

التوصية ITU-R F.1566-1

حدود الأداء لصيانة الأنظمة اللاسلكية الرقمية الثابتة التي تعمل
في مسيرات وأقسام دولية تقوم على أساس
التراتب الرقمي المتزامن ومتقارب التزامن

(المسألة ITU-R 161/9)

(2007-2002)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية حدود الأداء في مسيرات وأقسام دولية لتراتبية رقمية متقاربة التزامن (PDH) وتراتبية رقمية متزامنة (SDH) تنفذ باستخدام الأنظمة اللاسلكية الثابتة (FWS). ويتمشى هذا النهج مع نهج الصيانة الذي يتبعه قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU-T) ولكن مع تضمين بعض الجوانب الخاصة بالوسائط للأنظمة اللاسلكية الرقمية الثابتة. ويعطي الملحق تفاصيل عن تطبيق حدود الأداء لإدخالها في الخدمة (BIS).

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

- أ) أنه يجري حالياً تصميم وتشغيل وصيانة أنظمة لاسلكية ثابتة (FWS) رقمية من أجل استعمالها في مسيرات رقمية بمعدل بتات ثابت يساوي أو يزيد عن المعدل الأولي داخل الجزء الدولي من مسير افتراضي مرجعي (HRP) طوله 27 500 km؛
- ب) أن أهداف الأداء لتخطيط الأنظمة اللاسلكية الثابتة (FWS) توصف في الممارسة العملية من أجل مسيرات رقمية فعلية؛
- ج) أن ثمة حاجة لتوصيف حدود أداء الصيانة للأنظمة اللاسلكية الثابتة (FWS) الرقمية؛
- د) أن قطاع تقييس الاتصالات قام، لأغراض الوضع في الخدمة والصيانة، بإعداد حدود الأداء الخاصة بالمسيرات والوصلات الدولية متعددة المشغلين ذات التراتب الرقمي متقارب التزامن (PDH)، في التوصية ITU-T M.2100، وللمسيرات الدولية متعددة المشغلين ذات التراتب الرقمي متقارب التزامن (SDH) وأقسام تعدد الإرسال الدولية SDH في التوصية ITU-T M.2101، وذلك استناداً إلى التوصيتين ITU-T G.826 وITU-T G.828، على التوالي؛
- هـ) أن التوصية ITU-T M.2120 تقدم إجراءات كشف العطب وتحديد موقعه في وجود وفي عدم وجود مراقبة أثناء الخدمة للأقسام والمسيرات من أجل أنظمة الإرسال الرقمية الدولية ذات المشغلين المتعددين؛
- و) أن قطاع الاتصالات الراديوية قد وضع التوصية ITU-R F.1668 المتعلقة بأهداف الأداء من حيث الأخطاء لوصلات الأنظمة اللاسلكية الثابتة الحقيقية المستخدمة في مسيرات وتوصيلات مرجعية افتراضية طولها 27 500 km؛
- ز) أن تأثير ظروف الانتشار في إجراءات كشف العطب وتحديد موقعه من أجل تدخل الصيانة للأنظمة اللاسلكية الرقمية الثابتة هو قيد الدراسة حالياً في قطاع الاتصالات الراديوية التابع للاتحاد الدولي للاتصالات؛
- ح) أنه ينبغي تعريف حدود الأداء من حيث الصيانة والإجراءات الخاصة بقياسها من أجل PDH و SDH للأنظمة اللاسلكية الرقمية الثابتة الناقلة لإشارات PDH و/أو SDH؛
- ط) أنه في تعريف حدود الأداء من حيث صيانة PDH و SDH للأنظمة اللاسلكية الرقمية الثابتة ولأغراض تحديد تدخلات الصيانة المحتملة، ينبغي أخذ سويات حدود الأداء بعين الاعتبار. والتوصيتان M.2100 و M.2101 لقطاع تقييس

الاتصالات في الاتحاد تحددان وتعرفان سويات الحدود بأنها منحة الأداء أو ذات أداء مرفوض، علاوة على الأداء بعد التدخّل (التصليح)؛

