

السلسلة G الإضافة 43

(2006/11)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات
الرقمية

نقل إشارات IEEE 10G Base-R في شبكات النقل
البصري (OTN)

توصيات السلسلة G. ITU-T - الإضافة 43

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات
أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

G.199 – G.100	التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية
G.299 – G.200	الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة
G.399 – G.300	الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية
G.449 – G.400	الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية
G.499 – G.450	تنسيق المخابرات الراديوية والمخابرات السلكية
G.699 – G.600	خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية
G.799 – G.700	التجهيزات الطرفية الرقمية
G.899 – G.800	الشبكات الرقمية
G.999 – G.900	الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية
G.1999 – G.1000	نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل
G.6999 – G.6000	خصائص وسائط الإرسال
G.7999 – G.7000	البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة
G.8999 – G.8000	جوانب الرزم عبر طبقة النقل
G.9999 – G.9000	شبكات النفاذ

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

نقل إشارات IEEE 10G Base-R في شبكات النقل البصري (OTN)

ملخص

تصف هذه الإضافة عدة نهج لنقل إشارات 10G LAN PHY عبر شبكات النقل بتراتب رقمي متزامن (SDH) وشبكات النقل البصري (OTN). وبالنظر إلى أن بعض هذه النهج يستعمل معدلات وأنساق وتقابلات غير معرفة في التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد (ITU-T)، تحلل هذه الإضافة العديد من نعوت النهج على اختلافها من أجل توفير إرشادات فيما يخص إمكانية تطبيقها على مختلف حالات الشبكة.

والإضافة ذات صلة بكل من التوصيات [ITU-T G.872] و [ITU-T G.709/Y.1331] و [ITU-T G.798] و [ITU-T G.707/Y.1322] و [ITU-T G.8010/Y.1306] و [ITU-T G.8012/Y.1308] و [ITU-T G.959.1] و [ITU-T G.696.1].

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 10 نوفمبر 2006 على الإضافة 43 لتوصيات السلسلة ITU-T G.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريف، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهروتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها. والتقييد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيئي والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقييد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقييد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقييد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع

<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>

© ITU 2007

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

1	 مجال التطبيق	1
1	 المراجع	2
2	 التعاريف	3
2	 1.3 المصطلحات المعرفة في أماكن أخرى	
2	 2.3 المصطلحات المعرفة في هذه الإضافة	
2	 المختصرات	4
2	 نعوت الألياف	5
2	 التقابلات المعيارية	6
2	 1.6 10 G base (WAN PHY) عبر وحدة STM-64	
3	 2.6 تقابل GFP-F الحمولة النافعة (LAN PHY) 10 G base R فقط في وحدة OPU2	
3	 التقابلات غير المعيارية	7
3	 1.7 التقابل الشفاف لبثات إشارة 10 G base في وحدة OPU2	
4	 2.7 التقابل الشفاف لبثات إشارة 10 G base-R في وحدة OPU1e	
5	 3.7 نقل الحمولة النافعة وأتمونات التمهيد وفقاً لمعدل بتات التوصية G.709 وتوخياً لشفافية المعلومات	
6	 خصائص التقابلات البديلة	8
7	 1.8 التوافق مع معدل بتات التوصية G.709	
7	 2.8 السطوح البينية فيما بين الميادين/داخل الميادين	
7	 3.8 التوقيت والتزامن	
8	 4.8 الخصائص البصرية	
8	 5.8 تعدد الإرسال، تعدد الخدمات	
8	 6.8 الشفافية	
10	 7.8 مراقبة معدل الخطأ في البتات BER	

نقل إشارات IEEE 10G Base-R في شبكات النقل البصري (OTN)

1 مجال التطبيق

تصف هذه الإضافة نهجاً مختلفاً لنقل إشارات 10G Base-R في شبكات النقل البصري (OTN) بواسطة أنساق أرتال وحدة ODU2 أو أنساق أرتال ماثلة لوحدة ODU2 غير المعيارية (أي، المعدلات والأنساق والتقابلات غير المعرفة في التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات في الاتحاد (ITU-T)). ويرد وصف لمختلف نعوت الحلول المتنوعة من أجل المساعدة في توفير إرشادات تتعلق بالنهج الملائمة لمختلف حالات الشبكة.

ولا يحول إدراج تقابل غير مقيس حالياً في هذه الإضافة دون النظر في تقييس هذا التقابل في موعد لاحق.

