الاتحـــــــاد الـــدولـــــــي للاتصـــــــالات

G.7041/Y.1303

ITU-T

(2005/08)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

المعطيات عبر شبكات النقل – الجوانب العمومية – اعتبارات عامة

السلسلة Y: البنية التحتية العالمية للمعلومات، وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

الجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت – النقل

إجراء الترتيل النوعي (GFP)

التوصية ITU-T G.7041/Y.1303

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199 - G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299 - G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399 - G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449 - G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط	G.499 - G.450
خصائص وسائط الإرسال	G.699 - G.600
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799 - G.700
تجهيزات مطرافية أخرى	G.799 - G.790
الشبكات الرقمية	G.899 - G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999 - G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999 - G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999 - G.6000
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.7999 - G.7000
اعتبارات عامة	**G.7099 - G.7000**
جوانب ضبط شبكات النقل	G.7799 – G.7700
الشبكات الرقمية	G.8999 - G.8000
شبكات النفاذ	G.9999 - G.9000

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

التوصية ITU-T G.7041/Y.1303

إجراء الترتيل النوعي (GFP)

ملخص

تعرّف هذه التوصية إجراء الترتيل النوعي (GFP, *generic framing procedure*) الذي يمكّن من الفصل بين الحمولات النافعة ذات الطول المتغير والأثمونات المتراصفة، وإشارات الزبائن عالية السوية، من أجل التقابل اللاحق في مسارات متزامنة أثمونياً، كتلك التي عُرِّفت في التوصيات G.707/Y.1322 و G.8040/Y.1340 و G.709/Y.1331 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T). فهذه التوصية تتناول بالتعريف ما يلي:

- أنساق الترتيل لوحدات معطيات البروتوكول (PDUs, *protocol data units*) التي تُنقَل بين نقطة بدء إجراء الترتيل النوعي ونقطة انتهائه؛
- تقابل إشارات الزبائن في الإجراء GFP.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات في 22 أغسطس 2005 على التوصية ITU-T G.7041/Y.1303 بموجب الإجراء المحدد في التوصية A.8.

الكلمات الرئيسية

إجراء الترتيل النوعي، شبكة النقل البصرية (*Optical Transport Network*)، التراتب الرقمي التزامني (*Synchronous Digital Hierarchy*).

تمهيـــد

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 والتعريفة، 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 الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظـــة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد 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 التقيّد 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، كان 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).

© ITU 2005

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

المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 مصطلحات وتعريفات 3
4 مختصرات 3
5 اصطلاحات 6
6 الجوانب المشتركة لأسلوبي GFP، المتّصف بالتقابل الرتلي والمتصف بالتقابل الشفاف 6
1.6 البنية الأساسية للإشارة بخصوص أرتال GFP الزبون 6
2.6 أرتال التحكم GFP 18
3.6 وظائف سوية الرتل حسب GFP 19
7 الجوانب الخاصة بالحمولة النافعة في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي..... 22
1.7 الحمولة النافعة للتحكم MAC لإثرنت 22
2.7 الحمولة النافعة HDLC/PPP 23
3.7 الحمولة النافعة في "القناة الليفية" (FC) عن طريق FC-BBW_SONET 24
4.7 معالجة الأخطاء في الإجراء *GFP* المتصف بالتقابل الرتلي 25
5.7 الحمولة النافعة في حلقة الترزيم المرنة (RPR) طبقاً للمعيار IEEE.802.17 26
6.7 التقابل المباشر لأرتال MPLS بأرتال GFP-F..... 26
7.7 التقابل المباشر لأرتال IP ووحدات IS-IS PDUs بأرتال GFP-F 27
8.7 الحمولة النافعة DVB ASI 28
8 الجوانب الخاصة بالحمولة النافعة في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الشفاف لإشارات الزبائن 8B/10B..... 30
1.8 الجوانب المشتركة للعملية GFP-T 30
2.8 تباين التشغيل في الشفرات 64B/65B 35
3.8 جوانب خاصة بالزبون في تعطل الإشارة..... 37
4.8 التقابل المتزامن الشفاف الكامل التدفق للشفرات الزبون 8B/10B في الإجراء GFP 40
5.8 التقابل غير المتزامن (الكامل أو المخفّض التدفق) لشفرات الزبون 8B.10B في الإجراء GFP 44
التذييل I – أمثلة على النماذج الوظيفية لتطبيقات الإجراء GFP..... 45
التذييل II – أمثلة على أنماط الحمولة النافعة GFP 48
التذييل III– مثال على رتل GFP يوضح ترتيب الإرسال وطريقة حساب التحقق من الإطناب الدوري CRC..... 49
1.III مثال عمل على رتل GFP-F 49
2.III مثال عمل على حساب التحكم CRC في فدرة GFP-T جامعة..... 52
التذييل IV – عدد الفدرات الجامعة المستعملة في إجراء الترتيل النوعي الشفاف (GFP-T) 52
1.IV مقدمة..... 52
2.IV حساب عرض النطاق "الاحتياطي" 52
3.IV حساب عرض النطاق المتيسِّر للأرتال CMF 53
التذييل V – متطلّبات النقل على إثرنت من حيث عرض النطاق 54

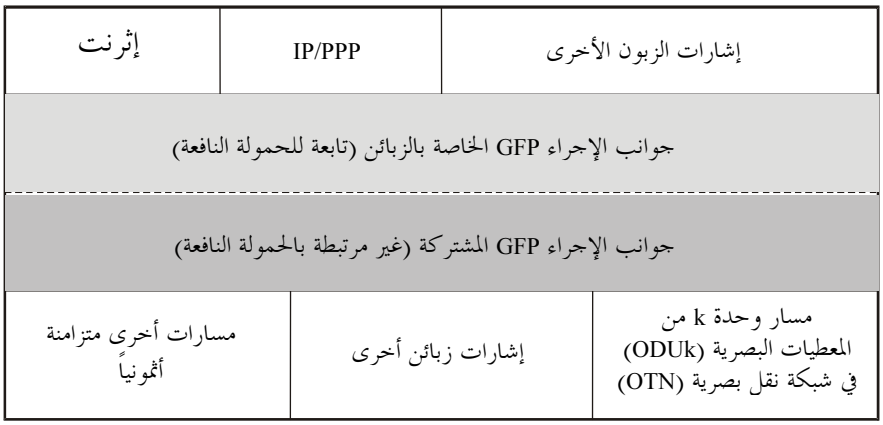
مقدمة

يوفّر إجراء الترتيل النوعي (GFP) آلية نوعية لتكييف حركة إشارات الزبائن العالية الطبقة، مع شبكة النقل. وإشارات الزبائن يمكن أن تكون موجَّهة وفقاً للوحدات PDU (مثل IP/PPP أو Ethernet MAC) أو أن تكون تدفقات ثابتة المعدل وموجَّهة وفقاً لشفرة الفِدَر (مثل Fibre Channel أو ESCON/SBCON).

تضم مواصفة الإجراء GFP جوانب مشتركة وجوانب خاصة بالزبائن. فجوانب الإجراء GFP المشتركة هي جميع حركات النقل المكيَّفة مع GFP ويأتي بيانها في المقطع 6. والجوانب الخاصة بالزبائن يأتي بيانها في المقطعين 7 و8. ونعرّف هنا أسلوبين لتكييف إشارات الزبائن مع GFP هما:

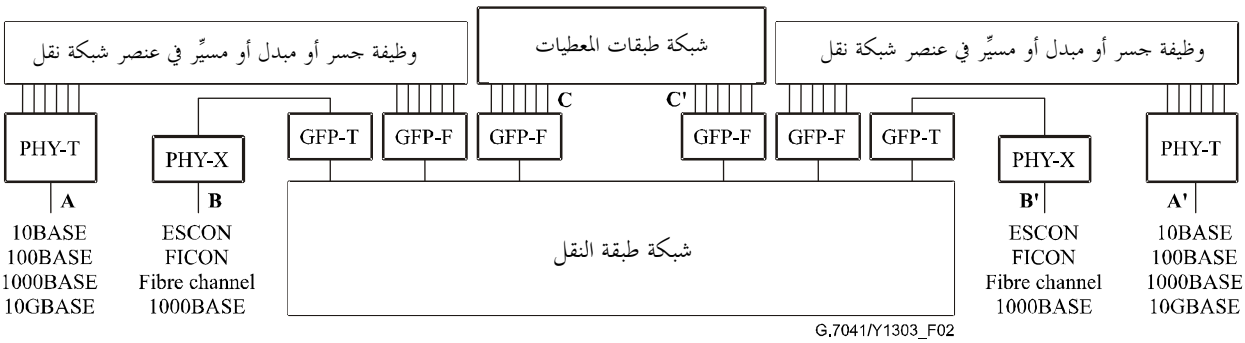
- أسلوب تكييف موجَّه وفقاً للوحدات PDUs، يشار إليه بمصطلح "أسلوب GFP المتصف بالتقابل الرتلي" (GFP-F, *frame-mapped GFP*)، ويرد تعريفه في المقطع 7؛
- أسلوب تكييف موجَّه وفقا لشفرة الفِدَر، يشار إليه بمصطلح "أسلوب GFP الشفاف" (GFP-T, *transparent GFP*)، ويرد تعريفه في المقطع 8.

ويبيِّن الشكل 1 العلاقات بين إشارات الزبائن في الطبقة العليا، والإجراء GFP، ومسارات النقل الخاصة به.



الشكل 1/ G.7041/Y.1303 – علاقات الإجراء GFP بإشارات الزبائن ومسارات النقل

يوضح الشكل 2 البيئة التي يعمل ضمنها الإجراء GFP



الشكل 2/ G.7041/Y.1303 – النموذج الوظيفي للإجراء GFP (زبون واحد)

في أسلوب التكييف المتصف بالتقابل الرتلي، تعمل وظيفة تكييف زبون/GFP في طبقة الوصل الخاصة بمعطيات إشارة الزبون (أو طبقة أعلى). ومن الضروري هنا توفير رؤية الوحدات PDUs التابعة للزبون وتنتج قابلية الرؤية هذه حين

تصدر الوحدات PDUs التابعة للزبون إما عن شبكة طبقات المعطيات (مثل تركيب المسيِّرات المشتغلة بالبروتوكول IP (IP router fabric) أو تركيب مبدِّلات إثرنت (Ethernet switch fabric) ('C/C في الشكل 2))، وإما عن وظيفة جسر أو مبدِّل أو مسيِّر في عنصر شبكة نقل (TNE)، مثلاً. وفي هذه الحالة الأخيرة، يكون استقبال الوحدات PDUs عن طريق سطح بيني إثرنت ('A/A في الشكل 2).

وفي أسلوب التكييف الشفاف، تعمل وظيفة تكييف زبون/GFP على تدفق سمات مشفَّرة، لا على وحدات الزبون PDUs الواصلة. ولذا فإنه من الضروري معالجة مكان كلمة الشفرة الواصلة فيما يخص إشارة الزبون ('B/B في الشكل 2).

وبوجه عام، يمكن إنشاء توصيلات بين المنافذ التالية: A و'A وB و'B وC و'C، A و'C، وأخيراً C و'A. وهنا يسترعى الانتباه إلى أن المنفذين الماديين B و'B يتحتم كونهما من نفس النمط لكي يقوم توصيل بينهما، في حين يجوز اختلاف نمط المنفذين الماديين A و'A.

وسيأتي في التذييل I نماذج وظيفية عالية السوية مصاحبة لمعالجة GFP المذكورة أعلاه.

إجراء الترتيل النوعي (GFP)

1 مجال التطبيق

تعرّف هذه التوصية إجراء الترتيل النوعي (GFP, *generic framing procedure*) من أجل تغليف الحمولات النافعة المتغير طولها لإشارات الزبون المتنوعة، ثم نقلها عبر الشبكات SDH وPDH وOTN المعرَّفة في التوصيات G.707/Y.1322 وG.8040/Y.1340 وG.709/Y.1331 الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات (ITU-T). فهذه التوصية تتناول بالتعريف ما يلي:

- أنساق الترتيل لوحدات معطيات البروتوكول (PDUs, *protocol data units*) التي تُنقَل بين نقطة بدء إجراء الترتيل النوعي ونقطة انتهائه؛
- تقابل إشارات الزبائن في الإجراء GFP.

يمكن تطبيق إجراء الترتيل الموصوف في هذه التوصية على تغليف أرتال زبون بكاملها (أسلوب GFP المتصف بالتقابل الرتلي)، حيث يقابل رتل زبون واحد في رتل GFP واحد، وعلى النقل المتصف بتقابل السمات (أسلوب GFP المتصف بالشفاف)، حيث يُجرى تقابل عدد من سمات معطيات الزبون في شفرات فدرة من أجل نقلها على نحو فعال في رتل GFP.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، نحث جميع المستعملين لهذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

- التوصية G.707/Y.1322 (2003)، *السطح البيني لعقدة الشبكة للتراتب الرقمي المتزامن (SDH).*
- التوصية G.709/Y.1331 (2003)، *السطوح البينية في شبكة النقل البصري (OTN).*

التوصية G.783 (2004)، *خصائص القدرات الوظيفية في تجهيزات التراتب الرقمي المتزامن (SDH).*

- التوصية ITU-T G.798 (2004)، *خصائص الفدر الوظيفية في التجهيزات ذات التراتبية الرقمية في شبكة النقل البصرية.*

التوصية G.806 (2004)، *خصائص تجهيزات النقل – منهجية الوصف والوظيفية العامة.*

- التوصية G.8021/Y.1341 (2004)، *خصائص الفدر الوظيفية في تجهيزات شبكة إثرنت للنقل.*
- التوصية G.8040/Y.1340 (2005)، *التسلسل الافتراضي للإشارات ذات التراتبية الرقمية متقاربة التزامن (PDH).*
- التوصية H.222.0 (2000)، *تكنولوجيا المعلومات – التشفير النوعي للصور المتحركة والمعلومات السمعية المصاحبة لها: الأنظمة.*
- التوصية I.432.1 (1999)، *سطح بيني لمستعمل- شبكة في الشبكة ISDN عريضة النطاق – مواصفة الطبقة المالية: الخصائص العامة.*
- التوصية J.131 (1998) *نقل إشارات MPEG-2 في شبكات التراتبية SDH.*
- التوصية J.132 (2002)، *نقل إشاراات MPEG-2 في شبكات التراتبية SDH.*
- التوصية J.133 (2002)، *قياس تدفقات نقل الإشارات MPEG-2 في الشبكات.*
- المعيار IEEE 802.3 (2002)، *لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات، معايير تكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – شبكات المنطقة المحلية والمنطقة الحضريت – المتطلبات المحددة – الجزء 3: النفاذ المتعدد بتحسس الموجة الحاملة مع أسلوب النفاذ باكتشاف الاصطدام (CSMA/CD) ومواصفات الطبقة المادية.*

– *IEEE 802.17-2004, Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 17: Resilient packet ring (RPR) access method & physical layer specifications.*

– ANSI INCITS 230-1994, *Information Technology – Fibre Channel – Physical and Signaling Interface (FC-PH)*.

– *ANSI INCITS 296-1997, Information Technology – Single-Byte Command Code Sets CONnection (SBCON) Architecture.*

– ANSI INCITS 342-2001, *Information Technology – Fibre Channel Backbone (FC-BB)*.

– ANSI INCITS 372-2003, *Information Technology – Fibre Channel Backbone (FC-BB-2)*.

– *ETSI (CENELEC) EN 50083-9:2002, Cable networks for television signals, sound signals and interactive services; Part 9: Interfaces for CATV/SMATV headends and similar professional equipment for DVB/MPEG-2 transport streams. (DVB Blue Book A010), Annex B, Asynchronous Serial Interface.*

– *ETSI TR 101 891 (2001), Digital Video Broadcasting (DVB); Professional Interfaces: Guidelines for the implementation and usage of the DVB Asynchronous Serial Interface (ASI).*

– *ETSI TR 101 290 (2001), Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems.*

– ETSI ETS 300 813 (1997), *Digital Video Broadcasting (DVB); DVB interfaces to Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) networks*.

– *ETSI ETS 300 814 (1998), Digital Video Broadcasting (DVB); DVB interfaces to Synchronous Digital Hierarchy (SDH) networks.*

– IETF RFC 791/STD0005 (1981), *Internet Protocol*.

– IETF RFC 1195 (1990), *Use of OSI IS-IS for Routing in TCP/IP and Dual Environments*.

– IETF RFC 1661 (1994), *The Point-to-Point Protocol (PPP)*.

– IETF RFC 1662 (1994), *PPP in HDLC-like Framing*.

– IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*

- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.

– المعيار ISO/IEC 10589:2002: *تكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – بروتوكول داخل مجالات تسيير من نظام وسيط إلى نظام وسيط يستخدم مع بروتوكول خدمة الشبكة بأسلوب عدم التوصيل (ISO 8473).*

– المعيار ISO/IEC 13239-1:2002، *تكنولوجيا المعلومات – تبادل الاتصالات والمعلومات بين الأنظمة – إجراءات التحكم بوصلة المعطيات عالية السوية (HDLC).*

– المعيار ISO/IEC 13818-1: 2002، *تكنولوجيا المعلومات – تشفير نوعي للصور المتحركة والمعلومات السمعية المرفقة بها: الأنظمة.*

– المعيار ISO/IEC 13818-9: 1996، *تكنولوجيا المعلومات – تشفير نوعي للصور المتحركة والمعلومات السمعية المرفقة بها – الجزء 9: توسيعات السطوح البينية بالوقت الفعلي لأغراض ممتلكات تشفير الأنظمة.*

3 مصطلحات وتعريفات

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.3 الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي: هو نمط تقابلي لـــGFP يحصل فيه استقبال رتل إشارة الزبون وتقابله كليا في رتل GFP.

2.3 معرِّف هوية القناة (CID): هو عدد اثنيني قوامه 8 بتات يُستعمَل للدلالة على إحدى قنوات الاتصال الـــ256 في نقطة بدء أو انتهاء الإجراء GFP.

3.3 رتل معطيات الزبون: هو رتل GFP يحتوي معطيات حمولة نافعة من إشارة الزبون.

4.3 الرتل الإداري المخدوم : هو رتل GFP يحتوي معلومات مصاحبة لإدارة التوصيل GFP بين المصدر GFP والبئر.

5.3 رتل التحكم: هو رتل GFP يُستعمل للتحكم في التوصيل GFP. والتحكم الوحيد المعرَّف حاليا هو الرتل الذي في وضع الراحة.

6.3 وحدة الإرسال الأعظمية (**MTU**, *maximum transmission unit*): هي القد الأعظمي لمساحة الحمولة النافعة GFP مقيسا بأثمونات.

7.3 تباين التشغيل: هو إجراء يُستعمَل في شفرات خطوط فدرية، مثل 8B/10B، من أجل تحقيق التوازن في آخر المطاف بين العدد الكلي لما يرسل من 1 و0. ويكون تباين التشغيل في نهاية فدرة فرعية من خطوط التشفير موجبا، إذا كان عدد الأرقام الواحد أكبر من عدد الأصفار في مقدار ما أُرسل حتى هذه النقطة، وسالبا إذا كان عدد الأصفار هو الأكبر. ويستعمل المشفِّر قيمة تباين التشغيل لتقرير أي من الشفرتين الممكنتين يتعيّن إرسالها من أجل تقابل السمات القادم، لكي يتحقق التوازن بين عدد الأرقام الواحد وعدد الأصفار ضمن مقدار ما يُرسَل.

8.3 مَنْفَذ المصدر/المقصد (**SP/DP**, *source/destination port*): كيان منطقي ذو عنوان على سطح بيني مادي.

9.3 الفدرة الكبرى: هي بنية في الإجراء GFP الشفاف تجمع بين عدة شفرات 64B/65B والتحكم CRC-16، لتحقيق التراصف الأثموني للحمولة النافعة والتحكم في أخطاء بتات الفدرة الكبرى. انظر الشكل 8–3 أدناه.

10.3 الإجراء GFP الشفاف: هو نمط تقابل في الإجراء GFP يقوم على تفكيك شفرة سمات الزبون المشفرة فدريا، ثم تقابلها في رتل GFP ثابت الطول، فيمكن إرسالها فورا، دون حاجة إلى انتظار أن يتم استقبال رتل كامل من معطيات الزبون.

4 مختصرات

تُستعمَل في هذه التوصية المختصرات التالية:

ANSI معهد المعايير الوطني الأمريكي

ASI سطح بيني لاتزامني للبث التلفزيوني الرقمي (*asynchronous interface for DVB*)

ATM أسلوب نقل لاتزامني (*asynchronous transfer mode*)

cHEC التحكم الرئيسي في أخطاء الرأسية (*core HEC*)

CID معرف هوية القناة (*channel ID*)

CoS صنف الخدمة (*class of service*)

CRC التحقق من الإطناب الدوري (*cyclic redundancy check*)

CSF عطل إشارة الزبون (*client signal fail*)

DE أولوية النبذ (*discard eligibility*)

DP مَنْفذ المقصد (*destination port*)

DST المقصد

DVB إذاعة فيديوية رقمية (*digital video broadcast*)

eHEC التحكم في أخطاء رأسية التوسيع (*extension HEC*)

EOF نهاية الرتل (*end of frame*)

ESCON التوصيل مع أنظمة المؤسسة (*enterprise systems connection*)

EXI معرِّف هوية رأسية التوسيع (*extension header identifier*)

FC قناة ليفية (*fibre Channel*)

FCS تتابع التحقق من الرتل (*frame check sequence*)

FICON التوصيل على ألياف بصرية (*fibre connection*)

GFP إجراء الترتيل النوعي (*generic framing procedure*)

GFP-F الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي (*frame mapped GFP*)

GFP-T الإجراء GFP الشفاف (*transparent GFP*)

HDLC التحكم في وصلة رفيعة السوية للمعطيات (*high-level data link control*)

HEC التحكم في أخطاء الرأسية (*header error check*)

IEEE معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*)

IFG الفرجة الفاصلة بين الأرتال (*inter-frame gap*)

IP بروتوكول إنترنت (*Internet protocol*)

IPG الفرجة الفاصلة بين الرزم (*inter-packet gap*)

ISDN الشبكة الرقمية المتكاملة الخدمات (*Integrated Services Digital Network*)

ISO المنظمة الدولية للتقييس (*International Organization for Standardization*)

ITU-T الاتحاد الدولي للاتصالات–قطاع تقييس الاتصالات (*International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector*)

LCC سمة التحكم الأخيرة (*last control character*)

LOL فقدان الضوء/الإشارة البصرية (*loss of light*)

LOS فقدان الإشارة (*loss of signal*)

LSB البتة الأقل دلالة (*least significant bit*)

MAC التحكم في النفاذ إلى الوسائط (*media access control*)

MAPOS بروتوكول النفاذ المتعدد إلى الشبكة SONET/SDH (*multiple access protocol over SONET/SDH*)

MPEG فريق خبراء الصور المتحركة (*moving picture expert group*)

MPLS تبديل متعدد البروتوكولات مع وسم (*multiprotocol label switching*)

MSB البتة الأكثر دلالة (*most significant bit*)

MTU أكبر وحدة إرسال (*maximum transmission unit*)

NE عنصر الشبكة/العنصر الشبكي (*network element*)

OA&M التشغيل والإدارة والصيانة (*operations, administration & maintenance*)

ODU وحدة بصرية للمعطيات (*optical data unit*)

OTN شبكة نقل بصرية (*optical transport network*)

PCR مرجع زمني للبرامج (*program clock reference*)

PDH تراتب رقمي متقارب الزمن (*plesiochronous digital hierarchy*)

PDU وحدة معطيات البروتوكول (*protocol data unit*)

PFI مبين التتابع FCS للحمولة النافعة (*payload FCS indicator*)

PLI مبين طول الحمولة النافعة (*payload length indicator*)

PPP بروتوكول من نقطة إلى نقطة (Point-to-Point Protocol)

PTI معرف هوية نمط الحمولة النافعة (*payload type identifier*)

RD تباين التشغيل (*running disparity*)

RPR حلقة ترزيم مرنة (*resilient packet ring*)

RS شفرة ريد–سولومون

SBCON شفرة أمر أرقام الواحدية البايتة تُنشئ التوصيل (*single-byte command code sets connection*)

SDH تراتب رقمي تزامني (*synchronous digital hierarchy*)

SDTV تلفزيون رقمي باستبانة عادية (*standard definition TV*)

SOF بداية الرتل (*start of frame*)

SONET شبكة بصرية تزامنية (*synchronous optical network*)

SP مَنْفذ المصدر (*source port*)

SPE غلاف حمولة نافعة متزامنة (*synchronous payload envelope*)

SRC مصدر

SSF تعطل إشارة المخدِّم (*server signal failure*)

STS إشارة نقل تزامني (*synchronous transport signal*)

tHEC تحكم HEC لمجال النمط (*type HEC*)

TS تدفق النقل (*transport stream*)

TSF تعطل إشارة القناة (*trail signal fail*)

TTL عمر (*time-to-live*)

UPI معرِّف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (*user payload identifier*)

5 اصطلاحات

ترتيب الإرسال. في جميع المخططات الواردة في هذه التوصية، وُضِع ترتيب إرسال المعلومات في البداية من اليسار إلى اليمين ثم من الأعلى إلى الأسفل. ومن كل بايتة تُرسَل أولا البتة الأكثر دلالة. وهذه البتة الأكثر دلالة ممثلة في الجزء الأيسر من كل مخطط.

قيم المجالات غير المحددة. القيمة بالتغيّب لأي مجال رأسية غير محدد هي 0، ما لم يرد إشعار بخلاف ذلك.

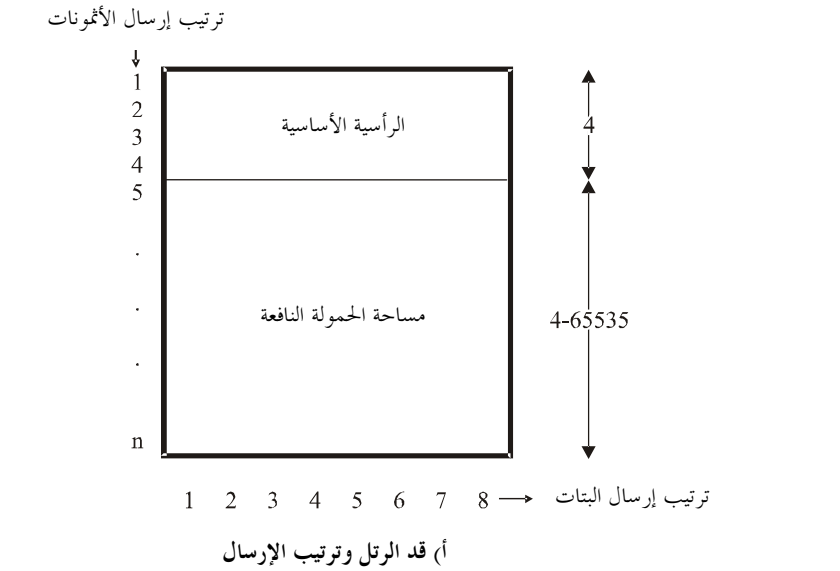
6 الجوانب المشتركة لأسلوبَي GFP ، المتصف بالتقابل الرتلي والمتصف بالتقابل الشفاف

يتناول هذا المقطع الجوانب المشتركة (المستقلة عن البروتوكول) للإجراء GFP فيما يخص الحمولات النافعة متراصفة الأثمونات. أما تقابل الحمولات النافعة المرتَّلة وفقا لتراتب SDH في حاوية تقديرية n (VC-*n*) فهو مبيَّن في التوصية ITU-T. G.707/Y.1322. وأما تقابل الحمولات النافعة المرتلة وفقا لوحدة المعطيات ODUk في شبكة OTN فهو مبيَّن في التوصية ITU-T G.709/Y.1331.

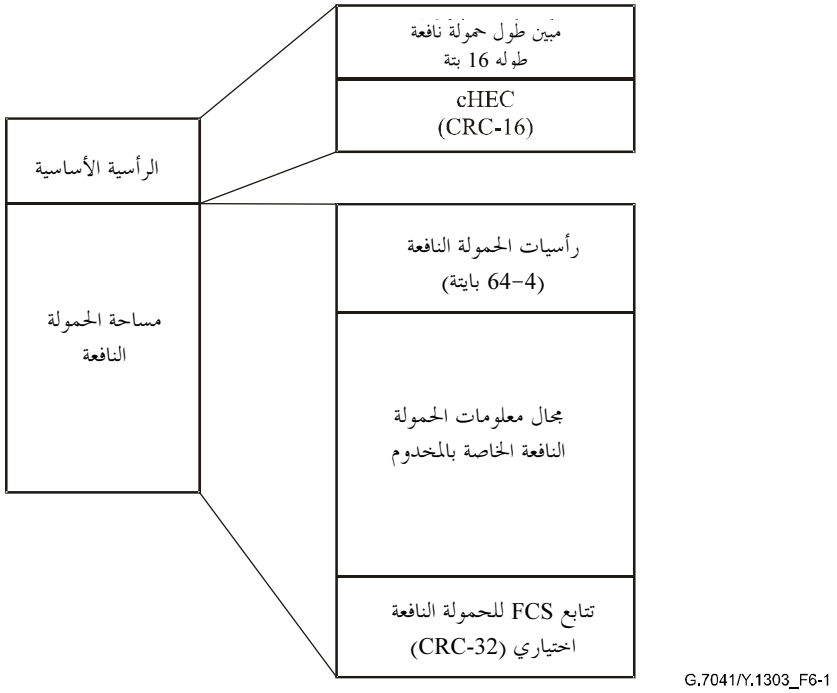
يستعمل الإجراء GFP صيغة متغيِّرة لآلية تعيين حدود الأرتال المعتمدة على التحقق من أخطاء الرأسية (HEC)، المحددة من أجل أسلوب النقل اللاتزامني (ATM, *asynchronous transfer mode*) (انظر التوصية ITU-T. I.432.1). ويُعرَّف في هذا المقطع نوعان من أرتال الإجراء GFP هما: أرتال GFP الزبون، وأرتال GFP التحكمية، ويأتي تعريفهما في الفقرتين 1.6 و 2.6 أدناه. ويستعمل الإجراء GFP أيضا آلية مرنة هي توسيع الرأسية (للحمولة النافعة)، تسهّل تكييف GFP لاستعماله مع آليات نقل متنوعة. ويأتي في الفقرة 3.2.1.6 توصيف الأنماط المعرَّفة حاليا لرأسيات توسيع الحمولة النافعة.