(ي) أن حدود الأداء من حيث الصيانة قد تختلف عن حدود الوضع في الخدمة BIS حسب التعريف الوارد في التوصية ITU-R F.1330؛

(ك) أنه يتعين إيلاء الاعتبار الواجب لفترات الخبو الشديد عند إجراء قياسات تتعلق بحدود الأداء من حيث الصيانة،
وإذ تدرك

(أ) أنه من أجل توزيع أهداف الأداء للجزء الدولي من مسير بمعدل بتات ثابت يساوي المعدل الأولي أو يفوقه، قُسم المسير الرقمي الدولي من الناحية الجغرافية؛ وسميت هذه الأجزاء العناصر الأساسية من المسير (PCE). ويستعمل نوعان من العناصر الدولية:

- عنصر أساسي من مسير دولي (IPCE) يقع بين البوابة الدولية ومحطة حدودية في بلد انتهائي، أو بين محطتين حدوديتين في بلد عبور¹؛

- عنصر أساسي من مسير فيما بين بلدين (ICPCE) يقع بين المحطتين الحدوديتين المجاورتين للبلدين المعنيين. ويقابل العنصر ICPCE أعلى رتبة من المسير الرقمي الذي يحمله نظام إرسال رقمي يصل بين البلدين،

توصي

1 بأن تستند حدود الصيانة إلى أهداف الأداء المرجعية من طرف إلى طرف (RPO)، المطبقة على كل اتجاه في أي وصلة فعّلية لأنظمة لاسلكية ثابتة (FWS) رقمية طولها d ، وتُشتق باستعمال القيم الواردة في الجدولين 1 أ و 1 ب، فضلاً عن التوزيعات المبينة في الجدول 2.

الجدول 1 أ (الملاحظة 1)

هدف الأداء المرجعي (RPO) للمسيرات الرقمية الدولية من طرف إلى طرف

PDH	أولي (انظر الملاحظة 3)	ثانوي	ثالثي	رابعي	
(Mbit/s) SDH	1,5 إلى 5	5 إلى 15	15 إلى 55	55 إلى 160	160 إلى 3 500
المعلمة	من طرف إلى طرف RPO				
نسبة الثواني الخاطئة (ESR) في المسيرات المصممة وفقاً للنموذج G.826	0,02	0,025	0,0375	0,08	غير مطبقة
نسبة الثواني الخاطئة (ESR) في المسيرات المصممة وفقاً للنموذج G.828	0,005	0,005	0,01	0,02	غير مطبقة
نسبة الأخطاء في الفدر السابقة (BBER) في المسيرات SDH المصممة وفقاً للنموذج G.828	$5^{-10} \times 2,5$	$5^{-10} \times 2,5$	$5^{-10} \times 2,5$	$5^{-10} \times 5$	$5^{-10} \times 5$
نسبة الثواني شديدة الخطأ (SESR)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

¹ يرد في التوصية ITU-T M.2101 تعريف البوابة الدولية والمحطة الحدودية.

الجدول 1 ب (انظر الملاحظة 1)

هدف الأداء المرجعي (PRO) في أقسام تعدد الإرسال SDH الدولية من طرف إلى طرف

STM-4	STM-1	STM-0	المعدل
768 000	192 000	64 000	الفدرات
غير مطبقة	0,08	0,0375	النسبة ESR (وفقاً لـ G.826)
غير مطبقة	0,02	0,01	النسبة ESR (وفقاً لـ G.828)
0,001	0,001	0,001	النسبة SESR
غير مطبقة	غير مطبقة	غير مطبقة	النسبة BBER (وفقاً لـ G.826)
$5^{-10} \times 5$	$5^{-10} \times 5$	$5^{-10} \times 2,5$	النسبة BBER (وفقاً لـ G.828)

الجدول 2

التوزيع (a_n)