2 المراجع

- [ITU-T G.694.1] التوصية ITU-T G.694.1 (2002)، شبكات الطيف لتطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM): شبكة تردد تعدد الإرسال DWDM.
- [ITU-T G.696.1] التوصية ITU-T G.696.1 (2005)، تطبيقات تعدد الإرسال بتقسيم طول الموجة (WDM) المتوائمة طولياً داخل الميدان.
- [ITU-T G.707/Y.1322] التوصية ITU-T G. 707/Y.1322 (2003)، السطح البيني لعقدة الشبكة للتراتب الرقمي المتزامن (SDH).
- [ITU-T G.709/Y.1331] التوصية ITU-T G. 709/Y.1331 (2003)، السطوح البينية لشبكة النقل البصري (OTN).
- [ITU-T G.798] التوصية ITU-T G.798 (2006)، خصائص الفدرات الوظيفية للتجهيزات ذات التراتب الرقمي لشبكة النقل البصري.
- [ITU-T G.870/Y.1352] التوصية ITU-T G. 870/Y.1352 (2004)، المصطلحات والتعاريف المتعلقة بشبكات النقل البصري (OTN).
- [ITU-T G.872] التوصية ITU-T G.872 (2001)، معمارية شبكات النقل البصري، زائد التصويب 1 (2005).
- [ITU-T G.959.1] التوصية ITU-T G.959.1 (2006)، السطوح البينية للطبقة المادية لشبكات النقل البصري.
- [ITU-T G.8001/Y.1354] التوصية ITU-T G. 8001/Y.1354 (2004)، المصطلحات والتعاريف المتعلقة بأرتال إيثرنت عبر طبقة النقل (EOT).
- [ITU-T G.8010/Y.1306] التوصية ITU-T G. 8010/Y.1306 (2004)، معمارية شبكات طبقة إيثرنت، زائد التعديل 1 (2006).
- [ITU-T G.8012/Y.1308] التوصية ITU-T G. 8012/Y.1308 (2004)، السطح البيني من مستعمل إلى شبكة إيثرنت (UNI) والسطح البيني العقدة شبكة إيثرنت (NNI)، زائد التعديل 1 (2006).
- [ITU-T G.8251] التوصية ITU-T G.8251 (2001)، التحكم في الارتعاش والجنوح داخل شبكة النقل البصري (OTN).
- [IEEE 802.3] المعيار IEEE 802.3 (2005)، المعيار الصادر عن رابطة IEEE المتعلق بتكنولوجيا المعلومات - الاتصالات وتبادل المعلومات بين الأنظمة - شبكات المنطقة المحلية وشبكات المناطق الحضرية - الجزء 3 من المتطلبات الخاصة: النفاذ المتعدد بتحسس الموجة الحاملة مع أسلوب نفاذ كشف الاصطدام (CSMA/CD) ومواصفات الطبقة المادية.

1.3 المصطلحات المعرفة في أماكن أخرى

تستعمل هذه الإضافة المصطلحات الواردة أدناه والمعرفة في أماكن أخرى:

1.1.3 التمهيد: انظر المعيار [IEEE 802.3]. عبارة عن 7 أثمان تسبق محدد بداية الرتل (SFD) قبل وحدة رزمة/حركة إترنت، وتُستعمل أصلاً ككشف عن الاصطدام في سطوح إترنت البينية نصف المزدوجة والعاملة بسرعات تبلغ 100 Mbit/s وأدنى من ذلك.

2.1.3 الفجوة الفاصلة بين الرزم (IPG): انظر المعيار [IEEE 802.3]. هي مهلة تأخر أو فجوة زمنية فاصلة بين رزم CSMA/CD الغرض منها إتاحة زمن استعادة فيما بين الأرتال في طبقات CSMA/CD الفرعية الأخرى وفي الوسيط المادي.

3.1.3 محدد بداية الرتل (SFD): انظر المعيار [IEEE 802.3]. الميدان SFD هو تتابع 10101011، ويأتي مباشرة بعد مخطط التمهيد، ويدل على بداية رتل معين.

2.3 المصطلحات المعرفة في هذه الإضافة

لا يوجد.

4 المختصرات

تستعمل هذه الإضافة المختصرات التالية:

CBR10G: انظر التوصية [ITU-T G.870/Y.1352].

CBR2.5G: انظر التوصية [ITU-T G.870/Y.1352].

laDI: انظر التوصية [ITU-T G.870/Y.1352].

IrDI: انظر التوصية [ITU-T G.870/Y.1352].

OCC, OCCr: انظر التوصية [ITU-T G.870/Y.1352].

5 نعوت الألياف

لا يوجد.

6 التقابلات المعيارية

1.6 10G base-W (WAN PHY) عبر وحدة STM-64

يعرف المعيار [IEEE 802.3] سطح بيني لشبكة منطقة واسعة WAN من أجل موافقته مع النقل بتراتب SDH/الشبكة SONET. وهذا السطح البيني مدعوم في ميدان إترنت بواسطة إحدى الطبقات الفرعية لسطح شبكة WAN البيني (الفقرة 50 من المعيار [IEEE 802.3]) التي تحدد معدل نقل المعطيات الفعال للسطح البيني XGMII في مدى يتراوح بين 10 إلى 9.95328 Gbit/s قبل التشفير 66B/64B والإدراج في أحد أرتال نسق التراتب SDH/الشبكة SONET. ويوضح الملحق F من التوصية [ITU-T G.707/Y.1322] تقابل هذه المعطيات في رتل حاوية (VC-4-64c) بوحدة STM-64 SDH.

ويمكن نقل هذه المعطيات بواسطة وحدة ODU2 طبقاً للتقابل المحدد في الفقرة 2.1.17 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]، حتى في الحالات التي لا يؤمن فيها السطح البيني سوى دقة الميقاتية ± 20 ppm التي تنص عليها الفقرة 50 من المعيار [IEEE 802.3] بدلاً من حالات تسامح الميقاتية $\pm 4,6$ ppm.

