الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

G.8261/Y.1361

ITU-T

(2006/05)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

الإثرنت عبر جوانب النقل – أهداف الجودة والتيسر

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

جوانب التوقيت والتزامن في شبكات الرزم

التوصيـــة ITU-T G.8261/Y.1361

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

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 السلكية	G.499 – G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699 – G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799 – G.700
الشبكات الرقمية	G.899 – G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999 – G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999 – G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999 – G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999 – G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999 – G.8000
الجوانب العامة	G.8099 – G.8000
جوانب تبديل الوسم متعدد البروتوكول عبر شبكات النقل	G.8199 – G.8100
أهداف الجودة والتيسر	**G.8299 – G.8200**
شبكات النفاذ	G.9999 – G.9000

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

جوانب التوقيت والتزامن في شبكات الرزم

ملخص

تحدد هذه التوصية جوانب التزامن في شبكات الرزم. وهي تحدد الحدود القصوى للارتعاش والجنوح في الشبكة التي يجب عدم تجاوزها. وهي تحدد أيضاً القدر الأدنى من تجاوز التجهيزات للارتعاش والجنوح الذي يتعيّن توفيره على حدود شبكات الرزم هذه عند السطوح البينية لتعدد الإرسال بالتقسيم الزمني TDM. وهي توجز أيضاً المتطلبات الدنيا لوظيفة التزامن لعناصر الشبكة.

وينبغي الالتزام بمتطلبات خصائص الارتعاش والجنوح المحددة في هذه التوصية لضمان إمكانية التشغيل البيني للتجهيزات التي ينتجها مصنعون مختلفون ولضمان الأداء المرضي للشبكة.

وتضم هذه الطبعة التعديلات المُدخلة بالتصويب 1 الذي وافقت عليه لجنة الدراسات 15 التابعة لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 14 ديسمبر 2006.

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 22 مايو 2006 على التوصية ITU-T G.8261/Y.1361 بموجب الإجراء المحدد في التوصية A.8.

الكلمات الرئيسية

ميقاتية، ارتعاش، تزامن، جنوح.

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

© ITU 2007

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

جـــدول المحتـــويات

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 تعاريف 3
4 مختصرات 3
5 اصطلاحات 4
6 نظرة عامة 4
1.6 متطلبات تزامن شبكة الرزم 5
2.6 متطلبات توقيت TDM 5
3.6 هندسة شبكة التزامن في شبكات الرزم 6
4.6 متطلبات التوقيت عند الحافة مقابل متطلبات التوقيت في الشبكات الرئيسية 6
7 حدود الشبكة 7
1.7 النموذج الشبكي الذي تقوم عليه حدود الشبكة 7
8 توزيع إشارة التوقيت المرجعية على شبكات 10
1.8 طرائق متقاربة التزامن ومتزامنة مع الشبكة 10
2.8 الطرائق القائمة على الرزم 12
9 استرجاع التوقيت لخدمات معدل البتات الثابت المنقولة عبر شبكات الرزم 12
1.9 التشغيل المتزامن مع الشبكة 12
2.9 الطرائق التفاضلية 13
3.9 الطرائق التكييفية 13
4.9 الميقاتية المرجعية المتيسرة في أنظمة TDM الطرفية 14
10 أثر الانحطاطات في شبكة الرزم على توزيع التوقيت واسترجاع ميقاتية الخدمة 14
1.10 تأخير نقل الرزمة والتغير في التأخير 15
2.10 التأثيرات الناجمة عن انحطاطات الرزمة 19
11 تأثير انحطاط الميقاتية المرجعية على توزيع التوقيت واسترجاع ميقاتية الخدمة 20
1.11 انحطاطات طرائق التشغيل المتزامنة مع الشبكة 20
2.11 انحطاطات الطريقة التفاضلية 21
12 متطلبات IWF المتعلقة بالتزامن 22
1.12 السطوح البينية للحركة 22
2.12 السطوح البينية للتزامن 22
3.12 وظيفة تزامن IWF 23
13 نتائج وتبعات مختلف طرائق التزامن عبر نماذج مرجعية لشبكة الرزم 25
1.13 التوصيات بشأن حالة النشر 1 25
2.13 توصيات بشأن حالة النشر 3 25
3.13 توصيات بشأن حالة النشر 2 التطبيق A 26
4.13 توصيات بشأن حالة النشر 2 التطبيق B 27
الملحق A معمارية الشبكة المقترحة للطبقة المادية للإثرنت المتزامن 29
1.A موقع الميقاتية PRC 29
2.A إرسال رسائل حالة التزامن 29
3.A تقييد ارتعاش وجنوح الإثرنت المتزامن 30
التذييل I – خصائص بدالات وشبكات الإثرنت 30
1.I خصائص التأخير لبدالات الإثرنت 30
2.I خصائص شبكات الإثرنت المبدلة 33
التذييل II – فترة الاستقرار 30
التذييل III – النماذج الوظيفية القائمة على التوصيتين ITU-T G.805 وITU-T g.809 35

1.III تطبيق التوصية ITU-T G.805 على IWF 35
2.III معلومات التوقيت المنقولة عبر شبكات الطبقة 36
3.III النموذج الوظيفي لتوقيت الطبقة المادية للإثرنت 37
4.III نموذج وظيفي للطرائق التفاضلية والتكييفية 38
التذييل IV – ملامح التزامن عند حافة الشبكة 40
1.IV متطلبات التزامن لمحطات قاعدة GSM وWCDMA وCDMA2000 40
التذييل V – نماذج مرجع شبكات الرزم 41
التذييل VI – المبادئ التوجيهية للقياس 44
1.VI نقاط مرجعية قياس 44
2.VI طوبولوجيات الاختبار 45
التذييل VII – حدود الجنوح في حالة النشر 1 49
1.VII الحدود للسطح البيني 2048 kbit/s 49
2.VII الحدود للسطح البيني 1544 kbit/s 50
التذييل VIII – عملية إرسال رسائل حالة التزامن في الطبقة المادية للإثرنت المتزامن 51
1.VIII عمليات التزامن والحفاظ عليه 51
2.VIII إرسال رسائل حالة التزامن 53
3.VIII تجهيزات الإثرنت الجديدة 53
4.VIII تجهيزات الإثرنت التقليدية 54
بيبليوغرافيا 55

جوانب التوقيت والتزامن في شبكات الرزم

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية جوانب التزامن في شبكات الرزم. وهي تحدد الحدود القصوى للارتعاش والجنوح في الشبكة التي يجب عدم تجاوزها. وهي تحدد أيضاً القدر الأدنى من تجاوز التجهيزات للارتعاش والجنوح الذي يتعيّن توفيره على حدود شبكات الرزم هذه عند السطوح البينية لتعدد الإرسال بالتقسيم الزمني TDM. وهي توجز أيضاً المتطلبات الدنيا لوظيفة التزامن لعناصر الشبكة.

وتركز التوصية بشكل خاص على معلومات تزامن نقل إشارات TDM عبر شبكات الرزم.

ملاحظة – يخضع تطبيق نقل إشارات التراتب الرقمي المتزامن SDH للمزيد من الدراسة.

تنحصر شبكات الرزم الواقعة في مجال تطبيق هذه التوصية في السيناريوهات التالية:

- الإثرنت، (المعايير IEEE 802.3™ [15], IEEE 802.1D™ [14], IEEE 802.1 ad™ [32], IEEE 802.1Q-REV™ [29]).

ويُعتزم تغطية السيناريوهات التالية في إصدار مستقبلي لهذه التوصية:

- MPLS (IETF RFC 3031 [B12], ITU-T G.8110/Y.1370 [22])؛
- IP IETF RFC 791 [B13] و[B9] RFC 2460).

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، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[1] ITU-T Recommendation G.703 (2001), *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.*

[2] ITU-T Recommendation G.783 (2006), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks*.

[3] ITU-T Recommendation G.801 (1988), *Digital transmission models*.

[4] ITU-T Recommendation G.803 (2000), *Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH)*.

[5] ITU-T Recommendation G.810 (1996), *Definitions and terminology for synchronization networks.*

[6] ITU-T Recommendation G.811 (1997), *Timing characteristics of primary reference clocks*.

[7] ITU-T Recommendation G.812 (2004), *Timing requirements of slave clocks suitable for use as node clocks in synchronization networks*.

[8] ITU-T Recommendation G.813 (2003), *Timing characteristics of SDH equipment slave clocks (SEC).*

[9] ITU-T Recommendation G.822 (1988), *Controlled slip rate objectives on an international digital connection.*

[10] ITU-T Recommendation G.823 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy.*

[11] ITU-T Recommendation G.824 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy*.

[12] ITU-T Recommendation G.825 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH).*

[13] IEEE Standard 802™-2001, *IEEE standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture*.

[14] IEEE Standard 802.1D™-2004, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridge*s.

[15] IEEE Standard 802.3™-2005, *Part 3*, *CSMA/CD access method and physical layer specifications*.

[16] ITU-T Recommendation G.702 (1988), *Digital hierarchy bit rates.*

[17] ITU-T Recommendation O.171 (1997), *Jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the plesiochronous digital hierarchy (PDH).*

[18] ITU-T Recommendation O.172 (2005), *Timing jitter and wander measuring equipment for digital systems which are based on the synchronous digital hierarchy (SDH).*

[19] ITU-T Recommendation V.90 (1998), *A digital modem and analogue modem pair for use on the Public Switched Telephone Network (PSTN) at data signalling rates of up to 56 000 bit/s downstream and up to 33 600 bit/s upstream.*

[20] ITU-T Recommendation T.4 (2003), *Standardization of Group 3 facsimile terminals for document transmission.*

[21] ITU-T Recommendation G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture of Ethernet layer networks.*

[22] ITU-T Recommendation G.8110/Y.1370 (2005), *MPLS layer network architecture.*

[23] ITU-T Recommendation G.701 (1993), *Vocabulary of digital transmission and multiplexing, and pulse code modulation (PCM) terms.*

[24] ITU-T Recommendation Y.1411 (2003), *ATM-MPLS Network interworking – Cell mode user plane interworking.*

[25] ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters.*

[26] ITU-T Recommendation Y.1560 (2003), *Parameters for TCP connection performance in the presence of middleboxes.*

[27] ITU-T Recommendation Y.1561 (2004), *Performance and availability parameters for MPLS networks.*

[28] ITU-T Recommendation Y.1731 (2006), *OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks*.

[29] IEEE Standard 802.1Q-REV™-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Network*s.

[30] ITU-T Recommendation G.705 (2000), *Characteristics of plesiochronous digital hierarchy (PDH) equipment functional blocks*.

[31] ITU-T Recommendation I.363.1 (1996), *B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 1 AAL*.

[32] IEEE Standard 802.1ad™-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Provider Bridges.*

3 تعاريف

تعرِّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.3 السطح البيني اللاامتزامن: انظر التوصية ITU-T G.823 [10].

2.3 جزيرة خدمات مضاهاة الدارة (CES): جزء من الشبكة يعتمد على تكنولوجيات الرزم المبدلة التي تضاهي إما خصائص شبكة الدارة المبدلة أو شبكة نقل تراتب رقمي متقارب التزامن PDH/تراتب رقمي متزامن SDH لحمل خدمات معدل بتات ثابت CBR (مثل الإشارة الرقمية من المستوى الأول E1).

3.3 وظيفة العمل البيني (IWF): انظر التوصية ITU-T Y.1411 [24].

4.3 التشغيل المتزامن للشبكة: تزامن الطبقة المادية (عادةً من خلال التوزيع الزمني لإشارة توقيت ترجع إلى ميقاتية مرجعية أولية (PRC)، انظر التوصية ITU-T G.811).

5.3 فترة الاستقرار: الفترة التي تبدأ من نقطة في الزمن عندما تنتقى وظيفة التشغيل البيني IWF مصدر توقيت أُقرت صلاحيته، وتنتهي عندما تصبح خصائص توقيت الخرج ضمن متطلبات ارتعاش وجنوح الخرج.

6.3 السطح البيني المتزامن: انظر التوصية ITU-T G.823.

7.3 تعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM): مصطلح يشير عادةً إلى قطارات بتات متساوية الزمن في شبكات المهاتفة؛ خاصةً تلك التي تنتمي إلى PDH (تراتب رقمي متقارب التزامن) حسب وصفها في التوصية ITU-T G.705 [30]. ويرد تفصيل لمعدلات البتات المستعملة بشكل عام في مناطق مختلفة من العالم في التوصية ITU-T G.702 [16]. والإشارات المنتمية لتراتبيّ PDH وSDH هي أمثلة للإشارات التي يغطيها التعريف TDM.

8.3 السطح البيني للحركة: انظر التوصية ITU-T G.823.

4 مختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرات التالية:

3GPP	مشروع شراكة من الجيل الثالث *(Third Generation Partnership Project)*
ATM	أسلوب نقل غير متزامن *(Asynchronous Transfer Mode)*
BS	محطة القاعدة *(Base Station)*
CBR	معدل بتات ثابت *(Constant Bit Rate)*
CDMA	نفاذ متعدد بتقسيم شفري *(Code Division Multiple Access)*
CE	تجهيزات العميل *(Customer Equipment)*
CES	خدمة مضاهاة الدارة *(Circuit Emulation Service)*
FE	إثرنت سريع *(Fast Ethernet)*
GE	إثرنت بالغيغا بتات *(Gigabit Ethernet)*
GPS	النظام العالمي لتحديد المواقع *(Global Positioning System)*

GSM النظام العالمي للاتصالات المتنقلة *(Global System for Mobile communications)*

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

IP بروتوكول الإنترنت *(Internet Protocol)*

IWF وظيفة التشغيل البيني *(InterWorking Function)*

MAC التحكم في النفاذ إلى الوسط *(Medium Access Control)*

MRTIE الخطأ الأقصى في الفاصل الزمني النسبي *(Maximum Relative Time Interval Error)*

MTIE الخطأ الأقصى في الفاصل الزمني *(Maximum Time Interval Error)*

NTP بروتوكول وقت الشبكة *(Network Time Protocol)*

OTN شبكة النقل البصرية *(Optical Transport Network)*

PDH تراتب رقمي متقارب التزامن *(Plesiochronous Digital Hierarchy)*

PRC الميقاتية المرجعية الأولية *(Primary Reference Clock)*

PSTN شبكة هاتفية تبديلية عمومية *(Public Switched Telephone Network)*

SLA اتفاق مستوى الخدمة *(Service Level Agreement)*

SASE تجهيزات تزامن قائمة بذاتها *(Stand Alone Synchronization Equipment)*

SDH تراتب رقمي متزامن *(Synchronous Digital Hierarchy)*

SEC ميقاتية تجهيزات SDH *(SDH Equipment Clock)*

SRTS خاتم التوقيت المتبقي المتزامن *(Synchronous Residual Time Stamp)*

SSM رسالة حالة التزامن *(Synchronization Status Message)*

SSU وحدة الإمداد بالتزامن *(Synchronization Supply Unit)*

STM أسلوب نقل متزامن *(Synchronous Transfer Mode)*

TDEV انحراف زمني *(Time Deviation)*

TDM تعدد الإرسال بتقسيم الزمن *(Time Division Multiplex)*

UI فاصل الوحدة *(Unit Interval)*

UTC توقيت عالمي منسق *(Universal Time Coordinated)*

5 اصطلاحات

يُستعمل المصطلحان "رزم" و"أرتال" بالتبادل في مجمل هذه التوصية.

6 نظرة عامة

كانت الغاية من تبديل الرزم في الأصل هي تناول المعطيات اللاتزامنية. بيد أنه يجب مراعاة متطلبات التزامن الصارمة بالنسبة للتطبيقات الحديثة من قبيل نقل خدمة TDM وتوزيع التزامن على شبكات الرزم.

ويزيد التطور المستمر في الاتصالات من أرجحية قيام بيئات هجينة من الرزم/الدارات لخدمات الصوت ومعطيات النطاق الصوتي. إذ تدمج هذه البيئات تكنولوجيات الرزم (مثل ATM، IP، الإثرنت) مع أنظمة TDM التقليدية. وفي ظل هذه الشروط، من الأهمية بمكان ضمان الحفاظ على مستوى مقبول من الجودة (نحو معدل انزلاق محدود).

ويستوعب التزامن في شبكات TDM وينفذ بشكل جيد. فنمطياً يحافظ مورّد خدمة دارة TDM على شبكة توزيع التوقيت التي تقدم التزامن الذي يرجع إلى ميقاتية مرجعية أولية (أي ميقاتية متطابقة مع التوصية [6] ITU-T G.811).

وتعنى جوانب التوقيت والتزامن التي تتناولها هذه التوصية بشكل أساسي بالشبكات القائمة على الإثرنت مع طبقات البروتوكول على النحو المحدد في المعيار IEEE 802 (انظر الفقرة 1، مجال التطبيق).

ويرد تعريف المعمارية الوظيفية لشبكات الإثرنت في التوصية [21] ITU-T G.8010/Y.1306.

وفي سياق هذه التوصية، تُشير الطبقات الأعلى (مثل الطبقة 7 في نموذج التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI) إلى تطبيقات منقولة عبر شبكات الرزم. ولتطبيقات الوقت الفعلي متطلبات توقيت صارمة نسبياً بشأن التأخير وتغيّر التأخير. وقد تحل بعض التطبيقات مشكلات التوقيت خاصتها ضمن الطبقات العليا (من قبيل MPEG-2)؛ بينما تعتمد تطبيقات أخرى على دعم التوقيت الذي تقدمه واحدة أو أكثر من الطبقات الدنيا (مثل الطبقة المادية).

وتهدف هذه التوصية إلى وصف طرائق مختلفة للحصول على المتطلبات المتعلقة بالتزامن.

وعلاوة على ذلك، يرد في هذه التوصية وصف لمتطلبات السطوح البينية والتجهيزات التي تشكل جزءاً من شبكة الإثرنت، فضلاً عن توصيات بشأن متى يتعيّن تطبيق مختلف أنماط طرائق التزامن.

يرد تلخيص لبعض الاعتبارات المتعلقة بمتطلبات التزامن، القابلة للتطبيق في شبكة قائمة على الرزم، في الفقرات التالية.

وتتعاطى هذه التوصية بالدرجة الأولى مع خدمة CES في بيئات شبكة عمومية. وقد يكفي، في بعض تطبيقات الشبكات الخاصة التي تنطوي على مضاهاة الدارات، أن تُوزَّع ميقاتية مشتركة – لمستوى جودة بدون ميقاتية PRC – باتجاه عقد CES IWF. بيد أن استعمال توقيت تزامن أدنى من مستوى جودة الميقاتية PRC قد يتسبب في صعوبات تشبيك بيني بين الميادين المختلفة للشبكة مثل التوصيل البيني الذي يضم عدداً من موردي الشبكات العامة.

ويخضع موضوع استعمال ميقاتية مشتركة بمستوى جودة بدون ميقاتية PRC للمزيد من الدراسة.

1.6 متطلبات تزامن شبكة الرزم

لا تحتاج العقد المستخدمة في تكنولوجيا الإرسال بالرزم (مثل عقد شبكة ATM) إلى أي تزامن لتنفيذ وظيفة تبديل الرزم. وفي الواقع، يوفر جهاز فردي في أي نقطة دخول لبدالة رزم، تكييفاً لتوقيت رزم الإشارة الواردة (تكييف توقيت الخلية مثلاً في حالة بدالة ATM) مع التوقيت الداخلي, ففي حالة شبكات ATM مثلاً، يقوم مبدأ تدبير فروق التردد على حشو الخلايا في وضعية الراحة. ولا تحتاج وصلات الإرسال من حيث المبدأ لأي تزامن فيما بينها.

بيد أنه مع تطور شبكة الرزم بحيث تضم التطبيقات القائمة على TDM، أي عند نقل قطار CBR عبر شبكة الرزم وعند التشغيل البيني مع شبكات PSTN، تقدم شبكة الرزم التوقيت الصحيح عند السطوح البينية للحركة.

وهذا يعني أن المتطلبات الخاصة بوظائف التزامن في شبكات الرزم، ولا سيما عند حدودها، تتوقف على الخدمات المحمولة عبر الشبكة. وبالنسبة إلى الخدمات القائمة على TDM، قد تستلزم وظيفة IWF تشغيل تزامن الشبكة لتقديم أداء مقبول.

2.6 متطلبات توقيت TDM

يحتاج نقل إشارات TDM عبر شبكات الرزم إلى أن تتطابق الإشارات عند خرج شبكة الرزم مع متطلبات توقيت TDM؛ ولا مناص من ذلك لتمكين التشغيل البيني مع تجهيزات TDM.

ولا تعتمد هذه المتطلبات على نمط المعلومات (صوت أو معطيات) التي تنقلها إشارة TDM.

ويُطلق على تكيّف إشارات TDM مع شبكة الرزم، خدمات مضاهاة دارة (CES).

متطلبات التوقيت القابلة للتطبيق هي: حدود الارتعاش والجنوح عند السطوح البينية للحركة و/أو التزامن، ودقة التردد على المدى الطويل (التي قد تؤثر بأداء الانزلاق) والتأخير الكلي (يُعد حرجاً بالنسبة إلى خدمات الوقت الفعلي مثل خدمة الصوت).

1.2.6 متطلبات توقيت PDH

تتعلق متطلبات توقيت PDH للسطوح البينية للحركة، بشكل أساسي، بأداء الارتعاش والجنوح والانزلاق.

وتنطبق متطلبات التجاوز في الارتعاش والجنوح عند دخل عنصر الشبكة على حدود شبكة الرزم. وتنطبق متطلبات توليد الارتعاش والجنوح عند خرج عنصر الشبكة في مخرج شبكة الرزم.

وتوصَّف هذه القيم في التوصية ITU-T G.823 للشبكة القائمة على تراتب 2048 kbit/s، وفي التوصية ITU-T G.824 للشبكة القائمة على تراتب 1544 kbit/s.

وبالإضافة لذلك، توصِّف التوصية ITU-T G.822 أهداف معدل الانزلاق القابلة للتطبيق. وهذه هي الحالة عندما تختلف ميقاتية التجهيزات التي تولد إشارة TDM عن ميقاتية التجهيزات المستعملة في استرجاع الإشارة TDM من الرزم، ويلزم استخدام دارئ انزلاق في التطبيق.

2.2.6 متطلبات السطوح البينية للتزامن

تكون متطلبات التزامن أكثر صرامةً في الحالة التي تُحدَّد فيها إشارات PDH كسطوح بينية للتزامن، وذلك بالمقارنة بمتطلبات السطوح البينية لحركة 2048 kbit/s و1554 kbit/s. ويرد أيضاً تعريف لمتطلبات السطح البيني للتزامن بالنسبة لسطوح PDH البينية في التوصيتين [10] ITU-T G.823 و[11] ITU-T G.824.

3.2.6 متطلبات توقيت SDH

يجب أن تكون أي إشارة وحدة نقل متزامن من السوية N (STM-N) متطابقة مع التوصية [12] ITU-T G.825. وتشير المتطلبات ذات الصلة إلى تجاوز في الارتعاش والجنوح القابل للتطبيق عند دخل عنصر الشبكة على حدود شبكة الرزم التي تستقبل معطيات STM-N مع توليد الارتعاش والجنوح القابل للتطبيق عند خرج عنصر الشبكة الذي يولد حركة STM-N في الطرف الآخر لشبكة الرزم.

ولا توجد اختلافات في حالة إشارات STM-N، بين السطوح البينية للحركة والتزامن باعتبار أن جميع إشارات STM-N معرّفة على أنها سطوح بينية للتزامن.

3.6 هندسة شبكة التزامن في شبكات الرزم

تكمن القوة الدافعة لكثير من هذا المسعى في تلبية احتياجات التزامن الخاصة بالتطبيق أو عموماً الحاجة إلى تكنولوجيات معيّنة (من قبيل محطات القاعدة في شبكات GSM وWCDMA). ولتحقيق هذا الهدف، يتعيّن على المشغلين أن يوزعوا إشارة توقيت مرجعية بجودة مناسبة على عناصر الشبكة التي تعالج التطبيق.

ويتمثل أحد النهج في اتباع استراتيجية PRC موزعة (بواسطة تكنولوجيات GPS مثلاً). ويعتمد نهج بديل على استراتيجية قائد–منقاد. وعند إجراء النقل الأساسي للرزم (أرتال إثرنت مثلاً) عبر التكنولوجيات المتزامنة القائمة (شبكات PDH أو SDH)، فإن القواعد الهندسية لتصميم شبكة التزامن في هذه الحالات تُعتبر مفهومة وموثّقة بشكل جيد (انظر مثلاً التوصية ITU-T G.803 [4]). ومن جهة أخرى، عندما يعتمد النقل الأساسي على تكنولوجيات غير متزامنة (أي الإثرنت)، تؤخذ النهج البديلة في الاعتبار. وسيجري تحليل ذلك ثانية في القسم 8.

4.6 متطلبات التوقيت عند الحافة مقابل متطلبات التوقيت في الشبكات الرئيسية

يمكن طلب أداء مختلف عندما تكون شبكة الرزم جزءاً من شبكة نفاذ أو الطبقة الأساسية للشبكة الرئيسية.

ويمكن طلب توزيع مراجع تزامن على جزء من شبكة رئيسية ليتطابق مع متطلبات الارتعاش والجنوح الصارمة (أي مع التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824 بالنسبة إلى السطوح البينية للتزامن، والتوصية ITU-T G.825).

أما في شبكة النفاذ، فيمكن تخفيف هذه المتطلبات بما يسمح بتوزيع إشارة توقيت مرجعية مع أداء (أقل من مستوى جودة PRC مثلاً) يكفيان للوفاء بمتطلبات التوقيت لعقدة النهاية (محطة القاعدة أو مودم V90 مثلاً). وترد معلومات إضافية في التذييل IV.

7 حدود الشبكة

يجب أن تتحقق حدود الارتعاش والجنوح للشبكة الموصّفة حالياً في توصيات ITU-T ذات الصلة (أي في التوصيتين G.823 وG.824) في كل السيناريوهات ذات الصلة بهذه التوصية.

ويصف هذا القسم ثلاثة سيناريوهات نشر مختلفة لمقطع أو جزيرة CES. وتحدَّد في هذا القسم حدود الارتعاش والجنوح للسطوح البينية لحركة TDM (عدا إشارات STM-N) المحمولة على مقطع CES في كل من هذه السيناريوهات.

أما حدود الشبكة، القابلة للتطبيق على السطوح البينية للتزامن (حسب توصيفها في القسم 6/G.823 والقسم 6/G.824) وعلى إشارات STM-N المحمولة عبر شبكات الرزم، فتخضع للمزيد من الدراسة.

وينبغي ملاحظة أن الإشارات ذات الجودة المطابقة للقسمين 5/G.823 و5/G.824 (السطوح البينية للحركة) – وعندما يرجع أصلها إلى ميقاتية PRC – يمكن في بعض الحالات أن تُستعمل كإشارات توقيت مرجعية باتجاه تجهيزات طرفية قادرة على تحمل هذه الإشارات وعلى العمل بشكل صحيح (يُعتبر نموذج حالة النشر 2 مثالاً لهذا السيناريو).

ملاحظة – ستكون حدود الشبكة المقدمة في هذا القسم صالحة في ظل الظروف الطبيعية (أي عندما لا تكون هناك أعطال أو أعمال صيانة مثلاً). وليس في مجال تطبيق هذه التوصية تحديد نسبة الوقت الذي تنطبق خلاله هذه الحدود.

1.7 النموذج الشبكي الذي تقوم عليه حدود الشبكة

بالنسبة لنقل إشارات PDH، تُعتبر النماذج المبيّنة في الشكلين A.1/G.823 وA.1/G.824 نقطة البداية للنظر في إدراج مقطع CES. ويجب أن يشكّل مخصص ميزانية الجنوح لمقطع CES مجرّد جزء من ميزانية الجنوح الكلية حسب توصيفها في التوصيتين G.823 ITU-T أو G.824، حيث يتعيّن تقاسم ميزانية الجنوح الكلية مع بقية الشبكة.

ويمكن تطبيق متطلبات مختلفة للجنوح حسب موقع المقطع CES. وقد تم تحديد تعريف للعديد من نماذج نشر CES ويرد هذا التعريف في الأقسام 1.1.7 و2.1.7 و3.1.7.