التوزيع (% من الهدف RPO من طرف إلى طرف)	تصنيف العناصر PCE (km)
	IPCE
	شبكات وطنية انتهائية/عبورية
1,2	$d \leq 100$
1,4	$100 < d \leq 200$
1,6	$200 < d \leq 300$
1,8	$300 < d \leq 400$
2	$400 < d \leq 500$
3	$500 < d \leq 1\ 000$
4	$1\ 000 < d \leq 2\ 500$
6	$2\ 500 < d \leq 5\ 000$
8	$5\ 000 < d \leq 7\ 500$
10	$d > 7\ 500$
	⁽¹⁾ ICPCE
0,3	$d < 300$
0,2	قسم تعدد الإرسال الدولي

⁽¹⁾ يجب تلبية توزيعات ICPCE بصرف النظر عن عدد أقسام تعدد الإرسال التي تؤلف ICPCE.

2 أن يحسب هدف الأداء الموزع (APO) وحدّ الأداء ذو الصلة من حيث الصيانة (MPL) لمسير أو قسم تعدد الإرسال على النحو التالي:

للمسير:

$$APO_{es} = A \% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \quad (\text{تحويل } A\% \text{ إلى نسبة})$$

$$APO_{ses} = A \% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \quad (\text{تحويل } A\% \text{ إلى نسبة})$$

$$APO_{bbe} = A \% \times RPO_{bbe} \times TP \times 2\ 000 \div 100 \quad (\text{تحويل } A\% \text{ إلى نسبة - VC-1 و 2})$$

$$APO_{bbe} = A \% \times RPO_{bbe} \times TP \times 8\ 000 \div 100 \quad (\text{تحويل } A\% \text{ إلى نسبة - VC-3 و 4 و VC-4-Xc})$$

ولقسم تعدد الإرسال:

$$APO_{es} = A\% \times RPO_{es} \times TP \div 100 \text{ (تحويل } A\% \text{ إلى نسبة)}$$

$$APO_{ses} = A\% \times RPO_{ses} \times TP \div 100 \text{ (تحويل } A\% \text{ إلى نسبة)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 64\,000 \div 100 \text{ (تحويل } A\% \text{ إلى نسبة - STM-0)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 192\,000 \div 100 \text{ (تحويل } A\% \text{ إلى نسبة - STM-1)}$$

$$APO_{bbe} = A\% \times RPO_{bbe} \times TP \times 768\,000 \div 100 \text{ (تحويل } A\% \text{ إلى نسبة - STM-4)}$$

حيث:

$$\sum_{1}^N a_n\% = A\% \text{ لمسير،}$$

$$A\% = a_1\% + a_2\% + \dots + a_N\% \text{ أي،}$$

a_n : التوزيع لكل عنصر IPCE و ICPCE يشكل المسير

$$a\% = A\% \text{ لقسم تعدد الإرسال}$$

TP : فترة (أو فترات) الاختبار

$$MPL = APO \times PLF \quad -$$

حيث:

PLF : عامل سوية الأداء؛

بأن توصّف عوامل سوية الأداء PLF التالية (انظر الجدول 3) من أجل تعريف حدود أداء الصيانة MPL المختلفة:

3

الجدول 3

عامل سوية الأداء PLF والحدود*

مسيرات SDH مسيرات وأقسام PDH		أقسام تعدد إرسال SDH أنظمة إرسال PDH	
مدى سوية الأداء	الحد (نسبة إلى APO)	مدى سوية الأداء	الحد (نسبة إلى APO)
مقبول (APO < 0,75)	الأداء بعد التصليح = 0,5	مقبول (APO < 0,5)	الأداء بعد التصليح: 0,1 = BBER و ESR 0,5 = SESR
منحط (APO < 10 إلى > 0,75)	هدف الأداء = 1	منحط (APO < 10 إلى > 0,5)	هدف الأداء = 1
مرفوض (APO > 10)		مرفوض (APO > 10)	

* يمكن مضاعفة الحدود في ظروف الانتشار غير المؤاتية.