2.6 تقابل GFP-F الحمولة النافعة (LAN PHY) 10G base-R فقط في وحدة OPU2

يمكن تحقيق تقابل شفاف لمعلومات الحمولة النافعة وفقاً لما يرد في الفقرة 3.7 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]، وذلك بتطبيق الإجراء التالي:

- تُوضع نهاية (بئر) لشفرة الخط 66B/64B، والتمهيد، والمحدد SFD، والفجوة IPG طبقاً لأحكام المعيار [IEEE 802.3].
- يُطبق ترتيب GFP-F.
- يُجرى تشفير في وحدة OPU2 وفقاً لما يرد في الفقرة 3.7 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331].

وبناءً على افتراض أن أرتال MAC لا تتجاوز في المتوسط الحد الأقصى للحجم المحدد في المعيار [IEEE 802.3] (وهو 1518 أثنوناً باستثناء أثنونات التمهيد والمحدد SFD والفجوة IPG)، فإن معدل البتات اللازم لإشارة معينة بمقدار $100 + \text{ppm}$ بالنسبة إلى معدل البتات الاسمي، هو بمقدار 9 922 968,791 kbit/s تقريباً.

وفي حال استعمال أرتال بأحجام ضخمة إلى أقصى حد، فإن معدل البتات اللازم لإشارة بمقدار $100 + \text{ppm}$ بالنسبة إلى معدل البتات الاسمي، يبلغ 9 995 002,399 kbit/s تقريباً.

ويُلاحظ في تقابل أرتال GFP في وحدات OPU2 المحددة في الفقرة 3.7 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]، أن كامل مجال الحمولة النافعة لوحدة OPU2 البالغ 9 995 277 kbit/s يكون مجالاً متيسراً (أي لا يكون ثمة وجود لبايتات الحشو الثابت لتقابل CBR10G). وفيما يخص أي وحدة OPU2 تعمل بأدنى معدل يبلغ $20 - \text{ppm}$ بالنسبة إلى القيمة الاسمية، يُخفض هذا المعدل إلى ما مقداره 9 995 077,058 kbit/s.

وعند استعمال انتهائية المعيار 802,3، بإمكان هذا التقابل أن ينقل جميع وحدات حركة ETH_CI من إشارة 10G base-R عبر وحدة OPU2 نقلاً كاملاً. ويُرجى الرجوع إلى الجدول 4.V من التوصية [ITU-T G.7041/Y.1303]، الذي يورد تمييزاً لصبيب معدل التحكم في النفاذ إلى الوسائط MAC (بدون حساب بتات الحاشية) لتقابلات إشارات 10G base-R بالمقارنة مع تقابلات إجراء الترتيب العام GFP. وصبيب معدل MAC السطح البيني 10G base-R، على افتراض أنه محسوب في أسوأ حالات الأرتال الضخمة المكونة من 9618 بايتة، هو بمقدار 9 986 502 bit/s. أما صبيب معدل MAC لتقابل GFP لنفس أرتال MAC في وحدة ODU2، فيبلغ 9 986 970 bit/s، وهو أكبر من المعدل اللازم لنقل كامل حمولة MAC النافعة من إشارة 10G base-R.

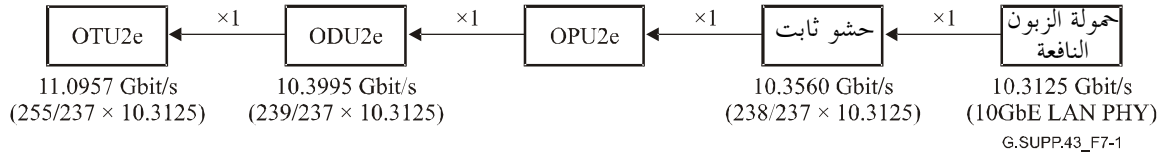
7 التقابلات غير المعيارية

هي المعدلات والأنساق والتقابلات غير الكاملة التعريف في التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات بالاتحاد (ITU-T).

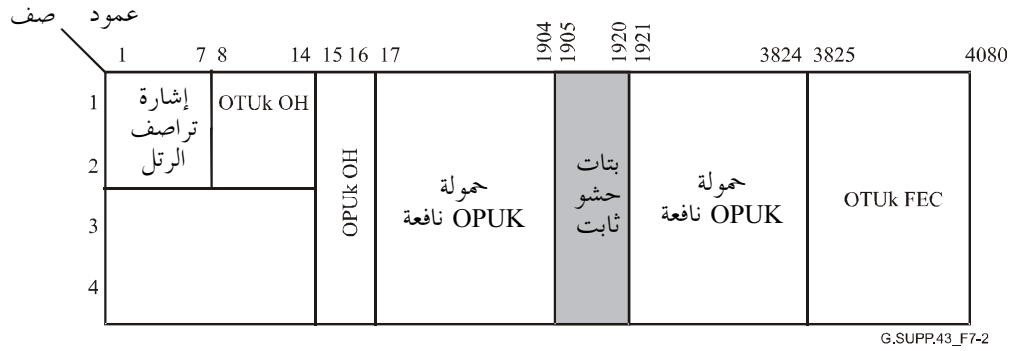
1.7 التقابل الشفاف لبتات إشارة 10G base-R في وحدة OPU2e