1.6 البنية الأساسية للإشارة بخصوص أرتال GFP الزبون

يبيّن الشكل 6–1 نسق أرتال GFP. أرتال GFP متراصفة أثمونيا وهي مكوَّنة من رأسية GFP أساسية ومساحة للحمولة النافعة GFP، باستثناء أرتال GFP التي في وضع الراحة.



أ) قد الرتل وترتيب الإرسال

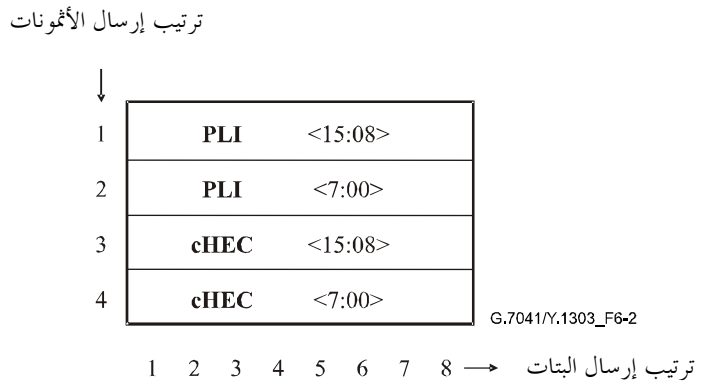


ب) المجال المكوّن لرتل GFP للزبون

الشكل 6-1/ G.7041/Y.1303 – نسق أرتال GFP للزبون

1.1.6 الرأسية GFP الأساسية

يعرض الشكل 6-2 نسق الرأسية الأساسية في الإجراء GFP. تتكون الأثمونات الأربعة للرأسية الأساسية GFP من مجال 16 بتة لمبين طول الحمولة النافعة، ومجال 16 بتة للتحقق من أخطاء الرأسية الأساسية (cHEC). هذه الرأسية تمكّن من تعيين الحدود بين أرتال GFP بصورة مستقلة عن محتوى الوحدات PDUs التابعة لطبقة أعلى.



GFP

الشكل 6–2/ G.7041/Y.1303 – نسق الرأسية الأساسية في الإجراء

1.1.1.6 مجال مبين طول الحمولة النافعة (PLI)

يحتوي المجال ذو الأثمونين للمبين PLI عدداً اثنينياً يمثل عدد أثمونات مساحة الحمولة النافعة في الإجراء GFP. وأصغر قيمة مطلقة لمجال المبين PLI في رتل GFP مخدوم هي 4 أثمونات. وقيم المبين PLI من 0 إلى 3 محجوزة للاستعمال في رتل GFP للتحكم (انظر الفقرة 2.6).

2.1.1.6 مجال التحكم في أخطاء الرأسية الأساسية (cHEC).

مجال التحكم في أخطاء الرأسية الأساسية وطوله أثمونان يحتوي على شفرة من نمط CRC-16 للتحكم في الأخطاء، تضمن سلامة محتويات الرأسية الأساسية بإقرار الصلاحية لتصحيح الخطأ في بتة واحدة ولكشف الخطأ في عدد من البتات. ويتم حساب التتابع cHEC على أثمونات الرأسية الأساسية كما هو معرَّف في الفقرة 1.2.1.1.6 التالية.

1.2.1.1.6 معالجة التحكم في أخطاء الرأسية (HEC)

متعدد الحدود المولِّد HEC هو: $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$، بقيمة تدميثية تساوي 0، حيث x^{16} تطابق البتة الأكثر دلالة (MSB) و x^0 تطابق البتة الأقل دلالة (LSB).

ومجال cHEC تولِّده عملية تكييف مصدري طبقا للمراحل التالية (انظر التذييل I/V.41):

1) يؤخذ الأثمونان الأولان في رتل GFP، بترتيب أثمونات الشبكة، والبتات الأكثر دلالة في البداية، بحيث تتكون تشكيلة قوامها 16 بتة، تمثل معاملات حدودية هي M(x) درجتها 15.

2) يُضرَب متعدد الحدود M(x) في x^{16} ويُقسَم (أساس 2) على $G(x)$ فيكون الحاصل هو $R(x)$ بدرجة 15 أو أقل.

3) تُعتبَر معاملات $R(x)$ تتابعاً قوامه 16 بتة، حيث x^{15} هي البتة الأكثر دلالة.

4) تتابع الـ 16 بتة هذا هو التحقق CRC-16 وتكون أول بتة تُرسَل منه هي المعامل x^{15} ، وآخر بتة ترُسَل هي المعامل x^0 .

عملية التكييف البئري تجري في المراحل 1–3 مثل عملية تكييف الأصل. وفي حال خلو البتات من الأخطاء، يكون الباقي الحاصل هو 0000 0000 0000 0000.

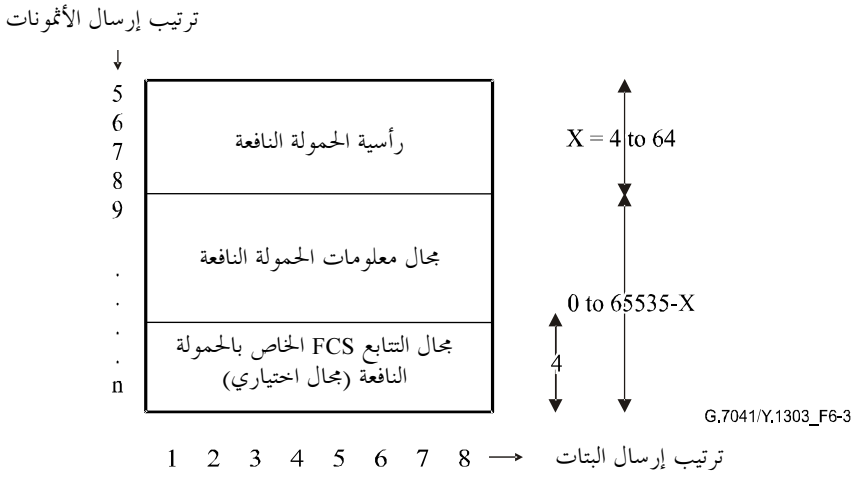
هذا التصحيح للخطأ الواحد يُجرى على الرأسية الأساسية. ومن شأن عملية التكييف البئري في الإجراء GFP أن تستبعد كل الأرتال GFP التي تُكشَف فيها أخطاء في عدة بتات. ومن شأنها أيضاً تحيين سجلات النظام المناسبة لأغراض مراقبة الأداء.

3.1.1.6 تخليط الرأسية الأساسية

تُخلَّط الرأسية الأساسية من أجل موازنة DC مع العدد الست عشري B6AB31E0، بعملية "أو" الحصرية (جمع من المقاس 2). هذا العدد هو تتابع من نمط باركر، بالطول 32 وانتقال الحد الأقصى وفص الحد الأدنى الجانبي. إن تخليط الرأسية الأساسية في إطار الإجراء GFP يزيد قوة إجراء رسم الحدود الفاصلة لأرتال GFP، ويوفّر عدداً كافياً من الانتقالات 0–1 و1–0 أثناء فترات الإرسال الشاغر.

2.1.6 مساحة الحمولة النافعة في الإجراء GFP

في الإجراء GFP، تُستعمَل مساحة الحمولة النافعة، الحاوية لجميع أثمونات الرتل GFP الذي يلي الرأسية الأساسية GFP، من أجل تسيير معلومات بروتوكولية نوعية تخص الطبقات العليا. وهذه المساحة المتفاوتة الطول يمكن أن تحتوي على كمية أثمونات تتراوح بين 4 أثمونات و65 535 أثموناً. وتتكون مساحة الحمولة النافعة GFP، كما يبيّنه الشكل 6–3، من عنصرين رئيسيين: رأسية الحمولة النافعة، ومجال معلومات الحمولة النافعة. ويفترض أيضاً وجود مجال اختياري لتتابع FCS خاص بالحمولة النافعة (pFCS).

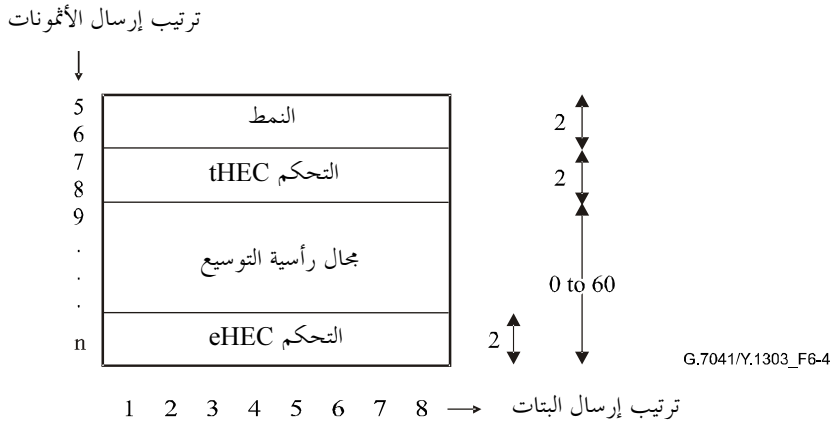


الشكل 6–3/ G.7041/Y.1303 – نسق مساحة الحمولة النافعة في الإجراء GFP

حجم الوحدات GFP MTU بخصوص مساحة الحمولة النافعة GFP عملياً هو شأن خاص بالتطبيقات. ولكن يُفترَض في التنفيذ أن يستطيع تأدية إرسال واستقبال أرتال GFP ذات مساحات حمولة نافعة GFP لا تقل عن 1600 أثمون. ويمكن بفضل ترتيبات مسبقة أن تُستعمل قيم أخرى للوحدة MTU في أشكال من التنفيذ يُتَفق عليها. ويُفترَض في أشكال التنفيذ التي تأخذ بإجراء القناة الليفية (Fibre Channel) ذي التقابل الرتلي أن تستطيع تأدية مساحات حمولة نافعة GFP لا تقل عن 2156 أثموناً.

1.2.1.6 رأسية الحمولة النافعة

رأسية الحمولة النافعة مساحة يتراوح طولها من 4 أثمونات إلى 64 أثمونا، معدَّة من أجل تأدية إجراءات إدارة وصلات المعطيات، إجراءات خاصة بإشارات الزبون في الطبقة العليا. ويبيّن الشكل 6–4 بينة رأسية الحمولة النافعة GFP. وتشتمل المساحة على مجالين إلزاميين، مجال النمط ومجال التحكم tHEC، وعدد متغير من المجالات للرأسيات الإضافية للحمولة النافعة. وتسمى هذه الزمرة من الرأسيات رأسية التوسيع. ويُذكَر وجود رأسية التوسيع ونسقها ووجود المجال الاختياري للتتابع FCS الخاص بالحمولة النافعة في مجال النمط. ويحمي التحكم tHEC تكاملية مجال النمط.

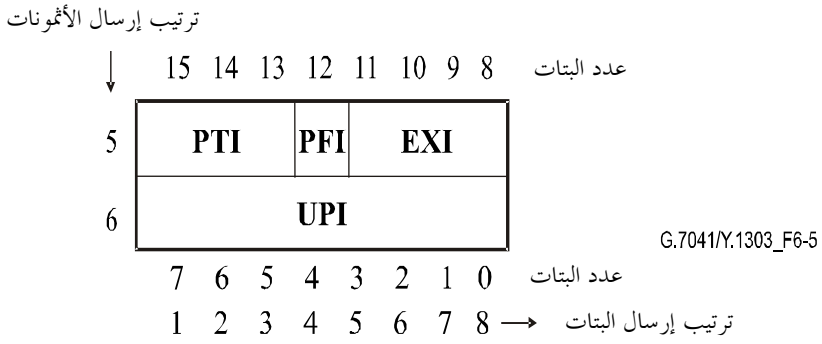


الشكل 6–4/ G.7041/Y.1303 – نسق رأسية الحمولة النافعة في الإجراء GFP

يجب أن يسمح التنفيذ باستقبال أرتال GFP ذات رأسية حمولة نافعة بأي طول يتراوح بين 4 أثمونات و64 أثموناً.

1.1.2.1.6 مجال النمط GFP

مجال النمط GFP هو مجال إلزامي طوله أثمونان في رأسية الحمولة النافعة، يدل على محتوى ونسق مجال معلومات الحمولة النافعة GFP (انظر الفقرة 2.2.1.6). مجال النمط يميِّز بين أنماط الأرتال GFP وكذلك بين مختلف الخدمات في بيئة متعددة الخدمات. ويتكون مجال النمط، كما يبيّنه الشكل 6–5، من معرّف هوية نمط الحمولة النافعة (PTI)، ومبين التتابع FCS للحمولة النافعة (PFI)، ومعرّف هوية رأسية التوسيع (EXI)، ومعرف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (UPI).



الشكل 6–5/ G.7041/Y.1303 – نسق مجال النمط في الإجراء GFP

يستدعي تفسير المجال UPI بخصوص قيم معرّف الهوية PTI غير القيمتين 000 و100 مزيداً من الدراسة. وترد في التذييل II أدناه أمثلة على قيم مجال النمط.

1.1.1.2.1.6 معرف هوية نمط الحمولة النافعة

إنه مجال فرعي ذو ثلاث بتات تابع لمجال النمط يعرّف هوية نمط رتل الزبون GFP. ويوجد حالياً نوعان معرَّفان من أرتال الزبون GFP هما: أرتال معطيات المستعمل (PTI = 000) وأرتال الزبون الإدارية (PTI = 100). ويعرض الجدول 6–1 التوفيقات الأثنينية لمعرِّف الهوية PTI.

الجدول 6–1/ G.7041/Y.1303 – معرِّفات هوية نمط الحمولة النافعة في الإجراء GFP

معرِّفات هوية نمط الحمولة النافعة؛ نمط البتات <15:13>	الاستعمال
000	أرتال معطيات الزبون
100	أرتال الزبون للإدارة
القيم الأخرى	محجوزة

2.1.1.2.1.6 مبين التتابع FCS للحمولة النافعة (PFI)

إنه مجال فرعي لمجال النمط ذو بتة واحدة يدل على حضور (PFI = 1) أو غياب (PFI = 0) مجال التتابع FCS للحمولة النافعة.

3.1.1.2.1.6 معرف هوية رأسية التوسيع (EXI)

إنه مجال فرعي لمجال النمط ذو أربع بتات يعرّف هوية رأسية التوسيع GFP. ويوجد حاليا ثلاثة أنواع معرَّفة لرأسية التوسيع، هي: رأسية التوسيع المعدومة، ورأسية التوسيع الخطية، ورأسية التوسيع الحلقية. ويعرض الجدول 6–2 التوفيقات الاثنينية لمعرف هوية رأسية التوسيع (EXI).

الجدول 6–2/ G.7041/Y.1303 – معرِّفات هوية رأسية التوسيع في الإجراء GFP

معرِّفات هوية رأسية التوسيع؛ نمط البتات <11:8>	الاستعمال
0000	رأسية التوسيع المعدومة
0001	رتل خطي
0010	رتل حلقي
القيم الأخرى	محجوزة

4.1.1.2.1.6 معرف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (UPI)

إنه مجال فرعي ذو ثماني بتات، يعرّف هوية نمط الحمولة النافعة المسيَّر في مجال معلومات الحمولة النافعة GFP. وتفسير المجال UPI تابع لنمط رتل الزبون GFP، كما يدل عليه المجال الفرعي PTI. أما قيم المجال UPI بخصوص أرتال معطيات الزبون فيأتي بيانها في الفقرة 1.3.1.6، ويأتي في الفقرة 2.3.1.6 بيان قيم المجال UPI بخصوص أرتال الزبون الإدارية.

2.1.2.1.6 مجال التحكم HEC في النمط (tHEC)

مجال النمط للتحكم في أخطاء الرأسية ذو أثمونين، ويحتوي شفرة تحكم في الأخطاء من نوع CRC-16، تحمي تكاملية محتويات مجال النمط من حيث تمكّن من تصحيح خطأ البتة الواحدة وكشف الأخطاء في بتات متعددة. وتتكون رأسية النمط من مجال النمط والمجال tHEC.

يمر توليد محتويات المجال tHEC في نفس المراحل المذكورة بخصوص cHEC (انظر الفقرة 1.2.1.1.6) باستثناء ما يلي:

– بخصوص tHEC تُعدَّل المرحلة 1 بحيث يتألف *M(x)* من جميع أثمونات التي يحتويها مجال النمط، ولكن مع استبعاد المجال tHEC نفسه.

إن عملية التكييف البئري في الإجراء GFP تصحح خطأ بتة واحدة في مجال النمط الذي يحميه مجال tHEC. وتستبعد هذه العملية كل رتل GFP يتم كشف أخطاء عدة بتات فيه. ومن فوائد عملية التكييف البئري أيضاً تحيين كل سجلات النظام ذات الصلة من أجل أغراض مراقبة الأداء.

3.1.2.1.6 رأسيات التوسيع في الإجراء GFP

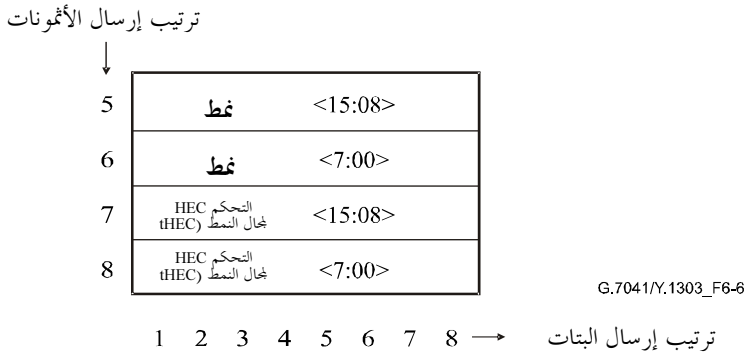
رأسية التوسيع للحمولة النافعة هي مجال موسَّع بمقدار 0 إلى 60 أثموناً (بما في ذلك المجال eHEC)، يقبل رأسيات الوصلات لمعطيات نوعية تكنولوجية مثل معرفات هوية الوصلات التقديرية، وعناوين المصدر/المقصد، وأرقام المنافذ، وصنف الخدمة، والتحكم في أخطاء رأسية التوسيع، وما إلى ذلك. ويُعرَف نمط رأسية التوسيع من محتوى بتات المعرِّف EXI في مجال النمط من رأسية الحمولة النافعة.

يجري حالياً تعريف ثلاثة متغيرات لرأسية التوسيع، من أجل قبول معطيات الزبون: بتشكيلة حلقية أو منطقية أو منطقية من نقطة إلى نقطة (خطية).

فهذا المقطع الفرعي يصف مختلف المجالات في كل رأسية توسيع. وأي مجال غير محدد تكون قيمته بالتغيّب هي صفر، ما لم تُذكر قيمة غيرها.

1.3.1.2.1.6 رأسية التوسيع المعدومة

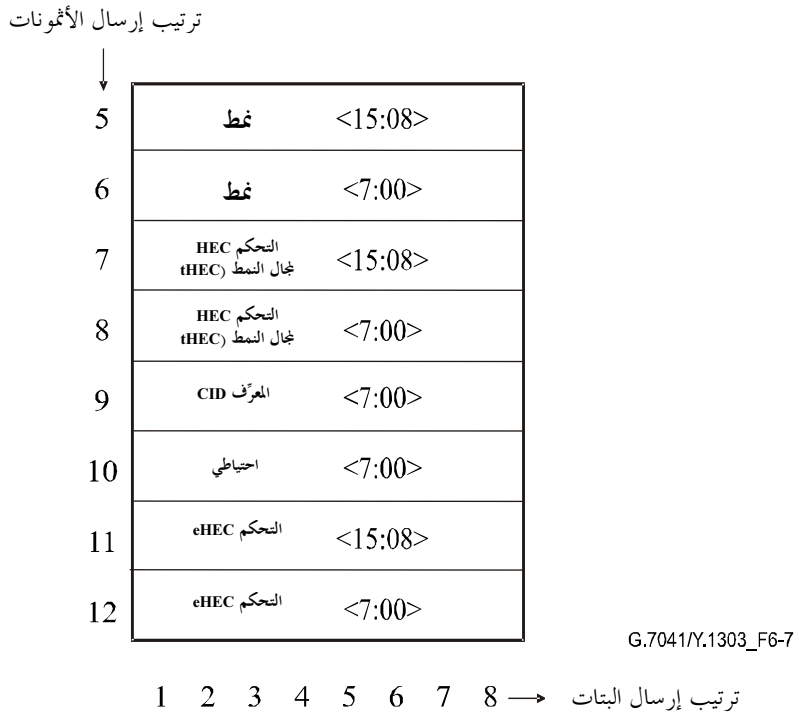
يبيّن الشكل 6-6 رأسية الحمولة النافعة في رتل ذي رأسية توسيع معدومة. وتنطبق رأسية التوسيع هذه على تشكيلة منطقية من نقطة إلى نقطة. وهي معدَّة من أجل سيناريوهات يكون فيها مسير النقل مخصصاً لإشارة زبون واحدة.



الشكل 6-6/ G.7041/Y.1303 – رأسية الحمولة النافعة من رتل GFP ذي رأسية توسيع معدومة

2.3.1.2.1.6 رأسية التوسيع في رتل خطي

يبيّن الشكل 6-7 رأسية الحمولة النافعة في رتل خطي (من نقطة إلى نقطة) ذي رأسية توسيع. ورأسية الحمولة النافعة هذه معدَّة من أجل سيناريوهات يكون فيها عدة وصلات مستقلة يلزم تجميعها في مسير نقل واحد.



الشكل 6–7/ G.7041/Y.1303 – رأسية الحمولة النافعة في رتل خطي (من نقطة إلى نقطة) ذي رأسية توسيع

1.2.3.1.2.1.6 مجال معرِّف هوية القناة (CID)

هذا المجال عدد أثنيني قوامه 8 بتات، يُستعمَل للدلالة على إحدى قنوات الاتصال الـ 256 في نقطة انتهائية للإجراء GFP.

2.2.3.1.2.1.6 المجال الاحتياطي

المجالي الاحتياطي ذو البتات الثماني محجوز لاستعمال لاحق.

3.2.3.1.2.1.6 مجال التحكم في أخطاء رأسية التوسيع (eHEC)

انظر الفقرة 4.1.2.1.6 أدناه.

3.3.1.2.1.6 رأسية التوسيع في رتل حلقي

يعالج في دراسة لاحقة.

4.1.2.1.6 مجال التحكم في أخطاء رأسية التوسيع (eHEC)

مجال التحكم في أخطاء رأسية التوسيع ذو أثمونين، ويحتوي شفرة تحكم في الأخطاء من نوع CRC-16 تحمي تكاملية محتويات رأسيات التوسيع بأنها تمكّن من تصحيح خطأ البتة الواحدة (اختياري) وكشف الأخطاء في بتات متعددة.

يمر توليد محتويات المجال eHEC في نفس المراحل المذكورة بخصوص cHEC (انظر الفقرة 1.2.1.1.6) باستثناء ما يلي:

– بخصوص eHEC تُعدَّل المرحلة 1 بحيث يتألف $M(x)$ من جميع الأثمونات التي يحتويها مجال رأسية التوسيع، ولكن مع استبعاد المجال eHEC نفسه.

إن عملية التكييف البئري في الإجراء GFP تصحح خطأ بتة واحدة في جميع المجالات التي يحميها مجال tHEC. وتصحيح خطأ واحد هو أمر اختياري فيما يخص رأسية التوسيع. وتستبعد عملية التكييف البئري كل الأرتال GFP التي يتم كشف أخطاء

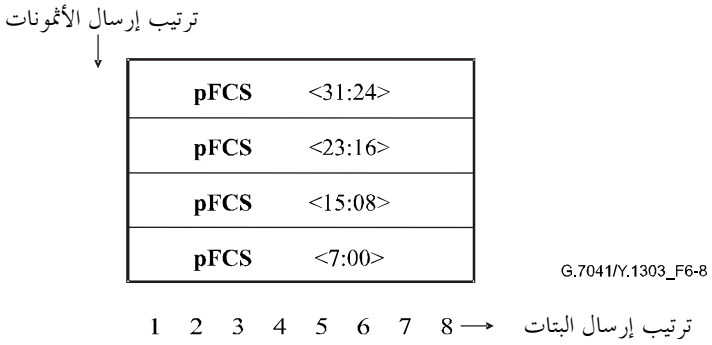
عدة بتات فيها أو عندما يقع فيها خطأ داخل مجال رأسية لا يستعمل تصحيح الخطأ في بتة واحدة. ومن فوائد عملية التكييف البئري أيضاً تحيين كل سجلات النظام ذات الصلة من أجل أغراض مراقبة الأداء.

2.2.1.6 مجال معلومات الحمولة النافعة

يحتوي مجال معلومات الحمولة النافعة في حالة أسلوب GFP المتصف بالتقابل الرتلي على الوحدات PDU المرتَّلة، ويحتوي، في حالة أسلوب GFP الشفاف زمرة من سمات إشارة زبون. وطول هذا المجال متغير يحتوي عدداً من أثمونات يتراوح من 1 إلى 65 535–X أثموناً، حيث X هي قد رأسية الحمولة النافعة. ويمكن أن يشتمل هذا المجال على مجال اختياري هو تتابع FCS خاص بالحمولة النافعة. والوحدة PDU/الإشارة الزبون تُنقَل دائماً إلى داخل مجال معلومات الحمولة النافعة في الإجراء GFP، بوصفها تدفق رزم متراصفة أثمونياً.

1.2.2.1.6 مجال تتابع التحقق من رتل الحمولة النافعة (pFCS)

التتابع FCS في الإجراء GFP هو، كما يبيّنه الشكل 6–8، مجال اختياري بطول أربعة أثمونات يحتوي على تتابع التحقق من الرتل. ويضم هذا التتابع تتابعاً آخر من نوع CRC-32 يحمي محتوى مجال معلومات الحمولة النافعة GFP. وعملية توليد التتابع FCS معرَّفة في الفقرة 1.1.2.2.1.6 أدناه. وتدل القيمة 1 لبتة المبين PFI داخل مجال النمط على وجود المجال FCS للحمولة النافعة.



الشكل 6–8/ G.7041/Y.1303 – نسق تتابع التحقق من رتل الحمولة النافعة GFP

1.1.2.2.1.6 توليد التتابع FCS الخاص بالحمولة النافعة

يولَّد التتابع FCS للحمولة النافعة باستعمال حدودية توليد التحكم CRC-32 (ISO/CEI 3309) أي:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + 1$$

حيث x^{32} تطابق البتة الأكثر دلالة (MSB) و x^0 تطابق البتة الأقل دلالة (LSB).

ويجري توليد تتابع FCS للحمولة النافعة في المراحل التالية:

1) تؤخذ أثمونات مجال معلومات الحمولة النافعة GFP وعددها N، باستثناء التتابع FCS، حسب ترتيب أثمونات الشبكة، والبتة الأكثر دلالة في المرتبة الأولى، بحيث يتشكل نَظْمٌ عدد بتاته يساوي $8N$، يمثل معاملات الحدودية $M'(x)$ ودرجة هذه $8N-1$؛

2) تُضرب الحدودية $M'(x)$ بـــ x^{32} ، وتضاف إلى الحدودية $U(x) = 1 + x^1 + x^2 + ... + x^{31}$ التي لا تحوي غير أرقام الواحد، وتُقسم (أساس 2) على $G(x)$، فينتج من ذلك باقٍ هو $R(x)$ درجته 31 أو أقل؛

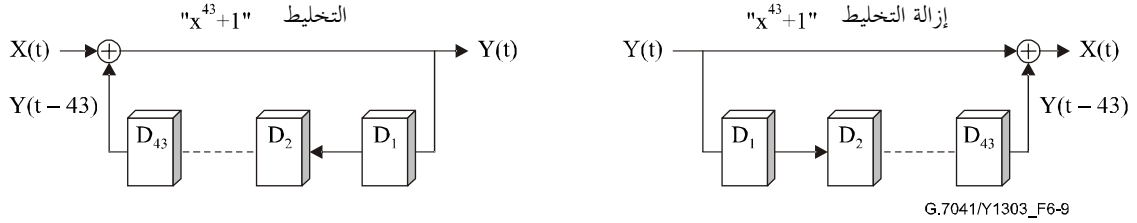
3) تُعتبر معاملات $R(x)$ تتابعاً قوامه 32 بتة، حيث x^{31} هي البتة الأكثر دلالة؛

4) متمِّم تتابع الـ 32 بتة هذا هو التحكم CRC-32.

تطبِّق عملية التكييف البئري المراحل من 1 إلى 3 على نحو ما جرى في عملية تكييف الأصل. وفي حالة الخلو من الأخطاء، يُفترض أن يكون الباقي هو: 11000111_00000100_11011101_01111011، بالترتيب من x^{31} إلى x^0.

3.2.1.6 تخليط مساحة الحمولة النافعة

من الضروري تخليط مساحة الحمولة النافعة لجعلها في مأمن من كلمة التخليط التي تضاعف معلومات الحمولة النافعة (أو من عكس هذه الكلمة) وتصدر عن مخلِّط تزامني للرتل، كالمخلّطات المستعملة في الطبقة SDH RS أو في قناةٍ من نوع OTN OPUk. ويوضح الشكل 6-9 عمليّتي التخليط وإزالة التخليط.



الشكل 6-9/ G.7041/Y.1303 – عمليتا التخليط وإزالة التخليط $X^{43}+1$ في الإجراء GFP

تُخلَّط جميع أثمونات مساحة الحمولة النافعة GFP باستعمال المخلِّط ذاتي التزامن $x^{43} + 1$، وفقاً لترتيب بتات الشبكة.

في عملية تكييف الأصل، يُنشّط التخليط بدءاً بأول أثمون مُرسَل بعد المجال cHEC، ويُخمَد بعد آخر أثمون من الرتل GFP. وإذا أُخمِد المخلِّط أو مزيل التخليط تُستبقى حالته. ومن ثم فإن حالة التخليط أو إزالة التخليط في بداية مساحة الحمولة النافعة من الرتل GFP هي الـــ43 بتة الأخيرة في مساحة الحمولة النافعة من الرتل GFP المرسَل في القناة المعيّنة مباشرة قبل الرتل GFP الجاري إرساله.

ويتوقف أيضاً تنشيط مزيل التخليط الخاص بعملية التكييف البئري على الحالة الراهنة لخوارزمية التحقق cHEC، أي أنه:

أ) في حالتي HUNT و PRESYNC، يُخمَد مزيل التخليط المذكور؛

ب) وفي حالة SYNC يُنشّط مزيل التخليط فقط بخصوص الأثمونات الواقعة بين المجال cHEC ونهاية الرتل GFP المرشح للإرسال.