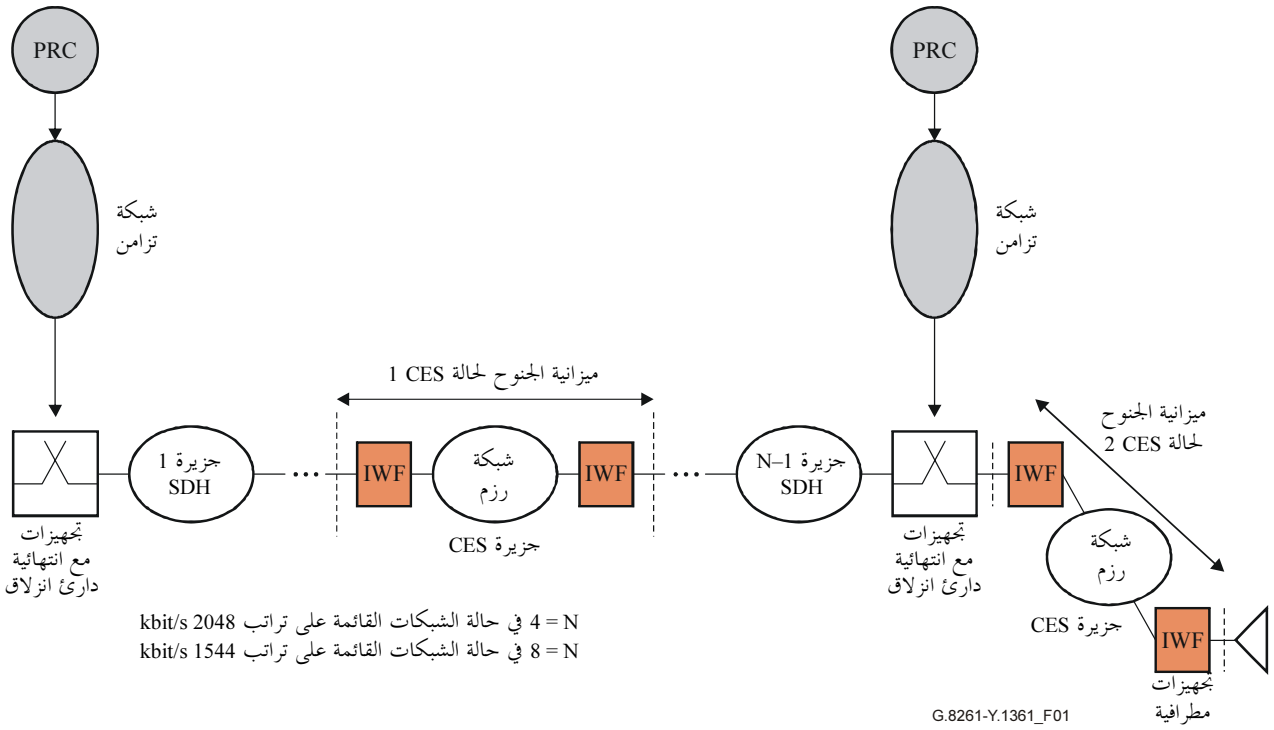
ملاحظة 1 – لا تبين الأشكال الواردة في هذا القسم تفاصيل كيفية استرجاع وظيفة IWF للتوقيت أو كيفية توزيع التوقيت في شبكة الرزم. ولمزيد من التفاصيل، راجع القسمين 8 و9.

ملاحظة 2 – تُعرض جزيرة CES واحدة فحسب في هذه النماذج لأنها ترمي لتخصيص ميزانية جنوح لمقطع تكنولوجيا CES فقط. ويمكن أن تكون هناك عدة أنظمة CES ما دام توليد الجنوح المتراكم الخاص بها في حدود الميزانية المخصصة لخدمة CES.

ويخضع تراكم الجنوح عبر جزر متعددة للمزيد من الدراسة.

1.1.7 حالة النشر 1

عندما يقع مقطع CES في جزيرة بين بدالتي النموذج المرجعي للتوصية G.823، تُحسب ميزانية الجنوح على أساس النموذج الوارد في الشكل 1 أدناه القائم على الشكلين A.1/G.823 وA.1/G.824، حيث تُستبدل إحدى جزر SDH بشبكة CES.



الشكل G.8261/Y.1361/1 – نموذجان لشبكتين لتراكم جنوح الحركة والميقاتية: حالتا النشر 1 و2

يرد تحديد لميزانية الجنوح لإشارة kbit/s 2048 في الجدول 1.

الجدول G.8261/Y.1361/1 – حالة النشر 1: حد جنوح خرج السطح البيني kbit/s 2048

فترة الرصد τ [s]	متطلب MRTIE [µs]
$0,05 < \tau \leq 0,2$	$10,75\ \tau$
$0,2 < \tau \leq 32$	$9 * 0,24 = 2,15$
$32 < \tau \leq 64$	$0,067\ \tau$
$64 < \tau \leq 1000$	$18 * 0,24 = 4.3$
ملاحظة – بالنسبة للتشكيلة اللاتزامنية، يُعتبَر الحد الأقصى لفترة الرصد 80 ثانية. تخضع فترة ما بين 80 و1000 ثانية بالنسبة إلى السطوح البينية اللاتزامنية لمزيد من الدراسة.	

سوف تتطابق حدود ارتعاش kbit/s 2048 للشبكة مع القسم 1.5 من التوصية قطاع التقييس G.823.يرد تحديد لميزانية الجنوح لإشارة kbit/s 1544 في الجدول 2.

الجدول G.8261/Y.1361/2 – حالة النشر 1: حد جنوح السطح البيني kbit/s 1544

فترة الرصد τ [s]	MTIE [µs]
$\tau \leq 0.1$	لا متطلبات (انظر الملاحظة)
$0,1 < \tau \leq 0.47$	$4,5\ \tau$
$0,47 < \tau \leq 900$	2,1
$900 < \tau \leq 1930$	$2,33 * 10e\text{-}3\ \tau$
$1930 < \tau \leq 86\ 400$	4,5
ملاحظة – تُغطى هذه المنطقة بمتطلبات الارتعاش	

تتطابق حدود ارتعاش kbit/s 1544 للشبكة مع القسم 1.5 من التوصية G. 824.

ملاحظة – تخضع حدود الشبكة لإشارات PDH الأخرى (أي إشارات kbit/s 34 368 وkbit/s 44 736 وkbit/s 139 264) التي تحملها مقاطع CES للمزيد من الدراسة.

2.1.7 حالة النشر 2

1.2.1.7 التطبيق A

عند وضع مقطع CES خارج عناصر الشبكة المحتوية على دارئات الانزلاق (انظر الشكل 1)، يتعيّن أخذ أثر إعادة التوقيت للبدالة في الاعتبار. وسوف يفي توقيت إشارة الحركة عند خرج هذا التجهيز، بحد الشبكة بالنسبة إلى إشارة التزامن والذي يكون أكثر صرامة من ذلك الخاص بإشارة الحركة.

وتكون ميزانية الارتعاش والجنوح للمقطع CES في هذه الحالة عبارة عن الفارق بين حد شبكة kbit/s 2048 (انظر الشكل 1 في التوصية G.823) وحد شبكة السطح البيني للتزامن kbit/s 2048 (انظر الشكل 10 من التوصية G.823). ويرد هذا الحد في الجدول 3.

الجدول G.8261/Y.1361/3 – الحالة 2A: حد جنوح خرج السطح البيني kbit/s 2048

فترة الرصد، τ [s]	متطلب MRTIE [µs]
$0,05 < \tau \leq 0,2$	40 τ
$0,2 < \tau \leq 32$	8
$32 < \tau \leq 64$	0,25 τ
$64 < \tau \leq 1000$ (ملاحظة)	16
ملاحظة – بالنسبة للتشكيلة اللاتزامنية، يُعتبر الحد الأقصى لفترة الرصد 80 ثانية. وتخضع فترة ما بين 80 و1000 ثانية للسطوح البينية اللاتزامنية لمزيد من الدراسة.	

في حالة السطوح البينية kbit/s 1544، تكون ميزانية الارتعاش والجنوح لقطعة CES عبارة عن الفارق بين حد شبكة kbit/s 1544 (انظر الجدول G.824/2) وحد شبكة السطح البيني للتزامن kbit/s 1544 (انظر الشكل 3/G.824). وتخضع القيم الفعلية للمزيد من الدراسة.

ملاحظة – تخضع حدود الشبكة لإشارات PDH الأخرى (أي إشارات kbit/s 34 368 وkbit/s 44 736 وkbit/s 139 264) التي تحملها مقاطع CES للمزيد من الدراسة.

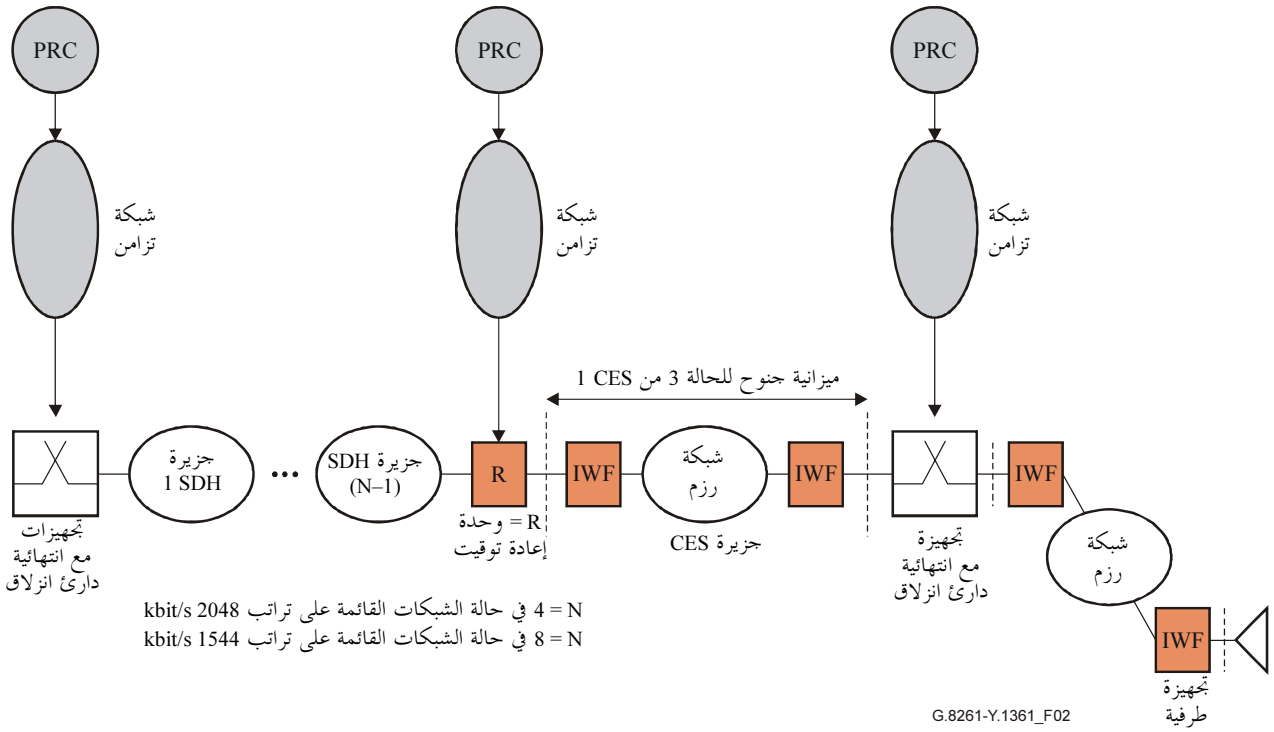
2.2.1.7 التطبيق B

في هذه الحالة، يستعيد التطبيق التوقيت عبر إشارة TDM؛ ومن ثم لا يوجد فارق ارتعاش وجنوح بين الميقاتية والمعطيات خلاف الموجود ضمن عرض نطاق استرجاع الميقاتية على اعتبار أن المعطيات والميقاتية تُستخرج من الإشارة نفسها. ولا يحد ميزانية الجنوح لمقطع CES إلا جودة التوقيت المطلوبة من التطبيق (في متطلبات محطة القاعدة مثلاً) وليس من مواصفة التوصية G.823.

ملاحظة – هذا التطبيق صالح لإشارة واحدة فقط. فإن استُقبلت إشارتان، قد ينشأ فارق ارتعاش وجنوح بين إحدى الإشارتين والميقاتية المستخرجة من الإشارة الأخرى.

3.1.7 حالة النشر 3

عند تنفيذ إعادة التوقيت قي خرج جزر SDH كما هو مبيّن في الشكل 2، فإن اتساع الضوضاء على خرج PDH هو نفسه الخاص بالسطح البيني للتزامن. ويتيح ذلك زيادة في ميزانية الجنوح تصل إلى الميزانية الواردة في التطبيق A من الحالة 2 في بعض التشكيلات. وتجدر الإشارة إلى أن ميقاتية الخدمة ليست محفوظة من طرف إلى طرف في هذه الحالة.



الشكل G.8261/Y.1361/2 – سيناريو حالة النشر 3

8 توزيع إشارة التوقيت المرجعية على شبكات

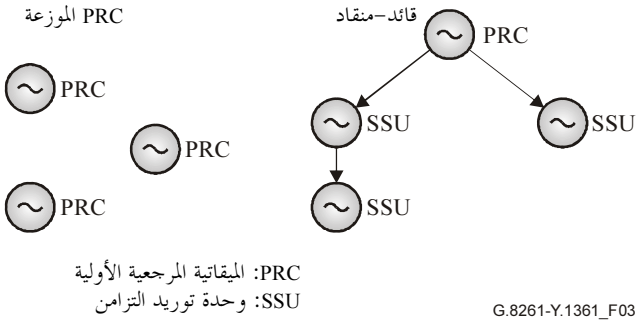
للوفاء بمتطلبات التزامن القابلة للتطبيق، ينبغي أن يكون بالإمكان توزيع إشارة توقيت مرجعية ذات خصائص مناسبة من حيث استقرار الطور ودقة التردد.

ويُحدَد صنفان أساسيان من الطرائق في هذه التوصية:

- طرائق متقاربة التزامن ومتزامنة مع الشبكة؛
- طرائق مستندة إلى الرزم.

1.8 طرائق متقاربة التزامن ومتزامنة مع الشبكة

تعود طرائق الصنف الأول إلى طريقة ميقاتية PRC الموزعة (القائمة مثلاً على نظام GPS)، أو إلى طريقة قائد–منقاد باستعمال طبقة مادية متزامنة (مثل STM-N)؛ انظر الشكل 3. وتُنفّذ هذه الطرائق على نطاق واسع لمزامنة شبكات TDM.



الشكل G.8261/Y.1361/3 – الطريقة الموزعة لميقاتية PRC وطريقة قائد–منقاد

ومن المتعارف عليه عند اقتضاء الرجوع إلى التوصية G.811، أن القدرة على توزيع التوقيت عبر إثرنت متزامن، علاوة على الوسائل التقليدية، تعد ميزة. وتقوم شبكات الإثرنت التقليدية على التشغيل الحر (±100 ppm (جزء من المليون)). غير أن جميع

العناصر الرئيسية تتواجد ضمن تكنولوجيا إثرنت لجعلها متزامنة وللسماح بوضع معمارية تزامن قائد–منقاد في الطبقة المادية. وحينئذ يمكن استعمال الطبقة المادية للإثرنت لتقديم توزيع إشارة توقيت مرجعية عبر شبكات الرزم من المستوى الأساسي حتى مستوى النفاذ. ويمكن استعمال هذه الطريقة أيضاً لتوفير عملية استرجاع التوقيت في وظائف IWFs لخدمات CBR المنقولة عبر شبكات الرزم. كما يمكن استعمالها لتوفير إشارة توقيت مرجعية حتى مستوى تجهيزات نفاذ الحافة في شبكة إثرنت صرفة.

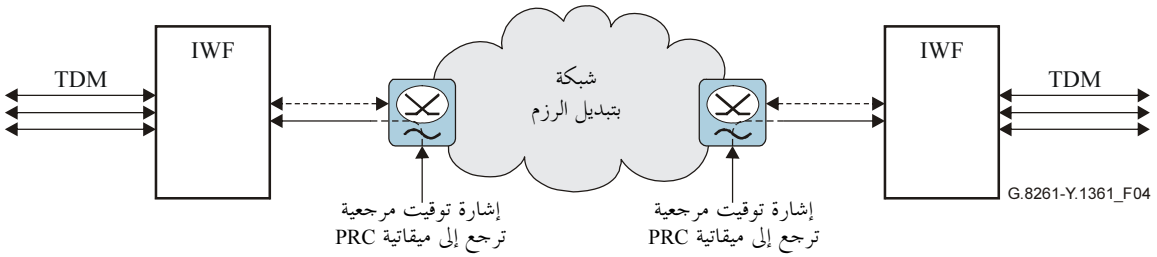
وتجدر الإشارة إلى أن هناك عدداً من القضايا التقنية التي يتعيّن حلها قبل استعمال هذه التقنية على نطاق واسع مثل عملية الرجوع إلى الأصل بالنسبة إلى إدارة الجودة، ومواصفات السطح البيني للارتعاش والجنوح، وحماية الشبكات، وما إلى ذلك.

ويورد القسم 1.1.8 تفاصيل لطريقة رفيعة المستوى لتحقيق شبكة إثرنت متزامنة.

1.1.8 شبكات الإثرنت المتزامنة

1.1.1.8 المعمارية العامة

يرد المفهوم العام لتقديم ميقاتية طبقة مادية من بدالة إثرنت إلى وظيفة IWF في الشكل 4.



ملاحظة – قد يعود أصل إشارتي التوقيت المرجعيتين اللتين ترجعان إلى ميقاتية PRC إلى مصدر واحد

الشكل G.8261/Y.1361/4 – التوقيت المزوَّد عبر الطبقة المادية للإثرنت إلى وظيفة IWF للإثرنت

تُدفع إشارة التوقيت المرجعية التي ترجع إلى ميقاتية PRC في بدالة الإثرنت بواسطة منفذ ميقاتية خارجية. وتُستخرج هذه الإشارة وتُعالج عبر وظيفة التزامن قبل إلحاق التوقيت بقطار بتات الإثرنت. وتقدم وظيفة التزامن الترشيح وقد تتطلب الاستبقاء. وتحتاج هذه المتطلبات لمزيد من الدراسة.

ومن الواضح أنه يمكن وجود عدد من بدالات الإثرنت بين العنصر الذي تدفع فيه إشارة التوقيت المرجعية ووظيفة IWF. في حالات كهذه، لا بد من أن تكون وظيفة التزامن داخل بدالة الإثرنت قادرة على أن تستعيد تزامن "توقيت الخط" من قطار البتات الوارد.

وكجزء من المعمارية، ينبغي التمييز بين ميقاتية الشبكة وميقاتية الخدمة كما هو موضح أدناه.

2.1.1.8 ميقاتية الشبكة

ميقاتية الشبكة هي الميقاتية المستعملة لضبط وظيفة التزامن داخل بدالة الإثرنت، من ثم ضبط معدل البتات الخارجة من بدالة الإثرنت. وستكون الميقاتية المحقونة في وظيفة التزامن متزامنة، أي متلازمة مع ميقاتية الشبكة.

ملاحظة – في حالة إقامة ميقاتية الشبكة، سيتعيّن حصر إنتاج الارتعاش والجنوح عبر استعمال ميقاتية الشبكة. وتحتاج مواصفة مثل هذه الميقاتية لمزيد من الدراسة (قد تتضمن هذه المواصفة دقة الميقاتية ووظيفة الترشيح وأداء الاستبقاء وتوليد الضوضاء).

3.1.1.8 ميقاتية الخدمة

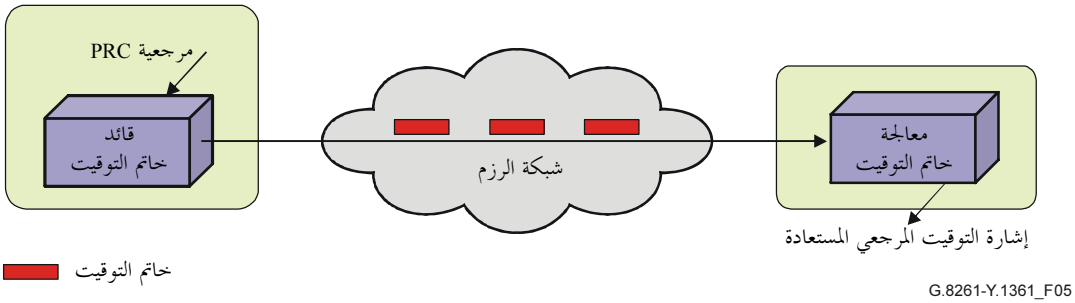
تعتبر الخدمة لا تزامنية فعلياً في إطار تكنولوجيا الإثرنت الموجودة. وفي الإثرنت المتزامن، ستستمر خدمات الإثرنت الموجودة بالتقابل مع الطبقة المادية للإثرنت دخولاً وخروجاً وبالمعدلات المناسبة.

ويرد وصف لمعمارية مقترحة في الملحق A.

2.8 الطرائق القائمة على الرزم

يعتمد الصنف الثاني من الطرائق على معلومات توقيت تحملها الرزم (مثلاً إرسال رسائل خاتم توقيت مخصصة على النحو الوارد في الشكل 5؛ وهناك كذلك طرائق تستعمل نقل ثنائي الاتجاه لمعلومات التوقيت من قبيل بروتوكول وقت الشبكة NTP أو بروتوكولات شبيهة؛ وتجدر الإشارة إلى أن البروتوكولات ثنائية الاتجاه يمكن أن تنقل معلومات الوقت أيضاً). وفي بعض الحالات يعتبر هذا الأمر هو البديل الوحيد لنهج ميقاتية PRC الموزعة.

وتخضع الطرائق القائمة على الرزم والأداء الخاص بها للدراسة حالياً.



الشكل G.8261/Y.1361/5 – مثال لطريقة قائمة على الرزم مع توزيع توقيت إشارة التوقيت المرجعية عبر خاتم التوقيت

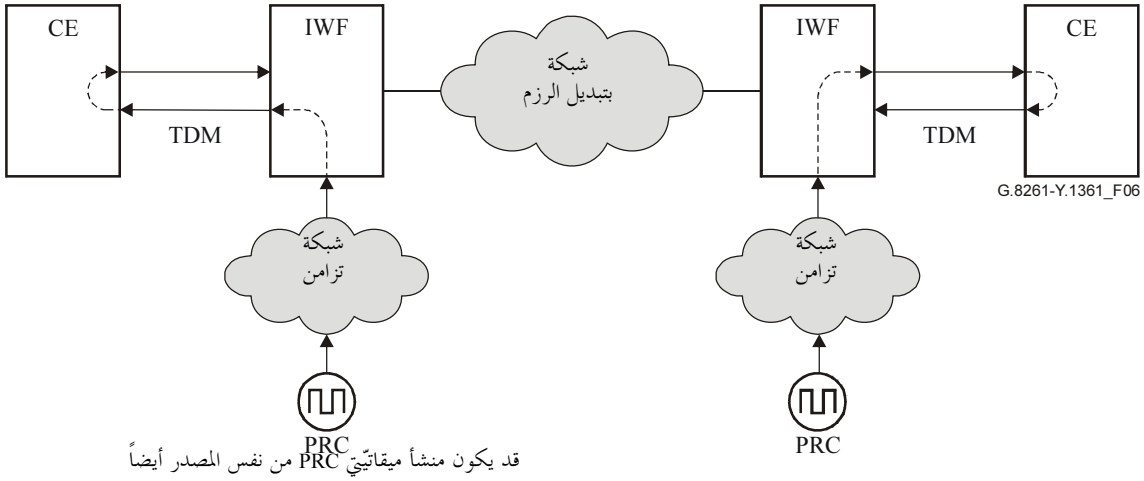
9 استرجاع التوقيت لخدمات معدل البتات الثابت المنقولة عبر شبكات الرزم

تتطلب خدمات CBR (معدل بتات ثابت) (مثل إشارة TDM المضاهاة بالدارة) تماثل توقيت الإشارة على كلا طرفي شبكة الرزم وأن تتناوله وظيفة IWF المسؤولة عن تقديم قطار معدل البتات الثابت. وتتجسد فكرة الحفاظ على ميقاتية الخدمة في استنساخ التردد الوارد لميقاتية الخدمة باعتباره التردد الخارج لميقاتية الخدمة عند النظر إليه من منظور متوسط طويل الأجل. لكن هذا لا يعني استنساخ جنوح إشارة TDM الواردة على إشارة TDM الخارجة.

ويرد وصف للطرائق العاملة المحددة ضمن هذه التوصية في الأقسام التالية.

1.9 التشغيل المتزامن مع الشبكة

تشير هذه الطريقة إلى التشغيل المتزامن تماماً مع الشبكة باستعمال ميقاتية مشتقة من شبكة ترجع إلى ميقاتية PRC أو ميقاتية PRC محلية (مثل GPS) كميقاتية للخدمة (انظر الشكل 6). ويعني هذا ضمناً تيسّر مرجعية PRC. وينبغي التأكيد على أن هذه الطريقة لا تحفظ توقيت الخدمة.

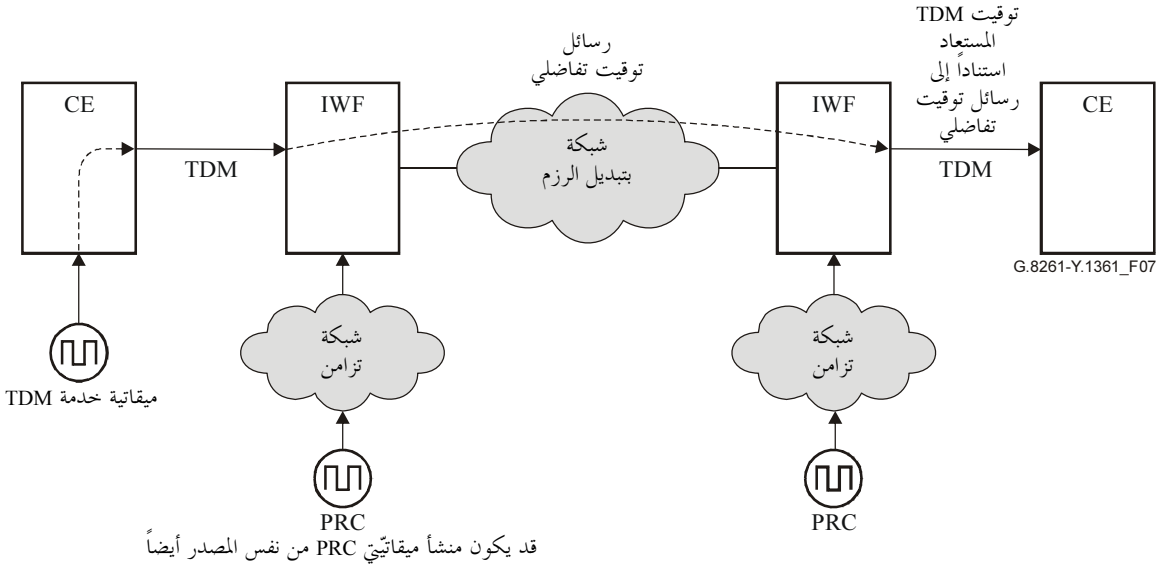


الشكل G.8261/Y.1361/6 – مثال عن التشغيل المتزامن مع الشبكة

ملاحظة – تتطابق إشارة التوقيت المرجعية عند دخل IWF مع السطوح البينية للتزامن على النحو المحدد في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824.

2.9 الطرائق التفاضلية

حسب الطرائق التفاضلية، يُشفَّر الفارق بين ميقاتية الخدمة والميقاتية المرجعية ويُرسل عبر شبكة الرزم (انظر الشكل 7). وتُستعاد ميقاتية الخدمة على الطرف البعيد من شبكة الرزم بواسطة ميقاتية مرجعية مشتركة. وتُعتبر طريقة خاتم التوقيت المتبقي المتزامن (SRTS) [31] أحد الأمثلة لهذه العائلة من الطرائق. وينبغي التأكيد على أن هذه الطريقة تستطيع أن تحفظ توقيت الخدمة.



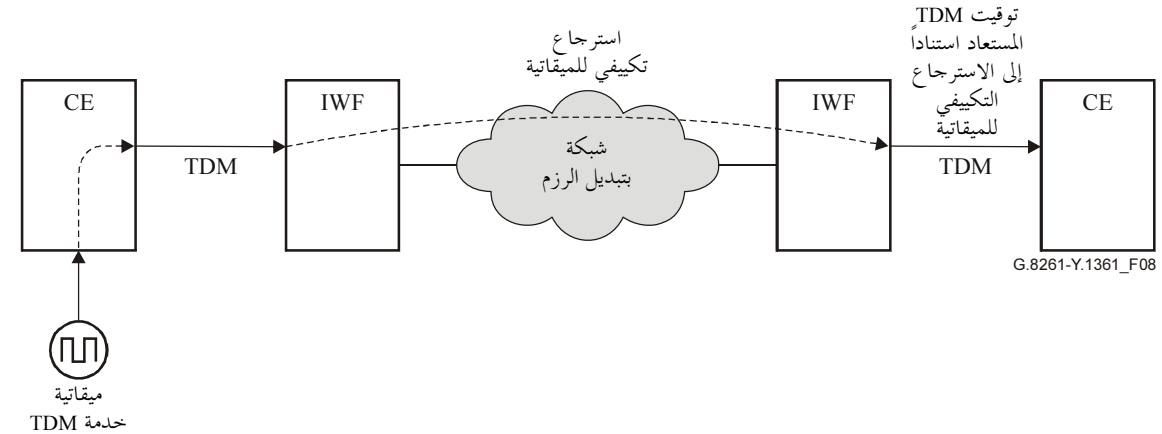
الشكل G.8261/Y.1361/7 – مثال لعملية استرجاع التوقيت يستند إلى الطرائق التفاضلية

ملاحظة 1 – يمكن للطرائق التفاضلية أن تعمل مع ميقاتيات مرجعية لوظيفة IWF لا يعود أصلها لميقاتية PRC. ولا يندرج استعمال الميقاتيات التي لا يعود أصلها لميقاتية PRC والتي تعتمد على التطبيق ضمن مجال تطبيق هذه التوصية.