يستعمل هذا التقابل مخطط تقابل إشارة 10G base-R في وحدة OPU2، المعروف في الفقرة 2.1.17 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]. وتُدمج إشارة الزبون، 10GbE LAN PHY، الحاوية على بايتات حشو ثابت في إشارة مماثلة لوحدة OPU، ثم تُدمج في إشارة مماثلة لوحدة ODU، ومن ثم في إشارة مماثلة لوحدة OTU. وتعرف هذه الإشارات بأنها OPU2e و ODU2e و OTU2e، على التوالي. ويجب أن تُضبط ميقاتية إشارة OTU2e في هذا التقابل على معدل بتات اسمي قدره 11,0957 Gbit/s، بخلاف معدل البتات الاسمي OTU2 المعيارية بمقدار 10,709225316 Gbit/s. وعلاوة على ذلك، ونظراً إلى أن الإشارة مكونة بواسطة إدراج إشارة معينة مع تسامح ميقاتية إشارة الإثترنت التحتية (± 100 ppm) بدلاً من

تسمح إشارة OTU2 معيارية (± 20 ppm)، فإن طرائق التحكم المعيارية في الارتعاش والجنوح وفقاً لأحكام التوصية [ITU-T G.8251] لا تنطبق هنا.



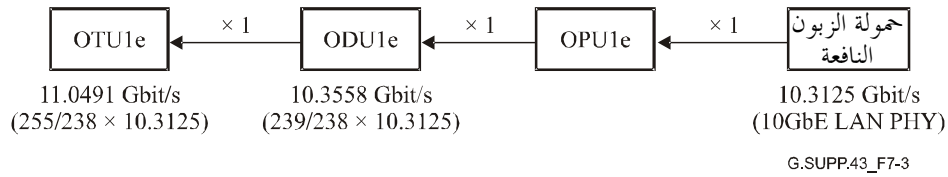
الشكل 1-7 - بنية تقابل بحشو ثابت



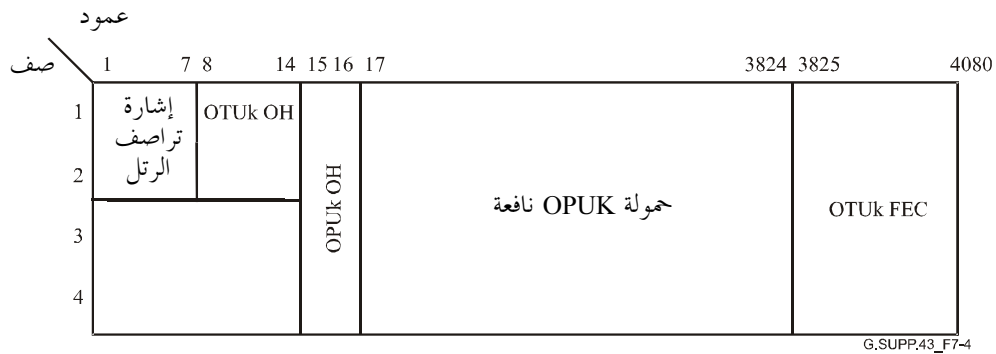
الشكل 2-7 - رتل تقابل ببايتات حشو ثابت

2.7 التقابل الشفاف لبتات إشارة 10G base-R في وحدة OPU1e

يستعمل هذا التقابل تقابل إشارة CBR2G5 في وحدة OPU1، المعروف في الفقرة 1.1.17 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]. ولهذا التقابل نفس نعوت التقابل المبين في الفقرة 1.7 أعلاه، ولكن بالنظر إلى عدم ترك بايتات الحشو الثابت لتقابل إشارة CBR10G، خالية، فإن معدل المعطيات الكلي أدنى نوعاً ما (11,0491 عوضاً عن 11,0957 Gbit/s). ومثلما هو الحال في الخيار الوارد في الفقرة 1.7 أعلاه، والمتمثل في اللجوء إلى تسامح ميقانية إشارة إيثرنت تحتية (± 100 ppm) بدلاً من تسامح إشارة OTU2 معيارية (± 20 ppm)، فإن طرائق التحكم المعيارية في الارتعاش والجنوح وفقاً لأحكام التوصية [ITU-T G.8251] لا تنطبق هنا.



الشكل 3-7 - بنية تقابل بدون حشو ثابت

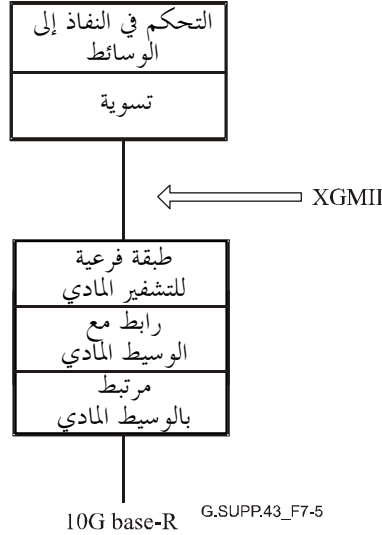


الشكل 4-7 - رتل تقابل بدون بايتات حشو ثابت

3.7 نقل الحمولة النافعة وأتمونات التمهيد وفقاً لمعدل بتات التوصية G.709 وتوخياً لشفافية المعلومات

استعمال معلومات التشفير 66B/64B لتحديد المعطيات والمجموعات المنسقة

تتكون إشارة 10 GbE LAN من عدة طبقات يبينها الشكل 5-7 كآآتي:



الشكل 5-7 - نموذج شبكة 10 GbE LAN

وتصف الفقرة 49 من المعيار [IEEE 802.3] طبقات التشفير المادي PCS الفرعية.

تغليف GFP-F

تُغلف معطيات المستعمل باستخدام رأسية GFP-F مكونة من 8 بايتات.