ملاحظة – من شأن عملية التكييف البئري GFP أن تسيِّر أرتال GFP إلى كيان طبقة أعلى تسييراً موثوقاً في حالة واحدة فقط لعملية التكييف البئري وهي حالة SYNC.

3.1.6 أرتال GFP الزبون

ثمة نمطان من أرتال GFP التابعة للزبون، وهما أرتال معطيات الزبون وأرتال الزبون الإدارية، فالأرتال المعطياتية تُستعمَل لنقل المعطيات من إشارة الزبون، والأرتال الإدارية تُستعمَل لنقل المعلومات المصاحبة لإدارة إشارة الزبون أو المصاحبة للتوصيل GFP.

1.3.1.6 أرتال معطيات الزبون

تُنقل معطيات الزبون في الإجراء GFP باستعمال أرتال معطيات الزبون وأرتال معطيات الزبون هي أرتال GFP تتألف من رأسية أساسية ومساحة حمولة نافعة. وبخصوص مجال النمط في أرتال معطيات الزبون تُستعمَل القيم التالية لمجال النمط وهو مجال فرعي:

- PTI = 000.
- PFI = خصوصي للحمولة النافعة.
- EXI = خصوصي للحمولة النافعة.
- UPI = خصوصي للحمولة النافعة.

يُضبط مبين التتابع FCS للحمولة النافعة (PFI) حسب الحاجة، تبعاً لما إذا كان التتابع FCS قد أُقِرّت صلاحيته أم لا. ويُضبط معرِّف هوية رأسية التوسيع (EXI) بالاتساق مع تعدد إرسال الرتل والمتطلبات الطوبولوجية للتوصيل في إطار GFP. ويُضبط معرف هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (UPI) وفقاً لنمط إشارة الزبون المنقولة. ويعرض الجدول 6–3 قيم المعرِّف UPI المحددة بخصوص أرتال معطيات الزبون.

الجدول 6–3/ G.7041/Y.1303 – معرِّفات هوية الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل في حالة الأرتال GFP الزبون (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

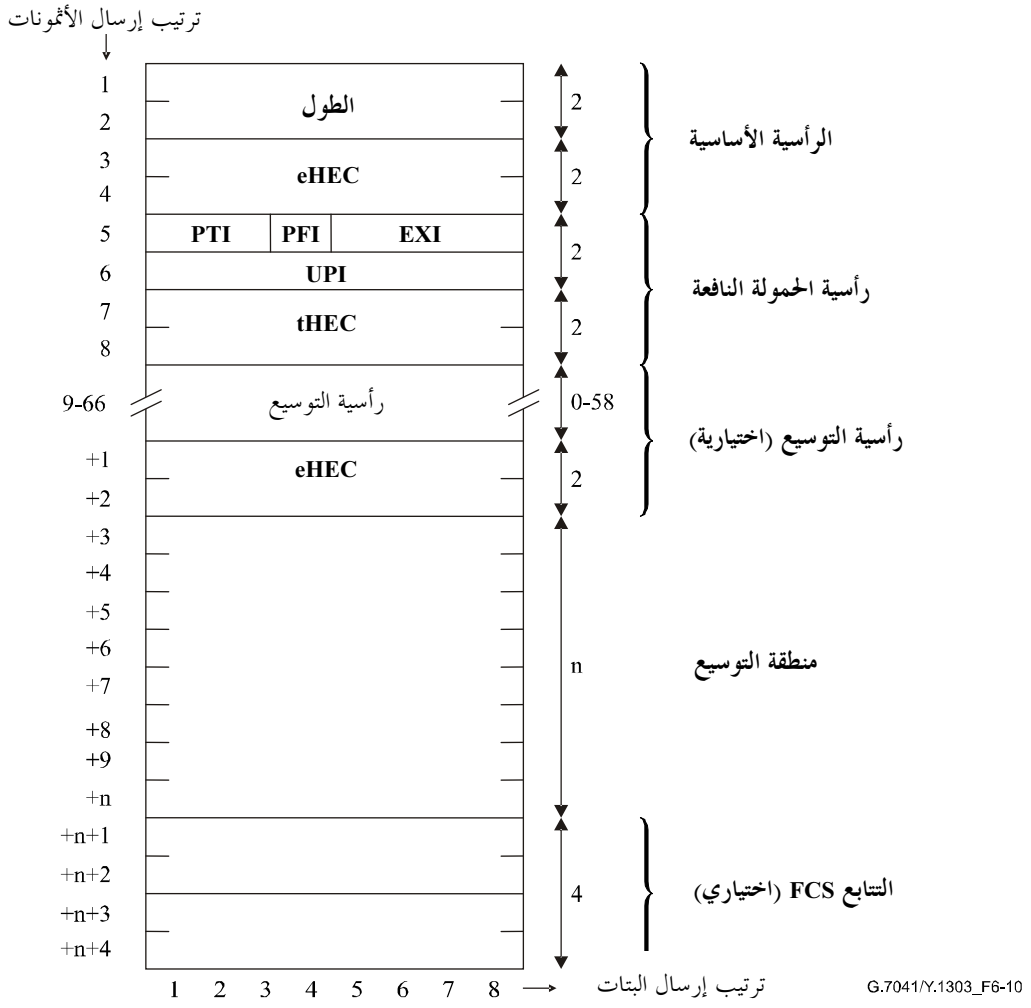
PTI = 000	
مساحة الحمولة النافعة في رتل **GFP**	**بتات النمط <7:0>**
محجوز وغير متيسّر	0000 0000 1111 1111
إثرنت بتقابل رتلي	0000 0001
PPP بتقابل رتلي	0000 0010
قناة ليفية شفافة	0000 0011
توصيل FICON شفاف	0000 0100
توصيل ESCON شفاف	0000 0101
إثرنت Gb شفاف	0000 0110
محجوز لاستعمال مستقبلي	0000 0111
بروتوكول نفاذ متعدد وبتقابل رتلي في SDH (MAPOS)	0000 1000
سطح بيني ASI شفاف لإذاعة فيديوية رقمية (DVB)	0000 1001
حلقة رزمية مرنة مطابقة للمعيار IEEE 802.17 وبتقابل رتلي	0000 1010
قناة ليفية من نمط FC-BBW وبتقابل رتلي	0000 1011
قناة ليفية شفافة لاتزامنية	0000 1100
تبديل متعدد البروتوكول ذو وسم (MPLS) وبتقابل رتلي (توزيع أرقام الواحدي)	0000 1101
تبديل متعدد البروتوكول ذو وسم (MPLS) وبتقابل رتلي (توزيع متعدد)	0000 1110
نظام وسيط إلى نظام وسيط (IS-IS) بتقابل رتلي	0000 1111
IPv4 بتقابل رتلي	0001 0000
IPv6 بتقابل رتلي	0001 0001
سطح بيني ASI بتقابل رتلي لإذاعة فيديوية رقمية (DVB)	0001 0010
محجوز من أجل تقييس مستقبلي	0001 0011 through 1110 1111
محجوز من أجل استعمال المالك (انظر الملاحظة)	1111 0000 through 1111 1110
ملاحظة – يوجد وصف استعمال قيم شفرة المالك في الملحق A/G.806	

2.3.1.6 الأرتال GFP الإدارية التابعة للزبون

توفر أرتال الزبون الإدارية آلية تنوّعية لعملية تكييف الأصل التابع للزبون GFP من أجل إرسال أرتال إدارية إلى عملية التكييف البئري الخاصة بالزبون GFP. وتتألف هذه الأرتال، كما يبيِّن الشكل 6–10، من أرتال الزبون للإدارة وهي عبارة

عن أرتال زبون GFP مؤلفة من رأسية أساسية ومنطقة حمولة نافعة. وبخصوص مجال النمط في أرتال معطيات الزبون، تُستعمَل القيم التالية لمجال النمط الفرعي:

- PTI = 000؛
- PFI = خصوصي للحمولة النافعة؛
- EXI = خصوصي للحمولة النافعة؛
- UPI = خصوصي للحمولة النافعة.



الشكل 6–10/ G.7041/Y.1303 – الرتل GFP الإداري التابع للزبون

عند استعمال مبين التتابع FCS للحمولة النافعة (PFI) كرتل GFP إداري للزبون، يُضبط هذا المبين حسب الحاجة، تبعاً لما إذا كان التتابع FCS قد أُقِرّت صلاحيته أم لا. (يسترعى الانتباه إلى أن استعمال التتابع FCS في رتل GFP إداري للزبون يقلل عرض النطاق 'الاحتياطي' الممكن استعماله لهذه الأرتال). ويُضبط مبين رأسية التوسيع (EXI) تبعاً لما إذا كانت رأسية التوسيع مستعملة أم لا. (يسترعى الانتباه إلى أن استعمال رأسية التوسيع في رتل GFP إداري للزبون يخفض كثيراً مقدار عرض النطاق 'الاحتياطي' الممكن استعماله لهذه الأرتال).

ويحدد المعرف UPI استعمال الحمولة النافعة في رتل GFP إداري للزبون. وعلى هذا النحو يمكن أن يُستعمل لأغراض متعددة يرد تعريفها في الجدول 6-4 المبين أدناه.

الجدول 6–4/ G.7041/Y.1303 – معرِّف هوية الحمولة النافعة في الأرتال GFP الإدارية التابعة للزبون (يقرأ من اليسار إلى اليمين)

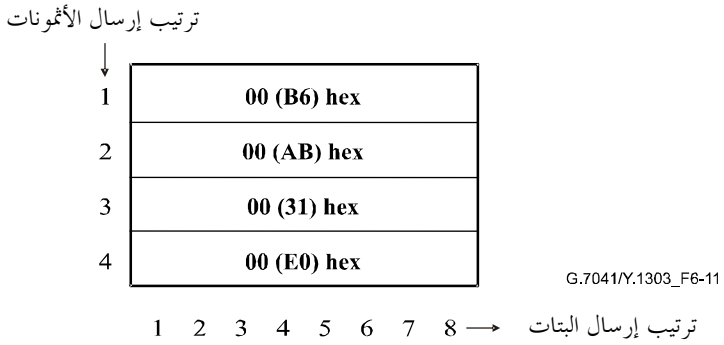
PTI = 100	
الاستعمالات	قيم **UPI**
محجوز	0000 0000 1111 1111
عطل إشارة الزبون (فقدان الإشارة الزبون)	0000 0001
عطل إشارة الزبون (فقدان تزامن السمات)	0000 0010
محجوز لاستعمال في المستقبل	0000 0011 through 1101 1111
محجوز لاستعمال المالك (انظر الملاحظة)	1110 0000 through 1111 1110
ملاحظة – يوجد وصف استعمال قيم شفرة المالك في الملحق A/G.806	

2.6 أرتال التحكم GFP

تستعمل أرتال التحكم GFP في إدارة التوصيل GFP . ورتل التحكم الوحيد الذي نضع مواصفته الآن هو الرتل GFP في حالة الراحة.

1.2.6 الأرتال GFP حالة الراحة

الرتل GFP في وضع الراحة هو رتل تحكم GFP ذو أربعة أثمونات، متميِّز، يتألف من رأسية أساسية GFP فقط، مع مجالَيْ المبين PLI والتحكم cHEC المضبوطين على قيمة 0 (انظر الفقرة 1.1.6)، ودون مساحة حمولة نافعة. وهذا الرتل معَدّ للاستعمال كعنصر ملء في عملية تكييف الأصل GFP تسهيلا لتكييف تدفق أثمونات GFP مع أي وسيط نقل، ولا سيما حين تفوق مقدرة قناة النقل ما يلزم للإشارة الزبون. ويبيِّن الشكل 6–11 نسق الرتل في وضع الراحة، وقد وُضعت بين قوسين القيم المعمول بها بعد تخليطه على نمط باركر.



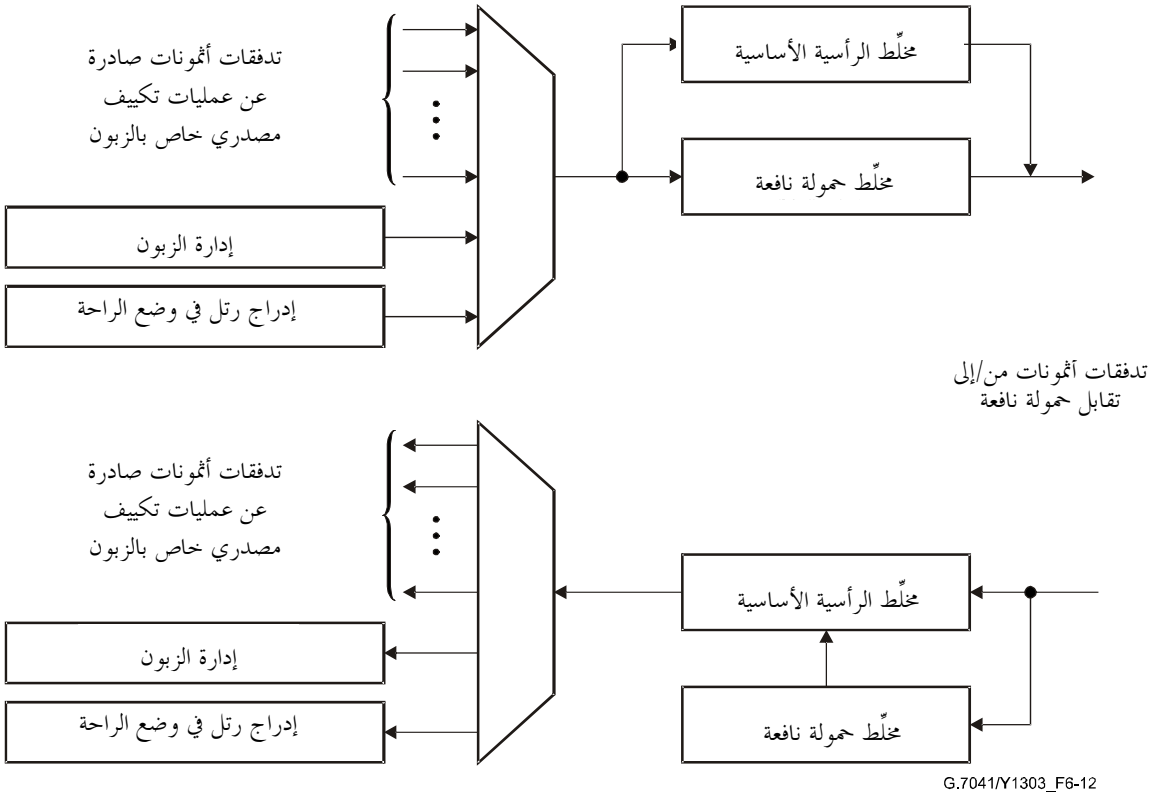
الشكل 6–11/ G.7041/Y.1303 – الرتل GFP في وضع الراحة (بعد تخليطه على نمط باركر)

2.2.6 أرتال التحكم الأخرى

ستتناول دراسة لاحقة أرتال التحكم التي يكون مبينها PLI بقيمة 1 أو 2 أو 3 .

3.6 وظائف سوية الرتل حسب GFP

تدرس هذه الفقرة العمليات التي تجري في الرتل وهي مشتركة لجميع الحمولات النافعة التي تُرتَّل حسب الإجراء GFP. أما العمليات المقصورة على حمولات معيّنة فتدرس في الفقرتين 7 و8. ويوضح الشكل 6–12 العلاقات بين هذه العمليات.



الشكل 6–12/ G.7041/Y.1303 – الإجراءات GFP المشتركة (المستقلة عن البروتوكول)

1.3.6 خوارزمية تعيين حدود الأرتال GFP

يستعمل الإجراء GFP صيغة معدلة لخوارزمية التحقق HEC الواردة مواصفتها في 7.3.3.2/I.432.1 من أجل تعيين حدود الأرتال GFP. وتختلف هذه الصيغة المعدلة المستعملة في GFP لتعيين حدود الأرتال، عن الخوارزمية الموضوعة مواصفتها في التوصية ITU-T . I.432.1 بأمرين أساسيين هما:

أ) تَستعمل الخوارزمية المعدَّلة مجالَ مبين طول الحمولة النافعة في الرأسية الأساسية GFP لتعيين نهاية الرتل GFP؛

ب) وتَستعمل في حساب المجال HEC حدوديةً ذات 16 بتة، فتولّد من ثم مجالاً cHEC ذا أثمونين.

ويتم تعيين حدود الأرتال GFP على أساس الترابط بين الأثمونين الأولين من رتل GFP والمجال cHEC ذي الأثمونين المدمج. ويبيّن الشكل 6–13 مخطط الحالة لطريقة تعيين حدود الأرتال GFP.

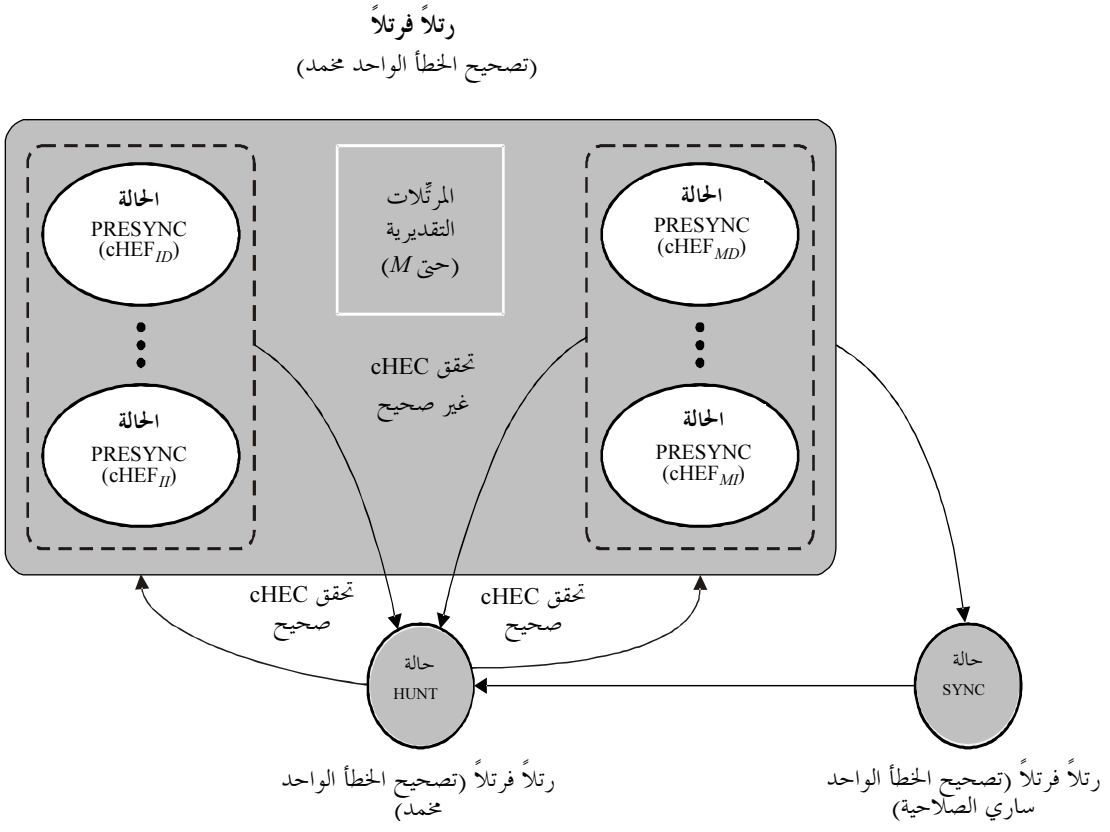
ويعمل هذا المخطط على النحو التالي:

1) في حالة البحث (HUNT) تُجري عملية GFP تعيين حدود الأرتال بالبحث، داخل آخر تتابع ذي أربعة أثمونات تم استقباله، عن رأسية أساسية منسوقة نسقاً صحيحاً، وذلك في كل أثمون بمفرده. وطيلة هذه الحالة يكون تصحيح الخطأ الواحد في الرأسية الأساسية مخمداً. ومتى كُشِفت مواءمة صحيحة لـــcHEC في المجالين المرشحين PLI وcHEC تُحقق هوية رتل من أرتال GFP فتدخل عملية الاستقبال حالة التمهيد للمزامنة (PRESYNC).

2) في حالة التمهيد للمزامنة (PRESYNC)، تُجري عملية GFP تعيين حدود الأرتال بالتحقق، داخل الرأسية الأساسية المفترضة للرتل GFP المرشح المقْبل، من وجود مواءمة صحيحة للتحكم cHEC ، وذلك في كل أثمون بمفرده. وتستهدي عملية التحقق هذه بالمجال PLI للرأسية الأساسية للرتل GFP السابق، من أجل اكتشاف بداية الرتل GFP المرشح المقبل. وطيلة هذه الحالة يظل تصحيح الخطأ الواحد في الرأسية الأساسية مخمداً. وتتكرر العملية إلى أن يتأكد بالتحقق DELTA وجود عدة مجالات cHEC صحيحة، وعندئذ تدخل العملية حالة المزامنة (SYNC). أما إذا كُشِف مجال cHEC مغلوط فإن العملية تعود إلى الحالة HUNT. وعليه فإن عدد التحققات cHEC الصحيحة المتتالية اللازم للانتقال من الحالة HUNT إلى الحالة SYNC هو دلتا + 1.

3) في حالة المزامنة (SYNC)، تُجري عملية GFP تعيين حدود الأرتال بالتحقق، داخل الرتل GFP المرشح المقْبل، من وجود مواءمة صحيحة لـــcHEC . وتستهدي عملية التحقق هذه بالمجال PLI للرأسية الأساسية للرتل GFP السابق، من أجل اكتشاف بداية الرتل GFP المرشح المقبل. وطيلة هذه الحالة يكون تصحيح الخطأ الواحد في الرأسية الأساسية ساري الصلاحية. وحين يكتشف التحقق cHEC عدة بتات مخطئة في الرأسية الأساسية، يسقط في الخسارة تعيين حدود الأرتال. وفي هذه الحالة يُعلَن حدث فقدان تعيين حدود الأرتال GFP، فتعود عملية الترتيل إلى الحالة HUNT، ويُبلَّغ إشعار تعطل إشارة المخدم (SSF, *server signal failure*) إلى عملية التكييف الخاصة بالزبون.

4) وعندئذ تُستبعَد الأرتال GFP غير النشيطة المشاركة في تعيين حدود الأرتال.



الشكل 6–13/ G.7041/Y.1303 – مخطط حالات تعيين حدود الأرتال GFP

تتوقف مقاومة حصول أخطاء في تعيين حدود الأرتال أثناء عملية إعادة التزامن، على قيمة DELTA. فيُقترح إعطاء دلتا القيمة واحد: (DELTA = 1).

ويمكن تحسين سرعة إحراز تعيين حدود الأرتال عن طريق إعمال عدد من "المرتِّلات التقديرية"، وهذا يُبقي العملية GFP في الحالة HUNT ويستحدث حالة فرعية PRESYNC لكل رتل GFP مرشح يُكتشف في تدفق أثمونات الواصل، كما يبيّن الشكل 6-13.

2.3.6 تعديد إرسال الأرتال

يُعدَّد إرسال الأرتال GFP بمختلف منافذها وأنماط زبائنها رتلاً فرتلاً. أما اختيار الخوارزميات اللازمة لتنظيم ذلك فهو مسألة تتجاوز نطاق هذه التوصية.

وحين لا تبقى أرتال GFP متيسرة للإرسال، تُدرَج الأرتال GFP التي في وضع الراحة، فيوفّر هذا الإدراج تدفقاً مستمراً من الأرتال لأغراض التقابل في طبقة مادية متراصفة أثمونياً.

3.3.6 الإشعار بتعطل إشارة الزبون

يوفر الإجراء GFP آلية نوعية عملية تكييف الأصل الخاصة بالزبون GFP من أجل إصدار إشعار بتعطل إشارة الزبون (CSF) وإيصاله إلى عملية التكييف البئري الخاص بالزبون GFP البعيد، للإفادة عن كشف عطل في إشارة الزبون الداخلة.

وقواعد كشف أحداث تعطل إشارة الزبون هي خاصة بالزبون تحديداً (انظر المقطعين 7 و8). فمن المفترض، عند كشف تعطل ما، أن تولِّد عمليةُ تكييف الأصل GFP رتلا إدارياً للزبون (PTI = 100). ويُضبط المجال الفرعي PFI على 0 (عدم وجود تتابع FCS لمجال معلومات الحمولة النافعة)، ويضبط المجال الفرعي EXI على نمط رأسية التوسيع المناسبة. ويستعمل نمطا العطل CSF قيمتي المجال UPI التاليتين:

- فقدان إشارة الزبون (UPI=0001 0000)؛
- فقدان تزامن سمات الزبون (UPI=0010 0000).

عند كشف حالة التعطل CSF، ينبغي أن تُرسِل عمليةُ تكييف الأصل GFP الخاص بالزبون إشعارات إلى عملية التكييف البئري GFP الخاص بالزبون البعيد، مرة كل 100 ms ≤ T ≤ 1000 ms، بدءاً من الرتل GFP التالي. وتكون الأرتال المتخلِّلة أرتالاً GFP في وضع الراحة.

وحالَ استقبال الإشعار بالتعطل CSF، تعلن عملية التكييف البئري GFP الخاص بالزبون البعيد تعطلَ إشارة الزبون. ويأتي الحديث عن معالجة العيوب في الفقرة 4.3.6.

ويُفترَض في عملية التكييف البئري الخاص بالزبون GFP أن تحرر حالة العطل لأحد أمرين:

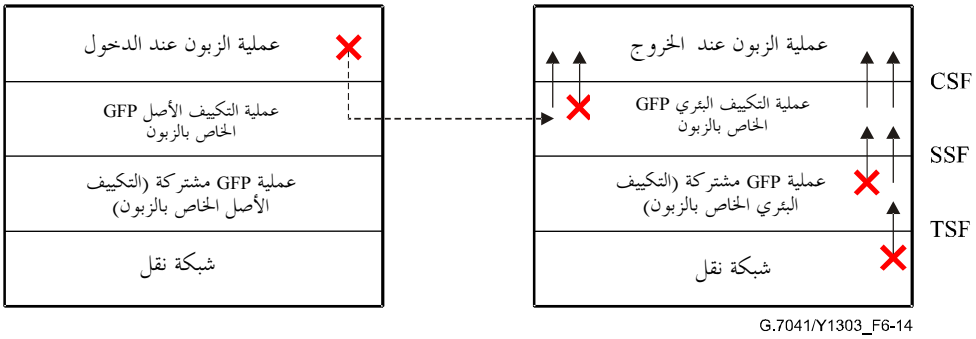
1) بعد مضي عدد N من مرات الإشعار بالتعطل CSF أي في غضون N x 1000 ms (ويُنصح بإعطاء N القيمة 3)؛

2) عند استقبال رتل صالح من أرتال معطيات الزبون GFP.

ويُفترَض في معالجة الأرتال GFP الناقصة، عند وقوع حادث تعطل CSF، أن تكون متسقة مع الإجراءات الواردة مواصفتها في المقطع الفرعي 3.8 المتعلق بمعالجة الأخطاء في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الشفاف. أما موضوع معالجة التعطل CSF في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي فيستدعي مزيدا من الدراسة.

4.3.6 معالجة العيوب في الإجراء GFP

يعرض الشكل 6-14 العلاقات السببية بين مختلف العيوب التي تكتشفها العملية GFP أو تشير إليها. فأحداث تعطل إشارة القناة (TSF) تعود إلى أعطال مكتشفة في شبكة النقل SDH أو OTN، كما هو معرَّف في التوصيتين ITU-T G.783 وG.798. وأحداث تعطل إشارة المُخدِّم GFP تعود إلى أحداث فقدان تعيين حدود الأرتال GFP، كما هو معرف بصدد آلة الحالة GFP (الفقرة 1.3.6) أو قصور في انتشار الإفادات عن أحداث التعطل TSF إلى زبائن GFP. وأحداث التعطل CSF تعود إلى ما يكشف من أعطال في إشارة الزبون عند الدخول (وتبلَّغ إلى الطرف البعيد برتل زبون للإدارة خاص بـ CSF) أو عند الخروج (وهي عيوب في التقابل الخاص بالزبون، كالأخطاء في الحمولة النافعة، انظر الفقرتين 7 و8)



الشكل 6–14/ G.7041/Y.1303 – مخطط انتشار إشارة الخلل في سياق GFP

عند كشف حدث تعطل TSF أو حدث فقدان تعيين حدود الأرتال GFP، تُرسِل عملية التكييف البئري GFP إشعاراً بتعطل SSF في GFP إلى عملياتها للتكييف البئري الخاص بالزبون. ويتم التحرر من هذه الأحداث حالما تستعيد العملية GFP تزامن الوصلة.

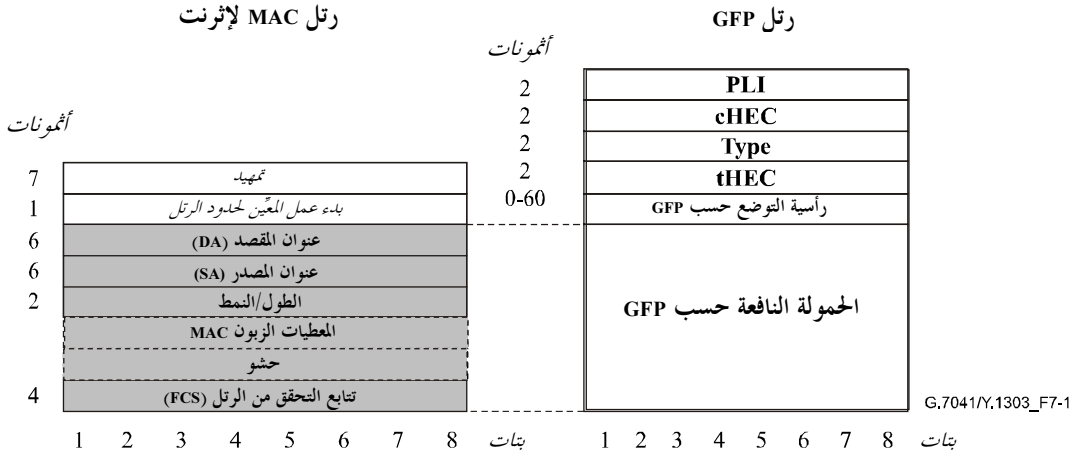
وعند كشف أحداث تعطل CSF غير الإشعار بالعطل CSF في الطرف البعيد، تتخذ عملية التكييف البئري GFP الخاص بالزبون تدابير خاصة بالزبون (وتدابير خاصة بالمخدم أيضاً) لمعالجة أحداث التعطل هذه.