ملاحظة 2 – تتطابق إشارة التوقيت المرجعية عند دخل IWF مع السطوح البينية للتزامن على النحو المحدد في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824.

3.9 الطرائق التكييفية

في الطرائق التكييفية، يمكن استرجاع التوقيت استناداً إلى الوقت ما بين ورود الرزم أو إلى مستوى امتلاء دارئ الارتعاش. وينبغي التأكيد على أن هذه الطريقة تحفظ توقيت الخدمة (انظر الشكل 8).

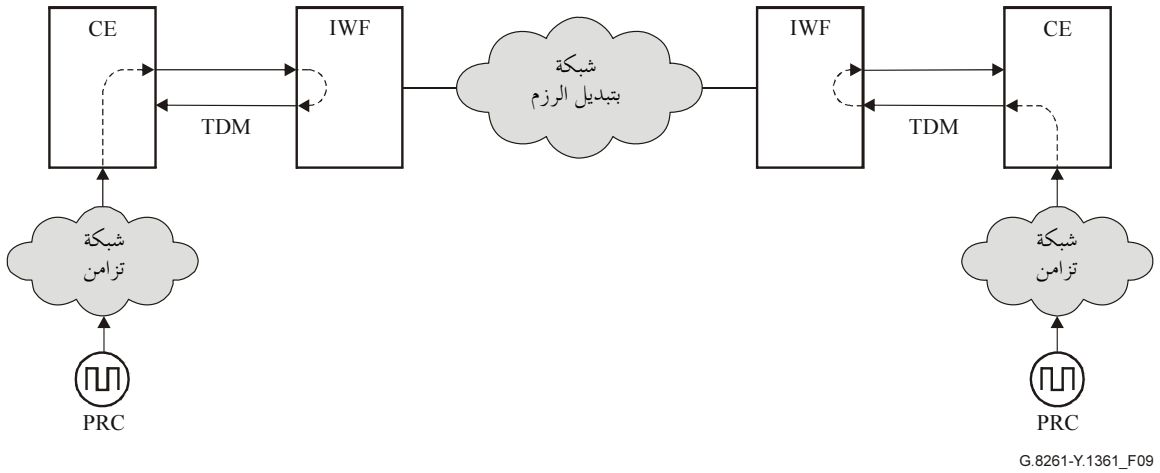


الشكل G.8261/Y.1361/8 – مثال عن الطريقة التكييفية

4.9 الميقاتية المرجعية المتيسرة في أنظمة TDM الطرفية

تُعدّ حالة تيسّر الميقاتية المرجعية في أنظمة TDM الطرفية حالة عادية نظراً لأن كلا النظامين الطرفيين لهما نفاذ مباشر إلى التوقيت المرجعي وسوف يعيدان توقيت الإشارة الصادرة عن وظيفة IWF. ومن ثم لا توجد حاجة إلى استعادة التوقيت.

ويُعدّ استعمال توقيت العروة في وظيفة IWF على السطح البيني لتعدد إرسال TDM مثالاً لتنفيذ هذه الطريقة (انظر الشكل 9). ويقدم توصيل ميداني PSTN عبر شبكة الرزم مثالاً على متى يمكن تطبيق هذا السيناريو.



الشكل G.8261/Y.1361/9 – مثال عن إشارة التوقيت المرجعية PRC المتيسرة في أنظمة TDM الطرفية

ويلاحظ أن الشكل 9 يبيّن مرسل ومستقبل TDM يرجع أصلهما إلى ميقاتية مرجعية مشتركة يمكن أن تكون PRC. وتلك هي الحالة مثلاً عندما يكون المرسل والمستقبل بدالتين رقميتين تنتفي معهما الحاجة لانزلاقات تحكم. إلا أن هناك حالات لا يُرجع فيها بالنسبة إلى المرسل والمستقبل إلى ميقاتيات التوصية G.811، مثل معددي الإرسال 34 368 kbit/s أو 44 736 kbit/s .

10 أثر الانحطاطات في شبكة الرزم على توزيع التوقيت واسترجاع ميقاتية الخدمة

يناقش هذا القسم الانحطاطات المختلفة المؤثرة في الحركة ومعلومات توقيتها في شبكات الرزم. ومن المعلوم أن متطلبات الدارات المضاهاة والميقاتيات المستعادة الموصّفة في القسم 7 يتعيّن الوفاء بها في الظروف التشغيلية.

وفي الأساس، يُعدّ تزامن الشبكة مطلوباً في شبكات الطبقة 1 لإدارة الدارئات. وتُعد دارئات الطبقة 1 بصورتها الموجودة في شبكات PDH وSDH وOTN وفي وظائفها التكييفية بنى بسيطة يتم التحكم بالمعدل الاسمي للإدخال والإخراج فيها ضمن حدود محددة وفق معايير التشبيك ذات الصلة بشبكات TDM هذه. والآليات من قبيل بايتات الحشو والمؤشرات إضافة إلى ميقاتيات النظام هي الطرائق التي تُستعمل لإدارة هذه الدارئات والتوفيق بين مختلف ميادين الميقاتيات. ويقيّد تصميم الشبكة من حجم الدارئ للإقلال من الكمون إلى الحد الأدنى. وفي شبكات الطبقة 1، مثل SDH، توجد صلة مباشرة بين ميقاتية الشبكة ومستوى الجنوح أو الارتعاش المنقولين على إشارة عميل.

وفي حالة نقل شبكات معطيات الرزم، تُسلّم المعطيات عبر الشبكة في شكل مجموعات (رزم، أرتال) بدلاً من حملها كقطار متصل بمعدل بتات ثابت. ويمكن تعدد إرسال الرزم إحصائياً وتسييرها عبر بدالات رزم تعرّض الرزمة للتأخير بسبب المعالجة والدرء وإعادة الإرسال في بدالات وسيطة. وفي البدالة الواحدة، قد يتعيّن على قطارات رزم متعددة أن تحتشد في دارئ خرج واحد. وسيتمخض التنافس الناتج على الدارئ عن تأخير متغيّر، وستُفقد رزم في بعض الحالات.ويرجّح أن تكون الميقاتية المستعملة لقيادة وصلات إرسال الطبقة 1 غير متزامنة مع الميقاتية المستعملة داخل البدالة. ويتم تسوية أي فارق في المعدل الذي تقدم فيه الرزم للإرسال ومعدل الإرسال الفعلي بإضافة تحشية بين الرزم أو باستبعاد رزم.

نظراً لأن الرزم يمكن أن تعبر مسيرات مختلفة، فإن قطار رزم من المدخل إلى المخرج قد يبدي تغييراً كبيراً في تأخير الرزم. وعلاوة على ذلك، يمكن أن يطرأ خلل على ترتيب الرزم مما يؤدي إلى عمليات درء إضافية. ومن ثم يتعين على الخدمات التي

تستعمل شبكة الرزم أن تراعي هذه الانحطاطات. وبالنسبة لشبكات الرزم، يحتاج الأمر إلى دارئات كبيرة للقيام بعملية المعالجة على مستوى الرزمة وهي الحالة التي تحتاج إلى مستويات تقريبية فحسب من التزامن لدعم معظم الخدمات.

وبخلاف شبكة الطبقة 1، مثل SDH، لا توجد صلة مباشرة بين ميقاتية الشبكة ودارئات معالجة الرزمة. ومن ثم يتعذر استعمال توقيت الشبكة للتحكم بتغيّر تأخير الرزمة في هذه الشبكات. وعموماً تبرز الحاجة لتقديم تزامن الشبكة إلى بدالة الرزم، فقط لتلبية أي متطلبات تزامن للسطوح البينية المادية مع البدالة، وفقاً لمستلزمات سطح TDM البيني ذات الصلة كما ترد في معايير التشبيك الخاصة من قبيل SDH/PDH.

وتوصَّف متطلبات التوقيت للخدمات المحمولة في الطبقات العليا الأعلى من شبكة الطبقة 2 (مثل IPTV وMPEG-4) للتوفيق بين الصور المختلفة لشبكات الرزم القائمة. ويُشفَّر أي توقيت خاص بالخدمة تحديداً في طبقة الخدمة (مثل H.264 وMPEG-4).

غير أن هناك حالات تكون فيها الطبقة المادية للشبكة ذات الرزم متزامنة (مثل SDH) ويمكن لطبقة التكييف استخدامها.

وفي معظم الحالات، لا تحتوي المعلومات المحمولة عبر شبكة الرزم، أي المعلومات المميزة (CI: انظر التذييل III)، على معلومات توقيت. وينتج عن ذلك بعض التداعيات عندما تتطلب الخدمات نقل التوقيت الصحيح. فبالنسبة للخدمات من طرف إلى طرف، يتعيّن على خصائص التوقيت لطبقة المخدّم أن تدعم متطلبات التزامن للعميل. وفي آليات الطبقة 1 التقليدية (PDH وSDH وOTN)، تُصمم آليات تكييف توقيت الشبكة تحديداً لتتلاءم مع إشارة العميل. وقد تلزم وسائل بديلة لتوريد توقيت العميل إن عجزت طبقة المخدم عن دعم توقيت العميل. ويتم ذلك في طبقة التكييف للشبكة. ومن الأمثلة على ذلك أسلوب ATM AAL1.

وقد يكون للانحطاطات في شبكة الرزم أثر ضار على استرجاع ميقاتية الخدمة بالنسبة للخدمات ذات معدل البتات الثابت المضاهاة عبر شبكة رزم. ويستقصي هذا القسم مستويات هذه الانحطاطات التي ينبغي أن يكون بوسع عملية استرجاع الميقاتية تحمّلها مع استمرار استيفاء الميقاتية للمواصفات ذات الصلة.

ويرد تعريف معلمات الأداء التالية المتعلقة بانحطاطات شبكة الرزم في التوصيتين [25] ITU-T Y.1540 (لشبكات IP) و[27] Y.1561 (لشبكات MPLS). كما يرد تعريف لتدابير مشابهة لشبكات الإثرنت في التوصية [28] ITU-T Y.1731.

1) تأخير نقل الرزمة والتغير في التأخير؛
2) نسبة خطأ الرزم؛
3) نسبة خسارة الرزم؛
4) نتائج فدرة الخسارة الشديدة للرزم.

1.10 تأخير نقل الرزمة والتغير في التأخير

1.1.10 الطرائق التفاضلية

ينبغي ألا يؤثر تأخير نقل الرزمة والتغير في التأخير بأداء استرجاع الميقاتية عند تيسّر ميقاتية مرجعية للشبكة على كلا الطرفين وعند استعمال الطرائق التفاضلية.

2.1.10 الطرائق التكييفية

يتحقق عموماً الاسترجاع التكييفي لميقاتية الخدمة من قطار رزم يحوي معطيات ذات معدل بتات ثابت بواسطة دالة حسابية ما لمعدل وصول أو أوقات وصول الرزم عند عقدة المقصد.

فإذا كان التأخير عبر شبكة الرزم ثابتاً فلن تؤثر الشبكة على تردد وصول الرزم إلى عقدة المقصد. وقد يكون هناك تأخر في طور الميقاتية المستعادة بسبب التأخير عبر الشبكة، لكن ينبغي ألا يكون هناك جنوح في التردد أو الطور.

وإذا تغيّر التأخير، فإنه يمكن تصوره من جانب تفهمه عملية استرجاع الميقاتية كتغيّر في طور أو تردد ميقاتية الخدمة الأصلية. لذا لا بد من دراسة أسباب تغيّر التأخير بعناية أثناء تصميم عملية استرجاع الميقاتية.

وهناك عدة أسباب لتغيّر التأخير في شبكة الرزم، وقد يكون من بينها:

- تغيّر التأخير العشوائي (مثل تأخيرات الاصطفاف الانتظاري)؛
- تغيّر التأخير منخفض التردد (مثل نماذج الليل والنهار)؛
- تغيّر التأخير النظامي (مثل آليات الخزن وإعادة التسيير في طبقة النقل التحتية)؛
- تغييرات التسيير؛
- آثار الازدحام.

1.2.1.10 تغيّر التأخير العشوائي

ينتج التغيّر العشوائي في التأخير عن سلوك البدالات أو المسيّرات في شبكة الرزم. والمصدر الأساسي لذلك هو تأخير الاصطفاف الانتظاري للخرج الناجم عن وصول رزمة إلى بدالة أو مسيّر عندما تكون بوابة الخروج مسدودة بحركة أخرى، مما يوجب على الرزمة الانتظار في صف. كما يمكن لعوامل أخرى مردّها التشغيل الداخلي لبدالة أو مسيّر أن تؤخر الرزمة، حسب وصفها في التذييل I.

ولا يمكن التكهن بأي درجة من اليقين بالتأخير في أي رزمة عبر بدالة أو مسيّر رغم أرجحية ازدياد التأخير مع ازدياد الحمل على الجهاز. ومن ثم ينشأ هناك ارتباط ما للتأخير بين الرزم المتعاقبة مع حمولة الحركة في الشبكة.

2.2.1.10 تغيّر التأخير منخفض التردد

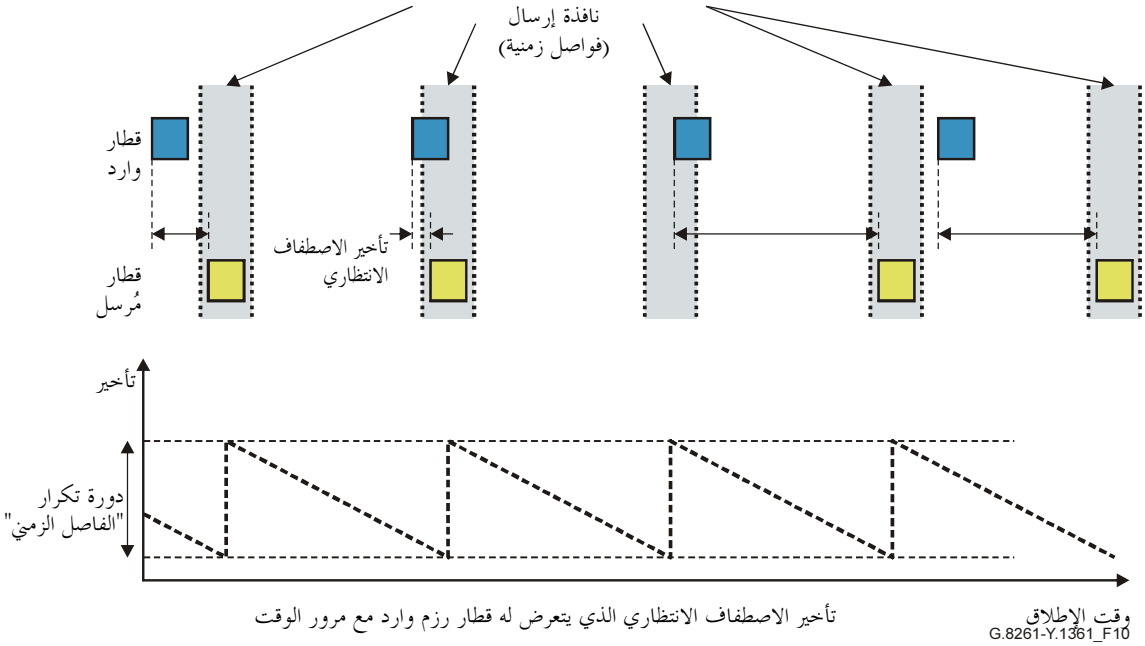
طبقاً للوصف أعلاه، يرتبط التأخير عبر شبكة رزم، على وجه العموم، بالحمل على الشبكة في فترة الوقت المذكورة، رغم تعذر التنبؤ بهذا التأخير. والحمل عبارة عن كم دينامي يمكن أن يحتوي على مكونات ذات تردد منخفض جداً. فمثلاً إن كان الحمل على الشبكة أكبر في النهار منه في الليل، فهذا يعطي مكوّناً لتغيّر الحمل في دورة مدتها 24 ساعة.

ويمكن لهذا التغيّر ذو التردد البطيء جداً أن يؤدي لجنوح طور في ميقاتية مستعادة من قطار رزم له نفس الدورة. وباعتبار أن العديد من مواصفات الميقاتية ذات الصلة تحدّ من جنوح الطور المسموح به خلال دورات مدتها 24 ساعة أو أكثر (G.824 [11] مثلاً)، يتعيّن معادلة ذلك أثناء تصميم عملية استرجاع الميقاتية.

3.2.1.10 تغيّر التأخير النظامي

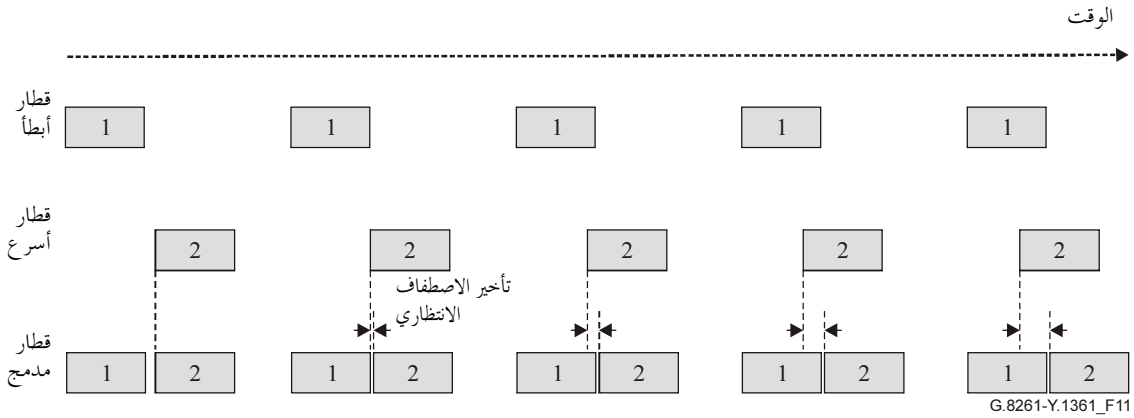
يمكن لأنماط معينة من شبكات النقل التحتية أن تسبب تغيّر نظامي في تأخير الرزمة مع مرور الوقت. فعلى سبيل المثال، تستعمل بعض أنماط النقل "نافذة إرسال" أو "فاصل زمني" تقوم بتخزين الرزم للإرسال حتى تفتح النافذة. ومن بين الأمثلة على ذلك شبكات PON وxDSL وWiMAX.

يتمثل أثر نافذة الإرسال في فرض مظهر جانبي نظامي لتأخير على شكل "سن المنشار" على قطار الرزم (انظر الشكل 10). وبالنسبة لقطارات الرزم ذات المعدل المنتظم، من قبيل تلك الحاوية على معطيات ذات معدل بتات ثابت، قد لا تصمد دورة نافذة الإرسال أمام معدل الرزم مما يسبب تغيّراً بطيئاً في التأخير مع مرور الوقت. وتتشابه هذه التأثيرات بدرجة كبيرة مع ارتعاش وقت الانتظار في شبكات TDM التي يمكن فيها التحكم بارتعاش وقت الانتظار، وهو ما لا يسري في شبكات الرزم.



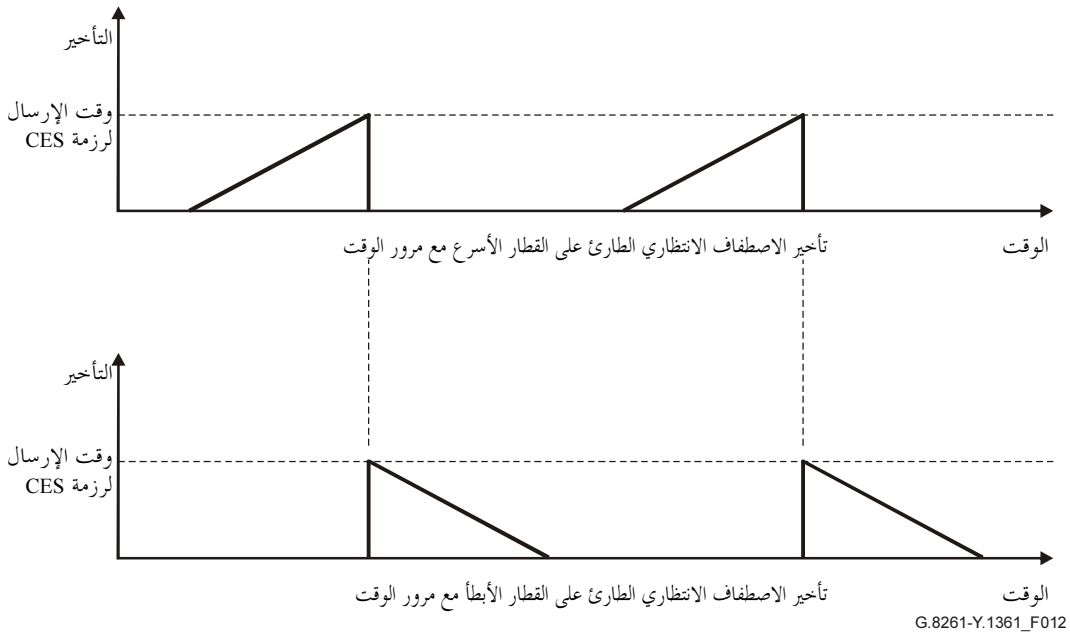
الشكل G.8261/Y.1361/10 – تغيّر التأخير النظامي الذي تسببه شبكة ذات فجوات زمنية

يتمثل نمط آخر من تغيّر التأخير النظامي الذي قد تتعرض له قطارات الرزم ذات معدل البتات الثابت في عدم الصمود أمام قطارات رزم منتظمة أخرى. ويبيّن الشكل 11 ماذا يحدث عند اندماج قطاري رزم لهما نفس التردد تقريباً في وصلة رزم واحدة بواسطة بدالة أو مسيّر.



الشكل G.8261/Y.1361/11 – التنافس بين قطارات الرزم ذات المعدل المنتظم

القطار 1 هو القطار الأبطأ، وفي وقت ما تصل الرزم في القطار 1 إلى البدالة أو المسيّر قبل رزم القطار 2. غير أن الرزم في القطار 2 ما تلبث أن تلحق بها. وحيث أنه لا يمكن أن يخرج على وصلة الرزم إلا رزمة واحدة في المرة، تبدأ الرزم في القطار 2 بالمعاناة من تأخير الاصطفاف الانتظاري (انظر الشكل 12). ويتراكم هذا التأخير إلى أن يساوي وقت الإرسال للرزمة على الوصلة.



الشكل G.8261/Y.1361/12 – المظهر الجانبي للتأخير الذي يطرأ على قطارات الرزم المتنافسة

وفي نهاية المطاف تبدأ الرزم في القطار 2 بالوصول إلى البدالة أو المسيّر قبل رزم القطار 1 ويُزال تأخير الاصطفاف الانتظاري. وهنا يصبح القطار 1 هو الذي يعاني من تأخير الاصطفاف الانتظاري. ثم ينحسر ذلك تدريجياً حتى تصل الرزم في القطار 1 إلى البدالة بعد أن يتم الانتهاء من إرسال الرزم في القطار 2.

وتتناسب الفترة الزمنية التي يحدث خلالها تأخير الاصطفاف الانتظاري على قطارات الرزم (أي عرض المثلثات في الشكل 12) عكسياً مع الفارق في المعدل بين قطاري الرزم. وحيثما تكون معدلات الرزم متقاربة جداً، تطول هذه الفترة بشكل كبير. وقد يتسبب هذا التغيّر طويل الأجل في التأخير بجنوح طور بطيء في أي ميقاتية مستعادة من أحد قطارات الرزم.

وكلما تقاسمت القطارات المتعددة اللاتزامنية ذات معدل البتات الثابت وصلة الرزم نفسها، كلما كان الأثر مضاعفاً. ففي الحالة الأسوأ، يمكن للرزم من جميع القطارات أن تصطف بالتمام منتجةً الحد الأقصى من تأخير الاصطفاف الانتظاري، رغم أن تردد هذا الاندحار المركب سيتناقص مع تزايد عدد القطارات.

4.2.1.10 تغييرات التسيير

قد يتغيّر المسير الذي يسلكه قطار رزم عبر شبكة الرزم في لحظات معيّنة من الزمن. ويمكن أن يكون مردّ ذلك أخطاء شبكة (من قبيل التسيير حول وصلة معطلة أو مزدحمة)، أو تبديل حماية لاستعمال مسير بديل، أو إعادة تشكيل الشبكة.

ويتمثل الأثر الخالص لذلك في تغيير تدرّجي في التأخير عبر الشبكة. فإن لم يتم معادلته، يمكن أن يؤثر في الميقاتية المستعادة في صورة تغير في الطور. وينبغي كشف مثل هذه التغييرات وتناولها في عملية استرجاع الميقاتية. وبوجه عام، يسهل نسبياً كشف التغييرات الكبيرة في التأخير ومعادلتها، غير أن التغييرات الصغيرة قد يغلفها قناع التغير العام في التأخير أو الانحراف في المذبذب المحلي عند عقدة استرجاع الميقاتية.

5.2.1.10 آثار الازدحام

الازدحام هو الزيادة المؤقتة في حمل الحركة في كل الشبكة أو جزء منها. وقد يؤدي إلى "زيادة تحميل" في كل الشبكة أو في جزء منها، وإلى تأخير شديد للرزم أو إلى إسقاطها. وتُعد الفترة التي تقع فيها أحداث الازدحام متغيّرة وقد تدوم لبضع ثوان أو دقائق. فإذا كثرت أحداث الازدحام الشديد الممتدة لأكثر من 5 دقائق في الشبكة، فهذا مؤشر إلى أن الشبكة ربما تكون غير مناسبة لتشغيل عملية مضاهاة الدارات.

2.10 التأثيرات الناجمة عن انحطاطات الرزمة

1.2.10 خطأ الرزمة وخسارة الرزمة

للانحطاطات التي تنشأ داخل شبكات الرزم تأثير على عناصر ثلاثة متميزة داخل مسير التسليم: عملية استرجاع الميقاتية IWF (يلاحظ أن مراقبة ذلك قد لا تكون متيسرة)، واسترجاع ميقاتية الخدمة، وخدمة TDM نفسها. وتحتاج حدود خسارة الرزم واختلال ترتيبها، وأثرها على الخدمة وعمليات استرجاع الميقاتية، للمزيد من الدراسة.

ويرد في الأقسام التالية نص إضافي يناقش القضايا ذات الصلة.

ولا تؤثر خسارة الرزم واختلال ترتيبها تأثيراً كبيراً على أداء استرجاع ميقاتية IWF بالنسبة لأي من الطرائق الواردة في هذه التوصية. وفي السويات التي تظل فيها خدمة نقل TDM قابلة للاستعمال، تحديداً، تؤثر خسارة الرزم (المنتظمة منها وبالرشقات على حد سواء) واختلال ترتيب الرزم تأثيراً لا يُذكر على أداء استرجاع ميقاتية IWF.

1.1.2.10 التأثير على خدمة TDM

يمكن لدارات TDM المحمولة عبر شبكات الرزم أن تكون شديدة التعرّض لأخطاء البتات الناجمة عن خسارة الرزم. وأحد أسباب ذلك هو تضخم أخطاء البتات بنقل الرزم، إذ أن خطأ بتة واحدة في الرزمة يؤدي إلى استبعاد كل الرزمة مفضياً إلى رشقة من أخطاء البتات المتعاقبة في قطار TDM المستعاد. وعليه، فحتى المستويات المعتدلة من خسارة الرزم (من منظور شبكة رزم تقليدية) قد تتسبب بعدم تيسر دارة TDM.

ملاحظة – تتوقف قابلية تعرّض دارات TDM للأخطاء على خصائص IWF بشكل أساسي. إذ أن بعض وظائف IWF قد يستخدم تقنيات مختلفة لإخفاء خسارة الرزم لحماية التطبيق من خسارة الرزم.

2.1.2.10 التأثير على عملية استرجاع ميقاتية IWF

تقوم عملية استرجاع ميقاتية IWF بدمج الرزمةَ مع خوارزمية استرجاع الميقاتية ومع الميقاتية المدمجة ومع الطريقة المستعملة لاسترجاع التوقيت (أي التكييفية أو التفاضلية). فأداء عملية استرجاع ميقاتية IWF هو توليفة من إجهاد شبكة الرزم والخوارزمية المستعملة للتغلب على إجهاد الشبكة والميقاتية المدمجة داخل وظيفة IWF والطريقة المستعملة لاسترجاع التوقيت.