وتُغلف المجموعات المرتبة باستخدام رأسية GFP-F مكونة من 8 بايتات أيضاً. وللبايت الأولى من المجموعة المرتبة، البتات الأربع الأكثر دلالة مضبوطة على قيمة صفر، أما البتات الأربع الأقل دلالة فهي مساوية لشفرة O. وهذه الطريقة يمكن نقل المجموعات المرتبة من التتابعات والإشارات. وتحتوي البايتات الثلاث التالية على البايتات الثلاث لمعطيات المجموعة المرتبة.

وتتضمن الرأسية المؤلفة من 8 بايتات ما يلي:

- بايتان - مابين طول وحدة معطيات بروتوكول PDU مابين طول الحمولة النافعة (PLI)؛
- بايتان - التحكم في أخطاء الرأسية C (cHEC)؛
- بايتان - نمط إجراء الترتيل العام (GFP)؛
- بايتان - التحكم في أخطاء الرأسية t (tHEC).

ويبين الشكل 5-6 من التوصية [ITU-T G.7041/Y.1303] مجال نمط إجراء الترتيل العام (GFP).

ويدل مجال معرف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل UPI على المعطيات أو المجموعات المرتبة، أما بقية المجالات فهي ساكنة.

- معرف هوية نمط الحمولة النافعة (PTI) = 000 (معطيات الزبون)؛
- يبين تتابع FCS للحمولة النافعة (PFI) = 0 (لا يوجد FCS)؛
- معرف هوية رأسية التوسيع (EXI) = 0000 (رأسية توسيع فارغة)؛

- معرف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (UPI) = استعمال حصري (لتفضيل 1111 1101 (شفرة جديدة للمعطيات المشفرة 66B/64B في 10GbE))؛

= استعمال حصري (لتفضيل 1111 1101 (شفرة جديدة لمجموعات 66B/64B المنسقة في 10GbE)).

ملاحظة - لا تُنقل شفرات التحكم كالشفرات غير النشطة والخطئة والمحموزة. وتُستنبط تنابعات UPI المشفرة من المدى المحجوز للاستعمالات الحصرية وفقاً لما هو مبين في التوصية [ITU-T G.7041/Y.1303].

التقابل بوحدة OPU2

لا تنقل إشارة 10GbE LAN معلومات عن التوقيت أو التزامن، وعليه، لا داعي للحشو. وتُستعمل بتات رأسية OPU "المُستخدمة لأغراض التقابل والتسلسل تحديداً" (البتات 1 و2 و3 من العمود 15 وكل ما يرد في العمود 16) لنقل المعطيات.

أما نمط الحمولة النافعة (الاستعمال الحصري لتفضيل 1000 0111) المسمى "تقابل 64B/66B أرتال GFP-F" والمُستنبط من مدى شفرات الاستعمالات الحصرية التي تخصصها التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]، فهو نمط يُستعمل للتمييز بين هذا التقابل عن ترتيب GFP-F المعياري الذي تصفه الفقرة 2.6.

8 خصائص التقابلات البديلة

يرد في الجدول 1-8 ملخص بخصائص كل تقابل من التقابلات المختلفة وإمكانية تطبيقها. وترد مناقشة مستفيضة لكل خاصية من الخصائص المذكورة في الفقرات المشار إليها في هذه الإضافة.

الجدول 1-8 - خصائص التقابلات البديلة

التقابل	الفقرة 1.6	الفقرة 2.6	الفقرة 1.7	الفقرة 2.7	الفقرة 3.7
مطابق لمعدل بتات التوصية G.709 (انظر الفقرة 1.8)	نعم	نعم	لا	لا	نعم
السطوح البينية داخل الميادين (IrDI) السطوح البينية فيما بين الميادين (IaDI) (انظر الفقرة 2.8)	كلاهما	كلاهما	IaDI فقط	IaDI فقط	كلاهما
تسامح ميقائية إشارة إثرت الزبون (انظر الفقرة 3.8)	ppm 20± (الملاحظة 1)	ppm 100±	ppm 100±	ppm 100±	ppm 100±
تسامح ميقائية إشارة ODUxx (انظر الفقرة 3.8)	ppm 20±	ppm 20±	ppm 100±	ppm 100±	ppm 20±
الارتعاش/ الجنوح وفقاً للتوصية [ITU-T G.8251] (انظر الفقرة 3.8)	نعم	نعم	لا	لا	نعم
صنف رافد بصري مطابق للتوصية G.959.1 (انظر الفقرة 4.8)	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 10G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 40G	NRZ/RZ 10G
صنف زبون مطابق للتوصية G.696.1 (انظر الفقرة 4.8)	10G	10G	40G	40G	10G
تعدد إرسال يصل إلى G40 وفقاً للتوصية [ITU-T G.709/Y.1331] (انظر الفقرة 5.8)	نعم	نعم	لا	لا	نعم
نقل الحمولة النافعة بمعدل كامل (انظر الفقرة 6.8)	لا	نعم	نعم	نعم	نعم
نقل أثمان التمهيد والحمولة النافعة بمعدل كامل (انظر الفقرة 6.8)	نعم	لا	نعم	نعم	نعم