7 الجوانب الخاصة بالحمولة النافعة في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي

يصف هذا المقطع جوانب التغليف التنوعي الخاصة بتكييف الإشارات الزبون التي تستعمل تقابل الحمولة النافعة الزبون متناولة كل رتل بمفرده في إطار الإجراء GFP.

1.7 الحمولة النافعة للتحكم MAC لإثرنت

يوجد تعريف نسق أرتال التحكم MAC لإثرنت في الفقرة 1.3 من المرجع IEEE 802.3. فهناك تقابل من وحدة إلى وحدة بين الوحدات PDU التابعة لطبقة عليا والوحدات PDU التابعة للإجراء GFP. وعلى وجه التخصيص، تكون الحدود الفاصلة للوحدات PDU التابعة للإجراء GFP متراصفة مع حدود الوحدات PDU المرتَّلة التابعة لطبقة عليا. وهذه العلاقة بين أرتال التحكم MAC لإثرنت وأرتال الإجراء GFP موضحة في الشكل 7–1.



الشكل 7–1/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال إثرنت وأرتال GFP

1.1.7 تغليف MAC لإثرنت

توضع جميع أثمونات MAC لإثرنت، من عنوان المقصد إلى تتابع التحقق من الرتل ضمناً في مجال معلومات الحمولة النافعة GFP. ويُحتفظ بتراصف أثمونات وبتعرُّف البتات داخل الأثمونات. وعلى وجه التخصيص، تناظر البتتان 0 و7 الموصوفتان في المقطع 3 من المرجع IEEE 802.3 البتتين 8 و1 من هذه التوصية الخاصة بالإجراء GFP، وذلك بترتيب التوالي.

2.1.7 إلغاء الفرجة الفاصلة بين رزم إثرنت (IPG) واستعادتها

حين لا يكون الزبون من الأصل زبون الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي، تُطبَّق القواعد التالية الخاصة بحذف الفواصل بين أرتال الإثرنت واستعادتها:

1) تُحذف الفُرج IPG قبل أن تُجرى على رتل MAC لإثرنت معالجة عملية تكييف الأصل GFP، وتعاد بعد إجراء معالجة عملية التكييف البئري GFP على رتل GFP؛

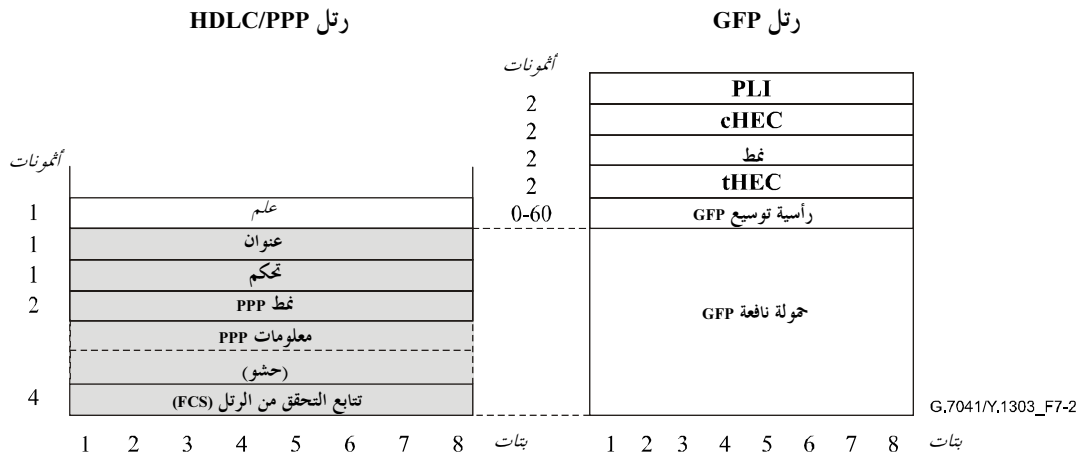
2) تُحذف الفُرج IPG عند استخراج رتل MAC لإثرنت من تدفق بتات الزبون. ثم يُسيَّر رتل MAC لإثرنت المستخرج (أي المفكوك تشفيره) إلى عملية تكييف الأصل GFP من أجل تغليفه في رتل GFP؛

3) تعاد الفُرج IPG بعد استخراج رتل MAC لإثرنت من رتل GFP بواسطة عنصر انتهائية GFP. ثم يُسيَّر رتل MAC لإثرنت المستخرج (أي المفكوك تشفيره) إلى طبقة الزبون من أجل معالجته. وتعاد الفُرج IPG لضمان وجود عدد كافٍ من الأثمونات المحتوية على نموذج 00 ستة عشري في وضع الراحة، بين الأرتال MAC لإثرنت المستقبَلة المتعاقبة، من أجل الوفاء بمتطلبات المستقبل الدنيا من حيث الفرج IPG. ومتطلبات المستقبل الدنيا من حيث الفرج IPG محددة في المقطع 4.4 من المرجع IEEE 802.3.

2.7 الحمولة النافعة HDLC/PPP

إن التقابل المباشر لأرتال HDLC/PPP في أرتال GFP معَدّ من أجل التطبيقات المرغوب فيها نقل الأرتال HDLC/PPP بأسلوبها الأصلي. ولهذا الغرض تُغلَّف الحمولات النافعة HDLC/PPP منذ البداية في رتل على نمط HDLC. ونسق الرتل PPP محدد في المقطع 2 من المرجع IETF 1661، ونسق الرتل الذي على نمط HDLC محدد في المقطع 3 من المرجع IETF 1662. وخلافاً لمواصفة المرجع IETF 1662، لا يُنفَّذ إجراء حشو أثمونات من أجل تعرُّف الأعلام أو سمات الانفلات من التحكم أثناء عملية التكييف GFP. ويُجرى تقابل من وحدة إلى وحدة بين الوحدات PPP/HDLC PDU التابعة لطبقة عليا، والوحدات GFP PDU. وعلى وجه التحديد، يُجرى تراصف لحدود الوحدة GFP PDU على حدود الوحدات PPP/HDLC PDU المرصوفة في أرتال والتابعة لطبقة عليا. ويوضحها الشكل 7-2 هذه العلاقة بين الرتل HDLC/PPP والرتل GFP.

وعلى نفس النحو يجرى بشكل أرتال PPP تقابل زبائن مماثلين، كالبروتوكول MAPOS.



الشكل 7–2/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال HDLC/PPP وأرتال GFP

1.2.7 تغليف رتل البروتوكول PPP

توضع جميع أثمونات الرتل PPP/HDLC، بما فيها كل عملية حشو اختيارية لمجالات المعلومات للبروتوكول PPP، في مجال معلومات الحمولة النافعة لرتل GFP. ويُستبقى تراصف أثمونات وكذلك تعرُّف البتات داخل أثمونات. والبتتان 0 و7 من بايتة PPP/HDLC (انظر أيضاً المعيار ISO/IEC 13239) تناظران البتتين 8 و1 من أثمون الحمولة النافعة GFP، وذلك بترتيب التوالي.

2.2.7 التشغيل البيني لتعيين حدود الأرتال GFP/HDLC

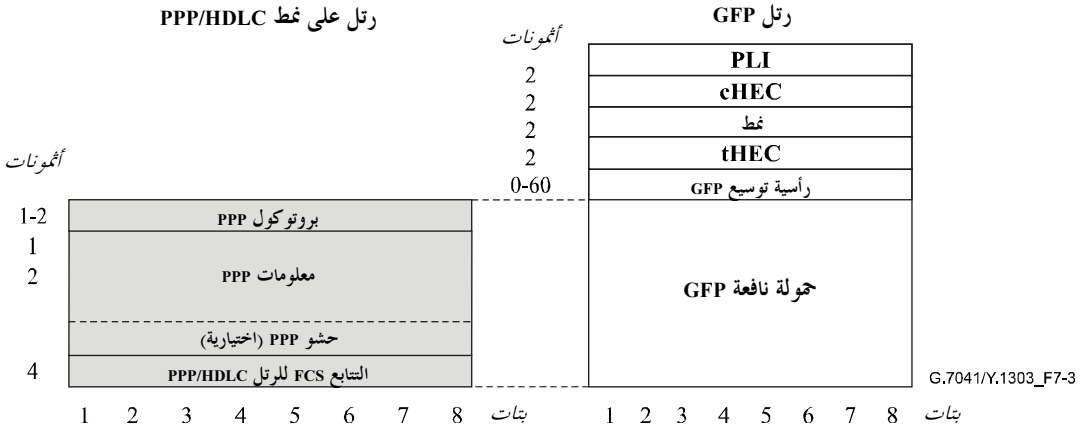
لا يعتمد الإجراء GFP لأغراض تعيين حدود الأرتال، على سمات الأعلام وما يصاحبها من أثمونات الانفلات من التحكم. ولذا تنطبق القواعد التالية، على معالجة أرتال HDLC المتزامنة أثمونيا بواسطة وظيفة تشغيل بيني GFP/HDLC:

1) عند استخراج رتل PPP/HDLC من تدفق أثمونات المخدوم الواصل، تُحذف الأعلام وأثمونات الانفلات من التحكم المصاحبة لها (الواردة مواصفتها في المقطع 2.4 من المرجع RFC 1662). ثم يُعاد تسيير رتل PPP/HDLC المستخرَج (أي المفكوك تشفيره) إلى عملية تكييف الأصل GFP من أجل تغليفه في رتل GFP؛

2) يُستخرج الإجراء GFP الرتل PPP/HDLC من الرتل GFP. ثم يعاد تسيير الرتل PPP/HDLC المستخرَج (غير المشفَّر) إلى طبقة الزبون من أجل معالجته. وعندئذ تستعاد الأعلام وسمات التحكم بإدراج سمات الأعلام (كالسمة 0x7e الست عشرية) وسمات الانفلات من التحكم (كالسمة 0x7d الست عشرية)، طبقاً للمواصفة الواردة في المقطع 4 من المرجع IETF 1662.

3.2.7 خيارات تشكيلة الحمولة النافعة حسب البروتوكول PPP

يجوز التفاوض على تعديلات نسق رتل للنمط PPP/HDLC باستعمال إجراءات خيارات التشكيلة حسب بروتوكول تشكيلة الوصلة (LCP) المعرَّفة في المقطع 6 من المرجع IETF 1661 . وعلى سبيل المثال، يوضِّح الشكل 7–3 نسق الرتل GFP بعد مفاوضة ناجحة على خيار التشكيلة حسب إجراء انضغاط مجال العنوان والتحكم (ACFC). إن هذه الإجراءات المتعلقة بالتشكيلة خاصة بالزبون وشفافة بالنسبة لـ GFP .



الشكل 7–3/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين نسق أرتال HDLC/PPP ونسق أرتال GFP (في حالة خيار تشكيلة ACFC حسب البروتوكول PPP)

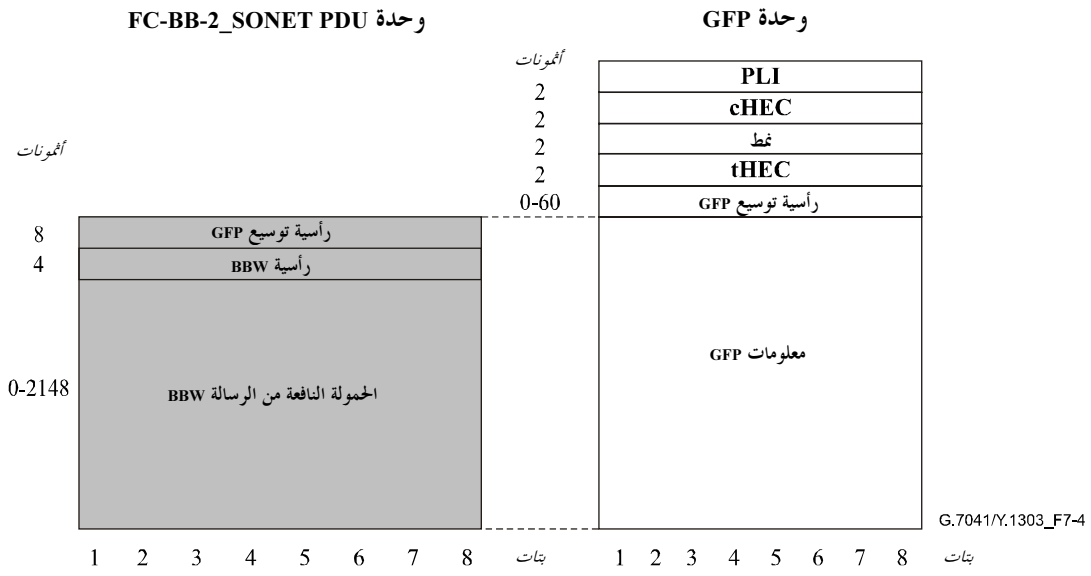
3.7 الحمولة النافعة في "القناة الليفية" (FC) عن طريق FC-BBW_SONET

تعريف الوحدة البروتوكولية للمعطيات (PDU) في القناة الليفية (FC) ذات النطاق العريض–2 (BBW) _ حسب الشبكة SONET (FC-BBW_SONET)، يوجد في المقطع 6 من المعيار ANSI INCITS 342 (FC-BB). ولأغراض التكييف المبني على الإجراء GFP-F يُفترض أن التقابل بين الوحدات PDU في القناة FC والوحدات FC-BBW_SONET PDUs (بموجب

المواصفة FC-BB)، وكذلك بين الوحدات FC-BBW_SONET PDUs والوحدات GFP PDU (طبقاً لهذه التوصية)، هو تقابل من نقطة إلى نقطة. وفي هذه التوصية ترد مواصفة علاقة التقابل بين الوحدة FC-BBW_SONET PDU والوحدة GFP PDU فقط.

1.3.7 تغليف الوحدة FC-BB-2_SONET PDU

توضع، في مجال الحمولة النافعة من رتل GFP، جميعُ أثمونات الوحدة FC-BBW_SONET PDU من الرأسية LLC/SNAP_Header إلى الحمولة النافعة من الرسالة BBW ضمناً. وفي الوحدة GFP PDU، يحتفظ بتراصف أثمونات وبتحقيق هوية البتات داخل أثمونات. وفيما يخص الوحدات FC-BBW_SONET PDUs، يوصَّف تركيب الرأسية BBW_Header وتركيب الحمولة النافعة (إن وُجدت) من الرسالة BBW، طبقاً لأحكام المعيار ANSI INCITS 342. وهذه العلاقة بين أرتال FC-BBW_SONET وأرتال GFP يوضحها الشكل 7–4.



الشكل 7–4/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال القناة الليفة ذات النطاق العريض–2 SONET (FC-BBW_SONET) وأرتال GFP

4.7 معالجة الأخطاء في الإجراء *GFP* المتصف بالتقابل الرتلي

إذا كُشفت عند الدخول وحدات PDUs فيها أخطاء قبل إرسالها من جانب عملية تكييف الأصل الخاص بالزبون، ينبغي أن تُستبعَد. وإذا كُشفت وحدات PDUs فيها أخطاء أثناء إرسالها من جانب عملية تكييف الأصل الخاص بالزبون، ينبغي أن تُملأ بتتابع بتات جميعها أرقام الواحد، وتُرسَل مع تتابع FCS للحمولة النافعة وبتاته الـ 32 متممة، إن وُجد. إن هذين التدبيرين يضمنان استبعاد الوحدات PDU المنطوية على أخطاء، إما من جانب عملية GFP الانتهائية وإما من جانب الطرف المخدوم.

1.4.7 جوانب تعطل إشارة الزبون

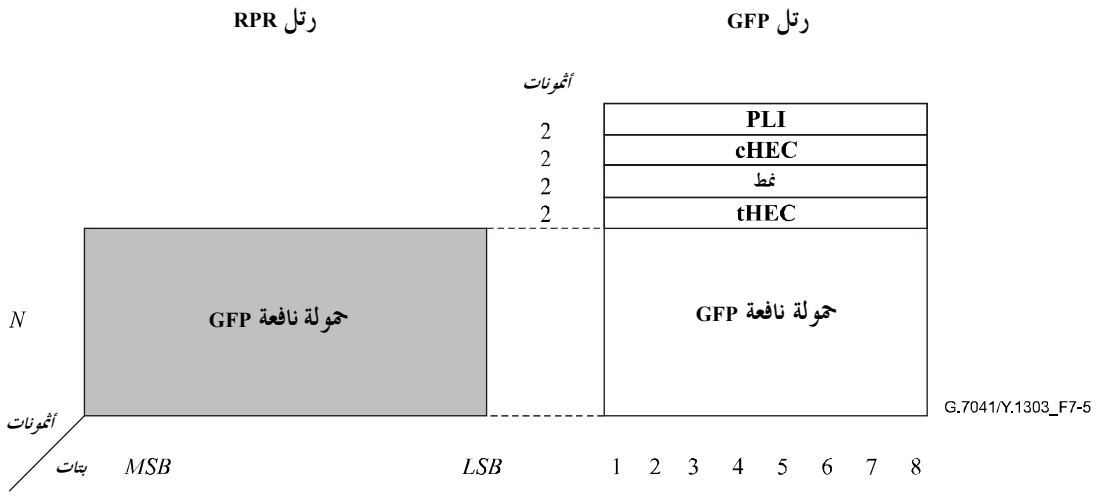
في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي، إذا اكتشفت عملية تكييف الأصل عطل إشارة الزبون عند الدخول، يكون الحل الأفضل هو إرسال الإشارة AIS الدالة على تعطل إشارة الزبون، إن كانت متيسرة.

وفي حالة عدم تيسر هذه الإشارة، يمكن، بواسطة عملية تكييف الأصل GFP-F، توليد رتل CMF[csf] من شأنه إرسال إشعار بـ "تعطل إشارة الزبون"، كما تقدم وصفه في الفقرة 3.3.6. وهناك دلالات على تعطل إشارة الزبون، متوقفة على التنفيذ (مثل فقدان الميقاتية من سطح بيني بين دارات متكاملة)، يمكن تشفيرها على أنها تعطل إشارة الزبون.

ملاحظة – طلباً لمزيد من التفاصيل عن معالجة هذه الإشارة وعما يترتب عليها من تدابير، يُرجَع إلى التوصيات ITU-T G.8021/Y.1341 وG.806.

5.7 الحمولة النافعة في حلقة الترزيم المرنة (RPR) طبقاً للمعيار IEEE 802.17

يوجد تعريف نسق الأرتال RPR في المقطع 8 من المعيار IEEE 802.17. ويوجد تقابل من وحدة إلى وحدة بين الرتل RPR والوحدة GFP PDU. وتوخياً للوضوح، تُعرض هذه العلاقة بين أرتال RPR ووأرتال GFP في الشكل 7-5.



الشكل 7-5/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال RPR وأرتال GFP

1.5.7 تغليف حلقة الترزيم المرنة (RPR)

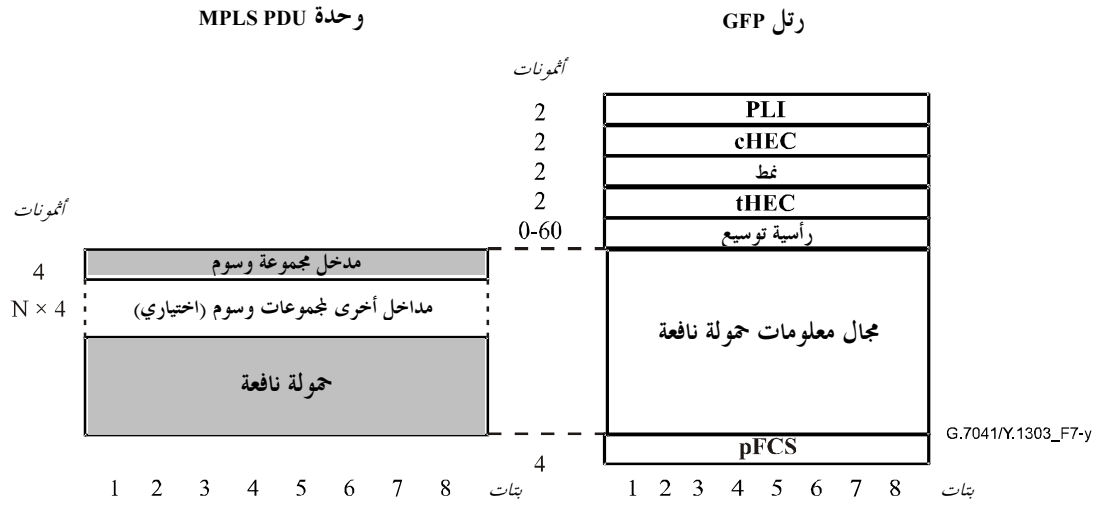
توضع أثمونات رتل RPR (المعرف في المقطع 8 من المعيار IEEE 802.17) جميعها في مجال معلومات الحمولة النافعة GFP. والخيار بالتغيُّب هو "لا توسيع للرأسية" والمجال pFCS غير مستعمل. ويحتفظ بتراصف الأثمونات وبتحقيق هوية البتات داخل الأثمونات. وعلى وجه التخصيص، البتتان الأقل دلالة والأكثر دلالة الموضوعة مواصفتهما في المقطع 8 والملحق C من المعيار IEEE 802.17 تطابقان بترتيب التوالي في كل أثمون بمفرده البتتان 8 و1 الموصفتان في هذه التوصية GFP. ويمكن الاطلاع على تعريف كامل لعملية التغليف هذه في الملحق C من المعيار IEEE 802.17.

6.7 التقابل المباشر لأرتال MPLS بأرتال GFP-F

التقابل المباشر لأرتال MPLS بأرتال GFP-F معدّ من أجل التطبيقات المرغوب فيها نقل وحدات MPLS تعويضية نقلاً مباشراً على حاويات SDH. وتحتوي الوحدة MPLS PDU، سواء في الإرسال الأحادي أو في الإرسال المتعدد، مدخلاً واحداً أو أكثر لمجموعات وسوم MPLS (مواصفتها في المعيار [5] RFC 3032) ومجالاً لمعلومات حمولة نافعة في رتل GFP-F. توضع أثمونات الوحدة MPLS PDU جميعها في مجال معلومات الحمولة النافعة في الوحدة GFP-F PDU، ويُحتفَظ داخل هذه الوحدة بتراصف أثمونات وبتحقيق هوية البتات داخل أثمونات. وهذا التقابل المباشر لأرتال MPLS بأرتال GFP-F مراد له أن يكون التقابل بالتغيّب، حين تُنقَل إشارات الزبون MPLS مباشرة عبر شبكة نقل.

والتتابع FCS للحمولة النافعة GFP ضروري، يجري حسابه كما ذُكر أعلاه في الفقرة 1.1.2.2.1.6، ويُدرَج في المجال pFCS. ويُضبَط المجال PFI على القيمة 1.

وهذه العلاقة بين أرتال الوحدة MPLS PDU وأرتال الوحدة GFP-F يوضحها الشكل 7–6 التالي.

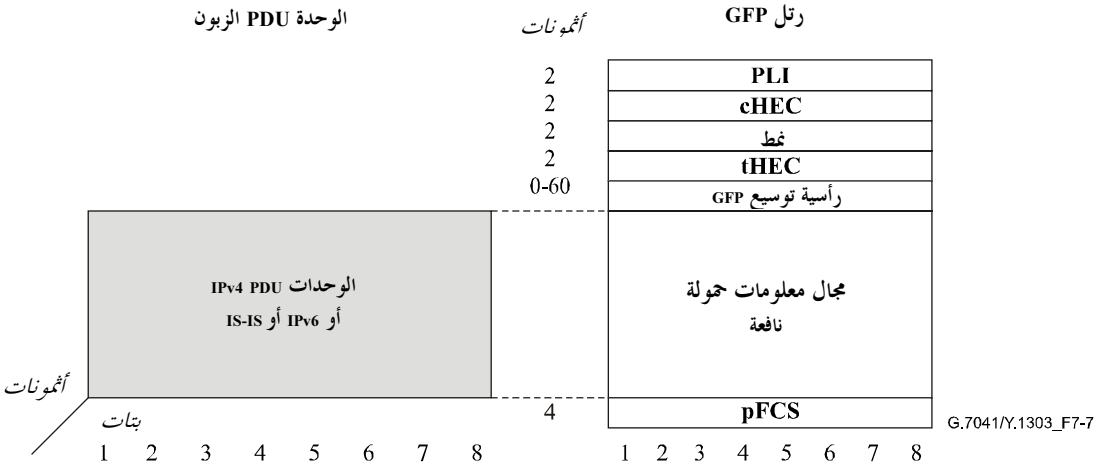


الشكل 7–6/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال MPLS PDU وأرتال GFP

7.7 التقابل المباشر لأرتال IP ووحدات IS-IS PDUs بأرتال GFP-F

التقابل المباشر لأرتال الوحدات IPv4 PDU وIPv6 وOSI بأرتال GFP-F معدّ من أجل تطبيقات نقل وحدات IP/OSI PDUs نقلاً مباشراً على حاويات SDH. وتحتوي كل من الوحدة IPv4 PDU (مواصفتها في المرجع IETF RFC 791/STD0005)، والوحدة IPv6 PDU (مواصفتها في المرجع IETF RFC 2460)، والوحدة IS-IS PDU (مواصفتها في المرجع ISO/IEC 10589) مدخلاً واحداً أو أكثر لرأسيات خاصة بالزبون، ومجالاً لمعلومات حمولة نافعة في رتل GFP-F. وتوضع أثمونات الوحدة PDU جميعها الزبون في مجال معلومات الحمولة النافعة في رتل GFP-F، ويُحتفَظ داخل الوحدة GFP-F PDU بتراصف أثمونات وبتحقيق هوية البتات داخل أثمونات.

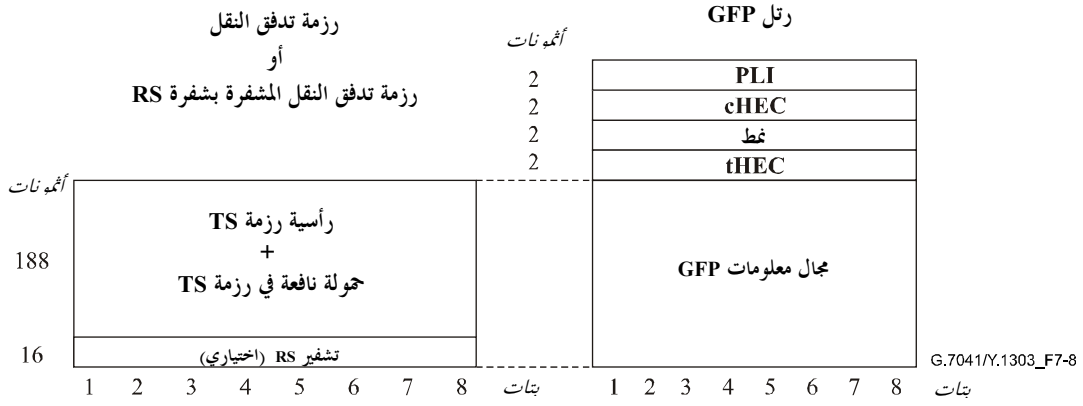
والتتابع FCS للحمولة النافعة GFP ضروري، يجري حسابه كما ذُكر أعلاه في الفقرة 1.1.2.2.1.6، ويُدرَج في المجال pFCS. ويُضبَط المجال PFI على القيمة 1. وهذه العلاقة بين أرتال الوحدات IPv4 PDU أو IPv6 أو IS-IS وأرتال الوحدة GFP-F يوضحها الشكل 7–7 التالي.



الشكل 7–7/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين أرتال GFP
وأرتال الوحدات IPv4 PDU أو IPv6 أو IS-IS

8.7 الحمولة النافعة DVB ASI

يوجد تعريف أنساق رزم تدفق النقل (TS) في المعيار ETSI EN 50083-9. وتكون هذه الرزم إما بطول 188 أثمونات وإما بطول 204 أثمونات، وهذا القياس الأخير هو طول رزم TS المشفَّرة بشفرة ريد سولومون (RS). ويوجد تقابل من واحدة إلى واحدة بين رزمة TS (أو رزمة TS مشفرة بشفرة RS) ووحدة GFP PDU. وعلى وجه التخصيص، تكون حدود الوحدة GFP PDU متراصفة على حدود الرزمة TS (أو الرزمة TS المشفرة بشفرة RS). وهذه العلاقة بين الرزم TS (أو الرزم TS المشفرة بشفرة RS) وأرتال GFP يوضحها الشكل 7-8 التالي.



الشكل 7-8/ G.7041/Y.1303 – العلاقات بين رزم TS وأرتال GFP

1.8.7 تغليف DVB ASI

توضع الأثمونات الـ 204 أو الـ 188 للرزمة TS في مجال الحمولة النافعة GFP. ويُحتفظ بتراصف أثمونات وبتحقيق هوية البتات داخل أثمونات، طبقاً للمعيار ISO/IEC 13818-1. وعلى وجه التعيين، وعلى أساس كل أثمون بمفرده، تطابق البتات المعطياتية d7 و d0 في DVB ASI حسب المعيار ETSI EN 50083-9 (التي تناظر السمات H وA في المعلومات 8B) تطابق البتات 1 و8 في الحمولة النافعة GFP، وذلك بترتيب التوالي.

2.8.7 عمليات DVB ASI

1.2.8.7 عمليات DVB ASI في السطح البيني عند الدخول

تُسترجَع بايتات المعطيات وميقاتيتها من الإشارة DVB ASI المستقبَلة في السطح البيني عند الدخول؛ وتشتمل المعالجة على ما يلي: استقبال بصري (للوصلات المعتمدة على ألياف بصرية) أو اقتران/مواءمة المعاوقة (للوصلات المعتمدة على كبل متحد المحور)، وتضخيم/تسجيل في الذاكرة الوسيطة، واسترجاع الميقاتية/المعطيات، وتحويل من التسلسل إلى التوازي، وشطب فواصل FC، وفك تشفير 8B/10B، طبقاً لتوصيف الملحق B في المعيار ETSI EN 50083-9.

1.1.2.8.7 فقدان الإشارة البصرية DVB ASI

إن معالجة فقدان الإشارة البصرية DVB ASI هي، بموجب معايير القناة الليفية، خيار متوقف على التنفيذ. وحين يمكن تأدية هذا الخيار، توجد الأحكام النافذة لمعالجة فقدان الإشارة البصرية وكشف الإشارة، في المقاطع 6.5 و2.3.2.6 وH.10 من المعيار ANSI INCITS 230, *Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH),* Rev. 4.3

2.1.2.8.7 فقدان التزامن DVB ASI 8B/10B

يتحقق التزامن لكلمات الشفرة الخاصة بـــ DVB ASI عند استلام سمتين /K28.5/ لهما نفس التراصف ضمن 5 سمات تم استقبالها على التوالي بموجب التذييل B من المعيارETSI EN 50083-9. وينبغي أن تكون معايير فقدان التزامن لكلمات الشفرة المعتمدة على سمات ESCON/SBCON هي المعايير الموصَّفة في المقطع 7.1 من المعيار ANSI INCITS 296.