- 4 بأن فترات الاختبار (TP) لمراقبة أداء الأنظمة اللاسلكية الثابتة (FWS) الرقمية قد صُممت على النحو التالي:
- بالنسبة لكشف الأداء المنحط، ينبغي استعمال فترة اختبار صيانة أقصر أجلاً (TPDP) مدتها 24 ساعة، لكن في ظروف الانتشار المعاكسة، يوصى بفترة اختبار أطول أجلاً مدتها سبعة أيام؛
 - بالنسبة لكشف الأداء المرفوض في ظروف انتشار عادية، يمكن استعمال فترة اختبار صيانة قصيرة الأجل (TPUP) مدتها 15 دقيقة؛
 - بالنسبة للمسيرات والأقسام الراديوية العاملة بعد حدث تدخّل صيانة، يوصى بعودة أطول أجلاً بعد فترة اختبار تدخّل صيانة (TPMI) مدتها سبعة أيام، لكن في ظروف الانتشار العادية، يمكن استعمال فترة اختبار أقصر أجلاً مدتها 24 ساعة.

حالياً، مدة فترة الاختبار لكل من حدود الأداء من حيث الصيانة هي ذات صفة مؤقتة؛

- 5 بأن يتضمن الملحق 1 إرشادات وتفاصيل إضافية عن حدود الأداء ومُدَد المراقبة، وإجراءات الاختبار ومنهجية حساب حدود الأداء من حيث الصيانة MPL.

الملاحظة 1 - تقع على عاتق كل بلد من البلدان مسؤولية تصميم شبكته بحيث تكون متسقة مع التوزيع الخاص ببلده بالنسبة إلى المسير الدولي.

الملاحظة 2 - تمثل الأطوال d المشار إليها في الجدول 2 أطوال الطريق الفعلي أو المسافات الجوية مضروبة بعامل تسيير مناسب، (R_f)، أيهما أقل؛ أما فيما يتعلق بأقسام تعدد الإرسال، فيشير الطول d إلى المسافة الفعلية فحسب (راجع التوصية ITU-T M.2100):

الجدول 4

طول قوس الدائرة العظمى PCE مقابل عامل التسيير

طول قوس الدائرة العظمى (PCE)	عامل التسيير (RF)	طول PCE المحسوب
$d < 1\ 000$ km	1,5	$1,5 \times d$ km
$1\ 000$ km $\leq d < 1\ 200$ km	$1\ 500/d$	1 500 km
$d \geq 1\ 200$ km	1,25	$1,25 \times d$ km

الملاحظة 3 - يمكن استخدام الأهداف RPO المتبعة للمعدل الأولي للمسيرات PDH فيما يتعلق بالوصلات الدولية متعددة المشغلين التي تستعمل تجهيزات مصممة حسب التوصية المنقحة ITU-T G.826.

الملاحظة 4 - يمكن أن تختلف فترات ظروف الانتشار العادية وغير المؤاتية من بلد إلى آخر، ومن ثم تقع مسؤولية التوصل إلى اتفاق حول الموضوع على الأطراف المعنية.

الملحق 1

حدود الأداء من حيث الصيانة MPL ومنهجية الحساب

1 إجراء اختبار الصيانة

إجراءات الاختبار لكشف العطب وتحديد موقعه، مع مراقبة أثناء الخدمة أو بدون هذه المراقبة لمسيرات وأقسام PDH/SDH، بما في ذلك كيفية التعامل مع أي فترة عدم تيسر أثناء الاختبار، يرد تعريفها في التوصية ITU-T M.2120 ويمكن استعمالها لمسيرات وأقسام وأنظمة إرسال FWS الرقمية أثناء فترات أنشطة الخبو المحدود. إما إجراءات الاختبار لأنشطة الخبو الملموس و/أو الجسيم فهي قيد الدراسة.

2 منهجية حساب حدود الأداء من حيث الصيانة MPL

تتبع الخطوات التالية للحصول على حدود أداء مسير أو قسم PDH/SDH ذي الصلة:

الخطوة 1: التعرف على معدل البتات في المسير أو القسم

الخطوة 2: قراءة الأهداف RPO المقابلة لمعدل البتات المناسب في الجدول 1 أ أو 1 ب أو 1 ج لنسب الخطأ ESR و SESR و BBER.