نقل الفجوات بين الرزم (IPG) (انظر الفقرة 6.8)	نعم	لا	نعم	نعم	لا
شفافية بتات كاملة (انظر الفقرة 6.8)	نعم	لا	نعم	نعم	لا
دعم الاستعمال الحصري غير المكشوف للتحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) أو الطبقة الفرعية للتشفير المادي (PCS) (انظر الفقرة 6.8)	نعم	لا	نعم	نعم	نعم (الملاحظة 2)
مراقبة معدل BER بالاستناد إلى الطبقة PCS الفرعية (انظر الفقرة 7.8)	نعم	لا	نعم	نعم	لا

الملاحظة 1- يحدد المعيار [IEEE 802.3] تسامح ميقانية قدره ± 20 ppm لسطح base-W10G البيني. وتبين التوصية [ITU-T G.707/Y.1322] أن بالإمكان نقل إشارات base-W10G التي تستوفي تسامح ميقانية أكثر صرامة بمقدار $\pm 4,6$ ppm بوصفها وحدة STM-64 في إحدى شبكات SDH، غير أن التقابل في وحدة ODU2 يدعم جميع إشارات 10G CBR، بما فيها وحدة STM-64 والسطح البيني base-W10G، الذي لديه تسامح ميقانية قدره ± 20 ppm.

الملاحظة 2- الاستعمال الحصري لأثونات التمهيد استعمال مدعّم، ولكن الاستعمال الحصري للفجوة بين الرزم (IPG) غير مدعّم.

1.8 التوافق مع معدل بتات التوصية G.709

معدل بتات التوصية G.709 المُستعمل عموماً لنقل إشارات بمعدل 10 Gbit/s تقريباً، هو معدل الوحدة OPU2. ويبلغ معدل البتات الاسمي لحمولة OPU2 نافعة 9 995 276,962 kbit/s، وبإمكانه نقل الإشارات مباشرة بواسطة تقابلات مثل GFP-F، أو بواسطة وحدة STM-64 باستعمال تقابل 10GCB R المحدد في الفقرة 2.1.17 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]. والتقابلات المطابقة لمعدل بتات التوصية G.709 هي إشارات قابلة للتشبيك وفقاً لمعمارية شبكة OTN المحددة في التوصية [ITU-T G.872].

2.8 السطوح البينية فيما بين الميادين/داخل الميادين

تحدد التوصية [ITU-T G.872] نمطين مختلفين من السطوح البينية المُستعملة في شبكة النقل البصري. والسطوح البينية فيما بين الميادين (IrDI) سطوح مقيّسة يمكن استعمالها في نقاط نقل الإرسال بين المشغلين أو بين التجهيزات من مختلف الجهات البائعة داخل بيئة المشغل. أما السطوح البينية داخل الميادين (IaDI)، فهي لا تنطبق عموماً إلا على فترة بث مخصصة لجهة بائعة وحيدة داخل شبكة مشغل معينة لإفساح المجال أمام استعمال تكنولوجيا بصرية وحيدة، وإدارة التشتت، وما إلى ذلك، في إطار أنظمة النقل بواسطة الخطوط البصرية لمديات بعيدة.

وتقابلات إشارات base-R 10G بواسطة وحدتي OPU2e و OPU1e وفقاً لما يرد في الفقرتين 1.7 و 2.7، هي سطوح بينية متأصلة داخل الميادين، وهي ليست إشارات مطابقة لمعدل البتات المعياري للتوصية G.709، ولا تُشغل بينياً مع تقابلات إيثرنت المعيارية، التي تستعمل مثلاً إجراءات GFP-F. ولا تُشغل الآليتان المفرطتا الميقانية تشغيلاً بينياً مع بعضهما البعض. وعليه، لا تُوزع عموماً هذه الإشارات إلا على تشكيلة من نقطة إلى نقطة بين تجهيزات تنفذ نفس التقابل.

3.8 التوقيت والتزامن

تسامح توقيت إشارات G.709 هو بمقدار ± 20 ppm، أما تسامح توقيت إشارات base-R 10G إيثرنت فهو ± 100 ppm. والتقابلات المقصورة على إدراج إشارة إيثرنت في أحد الأرتال المماثلة لنمط G.709 (كتلك التي تصفها الفقرتان 1.7 و 2.7)، تقابلات تستنبط توقيتها من إشارة إيثرنت، وبالتالي، فإن دقة توقيتها هي بمقدار ± 100 ppm.

وتسهب التوصية [ITU-T G.8251] في تحليل جوانب التحكم في ارتعاش وجنوح إشارات G.709 التي تبلغ دقة توقيتها ± 20 ppm. ولم يُجر تحليل مماثل لإشارات إيثرنت التي تبلغ دقة توقيتها ± 20 ppm. وعموماً، ينبغي ألا تُوزع الإشارات التي تبلغ دقة توقيتها ± 100 ppm، إلا على حالات التشكيلات من نقطة إلى نقطة التي لا يُعتبر فيها تراكم الارتعاش والجنوح مسألة مهمة.