ملاحظة – لا تحدد الوثيقة ETSI EN 50083-9 معايير لإعلان فقدان تزامن كلمات الشفرة. وقد لا تنطبق معايير القناة الليفية، لكون تزامن وإرسال كلمات الشفرة الخاصة بـــ DVB ASI معتمِدَيْن على كلمات أرقام الواحدية السمة، لا على كلمات ذات 4 سمات.

2.2.8.7 عمليات دخول الرزم TS

تقوم الوظيفة بتحقيق تزامن الرزم MPEG-2-TS أو لرزم MPEG-2 TS المشفرة بشفرة RS، على أساس الطريقة المعروضة في الفقرة 5.2 من المعيار ETSI TR 101 290 (أي أن التزامن يُكتسب لقاء توالي خمس بايتات صحيحة التزامن، وأنه ينبغي إعلان فقدان التزامن على أثر توالي بايتتين أو أكثر خاطئة التزامن).

أما قدُّ الرزم (188 أو 204 بايتة) فيمكن استرجاعه من الإشارات المستلمة، على أساس دورية بايتات التزامن.

وفي حالة تعطل إشارة الزبون الداخلة (إما فقدان الإشارة أو فقدان تزامن السمات أو فقدان تزامن الرزم) يستحيل تعيين حدود أية رزمة، وهذه الاستحالة تستتبع فقط توليد أرتال GFP في وضع الراحة.

وتستعمل وظيفة تغليف الأرتال GFP-F المبين PFI بقيمة صفر ("PFI="0") (لا وجود لتتابع FCS للحمولة النافعة)، ومعرِّف الهوية EXI بقيمة أربعة أصفار ("EXI="0000") (رأسية توسيع معدومة).

3.2.8.7 عمليات خروج الرزم TS

تؤدي وظيفة فض التغليف GFP-F في السطح البيني للخروج ما يلي: تسحب الرأسية الأساسية، وتزيل التخليط من مساحة الحمولة النافعة، ثم تمرر الرزمة TS (أو الرزمة TS المشفَّرة بشفرة RS) إلى الفدرة التالية، حتى في حالة تحكم tHEC غير قابل للتصحيح، وذلك على افتراض شروط النمط بالتغيّب. أما نمط الرزمة (رزمة MPEG-2 TS أو رزمة MPEG-2 TS مشفرة بشفرة RS) فيتعيَّن على أساس طول الرتل GFP الذي تم استقباله.

أما استرجاع معلومات توقيت الرزم TS (أو الرزم TS المشفَّرة بشفرة RS)، وإزالة الارتعاش من الرزم المستقبَلة (ارتعاش ناشئ عن أرتال GFP غير الناشطة وعن حركات المؤشر، وما إلى ذلك)، فإن ذلك يستلزم طريقة تزامن من طرف إلى طرف، أي طريقة الميقاتية التكييفية الموصوفة في التوصية ITU-T. I.363.1.

ملاحظة – هذه الطريقة مناسبة لأنه لا يكون من الضروري، في حالة نقل برامج فيديوية مضغوطة، التقيّد بالمواصفات المتعلقة بالجنوح الموضوعة في التوصية ITU-T. G.823. وفضلاً عن ذلك، لا تعتمد طريقة الميقاتية التكييفية على تيسّر ميقاتية مرجعية خارجية. ثم إن تزامن الرزم TS (أو الرزم TS المشفَّرة بشفرة RS) يمكن استرجاعه استناداً إلى وقت وصول أرتال GFP المستقبَلة.

وأما ارتعاش رزم النقل فيجب فيه الوفاء بمواصفات الارتعاش الموضوعة في المعيار ISO/IEC 13818-9.

4.2.8.7 عمليات DVB ASI في السطح البيني الخروجي

تشتمل المعالجة على ما يلي: تشفير 8B/10B، وإدراج رموز فواصل FC، وتحويل من التوازي إلى التسلسل، وتضخيم/تسجيل في الذاكرة الوسيطة، وإرسال بصري (للوصلات المعتمدة على ألياف بصرية) أو اقتران/مواءمة المعاوقة (للوصلات المعتمدة على كبل متحد المحور)، طبقا لتوصيف الملحق B في المعيار ETSI EN 50083-9.

وتخضع جوانب تباين التشغيل لمعيار القناة الليفية، الموضوع في المعيار

ANSI INCITS 230, Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH), Rev. 4.3, section 11

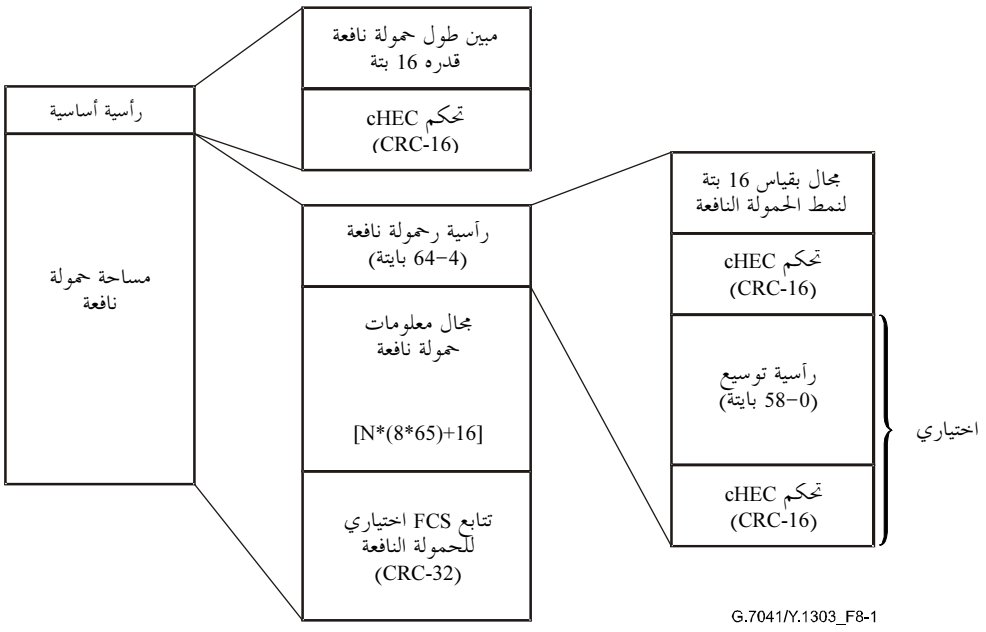
وحين تكون ذاكرة الاستقبال الوسيطة في حالة غَيْض (أي بمعطيات غير كافية)، يتعيّن أن يُنتِج مرسل الخروج DVB ASI باستمرار كلمة الشفرة 10B مع تعادل التباين، تبعاً لتباين التشغيل البدئي (–RD) أو (+RD)، طبقاً للقواعد الموضوعة في الفقرة 1.1.1.8، وبإطلاق وظيفة كشف فقدان التزامن وأي فعل مصاحب له في المستقبل DVB ASI التالي.

8 الجوانب الخاصة بالحمولة النافعة في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الشفاف لإشارات الزبائن 8B/10B

يراد بالتقابل الشفاف للحمولات النافعة 8B/10B في الإجراء GFP أن يسهِّل نقل إشارات الزبائن المشفَّرة فدرياً، في سيناريوهات تقتضي فترة تأخر إرسال قصيرة جداً. ومن الأمثلة على إشارات الزبائن هذه إشارات القناة الليفية (FC) وESCON وFICON وGigabit Ethernet. ويتسنّى ذلك من حيث إنه، بدلاً من ملء رتل كامل من معطيات الزبون في الرتل GFP الخاص بها، يُفك تقابل السمات الفردية لإشارة الزبون من شفرات الزبون الفدرية، ثم يعاد تقابلها في أرتال GFP ثابتة الطول ودورية. ويُجرى التقابل بصرف النظر عما إذا كانت سمة الزبون سمة معطيات أو سمة تحكم، الأمر الذي يصون شفرات التحكم 8B/10B للزبون. ولا يستبعد تعدد إرسال الرتل في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الشفاف (GFP-T).

1.8 الجوانب المشتركة للعملية GFP-T

تُستعمَل في رتل الإجراء GFP الشفاف نفس بنية الرتل المستعملة في الإجراء GFP المتصف بالتقابل الرتلي، بما في ذلك الرأسية اللازمة للحمولة النافعة. أما التتابع FCS للحمولة النافعة فيكون اختياريا. وفي الشكل 8–1 إيضاح لبنية الرتل في الإجراء GFP الشفاف.



الشكل 8–1/ G.7041/Y.1303 – نسق الرتل في الإجراء GFP الشفاف

1.1.8 تكييف الإشارات الزبون 8B/10B ، بتشفيرها بالتشفير 64B/65B الفدري

تقوم المرحلة الأولى من عملية تكييف إشارات الزبون على فك تشفير الطبقة المادية لإشارة الزبون كما هو موضَّح في النموذج الوظيفي المعروض في الشكل 2. ففي حالة شفرات خط 8B/10B، يُفك تشفير السمة المستقبلة ذات الـــ10 بتات وتعاد إما إلى 8 بتات، قيمتها البدئية، إذا كان الأمر يتعلق بكلمة شفرة معطيات 8B/10B، وإما إلى سمة تحكم إذا كان الأمر يتعلق بكلمة شفرة تحكم 8B/10B. ويُجرى تقابل كلمات شفرة التحكم 8B/10B في أحد المبينات الـــ16 لشفرات التحكم ذات الـــ4 بتات، وذلك بخصوص سمات التحكم ذات الـــ 8 بتات، المتيسرة في الإجراء GFP الشفاف (انظر الجدول 8–1).

الجدول 8–1/ G.7041/Y.1303 – التقابل بين سمات التحكم 8B/10B ومبينات شفرة التحكم 64B/65B

الاسم	قيمة الأثمون	كلمة الشفرة (RD–) 10B abcdei fghj	كلمة الشفرة (RD+) 10B abcdei fghj	تقابل ذو 4 بتات 64B/65B
/K28.0/	1C	001111 0100	110000 1011	0000
/K28.1/	3C	001111 1001	110000 0110	0001
/K28.2/	5C	001111 0101	110000 1010	0010
/K28.3/	7C	001111 0011	110000 1100	0011
/K28.4/	9C	001111 0010	110000 1101	0100
/K28.5/	BC	001111 1010	110000 0101	0101
/K28.6/	DC	001111 0110	110000 1001	0110
/K28.7/	FC	001111 1000	110000 0111	0111
/K23.7/	F7	111010 1000	000101 0111	1000
/K27.7/	FB	110110 1000	001001 0111	1001
/K29.7/	FD	101110 1000	010001 0111	1010
/K30.7/	FE	011110 1000	100001 0111	1011
10B_ERR	01	لم يُعرف –RD	لم يُعرف +RD	1100
65B_PAD	02	N/A	N/A	1101
Spare	03	N/A	N/A	1110
Spare	04	N/A	N/A	1111

ملاحظة 1 – في حين يجب توفير سمات المعطيات الـــ256 كلها، لا يتم تعرّف غير 12 كلمة شفرة تحكم 8B/10B خاصة واستعمالها بخصوص سمات التحكم 64B/65B في البروتوكولات: Gigabit Ethernet و Fibre Channel و FICON و ESCON. ومن ثم فقد أصبح بالإمكان ضغط الكلمات الخاصة لشفرة التحكم 8B/10B في قيم ذات 4 بتات، دون تقييد إشارات الزبائن أو بدون توفير معالجة نوعية لبروتوكول كلمات شفرة التحكم 8B/10B.

ملاحظة 1 – تتجاهل عملية إعادة التشفير مدلول كلمات التحكم أو المجموعات المرتَّبة. فهي تقتصر على إعادة تشفير تنوعية للمعطيات وكلمات الشفرة في فدرات 65B. ولا يلزم لها علم ببداية الرتل أو نهايته، ولابالأخطاء، ولا بالأرتال غير الناشطة، ولا بشفرات التحكم، ولا بمجموعات المعطيات وما إلى ذلك.

بعد فك تشفير السمات 8B/10B يجرى تقابلها في شفرة فدرية ذات 65/64 بتة (64B/65B). وبنية الشفرة الفدرية موضحة في الشكل 8–2. وتفيد البتة الأولى في فدرة ذات 65 بتة، وهي البتة العَلَم ما إذا كانت هذه الفدرة تحتوي فقط هي سمات معطيات 64B/65B ذات 8 بتات أو ما إذا كانت تحتوي أيضاً على سمات تحكم خاصة للزبون (متى كانت البتة العلَم بقيمة 0 دلّت على وجود أثمونات معطيات فقط، ومتى كانت بقيمة 1 دلّت على احتواء الفدرة أثموناً واحداً على الأقل من أثمونات التحكم). وسمات التحكم الخاصة بالزبون المجدولة في سمات تحكم 64B/65B ذات 8 بتات، تقع في بداية الحمولة النافعة من الفدرة ذات الـــ64 بتة، إن وُجدت في هذه الفدرة. وأول بتة في سمة التحكم 64B/65B تضم بتة علَم آخر سمة تحكم (LCC, *last control character*) تفيد ما إذا كانت سمة التحكم هذه هي الأخيرة في الفدرة (LCC = 0) أو ما إذا كانت سمة تحكم أخرى موجودة في الأثمون التالي (LCC = 1). وتحتوي البتات الثلاث التالية على كاشف شفرة التحكم الذي يدل على الموضع الأصلي لسمة شفرة التحكم 8B/10B داخل تتابع ثماني سمات زبون تحتويه الفدرة. وتعطي البتات الـ 4 الأخيرة، المكوِّنة لمبين شفرة التحكم تمثيلاً رباعي البتات لسمة شفرة التحكم 8B/10B. والتقابل الصريح لسمات شفرة التحكم 8B/10B في شفرات تحكم رباعية البتات معرَّف في الجدول 8–1. وتقابل شفرات التحكم في بايتات الحمولة النافعة للشفرة 64B/65B مرتبة حسب ترتيب استلامها. ويسترعى الانتباه إلى أنه يجري، نتيجة لذلك، ترتيب عناوين شفرات التحكم aaa-hhh في الشكل 8–2، ترتيباً تصاعدياً.

سمات دخل زبون	بتة العلم	مجال 64 بتة (8 أثمونات)							
الكل معطيات	0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
7 معطيات، 1 تحكم	1	0 aaa C1	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
6 معطيات، 2 تحكم	1	1 aaa C1	0 bbb C2	D1	D2	D3	D4	D5	D6
5 معطيات، 3 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	0 ccc C3	D1	D2	D3	D4	D5
4 معطيات، 4 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	0 ddd C4	D1	D2	D3	D4
3 معطيات، 5 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	0 eee C5	D1	D2	D3
2 معطيات، 6 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	0 fff C6	D1	D2
1 معطيات، 7 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	0 ggg C7	D1
8 تحكم	1	1 aaa C1	1 bbb C2	1 ccc C3	1 ddd C4	1 eee C5	1 fff C6	1 ggg C7	0 hhh C8

- أول بتة من أثمون تحكم (LCC) = 1 إن وُجدت أثمونات تحكم أخرى، و=0 إن كان أثمون الحمولة النافعة هذا يحتوي على آخر أثمون من الفدرة.
- aaa = تمثيلاً ثلاثي البتات للموضع الأصلي لأول شفرة تحكم (أول كاشف لشفرة تحكم).
- bbb = تمثيلاً ثلاثي البتات للموضع الأصلي لثاني شفرة تحكم (ثاني كاشف لشفرة تحكم).

...

- hhh = تمثيلاً ثلاثي البتات للموضع الأصلي لثامن شفرة تحكم (ثامن كاشف لشفرة تحكم).
- Ci = تمثيلاً رباعي البتات لشفرة التحكم ذات الترتيب i (مبين شفرة التحكم)
- Di = تمثيلاً ثماني البتات لقيمة المعطيات الـــ i في ترتيب الإرسال.

الشكل 8–2/G.7041/Y.1303 – مكوِّنات الشفرة 64B/65B في الإجراء GFP الشفاف
(انظر بنية الفدرة الكبرى في الشكل 8–3)

على سبيل المثال: إذا وجدت سمة واحدة من سمات التحكم 64B/65B في فدرة ما، وكان موضعها الأصلي بين الكلمتين D2 وD3 لشفرة المعطيات 8B/10B، يكون الأثمون الأول من الفدرة 64B/65B محتوياً على 0.010.C1. وتدل قيمة السمة LCC 0 على أن سمة التحكم 64B/65B هذه هي الأخيرة من الفدرة. وتدل القيمة aaa = 010 على أن موضع C1 بين D2 وD3. ويعاد تقابل سمات المعطيات 64B/65B في مزيل التقابل على شكل أثمونات معطيات ذات 8 بتات، ثم يعاد تشفيرها بكلمات شفرة معطيات 8B/10B. وفيما يخص سمات التحكم 64B/65B يعاد تقابل مبينات شفرة التحكم ذوات الـ 4 بتات بكلمات شفرة تحكم 8B/10B مناسبة، مع استرجاع مواضعها من تدفق السمات الأصلي ومراعاة الكاشف الثلاثي البتات لشفرة التحكم.

1.1.1.8 الشفرة 10B_ERR

من شأن بعض عيوب إشارات الزبون أن تُنتِج كلمات شفرة 8B/10B عند الدخول إلى عملية تكييف الأصل GFP، وهذه الكلمات يتعذر أن تتعرّفها عملية التكييف 64B/65B (كتعطل إشارة الزبون، مثلا، أو كلمة شفرة 8/10B غير جائزة أو كلمة شفرة جائزة لكن فيها خطأ تباين تشغيل، انظر الفقرة 2.8). فلتصريف العيوب التي تشوب إشارة الزبون، مثل "كلمة الشفرة 8B/10B غير معروفة"، أُوجدت سمة تحكم 64B/65B خاصة، هي الشفرة 10B_ERR.

وفي صدد إعادة تركيب إشارة الزبون عند خروجها من شبكة النقل، يوصى بأن يعيد مزيل التقابل تشفير الشفرات 10B_ERR المستَلَمة بشفرة إرسال غير صالحة وعلى الشكل (–RD) 0001 001111 أو (+RD) 1110 110000 (وهما كلمتا شفرة 8B/10B غير مسموح بهما، ثابتتان، تباينهما التشغيلي متعادل، تشتملان على انتقال داخل البتات الثلاث الأولى وكذلك داخل البتات الثلاث الأخيرة من كلمة الشفرة)، وذلك تبعا لتباين التشغيل (انظر الفقرة 3.2.8 بشأن الاعتبارات الأخرى المتعلقة بتباين التشغيل الخاص بالزبون). وفي إعادة التشفير يُحتفظ بوقت حدوث العيب في إشارة الزبون وبموضعه، على الرغم من عدم استبقاء القيمة الفعلية لكلمة الشفرة 8B/10B المتعذر تعرّفها.

بالإضافة إلى سمة الإرسال غير الصالحة الموصى بها (التي يقلل تركيبها من إمكان إنشاء فواصل مستعارة حين تُخلط مع سمات مجاورة)، يجوز إزالة تقابل الأحداث 10B_ERR بسمات إرسال غير صالحة بديلة، بشرط أن تفي هذه السمات أيضاً بجميع قواعد التشفير8B/10B، وأن تكون متعادلة التباين التشغيلي، وأن تضم انتقالاً واحداً على الأقل داخل البتات الأربع الأولى والبتات الأربع الأخيرة من كلمة الشفرة.

2.1.1.8 إدراج الشفرة 65B_PAD والأرتال GFP الإدارية الزبون

لما كان التطبيق الشفاف للإجراء GFP يستوجب أن تكون مقدرة المسير (القناة) المتيسر مساوية على الأقل لمقدرة معدل المعطيات الأساسي (أي قبل التشفير) لإشارة الزبون، فإن الدارئ المستقبل للدخل في منفذ التقابل يقترب دورياً من حالة الغيْض. فلأغراض تكييف المعدل، إذا كان رتل من أرتال التطبيق الشفاف لـــGFP جارياً إرساله ولا توجد سمات زبون جاهزة لكي يرسلها منفِّذ التقابل في التطبيق الشفاف لـــGFP ، يجب في منفِّذ التقابل أن يُدرج سمة حشو في شفرة 65B_PAD. وتتم مقابلة سمة الحشو في رتل GFP على نحو مقابلة سمة التحكم، فيتعرّفها ويحذفها مزيل التقابل في GFP. وفي الفقرة 1.4.8 اعتبارات خاصة بالزبون بشأن معالجة الشفرة 65B_PAD.

تُرسَل أرتال المعطيات الزبون بوجه الأولوية عن طريق الأرتال الإدارية الخاصة بالزبون. فإذا كان رتل GFP من الأرتال الإدارية للزبون متيسّرا للإرسال، ودارئ المدخل شبه فارغ (مثلاً، فيما إذا أرسلت سمة الحشو 65B_PAD أثناء رتل المعطيات الزبون الجاري إرساله)، فعندئذ يجوز إرسال الرتل من الأرتال الإدارية الزبون بعد رتل معطيات الزبون الجاري إرساله. وتوخياً لاستدامة وقت انتظار زهيد، يوصى لحالة قناة سويَّة القد بألا يُرسل بين أرتال معطيات الزبون إلاّ رتلاً واحداً من الأرتال الإدارية الزبون. ويوصى كذلك بأن تكون الأرتال الإدارية الزبون المستعملة في الإجراء GFP الشفاف مقصورة على مجال معلومات حمولة نافعة ذي ثماني بايتات أو أقل. ويسترعى الانتباه إلى أنه من الممكن أيضاً استدامة وقت انتظار زهيد، عن طريق زيادة قدّ (اتساع) القناة زيادة تمكّن من تبادل مزيد من الأرتال الإدارية الزبون.

2.1.8 تكييف فدرات الشفرة 64B/65B في GFP

حفاظاً على تراصف إشارة الإجراء GFP الشفاف مع رتل النقل للوحدة SDH/ODUk، تقوم المرحلة الأولى من عملية التكييف على تجميع ثماني شفرات 64B/65B ونظْمها في فدرة كبرى كما يوضحه الشكل 8–3. وتُنظَم البتات الأولى (الأعلام) من الشفرات 64B/65B الثماني في أثمون خلفي أول. وتُستعمَل البتات الست عشرة من الأثمونين الخلفيين الأخيرين من أجل التحقق CRC-16 من الأخطاء في بتات هذه الفدرة الكبرى.

أثمون 1، 1							
أثمون1، 2							
أثمون1، 3							
. . .							
أثمون8، 7							
أثمون8، 8							
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
CRC-1	CRC-2	CRC-3	CRC-4	CRC-5	CRC-6	CRC-7	CRC-8
CRC-9	CRC-10	CRC-11	CRC-12	CRC-13	CRC-14	CRC-15	CRC-16

حيث: الأثمون j، k هو الأثمون ذو الرقم الترتيبي k من الشفرة 64B/65B ذات الرقم الترتيبي j في الفدرة الكبرى
والبتة الأولى (العلم)Lj هي البتة ذات رقم الترتيب j من الشفرة 64B/65B في الفدرة الكبرى
والبتة CRC-i هي بتة التحكم في الخطأ ذات رقم الترتيبي i حيث CRC-1 هي البتة الأكثر دلالة في التحقق CRC

الشكل 8–3/ G.7041/Y.1303 – بنية الفدرة الكبرى لغرض مقابلة مكوِّنات الشفرة 64B/65B في رتل الإجراء GFP الشفاف

ملاحظة – توخياً لخفض وقت الانتظار إلى أقل ما يمكن، يستطيع منفِّذ التقابل في الإجراء GFP الشفاف أن يبدأ إرسال المعطيات فور تشكيل أول شفرة 64B/65B من الزمرة بدلاً من الانتظار ريثما تتشكل الفدرة الكبرى بأكملها.

انطلاقاً من المسلَّمة أن رتل الإجراء GFP الشفاف خالٍ من تتابع FCS للحمولة النافعة وأن رأسية التوسيع معدومة فيه، يكون طول الرتل الباقي: $[(8 \times 8) + (16 + (8 \times 65)) \times N]$ بتة؛ حيث N هي عدد الفدرات الجامعة في رتل GFP. وقيمة N تابعة لمعدل بتات إشارة الزبون الأساسي، أي غير المشفَّر، ولمقدرة قناة النقل. ويعرض التذييل IV تسلسلاً تقديرياً لمقدرات قناة، منصوحاً به في إطار SDH، وكذلك قيم الحد الأدنى لـ N. وستتناول دراسة لاحقة موضوع مقدرات قنوية موصى بها بخصوص مسيرات نقل أخرى. أما القيمة الأصغرية لـ N فمرهونة بمعدل معطيات إشارة الزبون، وبعدد الأثمونات المزيدة في رتل GFP (مثلاً، 8 بدون تتابع FCS للحمولة النافعة، ومع رأسية توسيع معدومة)، وبقد غلاف الحمولة النافعة، كما يبيّنه التذييل IV. وعلى وجه التعيين، يجب اختيار N_{min} بحيث يكون الوقت اللازم لإرسال رتل GFP محتوٍ لعدد $8 \times 8 \times N$ من سمات الزبون، في ظروف أسرع معدل مسموح به لميقاتية الزبون وأبطأ معدل ميقاتية مسموح به للشبكة SDH/OTN، أقل من الوقت الذي يستطيع فيه زبون تسليم عدد السمات $8 \times 8 \times N$ إلى منفِّذ التقابل في GFP.

ويلاحظ أن N تتشكل اختيارياً تِبعاً لعرض النطاق الاحتياطي لنقل الأرتال الإدارية الخاصة بالزبون. انظر التذييل IV.

1.2.1.8 التحكم في الأخطاء حسب GFP الشفاف

تحتوي الفدرة الكبرى (الشكل 8–3) 16 بتة للتحكم في الأخطاء، وهذه البتات الـ 16 تحتوي على شفرة تحقق من الخطأ هي CRC-16 تتناول الـ 536 بتة في هذه الفدرة الكبرى. فإذا كشف مزيل التقابل خطأ ما، تعيَّن عليه إما أن ينتج سمات 10B خاصة بالخطأ، وإما سمات 10B مجهولة، محل جميع سمات الزبون التي تحتويها الفدرة. ويرد وصف سمات الخطأ والسمات المجهولة 10B في صدد أخطاء تباين التشغيل من الجوانب الخاصة بالزبون (الفقرة 2.8). ويتيح هذا التبديل لمستقبل الزبون كشف ما يقع من أخطاء.

الحدودية المولّدة لشفرة التحقق CRC-16 هي: $G(x) = x^{16}+ x^{15} + x^{12} + x^{10} + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$، بقيمة 0 في حال التدميث، وفيها x^{16} تطابق البتة الأكثر دلالة، و x^0 تطابق البتة الأقل دلالة. والتحكم CRC في أخطاء الفدرة الكبرى تولّده عملية تكييف الأصل على المراحل التالية:

1) تؤخذ الأثمونات الـ65 الأولى في الفدرة الكبرى، بترتيب الأثمونات في الشبكة (انظر الشكل 8–3) وتكون البتات الأكثر دلالة في المقام الأول، وذلك بحيث يتكون نموذج 520 بتة تمثل معاملاتِ حدوديةٍ هي $M(x)$ درجتها 519؛

2) تُضرَب الحدودية $M(x)$ في x^{16} وتُقسَم (أساس 2) على $G(x)$، فيحصل باقٍ هو $R(x)$ ودرجته 15 أو أقل؛

3) يُعتبر أن معاملات $R(x)$ هي تتابع 16 بتة، وفيها x^{15} البتة الأكثر دلالة؛

4) تتابع الـ16 بتة هو CRC-16.

ملاحظة – يمكن أيضاً تصحيح خطأ البتة الواحدة مع التحكم CRC-16. ولكن بما أن عملية التكييف البئري تُجري التحقق CRC-16 بعدما تتم إزالة تخليط الحمولة النافعة، فلا بد لدارة تصحيح الأخطاء من أن تراعي، إلى جانب تصحيح خطأ البتة الواحدة، تصحيح الأخطاء المزدوجة، المتباعدة بمقدار 43 بتة، عند خرج مزيل التخليط.

تطبّق عملية التكييف البئري المراحل من 1 إلى 3 على نحو ما جرى في عملية تكييف الأصل. وفي حالة الخلو من الأخطاء، يُفترض أن يكون الباقي هو: 0000 0000 0000 0000.

2.8 تباين التشغيل في الشفرات 64B/65B

صُمّمت كلمات الشفرة 8B/10B من أجل تسهيل إرسال خال من الأخطاء مع المحافظة على توازن DC، وتوفير انتقالات هامة من أجل استرجاع الميقاتية، وتقييد طول التشغيل أو الأصفار المتعاقبة. ويقاس توازن DC في كلمات الشفرة مفردةً، الواحدة تلوَ الأخرى، مع مراعاة "تباين التشغيل". ويكون تباين التشغيل موجباً (إذا فاق عدد الأرقام الواحد عدد الأصفار في حصيلة الإرسال) أو سالباً (إذا جاء عدد الأصفار أكبر من عدد الأرقام الواحد في حصيلة الإرسال).

وحفاظاً على التوازن DC في كلمات الشفرة 8B/10B، جُعِل لكل سمة ذات 8 بتات من سمات المعطيات ولكل من "سمات التحكم الخاص" الـ 12 تشفيران بـ 10 بتات. وتبعاً لتباين التشغيل الجاري، ينتقي مشفر 8B/10B أحد التشفيرين المناسب إرساله بخصوص المعطى التالي أو سمة التحكم التالية، من أجل تبديل تباين التشغيل أو استبقاء التباين القائم. وعلى وجه التعيين، إن كلمة الشفرة الجديدة تقلب تباين التشغيل من سالب إلى موجب، إذا كان حاصل الإرسال فيه عدد الأصفار أكبر من عدد أرقام الواحد، ومن موجب إلى سالب إذا كان حاصل الإرسال فيه عدد أرقام الواحد أكبر من عدد الأصفار، وتحتفظ به في حال تساوى عدد أرقام الواحد والأصفار في حصيلة الإرسال.

من شأن أخطاء البتات في الإرسال أن تجعل كلمة الشفرة 8B/10B المستقبَلة تُعطي تبايناً خاطئاً بشأن حالة تباين التشغيل البادئ وقتئذ. وفي مثل هذه الحالات يُكشف خطأ في تباين التشغيل. ويجب استعمال سمة الإرسال المستقبَلة لاحتساب قيمة جديدة لتباين التشغيل، بصرف النظر عن صلاحية السمة المستقبَلة. ثم تستعمَل القيمة الجديدة على أنها تباين التشغيل الجاري في المستقبِل بخصوص سمة الإرسال المستقبَلة تالياً.