الخطوة 3: التعرف على كل العناصر PCE للمسير أو القسم الكامل، وتثبيت $N =$ العدد الكلي للعناصر الرئيسية من المسير (PCE)

الخطوة 4: التعرف على الطول d ، لكل عنصر $n \times PCE$ ($n = 1$ إلى N) ويكون الطول d إما طول المسير الفعلي أو يمكن تقديره بجداء طول قوس الدائرة العظمى بين نقطتي الطرف في عامل التسيير المناسب Rf (انظر الملاحظة 2 من توصي)

الخطوة 5: تحديد التوزيع $a_n\%$ من الجدول 2 (كنسبة مئوية للهدف RPO من طرف إلى طرف) من أجل $n \times PCE$ ($n = 1$ إلى N). ويجدر بالإشارة أن التوزيعات في الجدول 2 هي قيم قصوى، ويمكن أن تستعمل قيم أكثر صرامة عبر اتفاقات ثنائية أو متعددة الأطراف

الخطوة 6: حساب، توزيع المسير $A\%$ ، حيث:

$$A\% = \sum_{1}^{N} a_n\%$$

الخطوة 7: تحديد فترة الاختبار (TP) المطلوبة وفقاً للبند توصي 5 (15 دقيقة أو 24 ساعة أو 7 أيام). يعبر عن الفترة TP بالثواني، مثلاً، $TP = 86\,400$ s من أجل فترة الاختبار الممتدة 24 ساعة و $TP = 604\,800$ s من أجل فترة الاختبار الممتدة 7 أيام

الخطوة 8: حساب الأهداف APO من أجل قيم ES و SES و BBE المطلوبة، وفقاً للمعلومات التي تم الحصول عليها سابقاً:

$$APO = A\% \times RPO\% \times TP \div 100$$

الخطوة 9: حساب حد MPL المناسب للمسير أو القسم المقابل لخطأي ES و SES:

$$MPL = APO \times PLF$$

حيث تكون MPL إما:

انظر البند توصي 3

{	MPL_{DP} الحد الأداء المنحط،
	أو حد الأداء المرفوض، MPL_{UP}
	أو حد الأداء بعد الإصلاح، MPL_{PAR}

الملاحظة 1- إذا غير أي عنصر PCE ضمن مسير، فلا بد من إعادة عملية الحساب برمتها.

3 سويات وحدود الأداء

تنص التوصية ITU-T M.20 على أن كياناً ما يمكن أن يكون في عدد محدود من الظروف المعروفة مسبقاً تبعاً لأدائه. يُشار إلى هذه الظروف كسويات أداء وتُعرف على أنها سوية أداء مرفوضة وسوية أداء منحطة وسوية أداء مقبولة. ويشار إلى الحدود الفاصلة بين سويات الأداء على أنها حدود الأداء. علاوة على هذه الحدود، تُعرف التوصية ITU-T M.35 حداً خاصاً يُشار إليه بالأداء بعد التصليح.

كل حد من حدود الأداء هو دالة لهدف APO وتُعرض هذه الحدود في الجدول 3.

4 عتبات الأداء ومُدَد فترة المراقبة

عندما يُعطى حد أداء قيمة معينة بدلالة أخطاء ES و/أو SES و/أو BBE فإن حد الأداء لكل من تلك الأخطاء سيتطلب مدة قياس متصاحبة. وتتناول التوصيتان ITU-T M.2100 (PDH) و ITU-T M.2101 (SDH) مفهوم عتبات الأداء ومُدَد القياس بالتفصيل.

تنص التوصيتان M.2100/M.2101 على أن الإستراتيجية العامة للاستعمال أو للمعلومات وعتبات مراقبة الأداء موصوفة في التوصيتين ITU-T M.20 و ITU-T M.34. وسوف تبلغ هذه العتبات وهذه المعلومات إلى أنظمة التشغيلات عبر شبكة إدارة الاتصالات في كل من الوقت الفعلي والتحليل الطويل الأجل. وعند بلوغ عتبات سويات الأداء المرفوض أو المنحط، ينبغي أن يُشرع بعمل الصيانة على نحو مستقل عن قياس الأداء. ويمكن أن تُستعمل عتبات أخرى وتحاليل للجودة أطول أجلاً. وسوف تستعمل أنظمة التشغيلات معالجة في الوقت الفعلي لتخصيص أولويات الصيانة إلى عبور العتبات والمعلومات هذه بواسطة عملية الإشراف على الأداء الموصوفة في التوصية ITU-T M.20.

بالنسبة للإستراتيجية العامة لمراقبة حدود MPL لأنظمة FWS الرقمية، تؤخذ ثلاثة أنواع من مُدَد مراقبة العتبة في الاعتبار، T1 و T2 و T3.

مدة مراقبة العتبة، T1

تُثبت قيمة مدة المراقبة T1 عند 15 دقيقة ويجري عدّ أخطاء ES و SES و BBE خلال هذه الفترة. وتساعد فترة T1 في كشف الانتقال من سوية الأداء المرفوضة أثناء ظروف الانتشار الطبيعية أو إليها.

يأتي تقرير العتبة عند تخطي عتبة أخطاء ES أو SES أو BBE. ويأتي تقرير إعادة ضبط العتبة، وهو سمة اختيارية، عندما يكون عدد أخطاء ES و SES و BBE أقل أو يساوي عتبة إعادة الضبط. توضّح هذه المبادئ في التوصية ITU-T M.2120.

مدة مراقبة العتبة، T2

تُثبت مدة المراقبة T2 عند 24 ساعة ويجري عدّ أخطاء ES و SES و BBE خلال هذه الفترة.

فترة T2 هي للمساعدة في كشف الانتقال من سوية الأداء المرفوضة أو إليها. ويأتي تقرير العتبة عند تخطي عتبة أخطاء ES و SES و BBE خلال فترة T2.

وتُستعمل فترة T2 أيضاً عند إعادة مسيرات أو أقسام إلى الخدمة بعد حدث تدخل صيانة أثناء ظروف الانتشار العادي. وينبغي اعتبار الفترة T2 فترة اختبار أولية للتأكد من أن المسير أو القسم يفي بجد الأداء (MPLPAR) الخاص بالمسيرات/الخدمات المعادة إلى الخدمة بعد التصليح. وعقب فترة مراقبة ناجحة مدتها T2، ينبغي الاستمرار في مراقبة المسير أو القسم لسبعة أيام على الأقل (الفترة T3) للتأكد من نجاح تدخل الصيانة (انظر الفقرة 5 من التوصية ITU-T M.2120).

مدة مراقبة العتبة، T3

تُثبت مدة المراقبة T3 عند سبعة أيام ويجرى عدّ أخطاء ES وSES وBBE خلال هذه الفترة. فترة T3 هي للمساعدة في كشف الانتقال إلى سوية الأداء المرفوضة. ويأتي تقرير العتبة عند تخطي عتبة أخطاء ES أو SES أو BBE خلال فترة T3.

مراقبة/قياس الجودة على المدى الطويل

ينبغي أن تحتفظ إدارة النظام بسجل تاريخي لمراقبة الأداء لسنة واحدة (مُتّرححة) على الأقل.

5 التيسر وعدم التيسر

تعرف معايير الدخول والخروج من حالة عدم التيسر في التوصيتين ITU-T M.2100 (الفقرة 8) و M.2101 (الفقرة 12)، وتضم التوصية ITU-T M.2120 معايير تقييم أحداث عدم التيسر عند وضع حدود الأداء من أجل قياسات الصيانة. حالياً، تُترك حدود عدم التيسر للمفاوضات، والموضوع قيد النظر في الاتحاد الدولي للاتصالات.

6 تقييم معلمات الأداء من حيث الخطأ

تتناول التوصيتان ITU-T M.2100 و ITU-T M.2101 بالتفصيل إجراء تقييم معلمات الأداء من حيث الخطأ داخل الخدمة وخارجها لكيانات SDH و PDH . وينبغي إيلاء العناية الواجبة لتأثير الانتشار عند تقييم معلمات الأداء من حيث الخطأ لصيانة أنظمة FWS الرقمية خلال ظروف الانتشار المعاكسة.