4.8 الخصائص البصرية

تحدد التوصية [ITU-T G.959.1] أصناف إشارات بصرية رافدة للتشغيل 10G تنطبق على إشارات تدرج ضمن مدى يتراوح بين 2,4 Gbit/s إلى 10,71 Gbit/s. ولا تدرج الإشارات الأعلى من 10.71 Gbit/s، بما فيها التقابلين المفرطي الميقاتية، إلا ضمن مدى 40G الذي يتراوح بين 9,9 Gbit/s إلى 43,02 Gbit/s. وتحدد التوصية [ITU-T G.696.1] مجموعة مماثلة لمديات أصناف الزبائن تتراوح بين 10G و40G. ونظراً لأن الإشارات المطابقة للفقرتين 1.7 و2.7 تتجاوز المديات 10G، فإن الخصائص الطيفية لا تدرج ضمن نطاق أي قناة من قنوات 10G المعيارية، وهو أمر لابد من مراعاته عند انتقاء شبكة التردد المناسب لنقل هذه الإشارات.

5.8 تعدد الإرسال، تعدد الخدمات

تتعلق التوصية [ITU-T G.709/Y.1331] بتعدد إرسال إشارات 10-Gbit/s بواسطة وحدة ODU2 في وحدة ODU3. ويتم تراتب تعدد الإرسال هذا إمكانية الاستفادة على نحو أمثل من سعة الألياف عن طريق نقل أكبر عدد من البتات لكل طول موجة. وعندما تستعمل في الشبكة إشارات بمعدل بتات معياري، يكون تعدد إرسال الإشارات بمعدل 40 Gbit/s على غرار ما هو محدد في الفقرة 19 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331]، تعدد إرسال مباشر، ويصبح التوصيل الشبكي تعدد للخدمات المتعددة ممكناً، وذلك كآليتي: ليس من الضروري أن تنقل جميع وحدات 10-Gbit/s ODU2 نفس النمط من الإشارات. فإشارات ODU2 الناقلة لحمولات نافعة متنوعة تشمل وحدة STM-64، أو إيثرنت مقابلة عبر GFP-F، أو إجراء تعدد إرسال الأربع إشارات ODU1 بمعدل 2.5-Gbit/s، يمكن دمجها داخل نفس طول الموجة البالغ 40-Gbit/s.

ومع ذلك، تعتمد آلية تعدد الإرسال هذه على إشارات ODU2 بمعدل بتات معياري (10 037 273,924 kbit/s) وتسمح توقيت (±20 ppm)، وآلة تعدد الإرسالات هذه ليست معدة لإشارات معدلات البتات غير المعيارية (كوحدة ODU2e (10,3995 Gbit/s) ووحدة ODU1e (10,3558 Gbit/s)) التي يرد وصف لها في الفقرتين 1.7 و2.7 على التوالي. ويتعذر إخضاع هذين المعدلين من معدلات البتات غير المعيارية لتعدد الإرسال مع جميع إشارات معدلات البتات المعيارية أو مع بعضها البعض. وإمكانات الحشو في إطار آلية تعدد الإرسال وفقاً للتوصية G.709، هي إمكانات مصممة أيضاً على أساس افتراض تسامح توقيت قدره ±20 ppm.

6.8 الشفافية

إيثرنت هي عبارة عن تكنولوجيا تبديل بواسطة الرزم. وتعرف الفقرة 6 من التوصية [ITU-T G.8010/Y.1306] المعلومات المتميزة لإحدى شبكات طبقة إيثرنت بوصفها تدفقاً غير ملاصق من وحدات حركة ETH_CI غير المتلاصقة، تحتوي كل منها على عنوان مقصد، وعنوان مصدر، ووحدة معطيات خدمة MAC، تحددتها الراسيات والمؤخرات الخاصة بالوصلة تحديداً.

1.6.8 شفافية المعلومات

تحمل جميع التقابلات التي تناقشها هذه الإضافة تدفق وحدات الحركة ETH_CI، ومن ثم، فإنها شفافة بالنسبة إلى معلومات خصائص شبكة طبقة إيثرنت.

2.6.8 شفافية أرتال MAC

يلخص الجدول 2-8 الراسيات والمؤخرات الخاصة بالوصلة تحديداً والمستعملة في وحدات الحركة ETH_CI المنقولة بواسطة عمليات التقابل التقابلات التي تصفها هذه الإضافة.

الجدول 2-8- الراسيات والمؤخرات ETH_CI المستعملة في مختلف التقابلات

تقابل (فقرة)	نسق الرأسية	نسق المؤخرة	ملء فيما بين الأرتال
1.6	تمهيد + SFD	MAC FCS	IPG
2.6	رأسية GFP	MAC FCS	GFP غير ناشطة
1.7	تمهيد + SFD	MAC FCS	IPG
2.7	تمهيد + SFD	MAC FCS	IPG
3.7	رأسية GFP + تمهيد + SFD	MAC FCS	GFP غير ناشطة

ويُنظر إلى التمهيدات، ومحددات SFD، وفجوات IPG في المعيار [IEEE 802.3] على أنها مقدمات - وليست حمولات نافعة، وهي لا تعبر توصيلاً على التوازي أو مكرراً في أي تكنولوجيا إيثرنت معيارية بأسلوب مزدوج كامل، وهي مُدرجة أصلاً في نسق الرتل لدعم كشف الاصطدام بالنسبة لسطوح إيثرنت البينية نصف المزدوجة والعاملة بمعدل 100 Mbit/s وبمعدلات أدنى من ذلك. ونظراً لأن ذلك يمثل فعاليات "فضاءً حراً" للسطوح البينية المزدوجة الكاملة، فإن هناك حالات يُستعمل فيها التمهيد والفجوة IPG لإرسال المعطيات لأغراض الاستعمالات الحصرية غير المكشوفة.