ملاحظة – ومن الآثار الممكنة أيضاً لأخطاء بتات الإرسال أن كلمة الشفرة الخاطئة تُستقبَل مع تباين صحيح، وأن كلمة شفرة 8B/10B خاطئة ولكن جائزة تؤدي إلى أن كلمة شفرة خالية من الخطأ تُكتَشَف لاحقاً على خطأ في تباين التشغيل. وفي بعض الحالات، وُضِعت قواعد بشأن تباين التشغيل نوعية للبروتوكول، تضمن لكل رزمة معطيات أن تبدأ أو تنتهي بتباين محدد، لكي لا تنتشر الأخطاء في رزم المعطيات.

1.2.8 معالجة تباين التشغيل في الدخول

في الدخول، يمكن افتراض تباين التشغيل إما موجباً وإما سالباً منذ البداية، أي عند التزويد بالقدرة أو إعادة التدميث أو الانتقال من حالة فقدان الإشارة أو حالة فقدان طور تزامن كلمة الشفرة.

يُجرى البحث عن نظير لسمة 10B المستلمَة، في العمود المناسب، +RD أو –RD، من جدول كلمة الشفرة 8B/10B الصالحة، وذلك تبعا لتباين التشغيل الجاري منذ البدء. فإذا لم يوجد نظير، تُكتشف إما كلمة شفرة غير جائزة وإما كلمة شفرة جائزة ولكن مع خطأ في تباين التشغيل. وكلتا الحالتين تعالَج على أنها مخالفة لنظام الشفرة 8B/10B، ويوضع محلّها شفرة 10B_ERR في عملية التقابل حسب 64B/65B.

2.2.8 معالجة تباين التشغيل في الخروج

في الخروج، يُفترَض تباين التشغيل سالباً من البداية، أي عند التزويد بالقدرة أو إعادة التدميث أو الانتقال من حالة فقدان الإشارة أو حالة فقدان طور تزامن كلمة الشفرة.

يجب في أشكال التنفيذ بنقل شفاف أن تُنتِج تباين تشغيل صحيحاً، بواسطة أي قاعدة نوعية للبروتوكول قابلة للتطبيق. وتشتمل الفقرة 3.2.8 على إحالات إلى المعيار أو المعايير التي تحدد كلاً من قواعد التباين البروتوكولية القابلة للتطبيق وقتئذ.

ويعاد تشفير الشفرات 10B_ERR بإشارات زبون، إما بشكل كلمة شفرة مجهولة ذات تباين تشغيلي صالح، وإما بشكل خطأ نوعي للبروتوكول، كما تبيّنه الفقرة 3.2.8.

3.2.8 جوانب تباين التشغيل الخاصة بالزبون

يصف هذا المقطع قواعد تباين التشغيل الخاصة بالزبون، في كل ما هو موفَّر من البروتوكولات الزبون العاملة بالشفرة 8B/10B.

1.3.2.8 الحمولة النافعة في القناة الليفية

توجد قواعد تباين التشغيل المتعلقة بالقناة الليفية (Fibre Channel) في المقطع 11 من المرجع التالي:

ANSI INCITS 230, Fibre Channel-Physical and Signaling Interface (FC-PH), Rev. 4.3

إن هذا المرجع يوفّر، بالإضافة إلى القواعد "النوعية" لتباين التشغيل المحددة في المقطع الفرعي 2.11، القواعد الخاصة بالقناة الليفية، محددةً في المقطع الفرعي 4.11. تشتمل هذه القواعد على صيغتين لكل مجموعة مرتبة من نهايات الأرتال (EOF, *end of frame*)، وتقرر أوجه استعمالهما ضماناً لمجيء حصيلة سالبة لتباين التشغيل، من معالجة السمة النهائية لمجموعة EOF المرتّبَة. فالمجموعات المرتَّبة المحددة بخصوص إشارات البدائيات وتتابعات البدائيات تصون هذا التباين السالب، وتضمن أيضا أن تُرسَل بتباين تشغيلي بدئي سالب كلٌّ من المجموعات المرتبة المصاحبة لكيانات تعيين حدود بدايات الأرتال (SOF, *start of frame*)، والمصاحبة لإشارات البدائيات ولتتابعات البدائيات. ويمكّن هذا التقييد من سحب كلمات شاغرة، خاصة بالقناة الليفية، من تدفق مشفَّر ثم إضافتها كلمة كلمة، دون التأثير على التباين التشغيلي البدئي.

وفي سبيل وقاية أرتال القناة الليفية الصالحة اللاحقة من أن تُعلَن غير صالحة، يتعيّن توليد السمة K28.5، المصاحبة لكل المجموعات المرتَّبة عدا المجموعات EOF، على افتراض أن تباين التشغيل البدئي سالب. فإذا أسفر حدوث خطأ في إرسال سابق عن كشف نهاية EOF غير صحيحة بالنسبة إلى تباين التشغيل الجاري، تُولَّد المجموعة المرتَّبة التالية بتباين تشغيلي بدئي سالب، RD-K28.5، فتجعل التباين التشغيلي النهائي يأتي سالباً. وبفضل ذلك، يمتنع أن تسبب أخطاء الإرسال انتشار خطأ تباين التشغيل في الأرتال.

فيما يخص "النقل الشفاف" للحمولات النافعة للقناة الليفية، يعاد تشفير السمة 10B_ERR بكلمة شفرة 10B متعادلة التباين مجهولة، وذلك تبعاً للتباين التشغيلي البدئي، (–RD) أو (+RD)، وطبقاً للقواعد الموصوفة في الفقرة 1.1.1.8.

2.3.2.8 الحمولة النافعة في التوصيلات ESCON

توجد القواعد الضابطة لتباين التشغيل بخصوص التوصيلات ESCON، في المقطع 6.2.2 من المرجع ANSI X3.296, *Information Technology – Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture*. وبما أن التوصيل ESCON لا يعيّن شفرة خطأ تُستعمَل في حالة مخالفة الشفرة، فعند الخروج يعاد تشفير السمة 10B_ERR بكلمة

شفرة 10B متعادلة التباين مجهولة، وذلك تبعا للتباين التشغيلي البدئي، (–RD) أو (+RD)، وطبقا للقواعد الموصوفة في الفقرة 1.1.1.8.

3.3.2.8 الحمولة النافعة في التوصيلات FICON

لأغراض التقابل بأرتال GFP شفافة، تُطبَّق بصدد التوصيل FICON نفس القواعد المتعلقة بتباين التشغيل المحددة بصدد القناة الليفية في المرجع ANSI INCITS 230, Rev. 4.3.

4.3.2.8 الحمولة النافعة في التوصيلات Gigabit Ethernet

توجد القواعد الضابطة لتباين التشغيل بخصوص التوصيلات Gigabit Ethernet، في المقطع 36.2.4 من المرجع IEEE 802.3-2002. تقدّم هذه القواعد كلمتي تشفير في وضع الراحة، يُدلّ عليهما بـــ/I1/ و /I2/. فالكلمة الأولى /I1/، حين تلي رزمة أو مجموعة مرتَّبة تشكيلية، ترد التباين التشغيلي الجاري إلى قيمة سالبة. وتكون جميع الكلمات /I/ اللاحقة كلمات /I2/ لضمان أن يكون التباين التشغيلي النهائي سالباً. وهذا التقييد يمكّن من سحب/إدراج كلمات /I2/ مفردة من أجل تكييف المعدل، دون التأثير على التباين التشغيلي البدئي المصاحب لزمرة الشفرة اللاحقة للكلمة /I2/ المدرجة أو المسحوبة.

ولضمان أن يكون تباين التشغيل البدئي سالباً في كل بداية رتل (SOF, *start of frame*)، ينبغي توليد جميع الكلمات /I2/ غير الناشطة بحالة تباين بدئي سالب RD– K28.5، فيُضمَن هكذا كون تباين التشغيل البدئي سالباً في الكلمة غير الناشطة التالية أو البداية SOF التالية.

بموجب أحكام المقطع 36.2.4.16 من المرجع IEEE 802.3-2002، ينبغي الاستعاضة في الخروج عن أخطاء تباين التشغيل المكتشفة في الدخول (التي أُحِل محلها كلمة الشفرة 10B_ERR في عملية التشفير بـــ 64B/65B) بكلمة الشفرة /V/ (K30.7) ذات التباين الصحيح. ومن المسموح به خيار إعادة تشفير كلمة الشفرة 10B_ERR المستقبَلة بإحدى كلمتي الشفرة 10B المتعادلتي التباين المجهولتين التاليتين: (–RD) 0001 001111 أو (+RD) 1110 110000، تبعاً للتباين التشغيلي البدئي. ومن المسموح به أيضاً خيار إعادة تشفير كلمة الشفرة 10B_ERR المستقبَلة بكلمة شفرة 10B مجهولة متعادلة التباين، تبعاً لما إذا كان التباين التشغيلي البدئي سالباً (–RD) أو موجبا (+RD)، وطبقاً للقواعد الموصوفة في الفقرة 1.1.1.8.

وينبغي الملاحظة أن هذا الإدخال الاختياري في تدفق المعطيات لشفرات 10B_ERR مزال تقابلها، لا يصلح إلا إذا كان النظام Ethernet المرفق لا يستعمل تسجيل الأخطاء من أجل توفير صيانة النظام.

5.3.2.8 الحمولة النافعة في التقابل DVB ASI

الجوانب المتعلقة بتباين التشغيل الخاص بالتقابل DVB ASI في إطار GFP تخضع لأحكام المعيار الخاص بالقناة الليفية، أحكام يتضمنها المقطع 11 من المرجع ANSI INCITS 230, *Fibre Channel-Physical and Signaling Interface* (FC-PH), Rev. 4.3. وفي الخروج يعاد تشفير كلمة الشفرة 10B_ERR بكلمة شفرة 10B مجهولة متعادلة التباين، تبعاً لما إذا كان التباين التشغيلي البدئي سالباً (–RD) أو موجبا (+RD)، وطبقاً للقواعد الموصوفة في الفقرة 1.1.1.8.

3.8 جوانب خاصة بالزبون في تعطل الإشارة

حين يكتشف التقابل GFP الشفاف تعطل إشارة زبون عند الدخول، يستطيع إرسال إشعار "تعطل إشارة الزبون" كما تقدم وصفه في الفقرة 3.3.6. وظروف تعطل إشارة الزبون هي، على الأقل، فقدان تزامن 8B/10B، وفي بعض الحالات فقدان الإشارة. وهناك إشعارات أخرى بتعطل إشارة الزبون، متوقفة على التنفيذ (فقدان الميقاتية من سطح بيني بين دارات متكاملة) يمكن تشفيرها بصفة "تعطل إشارة الزبون".

وبما أن إشارات الزبون تَرِد بشكل تدفق تسلسلي مستمر من السمات ذات الـــ10 بتات، فلا بد من إيجاد تراصف كلمات الشفرة. والمعلومات اللازمة لإحراز تراصف كلمات الشفرة واستدامته، توفّرها سمات خاصة، تحتوي مُعيِّنا للحدود هو"الفاصلة". ولكن، في حين أن جميع إشارات الزبون العاملة بالشفرة 8B/10B تستعمل نفس التقنية المعتمدة على البتات

لتحقيق التراصف، تظل شروط كشف فقدان تزامن 8B/10B وتحريره مرتبطة نوعياً بالبروتوكول، ويأتي تعرّفها في الأقسام التالية المخصصة للبروتوكول.

ومن شأن أعطال الطبقة الخدومة، التي تحدث في عملية GFP بعينها أو في عملية تكييف الشفرة 64B/65B أو في شبكة النقل، أن تستحث إشعاراً بتعطل إشارة الزبون (CSF) إلى عملية التكييف الخاصة بالزبون.

إذا وقع العطل CSF داخل رتل معطيات زبون GFP، يُملأ ما بقي من فدرات الـــ64B/65B في الرتل GFP بشفرات 10B_ERR. وفي الطرف البعيد يفك تشفيرها كأخطاء.

وفي الطرف البعيد من شبكة نقل، يظل من الواجب إعادة تركيب إشارات الزبون المنقولة نقلاً شفافاً، وإخراجها على نحو يفي بالمتطلبات المادية ومتطلبات السطح البيني التشفيري الخاصة بالبروتوكول. ويأتي في الفقرات اللاحقة الخاصة بالزبون تحديد التدابير اللازم اتخاذها عند خروج إشارة الزبون، استجابة لإشعار من الطرف البعيد بتعطل إشارة الزبون (CSF)؛ ويأتي أيضاً التعريف بأي عيوب في التكييف أو النقل تحول دون استخراج إشارة الزبون.

1.3.8 الحمولة النافعة في القناة الليفية (Fibre channel)

1.1.3.8 فقدان الإشارة البصرية (LOL, *loss of light*) في القناة الليفية

إن فقدان الإشارة البصرية (LOL) في إطار بروتوكول القناة الليفية خيار مرهون بالتنفيذ. فإذا كان هذا الخيار موفّراً توفرت أحكام فقدان الإشارة البصرية وكشف الإشارة، الموضوعة في الأقسام 5.6 و6.2.3.2 وH.10 من المعيار ANSI X3.230-1994, *Fibre Channel Physical and Signaling Interface (FC-PH)*, Rév. 4.3.

وهناك إشعارات أخرى متوقفة على التنفيذ بتعطل إشارة الزبون (مثل فقدان الميقاتية من مسلسِل محوِّل للتسلسل (SerDes, *Serializer Deserializer*) يمكن تشفيرها كأعطال إشارة الزبون.

2.1.3.8 فقدان تزامن 8B/10B في إطار بروتوكول القناة الليفية

حُدِّدت في المقطع 12.1 من المعيار ANSI INCITS 230 شروط بروتوكول القناة الليفية لإعلان تزامن أو فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B.

3.1.3.8 رد فعل بروتوكول القناة الليفية على تعطل الإشارة في الدخول أو أثناء النقل

لما كان الهدف من التقابل حسب الإجراء GFP الشفاف هو نقل إشارات الزبون بأكبر ما يمكن من الشفافية، فقد أصبح من غير المناسب عند الخروج بدء تدميث الوصلة أو إجراءات استرجاع الوصلة بسبب تعطل إشارة الزبون أو بسبب أعطال تحدث أثناء النقل. ولذا يوصى بأن يستمر المرسل العامل ببروتوكول القناة الليفية، في إرسال فك تشفير 10B_ERR بتباين متعادل، فيُنْفِذ هكذا قسر كشفَ فقدان التزامن والفعل المصاحب، في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول القناة الليفية. وهناك إمكانية أخرى تتمثل في أن يولِّد مرسل الخروج تتابع البدائية Not-operational (غير تشغيلي)، طبقا لأحكام المقطع 16.4.2 من المعيار ANSI INCITS 230.

وإذا استمرت ظروف التعطل CSF، أمكن لعملية التكييف الخاص بالزبون ألا ترسل شيئاً، بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب، في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول القناة الليفية.

2.3.8 الحمولة النافعة في التوصيل ESCON

1.2.3.8 فقدان الإشارة (LOS) في التوصيل ESCON

حُدِّدت أحكام كشف فقدان الإشارة البصري، في المقطعين 2.5 و3.5 بخصوص السطوح البينية متعددة الأساليب وأُحادية الأسلوب على التوالي، من المعيار ANSI INCITS 296, Information Technology-Single-Byte Command Code Sets Connection (SBCON) Architecture.

2.2.3.8 فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B في بروتوكول التوصيل ESCON

حُدِّدت في المقطع 1.7 من المعيار ANSI INCITS 296 شروط بروتوكول التوصيل ESCON لإعلان تزامن أو فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B.

3.1.3.8 رد فعل بروتوكول التوصيل ESCON على تعطل الإشارة عند الدخول أو أثناء النقل

لما كان الهدف من التقابل حسب الإجراء GFP الشفاف هو نقل إشارات الزبون بأكبر ما يمكن من الشفافية، فقد أصبح من غير المناسب في الخروج بدء تدميث الوصلة أو إجراءات استرجاع الوصلة بسبب تعطل إشارة الزبون أو بسبب أعطال تحدث أثناء النقل. ولذا يوصى بأن يستمر المرسل العامل ببروتوكول ESCON، في إرسال فك تشفير 10B_ERR بتباين متعادل، بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول ESCON. وتتمثل إمكانية أخرى في أن يولِّد مرسل الخروج تتابع البدائية (غير تشغيلي)، طبقاً لأحكام المقطع 7.4.2 من المعيار ANSI INCITS 296.

وفيما إذا استمرت ظروف التعطل CSF، يمكن لعملية التكييف الخاص بالزبون ألا ترسل شيئاً بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول ESCON.

3.3.8 الحمولة النافعة في التوصيل FICON

لا تختلف أحكام معالجة التعطل CSF في التوصيل FICON عما ورد عنها في صدد بروتوكول القناة الليفية في المرجع ANSI INCITS 230, Rev. 4.3.

4.3.8 الحمولة النافعة في التوصيل gigabit Ethernet المزدوج

1.4.3.8 فقدان الإشارة في التوصيل gigabit Ethernet المزدوج

حُدِّدت أحكام كشف الإشارة التابع للوسيطة المادية (PMD) حسب بروتوكول التوصيل gigabit Ethernet، في المقطعين 4.2.38 و3.2.39 بخصوص السطوح البينية الليفية البصرية والنحاسية على التوالي، من المعيار IEEE 802.3-2002.

2.4.3.8 فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B في بروتوكول التوصيل gigabit Ethernet

حُدِّدت في المقطع 36.2.5.2.6 والشكل 9-36 من المعيار IEEE 802.3-2002 شروط بروتوكول التوصيل gigabit Ethernet لإعلان تزامن أو فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B.

3.4.3.8 رد فعل بروتوكول التوصيل gigabit Ethernet على تعطل الإشارة في الدخول أو أثناء النقل

لما كان الهدف من التقابل حسب الإجراء GFP الشفاف هو نقل الإشارات الزبون بأكبر ما يمكن من الشفافية، فقد أصبح من غير المناسب في الخروج بدء تدميث الوصلة أو إجراءات استرجاع الوصلة بسبب تعطل إشارة الزبون أو بسبب أعطال تحدث أثناء النقل. ولذا يوصى بأن يستمر المرسل العامل في الخروج ببروتوكول gigabit Ethernet، في إرسال المجموعة المرتبة /V/ طبقا لأحكام المقطع 16.4.2.36 من المعيار IEEE 802.3-2002، وذلك بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول gigabit Ethernet.

وفيما إذا استمرت ظروف التعطل CSF، يمكن لعملية التكييف الخاص بالزبون ألا ترسل شيئاً، بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول gigabit Ethernet.

5.3.8 الحمولة النافعة في السطح البيني DVB ASI

1.5.3.8 فقدان الإشارة البصرية (LOL, Loss of Light) في السطح البيني DVB ASI

إن معالجة فقدان الإشارة البصرية DVB ASI هي، بموجب معايير القناة الليفية (Fibre Channel)، خيار متوقف على التنفيذ. وعندما يتوفر هذا الخيار، تتوفر الأحكام الممكنة التطبيق لمعالجة فقدان الإشارة البصرية وكشف الإشارة، في المقاطع 5.6 و2.3.2.6 و10.H من المعيار ANSI INCITS 230, *Fibre Channel-Physical and Signalling Interface (FC-PH),* Rev. 4.3.

وهناك إشعارات أخرى بتعطل إشارة الزبون متوقفة على التنفيذ (مثل فقدان الميقاتية من مسلسِل محوِّل للتسلسل (SerDes) يمكن تشفيرها كأعطال إشارة زبون.

2.5.3.8 فقدان تزامن كلمات الشفرة 8B/10B في السطح البيني DVB ASI

بموجب التذييل B من المعيار ETSI EN 50083-9، تتحقق المزامنة لكلمات الشفرة الخاصة بـــ DVB ASI عند استلام سمتين /K28.5/ لهما نفس التراصف ضمن 5 سمات تم استقبالها على التوالي. ولا تحدد الوثيقة ETSI EN 50083-9 معايير لإعلان فقدان تزامن كلمات الشفرة. وقد لا تنطبق عليها معايير القناة الليفية، لكون تزامن وإرسال كلمات الشفرة الخاصة بـ DVB ASI معتمِدَيْن على كلمات السمة الواحدة، لا على كلمات ذات 4 سمات. ونظراً لخلو المعيار المذكور من إفادة عن المسألة، ينبغي أن تكون معايير فقدان التزامن لكلمات الشفرة المعتمدة على سمات ESCON/SBCON هي المعايير الموصَّفة في المقطع 1.7 من المعيار ANSI INCITS 296.

3.5.3.8 رد فعل السطح البيني DVB ASI على تعطل الإشارة في الدخول أو أثناء النقل

يُوصى بأن يستمر مرسل الخرج العامل ببروتوكول DVB ASI، في إرسال فك التشفير 10B_ERR المتعادل من حيث تباين التشغيل ، فَيُنْفِذ هكذا قسراً كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول DVB ASI. وفيما إذا استمرت ظروف التعطل CSF، يمكن لعملية التكييف الخاص بالزبون ألا ترسل شيئاً بإطلاق كشف فقدان التزامن والفعل المصاحب في المستقبل الأخير العامل ببروتوكول DVB ASI.

4.8 التقابل المتزامن الشفاف الكامل التدفق للشفرات الزبون 8B/10B في الإجراء GFP

يمكن أن يقام التقابل الشفاف للشفرات الزبون في فدرات شفرة 8B/10B، بواسطة تقابل متزامن (كامل التدفق) لجميع السمات الزبون المستقبَلة. وهذا التقابل الشفاف يستعمل التقابل المشترك المعتمِد على السمات المتقدم وصفه في المقطع 1.8، وكذلك عمليات خاصة بالشفرات الزبون تقدم وصفها في المقطعين 3.2.8 و 3.8. ويستعمل إضافة إلى ذلك أحكاماً خاصة بشفرات الزبون، يأتي وصفها في الفقرات التالية، يستعملها قبل التقابل والتغليف (في اتجاه الدخول) وبعد إزالة التقابل، من خلال استخراج فدرات الشفرة 64B/65B وفك تشفيرها بشفرات فدرية 8B/10B (في اتجاه الخروج).

1.4.8 تكييف المعدل في الشفرات 64B/65B

يتم تكييف المعدل مع معدل بتات خرج المعطيات للحمولة النافعة أثناء عملية التشفير بـ 64B/65B عند الدخول. وإذا لم تتيسّر كلمة شفرة 8B/10B تمكّن منفِّذ التقابل من إعادة التشفير بشفرة فدرية 64B/65B، يُدرِج منفِّذ التقابل سمة بشفرة 65B_PAD حسبما ذُكر في الفقرة 2.1.1.8. وهذه السمة 65B_PAD في الواقع هي رتل في وضع الراحة وغير مخدوم، يُستعمل لملء الفدرات 64B/65B لأغراض تكييف المعدل. وفي الخروج، يسحب مزيل التقابل هذه الإشارات الفارغة غير الزبون. وبما أن المستعمَل هنا هو أرتال GFP ثابتة الطول، وأنه يمكن ملء هذه الأرتال بسمات 65B_PAD لأغراض تكييف المعدل ، لم تبقَ حاجة لوضع رتل GFP كامل بمثابة دارئ قبل إدراجه في الحمولة النافعة لإشارة النقل الخارجة، ومن ثم تقصُر مدة وضع الدارئ ومدة عملية التقابل أيضاً.

1.1.4.8 إجراءات تكييف المعدل عند الخروج

يوجد طريقتان لتوليد ميقاتية السطح البيني لمعطيات الخرج الخاصة بالزبون أثناء عملية التكييف البئري GFP الخاص بالزبون. تقوم إحداهما على تكييف إشارة الزبون مع مصدر ميقاتية محلي بالنسبة لعملية التكييف البئري GFP. وتقوم الأخرى على توليد ميقاتية الخرج لإشارة الزبون بالاستناد إلى الإشارة GFP المستقبَلة وإلى ميقاتية النقل.

وتحسّباً لتعطل إشارة الزبون في الدخول أو أثناء النقل عبر شبكة SDH/OTN، يلزم وجود ميقاتية مرجعية محلية مرتبطة نوعي بالبروتوكول في نقطة خروج معطيات الزبون، إذا كان الزبون يتوقع أن إشارة تعطل وصلة معدل الزبون تحل محل الإشارة الزبون المتعطلة.

1.1.1.4.8 تكييف المعدل مع ميقاتية مرجعية محلية

تحدِّد إشارات الزبون 8B/10B الموفَّرة ترددات التشغيل بشروطِ تخالفٍ في الميقاتية يتراوح بين ± 100 ppm و± 200 ppm، وهي شروط تفوق في المرونة بشكل سافر شروط التراتب SDH أو الشبكات OTN. وقد صُمّمت كل من هذه الإشارات الزبون بحيث تمكّن من تكييف المعدل مع ميقاتية مرجعية محلية، في المكرِّرات كما في الطرف البعيد، بإدراج أو سحب أرتال الزبون غير الناشطة (أو كلمات ملء). وتسهيلاً لتكييف المعدل، تَفرِض كل إشارة من إشارات الزبون قواعد بشأن أصغر فُرجة فاصلة بين الرزم (IPG)، فتحدد العدد الأصغر المناسب من كَلمات الشفرة غير الناشطة الواجب إدراجها بين رزم المعطيات. وكل إشارات الزبون تحدد أيضاً أكبر قد لرزمة المعطيات. وإنما وُضِعت قواعد فرجة الدنيا الفاصلة بين الرزم من أجل ضمان بقاء عدد كاف من الفواصل بين الرزم للحصول على تعيين صحيح لحدود أرتال الزبون إذا ما لزم تكييف المعدل مع ميقاتية محلية، حتى في أسوأ ظروف اشتغال ميقاتية دخول سريعة وميقاتية خروج بطيئة، قد تستدعي حذف عدد كبير من الفُرَج الفاصلة بين الرّزم.

وتصلح هذه الطريقة كذلك عند الخروج، حين يتعلق الأمر بإعادة تركيب معطيات زبون شفافة التقابل. إذ إن هذه الطريقة توفّر ميقاتية مرجعية محلية لعملية التكييف البئري GFP. وحين يزال تقابل المعطيات الزبون من أرتال GFP ويعاد تشفيرها بكلمات شفرة 8B/10B، تكيَّف من حيث المعدل مع الميقاتية المرجعية المحلية بإدراج أو سحب عناصر غير ناشطة. ولا بد من المعالجة الخاصة بالزبون لتعرّف الفرص التي يجوز فيها إدراج أو سحب كلمات شفرة غير ناشطة أو توليد شفرات غير ناشطة مناسبة أو إدراج هذه الشفرات في تدفق بتات الخروج. ومن الأمثلة على المعلمات الخاصة بالزبون الأعداد القصوى والدنيا المحددة للعناصر غير الناشطة التي يمكن إدراجها أو سحبها.

ولو حصل أن جميع الميقاتيات "المحلية" تفي بمتطلبات الدقة لبروتوكول معيّن حتى في الوصلات المزوّدة بعدد من المكرِّرات، يظل ممكنا حدوث عدد كاف من الفرص لإدراج أو سحب عناصر غير ناشطة، نظراً لأن مجموع تخالفات المكرِّرات العاملة بترتيب تسلسلي لا يمكن أن يتجاوز شروط أسوأ حالة في تخالف الميقاتية.

وعلى هذا النهج، تصبح خصائص التوقيت، كالارتعاش والجنوح في إشارة الزبون، تابعة بالمقام الأول لجودة الميقاتية المرجعية المحلية. وهذه الميقاتية المرجعية المحلية هي من خصوصيات البروتوكول (مثلاً، لا تستعمل البروتوكولات Gigabit Ethernet وFibre Channel وESCON نفس الترددات المشتركة).

2.1.1.4.8 تكييف المعدل بالاستناد إلى الإشارة الزبون المنقولة

ترد إشارات الزبون في الدخول بمعدل سلس تكفله الميقاتية الخاصة بالبروتوكول. تُملأ هذه الفواصل بالفُرج الفاصلة بين الرزم (IPG) بمعدل ميقاتية ثابت حيثما أمكن وجود فواصل في رزم معطيات الزبون نفسها. والتقابل الشفاف يحفظ جميع المعطيات الخاصة بالزبون والتحكم ومعلومات الفرج IPG عند إعادة تشفيرها بالسمات 64B/65B (وذلك على افتراض أن فقدان شيء من إشارات الزبون أو تزامن السمات لم يحصل). لكن المعطيات المعاد تشفيرها يجري لاحقاً تقابلها في أرتال GFP، مع حشو بـ 65B_PAD من أجل تكييف المعدل مع القناة الناقلة للحمولة النافعة بنطاق أعرض. ويمكن أن تُدرَج أيضاً في هذه المناسبة أرتال GFP التحكمية أو أرتال GFP الإدارية الخاصة بالزبون إدراجاً دورياً أو حسب الاقتضاء بين أرتال معطيات الزبون GFP. وتأتي أرتال النقل بمزيداتها الخاصة (بادئة القسم وبادئة المسير ثم أثمونات الثابتة للحشو في حالة

بروتوكول SDH). ولا يُحتفظ بأي تراصف بين معطيات الزبون، وبايتات أو فدرات الحشو، وأرتال GFP، ومزيدات النقل.

يتوقع أن يستلزم استرجاعُ الميقاتية عند الخروج ذاكرةً FIFO (تعمل بمبدأ أول داخل هو أول خارج) ومزيلاً للتزامن، وهذا يستلزم بدوره ميقاتية مرجعية، وعروة محكومة الطور (PLL)، ومرشاحاً. ويكون استرجاع توقيت الميقاتية تابعا لصيغة مرشوحة من صيغ السوية الملأى للذاكرة FIFO. وهذه الذاكرة نفسها تخضع لتغييرات لا يستهان بها من حيث السوية، في ظروف تشغيل عادية، بسبب ورود فِدَر كبيرة من بادئات القسم/النقل، وبقايا أرتال GFP، والأرتال الإدارية للزبون GFP. أما في أسوأ ظروف التشغيل فقد يحصل أن تتراصف جميع آليات الإدراج مشكِّلة فدرة واحدة متلاصقة من "المعطيات لغير الزبائن". لكن الطبيعة غير الدورية نسبياً لبعض الفجوات وتضافرها مع الكبر النسبي للتفاوت الترددي المسموح به للميقاتية مصدر معطيات الزبائن، كل ذلك يجعل تصميم الذاكرة FIFO والعروة PLL معقدا.