ملاحظة – يتم توصيف خسارة الرزم واختلال ترتيبها من أجل الحفاظ على استرجاع ميقاتية IWF واسترجاع ميقاتية الخدمة لتغطية كل سيناريوهات خسارة الرزم الممكنة. وتحتاج هذه الحدود لمزيد من الدراسة.

3.1.2.10 التأثير على استرجاع ميقاتية الخدمة

فيما يتعلق بعملية استرجاع ميقاتية الخدمة، يحتاج الأمر أن تتحمل عملية استرجاع الميقاتية خسائر رزم أعلى بكثير من دارة TDM نفسها بحيث تبقى ميقاتية الخدمة ضمن المواصفة إلى ما بعد المرحلة التي يُعلن فيها عدم تيسّر المعطيات. ويؤثر استرجاع ميقاتية IWF تأثيراً مباشراً على أداء استرجاع ميقاتية الخدمة.

2.2.10 نتائج قدرة الخسارة الشديدة للرزم

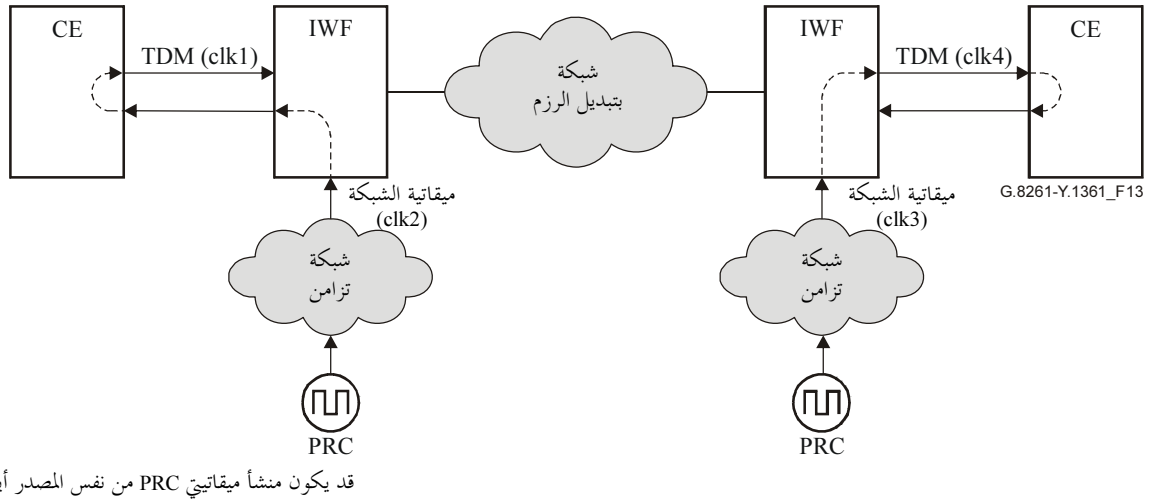
تعرِّف التوصيتان ITU-T Y.1540 [25] وITU-T Y.1561 [27] نتيجة قدرة الخسارة الشديدة على أنها تحدث عندما تتجاوز نسبة الرزم المفقودة إلى مجمل الرزم عتبة معيّنة، وذلك بالنسبة إلى قدرة من الرزم المرصودة في سطح بيني للإدخال أثناء فاصل زمني T. ويُتوقع ظهور آثار مشابهة في شبكات الإثرنت.

يتعيّن على آلية استرجاع التوقيت، أثناء هذه الانحطاطات، أن تعالج الخسارة الكلية للرزم على نحو ما تناوله القسم 1.2.10. ويحتاج هذا الموضوع للمزيد من الدراسة.

11 تأثير انحطاط الميقاتية المرجعية على توزيع التوقيت واسترجاع ميقاتية الخدمة

1.11 انحطاطات طرائق التشغيل المتزامنة مع الشبكة

يبيّن الشكل 13 الميقاتيات الداخلة في نقل إشارات TDM عبر شبكة الرزم.



الشكل G.8261/Y.1361/13 – الميقاتيات الداخلة في نقل إشارات TDM عبر شبكة الرزم بتشغيل متزامن مع الشبكة

والميقاتيات في الشكل 13 هي:

- الميقاتية التي تولد إشارة TDM (clk1)؛
- ميقاتية الشبكة المرجعية المستعملة لإزالة الترزيم في وظيفة IWF اليسرى (clk2)؛
- ميقاتية الشبكة المرجعية المستعملة لإزالة الترزيم في وظيفة IWF اليمنى (clk3)؛
- الميقاتية التي تولد إشارة TDM بعد شبكة الرزم (clk4).

ويجب أن يعود أصل clk1 إلى PRC. ويمكن أن يتحقق ذلك إما بواسطة توقيت العروة كما يظهر في الشكل 13 أو بوسائل أخرى، وإلاّ، فإن استعمال مرجع ميقاتية الشبكة في مزيل الترزيم (أي clk3 في الشكل) سيثير مشاكل مستفحلة.

وللحصول على التوقيت الصحيح في إشارة TDM للخرج، لا بد أن يكون للميقاتيات المولدة (أي clk1) ومعيدة التوقيت (أي clk4) لإشارات TDM نفس التردد طويل الأجل (أي ضمن حدود ميقاتية PRC)؛ وإلا سيتولد معدل غير مقبول من الانزلاقات (يتم إبقاء الضوضاء قصيرة الأجل ضمن الحدود القابلة للتطبيق).

وفي التشغيل العادي، تتزامن كل من الميقاتية المرجعية للشبكة عند مصدر TDM (clk1) والميقاتية المرجعية للشبكة عند مزيل الترزيم مع إشارة التوقيت المرجعية التي يعود أصلها إلى ميقاتية PRC. لكن في ظروف الأعطال في شبكة التزامن، يمكن لهاتين الميقاتيتين أن تتزامنا مع إشارة توقيت مرجعية يعود أصلها إلى ميقاتية تعمل بأسلوب الاستبقاء. وأثناء الأعطال، تقدم هذه الميقاتيات استبقاءً مناسباً يستند إلى أهداف أداء الانزلاق الواردة في التوصية G.822.

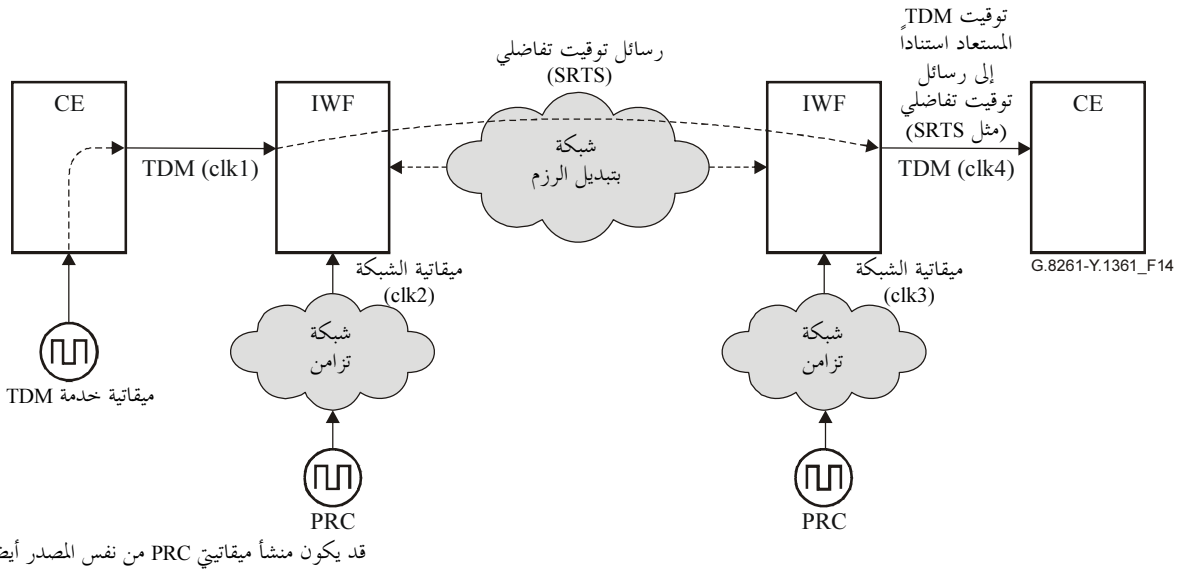
ويمكن للميقاتية التي تقدم وظيفة الاستبقاء هذه في شبكة التزامن أثناء الأعطال أن تكون إما مدمجة في التجهيزات نفسها أو متيسرة في الموقع (مدمجة مثلاً في عنصر شبكة الإرسال أو في معدات SASE). ويقع على عاتق مخطط الشبكة التقدم بالحل الأنسب.

وخلاصة الأمر أن أسلوب التشغيل المتزامن مع الشبكة يتطلب إما طرح ميقاتيات دقيقة في وظيفة IWF البئرية، أو نظام يتيح التبديل إلى ميقاتية أخرى مناسبة في حال فقدان التزامن من ميقاتية الشبكة (PRC).

ويحتاج الأمر إلى نوع من الإشراف على تقصي الأصل (من قبيل رسالة SSM) من أجل كشف فترات خسارة التزامن.

2.11 انحطاطات الطريقة التفاضلية

يبيّن الشكل 14 الميقاتيات الداخلة في نقل إشارات TDM عبر شبكة الرزم.



الشكل G.8261/Y.1361/14 – الميقاتيات الداخلة في نقل إشارات TDM عبر شبكة الرزم بالطريقة التفاضلية

الميقاتيات في الشكل 14 هي:

- الميقاتية التي تولد إشارة TDM أو تراتب PDH أو تراتب SDH (clk1). وقد تكون هذه الميقاتية متقاربة التزامن رغم أن معظم الإشارات تعتبر متزامنة الآن؛
- ميقاتية الشبكة المستعملة لتوليد رسائل توقيت تفاضلي (clk2)؛
- ميقاتية الشبكة (clk3) المستعملة لإعادة توليد ميقاتية TDM (clk4) استناداً إلى رسائل التوقيت التفاضلي.

وستتسبب أي ضوضاء طور على هذه الميقاتيات بضوضاء طور على توقيت إشارة TDM الخارجة.

وللحصول على التوقيت الصحيح في إشارة TDM الخارجة، لا بد أن يكون للميقاتيات المولدة (أي clk1) ومعيدة التوقيت (أي clk4) لإشارات TDM نفس التردد طويل الأجل (أو ضمن حدود ميقاتية PRC)؛ وإلا سيتولد معدل غير مقبول من الانزلاقات (يتم إبقاء الضوضاء قصيرة الأجل ضمن الحدود القابلة للتطبيق).

وفي التشغيل العادي، تتزامن ميقاتيتا الشبكة المولدة لرسائل التوقيت التفاضلي والمعيدة لتوليد ميقاتية TDM (clk2 وclk3) مع إشارة التوقيت المرجعية التي يعود أصلها إلى ميقاتية PRC. غير أنه في ظروف أعطال شبكة التزامن، يمكن لهاتين الميقاتيتين أن تتزامنا مع إشارة توقيت مرجعية يعود أصلها إلى ميقاتية عاملة بأسلوب الاستبقاء. وفي أثناء الأعطال، تقدم هذه الميقاتيات استبقاءً مناسباً يستند إلى أهداف أداء الانزلاق الواردة في التوصية G.822.

يمكن للميقاتية التي تقدم وظيفة الاستبقاء هذه في شبكة التزامن أثناء الأعطال أن تكون إما مدمجة في التجهيزات نفسها أو متيسرة في الموقع (مدمجة مثلاً في عنصر شبكة الإرسال أو في معدات SASE). وتقع على عاتق مخطط الشبكة مسؤولية التقدم بالحل الأنسب.

ويحتاج الأمر إلى نوع من الإشراف على تقصي الأصل (من قبيل رسالة SSM) من أجل كشف فترات خسارة التزامن.

12 متطلبات IWF المتعلقة بالتزامن

1.12 السطوح البينية للحركة

أخذت المتطلبات التالية من توصيات موجودة (مثل ITU-T G.823 وITU-T G.824 وغيرها).

ملاحظة – يرد ذكر سطوح SDH البينية في الأقسام التالية للمعلومية فقط، ذلك أن نقل إشارات SDH عبر شبكة الرزم يحتاج للمزيد من الدراسة.

1.1.12 الخصائص الفيزيائية والكهربائية والبصرية

يتعيّن أن تتطابق الخصائص الفيزيائية والكهربائية للسطوح البينية E0 (64 kbit/s) وE11 (1544 kbit/s) وE12 (2048 kbit/s)، ولكل سطوح PDH البينية، وللسطحين البينين STM-0 (51 840 kbit/s) وES1 (STM-1)، مع متطلبات التوصية ITU-T G.703.

ويتعيّن أن تتطابق الخصائص الفيزيائية والبصرية للسطوح البينية STM-1 وSTM-4 وSTM-16 مع متطلبات السطح البيني المادي للتوصية ذات الصلة مثل G.957 وG.691 وG.959.1 وغيرها.

2.1.12 التجاوز في الارتعاش والجنوح

يتعيّن أن يتطابق التجاوز في الارتعاش والجنوح للشبكات القائمة على تراتب 2 048 kbit/s في السطوح البينية للحركة E0 وE12 وE22 وE31 وE4 مع متطلبات الفقرة 1.7 من التوصية G.823.

ويتعيّن أن يتطابق التجاوز في الارتعاش والجنوح للشبكات القائمة على تراتب 1 544 kbit/s في السطوح البينية للحركة E11، E21، 32 064 kbit/s، E32، 97 728 kbit/s مع متطلبات الفقرة 2.7 من التوصية G.824.

ويتعيّن أن يتطابق التجاوز في ارتعاش الدخل للشبكات القائمة على تراتب SDH في السطوح البينية للحركة STM-1e، STM-1، STM-4، STM-16 مع متطلبات الفقرة 2.1.6 من التوصية G.825/. ويتعيّن أن يتطابق تسامح ارتعاش الدخل في السطح البيني للحركة 51 840 kbit/s مع متطلبات الفقرة 3.16 من التوصية G.703.

كما يتعيّن أن يتطابق التجاوز جنوح الدخل للشبكات القائمة على تراتب SDH في السطوح البينية للحركة 51 840 kbit/s، STM-1e، STM-1، STM-4، STM-16 – وفق الفقرة 1.1.6 من التوصية G.825 – مع متطلبات الفقرة 1.9 من التوصية G.812 والفقرة 1.8 من التوصية G.813، أيهما كان مطبّقاً. ويتم تحديد هذه المتطلبات بالنسبة للسطحين البينيين للتزامن (SSU وSEC على التوالي) لأن السطوح البينية للحركة STM-N تُعتبر سطوحاً بينية للتزامن.

ويرد تعريف طرائق القياس في التوصيتين ITU-T O.171 [17] وITU-T O.172 [18].

2.12 السطوح البينية للتزامن

أخذت المتطلبات التالية من توصيات موجودة (مثل ITU-T G. 703 وغيرها).

1.2.12 الخصائص الفيزيائية والكهربائية

يتعيّن أن تتطابق الخصائص الفيزيائية والكهربائية للسطح البيني للتزامن T12 (2048 kHz) مع متطلبات القسم 12 من التوصية G.703.

كما يتعيّن أن تتطابق الخصائص الفيزيائية والكهربائية للسطح البيني للتزامن E12 (2048 kbit/s) مع متطلبات القسم 9 من التوصية G.703.

ويتعيّن أن تتطابق الخصائص الفيزيائية والكهربائية للسطح البيني للتزامن E11 (1544 kbit/s) مع متطلبات القسم 5 من التوصية G.703.

2.2.12 التجاوز في الارتعاش والجنوح

يتعيّن أن يتطابق التجاوز في الارتعاش والجنوح للسطحين البينيين للتزامن T12، E12، وفق الفقرة 2.7 من التوصية G.823، مع متطلبات الفقرة 2.9 من التوصية G.812 (النمط 1) للسطوح البينية لوحدة توريد التزامن SSU، والفقرة 2.8 من التوصية G.813 (الخيار 1) للسطوح البينية لميقاتية SEC، أيهما كان مطبقاً.

ويتعيّن أن يتطابق التجاوز في ارتعاش الدخل للسطح البيني للتزامن E11، وفق الفقرة 3.7 من التوصية G.824، مع متطلبات الفقرة 2.9 من التوصية G.812 (النمطان 2 و3) للسطوح البينية لوحدة توريد التزامن SSU، والفقرة 2.8 من التوصية G.813 (الخيار 2) للسطوح البينية لميقاتية SEC، أيهما كان مطبقاً.

كما يتعيّن أن يتطابق التجاوز في جنوح الدخل للسطحين البينيين للتزامن T12، E12، وفق الفقرة 2.7 من التوصية G.823، مع متطلبات الفقرة 2.9 من التوصية G.812 (النمط 2) للسطوح البينية لوحدة توريد التزامن SSU، والفقرة 2.8 من التوصية G.813 (الخيار 1) للسطوح البينية لميقاتية SEC، أيهما كان مطبقاً.

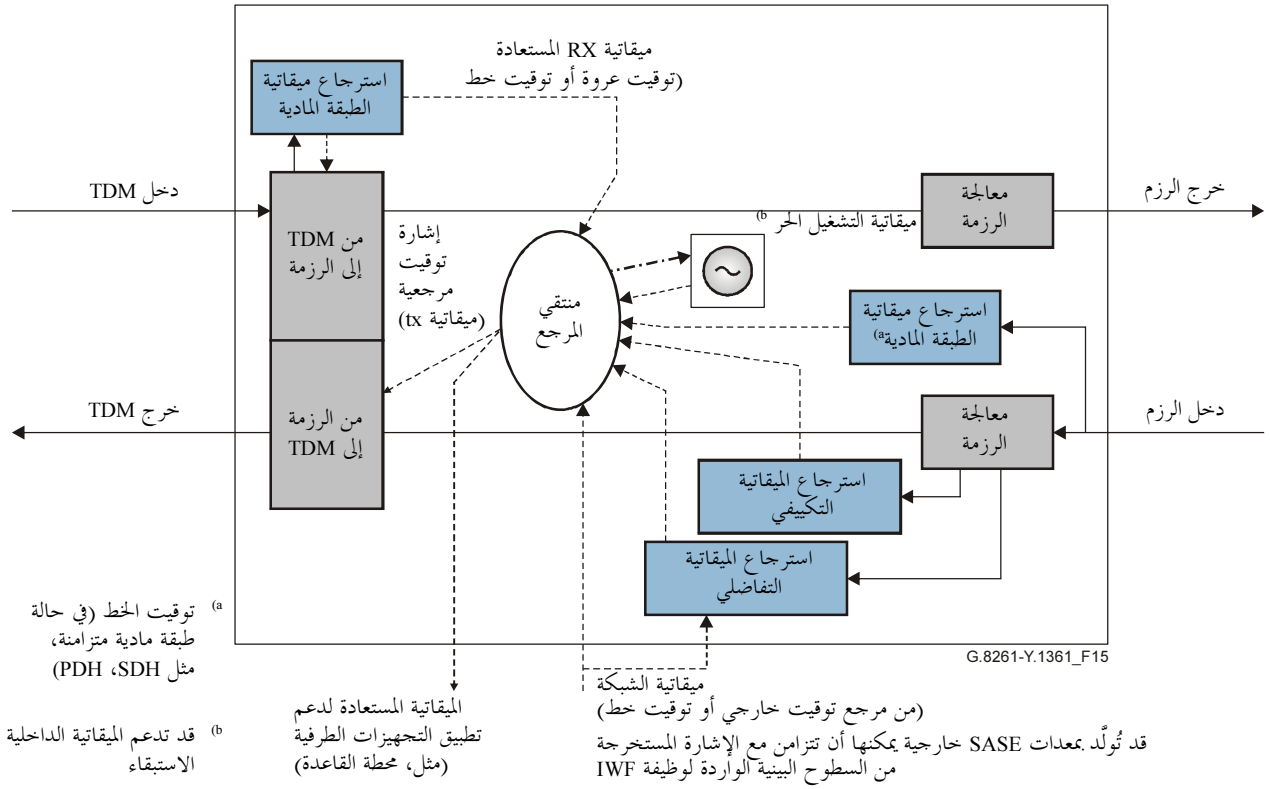
ويتعيّن أن يتطابق التجاوز في جنوح الدخل للسطح البيني للتزامن E11، وفق الفقرة 3.7 من التوصية G.824، مع متطلبات الفقرة 1.9 من التوصية G.812 (النمطان 2 و3) للسطوح البينية لوحدة توريد التزامن SSU، والفقرة 1.8 من التوصية G.813 (الخيار 2) للسطوح البينية لميقاتية SEC، أيهما كان مطبقاً.

3.12 وظيفة تزامن IWF

في سياق هذه التوصية، تقدم وظيفة IWF التكييفات الضرورية بين TDM وقطارات الرزم.

وطبقاً للشكل 15، فإن خيارات التوقيت المدعومة الممكنة لميقاتية Tx هي:

- التوقيت من ميقاتية المصدر المستعادة الذي يحمله دخل TDM (توقيت عروة أو توقيت خط)؛
- التوقيت من ميقاتية الشبكة (يمكن استخراج ميقاتية الشبكة إما من الطبقة المادية لوصلات الحركة من شبكات الرزم، أو عبر سطح بيني خارجي مادي للتوقيت، مثل 2048 kHz)؛
- التوقيت من ميقاتية التشغيل الحر (يتعيّن أن يقدم دقة وفق السطح البيني لخدمة TDM/CBR ذات الصلة، مثل 2048 kbit/s، ويتعين أن يتطابق مع التوصية ITU-T G.703، ± 50 ppm (جزءاً من المليون))؛
- الطرائق التفاضلية؛
- التوقيت التكييفي (بما في ذلك استرجاع الميقاتية بواسطة أختام التوقيت المخصصة).



الشكل G.8261/Y.1361/15 – وظائف تزامن IWF (اتجاه الرزمة إلى TDM)

ويتعيّن دعم مجموعة فرعية مناسبة من خيارات التوقيت المدرجة تبعاً للخدمات المزمع تقديمها.

ويوصى بالتحكم بالانزلاق في اتجاه Tx TDM للتحكم بالفيض والغيض الممكن حدوثهما في دارئ الإرسال. ويتعيّن إجراء الانزلاقات على أرتال $n \times 125\ \mu s$.

ستحدث انزلاقات (غير متحكم بها على الأرجح) عندما تكون ميقاتيتا مرسل و/أو مستقبل TDM في الاستبقاء أو عندما يعود أصلهما إلى ميقاتيتين في الاستبقاء، مع استعمال تقنية استرجاع الميقاتية المتزامنة (الطريقة التفاضلية أو تشغيل متزامن مع الشبكة).

ملاحظة – تحتاج متطلبات الميقاتية للمزيد من الدراسة.

وفي الاتجاه من TDM إلى الرزمة، تعتمد المتطلبات المتعلقة بالتزامن بشكل أساسي على متطلبات تزامن الطبقة المادية، أو تتجه لدعم طريقة التوقيت التفاضلي (لا ترد تفاصيل هذه الجوانب في الشكل).

وتجدر الإشارة إلى أن الشكل 15 يقدم منظوراً وظيفياً فحسب، وليست الغاية منه تقييد التنفيذ.

وعند انتقاء مصدر توقيت جديد، قد يتجاوز جنوح الخرج مؤقتاً حد جنوح الخرج، بيد أنه يجب أن يكون ضمن هذا الحد عند نهاية الفترة التي تدعى "فترة الاستقرار". وتحتاج متطلبات فترة الاستقرار للمزيد من الدراسة؛ كما يرد المزيد من المعلومات في التذييل II.

وهناك خاصية أخرى تتعلق بوظيفة IWF هي الكمون. ويتم تحديد متطلبات الكمون عادةً على مستوى الشبكة بتحديد الكمون الكلي في التوصيل من طرف إلى طرف. وتحتاج المتطلبات بشأن مساهمة IWF في الكمون الكلي للمزيد من الدراسة.

ويمكن توصيف خصائص نقل الضوضاء على كامل مقطع CES بما في ذلك زوج وظائف IWF التي تكيّف تدفق TDM إلى شبكة الرزم. ويحتاج توصيف نقل الضوضاء الكلية لمقطع CES للمزيد من الدراسة.

13 نتائج وتبعات مختلف طرائق التزامن عبر نماذج مرجعية لشبكة الرزم

تختلف التوصيات بشأن منهجية توزيع مراجع التزامن واسترجاع توقيت خدمة TDM باختلاف سيناريوهات الشبكة ومتطلبات التزامن ذات الصلة بالتطبيق المحدد.

وقد تم تحديد السيناريوهات التالية ضمن مجال تطبيق هذه التوصية (طبقاً لنماذج الشبكة الواردة في القسم 7).

1.13 التوصيات بشأن حالة النشر 1

1.1.13 توصية بخصوص استرجاع توقيت خدمة TDM

يرد تعريف حدود الشبكة لإشارات PDH في هذه الحالة في القسم 7 بخصوص حالة النشر 1.

ويمكن استرجاع توقيت إشارات PDH المحمولة عبر شبكة الرزم بواسطة:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF ولا يحتاج الأمر إلى الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تفاضلية عند تيسر مرجع يعود أصله إلى ميقاتية PRC في وظيفة IWF. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تكييفية عندما يمكن التحكم بتغيّر التأخير في الشبكة. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة.

ملاحظة – حدود الشبكة في هذه السيناريوهات صارمة إلى حد كبير. لكن عندما تتسنى نمذجة الشبكة وفق النموذج A (السيناريو 2 والسيناريو 3 على الأقل، انظر التذييل V)، ينبغي أن تتيح أن الطرائق التكييفية التطابق مع حدود الشبكة على النحو المبين في القسم 7.

ويحتاج تحديد إمكانية استعمال الطريقة التكييفية في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B (انظر التذييل V) إلى مزيد من الدراسة.

ويحتاج نقل إشارات SDH في هذا السيناريو للمزيد من الدراسة. وتجدر الإشارة إلى أن استرجاع الميقاتية لإشارات SDH سيحقق مستوى الجودة لكل من السطوح البينية للتزامن وفق التوصية ITU-T G.823 للشبكات القائمة على تراتب kbit/s 2048، ووفق التوصية ITU-T G.824 للشبكات القائمة على تراتب kbit/s 1544. ويمكن لاستعمال الطرائق على النحو الموصوف في الفقرة 1.8 أن يضمن الوفاء بهذه المتطلبات.

2.1.13 توصية لتوزيع إشارة التوقيت المرجعية

لا يمكن نمذجة توزيع إشارات التوقيت المرجعية وفق القسم 6 من التوصية G.823 والقسم 6 من التوصية G.824 بواسطة نموذج النشر، الحالة 1 (مثلاً باستعمال طرائق موصوفة في الفقرة 2.8). وتجدر الإشارة إلى إمكانية استعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8 لتوزيع إشارة توقيت مرجعية إلى وظيفة IWF الطرفية التي تستوفي متطلبات السطح البيني للتزامن. ولا تُطبق إشارات التوقيت المرجعية ذات الجودة الأدنى عادةً في هذه السيناريوهات (مثل الشبكة الأساسية).

2.13 توصيات بشأن حالة النشر 3

1.2.13 توصية لاسترجاع توقيت خدمة TDM

يرد تعريف محدود الشبكة لإشارات PDH في هذه الحالة في القسم 7 بالنسبة لحالة النشر 3.

ويمكن استرجاع توقيت إشارات PDH المحمولة عبر شبكة الرزم عن طريق:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF ولا يحتاج الأمر إلى الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛

- طرائق تفاضلية عند تيسر مرجع يعود أصله إلى ميقاتية PRC في وظيفة IWF. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تكييفية عندما يمكن التحكم بتغيّر التأخير في الشبكة. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة.

ملاحظة – حدود الشبكة في هذه السيناريوهات هي أقل صرامةً من تلك الواردة في الفقرة 1.13. لكن عندما تتسنى نمذجة الشبكة وفق النموذج A، ينبغي أن تتيح الطرائق التكييفية التطابق مع حدود الشبكة كما هي محددة في القسم 7.

ويحتاج تحديد إمكانية استعمال الطريقة التكييفية في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B لمزيد من الدراسة

كما تحتاج عملية نقل إشارات SDH في هذا السيناريو للمزيد من الدراسة. وتجدر الإشارة إلى أن استرجاع الميقاتية لإشارات SDH سيفي بمستوى الجودة لكل من السطوح البينية للتزامن وفق التوصية ITU-T G.823 للشبكات القائمة على تراتب 2048 kbit/s، ووفق التوصية ITU-T G. 824 للشبكات القائمة على تراتب 1544 kbit/s. ويمكن لاستعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8 أن يضمن الوفاء بهذه المتطلبات.

2.2.13 توصية لتوزيع إشارة التوقيت المرجعية

لا يمكن نمذجة توزيع إشارات التوقيت المرجعية وفق القسم 6 من التوصية G.823 والقسم 6 من التوصية G. 824 بواسطة نموذج النشر، الحالة 3 (باستعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 2.8، مثلاً). وتجدر الإشارة إلى إمكانية استعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8 لتوزيع إشارة توقيت مرجعية إلى وظيفة IWF الطرفية التي تستوفي متطلبات السطح البيني للتزامن.

ولا تُطبق إشارات التوقيت المرجعية ذات الجودة الأدنى عادةً في هذه السيناريوهات (مثل الشبكة الأساسية).

3.13 توصيات بشأن حالة النشر 2 التطبيق A

1.3.13 توصية لاسترجاع توقيت خدمة TDM

يرد تعريف حدود الشبكة لإشارات PDH في هذه الحالة في القسم 7 بالنسبة لحالة النشر 2 التطبيق A.

ويمكن استرجاع توقيت إشارات PDH المحمولة عبر شبكة الرزم عن طريق:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF ولن تكون هناك حاجة إلى ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تفاضلية عند تيسر مرجع يعود أصله إلى ميقاتية PRC في وظيفة IWF. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تكييفية عندما يمكن التحكم بالتغير في التأخير في الشبكة. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة.

ملاحظة – حدود الشبكة في هذه السيناريوهات هي أقل صرامةً عن تلك الواردة في الفقرة 1.13. لكن عندما تتسنى نمذجة الشبكة وفق النموذج A، ينبغي أن تتيح الطرائق التكييفية التطابق مع حدود الشبكة على النحو المحدد في القسم 7.

ويحتاج تحديد إمكانية استعمال الطريقة التكييفية في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B لمزيد من الدراسة.

كما تحتاج عملية نقل إشارات SDH في هذا السيناريو للمزيد من الدراسة. وتجدر الإشارة إلى أن استرجاع الميقاتية لإشارات SDH سيفي بمستوى الجودة لكل من السطوح البينية للتزامن وفق التوصية ITU-T G.823 للشبكات القائمة على تراتب 2048 kbit/s، ووفق التوصية ITU-T G.824 للشبكات القائمة على تراتب 1544 kbit/s. ويمكن ضمان الوفاء بهذه المتطلبات باستعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8.

2.3.13 توصية لتوزيع إشارة التوقيت المرجعية

لا يمكن نمذجة توزيع إشارات التوقيت المرجعية وفق القسم 6 من التوصية G.823 والقسم 6 من التوصية G.824 بواسطة نموذج النشر الحالة 2 (باستعمال طرائق موصوفة في الفقرة 2.8 مثلاً). وتجدر الإشارة إلى إمكانية استعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8 لتوزيع إشارة توقيت مرجعية إلى وظيفة IWF الطرفية المستوفاة لمتطلبات السطح البيني للتزامن.

وتجدر الإشارة إلى أن التجهيزات الطرفية لا تتطلب عادةً مزامنتها مع إشارة توقيت مرجعية متطابقة مع السطوح البينية للتزامن على النحو الموصوف في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824 . ويمكن أخذ إشارات توقيت مرجعية ذات جودة أدنى في الاعتبار في حالة النشر 2 التطبيق A.

في هذه الحالة، يمكن إجراء توزيع التوقيت عبر شبكة الرزم عن طريق:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF (بواسطة الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8)؛
- الطرائق القائمة على الرزم (انظر الفقرة 2.8) عندما يمكن التحكم بتغيّر التأخير في الشبكة.

إذا تعيّن أن تكون الجودة المطلوبة وفق حدود السطح البيني للحركة الواردة في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824، يُفترض أنه في حال إمكانية نمذجة الشبكة وفق النموذج A، ينبغي أن تتيح هذه الطرائق التطابق مع الحدود.

يحتاج تحديد إمكانية استعمال الطرائق القائمة على الرزم في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B لمزيد من الدراسة.

4.13 توصيات بشأن حالة النشر 2 التطبيق B

1.4.13 توصية لاسترجاع توقيت خدمة TDM

يرد تعريف حدود الشبكة لإشارات PDH في هذه الحالة في القسم 7 من بالنسبة لحالة النشر 2 التطبيق B.

ويمكن استرجاع توقيت إشارات PDH المحمولة عبر شبكة الرزم عن طريق:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF ولا يحتاج الأمر إلى الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تفاضلية عند تيسر مرجع يعود أصله إلى ميقاتية PRC في وظيفة IWF. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة؛
- طرائق تكييفية عندما يمكن التحكم بتغيّر التأخير في الشبكة. ويمكن بهذه الطريقة الحفاظ على ميقاتية الخدمة.

ملاحظة – في هذه السيناريوهات، تعتمد حدود الشبكة على خصائص التجهيزات الطرفية القادرة في الأحوال الطبيعية على تحمّل حدود السطح البيني للحركة الواردة في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824. ويُفترض في حال إمكانية نمذجة الشبكة وفق النموذج A أن تتيح الطرائق التكييفية التطابق مع التوصيتين ITU-T G.823 أو ITU-T G.824 حسب الحالة.

ويحتاج تحديد إمكانية استعمال الطريقة التكييفية في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B لمزيد من الدراسة.

كما تحتاج عملية نقل إشارات SDH في هذا السيناريو للمزيد من الدراسة. وتجدر الإشارة إلى أن استرجاع الميقاتية لإشارات SDH سيفي بمستوى الجودة لكل من السطوح البينية للتزامن وفق التوصية ITU-T G.823 للشبكات القائمة على تراتب 2048 kbit/s، ووفق التوصية ITU-T G.824 للشبكات القائمة على تراتب 1544 kbit/s. ويمكن ضمان الوفاء بهذه المتطلبات باستعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8.

2.4.13 توصية لتوزيع إشارة التوقيت المرجعية

لا يمكن نمذجة توزيع إشارات التوقيت المرجعية وفق القسم 6 من التوصية G.823 والقسم 6 من التوصية G.824 بواسطة نموذج النشر، الحالة 2 (باستعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 2.8 مثلاً). وتجدر الإشارة إلى إمكانية استعمال الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8 لتوزيع إشارة توقيت مرجعية إلى وظيفة IWF الطرفية المستوفاة لمتطلبات السطح البيني للتزامن. كما تجدر الإشارة إلى أن التجهيزات الطرفية لا تتطلب عادةً مزامنتها مع إشارة توقيت مرجعية متطابقة مع السطوح البينية للتزامن وفق الوصف الوارد في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824. ويمكن أخذ إشارات توقيت مرجعية ذات جودة أدنى في الاعتبار في حالة النشر 2 التطبيق B.

وفي هذه الحالة، يمكن إجراء توزيع التوقيت عبر شبكة الرزم عن طريق:

- التشغيل المتزامن مع الشبكة عند تيسر إشارة يعود أصلها إلى ميقاتية PRC في وظائف IWF (بواسطة الطرائق الموصوفة في الفقرة 1.8)؛
- الطرائق القائمة على الرزم (انظر الفقرة 2.8) عندما يمكن التحكم بتغيّر التأخير في الشبكة.

إذا تطلّب الأمر أن تكون الجودة المطلوبة وفق حدود السطح البيني للحركة الواردة في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824، يُفترض في حال إمكانية نمذجة الشبكة وفق النموذج A أن يكون التطابق متاحاً بهذه الطرائق.

ويحتاج تحديد إمكانية استعمال الطرائق القائمة على الرزم في الشبكة التي يمكن نمذجتها وفق النموذج B لمزيد من الدراسة.

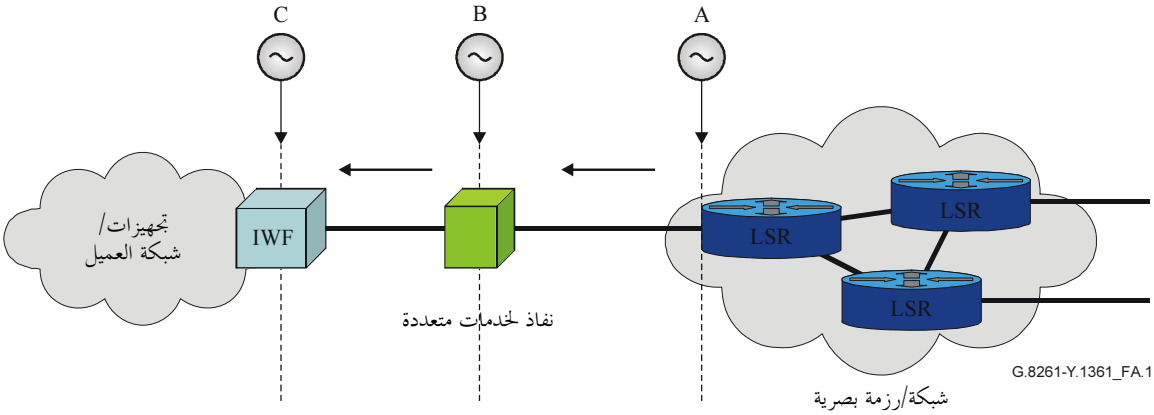
الملحـــق A

معمارية الشبكة المقترحة للطبقة المادية للإثرنت المتزامن

1.A موقع الميقاتية PRC

سيكون لمعمارية الإثرنت المتزامن النمطية ميقاتية PRC توضع في واحد من ثلاثة مواقع حسب المعمارية الإجمالية التي يرغب مشغّل الشبكة باتّباعها. بيد أنه يمكن تلخيص هذه المواقع في ثلاثة مواقع تنوعية، كما يبيّن الشكل 1.A، وهذه المواقع إما أن تكون:

- الحالة A: واقعة في القلب – ستقع ميقاتية PRC في عقدة القلب، الموقع "A". وتوحي هذه المعمارية ببضع عقد PRC، أي توضع بشكل مركزي مع شكل ما من التوزيع لوظيفة IWF؛ أو
- الحالة B: واقعة عند النفاذ – ستقع ميقاتية PRC في نقطة ما أبعد ضمن الشبكة (منفصلة جغرافياً لوظيفة IWF)، نمطياً عند نقطة نفاذ لخدمات متعددة، الموقع "B". وتوحي هذه المعمارية بعدد أكبر من عقد PRC عن عدد العقد في الحالة "A"، أي أن ميقاتيات PRC لها موقع مركزي مع شكل ما من التوزيع لوظيفة IWF؛ أو
- الحالة C: واقعة عند وظيفة IWF – ستقع ميقاتية PRC جغرافياً مع وظيفة IWF وسيكون هناك توصيل تزامن مباشر مع وظيفة IWF، الموقع "C". ويوحي ذلك بالعديد من عقد PRC أي ميقاتية PRC واحدة لكل وظيفة IWF.



الشكل G.8261/Y.1361/1.A – موقع الميقاتية المرجعية

وطبقاً للشكل 1.A، تقدم الشبكة الأساسية تدفق التزامن إلى وظيفة IWF. وليست الغاية هنا توزيع التوقيت من تجهزات العميل باتجاه الشبكة الأساسية.

2.A إرسال رسائل حالة التزامن

توفر عملية إرسال رسائل حالة التزامن (SSM) آلية لبدالات الإثرنت لجهة المقصد كي تحدد إمكانية اقتفاء أصل مخطط توزيع التزامن إلى ميقاتية PRC أو الميقاتية المتيسرة الأعلى جودة. وتعالج وظيفة التزامن أيضاً رسائل SSM.

وفي ظروف تعطل شبكة المصدر، تتخذ وظيفة التزامن الإجراء المناسب استناداً إلى رسائل SSM والأولويات المحددة مسبقاً، وتختار تغذية تزامن بديلة قد تكون تغذية شبكة أخرى أو تغذية خارجية.

ترد تفاصيل إضافية في التذييل VIII.

3.A تقييد ارتعاش وجنوح الإثرنت المتزامن

سيكون تقييد إنتاج الارتعاش والجنوح في حالة الإثرنت المتزامن في بيئة شبكة منطقة واسعة أحد متطلبات الوفاء بحدود الشبكة.

وينبغي أن تستند وظيفة التزامن داخل بدالة إثرنت متزامنة إلى خصائص الأداء لميقاتية مدمجة. إذ ستضمن ميقاتية كهذه التشغيل السليم للشبكة عندما يتم مزامنة مثل هذه الميقاتية من ميقاتية إثرنت تزامن أخرى أو ميقاتية ذات جودة عالية. وللتوافق مع شبكات التزامن القائمة، يجوز أن تستند الميقاتية المدمجة SEC الواردة في إلى التوصية ITU-T G.813. إلا أن التفاصيل الدقيقة لهذه الميقاتية تحتاج للمزيد من الدراسة. ومن شأن استعمال ميقاتية شبكة من هذا النوع أن يضمن تطابق العمل البيني للتزامن عندما تقترن حالة الإثرنت المتزامن هذه بوحدة SSU أو SASE الواردة في التوصية ITU-T G.812 وبالتالي مع ميقاتية PRC الواردة في التوصية ITU-T G.811 حسب توصيفها في أساليب تشغيل تزامن قائد–منقاد. ويتيح هذا الأمر أيضاً العمل البيني بين شبكات TDM القائمة والمعماريات الجديدة لشبكة الرزم.

وتجدر الإشارة إلى أن هذا العمل لا يؤثر بأي من مواصفات المعيار IEEE 802.3 القائمة من حيث التجاوز في التردد وما إلى ذلك، لكنه يشير إلى الجوانب الوظيفية الجديدة الإضافية لميقاتية عنصر الشبكة.

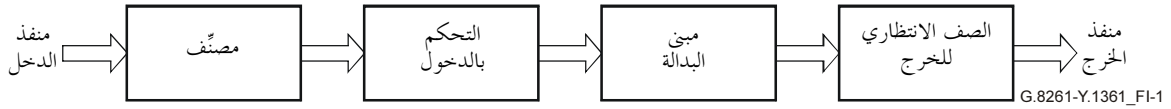
التذييـــل I

خصائص بدالات وشبكات الإثرنت

1.I خصائص التأخير لبدالات الإثرنت

1.1.I العمليات الوظيفية داخل بدالة إثرنت

من منظور "صندوق مبهم"، يمر رتل إثرنت عبر أربع عمليات وظيفية في بدالة إثرنت نمطية، وتظهر هذه العمليات في الشكل I.1:



الشكل G.8261/Y.1361/1.I الوظائف النمطية ضمن بدالة إثرنت

- التصنيف – هو التعرّف على هوية التدفق الذي ينتمي الرتل إليه وتحديد منفذ الخرج والأولوية؛
- التحكم بالدخول – تطبيق إدارة الحركة للتدفق (ترتيب، تشكيل، وسم)؛
- التبديل – إعادة التسيير إلى منفذ الخرج المناسب؛
- الصف الانتظاري للخرج – انتظار فاصل زمني للإرسال على منفذ الخرج. وتُطبَّق نمطياً سياسات الاصطفاف الانتظاري من قبيل الأولوية المشددة والاصطفاف الانتظاري العادل المرجّح أو الدائري.

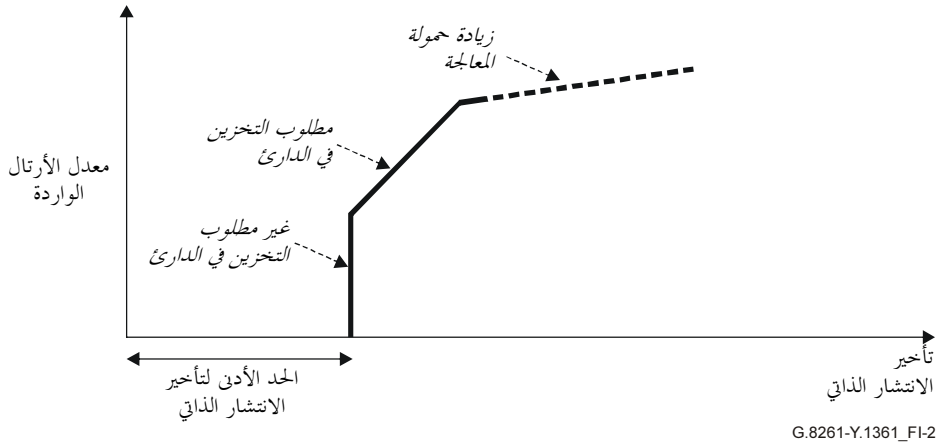
تبحث الفقرات التالية في خواص التأخير لمختلف الوظائف داخل بدالة.

2.1.I تأخير مرحلة الدخل

ينبغي أن يكون الوقت اللازم لمرحلتي التصنيف والتحكم بالدخول ثابتاً تقريباً في معظم الحالات. غير أنه قد يتغيّر التأخير خلال هاتين الوظيفتين تبعاً لتصميم البدالة وتحميل الحركة. فمثلاً يمكن إجراء التصنيف والتحكم بالدخول كليهما، في بعض البدلات،

بالبرمجيات على معالج الشبكة. وعند الحمل الكامل، قد تعجز البرمجيات عن مواكبة عدد الأرتال الواجب معالجتها مما يمكن أن يزيد من التأخير ويتسبب بسقوط بعض الأرتال. وقد يصح الأمر نفسه بالنسبة لبعض التصميمات القائمة على العتاد.

ويبيّن الشكل 2.I شكلاً مبسّطاً لتغيّر تأخير مرحلة الدخل مع تحميل البدالة. وفي ظروف الأحمال المنخفضة للحركة، تستطيع البدالة مجاراة عدد الأرتال المارة عبرها دون زيادة في التأخير. ومع ازدياد معدل الأرتال، دون تجاوز سعة المعالجة الكلية للبدالة، قد يتجاوز معدل الأرتال الآني معدل المعالجة المتيسر. وسيتسبب ذلك بتخزين الأرتال في الدارئ بانتظار معالجتها مفضياً إلى بعض التأخير الإضافي. وأخيراً قد يتجاوز متوسط معدل الأرتال الواردة، في مرحلة ما، سعة المعالجة متسبباً بزيادة إضافية في التأخير، وبإسقاط أرتال في بعض الحالات بسبب نقص سعة التخزين في الدارئ.



الشكل G.8261/Y.1361/2.I – تغيّر تأخير مرحلة الدخل مع التحميل

3.1.I تأخير مبنى البدالة

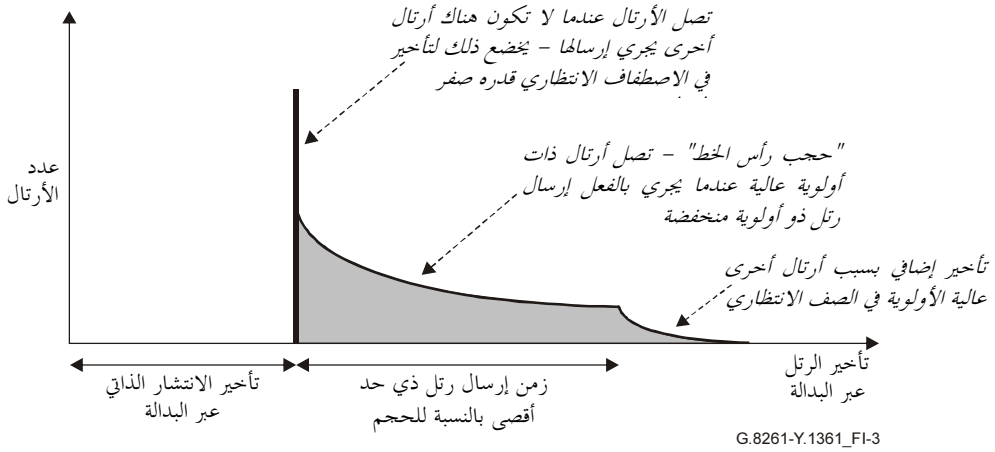
يعتمد التأخير عبر مبنى البدالة نفسه أيضاً على معمارية البدالة وتحميل الحركة على حدٍ سواء. فمثلاً، تقوم العديد من البدالات بتشغيل خوارزميات جدولة لتبديل الأرتال من منافذ الدخل عبوراً إلى منافذ الخرج، مما قد يسبب تغيراً طفيفاً في تأخير الأرتال تبعاً لوقت وصولها بالنسبة إلى "علامة" المجدول. بيد أن هذا التغيّر في التأخير طفيف في معظم الحالات نظراً للتردد العالي الذي يعمل به المجدول.

وفي المعدلات العالية جداً للمعطيات الواردة، قد يعاني مبنى البدالة نفسه من الحمل الزائد ويعجز عن مجاراة كامل حجم الحركة المتطلَبة للتبديل. وسينتج عن ذلك إسقاط أرتال.

4.1.I تأخر الاصطفاف الانتظاري للخرج

يعتمد مقدار التأخير المضاف إلى الصف الانتظاري للخرج على سياسة الاصطفاف الانتظاري المستخدمة وأولوية تدفق الحركة. فعلى سبيل المثال، قد ينتج عن تدفق أولوية عالية (مثل ذلك الذي يمكن أن يُستعمل من أجل تدفق توقيت الرزم) بالاقتران مع سياسة أولوية مشددة التأخير المسمى "حجب رأس الخط". ويحدث ذلك على الرغم من وصول الرتل صاحب أعلى أولوية إلى منفذ الخرج مباشرةً بعد البدء بإرسال الرتل منخفض الأولوية. وعندها يتعيّن على الرتل صاحب أعلى أولوية الانتظار حتى يتم الانتهاء من إرسال الرتل الآخر.

ويبيِّن الشكل 3.I المظهر الجانبي للتأخير الذي يطرأ على تجمع من الأرتال ذات الأولوية العالية بالترافق مع سياسة اصطفاف انتظاري ذات أولوية متشددة. ولأغراض التبسيط، يفترض هذا المخطط أن الأرتال تعاني تأخيراً ثابتاً تقريباً عبر الوظائف الأخرى للبدالة والذي يُصطلح على تسميته هنا "تأخير الانتشار الذاتي عبر البدالة". وتصل نسبة من الأرتال إلى الصف الانتظاري للخرج في وقت لا تُرسل فيه أرتال أخرى راهناً. ويتم إرسال هذه الأرتال في الحال. بينما يتعيّن على باقي الأرتال الانتظار ريثما يُستكمل الإرسال الراهن. وقد يطرأ تأخير إضافي مردّه رزم أخرى ذات أولوية عالية موجودة أيضاً في الصف الانتظاري.



الشكل G.8261/Y.1361/3.I – الاصطفاف الانتظاري ذو الأولوية المتشددة: حجب رأس الخط

5.1.I التأخيرات النمطية في بدالات الإثرنت

استناداً إلى النموذج الموصوف في الفقرة 1.I، يمكن تقديم نمذجة مبسّطة للتأخيرات التي تسببها بدالة إثرنت – نمذجة مع تحديد مساهمتين رئيسيتين.

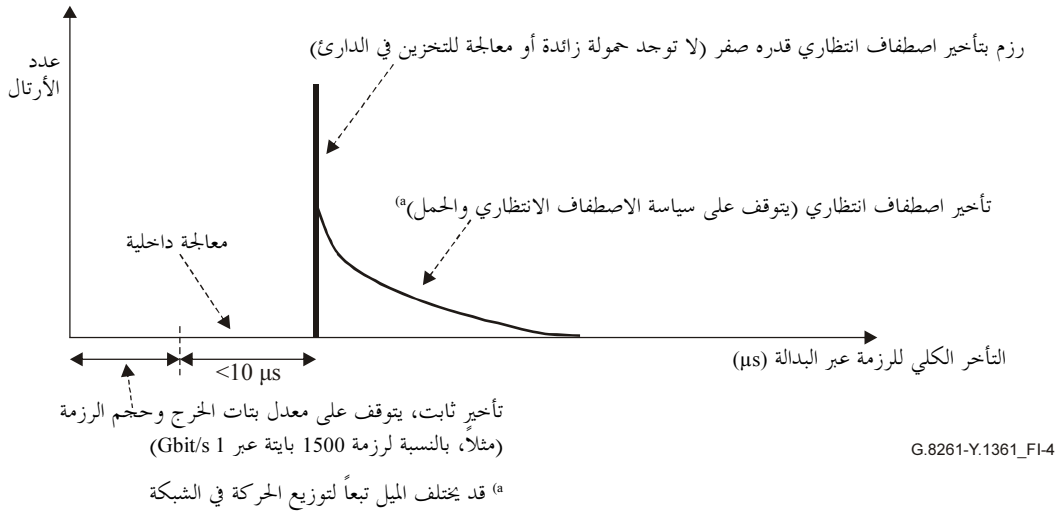
النمط الأول من المساهمتين يتعلق بعمليات التصنيف والتحكم بالدخول والتبديل، فيما يتعلق النمط الثاني بالاصطفاف الانتظاري للخرج وبالإرسال.

ومن ثم يتعلق النمط الأول من التأخير بسعة معالجة البدالة بشكل أساسي، بينما يعتمد الآخر على معدل البتات للخط الصادر (Gbit/s 1 مثلاً) وعلى سياسات وأولويات الاصطفاف الانتظاري المنفّذة.

وبفرض أن تصميم شبكة إثرنت لن يُنفِّذ بدالات إثرنت حيثما ينشأ اختناق في سعة المعالجة لبدالة الإثرنت، يمكن الافتراض بأن سعة المعالجة ينبغي أن تساهم بقيم أدنى من 10 µs (في الواقع، تأخذ رزمة 1500 بايتة في الاصطفاف الانتظاري للخرج 12 µs على وصلة Gbit/s 1)؛ فضلاً عن ذلك فإن معالجة الحمل الزائد أو معالجة التخزين في الدارئ لا ينبغي أن يكون أمراً ذا بال (انظر الشكل 2.I).

وبالنسبة للنمط الثاني من التأخير، يمكن حساب ما تقدم وفق النموذج المقدم في الملحق V.

ويبين الشكل 4.I النموذج المبسط.



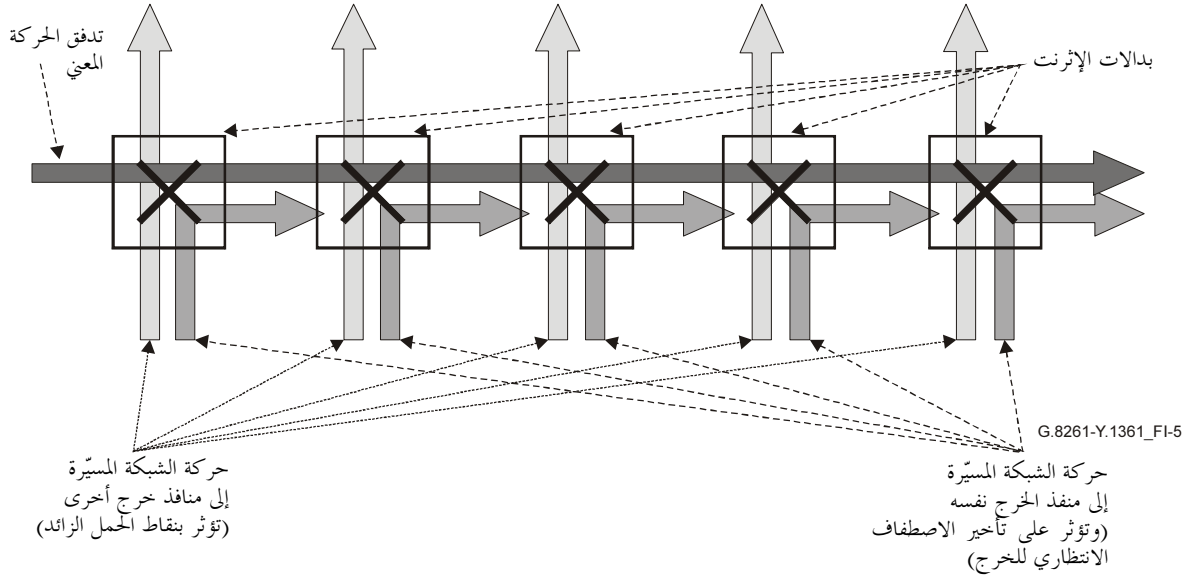
الشكل G.8261/Y.1361/4.I – النموذج المبسط للتأخيرات في بدالة الإثرنت

وطبقاً للشكل 6.4.1 تجدر الإشارة إلى أن معالجة الاصطفاف الانتظاري قد تؤثر أيضاً في شكل توزيع التأخير.

2.I خصائص شبكات الإثرنت المبدلة

1.2.I طوبولوجيا شبكات الإثرنت

رغم وجود العديد من الطوبولوجيات الممكنة المختلفة للشبكة ، يمكن نمذجة الطوبولوجيا كسلسلة من بدالات الإثرنت لمراعاة تدفق معيّن عبر شبكة، كما يتبين في الشكل 5.I. وفي كل بدالة في السلسلة، يمكن حدوث تأخير لرتل إثرنت بسبب الآليات الموصوفة في الفقرة 1.I. وسيتأثر هذا التأخير بالحركة الأخرى المتدفقة عبر البدالة. وستؤثّر الحركة الموجهة إلى منفذ الخرج نفسه على تأخير الاصطفاف الانتظاري للخرج، في حين يؤثر المجموع الإجمالي لكل الحركة المتدفقة عبر البدالة (بما فيها تلك المتدفقة إلى منافذ أخرى) على تأخيرَيْ المعالجة ومبنى البدالة.



الشكل G.8261/Y.1361/5.I – تدفقات المعطيات داخل شبكة إثرنت

ويؤثر طول السلسلة على مجمل تأخير النظام، فمن الواضح أنه كلما زاد عدد البدالات كلما زاد التأخير الإجمالي وزاد التغيّر بالتأخير أيضاً. غير أن طول الشبكة قد يكون قصيراً جداً في العديد من شبكات الإثرنت. ففي شبكة تراتبية مثلاً، كثيراً ما يكون هناك مستويان أو ثلاثة فقط من التراتب، مما ينتج طول سلسلة يصل إلى خمس بدالات.

ويمكن في بعض الحالات استخدام طوبولوجيا حلقية. وتحتوي هذه الحالات نمطياً على نحو عشر بدالات تعطي "مسافة" قصوى حول الحلقة قدرها خمس بدالات. ويمكن أحياناً استعمال الحلقات الموصولة بينياً مما قد يضاعف "المسافة" إلى نحو عشر بدالات.

2.2.I مخططات مستويات الحركة

معظم حركة الشبكة ذات طبيعة رشقية جداً، باستثناء حركة معدل البتات الثابت والوقت الفعلي. وقد لوحظت إمكانية رصد تغيّر في الحركة على أي مستوى ملحوظ عادة. فعلى مستوى بالغ الصغر مثلاً ثمة ظاهرة رشقية ناجمة عن زيادة وخفض حجم نافذة معالجة قناة الإرسال TCP. وعلى مستوى أكبر، قد تكون هناك ظاهرة رشقية نتيجة لطبيعة التطبيق (مثل عمليات التحميل للملفات الكبيرة)، في حين يستمر احتمال حدوث رشقية عائدة إلى الوقت خلال اليوم (مثل مستويات النشاط الأعلى خلال النهار منها في الليل).

وعند بحث أداء التأخير لتدفق نقل TDM، ينبغي أخذ تأثيرات الحركة الأخرى داخل الشبكة في الاعتبار. ففي الشكل 5.I مثلاً، قد يتغير كل من تدفقات حركة الشبكة بشكل ما بغض النظر عن التدفقات الأخرى.

وتعرض التوصية ITU-T G.1020 استعمال نماذج ماركوف رباعية الحالة لنمذجة توزيع خسارة الرزم. ويمكن تطبيق تقنية شبيهة على أطوال الرشقة في كل تدفق بشكل يتيح نمذجة الرشقات ومجموعات الرشقات. بعدئذ، يمكن تطبيق التغيّر الأطول أجلاً (اليومي مثلاً) كتغيّر تدريجي في كثافات الرشقة.

3.2.I الأحداث المعوقة في شبكات الإثرنت

هناك عدة أنماط من "الأحداث المربكة" التي قد تسبب تغييرات مفاجئة في التأخير في شبكة إثرنت. وقد تكون التغيرات الناجمة في التأخير دائمة أو مؤقتة. وتتضمن هذه الأحداث المعوقة:

- تغيير التسيير مما يسبب تغيير متدرج دائم في التأخير؛
- زيادة مؤقتة في حمولة الشبكة تسبب تغييراً كبيراً وإن كان مؤقتاً، في التأخير؛
- فقدان مؤقت للخدمة يسبب خسارة كل الرزم لفترة ما.

التذييـــل II

فترة الاستقرار

فترة الاستقرار هي معلمة قد تكون مهمة أثناء مرحلة الانطلاق (من أجل التركيب السريع للمعدات) أو عند التبديل بين مراجع التوقيت (للحد من عابر الطور). في حالة المعدات العاملة في وضع الاستبقاء لفترات طويلة (ساعات مثلاً)، فإن خطأ الطور عند انتقاء مرجع ميقاتية جديدة سيعود بمعظمه إلى خطأ الطور الذي يسببه الخطأ في التردد للميقاتية في وضع الاستبقاء.

وفي حال استعمال الطريقة التكييفية، فإن المتطلبات بشأن فترة الاستقرار قد تعتمد على ضوضاء الطور الفعلية في شبكة الرزم. وفي الواقع، فإن التغيّر الكبير في تأخير الرزمة داخل شبكة الرزم قد يتطلب فترة طويلة قبل أن تتمكن الميقاتية من التزامن مع مرجع التوقيت.

ولتنفيذ المرشاح وخصائص المذبذب الداخلي نفس الأهمية أيضاً. وفي الواقع، وتبعاً لخصائص الاستبقاء (مثلاً النمط II مقابل النمط III من التوصية G.812)، يمكن القبول بوقت أطول عند التبديل من مرجع إلى مرجع ثان باعتبار أن الاستبقاء الجيد يمكن أن يتيح فترات مزامنة أطول (المتطلب الرئيسي هو وضع الحد من الخطأ الكلي في الطور أثناء تبديل المرجع).

وتخضع المتطلبات المتعلقة بفترة الاستقرار للدراسة.

ولأغراض الاختبارات الواردة بالتفصيل في التذييل VI، يُقترح فترة استقرار قدرها 900 ثانية على الأقل للطرائق التكييفية نظراً لما قد يلزم من فترة طويلة بما فيه الكفاية للقيام بالتشخيص المناسب لإحصائيات تغيّر تأخير الرزمة.

التذييـــل III

النماذج الوظيفية القائمة على التوصيتين ITU-T G.805 وITU-T G.809

ملاحظة – يقدم هذا التذييل الرؤية الراهنة بشأن تطور نمذجة التزامن باستعمال بعض المفاهيم الأساسية الواردة في التوصية ITU-T G.805/Y.1306.

وتتناول هذه النسخة من التوصية مضاهاة الدارة على شبكات الإثرنت. وتوصَّف معمارية شبكات الإثرنت في التوصية ITU-T G.8010/Y.1306 التي تعرِّف المعمارية بحيثيات التوصيتين G.805 وG.809 . وتضم التوصيتان G.805 وG.809 طرائق النمذجة التي وضعها قطاع التقييس في الاتحاد الدولي للاتصالات بما يتيح التوصيف الرسمي لمعماريات الشبكة وتجهيزاتها.

وتتضمن هذه التوصية وصفاً موجزاً لوظيفة التشغيل البيني الضرورية لحمل حمولات TDM النافعة عبر شبكات قائمة على الرزم (انظر القسم 12). ويقدم هذا التذييل تفاصيل مكونات معيّنة لازمة لحمل خدمات PDH المضاهاة عبر شبكات الرزم. ولا تصف هذه النسخة من التوصية وظيفة التشغيل البيني وفق الهياكل الراهنة للنمذجة الواردة في التوصية G.805 حيث يتعذر وصف جوانب معيّنة تتعلق بالتزامن وفق طرائق النمذجة الواردة بالتوصية G.805. وتلزم إضافات للنماذج الواردة في التوصية G.805 في هذا الصدد. ويقدم هذا التذييل نماذج وظيفية تمهيدية.

وتحتوي وظيفة التشغيل البيني الموصوفة في الشكل 14 عدداً من العناصر الرئيسية الضرورية لتكييف إشارات TMD من أجل النقل القائم على الرزم.

وتتضمن هذه الوظائف:

- تحويل من TDM إلى رزمة؛
- تحويل من رزمة إلى TDM؛
- وظائف تتعلق بالرزمة (من قبيل إضافة بتات الخدمة)؛
- نقل الطبقة المادية.

ويُعدّ توفر الميقاتيات المختلفة من الأمور الحاسمة لتزامن وظيفة التشغيل البيني، مثلاً:

- استرجاع وتوليد ميقاتية TDM؛
- استرجاع ميقاتية الطبقة المادية؛
- استرجاع الميقاتية القائمة على الرزم.

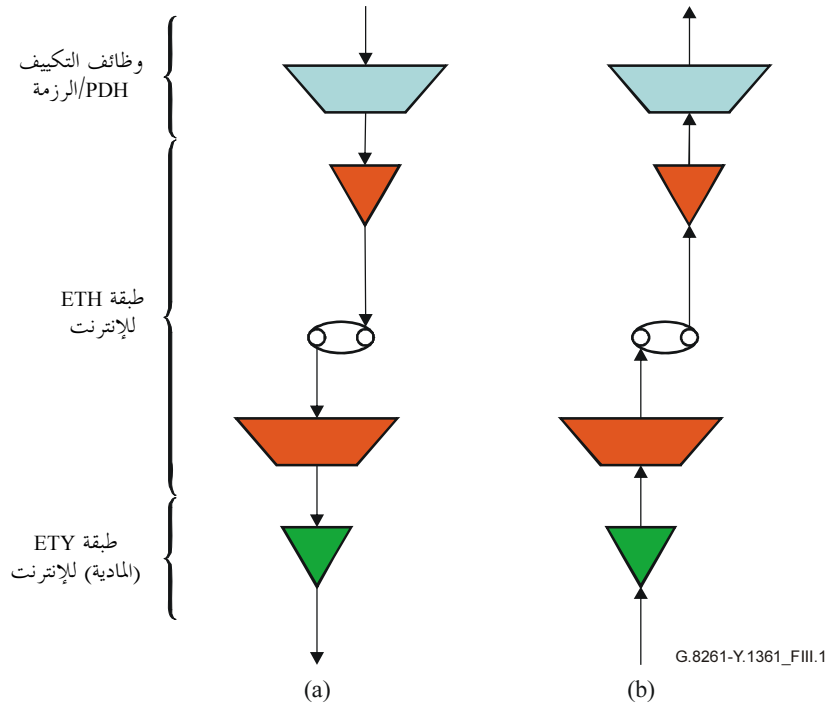
وبالنسبة لاسترجاع الميقاتية القائمة على الرزم، تصف هذه التوصية طريقتين عامتين: التفاضلية والتكييفية.

1.III تطبيق التوصية ITU-T G.805 على IWF

تحتوي التوصية ITU-T G.805 على عدد من الهياكل المعمارية التي تسمح بتوصيف شبكات الطبقات. والخاصية الأساسية للتوصية G.805 هي فكرة علاقات مخدّم العميل داخل معمارية شبكة. ويمكن أن يكون لشبكة معينة طبقات متعددة يتم التعامل داخل كل طبقة منها في شكل علاقة مخدم عميل. وتتضمن أمثلة شبكات الطبقات SDH وOTN وإثرنت. وفي حالة تراتب SDH، الطبقات الثلاث هي طبقة المسير وطبقة قسم تعدد الإرسال وطبقة قسم إعادة التوليد. وطبقة المسير هي عميل لطبقة تعدد الإرسال، في حين تُعتبر طبقة تعدد الإرسال العميل لطبقة إعادة التوليد. أما في حالة الإثرنت، فتحدد التوصية ITU-T G.8010/Y.1306 طبقتين، طبقة ETH وطبقة ETY. وطبقة ETH هي نظيرة الطبقة 2 في نموذج مرجع التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI (طبقة وصلة المعطيات) وتقدم الوظائف الخاصة بالرزمة. أما طبقة ETY فهي نظيرة الطبقة المادية للتوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI (الطبقة 1).

وتوضح التوصية ITU-T G.805 الوحدات الوظيفية التي توفر القدرة على شرح خواص طبقات الشبكات الإفرادية. والوحدتان الوظيفيتان الأساسيتان هما وظائف التكييف ووظائف انتهاء الخلفية. فبينما تقدم وظائف التكييف التفاعل بين الطبقات، تضيف وظائف انتهاء الخلفية بتات الخدمة اللازمة لحمل الإشارة عبر شبكة طبقة المخدم. فيما يتم حمل شبكة طبقة العميل عبر شبكة طبقة المخدم بتكييف العميل مع المخدّم بواسطة وظيفة تكييف. ويُصطلح على تسمية المعلومات المحمولة عبر طبقة معيّنة المعلومات المميزة (CI). انظر التوصية ITU-T G.805 للمزيد من المعلومات.

وفيما يتعلق بوظيفة CES IWF في هذه التوصية، وبالتطبيق على طبقتي ETH وETY للإثرنت، يتضمن الشكل 12 وظيفتي طبقة الرزم والطبقة المادية، ومن ثم يتم تنفيذ طبقتي ETH وETY للإثرنت داخل وظيفة IWF. أما تحويل PDH إلى الرزمة فهو ليس جزءاً من طبقات الإثرنت لكن يمكن اعتباره وظيفة تكييف طبقاً للتوصية ITU-T G.805. ويمكن النظر وظيفياً إلى وظيفة IWF الأساسية في اتجاه PDH إلى الرزمة (PDH المُدخل إلى IWF) كما في الشكل 1.III (أ) بينما يمكن النظر في اتجاه الرزمة إلى TDM (خرج PDH) كما في الشكل 1.III (ب). ويلاحظ أن بعض مكونات ميقاتية وظيفة IWF ليست مبيّنة صراحةً في هذا الشكل (مثل الميقاتيات ومنتخبات مرجع الميقاتية)، في حين أن مكونات أخرى قد تكون موجودة داخل وظائف محددة. فعلى سبيل المثال، يمكن اعتبار استرجاع ميقاتية PDH جزءاً من وظيفة تكييف طبقة PDH إلى الرزمة في سياق تكييف معلومات ميقاتية طبقة العميل مع طبقة المخدّم التحتية (انظر 2.III أدناه). وعلاوة على ذلك، يرد شرح الوحدات الوظيفية التي يضمها الشكل 1.III بطرق لا تقيّد التنفيذ ويمكن تطبيقها على طوبولوجيات مختلفة للتجهيزات.



الشكل G.8261/Y.1361/1.III – الوحدات الوظيفية داخل CES IWF

2.III معلومات التوقيت المنقولة عبر شبكات الطبقة

تتيح منهجية نمذجة شبكة الطبقة نقل المعلومات من طبقة العميل عبر شبكة طبقة مخدّم. وتُدعى المعلومات المحمولة المعلومات المميزة (CI)، وهي محددة لشبكة طبقة معينة وتختلف بالنسبة إلى شبكات الطبقة المختلفة. فالمعلومات المميزة لإشارة PDH، مثلاً، تتألف من معلومات المعطيات والميقاتية.

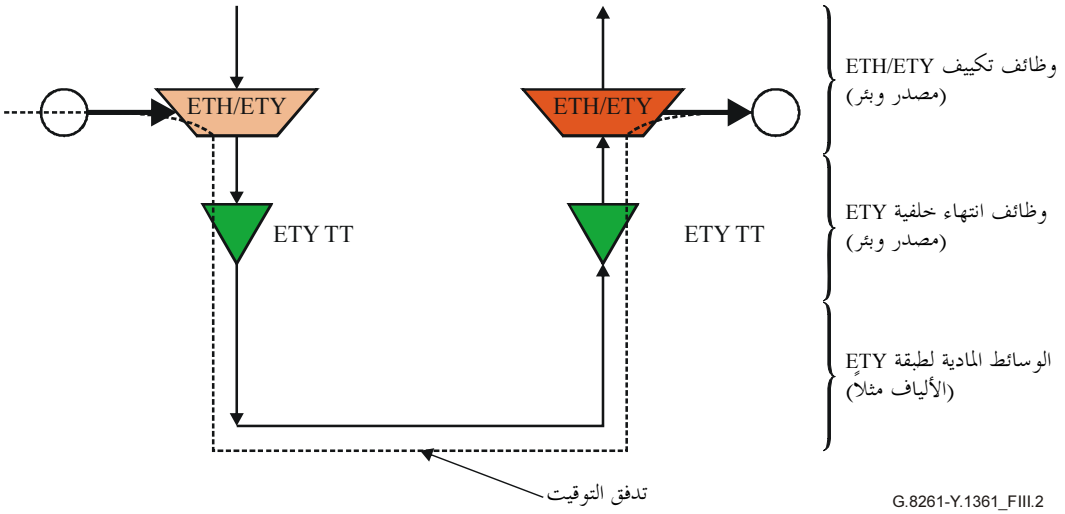
وفيما يتعلق بمعلومات الميقاتية، فإن لشبكة طبقة PDH وشبكة طبقة ETY معلومات توقيت كجزء من المعلومات CI بينما الأمر ليس كذلك بالنسبة لطبقة ETH. وتتألف المعلومات المميزة لإشارة PDH الداخلة إلى وظيفة IWF من معلومات المعطيات والميقاتية (ميقاتية الخدمة). وتنحصر وظيفة IWF في نقل معلومات المعطيات والميقاتية هذه.

وكما ذُكر أعلاه، تُستعمل وظائف التكييف لتكييف معلومات العميل المزمع نقلها عبر شبكة طبقة مخدّم. وفي هذه الحالة، يطلَق على معلومات CI لشبكة طبقة العميل هنا المعلومات المكيّفة (AI). وفي جميع الحالات، تستطيع شبكات طبقة المخدّم نقل جزء المعطيات من معلومات CI للعميل، لكن لا تستطيع كل شبكات طبقة المخدّم نقل معلومات التوقيت على نحوٍ متلازم مع خصائصها. وفي حالة كتلك، حيث يلزم نقل التوقيت، لا بد من وسائل بديلة للإمداد بالتوقيت.

وفيما يتعلق بشبكات طبقة مخدّم الرزم، تشرح هذه التوصية طريقتين الغرض منهما السماح بحمل معلومات توقيت إشارة PDH لطبقة العميل عبر شبكة طبقة مخدّم قائمة على الرزم. ويشرح القسم 9 آليات تفاضلية وتكييفية لإنجاز ذلك.

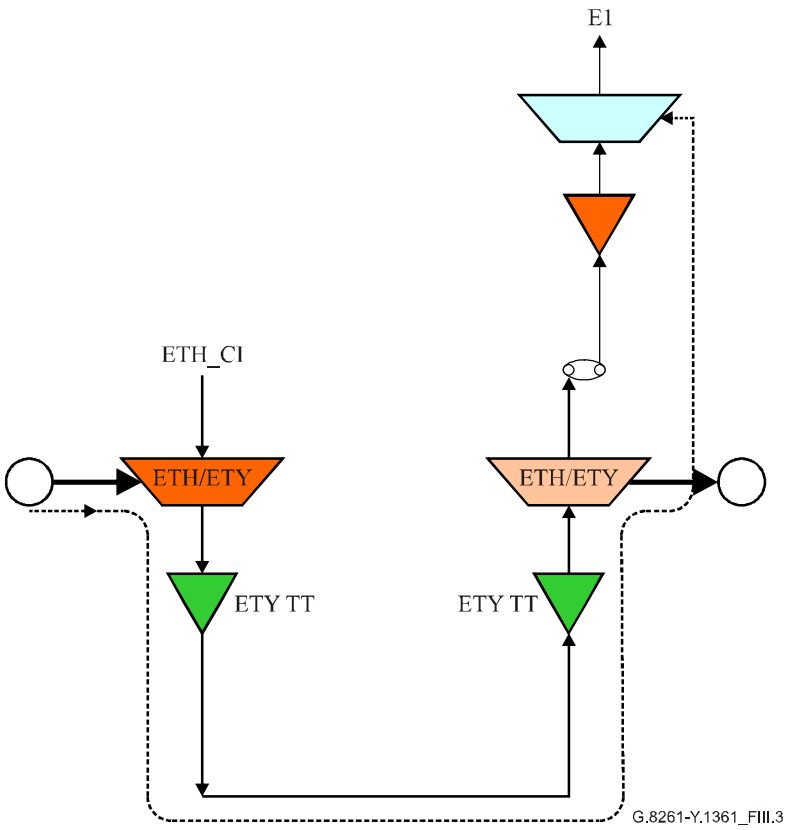
3.III النموذج الوظيفي لتوقيت الطبقة المادية للإثرنت

يبيّن الشكل 14 إمكانية توقيت وظيفة IWF عبر "السطح البيني المادي للرزمة". ومن حيث نموذج معمارية إثرنت، تُستعمل وظيفة انتهاء خلفية ETY ووظيفة تكييف ETH/ETY فقط. ويبيّن الشكل 2.III النموذج الوظيفي لوصلة من نقطة إلى نقطة، كما يبيّن تدفق التوقيت. ويتم الحصول على التوقيت لوظيفة تكييف ETH/ETY إما من مصدر خارجي أو من مذبذب داخلي حر التشغيل.



الشكل III.2/G.8261/Y.1361 – نموذج وظيفي لتوقيت إثرنت (الطبقة المادية للإثرنت المتزامن)

ويقدم الشكل 3.III مثالاً عن كيفية قيام توقيت الطبقة المادية بتوقيت وظيفة تكييف PDH/ETH البئرية.

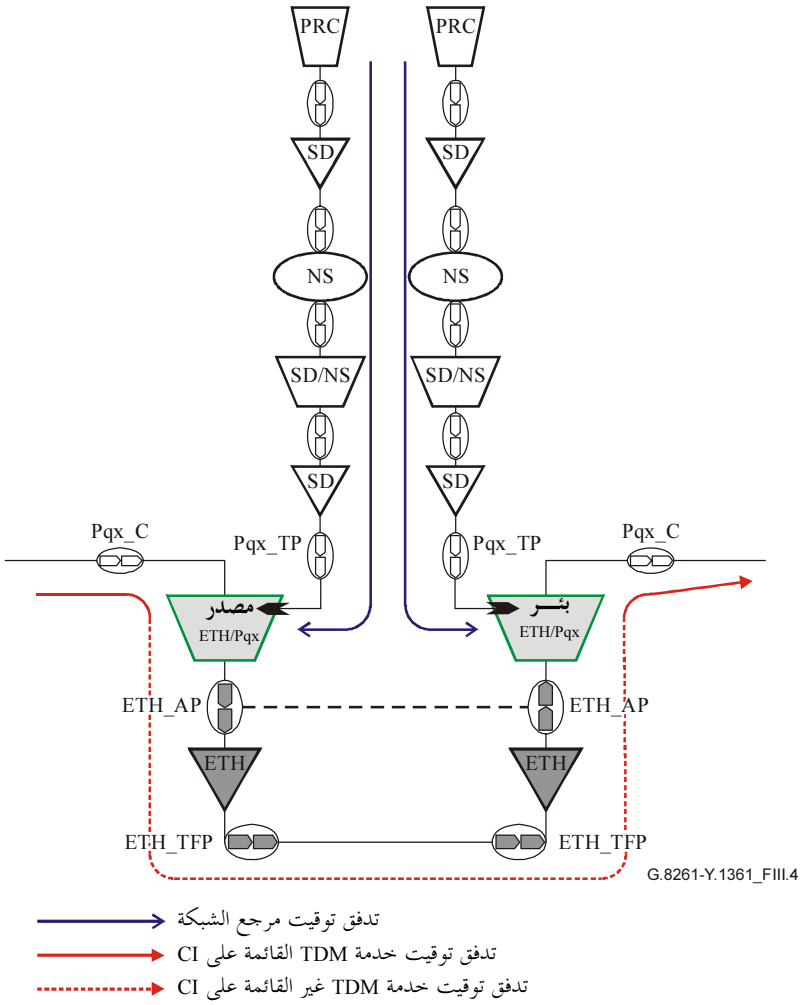


الشكل G.8261/Y.1361/3.III – مثال عن استعمال توقيت الطبقة المادية لإمداد وظيفة تكييف ETH/PDH بالتوقيت

4.III نموذج وظيفي للطرائق التفاضلية والتكييفية

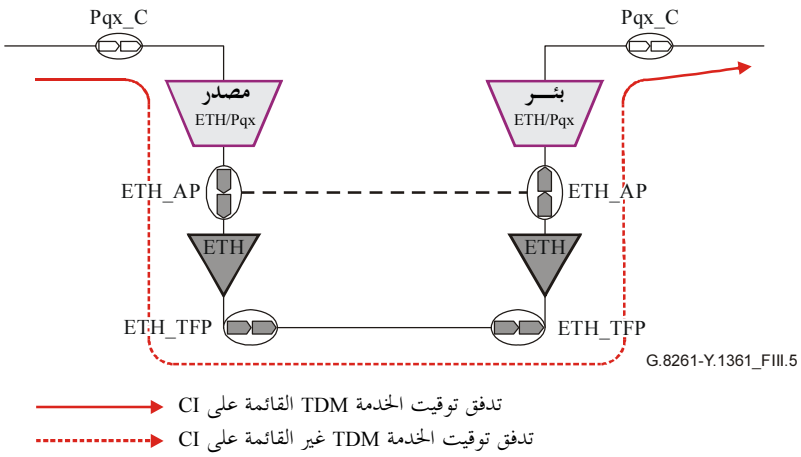
يرد في هذه التوصية شرح الآليات التفاضلية والتكييفية لنقل التوقيت استناداً إلى طرائق الرزمة. وفي كلتا الحالتين، تكمن هذه الوظائف في وظائف تكييف PDH/ETH (انظر الشكل 1.III). والفارق الرئيسي بين هاتين التقنيتين هو أن الطريقة التفاضلية تتطلب توريد مرجع توقيت إلى وظيفة PDH/ETH في البئر والمصدر معاً. وتعتمد الطرائق التكييفية عموماً على متوسط معدل استقبال الرزم على وظيفة IWF في البئر (يتحقق ذلك عادةً إما بقياس الوقت ما بين وصول الرزم أو برصد مستوى امتلاء الدارئ؛ ويمكن لبعض الآليات التكييفية لاسترجاع الميقاتية أن تستعمل خاتم التوقيت أيضاً) ومن ثم فهي لا تحتاج إلى التزود بمرجع خارجي. ويرد النموذجان الوظيفيان للطريقتين التفاضلية والتكييفية في الشكلين 4.III و5.III على التوالي.

ملاحظة – في هذا التذييل، يتم تحديد وظيفتين منفصلتين للتوقيت التفاضلي والتكييفي بما يتيح التنفيذ بمرونة.



الشكل G.8261/Y.1361/4.III – النماذج الوظيفية للتوقيت التفاضلي

في حالة الأسلوب التفاضلي، يتم تغذية وظيفتي IWF للمصدر والبئر معاً (وظيفتا تكييف ETH/Pqx) بميقاتية مرجع يعود أصله لميقاتية PRC (تدفقا التوقيت الزرقاوان). ففي وظيفة IWF للمصدر، يُشفَّر الفارق بين توقيت الخدمة (تدفق التوقيت الأحمر المتصل) والمرجع الخارجي في صورة أختام للتوقيت. وتُنقل هذه المعلومات عبر شبكة إثرنت (تدفق التوقيت الأحمر المتقطع). لذا يعتبر المرجع نفسه (الذي يعود أصله لميقاتية PRC) ضرورياً عند كل من الطرفين.



الشكل G.8261/Y.1361/5.III – النماذج الوظيفية للتوقيت التكييفي

وفي حالة الأسلوب التكييفي، يعتمد استرجاع الميقاتية عند طرف التزامن على متوسط معدل استقبال الرزم على وظيفة IWF في البئر، والذي يتحقق ذلك عادةً إما بقياس الوقت ما بين وصول الرزم أو بمراقبة مستوى امتلاء الدارئ (يمكن لبعض الآليات التكييفية لاسترجاع الميقاتية أن تستعمل أختام التوقيت أيضاً). ومن ثم ففي أسلوب توزيع التوقيت هذا، لا توجد ضرورة لاستعمال مرجع خارجي.

وتحتاج تفاصيل وظائف الطريقتين التكييفية والتفاضلية للمزيد من الدراسة.

التذييـــل IV

ملامح التزامن عند حافة الشبكة

1.IV متطلبات التزامن لمحطات قاعدة GSM وWCDMA وCDMA2000

يمكن العثور على متطلبات التوقيت القابلة للتطبيق على السطح البيني الراديوي للنظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM في المواصفة الفنية [B3] TS 145 010 للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ETSI. والمتطلب الأساسي هو تحقيق دقة تردد 50 ppb على السطح البيني الراديوي.

كما يمكن العثور على متطلبات التوقيت القابلة للتطبيق على السطح البيني الراديوي لنفاذ WCDMA في المواصفات الفنية TS 125 104 (أسلوب الازدواج بتقسيم التردد (FDD)) [B4] وTS 125 105 (أسلوب الازدواج بتقسيم الوقت (TDD)) [B5]. كما يعتبر المتطلب الأساسي بالنسبة لنفاذ WCDMA كذلك هو تحقيق دقة تردد 50 ppb على السطح البيني الراديوي.

ولتحقيق هذا المتطلب الأساسي، فإن الهيكل والمعايير القابلة للتطبيق بالنسبة إلى الطبقة 1 في دخل محطة مرسل القاعدة BTS\ العقدة B مقدمة في المواصفات التقنية [B10] TS 100 594 بالنسبة إلى GSM، و[B6] TS 125 402 و[B10] TS 125 431 بالنسبة إلى WCDMA.

ويُعبَّر عن متطلبات التزامن على إشارات الدخل بمعلومية أقنعة جنوح الخرج المقدمة في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824 وإمكانية اقتفاء الأصل إلى مصدر PRC.

وتفرض المواصفة التقنية [B6] TS 125 402 متطلبات إضافية على دقة الطور في أسلوب WCDMA TDD: يتمثل هذا المتطلب في ألاّ يتجاوز فرق الطور النسبي بين عقد B قيمة 2,5 µs.

وتجدر الإشارة إلى أنه في حالة شبكة النفاذ الراديوية WCDMA GSM، لا توجد متطلبات دقة ترددية على هذا القدر من التشدد بالنسبة للحد من معدّل الانزلاق.

وحقيقة ما يحدث في مثل هذه الحالات هو أنه يتم تخزين مستعمل وحيد في دارئ كبير نسبياً (من 10 إلى 30 ms)، وبافتراض أيضاً دقة تردد 50 ppb، ستُفقد المعطيات (الدارئ فارغ أو ممتلئ) بعد انقضاء أوقات طويلة أطول بكثير مقارنةً بعناصر شبكة التبديل الكلاسيكية حيث الدارئات التي تتناول المعطيات تكون أصغر بكثير (125 µs).

ومعيار CDMA2000 ذو الصلة هو 3GPP2 C.S0010-B. وفيما يتعلق بمتطلبات التزامن، ينص هذا المعيار على:

- يتعيّن أن يكون التوقيت في محطة القاعدة ضمن 10 µs من التوقيت العالمي المنسق UTC؛
- أن يكون متوسط فرق التردد بين تردد الموجة الحاملة لإرسال CDMA والتخصيص المحدد لتردد إرسال CDMA يتعيّن أن يقلّ عن ± 50 ppb.

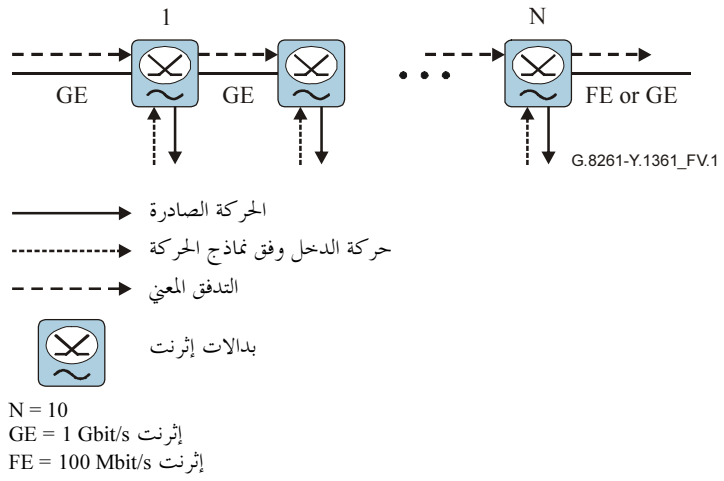
وفضلاً عن ذلك، ووفقاً لمواصفة 3GPP2 C.S0002-B، وبغية دعم وقت نظام CDMA، يكون مرجع جميع الإرسالات الرقمية لمحطة القاعدة مقياساً زمنياً مشتركاً على امتداد نظام CDMA. ويستعمل المقياس الزمني هذا المقياس الزمني خاصة النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) الذي يعود أصله إلى، ويتزامن مع، التوقيت العالمي المنسق UTC .

التذييـــل V

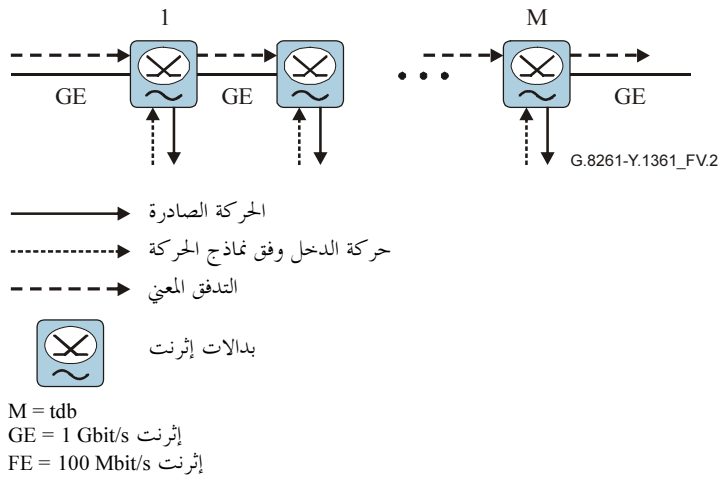
نماذج مرجع شبكات الرزم

يرد في الأشكال التالية نماذج مرجع شبكة الرزم المستعملة في تصوير أداء شبكات الرزم من حيث تغيّرات تأخير الرزمة: يتعلق النموذج A في الشكل 1.V بالتطبيقات التي تفرض متطلبات تأخير وتغيّر تأخير متشددة جداً؛ أما النموذج B في الشكل V.2 فهو يشير إلى سيناريوهات تفرض متطلبات تغيّر تأخير رزم أقل تشدداً.

ولا توضّح هذه النماذج الكيفية التي يتعيّن تصميم شبكات الرزم بها. ويتمثل الغرض من هذه النماذج في التوصل إلى فهم عام لخصائص شبكات الرزم النمطية.



الشكل G.8261/Y.1361/1.V – النموذج A لمرجع شبكة الرزم (شبكة إثرنت مبدلة)



الشكل G.8261/Y.1361/2.V – النموذج B لمرجع شبكة الرزم (شبكة إثرنت مبدلة)

ملاحظة 1 – بالنسبة إلى عدد بدالات إثرنت ("M") في الشكل 2.V، ثمة توافق عام على أن 20 هو رقم معقول. ويتوجب تأكيد ذلك.

ملاحظة 2 – يمكن النظر في وصلات 10 Gbit/s في النماذج الجديدة.

وقد تم أخذ الحالات التالية في الاعتبار:

- السيناريو 1: شبكة إثرنت مبدلة – أقصى جهد مع التزويد الزائد (صف انتظاري واحد)؛
- السيناريو 2: شبكة إثرنت مبدلة – جودة الخدمة وفق المعيارين IEEE 802.1q, IEEE 802.1p (صفّان انتظاريان على الأقل، أحدهما مخصص لتناول معطيات الوقت الفعلي والاصطفاف الانتظاري العادل المرجّح (WFQ)، نظام سلوك)؛
- السيناريو 3: شبكة إثرنت مبدلة – جودة الخدمة وفق المعيارين IEEE 802.1q, IEEE 802.1p (مع تخصيص صف انتظاري واحد لمعالجة المعطيات المستعملة من أجل استرجاع التوقيت، مثل أختام التوقيت).

ملاحظة 3 – يتمثّل أحد النهج البسيطة لفهم قابلية تطبيق نماذج الشكلين 1.V و2.V في تحديد صنفين رئيسيين من سيناريوهات الشبكة: شبكة أساسية يمكن استعمالها أيضاً لتقديم خدمات في شبكة النفاذ (تأجير عرض النطاق مثلاً)، وشبكة مخصصة للنفاذ. ويمكن أن يكون النموذج B (الشكل 2.V) نموذجاً مرجعياً يُطبَّق بالدرجة الأولى على النوع الأول من شبكة الرزم (الأساسية)، في حين أن النموذج A (الشكل 1.V) يمكن أن يكون نموذجاً مرجعياً يُطبَّق بصفة أساسية على شبكة نفاذ (مثل شبكة نفاذ لاسلكية).

ومعنى ذلك بوجه عام (في معظم الحالات)، فيما يتعلق بالنماذج الموصوفة في القسم 7، أن جزيرة CE في الحالتين 1 و3 يمكن تحديدها بالنموذج B لمرجع شبكة الرزم، في حين أن جزيرة CE في الحالة 2 يمكن تحديدها بالنموذج A لمرجع شبكة الرزم. وتتمثل الحالة الثالثة عندما يقوم مشغّل بتأجير لعرض النطاق بغية توصيل نقطتين طرفيتين موصولتين عبر بدالتي إثرنت (مثل عرض نطاق 100 Mbit/s مضمون عبر نقل 1 Gbit/s). ويمكن في هذه الحالة أيضاً استعمال النماذج الواردة في هذا التذييل. وبوجود الاتفاق المناسب لمستوى الخدمة بين العميل ومشغّل شبكة الإثرنت، يمكن افتراض أن الحركة المتداخلة في العقد الوسيطة حركة ذات أولوية منخفضة. ويمكن لاتفاق مستوى الخدمة SLA في هذه الحالة أن يضمن عرض النطاق ويزيد من الأولوية لأن كليهما عنصر رئيسي لأي اتفاق SLA على مستوى عال، مثل الاتفاق الذي يحتاج إله مشغّلو الخلوي من مورّدي الإثرنت. ومن ثم يمكن اعتبار ذلك سيناريو لخصائص تناول الحركة بين السيناريوهين 2 و3. وبالتالي يمكن تحقيق أداء أفضل عادةً من حيث النتائج المتوقعة عند تأجير عرض نطاق في شبكة الرزم مقارنةً بالسيناريوهين 1 و2.

وفيما يلي الشروط التي تُعتبر أساساً لتمييز شبكة الرزم:

- حمولة الحركة: 60% سكونية؛
- معدّل الرزم: 10 رزم بالثانية؛
- فترات الرصد: 60 دقيقة؛
- نماذج الحركة وفق التذييل VI؛
- طول الرزمة: 90 أثمونا.

ويمكن أيضاً النظر في خصائص إشارات 2 Mbit/s فيما يتعلق بالشروط المدرجة أعلاه: أي الرزم ذات حمولة نافعة تبلغ 256 أثمونا ومعدل رزم قدره 1000 ps.

واستناداً إلى النماذج أعلاه، تصف المعلمات الواردة في الجدول 1.V السلوك النمطي لشبكة الرزم في الحالات المختلفة:

الجدول G.8261/Y.1361/1.V – معلمات لنماذج الشبكة ذات الصلة

نموذج الشبكة		متوسط التأخير (µs)	الحد الأدنى من التأخير + عتبة[أ] (x%) (µs)
النموذج A	السيناريو 1	1400	(%95) 1700 + 800 (%50) 800 + 800 (%10) 20 + 800 (%1) 1 + 800
	السيناريو 2	يتطلب المزيد من الدراسة	يتطلب المزيد من الدراسة
	السيناريو 3	يتطلب المزيد من الدراسة	يتطلب المزيد من الدراسة
النموذج B	السيناريو 1	يتطلب المزيد من الدراسة	يتطلب المزيد من الدراسة
	السيناريو 2	يتطلب المزيد من الدراسة	يتطلب المزيد من الدراسة
	السيناريو 3	يتطلب المزيد من الدراسة	يتطلب المزيد من الدراسة
[أ] هذه القيمة هي التغيّر الأقصى للتأخير بالنسبة إلى x% من الرزم (95% و50% و10% و1% هي القيم المرجعية)			

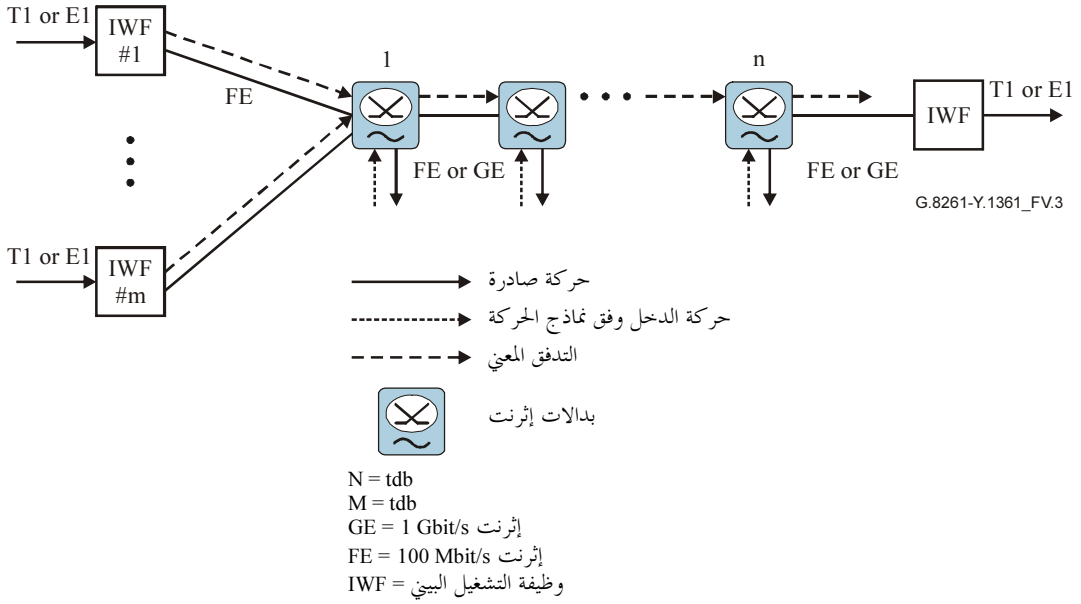
ملاحظة 4 – تستند القيم إلى تشكيل لوصلات 100 Mbit/s فقط. وهذا يوفر سيناريو متحفظ، خاصة للرزم ذات التغيّر الأعلى في التأخير. وثمة حاجة للمزيد من العمل لتأكيد الجدول واستكماله.

وترد في التذييل VI، تفاصيل حالات الاختبار اللازمة لاختبار الشبكة أيضاً في الشروط اللاسكونية أو حالات الأعطال.

ويمكن استعمال معدلات رزم مختلفة لاختبار مختلف التطبيقات وتحسين أداء خوارزميات الترشيح (ويتعلق ذلك بالطرائق التكييفية، أو بشكل أكثر تعميماً عندما يكون التزامن محمولاً عبر الرزم).

ملاحظة 5 – ينبغي أخذ التوزيع الطيفي في الاعتبار عند تصوير شبكات الرزم. ويتطلب هذا البند المزيد من الدراسة.

ملاحظة 6 – يخضع تعريف السيناريوهات الأخرى للدراسة. وينبغي لهذه النماذج أن تسمح بدراسة سيناريوهات الشبكة الأخرى الهامة (من قبيل كثافة الحركة التي تشكل حالات اختناق على النحو المبين في الشكل 3.V).



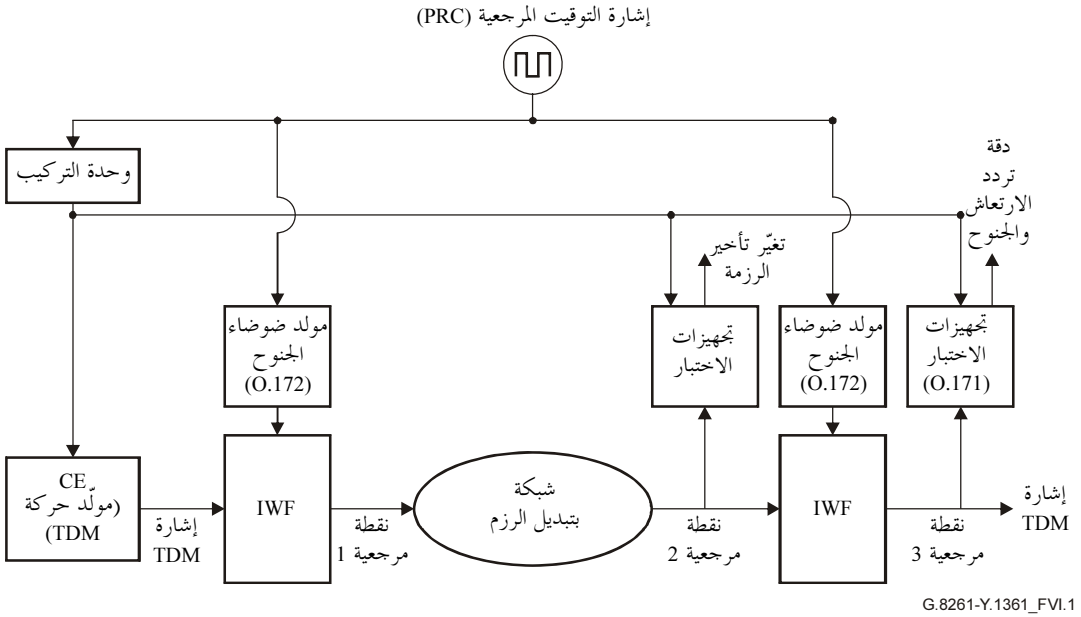
الشكل G.8261/Y.1361/3.V – تشكيل الاختناق

التذييـــل VI

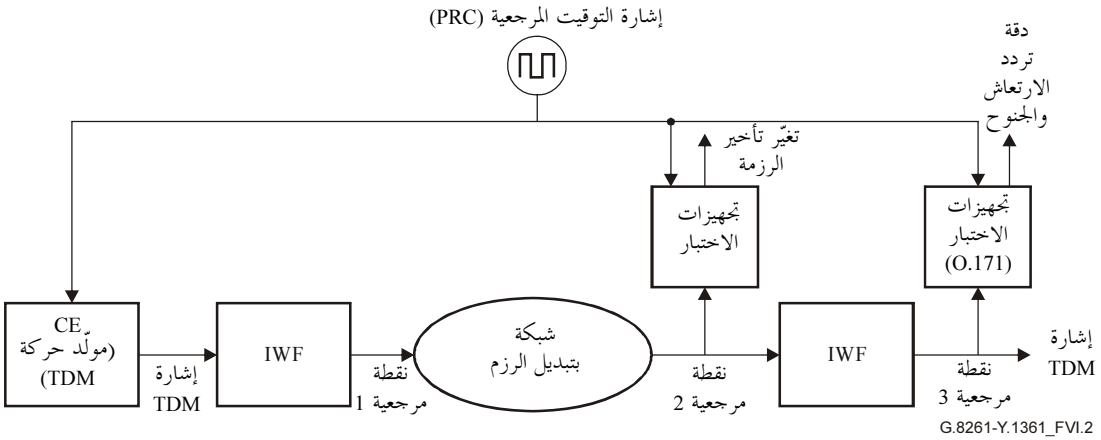
المبادئ التوجيهية للقياس

1.VI نقاط مرجعية قياس

ترد النقاط المرجعية للقياس في الشكل 1.VI (طريقة استرجاع الميقاتية التفاضلية) والشكل 2.VI (طريقة استرجاع الميقاتية التكييفية). ويقدم هذان الشكلان اثنين من أكثر السيناريوهات علاقة بعملية الاختبار. وقد تتحدد سيناريوهات إضافية في طبعات مستقبلية من هذه التوصية.



الشكل G.8261/Y.1361/1.VI – نقاط المرجعية للقياس في طريقة استرجاع الميقاتية التفاضلية



ملاحظة – تُستعمل إشارة التوقيت المرجعية (PRC) لتمثل ميقاتية خدمة TDM.

الشكل G.8261/Y.1361/2.VI – نقاط القياس المرجعية في طريقة استرجاع الميقاتية التكييفية

ملاحظة 1 – يتم دمج "مولد ضوضاء الجنوح" الوارد في الشكل 1.VI لمحاكاة الضوضاء التي تولدها شبكة التزامن (على النحو الموصوف في التوصية ITU-T O.172). وينبغي أن يتطابق مولد ضوضاء الجنوح مع السطح البيني للتزامن حسب توصيفه في التوصيتين ITU-T G.824 وITU-T G.823.

ملاحظة 2 – تتمثل الحاجة إلى وحدة التركيب في الشكل 1.VI في تغيير تردد إشارات TDM اللامتزامنة (ضمن الحدود الواردة في التوصية G 703).

ملاحظة 3 – يضم هذا التذييل مجموعة من الاختبارات لتقييم أداء استرجاع الميقاتية التكييفية تحت مختلف أنواع طوبولوجيات الشبكة، وخصائص وانحطاطات الحركة. بيد أن الاختبارات المحددة هنا لا تحيط بجوانب الموضوع بالكامل ولا تغطي كل الانحطاطات المحتملة التي يمكن أن تسببها شبكة الرزم. وقد يتم تحديد المزيد من الاختبارات مستقبلاً، من قبيل:

- استرجاع الميقاتية مع وجود تجمع للوصلات على النحو المذكور في التوصية 802.1ad؛
- استرجاع الميقاتية مع وجود جودة الخدمة QoS؛
- استرجاع الميقاتية مع وجود تحكم في التدفق مثل أرتال التوقف المذكورة في سلسلة التوصيات 802.3x.

ملاحظة 4 – لا تزال هناك حاجة إلى تحديد اختبارات لاسترجاع الميقاتية التفاضلية.

ملاحظة 5 – ترد منهجيات القياس للإشارات اللاتزامنية في التذييل II من التوصية G.813.

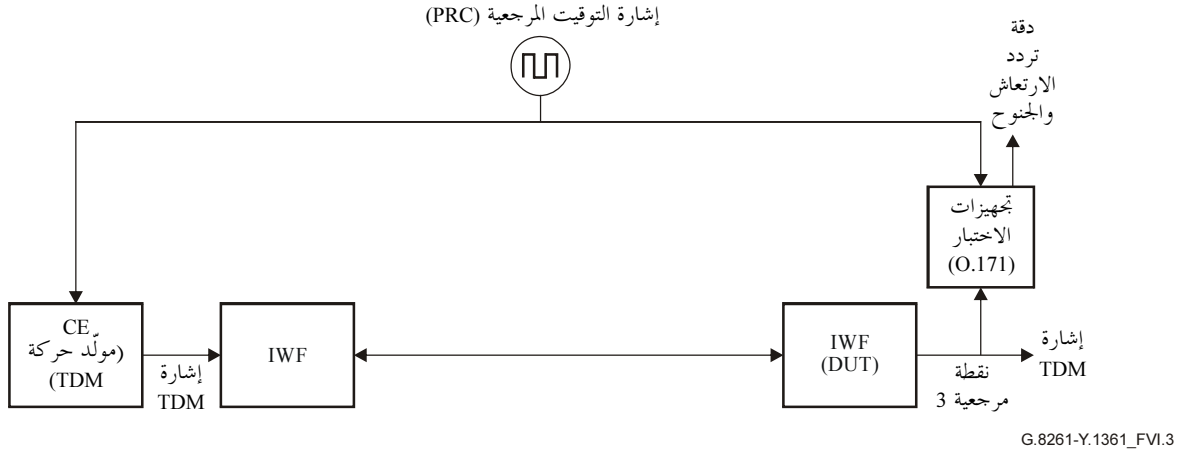
2.VI طوبولوجيات الاختبار

تتضمن طوبولوجيات الاختبار المشروحة في هذه الفقرة طرائق لاختبار طرائق التزامن المطبقة على هذه التوصية.

وتم تحديد هذه الاختبارات في بيئة متحكم بها (أي ليس ميدانياً).

1.2.VI اختبار خط الأساس

يبين الشكل 3.VI طوبولوجيا اختبار خط الأساس.



ملاحظة – تُستعمل إشارة التوقيت المرجعية (PRC) لتمثل ميقاتية خدمة TDM.

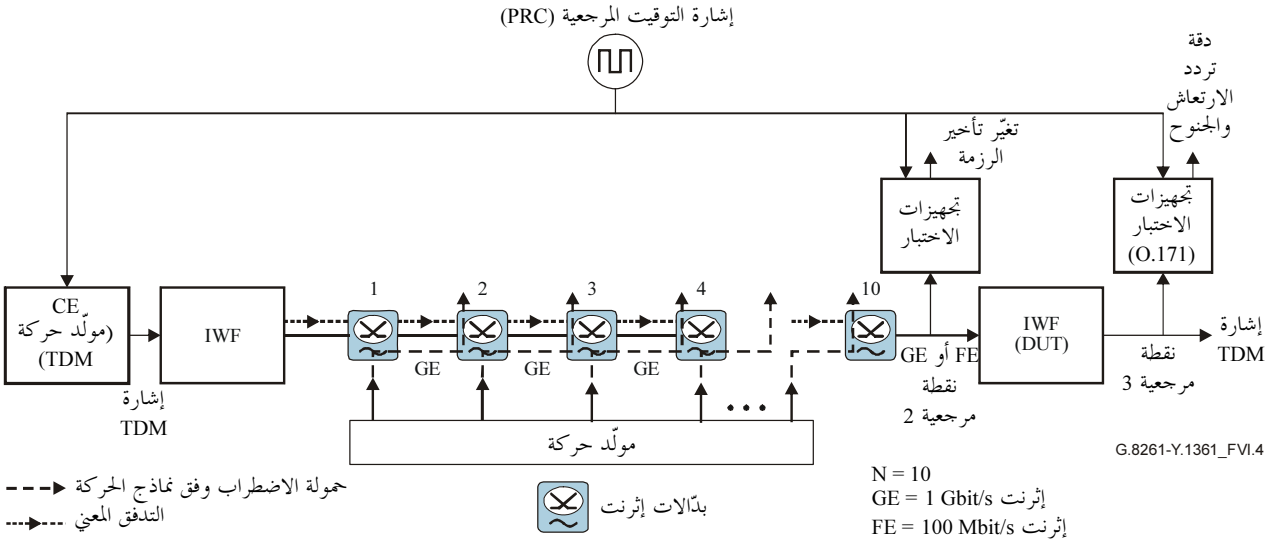
الشكل G.8261/Y.1361/3.VI – طوبولوجيا اختبار خط الأساس

ينبغي إجراء اختبار خط الأساس في ظل الشروط التالية:

- عدم وجود حمولة رزم؛
- القياسات الخاصة بالاختبار:
  - قياس TIE وMTIE وMRTIE (على النحو الموضح في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824)؛
  - قياس دقة التردد (تعتمد قيمة وقت تكامل قياس دقة التردد على التجهيزات الطرفية ذات الصلة)؛
  - ينبغي أن يفي الأداء بحدود الشبكة للحالات ذات الصلة على النحو المحدد في القسم 7.

2.2.VI اختبار الأداء

اختبار الأداء مماثل للاختبار الوارد في النموذج A، في التذييل V، الذي يتألف من بدالات إثرنت 10 غيغا بتة أو بدالات إثرنت 9 غيغا بتة ومن بدالة إثرنت واحدة سريعة. ويبين الشكل 4.VI طوبولوجيا الاختبار هذه



ملاحظة – تُستعمل إشارة التوقيت المرجعية (PRC) لتمثل ميقاتية خدمة TDM.

الشكل G.8261/Y.1361/4.VI – طوبولوجيا اختبار الأداء

يجب فحص الجهاز الخاضع للاختبار DUT من أجل استقرار التشغيل خلال الأحداث المعوقة التي قد تتسبب بتعطل التزامن أو الخروج عن المواصفة. ويتم إجراء حالات الاختبار من 1 إلى 6 لفحص الجهاز DUT في ظل تغيّر الحمل وتغييرات الشبكة وخسارة الرزمة.

وبالنسبة إلى كل حالة من حالات الاختبار الواردة في الفقرات من 2.2.2.VI إلى 7.2.2.VI، ينبغي إجراء القياسات التالية:

- قياس TIE وMTIE وMRTIE (على النحو الموضح في التوصيتين ITU-T G.823 وITU-T G.824)؛
- قياس دقة التردد (تعتمد قيمة وقت تكامل قياس دقة التردد على التجهيزات الطرفية ذات الصلة)؛
- قياس التغيّر في تأخير الرزمة.

وينبغي أن يفي الأداء بحدود الشبكة للحالات ذات الصلة على النحو المحدد في القسم 7.

ملاحظة – يوفر التشكيل الخاص بالاختبار الموصوف في الشكل 4.VI نقطة البداية لسيناريو اختبار موحد.

غير أنه لتبسيط تنفيذ بيئة الاختبار لإزالة خطر الحصول على نتائج مختلفة مع اختلاف التكنولوجيات المستعملة في بدالات الإثرنت، يجري البحث في مقترح لاستبدال المواصفة المحددة في الشكل 4.VI بتشكيل اختباري جديد يُستحدث بموجبه التغيّر في التأخير بواسطة جهاز اختبار ذي مظهر جانبي لتغيّر التأخير كدخل، بدلاً من بدالات الإثرنت ومولّد الحركة.

ويمكن التعبير عن هذا المظهر الجانبي لتغيّر التأخير بموجب "متجهات اختبار" لتغيّر التأخير (تتابع الاختبار) بفترات تبلغ 15 دقيقة و60 دقيقة و24 ساعة. ويتم التعبير عن تغيّر التأخير بالاستبانة المناسبة للتوقيت.

وتستند تتابعات الاختبار إلى النتائج المستقاة من الاختبارات المؤداة باستعمال طوبولوجيا الاختبارات على النحو الموضح في الشكل 4.VI.

1.2.2.VI خصائص حركة الدخل

يتم تحديد نمطين من نماذج الحركة المعوقة، على النحو الوارد في الفقرتين 1.1.2.2.VI و2.1.2.2.VI، للتمكن من تفسير مختلف أنماط الحركة في الشبكة والنهوض بأعبائها.

وتكمن الغاية من النموذج 1 لحركة الشبكة في نمذجة الحركة في شبكة النفاذ حيث غالبية الحركة عبارة عن صوت. بينما الغاية من النموذج 2 لحركة الشبكة هي نمذجة الحركة على الشبكات حيث غالبية الحركة عبارة عن معطيات.

وتجدر الإشارة إلى أن حركة CES تأتي جنباً إلى جنب مع الحركة المعوقة.

1.1.2.2.VI النموذج 1 لحركة الشبكة

تتألف حركة النفاذ، طبقاً للمشروع 3GPP، من إشارات كلامية (صوت)، وتدفقات (سمعية–فيديوية)، وتفاعلية (من قبيل بروتوكول نقل النص الموسوعي http)، وخلفية (خدمة الرسائل القصيرة sms، والبريد الإلكتروني). ومن المعروف أن نحو 80% إلى 90% من الحركة في أي شبكة لاسلكية تكون كلامية، بمدة نداء تتراوح في المتوسط من دقيقة واحدة إلى دقيقتين. وللتمكن من نمذجة هذه الحركة، ينبغي أن يكون 80% من الرزم رزماً ثابتة ذات معدل بتات ثابت وصغيرة الحجم، وأن يكون 20% من الرزم خليطاً من الرزم ذات الحجم المتوسط والأقصى.

ويكون المظهر الجانبي لحجم الرزمة:

- يكون 80% من الحمولة رزماً ذات حجم أدنى (64 أثمونًا)؛
- يكون 15% من الحمولة رزماً ذات حجم أقصى (1518 أثمونًا)؛
- يكون 5% من الحمولة رزماً ذات حجم متوسط (576 أثمونًا).

وتظهر الرزم ذات الحجم الأقصى على رشقات تدوم ما بين 0,1 ثانية إلى 3 ثواني.

2.1.2.2.VI النموذج 2 لحركة الشبكة

تشكل الرزم الأكبر من تلك الخاصة بالنموذج 1 الشبكة التي تتناول المزيد من حركة المعطيات. وللتمكن من نمذجة هذه الحركة، ينبغي أن يكون 60% من الرزم رزماً ذات حجم أقصى، وأن يكون 20% من الرزم خليطاً من الرزم ذات الحجمين المتوسط والأدنى.

ويكون المظهر الجانبي لحجم الرزم كالتالي:

- يكون 60% من الحمولة رزماً ذات حجم أقصى (1518 أثمونًا)؛
- يكون 30% من الحمولة رزماً ذات حجم أدنى (64 أثمونًا)؛
- يكون 10% من الحمولة رزماً ذات حجم متوسط (576 أثمونًا).

وتظهر الرزم ذات الحجم الأقصى على رشقات تدوم ما بين 0,1 ثانية إلى 3 ثواني.

2.2.2.VI حالة الاختبار 1

تقوم حالة الاختبار 1 بنمذجة حمولة الرزمة "السكونية"، ويجب أن تستعمل هذه الحالة الشروط التالية للشبكة:

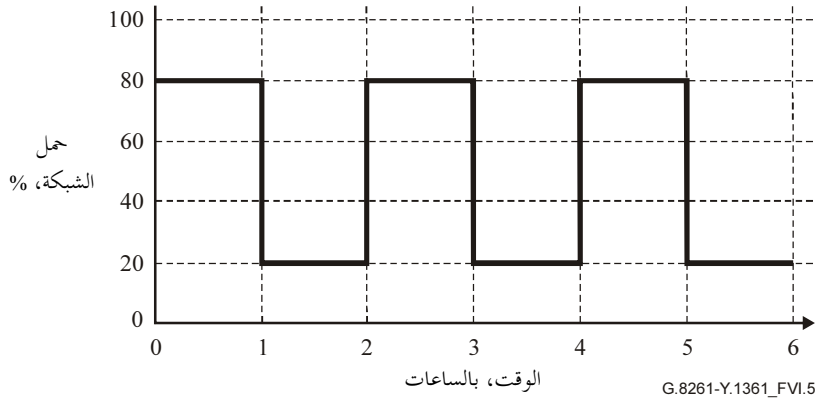
- حمولة إعاقة شبكة بنسبة 80% لمدة ساعة واحدة بافتراض أن عملية استرجاع الميقاتية في الحالة المستقرة. ويسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية قبل إجراء القياسات. ويتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 2 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 2.1.2.2.VI.

3.2.2.VI حالة الاختبار 2

تقوم حالة الاختبار 2 بنمذجة التغييرات الدائمة في حمولة الشبكة. وهي تظهر الاستقرار إثر تغييرات كبيرة مفاجئة في ظروف الشبكة، وتبيِّن أداء الجنوح مع وجود تغيّر في تأخير الرزم PDV منخفض التردد.

ويجب أن تستعمل حالة الاختبار 2 الشروط التالية للشبكة:

- يتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 1 لحركة الشبكة على النحو الوارد في الفقرة 1.1.2.2.VI.
- يسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية قبل إجراء القياسات.
- يتم البدء بحمولة إعاقة شبكة بنسبة 80% لمدة ساعة واحدة، ثم تخفض إلى 20% لمدة ساعة أخرى، ثم تزاد النسبة ثانية إلى 80% لمدة ساعة، ثم تخفض تارةً أخرى إلى 20% لمدة ساعة، ثم تزاد ثانية إلى 80% لمدة ساعة، وتخفض إلى 20% لمدة ساعة (انظر الشكل 5.VI).



الشكل G.8261/Y.1361/5.VI – تشكيل حمولة إعاقة مفاجئة للشبكة

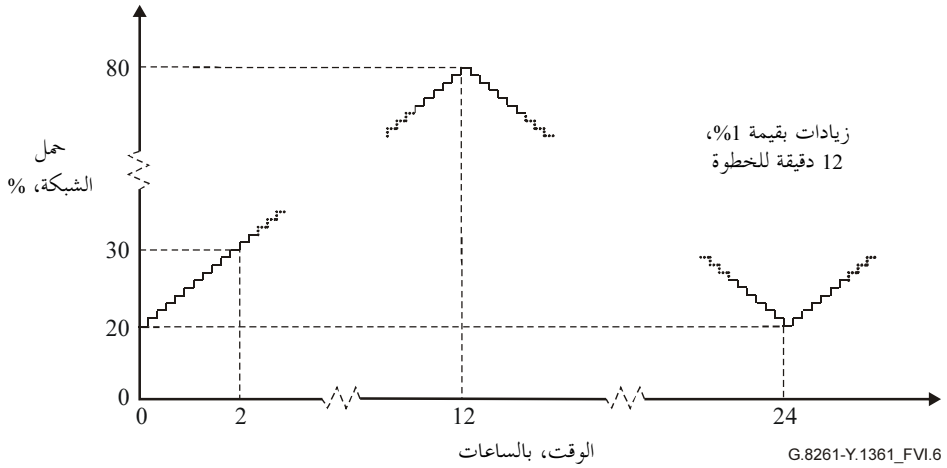
- يعاد الاختبار باستعمال النموذج 2 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 2.1.2.2.VI من أجل تحميل الشبكة.

4.2.2.VI حالة الاختبار 3

تقوم حالة الاختبار 3 بنمذجة التغيير البطيء في حمولة الشبكة عبر مقياس زمني طويل جداً. وهي تبيِّن الاستقرار مع التغييرات البطيئة جداً في ظروف الشبكة، وتبيِّن كذلك أداء الجنوح مع وجود تغيّر تأخير رزم PDV ذي تردد منخفض جداً.

ويجب أن تستعمل حالة الاختبار 3 الشروط التالية للشبكة:

- يتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 1 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 1.1.2.2.VI.
- يسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية قبل إجراء القياسات.
- يتم تغيير حمولة إعاقة الشبكة بسلاسة من 20% إلى 80% وبالعكس على مدار فترة قدرها 24 ساعة (انظر الشكل 6.VI).



الشكل G.8261/Y.1361/6.VI – تشكيل حمولة الشبكة البطيئة

- يُعاد الاختبار باستعمال النموذج 2 لحركة الشبكة كما هو محدد في الفقرة 2.1.2.2.VI من أجل تحميل الشبكة.

5.2.2.VI حالة الاختبار 4

تقوم حالة الاختبار 4 بنمذجة انقطاعات الشبكة المؤقتة والاسترجاع لفترات متفاوتة من الوقت. وهي تبيِّن القدرة على الاستمرار بعد انقطاعات الشبكة والاسترجاع بعد الاستعادة. وتجدر الإشارة إلى أن خطأ MTIE خلال انقطاع 1000 ثانية ستتحكم فيه بشكل كبير جودة المذبذب المحلي، ولا ينبغي أخذه كمؤشر على جودة عملية استرجاع الميقاتية.

يجب أن تستعمل حالة الاختبار 4 الشروط التالية للشبكة:

- يتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 1 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 1.1.2.2.VI.
- يتم البدء بحمولة إعاقة شبكة بنسبة 40%. وبعد فترة استقرار وفق التذييل II، يلغى توصيل الشبكة لمدة 10 ثوان، ويُسترجع التوصيل بعدها. ويسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية. وتكرر هذه العملية بانقطاعات شبكة مدتها 100 ثانية.
- يُعاد الاختبار باستعمال النموذج 2 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 2.1.2.2.VI.من أجل تحميل الشبكة.

6.2.2.VI حالة الاختبار 5

تقوم حالة الاختبار 5 بنمذجة الازدحام المؤقت والاستعادة لفترات متفاوتة من الوقت. وهي تبيِّن القدرة على الاستمرار بعد ازدحام مؤقت في شبكة الرزم.

ويجب أن تستعمل حالة الاختبار 5 الشروط التالية للشبكة:

- يتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 1 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 1.1.2.2.VI.
- يتم البدء بحمولة إعاقة شبكة بنسبة 40%. وبعد فترة استقرار وفق التذييل II، يتم زيادة حمولة إعاقة الشبكة إلى 100% (وهو ما يُحدِث تأخيرات شديدة وخسارة رزم) لمدة 10 ثوان، يتم الاسترجاع بعدها. ويسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية. وتعاد الكرّة بفترة ازدحام مدتها 100 ثانية.
- يُعاد الاختبار باستعمال النموذج 2 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 2.1.2.2.VI.

7.2.2.VI حالة الاختبار 6

تقوم حالة الاختبار 5 بنمذجة تغييرات التسيير.

ويجب أن تستعمل حالة الاختبار 6 الشروط التالية للشبكة:

- يتم تغيير عدد البدالات بين الأجهزة تحت الاختبار DUT، مسبباً تغيير تدريجي في تأخير شبكة الرزم.
  - يتعيّن على الرزم التي ستحمّل الشبكة استعمال النموذج 1 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 1.1.2.2.VI.
  - يتم البدء بحمولة إعاقة شبكة بنسبة 40%. وبعد فترة استقرار وفق التذييل II، يعاد تسيير الشبكة لتجنب بدالة واحدة. ويسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية. وبعدها يتم استعادة المسير الأصلي.
  - يتم البدء بحمولة إعاقة شبكة بنسبة 40%. وبعد فترة استقرار وفق التذييل II، يعاد تسيير الشبكة لتجنب خمس بدالات. ويسمح بفترة استقرار وفق التذييل II كي تستقر عملية استرجاع الميقاتية. وبعدها يتم استعادة المسير الأصلي.
- يُعاد الاختبار باستعمال النموذج 2 لحركة الشبكة على النحو المحدد في الفقرة 2.1.2.2.VI من أجل تحميل الشبكة.

التذييـــل VII

حدود الجنوح في حالة النشر 1

1.VII الحدود للسطح البيني 2048 kbit/s

تم حساب الجدول 1 استناداً إلى الاعتبارات التالية، طبقاً للملحق A من التوصية G.823،.

ويمكن تقسيم ميزانية الجنوح إلى 3 مكونات رئيسية:

- الجنوح اليومي؛
- تقابل لا تزامني للمعدل 2048 kbit/s؛
- الجنوح الناجم عن ضوضاء الميقاتية وفتراتها الانتقالية.

الجنوح اليومي

ليس من سبب لتغييره، واتساعه صغير: 1 µs.

تقابل لا تزامني للمعدل 2048 kbit/s

استُعمل قانون جذر متوسط التربيع RMS لحساب تراكم 2UI لكل جزيرة، وستراكم 3 جزر ما مقداره 2UI* √3، أي 1,7 µs بدلاً من 2 µs في نموذج الشبكة الأصلي.

الجنوح الناجم عن ضوضاء الميقاتية وفتراتها الانتقالية

طبقاً للفقرة 5.1.I من التوصية G.823، قد تختلف عملية التراكم تبعاً لمقدار تخالف الترددات مما قد يُسفر عن آثار مرتبطة أو غير مرتبطة. وقد اتُفق على تسميتها تراكم الضوضاء الفعالة RMS. هذا يعني أن كل من الجزر الأربع مسؤولة عن نصف ميزانية الجنوح، كما يتبين في هذه التوصية. أما في نموذج الشبكة الجديد، فتكون جزر SDH الثلاث مسؤولة عن √3 لميزانية جزيرة SDH واحدة وفقاً لقانون تراكم جذر متوسط التربيع RMS.

ويبلغ المقدار الكلي للجنوح الذي توزعه التوصية ITU-T G.823 15 µs، فيما تبلغ عمليات المحاكاة المبلّغ عنها 12,6 µs.

ويختلف قانون التراكم بين SDH وCES عنه بين جزر SDH.

وتكون الضوضاء المولّدة في الجزيرة SDH نتيجة لأحداث مؤشر الحاوية التقديرية للسوية 12 (VC-12) القليلة الحدوث، على الأقل من أجل تخالف ترددات في المدى من 10^{-9} إلى 10^{-10}، كما تنصّ عليه الفقرة 5.1.I من التوصية G.823. ويؤدي ذلك إلى احتمال منخفض جداً بحدوث مؤشرات في نفس الوقت في عدة جزر.

أما بالنسبة للضوضاء في جزيرة CES، فهي تبدو مختلفة جداً عن تلك المرصودة في جزر SDH، ومردّها تغيّر PDV.

ونظراً لأنه لم يتبين ما إذا كان يمكن تطبيق قانون تراكم RMS بين جزر CES وSDH ، يُقترح أن يُفترض أن يكون هناك قانون تراكم RMS للنموذج الجديد من أجل جزر SDH الثلاث، وتراكم خطي من أجل CES.

وعلى هذا تكون ميزانية الجنوح التي يمكن توزيعها لخدمة CES:

$$18 - (1(\text{diurnal wander}) + \sqrt{3} * 2\text{UI}(3\ \text{VC-12 mapping}) + 12{,}6/2 * \sqrt{3}(3\ \text{SDH islands})) = 4{,}3\ \mu\text{s}$$

ومن ثم يتم توزيع جنوح قدره 4,3 µs إلى خدمة CES لفترة 24 ساعة، ويُخفض النموذج المعياري للجنوح بعامل 18\4,3 (0,24) بالنسبة إلى حالات الاستقرار الأخرى المشتقة من الجدول 2/G.823.

2.VII الحدود للسطح البيني 1544 kbit/s

يرد توصيف لنموذج مرجع الجنوح وميزانيته بالنسبة إلى 1544 kbit/s في التوصية ITU-T G.824، وهو يتألف من ثماني جزر SDH. وتتضمن مكونات ميزانية الجنوح تزامن البدالة، وتقابل DS1 مع DS3، وDS1 مع VC-11، والجنوح اليومي (تأثيرات درجة الحرارة على الليف)، وضوضاء تزامن الضوضاء المكافئة NE، والجنوح الناجم عن مؤشرات عشوائية. وتسمح الميزانية الإجمالية التي تبلغ 18 µs (خلال 24 ساعة) بجنوح قدره 14,3 µs بين البدالات (راجع الشكل 1.A من التوصية G.824) وقد تم تقسيمه فرعياً لمراعاة استبدال جزيرة SDH بجزيرة CES. ويفترض الإجراء المتبع أن تراكم جنوح

التقابل وضوضاء التزامن والجنوح الناجم عن المؤشرات يستند إلى عملية جمع القيم RMS. وبناءً على جمع قيم RMS، يصبح الجزء من 18 µs المتيسر (أي 12,7 – انظر الجدول 1.VII) لكل من الجزر الثماني 4,5 µs الآن (12,7/الجذر التربيعي 8)).

الجدول G.8261/Y.1361/1.VII – توزيع مكون ميزانية الجنوح 1544 kbit/S

مكون الميزانية	التوزيع	القسم المتيسر للقسمة الفرعية
تزامن البدالة	3,7	
تقابل E11-E31	0,3	
تقابل E11 إلى VC-11	2,6	2,6
جنوح يومي (درجة الحرارة)	1,3	
ضوضاء تزامن NE/مؤشرات	10,1	10,1
الإجمالي	18,0	12,7

ويرد في الجدول 2 الجنوح الناتج لكل جزيرة من حيث خطأ MTIE عبر كل أوقات الرصد حتى 24 ساعة. ويستند هذا الجدول إلى خفض منتظم لمواصفة السطح البيني في الجدول 2 من التوصية G.824. ويلاحظ أن هذا الجدول يراعي أيضاً متطلبات ارتعاش التقابل لجزيرة VC-11 واحدة، 0,7 UIpp، حسب توصيفها في التوصية ITU-T G.783 (انظر الجدول 3- 15 من التوصية G.783).

وقد استندت دراسات تراكم الجنوح التي أجريت لاستخراج مكونات جنوح SDH إلى عمليات محاكاة مكثفة للتحقق من إمكانية استيفاء شرط 18 ميكرو ثانية عبر نموذج SDH المرجعي. وقد يحتاج الأمر إلى إجراء عملية محاكاة مستقبلاً عند توصيف نماذج وتقابلات شبكة CES بمزيد من التفصيل. وقد تُنقح هذه الأرقام استناداً إلى نتائج هذا العمل.

التذييـــل VIII

عملية إرسال رسائل حالة التزامن في الطبقة المادية للإثرنت المتزامن

ملاحظة – ينتظر النص التالي تخصيصاً رسمياً بمعرِّف هوية فريد تنظيمياً OUI من معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات IEEE. وما أن يتم هذا التخصيص حتى يصبح هذا التذييل ملحقاً.

1.VIII عمليات التزامن والحفاظ عليه

تتحقق الجوانب الوظيفية للتشغيلات والإدارة والصيانة OAM باستعمال وحدات معطيات بروتوكول OAM (OAMPDUs) المعرفة هويتها بحقول محددة للرأسية في رتل الإثرنت.

ووحدات OAMPDU عبارة عن أرتال معيارية لتحكّم MAC للإثرنت، لكن هويتها تُعرّف بعدئذٍ عبر الطول والنمط كأرتال بروتوكول بطيء (قيمة 8809)، ومن ثم تُعرّف تحديداً بنمط فرعي (قيمة 0x03) بوصفها وحدات OAMPDU. ويُستعمل حقل شفرة لتوصيف ماهية نمط OAMPDU للرتل. وهناك ثماني قيم محتملة لحقل الشفرة. وتحجز قيمة محددة (FE) للتمديدات الخاصة بالمنظمة. ويقع التمديد الخاص بالمنظمة في الأثمونات الثلاثة الأولى من حقل المعطيات وسيتألف من القيم XX, YY, ZZ (ستحدد هذه القيم من جانب معهد IEEE) تاركاً حداً أدنى قدره 39 أثموناً من أجل معطيات مستعمل OAM. ويرد في الشكل 1.VIII حقل الشفرة والتمديد الخاص بالمنظمة وجزء معطيات المستعمل، ويتم توضيح ما تقدم في الشكل 2.VIII.

وصف المجال

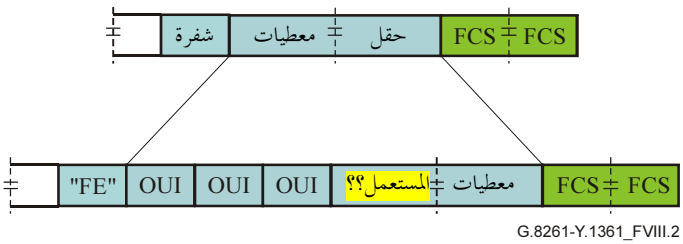
الوظيفة	الحجم	ملاحظات
عنوان المقصد	6 أثمونات	
عنوان المصدر	6 أثمونات	
طول/نمط OAMPDU	أثمونان	قيمة حقل نمط البروتوكول البطيء 8809
النمط الفرعي لوحدة OAMPDU	أثمون واحد	تعريف هوية البروتوكول البطيء الجاري تغليفه من أجل: 0x03 = OAMPD
أعلام	أثمونان	
شفرة	أثمون واحد	تعرّف هوية نمط OAMPDU محدد مضبوط على القيمة FE
الجوانب الوظيفية للتزامن أي معطيات المستعمل [OUI ووظيفة التزامن]	42 أثموناً	ملاحظة – تتضمن الأثمونات الثلاثة الأولى معطيات المستعمل معرِّف الهوية OUI
تتابع التحقق من الأرتال (FCS)	4 أثمونات	

أثمونات	1	2	3	4	5	6	7	8
6-1	عنوان المقصد							
12-7	عنوان المصدر							
14-13	طول/نمط OAMPDU							
15	النمط الفرعي لوحدة OAMPDU							
17-16	أعلام							
18	شفرة							
21-19	OUI							
22	SSM (انظر الملاحظة 1)							
60-23	محجوزة (انظر الملاحظة 2)							
64-61	تتابع التحقق من الأرتال (FCS)							

ملاحظة 1 – تحجز الأثمونة كلها من أجل استعمال SSM. انظر الشكلين 3.VIII و4.VIII للمزيد من التفاصيل.

ملاحظة 2 – يحدد هذا الجدول حد أدنى من المتطلبات قدره 64 أثموناً لطول الرتل ليضمن أن 802,3 من الأرتال هي أرتال صالحة. وكحد أدنى، يُستعمل 39 أثموناً من معطيات التحشية ذات الطبيعة غير المحددة لتحقيق هذا الحد الأدنى من الطول. ويتطلب الحد الأقصى لطول مجال الجوانب الوظيفية مزيداً من الدراسة.

الشكل G.8261/Y.1361/1.VIII – تغليف قسم حقل معطيات الوحدة OAMPDU



الشكل G.8261/Y.1361/2.VIII – التصميم العام لقسم حقل معطيات الوحدة OAMPDU

يرد نسق ووظيفة هيكل الجزء المتبقي من وحدة OAMPDU في القسم التالي.

غير أن الطول الفعلي لحقل المعطيات – حتى الطول الأقصى المحدد من جانب معهد IEEE – قبل تتابع التحقق من الأرتال (FCS) يحتاج للمزيد من الدراسة.

2.VIII إرسال رسائل حالة التزامن

توفر عملية إرسال رسائل حالة التزامن (SSM) آلية لبدالات الإثرنت بجهة المقصد كي تحدد إمكانية اقتفاء أصل مخطط توزيع التزامن إلى ميقاتية PRC أو الميقاتية الأعلى جودة المتيسرة. كما تعالج وظيفة التزامن عمليات إرسال رسائل SSM.

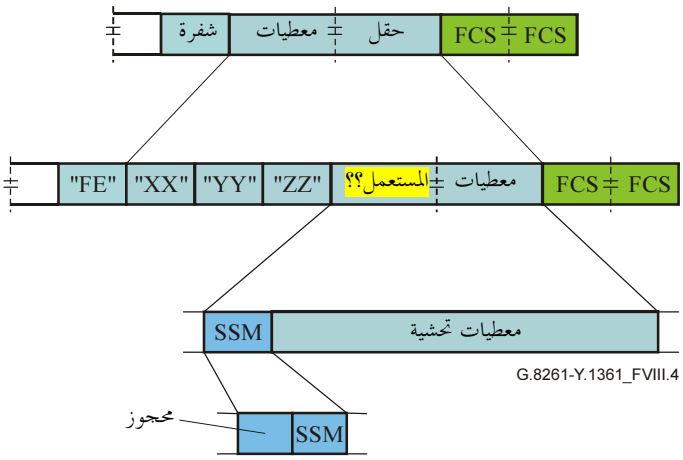
وعند تعطل شبكة بجهة المصدر، تتخذ وظيفة التزامن الإجراء المناسب استناداً إلى عملية إرسال الرسائل SSM والأولويات المحددة مسبقاً، وتنتقي تغذية تزامن بديلة قد تكون تغذية شبكة أخرى أو تغذية خارجية.

ويتم تحديد العملية SSM في التوصيتين ITU-T G.707/Y.1322 و[B15] G.781 . وتحتاج المبادئ التوجيهية لاستعمال عملية SSM في شبكات إثرنت مزيداً من الدراسة.

ويرد التصميم العام لقسم SSM بحقل معطيات المستعمل في الشكل 3.VIII ويتم توضيحه في الشكل 4.VIII. ويُحجز الأثمون الأول لحقل معطيات المستعمل من أجل رسائل SSM مع احتواء النصف الأقل أهمية من هذا الأثمون على رسالة SSM مع عدم استعمال النصف الأكثر أهمية وحجزه من أجل الإمكانية SSM.

الوصف	رسالة حالة التزامن (SSM)	
	البتات 1-4	البتات 5-8
حالة SSM القائمة كما ترد في التوصيتين ITU-T G.707/Y.1322 و ITU-T G.781	حالة SSM القائمة كما ترد في التوصيتين ITU-T G.707/Y.1322 و ITU-T G.781	محجوزة للاستعمال المستقبلي

الشكل G.8261/Y.1361/3.VIII – نسق رسالة حالة التزامن



XXXX 0010 e.g., ITU-T Rec. G.811

الشكل VIII.4/G.8261/Y.1361 – رسالة حالة التزامن OAMPDU

يُملأ الفراغ المتبقي في حقل معطيات المستعمل بمعطيات تحشية.

3.VIII تجهيزات الإثرنت الجديدة

يتعيّن على تجهيزات الإثرنت الجديدة التي تتطلب جوانب وظيفية لنقل التزامن أن تدعم المعيار 802.3ah.

4.VIII تجهيزات الإثرنت التقليدية

ليس من المتصور أن تستعمل التجهيزات التقليدية شبكة الإثرنت المتزامنة نظراً لافتقار مثل هذه التجهيزات للتغييرات الضرورية المنفّذة في نقل التزامن.

ولن تتعرّف التجهيزات التي لا تدعم المعيار IEEE 802.3ah، أي تجهيزات الإثرنت التقليدية، على أرتال OAMPDU؛ إذ أن مثل هذه الأرتال ستُرى وكأنها أرتال إثرنت MAC عادية، وسيُعاد تسييرها بشفافية. لذا، ينبغي عدم تفعيل هذه الوظيفة على منافذ محددة بحيث لا يُعاد تسييرها إلى شبكات أو عُقد غير مرغوبة.

بيبليوغرافيا

[B1] MEF 3, *Circuit Emulation Service Definitions, Framework and Requirements in Metro Ethernet Networks*.

[B2] ETSI TR 101 685 (1999), *Transmission and multiplexing (TM); Timing and synchronization aspects of Asynchronous Transfer Mode (ATM) networks.*

[B3] ETSI TS 145 010 (2005), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio subsystem synchronization.*

[B4] ETSI TS 125 104 (2006), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Base Station (BS); radio transmission and reception (FDD).*

[B5] ETSI TS 125 105 (2006), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), Base Station (BS); radio transmission and reception (TDD).*

[B6] ETSI TS 125 402 (2006), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Synchronization in UTRAN Stage 2.*

[B7] 3GPP2 C.S0010-B, *Recommended Minimum Performance Standards for cdma2000 Spread Spectrum Base Stations.*

[B8] 3GPP2 C.S0002-C, *Physical Layer Standard for cdma2000 Spread Spectrum Systems.*

[B9] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*.

[B10] ETSI TS 100 594 (2002), *Digital cellular Telecommunications System (Phase 2+); Base Station Controller – Base Transceiver Station – (BSC-BTS) interface – Layer 1; Structure of physical circuits.*

[B11] ETSI TS 125 431 (2006), *Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); UTRAN Iub Interface Layer 1.*

[B12] IETF RFC 3031 (2001)*, Multiprotocol Label Switching Architecture.*

[B13] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol (IP).*

[B14] IEEE Standard 802.1p™-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Traffic Class Expediting and Dynamic Multicast Filtering.*

[B15] ITU-T Recommendation G.781 (1999), *Synchronization layer functions.*

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

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

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة B	وسائل التعبير: التعاريف والرموز والتصنيف
السلسلة C	الإحصائيات العامة للاتصالات
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 والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات 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 ومسائل الأمن
السلسلة Y	**البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي**
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبع في سويسرا
جنيف، 2007