وتوجد حالات يُفرض فيها شرط يقضي بضرورة نقل التمهيد والفجوة IPG دون المساس بهما عبر إحدى شبكات النقل. واستيفاءً لهذا الشرط في إطار نقل إيثرنت غير معياري، فإن من الضروري أحياناً استعمال تقابلات غير معيارية في شبكة النقل.

3.6.8 شفافية بمعدل كامل

إيثرنت هي عبارة عن تكنولوجيا تبديل بواسطة الرزم، بحسب وصفها الوارد أعلاه. وهناك سطوح إيثرنت بينية بمعدلات مختلفة. ويمكن استعمال عدة معدلات على اختلافها في نفس شبكة إيثرنت، وتبدفقات رزم مُسيرة إلى مقاصدها عبر توصيل على التوازي في الشبكة.

وبالنظر إلى أن إيثرنت هي تكنولوجيا تبديل بواسطة الرزم وليست تكنولوجيا تبديل بواسطة الدارات، لا يوجد ضمان يكفل توفير عرض نطاق كافٍ لنقل جميع الرزم المُسيرة عبر أي وصلة معينة. وقد يحدث ذلك نتيجة استعمال عدة سرعات للوصلة داخل الشبكة، أو لأن الرزم يمكن أن تصل ببساطة إلى توصيل على التوازي عبر وصلات كثيرة مختلفة مُسيرة إلى نفس الوصلة، لتتجاوز بذلك سعة الوصلة. ويمكن أن يؤدي ازدحام من هذا النوع إلى حالات تأخير واستبعاد الرزم عند تجاوز سعة الذاكرة الوسيطة مستوى التوصيل على التوازي. ويشكل هذا الأمر بمجمله جزءاً من تشغيل إيثرنت عادي.

ومع ذلك، هناك حالات يُرى فيها أن من الضروري نقل جميع الرزم من سطح بيني إيثرنت 10G base-R عبر إحدى شبكات النقل. ويُنجز التقابل الذي تصفه الفقرة 1.6 بواسطة سطح بيني 10G base-W (10G WAN PHY) على توصيل إيثرنت على التوازي. وعند تشغيل هذه النقطة اعتيادياً، يؤدي ذلك إلى الحصول على أقصى تدفق للرزم عبر هذه الوصلة، وهو تدفق يقل بنسبة 3% تقريباً عن أقصى تدفق يمكن الحصول عليه باستعمال سطح بيني 10G base-R (10G LAN PHY).

والتقابل الذي تصفه الفقرة 2.6 قادر على نقل كامل معدل رزم السطح البيني 10G base-R حتى إذا كان معدل البتات المتسلسل المتيسر في وحدة OPU2 أخفض. وتمثل الأسباب التي تقف وراء إمكانية دعم نفس تدفق الرزم بمعدل بتات منخفض، فيما يلي:

- استعمال مخطط الشبكة OTN (الفقرة 2.11 من التوصية [ITU-T G.709/Y.1331] بدلاً من تشفير 66B/64B لضمان تحقيق الانتقالات اللازمة لترتيل الإشارة المستقبلية؛
- استعمال رأسية GFP لتحديد الرزم عوضاً عن ترتيل MAC. وتستعمل رأسية GFP نفس عدد الأثونات المستعمل في التمهيد والمحدد SFD، لكن بالنسبة للترتيل MAC فإنه يحتاج إلى فجوة IPG (مكونة من 12 أثوناً على الأقل) بعد تتابع MAC FCS.

ولا داعي لاستعمال تقابلات غير معيارية (الفقرتان 1.7 و 2.7)، إلا في حال تحقيق كامل معدل الرزم 10G base-R وشفافية أرتال MAC (انظر الفقرة 2.6.8)، مما يفسح المجال أمام استعمال التمهيد والفجوة IPG أو طبقة PCS الفرعية على نحو غير معياري.

7.8 مراقبة معدل الخطأ في البتات BER

توفر التوصية [ITU-T G.709/Y.1331] في بنية أرتال ODUk، آلية لمراقبة المعدل BER على نحو مستقل عن إشارة الزبون المرسلة باستعمال أحد اختبارات التعادلة BIP-8. ويتيسر ذلك على مستوى المسير (ODUk) وطبقة القسم (OTUk)، بالإضافة إلى عدد من الطبقات يصل إلى ست طبقات لمراقبة التوصيل الترادفي.

وبالإضافة إلى ذلك، بإمكان التقابلات الناقلة لتشفير 66B/64B لطبقة التشفير المادي الفرعية PCS الفرعية، أن تنفذ مراقبة المعدل BER من انتهائية MAC إلى انتهائية MAC داخل طبقة الزبون ذاتها عن طريق الكشف عن كلمات الشفرة 66B غير الصالحة.

وعمدور التقابلات التي تفك تشفير 66B/64B قبل إرسال الرزم (باستعمال الترتيل GFP-F مثلاً المحدد في الفقرة 2.6) أن تستفيد أيضاً من هذا التشفير في مراقبة المعدل BER عبر قطع المسير باستعمال أحد السطوح البينية المادية 10G base-R، ولكن مع استعمال تعادلة تشفير البتات BIP-8 داخل مقدمة الوحدة ODU2 لمراقبة المعدل BER على قطع OTN شبكات النقل البصري المشكّلة للمسير.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريف
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطراية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطارييف الخاصة بالخدمات التلمائية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات