واللوجستي ذاته الذي تستخدمه الإشارات القائمة على الرزم (نفس المناطق، والأبراج، والانتشار، وما إلى ذلك)، وثمة حاجة إلى أهداف تسمح بالتصميم السليم لهذه الوصلات.

وترد في هذا الملحق أهداف الأداء بدلالة الخطأ وأهداف التيسر لأي وصلة حقيقية تحمل الإثرنت من نقطة إلى نقطة، تماشياً مع الرؤية التقليدية للاتحاد المتمثلة في النظر في نوعين رئيسيين من سياقات التطبيقات، بمستويين مختلفين للجودة المتوقعة:

- وصلات عائدة لقسم توصيل "عالي الأداء" (بلدان المرور العابر أو القسم الدولي في البلدان المسيِّرة للاتصالات، وأقسام المسافات الطويلة).
- وصلات عائدة لأقسام "أقل أداءً" من المسير (الجزء الوطني من البلدان المسيِّرة للاتصالات، والمسافات القصيرة، وجزء النفاذ).

وتُستخدم قواعد توزيع مختلفة وفقاً لما إذا كان البلد المعني ينتمي إلى قسم المرور العابر الدولي أو كان مسيِّراً للاتصالات في المسير.

2 المتطلبات الزمنية لتقييم الأهداف

تقييم الأحداث: ثانية واحدة.

أهداف التيسر: سنة واحدة

أهداف الأداء بدلالة الخطأ: شهر واحد

3 الهدف

النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت (PEA)

يمكن اشتقاق أهداف النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت (PEA) المنطبقة على كل اتجاه من وصلة لاسلكية ثابتة بطول، L_{link}، من القيم الواردة في الجدولين 1 و2 بواسطة المعادلة (1):

$$PEA = (1 - \left(B_j \frac{L_{link}}{L_R} + C_j \right)) * 100 \quad (1)$$

حيث:

قيمة j: للجزء الدولي:

1 for $L_{min} < L_{link} \leq 250$ km
2 for 250 km $< L_{link} \leq$ 2 500 km
3 for 2 500 km $< L_{link} \leq$ 7 500 km
4 for $L_{link} >$ 7 500 km

لقسم الجزء الوطني:

5 لشبكة النفاذ
6 للمسافات القصيرة
7 للمسافات الطويلة

L_R: الطول المرجعي $L_R = 250$km.

والحد الأدنى من طول L_{link} المستخدَم لمقايسة الأهداف هو $L_{min} = 50$ km.

الجدول 1

معلمات أهداف النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت (PEA)
للوصلات التي تشكل شطراً من جزء دولي من مسير رقمي بمعدل بتات ثابت

الطول (km)	$L_{min} \leq L_{link} \leq 250$		$250 < L_{link} \leq 2\,500$		$2\,500 < L_{link} \leq 7\,500$		$L_{link} \geq 7\,500$	
	B_1	C_1	B_2	C_2	B_3	C_3	B_4	C_4
الشطر الدولي	$1{,}9 \times 10^{-4}$	$1{,}1 \times 10^{-4}$	3×10^{-4}	0	3×10^{-4}	0	3×10^{-4}	0

الجدول 2

معلمات أهداف النسبة المئوية لتيسر خدمة الإثرنت (PEA) للوصلات التي تشكل شطراً من جزء وطني
لعنصر مسير رقمي بمعدل بتات ثابت

جزء النفاذ		جزء المسافات القصيرة		جزء المسافات الطويلة	
B_5	C_5	B_6	C_6	B_7	C_7
0	5×10^{-4}	0	4×10^{-4}	3×10^{-4} for 250 km $\leq L_{link} <$ 2 500 km $1{,}9 \times 10^{-4}$ for $L_{min} \leq L_{link} <$ 250 km	0 for 250 km $\leq L_{link} <$ 2 500 km $1{,}1 \times 10^{-4}$ for $L_{min} \leq L_{link} <$ 250 km

نسبة الخطأ في أطر الإثرنت (FER)

لا يوصى بأي هدف في هذا الصدد.

نسبة خسارة أطر الإثرنت (FLR)

لا يوصى بأي هدف في هذا الصدد.

4 حساب أهداف التيسر

يقدم هذا القسم بعض أمثلة لتطبيق هذه التوصية على وصلات حقيقية من أجل اشتقاق الأهداف.

ويفترض في الحسابات التالية أن السنة تعادل 960 525 دقيقة.

1.4 الجزء الدولي

الحالة 1: الطول 30 km

الطول أقصر من L_{min} = 50 km ومن ثم استخدمت قيمة L_{link} = 50 km

$$PEA = (1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1 \right)) * 100 = (1 - \left(1,9 \times 10^{-4} \frac{50}{250} + 1,1 \times 10^{-4} \right)) * 100 = 99,985$$

وهذه القيم تقابل عدم تيسر يبلغ 78 دقيقة/سنة.

الحالة 2: الطول 80 km

يتراوح الطول بين 50 km – 250 km، ومن ثم:

$$PEA = (1 - \left(B_1 \frac{L_{link}}{L_R} + C_1 \right) = 1 - \left(1,9 \times 10^{-4} \frac{80}{250} + 1,1 \times 10^{-4} \right)) * 100 = 99,983$$

وهذه القيم تقابل نسبة تيسر (AR) تبلغ 99,983% (عدم تيسر يبلغ 90 دقيقة/سنة).

2.4 الجزء الوطني

الحالة 1: الطول 30 km في جزء النفاذ

الطول أقصر من L_{min} = 50 km، ومن ثم استخدمت قيمة L_{link} = 50 km.

$$PEA = (1 - \left(B_5 \frac{L_{link}}{L_R} + C_5 \right) = 1 - \left(0 \frac{50}{2\,50} + 5 \times 10^{-4} \right)) * 100 = 99,95$$

تقابل هذه القيم نسبة تيسر تبلغ 99,95% (عدم تيسر يبلغ 263 دقيقة/سنة).

الملحق 3

العلاقة بين المعلمات القائمة على الرزم وغير القائمة على الرزم

خلفية

توخياً للتخطيط السليم للوصلة، تلزم معرفة هامش الخبو أو المستوى المطلق الذي يتحقق عنده شرط الحد الأدنى.

وإذ يتوفر أساس صلب جداً للقياس في حالة PDH/SDH، لا يوجد مرجع متاح على نطاق واسع لعتبات الإشارة القائمة على الرزم.

وتوضح الجداول 3 و4 و5 أمثلة على القياسات المقارنة بين معلمات PDH ومعلمات الإثرنت، في تشكيلات مختلفة وأطوال مختلفة لرزم الإثرنت.

وفي النظام المرجعي (انظر الجدول 3)، يبلَّغ عن القياسات الكاملة؛ وفي التشكيلات الأخرى، لا يبلَّغ عن القياسات الخالية من انحرافات ذات شأن.

- أجري اختبار على معدات GHz 18 الحديثة، باستخدام وصلة محاكاة في المختبر.
- وتسمح المعدات بإرسال إشارة هجينة (PDH + الإثرنت)، حيث ثُبت التشكيل يدوياً في إحدى الحالات الممكنة أثناء كل اختبار.
- التدفق المرجعي: (الإثرنت بمعدل Mbit/s 2 150 + PDH بمعدل Mbit/s 2 وبتشكيل QAM 256) في قناة MHz 56.

تغير السوية PRx يساوي ≥ dB 0,6 من أجل مدى معدل الخطأ في البتات من $1,7 \times 10^{-7}$ إلى $1,0 \times 10^{-3}$.

الجدول 3

معلمات PDH/الإثرنت – بتشكيل QAM 256

الإثرنت				PDH			
طول الرزمة (بالبايتات)	SES_{ETH}	FLR (=FER[1])	ESR.	Unav	SES	ESR	BER
64	0	$1,7*10^{-5}$	%35	–	0	%20	$1,7\times10^{-7}$
256	0	$3*10^{-5}$	%40	–	0	%23	2×10^{-7}
1 024	0	$2,7*10^{-5}$	%34	–	0	%14	$1,7\times10^{-7}$
1 522	0	$3,6*10^{-5}$	%34	–	0	%17	$1,7\times10^{-7}$
64	0	$1,3*10^{-4}$	%94	–	0	%80	$1,0\times10^{-6}$
256	0	$1,6*10^{-4}$	%94	–	0	%80	$1,0\times10^{-6}$
1 024	0	$2,2*10^{-4}$	%94	–	0	%80	$1,0\times10^{-6}$
1 522	0	$2,4*10^{-4}$	%94	–	0	%80	$1,0\times10^{-6}$
64	0	$1,1*10^{-3}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-5}$
256	0	$1,6*10^{-3}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-5}$
1 024	0	$2*10^{-3}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-5}$
1 522	0	$2,2*10^{-3}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-5}$
64	0	$1,2*10^{-2}$	%100	–	%15 ≈	%100	$1,0\times10^{-4}$
256	0	$1,2*10^{-2}$	%100	–	%15 ≈	%100	$1,0\times10^{-4}$

الجدول 3 *(تتمة)*

الإثرنت				PDH			
طول الرزمة (بالبايتات)	**SES_{ETH}**	**FLR (=FER[1])**	**ESR.**	**Unav**	**SES**	**ESR**	**BER**
1 024	0	$2*10^{-2}$	%100	–	%15 ≈	%100	$1{,}0\times10^{-4}$
1 522	0	$2{,}5*10^{-2}$	%100	–	%15 ≈	%100	$1{,}0\times10^{-4}$
64	0	$1{,}1*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1{,}0\times10^{-3}$
256	0	$1{,}3*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1{,}0\times10^{-3}$
1 024	0	$1{,}7*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1{,}0\times10^{-3}$
1 522	0	$2*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1{,}0\times10^{-3}$

[1] كل خطأ في الإطار يؤدي إلى التخلص من الخلية.

[2] إذا استمر الوضع لأكثر من 10 ثوانٍ، تصبح قراءة ESR وSES بلا معنى، لأن النظام يدخل في حالة غير متيسرة.

الجدول 4

معلمات PDH/الإثرنت – بتشكيل QAM 16

الإثرنت				PDH			
طول الرزمة (بالبايتات)	SES_{ETH}	FLR (=FER[1])	ESR	Unav	SES	ESR	BER
64	0	$1,4*10^{-4}$	%98	–	0	%90	$2,0\times10^{-6}$
1 522	0	$2,3*10^{-4}$	%98	–	0	%90	$2,0\times10^{-6}$
64	0	$9*10^{-3}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-4}$
1 522	0	$2*10^{-2}$	%100	–	0	%100	$1,0\times10^{-4}$
64	0	$1,1*10^{-1}$	%100	–	%15 ≈	%100	$4,0\times10^{-4}$
1 522	0	$1,6*10^{-1}$	%100	–	%15 ≈	%100	$4,0\times10^{-4}$
64	0	$1,1*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1,0\times10^{-3}$
1 522	0	$2,5*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1,0\times10^{-3}$

[1] كل خطأ في الإطار يؤدي إلى التخلص من الخلية.

[2] إذا استمر الوضع لأكثر من 10 ثوانٍ، تصبح قراءة ESR وSES بلا معنى، لأن النظام يدخل في حالة غير متيسرة.

الجدول 5

معلمات PDH/الإثرنت – بتشكيل QAM 1 024

الإثرنت				PDH			
طول الرزمة (بالبايتات)	SES_{ETH}	FLR (=FER[1])	ESR	Unav	SES	ESR	BER
64	0	$2*10^{-4}$	%100	-	0	%90	$1,0\times10^{-6}$
1 522	0	$4*10^{-4}$	%100	-	0	%90	$1,0\times10^{-6}$
64	0	$9*10^{-3}$	%100	-	0	%100	$1,0\times10^{-4}$
1 522	0	$2*10^{-2}$	%100	-	0	%100	$1,0\times10^{-4}$
64	0	$1,6*10^{-1}$		-	%15	%100	$8,0\times10^{-4}$
1 522	0	$3*10^{-1}$		-	%15	%100	$8,0\times10^{-4}$
64	0	$1,1*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1,0\times10^{-3}$
1 522	0	$2,3*10^{-1}$	%100	[2]X	%100	%100	$1,0\times10^{-3}$

[1] كل خطأ في الإطار يؤدي إلى التخلص من الخلية.

[2] إذا استمر الوضع لأكثر من 10 ثوانٍ، تصبح قراءة ESR وSES بلا معنى، لأن النظام يدخل في حالة غير متيسرة.

الخلاصة

يبين القياس ظهور ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة (SES_{ETH})، أياً كان تشكيل طول الإطار المعتمد، عند مستوىً مستقبَل يقل قليلاً (بجزء من dB) عن المستوى الذي تُكتشف فيه ثانية مشوبة بأخطاء جسيمة في حالة غير قائمة على الرزم.

وبسبب الانحدار المرتفع لمنحنى معدل الخطأ في البتات (BER) في معدات اليوم، وبالنظر إلى أن بعض المعدات تعلن فقدان المواءمة قبل بلوغ هذا المستوى (عندما يتراوح معدل الخطأ في البتات بين 10^{-4} و10^{-6})، فإن الاختلافات العملية، بين حالة الاستخدام الفعلي لعتبة قائمة على الرزم وبين مستوى عتبة مستخدمة غير قائمة على الرزم، لا تبدو ذات شأن جدير بالاعتبار.