أما مزية طريقة مزيل التزامن هذه فتكمن في أنها لا تستلزم أي معرفة محددة بالبروتوكول، لاسترجاع ميقاتية الزبائن عند الخروج.

وأما خاصتي ارتعاش وجنوح إشارة الزبون المعاد تركيبها فهما تابعتان في المقام الأول لتصميم نظام الاسترجاع في الميقاتية. فتصميم أكثر تقدماً يكون من شأنه تقبّل مدى واسع من معدلات الزبون.

2.1.4.8 جوانب تكييف المعدل الخاص بالزبون

تستوجب إشارات الزبون المنقولة نقلاً شفافاً عند الخروج إعادة تركيبها، وإخراجها على نحو يفي بأحكام السطح البيني المادي المرتبطة نوعياً بكل بروتوكول. وبصرف النظر عن طريقة التوقيت المعتمدة عند الخروج، يلزم التقيد بأحكام التوقيت المرتبطة نوعياً بالبروتوكول، كما هو محدد في المعايير القابلة للتطبيق على كل بروتوكول زبون. وتعرِّف الفقرات التالية بأهم الأحكام القابلة للتطبيق، ولكن يمكن أن تنطبق أحكام بروتوكولية أخرى.

1.2.1.4.8 الحمولة النافعة في البروتوكول Fibre Channel

يكون معدل معطيات الخرج في البروتوكول Fibre Channel (بعد التشفير 8B/10B) بقيمة 531,25 أو 1062,5 أو 2125 أو 4250 Mbit/s ± 100 ppm، طبقاً لما عيّنه المعيار ANSI X3.230-1994, *Fibre Channel-Physical and Signaling Interface (FC-PH)*, Rév. 4.3، في المقطع 5.1. وشروط توقيت إشارة الخرج يحددها أيضاً المعيار ANSI INCITS 230 في المقاطع التالية: 1.1.6 (*Single-mode optical output interface*) و1.2.6 (*Multi-mode optical output interface*) و7 (*Electrical cable interface*). وتولَّد عادة إشارات الخرج بحيث يكون بين أرتالها على الأقل ست إشارات لبدائيات (عناصر غير ناشطة وR_RDY)، طبقاً لما عيّنه المعيار ANSI X3.230 في المقطع 1.17. وإذا تم تكييف المعدل بإدراج أو سحب عناصر غير ناشطة من البروتوكول Fibre Channel، يُجرى تطبيق تكييف المعدل بحيث يستقبل المقصدُ، قبل كل رتل، عنصرين غير ناشطين على الأقل، طبقاً لما عيّنه المعيار ANSI X3.230 في المقطع 1.17.

وقد يتوجّب أيضاً تكييف المعدل في حالة استقبال تدفق مستمر من تتابعات بدائيات البروتوكول Fibre Channel، وتتابعات البدائيات هذه معرَّفة في الجدول 26 من المعيار ANSI INCITS 230. وبما أنه يلزم استلام ثلاثة متعاقبة على الأقل من تتابعات بدائيات متماثلة تماماً قبل أن يتم تعرّف التتابع (بموجب المقطع 1.4.16 من المعيار ANSI INCITS 230)، فإن تكييف المعدل، بإدراج نسخة عن تتابع مستلَم ذي أربع سمات أو بسحب تتابع مستلَم، لا يحدث إلا بعد استقبال وإعادة إرسال ثلاثة تتابعات متعاقبة متماثلة تماماً.

وتبعاً للتنفيذ، يمكن أن يولَّد عند الخروج تدفق مستمر من السمات 10B_ERR المتعادلة التباين، وإن يكن تكييف المعدل لا يزال مطلوباً في هذه المرحلة. ففي مثل هذه الحالة يمكن تأدية تكييف المعدل بسحب أو إدراج سمة 10B_ERR متعادلة التباين، بعد استقبال وإعادة إرسال 12 سمة 10B_ERR متعاقبة.

2.2.1.4.8 الحمولة النافعة في البروتوكول ESCON

يكون معدل معطيات الخرج في البروتوكول ESCON (بعد التشفير بـــ8B/10B) بقيمة 200 Mbit/s ± 0.04 Mbit/s، طبقاً لما عيّنه المعيار ANSI INCITS 296, *Information Technology-Single-Byte Command Code Sets Connection Architecture (SBCON)*، في المقطع 2.1.5. وشروط توقيت إشارة الخرج يحددها أيضاً المعيار ANSI INCITS 296 في المقطعين: 1.2.5 (*Multi-mode output interface*) و1.3.5 (*Single-mode output interface*). وتولَّد عادة إشارات الخرج بحيث يكون بين الأرتال المعطياتية على الأقل أربع سمات غير ناشطة (K28.5)، طبقاً لما عيّنه المعيار ANSI INCITS 296 في المقطع 3.6. وبموجب القواعد الموضوعة في المقطع 2.7 من المعيار ANSI INCITS 296، إذا تم تكييف المعدل بإدراج أو سحب عناصر غير ناشطة في البروتوكول ESCON، يقتصر التكييف على حدث إدراج/سحب واحد بين أي رتلين، ويتمثل حدث الإدراج/السحب هذا في إضافة أو حذف سمة غير ناشطة أو سمتين. لكنّ حدث إدراج/سحب واحد بين الأرتال قد لا يفي بتصحيح المعدل حين يصير الفاصل بين الأرتال واسعاً بقدر معيَّن. وعليه فإنه مسموح، لأغراض تكييف المعدل في إطار الإجراء GFP-T عند الخروج، بأي عدد من أحداث إدراج/سحب بين الأرتال، بشرط ألا تقع هذه الأحداث بتواتر يفوق تواتراً وسطياً مرة كل 500 2 سمة، وألا يُسفِر عن بقاء أقل من عنصرين غير ناشطين بين الأرتال.

وقد يتوجّب أيضاً تكييف المعدل في حالة استقبال تدفق مستمر من تتابعات مجموعات مرتبة، وهذه التتابعات من المجموعات المرتبة معرَّفة في الجدول 15 من المعيار ANSI INCITS 296. وبما أنه يلزم استلام ثمانية تتابعات متعاقبة على الأقل قبل أن يتم تعرّف التتابع (بموجب المقطع 3.6 من المعيار ANSI INCITS 296)، فإن تكييف المعدل، بإدراج نسخة عن تتابع سمتين مستلَمتين أو بشطب تتابع مستلَم، يجب ألا يحدث إلا بعد استقبال وإعادة إرسال ثمانية تتابعات متعاقبة متماثلة تماماً.

وتبعاً للتنفيذ، يمكن أن يولَّد عند الخروج تدفق مستمر من السمات 10B_ERR المتعادلة التباين، وإن يكن تكييف المعدل لا يزال مطلوباً هنا. ففي مثل هذه الحالة يمكن تأدية تكييف المعدل بسحب أو إدراج سمة 10B_ERR متعادلة التباين، بعد استقبال وإعادة إرسال 12 سمة 10B_ERR متعاقبة.

3.2.1.4.8 الحمولة النافعة في البروتوكول FICON

شروط التوقيت حسب البروتوكول FICON هي نفس الشروط الموضوعة بصدد البروتوكول Fibre Channel في المعيار ANSI INCITS 230, Rev. 4.3.

4.2.1.4.8 الحمولة النافعة في بروتوكول التوصيل Gigabit Ethernet المزدوج

يكون معدل معطيات الخرج في البروتوكول Gigabit Ethernet (GbE) (بعد التشفير بـ 8B/10B) بقيمة 250 1 Mbit/s ± 100 ppm، طبقاً لما عيّنه المعيار IEEE 802.3. وشروط توقيت إشارة الخرج يحددها أيضاً المعيار IEEE 802.3 في المقطعين: 5.38 و6.38 (1000BASE-LX optical fibre interfaces) والمقطعين 1.3.39 و3.3.39 (1000BASE-CX short-haul copper interface). وتولَّد عادة إشارات الخرج بحيث يكون بين الرزم فاصل قدره 12 أثمونا، طبقاً لما عيّنه المعيار IEEE 802.3 في المقطع 4.4.2.3. والسمات غير الناشطة في البروتوكول GbE هي أثمونان، حسب التعريف الوارد في المقطع 36.2.4.12 من المعيار IEEE 802.3 , وإذا كان تكييف المعدل يتم بإدراج أو سحب عناصر غير ناشطة في بروتوكول التوصيل GbE المزدوج، يمكن سحب أي عدد من العناصر غير الناشطة /I2/ من أي فاصل بين الرزم، بشرط ألا يسبب هذا السحب غياباً كلياً للعناصر /I/ وألا يقل الحضور عن 8 أثمونات بما فيها /T/ و/R/ و/I/ الواجب بقاؤها بين الأرتال، كما يقتضيه تعيين ناجح لحدود الأرتال طبقاً للشكلين 36-7a و36-7b في المعيار IEEE 802.3. ويمكن إدراج أي عدد من العناصر /I2/ في أي فرجة IPG.

وقد يتوجّب أيضاً تكييف المعدل في حالة استقبال تدفق مستمر من مجموعات مرتبة في تشكيلة من ثماني سمات (مجموعات تناوبية من /C1/C2/). وبما أنه يلزم استلام تتابع ثلاث مجموعات /C1/C2/ على الأقل قبل أن يتم تعرّف مجموعة التشكيل، فإن تكييف المعدل، بإدراج نسخة عن التتابع /C1/C2/ المستلَم أو بشطب هذا التتابع، يجب ألا يحدث إلا بعد استقبال وإعادة إرسال ثلاثة تتابعات /C1/C2/ متعاقبة متماثلة.

وتبعاً للتنفيذ، يتوجب أيضاً تكييف تدفق مستمر من السمات 10B_ERR متعادلة التباين أو من سمات أخطاء الإرسال (/V/)، تدفق يمكن أن يتولّد عند الخروج. وفي مثل هذه الحالة يمكن تأدية تكييف المعدل بسحب أو إدراج نسخة من السمة 10B_ERR أو السمة /V/ ، بعد استقبال وإعادة إرسال 12 سمة 10B_ERR أو /V/ متعاقبة.

4.2.1.4.8 الحمولة النافعة في السطح البيني DVB ASI

يكون معدل معطيات الخرج في البروتوكول DVB ASI (بعد التشفير 8B/10B) بقيمة 270 Mbit/s ± 100 ppm، طبقاً لما عيّنه المعيار ETSI EN 50083-9، في التذييل B. وشروط توقيت إشارة الخرج تحدَّد بالاستناد إلى مواصفة البروتوكول Fibre Channel الموضوعة في المعيار ANSI INCITS 230.

يلزم وجود سمتين /K28.5/ على الأقل بين رزمتين MPEG. ويمكن لأغراض تكييف المعدل أن تُدرَج سمات /K28.5/ إضافية داخل الرزم أو فيما بينها. فإذا كان تكييف المعدل يتم بسحب سمات /K28.5/، يجب تطبيق هذا التكييف بحيث يستقبل المقصدُ على الأقل سمتين /K28.5/ قبل كل رتل، طبقاً لما عيّنه المعيار ETSI EN 50083-9، في التذييل B. أما إذا كان تكييف المعدل يتم بإدراج سمات /K28.5/ فيجوز أن تُدرَج هذه السمات إما داخل الرزم MPEG أو فيما بينها.

وتبعاً للتنفيذ، يمكن أن يُستقبَل أو يولَّد عند الخروج تدفق مستمر من السمات 10B_ERR المتعادلة التباين (كما في حالة الاستجابة لإشعار "تعطل إشارة الزبون" تم استلامه). ففي مثل هذه الحالة يمكن تأدية تكييف المعدل بسحب أو إدراج سمة 10B_ERR متعادلة التباين، بعد استقبال وإعادة إرسال 12 سمة 10B_ERR متعاقبة.

5.8 التقابل غير المتزامن (الكامل أو المخفَّض التدفق) لشفرات الزبون 8B/10B في الإجراء GFP

يمكن النقل بمعدل مخفَّض لعناصر الزبون المشفَّرة بفدرات 8B/10B بواسطة تقابل غير متزامن (كامل أو منخفض المعدل) لسمات الزبون المستقبَلة. والتقابل الشفاف غير المتزامن يستعمل التقابل المشترك المعتمد على السمات الموصوف في الفقرة 1.8 كما يستعمل العمليات الخاصة بالزبون الموصوفة في الفقرتين 3.2.8 و3.8. إلا أن التقابل غير المتزامن المعتمد على السمات هو بطبيعته أقل شفافية، إذ إن العملية الخاصة بالزبون (عند الدخول) تشطب سمات الزبون غير الناشطة من تدفق كلمات الشفرة. فمن الممكن إعمال التحكم بالتدفق، من أجل ضمان نقل إشارات الزبون بدون خسارة، عبر مسيراتٍ أقلَّ عرضَ نطاق من التي تتخذها إشارات الزبون كاملة المعدل. والأحكام الخاصة بالزبائن الواردة في المقطع الفرعي التالي تنطبق قبل التقابل والتغليف (في اتجاه الدخول) وبعد إزالة التقابل واستخراج الفِدر ذات التشفير 64B/65B وإعادة تشفيرها بشفرات فدرية 8B/10B (في اتجاه الخروج).

1.5.8 الجوانب الخاصة ببروتوكول Fibre channel في التقابل GFP-T غير المتزامن

تُستكمل لاحقاً دراسة الجوانب الخاصة ببروتوكول Fibre channel في التقابل GFP-T غير المتزامن.

التذييل I

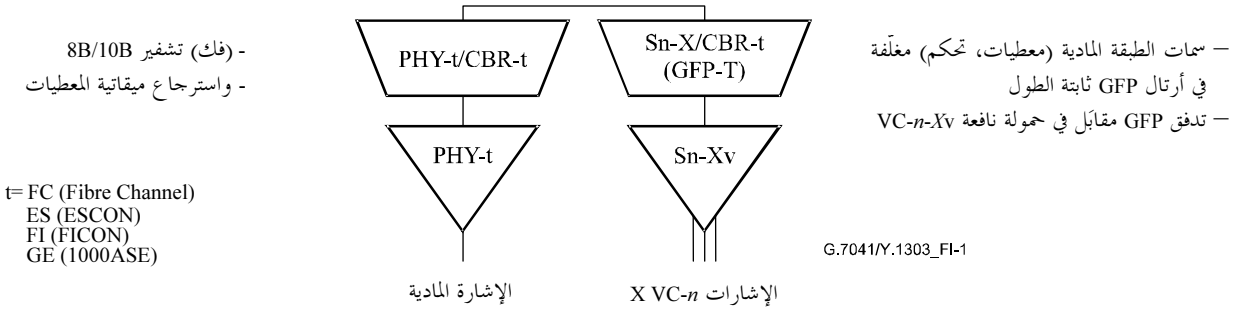
أمثلة على النماذج الوظيفية لتطبيقات الإجراء GFP

يقدم هذا التذييل بعض الأمثلة على النماذج الوظيفية لتطبيقات الإجراء GFP. وفي حال غياب معمارية شبكة ذات طبقات، بخصوص شبكات طبقات المعطيات (مثل IP وإثرنت)، تكون النماذج مقدمة لأغراض إيضاحية فحسب.

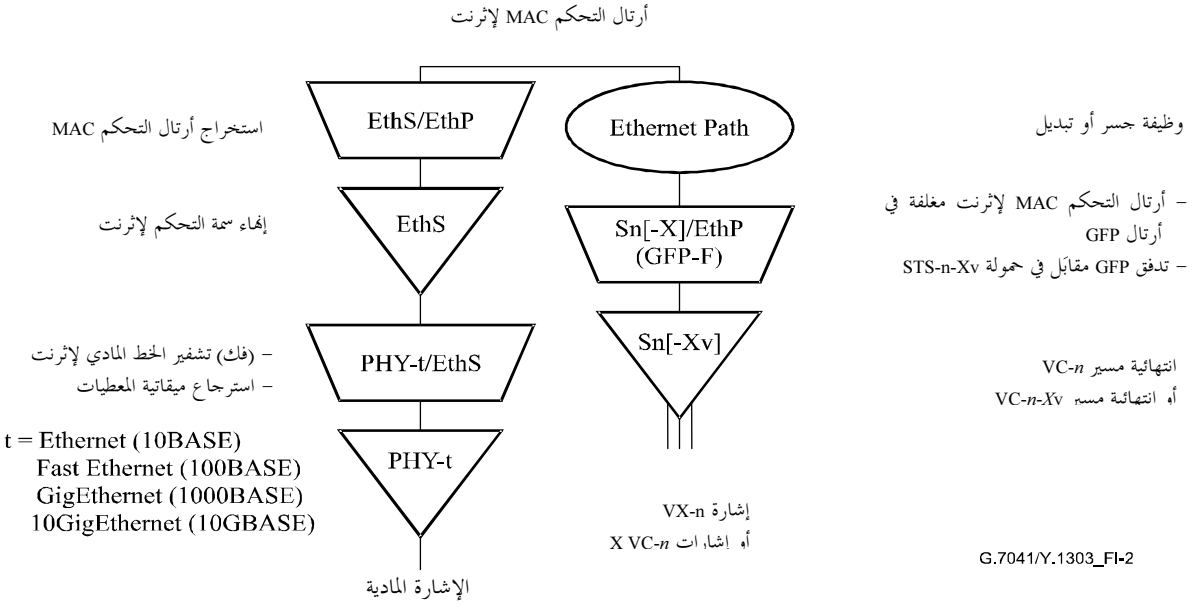
يمكن استعمال الإجراء GFP في عناصر شبكة نقل (مثل التراتب SDH) وفي عناصر شبكة معطيات (مثل IP و Ethernet).

في الحالة الأولى يُستعمَل سطحٌ بيني مادي للمعطيات (على نمط إثرنت أو شبكة تخزين محلية = Storage Area Network) بمثابة مَنْفذ رافد في عنصر شبكة النقل. فإذا كانت الإشارة المادية للمعطيات مشفرة بـــ 8B/10B، يمكن نقلها عبر شبكة النقل بشكل تدفق شفاف يستعمل التقابل GFP-T (الشكل 1.I). وإذا كان جزءٌ فقط من عرض نطاق السطح البيني المادي حاملاً للحركة، وكانت هذه الحركة هي الوحيدة التي يتوجب نقلها عبر شبكة النقل، تُنهى إشارة السطح البيني المادي للمعطيات، وتُستخرَج وحدات PDU معطياتية فترسَل بواسطة تقابل GFP-F في إشارة VC-*m*-*X*v, VC-*n*, VC-*n*-*X*c أو VC-*n*-*X*v (الشكل 2.I).

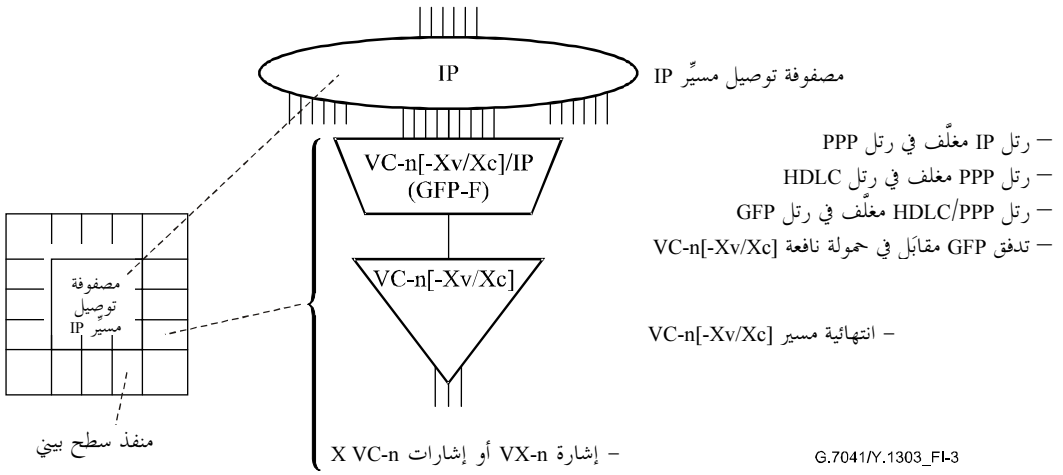
وفي الحالة الثانية، تتم المعالجة GFP بين مصفوفة التوصيل في المسيِّر IP [مبدل إثرنت] ووظائف مَنفَذ سطح بيني STM-N، مثلا (انظر الشكلين 3.I و 4.I).]



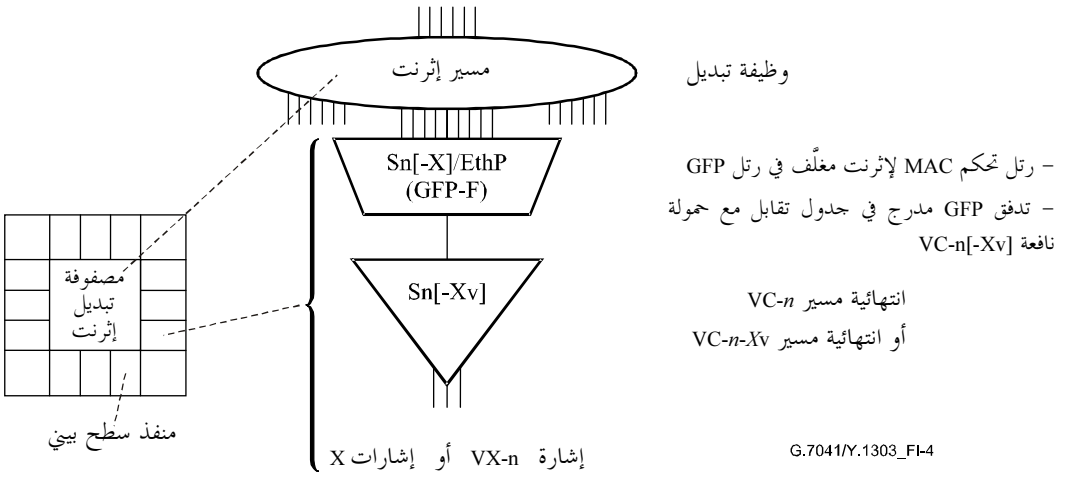
الشكل I–1/ G.7041/Y.1303 – مَنفَذ سطح بيني رافد GE/ FI/ ES/FC يستعمل التقابل GFP-T بكامل المعدل في العنصر الشبكي SDH



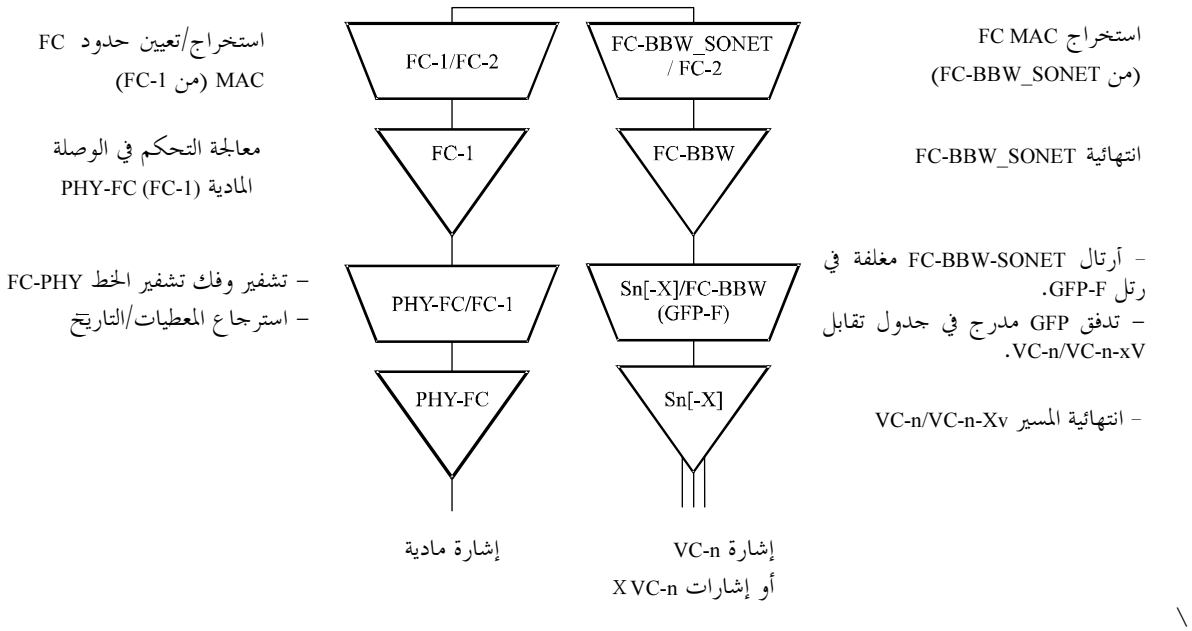
الشكل I–2/ G.7041/Y.1303 – مَنفَذ سطح بيني رافد إثرنت يستعمل التقابل GFP-F في العنصر الشبكي SDH



الشكل I–3/ G.7041/Y.1303 – مَنفَذ سطح بيني VC-n/VC-n-Xv/VC-n-Xc في مسيِّر IP أو وظيفة مسيِّر IP مدمجة في التجهيز الهجين SDH/IP



الشكل I–4/ G.7041/Y.1303 – مَنفَذ سطح بيني /VC-n-Xv في مبدِّل إثرنت أو وظيفة مبدِّل إثرنت مدمجة في التجهيز الهجين SDH/Ethernet



الشكل I–5/ G.7041/Y.1303 – مَنفَذ سطح بيني رافد Fibre channel يستعمل التقابل FC-BBW_SONET و GFP-F في عنصر شبكي SDH

التذييل II

أمثلة على أنماط الحمولة النافعة GFP

الجدول II–1/ G.7041/Y.1303 – أنماط الحمولة النافعة GFP (يُقرأ من اليسار إلى اليمين)

طول رأسيات التوسيع (أثمونات #)	مساحة الحمولة النافعة لرتل GFP	النمط (ستة عشري)	معرِّف الحمولة النافعة الخاصة بالمستعمل (اثنيني) نمط البتات <0:7>	معرِّف رأسية التوسيع (اثنيني) نمط البتات <8:11>	معرِّف التتابع FCS للحمولة النافعة (اثنيني) نمط البتة <12>	معرِّف نمط الحمولة النافعة (اثنيني) نمط البتات <13:15>
	محجوز	0x00	0000 0000	xxxx	0	000
	محجوز	1x00	0000 0000	xxxx	1	000
0	إثرنت برأسية توسيع معدومة دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0001	0000 0001	0000	0	000
0	بروتوكول PPP برأسية توسيع معدومة دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0002	0000 0010	0000	0	000
4	إثرنت برأسية توسيع خطية دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0101	0000 0001	0001	0	000
4	بروتوكول PPP برأسية توسيع خطية دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0102	0000 0010	0001	0	000
18	بروتوكول PPP برأسية توسيع حلقية دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0201	0000 0001	0010	0	000
18	بروتوكول PPP برأسية توسيع حلقية دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0202	0000 0010	0010	0	000
0	قناة ليفية شفافة برأسية توسيع معدومة دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0003	0000 0011	0000	0	000
0	بروتوكول FICON شفاف برأسية توسيع معدومة دون تتابع FCS للحمولة النافعة	0004	0000 0100	0000	0	000
0	بروتوكول ESCON شفاف برأسية توسيع معدومة وبدون تتابع FCS للحمولة النافعة	0005	0000 0101	0000	0	000
0	بروتوكول Gb Ethernet شفاف برأسية توسيع معدومة وبدون تتابع FCS للحمولة النافعة	0006	0000 0110	0000	0	000
–	محجوز	–	xxxx xxxx	xxxx	x	1xx
–	محجوز	–	xxxx xxxx	xxxx	x	x1x
–	محجوز	–	xxxx xxxx	xxxx	x	xx1

التذييل III

مثال على رتل GFP يوضح ترتيب الإرسال
وطريقة حساب التحقق من الإطناب الدوري CRC

1.III مثال عمل على رتل GFP-F

الإرسال:

User_data → GFP_source adaptation → scramble and DC_balance → SDH

الاستقبال

SDH → un_DC_balance and unscramble → GFP_sink decapsulation → client data

يبيّن مثال العمل التالي تغليف رتل إثرنت ذا 64 بايتة برأسية خطية وتتابع FCS، قبل الموازنة DC والتخليط ذاتي التزامن. أثمونات معطيات إثرنت تقابل بأثمونات GFP وفقاً لترتيب معاكس لترتيب بتات الإرسال، بالنسبة إلى ترتيب بتات الإرسال حسب بروتوكول إثرنت (أي أن البتة 0 في مواصفة الفقرة 3 من المعيار IEEE 802.3 تطابق البتة 8 من أثمون GFP، والبتة 7 في مواصفة الفقرة 3 من المعيار IEEE 802.3 تطابق البتة 1 من أثمون GFP). والقيم الست عشرية في هذا المثال موجَّهة بحيث تقع البتة الأكثر دلالة إلى اليسار والبتة الأقل دلالة إلى اليمين.

بايتة	مجال	قيمة (ست عشرية)	ملاحظة
1	PLI[15:8]	00	PLI = طول {الحمولة النافعة} (+ مجال معلومات الحمولة النافعة + التتابع FCS) للحمولة النافعة
2	PLI[7:0]	4C	; = 8 + 64 + 4 = 76 bytes
3	cHEC[15:8]	89	;
4	cHEC[7:0]	48	;
5	TYPE[15:8]	11	(معطيات زبون) '000'=[15:13] ;
6	TYPE[7:0]	01	'1'= [12] ، (ساري الصلاحية للحمولة النافعة FCSالتتابع)
7	tHEC[15:8]	20	'0001'= [11:8]، (رأسية خطية)
8	tHEC[7:0]	63	[7:0] ='00000001' (Ethernet)
9	EHDR[15:8]	80	CID[07:00]=0x8000 ;القيمة مجرد مثال
10	EHDR[7:0]	00	; SPARE[7:0]
11	eHEC[15:8]	1B	; eHEC calculated over CID,SPARE
12	eHEC[7:0]	98	رأسية التوسيع النهائية
13	DATA	FF	; 1d Ethernet DA=0xFFFFFFFFFFFF
14	DATA	FF	; 2d
15	DATA	FF	; 3d
16	DATA	FF	; 4d
17	DATA	FF	; 5d
18	DATA	FF	; 6d
19	DATA	06	; 7d Ethernet SA=0x060504030201
20	DATA	05	; 8d

21	DATA	04	; 9d
22	DATA	03	; 10d
23	DATA	02	; 11d
24	DATA	01	; 12d
25	DATA	00	; 13d Ethernet TYPE/LENGTH
26	DATA	2E	; 14d
27	DATA	00	; 15d Ethernet حمولة نافعة لـــ;
28	DATA	01	; 16d
29	DATA	02	; 17d
30	DATA	03	; 18d
31	DATA	04	; 19d
32	DATA	05	; 20d
33	DATA	06	; 21d
34	DATA	07	; 22d
35	DATA	08	; 23d
36	DATA	09	; 24d
37	DATA	0A	; 25d
38	DATA	0B	; 26d
39	DATA	0C	; 27d
40	DATA	0D	; 28d
41	DATA	0E	; 29d
42	DATA	0F	; 30d
43	DATA	10	; 31d
44	DATA	11	; 32d
45	DATA	12	; 33d
46	DATA	13	; 34d
47	DATA	14	; 35d
48	DATA	15	; 36d
49	DATA	16	; 37d
50	DATA	17	; 38d
51	DATA	18	; 39d
52	DATA	19	; 40d
53	DATA	1A	; 41d
54	DATA	1B	; 42d
55	DATA	1C	; 43d
56	DATA	1D	; 44d
57	DATA	1E	; 45d
58	DATA	1F	; 46d
59	DATA	20	; 47d
60	DATA	21	; 48d

61	DATA	22	; 49d
62	DATA	23	; 50d
63	DATA	24	; 51d
64	DATA	25	; 52d
65	DATA	26	; 53d
66	DATA	27	; 54d
67	DATA	28	; 55d
68	DATA	29	; 56d
69	DATA	2A	; 57d
70	DATA	2B	; 58d
71	DATA	2C	; 59d
72	DATA	2D	; 60d
73	DATA	DE	; 61d تتابع إثرنت محسوباً في 60 أثموناً
74	DATA	E1	; 62d
75	DATA	90	; 63d
76	DATA	D0	; 64d
77	FCS[31:24]	56	GFP; البايتة الأولى من التتابع FCS الاختياري للحمولة النافعة
78	FCS[23:16]	CF	;يغطي فقط مجال الحمولة النافعة
79	FCS[15:8]	2B	;رأسية التوسيع (i.e., 64 bytes)
80	FCS[7:0]	B0	;البايتة الأخيرة من التتابع .GFP FCS الاختياري

طُبِّقت على الرأسية الأساسية دالة الفصل مع الشفرة DC Barker، وظل ما عدا ذلك من الرتل GFP بدون تغيير.

بايتة	مجال	قيمة (ست عشرية)	ملاحظة
1	PLI[15:8]	B6	; 00 xor B6
2	PLI[7:0]	E7	; 4C xor AB
3	cHEC[15:8]	B8	; 89 xor 31
4	cHEC[7:0]	A8	; 48 xor E0
5	...		

يعرض المثال التالي كيف يُجرى حساب التحكم cHEC إذا كان المبين PLI يحقق المعادلة PLI[15:0] = 0x004C . الحدودية هي: $G(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$. يزاح المبين PLI في حاسبة CRC-16، PLI[15:8] أولا، ثم PLI[7:0]، مع وضع البتة الأكثر دلالة في بداية كل أثمون.

		x^{15} ... x^0
		CRC-16 ← 0000000000000000الحالة الابتدائية
بتة الدخل	1	CRC-16 ← 0001000000100001بعد بتة الدخل
	0	0010000001000010
	0	0100000010000100
	1	1001000100101001
	1	0010001001010010
	0	0100010010100100
	0	1000100101001000

إرسال CRC-16 بدءا بـــ x^{15} ينتج أثمونات GFP: cHEC[15:0] = 0x8948.

يُدخَل الرتل GFP في المخلِّط $x^{43} + 1$ بترتيب البتات في الشبكة (البتة الأكثر دلالة في الأول). وبدءا بأول بتة من مجال النمط (دون تخليط الرأسية الأساسية) يحصل ما يلي:

TYPE[15] Bit #1
TYPE[14] Bit #2
TYPE[13] Bit #3
...

2.III مثال عمل على حساب التحكم CRC في فدرة GFP-T جامعة

تقدم هذه الفقرة مثال عمل على حساب CRC-16 في فدرة GFP-T جامعة. الأثمون الأول من الفدرة الكبرى (الأثمون 1,1) يحتوي القيمة 80 الست عشرية (يعني أن البتة الأكثر دلالة قيمتها 1)، ولا تحتوي أثمونات الأخرى في الفدرة الكبرى، بما فيها أثمون البتة L، إلا الأصفار. فتكون القيمة الناتجة للتحكم CRC-16 هي (9AA2 hex) 0010 1010 1010 1001 في البتات من CRC-1 إلى CRC-16 بترتيب التوالي.

التذييل IV

عدد الفدرات الجامعة المستعملة في إجراء الترتيل النوعي الشفاف (GFP-T)

1.IV مقدمة

يحتوي رتل معطيات الزبون في الإجراء GFP-T على عدد صحيح (N) من الفدرات الجامعة ذوات الـــ536 بتة. ويجب اختيار قيمة N بحيث إن فعالية بتات معطيات الزبون بالنسبة إلى بتات الرتل GFP الرأسية تسمح بعرض نطاق كافٍ لنقل إشارة معطيات الزبون. ويمكن اختيار قيمة N بحيث تتيح ما يكفي من عرض النطاق "الاحتياطي" الإضافي في القناة لنقل الأرتال الإدارية التابعة للزبون (CMF). وتُعرَض هنا القيم الدنيا لـــ N بمثابة دالة لمختلف البتات الرأسية ولعدد الأرتال الإدارية التابعة للزبون المسموح بنقلها بين الأرتال المتعاقبة من معطيات الزبون GFP-T.

2.IV حساب عرض النطاق "الاحتياطي"

يُحدَّد عرض النطاق الاحتياطي لقناة الإجراء GFP-T بواسطة الصيغة التالية:

SBW = (معدل البتات الأصغري الكافي لحمل بتات زبون في القناة) – (معدل بتات المعطيات الزبون)

= (معدل بتات القناة الأصغري)(نسبة بتات المعطيات الزبون إلى مجموع البتات) – (معدل بتات المعطيات الزبون)

حيث:

يكون معدل بتات المعطيات الزبون هو معدل المعطيات بعد فك تشفير خط الفِدر (مثلا، 8B/10B)، ومجموع عدد البتات في القناة هو عدد بتات المعطيات الزبون بعد زيادة جميع البتات الرأسية حسب الإجراء GFP-T.

فيكون عرض النطاق الاحتياطي بمثابة دالة للعدد N هو مؤدى الصيغة التالية:

$$SBW(N) = (Min.Chan.rate)\left(\frac{client\ data\ bits/GFP-T\ frame}{total\ bits/GFP-T\ frame}\right) - (Max.client\ data\ rate)$$

$$SBW(N) = \frac{(512)(N)(ChBW_{min})}{GFPOH + (536)(N)} - CSBW_{max}$$

حيث:

$ChBW_{min}$ = عرض نطاق قناة النقل بأبطأ ميقاتية مسموح بها في نهاية النقل

$CSBW_{max}$ = معدل بتات معطيات إشارات الزبون بأسرع تفاوت مسموح به للميقاتية

$GFPOH$ = عدد البتات الرأسية في كل رتل من أرتال GFP.

فتكون القيمة الدنيا للعدد N هي أصغر عدد N بحيث تصح المعادلة التالية: $SBW(N) > 0$ أي:

$$N_{min} = \left\lceil \frac{(CSBW_{max})(GFPOH)}{(512)(ChBW_{min}) - (536)(CSBW_{max})} \right\rceil$$

حيث يمثل الترميز $\lceil x \rceil$ أصغر عدد صحيح يكون أكبر من x أو مساويا له: $\geq x$.

أما الأبعاد الدنيا لمسيرات القنوات التقديرية مع قيمها N_{min} المصاحبة فيبيِّنها الجدول 1.IV

الجدول IV –1/ G.7041/Y.1303 – مقدرة المسير SDH وعدد الفدرات الجامعة في كل رتل GFP ناقل

معدل معطيات الزبون غير المشفرة	مثال على إشارة زبون	قد المسار VC	العدد الأدنى من الفِدر 65B في كل رتل GFP
160 Mbit/s	ESCON	VC-3-4v	1
216 Mbit/s	DVB ASI	VC-4-2v	1
425 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-3v	13
850 Mbit/s	Fibre Channel/FICON	VC-4-6v	13
1000 Mbit/s	Gbit Ethernet	VC-4-7v	95
1700 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-12v	13
3400 Mbit/s	Fibre Channel	VC-4-24v	13
ملاحظة – أقل عدد فدر معروض هنا يفترض أن رأسية التوسيع معدومة وأنه لا يوجد تتابع اختياري FCS بخصوص الحمولة النافعة.			

3.IV حساب عرض النطاق المتيسر للأرتال CMF

عرض النطاق المتيسر للاستعمال من أجل الأرتال CMF هو عرض النطاق الاحتياطي الخاضع لتقييدات من حيث العدد الممكن نقله من هذه الأرتال بين رتلي معطيات زبون. وإذا لم يوجد تقييد على عدد الأرتال CMF الممكن نقلها، فعندئذ تكون أكبر قيمة مسموح بها للعدد N هي التي تقرر المقدار الأكبر لعرض النطاق المتيسِّر للأرتال CMF حيث:

N_{max} = (65536-GFPOH)/67)؛

= 978 دون رأسية توسيع ولا تتابع FCS بخصوص الحمولة النافعة؛

= 977 مع رأسية توسيع و/أو تتابع FCS بخصوص الحمولة النافعة.

توخياً لتقليل متطلبات الانتظار والتسجيل في الذاكرة الوسيطة إلى أدنى حد ممكن، وهي متطلبات مصاحبة للدخول في عملية تكييف الأصل حسب GFP-T، يُستحسن ألا يُرسل أكثر من رتل واحد CMF بين أرتال معطيات الزبون. إذ كلما ازداد طول أرتال معطيات الزبون، قلّت الفرص في الثانية الواحدة لإرسال أرتال CMF (يعني: قلّت الفرج الفاصلة بين أرتال معطيات الزبون). ونتيجة لذلك، حين يكبر العدد N ، يصغر عدد فرص إرسال أرتال CMF، وبالتالي يتقلّص عرض النطاق المتيسر لأرتال CMF. فنظراً لهذا التقييد، تكون القيمة المثلى للعدد N هي التي تملأ عر ض النطاق كله بواحد فقط من أرتال

CMF لكل رتل معطيات زبون. لأن إعطاء العدد N قيمة أصغر يقلل عرض النطاق الاحتياطي بحيث لا يعود يسمح بإرسال رتل CMF بين كل رتلي معطيات زبون؛ وإعطاءه قيمة أكبر يقلل عدد أرتال CMF في الثانية. فبوجه عام، إذا كان عدد الأرتال CMF المسموح بإرساله بين أرتال معطيات الزبون هو m، يكون عرض النطاق المتيسر للأرتال CMF هو مؤدى المعادلة التالية:

$$CMFBW(N,m) = (\text{CMF/second})(\text{bits/CMF})$$

$$CMFBW(N,m) = \frac{(ChBW_{min})(CMFL)(m)}{(m)(CMFL) + GFPOH + (536)(N)}$$

حيث:

CMFL = طول الرتل CMF

m = عدد الأرتال المكن إرسالها بين الأرتال المعطياتية الزبون، مع تقييد هو التالي:

$$\frac{(512)(N)(ChBW_{min})}{GFPOH + (536)(N) + (m)(CMFL)} \geq CSBW_{max}$$

فيكون عرض النطاق الفعلي للحمولة النافعة للأرتال الإدارية التابعة للزبون هو نسبة مساحة الحمولة النافعة CMF إلى كامل طول الرتل CMF، طبقا للمعادلة التالية:

$$CMPLBW = (CMFBW(N,M))\left(\frac{CMFPAL}{CMFL}\right)$$

حيث:

CMPLBW = عرض النطاق المكن استعماله للحمولة النافعة CMF

CMFPAL = عدد البتات المستعملة للحمولة النافعة CMF في المساحة المخصصة لها (أي مساحة الحمولة النافعة مطروحا منها ما يشغله التتابع pFCS إذا كان مستعملا)

وعليه، إذا أُعطيت m قيمة معيّنة، كانت قيمة N التي تتيح أنسب عرضِ نطاقٍ استعمالا لأرتال CMF هي العدد الصحيح الأقرب إلى مؤدى المعادلة التالية:

$$N_{opt} = \frac{(CSBW_{max})[GFPOH + (m)(CMFL)]}{(512)(ChBW_{min}) - (536)(CSBW_{max})}$$

التذييل V

متطلبات النقل على إثرنت من حيث عرض النطاق

يبيِّن هذا التذييل شروط عرض النطاق اللازم لنقل معطيات الزبون على إثرنت، بواسطة إجراء الترتيل النوعي (GFP) عبر الشبكة SONET، تبعا لمعدل MAC لإثرنت ولطول مجال الحمولة النافعة الخاصة بالزبون، بصرف النظر عما إذا كانت الشبكة قد أدرجت وسما من نمط VLAN أو لم تُدرِجه، وعما إذا كان التتابع pFCS للحمولة النافعة GFP مستعملاً أم لا. وتَرِد هذه المعلومات في الجداول V.1 إلى V.4.

ملاحظة – معدل بتات MAC الوارد في الجداول 1.V إلى 3.V هو معدل البتات الفعلي لأرتال MAC لإثرنت، بعد حذف الفجوة الفاصلة بمقدار 12 بتة بين الرزم، والتمهيد بمقدار 7 بايتات، ومعيِّن بداية الرتل بمقدار بايتة واحدة. وبعبارة أخرى، معدل بتات MAC = (معدل السطح البيني إثرنت)(عدد البتات في الرتل MAC)/(عدد البتات في الرتل MAC + 12 بايتة مقدار الفجوة الفاصلة بين الرزم + 7 بايتات مقدار التمهيد + بايتة 1 لمعيِّن بداية الرتل). وتجري حسابات الجدول 4.V على نفس المنوال، باستثناء أن الإثرنت 10 Gbits تستعمل 5 بايتات بدلاً من 12 بايتة كطول أدنى للفجوة الفاصلة بين الرزم.

الجدول V–1/ G.7041/Y.1303 – معدل البتات الأعظمي MAC
(غير) الموسوم لإشارة خدوم MAC بقوّة "10 Mbit/s"
(يُقرأ الجدول من اليسار إلى اليمين)

			معدل بتات الحمولة (معدل البتات الاسمي في شبكة الإنترنت)								
			10 000	9 600		11 200		8 704		10 880	
			معدل البتات MAC (kbit/s)، النسبة المئوية للصبيب نسبةً للحد الأقصى لمعدل البتات MAC								
GFP-FCS	VLAN tag	MAC-size (bytes)	10Base-T	VC-11-6v	throughput	VC-11-7v	throughput	VC-12-4v	throughput	VC-12-5v	throughput
0	0	64	7 619	8 533	112.0	9 956	131	7 737	101.5	9 671	127
0	0	128	8 649	9 035	104.5	10 541	122	8 192	94.7	10 240	118
0	0	256	9 275	9 309	100.4	10 861	117	8 440	91.0	10 550	114
0	0	512	9 624	9 452	98.2	11 028	115	8 570	89.0	10 713	111
0	0	1 024	9 808	9 526	97.1	11 113	113	8 637	88.1	10 796	110
0	0	1 518	9 870	9 550	96.8	11 141	113	8 658	87.7	10 823	110
0	0	9 618	9 979	9 592	96.1	11 191	112	8 697	87.1	10 871	109
0	1	64	7 727	8 589	111.2	10 021	130	7 788	100.8	9 735	126
0	1	128	8 684	9 051	104.2	10 560	122	8 207	94.5	10 258	118
0	1	256	9 286	9 313	100.3	10 866	117	8 444	90.9	10 555	114
0	1	512	9 627	9 453	98.2	11 029	115	8 571	89.0	10 714	111
0	1	1 024	9 809	9 526	97.1	11 114	113	8 637	88.0	10 796	110
0	1	1 518	9 870	9 550	96.8	11 141	113	8 658	87.7	10 823	110
0	1	9 618	9 979	9 592	96.1	11 191	112	8 697	87.1	10 871	109
1	0	64	7 619	8 084	106.1	9 432	124	7 330	96.2	9 162	120
1	0	128	8 649	8 777	101.5	10 240	118	7 958	92.0	9 947	115
1	0	256	9 275	9 170	98.9	10 699	115	8 314	89.6	10 393	112
1	0	512	9 624	9 380	97.5	10 944	114	8 505	88.4	10 631	110
1	0	1 024	9 808	9 489	96.7	11 070	113	8 603	87.7	10 754	110
1	0	1 518	9 870	9 525	96.5	11 112	113	8 636	87.5	10 795	109
1	0	9 618	9 979	9 588	96.1	11 186	112	8 693	87.1	10 866	109
1	1	64	7 727	8 160	105.6	9 520	123	7 398	95.7	9 248	120
1	1	128	8 684	8 800	101.3	10 267	118	7 979	91.9	9 973	115
1	1	256	9 286	9 176	98.8	10 706	115	8 320	89.6	10 400	112
1	1	512	9 627	9 382	97.5	10 945	114	8 506	88.4	10 633	110
1	1	1 024	9 809	9 489	96.7	11 071	113	8 604	87.7	10 754	110
1	1	1 518	9 870	9 525	96.5	11 112	113	8 636	87.5	10 795	109
1	1	9 618	9 979	9 588	96.1	11 186	112	8 693	87.1	10 866	109

ملاحظة 1 – التتابع FCS لـــ GFP: 0 = لا، 1 = نعم. الوسم VLAN : القيمة المذكورة تدل على عدد الوسوم، ووجود 0 يعني أنه لا يوجد وسوم).

ملاحظة 2 – مزيدات التغليف: 20 بايتة للسطح البيني المادي لإثرنت (7 بايتات تمهيد، بايتة 1 SFD، 12 بايتة للفرجة IPG الأصغرية)؛ 8 بايتات لمزيدات التغليف للإجراء GFP بدون تتابع FCS لـــ GFP؛ 12 بايتة لمزيدات التغليف للإجراء GFP مع تتابع FCS لـــ GFP.

الجدول V–2/ G.7041/Y.1303 – معدل البتات الأقصى MAC
(غير) الموسوم لإشارةمخدم MAC بقوّة " 100 Mbit/s"
(يُقرأ الجدول من اليسار إلى اليمين)

			معدل بتات الحمولة (معدل البتات الاسمي في شبكة الإنترنت)				
			100 000	96 768		149 760	
			معدل البتات MAC (kbit/s)، النسبة المئوية للصبيب نسبةً للحد الأقصى لمعدل البتات MAC				
GFP-FCS	VLAN tag	MAC-size (bytes)	100Base-T	VC-3-2v	throughput	VC-4	throughput
0	0	64	76 190	86 016	100.0	133 120	100.0
0	0	128	86 486	91 076	100.0	140 951	100.0
0	0	256	92 754	93 836	100.0	145 222	100.0
0	0	512	96 241	95 279	99.0	147 456	100.0
0	0	1 024	98 084	96 018	97.9	148 599	100.0
0	0	1 518	98 700	96 261	97.5	148 975	100.0
0	0	9 618	99 792	96 688	96.9	149 636	100.0
0	1	64	77 273	86 582	100.0	133 996	100.0
0	1	128	86 842	91 238	100.0	141 202	100.0
0	1	256	92 857	93 879	100.0	145 290	100.0
0	1	512	96 269	95 291	99.0	147 474	100.0
0	1	1 024	98 092	96 021	97.9	148 604	100.0
0	1	1 518	98 703	96 262	97.5	148 977	100.0
0	1	9 618	99 793	96 688	96.9	149 636	100.0
1	0	64	76 190	81 489	100.0	126 114	100.0
1	0	128	86 486	88 474	100.0	136 923	100.0
1	0	256	92 754	92 435	99.7	143 054	100.0
1	0	512	96 241	94 552	98.2	146 330	100.0
1	0	1 024	98 084	95 647	97.5	148 025	100.0
1	0	1 518	98 700	96 009	97.3	148 585	100.0
1	0	9 618	99 792	96 647	96.8	149 573	100.0
1	1	64	77 273	82 253	100.0	127 296	100.0
1	1	128	86 842	88 704	100.0	137 280	100.0
1	1	256	92 857	92 499	99.6	143 153	100.0
1	1	512	96 269	94 569	98.2	146 356	100.0
1	1	1 024	98 092	95 651	97.5	148 032	100.0
1	1	1 518	98 703	96 011	97.3	148 588	100.0
1	1	9 618	99 793	96 647	96.8	149 573	100.0

ملاحظة 1 – التتابع FCS لـــ GFP: 0 = لا، 1 = نعم. الوسم VLAN : القيمة المذكورة تدل على عدد الوسوم، ووجود 0 يعني أنه لا يوجد وسوم).

ملاحظة 2 – مزيدات التغليف: 20 بايتة للسطح البيني المادي لإثرنت (7 بايتات تمهيد، بايتة 1 SFD، 12 بايتة للفرجة IPG الأصغرية)؛ 8 بايتات لمزيدات التغليف للإجراء GFP بدون تتابع FCS لـــ GFP؛ 12 بايتة لمزيدات التغليف للإجراء GFP مع تتابع FCS لـــ GFP.

الجدول V–3/ G.7041/Y.1303 – معدل البتات الأدنى MAC (غير) الموسوم لإشارة مخدم MAC بقوّة "1 Gbit/s "

(يُقرأ الجدول من اليسار إلى اليمين)

			معدل بتات الحمولة (معدل البتات الاسمي في شبكة الإنترنت)				
			1 000 000	898 560		1 048 320	
			معدل البتات MAC (kbit/s)، النسبة المئوية للصبيب نسبةً للحد الأقصى لمعدل البتات MAC				
GFP-FCS	VLAN tag	MAC-size (bytes)	1000Base-X	VC-4-6v	throughput	VC-4-7v	throughput
0	0	64	761 905	798 720	100.0	931 840	100.0
0	0	128	864 865	845 704	97.8	986 654	100.0
0	0	256	927 536	871 331	93.9	1 016 553	100.0
0	0	512	962 406	884 736	91.9	1 032 192	100.0
0	0	1 024	980 843	891 594	90.9	1 040 193	100.0
0	0	1 518	986 996	893 849	90.6	1 042 824	100.0
0	0	9 618	997 925	897 813	90.0	1 047 449	100.0
0	1	64	772 727	803 975	100.0	937 971	100.0
0	1	128	868 421	847 214	97.6	988 416	100.0
0	1	256	928 571	871 737	93.9	1 017 027	100.0
0	1	512	962 687	884 842	91.9	1 032 315	100.0
0	1	1 024	980 916	891 621	90.9	1 040 225	100.0
0	1	1 518	987 030	893 862	90.6	1 042 839	100.0
0	1	9 618	997 926	897 814	90.0	1 047 449	100.0
1	0	64	761 905	756 682	99.3	882 796	100.0
1	0	128	864 865	821 541	95.0	958 464	100.0
1	0	256	927 536	858 326	92.5	1 001 380	100.0
1	0	512	962 406	877 982	91.2	1 024 313	100.0
1	0	1 024	980 843	888 152	90.5	1 036 177	100.0
1	0	1 518	986 996	891 512	90.3	1 040 098	100.0
1	0	9 618	997 925	897 440	89.9	1 047 014	100.0
1	1	64	772 727	763 776	98.8	891 072	100.0
1	1	128	868 421	823 680	94.8	960 960	100.0
1	1	256	928 571	858 918	92.5	1 002 071	100.0
1	1	512	962 687	878 138	91.2	1 024 495	100.0
1	1	1 024	980 916	888 192	90.5	1 036 224	100.0
1	1	1 518	987 030	891 531	90.3	1 040 119	100.0
1	1	9 618	997 926	897 441	89.9	1 047 014	100.0

ملاحظة 1 – التتابع FCS لـــ GFP: 0 = لا، 1 = نعم. الوسم VLAN : القيمة المذكورة تدل على عدد الوسوم، ووجود 0 يعني أنه لا يوجد وسوم).

ملاحظة 2 – مزيدات التغليف: 20 بايتة للسطح البيني المادي لإثرنت (7 بايتات تمهيد، بايتة 1 SFD، 12 بايتة للفرجة IPG الأصغرية)؛ 8 بايتات لمزيدات التغليف للإجراء GFP بدون تتابع FCS لـــ GFP؛ 12 بايتة لمزيدات التغليف للإجراء GFP مع تتابع FCS لـــ GFP.

الجدول V–4/ G.7041/Y.1303 – معدل البتات الأدنى MAC (غير) الموسوم لإشارة مخدم MAC بقوّة "10 Gbit/s "

(يُقرأ الجدول من اليسار إلى اليمين)

			معدل بتات الحمولة (معدل البتات الاسمي في شبكة الإنترنت)						
			10 000 000	9 884 160		9 953 280		9 995 277	
			معدل البتات MAC (kbit/s)، النسبة المئوية للصبيب نسبةً للحد الأقصى لمعدل البتات MAC						
GFP-FCS	VLAN tag	MAC-size (bytes)	10GBase-R	VC-4-66v	throughput	ODU1-4v	throughput	ODU2	throughput
0	0	64	8 311 688	8 785 920	100.0	8 847 360	100.0	8 884 691	100.0
0	0	128	9 078 014	9 302 739	100.0	9 367 793	100.0	9 407 319	100.0
0	0	256	9 516 729	9 584 640	100.0	9 651 665	100.0	9 692 390	100.0
0	0	512	9 752 381	9 732 096	99.8	9 800 153	100.0	9 841 503	100.0
0	0	1 024	9 874 638	9 807 539	99.3	9 876 123	100.0	9 917 794	100.0
0	0	1 518	9 915 088	9 832 343	99.2	9 901 100	99.9	9 942 877	100.0
0	0	9 618	9 986 502	9 875 945	98.9	9 945 008	99.6	9 986 970	100.0
0	1	64	8 395 062	8 843 722	100.0	8 905 566	100.0	8 943 143	100.0
0	1	128	9 103 448	9 319 351	100.0	9 384 521	100.0	9 424 118	100.0
0	1	256	9 523 810	9 589 110	100.0	9 656 167	100.0	9 696 910	100.0
0	1	512	9 754 253	9 733 257	99.8	9 801 322	100.0	9 842 677	100.0
0	1	1 024	9 875 120	9 807 834	99.3	9 876 421	100.0	9 918 093	100.0
0	1	1 518	9 915 309	9 832 478	99.2	9 901 237	99.9	9 943 014	100.0
0	1	9 618	9 986 508	9 875 949	98.9	9 945 011	99.6	9 986 974	100.0
1	0	64	8 311 688	8 323 503	100.0	8 381 709	100.0	8 417 075	100.0
1	0	128	9 078 014	9 036 946	99.5	9 100 142	100.0	9 138 539	100.0
1	0	256	9 516 729	9 441 586	99.2	9 507 611	99.9	9 547 727	100.0
1	0	512	9 752 381	9 657 805	99.0	9 725 342	99.7	9 766 377	100.0
1	0	1 024	9 874 638	9 769 672	98.9	9 837 991	99.6	9 879 502	100.0
1	0	1 518	9 915 088	9 806 637	98.9	9 875 215	99.6	9 916 883	100.0
1	0	9 618	9 986 502	9 871 843	98.9	9 940 877	99.5	9 982 822	100.0
1	1	64	8 395 062	8 401 536	100.0	8 460 288	100.0	8 495 985	100.0
1	1	128	9 103 448	9 060 480	99.5	9 123 840	100.0	9 162 337	100.0
1	1	256	9 523 810	9 448 094	99.2	9 514 165	99.9	9 554 309	100.0
1	1	512	9 754 253	9 659 520	99.0	9 727 069	99.7	9 768 112	100.0
1	1	1 024	9 875 120	9 770 112	98.9	9 838 434	99.6	9 879 947	100.0
1	1	1 518	9 915 309	9 806 839	98.9	9 875 419	99.6	9 917 087	100.0
1	1	9 618	9 986 508	9 871 848	98.9	9 940 882	99.5	9 982 827	100.0

ملاحظة 1 – التتابع FCS لـــ GFP: 0 = لا، 1 = نعم. الوسم VLAN : القيمة المذكورة تدل على عدد الوسوم، ووجود 0 يعني أنه لا يوجد وسوم).

ملاحظة 2 – مزيدات التغليف: 20 بايتة للسطح البيني المادي لإثرنت (7 بايتات تمهيد، بايتة 1 SFD، 12 بايتة للفرجة IPG الأصغرية)؛ 8 بايتات لمزيدات التغليف للإجراء GFP بدون تتابع FCS لـــ GFP؛ 12 بايتة لمزيدات التغليف للإجراء GFP مع تتابع FCS لـــ GFP.

البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

البنية التحتية العالمية للمعلومات	
اعتبارات عامة	Y.199 – Y.100
الخدمات والتطبيقات، والبرمجيات الوسيطة	Y.299 – Y.200
الجوانب الخاصة بالشبكات	Y.399 – Y.300
السطوح البينية والبروتوكولات	Y.499 – Y.400
الترقيم والعنونة والتسمية	Y.599 – Y.500
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.699 – Y.600
الأمن	Y.799 – Y.700
مستويات الأداء	Y.899 – Y.800
جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت	
اعتبارات عامة	Y.1099 – Y.1000
الخدمات والتطبيقات	Y.1199 – Y.1100
المعمارية والنفاذ وقدرات الشبكة وإدارة الموارد	Y.1299 – Y.1200
النقل	**Y.1399 – Y.1300**
التشغيل البيني	Y.1499 – Y.1400
جودة الخدمة وأداء الشبكة	Y.1599 – Y.1500
التشوير	Y.1699 – Y.1600
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.1799 – Y.1700
الترسيم	Y.1899 – Y.1800
شبكات الجيل التالي	
الإطار العام والنماذج المعمارية الوظيفية	Y.2099 – Y.2000
جودة الخدمة والأداء	Y.2199 – Y.2100
الجوانب الخاصة بالخدمة: قدرات ومعمارية الخدمات	Y.2249 – Y.2200
الجوانب الخاصة بالخدمة: إمكانية التشغيل البيني للخدمات والشبكات	Y.2299 – Y.2250
الترقيم والتسمية والعنونة	Y.2399 – Y.2300
إدارة الشبكة	Y.2499 – Y.2400
معمارية الشبكة وبروتوكولات التحكم في الشبكة	Y.2599 – Y.2500
الأمن	Y.2799 – Y.2700
التنقلية المعممة	Y.2899 – Y.2800

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

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
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 وتعدد الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية 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 المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طبعت في سويسرا

جنيف، 2005