الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T G.8265/Y.1365

(2010/10)

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

جوانب الرزم عبر طبقة النقل – أهداف الجودة والتيسر

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

جوانب بروتوكول الإنترنت – النقل

معمارية ومتطلبات توصيل التردد القائم على الرزم

التوصية ITU-T G.8265/Y.1365

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة لأنظمة الهاتف بشركات الاتصالات الدولية العاملة على وصلات الترحيل الراديوي أو الوصلات الساتلية والتوصيل البيني مع الخطوط المعدنية	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 الوسائط المتعددة – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999–G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر شبكات النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب الرزم عبر شبكات النقل	G.8999–G.8000
الجوانب المتعلقة بالإثرنت عبر شبكات النقل	G.8099-G.8000
الجوانب المتعلقة بتبديل الوسم بعدة بروتوكولات عبر شبكات النقل	G.8199-G.8100
أهداف الجودة والتيسر	**G.8299–G.8200**
إدارة الخدمة	G.8699–G.8600
شبكات النفاذ	G.9999–G.9000

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

التوصية ITU-T G.8265/Y.1365

معمارية ومتطلبات توصيل التردد القائم على الرزم

ملخص

تصف التوصية ITU-T G.8265/Y.1365 معمارية ومتطلبات توزيع الترددات القائم على الرزم في شبكات الاتصالات. وتشمل أمثلة توزيع الترددات القائم على الرزم بروتوكول وقت الشبكة (NTP) والمعيار b-IEEE 1588-2008، الموصوفين هنا بإيجاز. ويرد في توصيات أخرى تعريف التفاصيل اللازمة لاستخدام المعيار b-IEEE 1588-2008 بطريقة متسقة مع المعمارية.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T G.8265/Y.1365	2010-10-07	15

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). 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 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظة

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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2017

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1

2 المراجع 1

3 تعاريف 1

1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى 1

4 الاختصارات والأسماء المختصرة 2

5 الاصطلاحات 2

6 مقدمة عامة لتوزيع الترددات القائم على الرزم 2

1.6 متطلبات توقيت الرزم 3

7 معمارية توزيع الترددات القائم على الرزم 3

1.7 توزيع الترددات القائم على الرزم 4

2.7 حماية التوقيت 4

3.7 تقسيم شبكة الرزم 7

4.7 مزيج التكنولوجيات 8

8 البروتوكولات القائمة على الرزم لتوزيع الترددات 8

1.8 البروتوكولات القائمة على الرزم 8

2.8 وصف عام لبروتوكول دقة الوقت (PTP) [IEEE 1588] 8

3.8 بروتوكول وقت الشبكة – وصف عام 9

9 الجوانب الأمنية 10

التذييل I – بيبليوغرافيا 11

معمارية ومتطلبات توصيل التردد القائم على الرزم

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية المعمارية العامة لتوزيع الترددات بناءً على الطرائق القائمة على الرزم. ويركز هذا الإصدار للتوصية على توصيل التردد باستخدام طرائق من قبيل بروتوكول وقت الشبكة (NTP) أو بروتوكول دقة الوقت (PTP) [IEEE 1588]. وتشكل المتطلبات والمعمارية قاعدة لتوصيف الخواص الوظيفية الأخرى اللازمة لتحقيق توزيع الترددات القائم على الرزم في بيئة موجة حاملة. وتشمل المعمارية الموصوفة الحالة التي يكون فيها تفاعل البروتوكول في النقاط الطرفية للشبكة فقط وبين ميقاتية ضابطة للرزم وميقاتية مضبوطة للرزم. وتستدعي تفاصيل المتطلبات لمعماريات أخرى، تشتمل على أجهزة تشارك بين ميقاتية ضابطة للرزم وميقاتية مضبوطة للرزم، المزيد من الدراسة.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية الصادرة عن قطاع 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.

[ITU-T G.8260] Recommendation ITU-T G.8260 (2010), *Definitions and terminology for synchronization in packet networks*.

[ITU-T G.8261] Recommendation ITU-T G.8261/Y.1361 (2008), *Timing and synchronization aspects in packet networks*.

[ITU-T G.8264] Recommendation ITU-T G.8264 (2008), *Distribution of timing information through packet networks*, plus Amendment 1 (2010).

[IEEE 1588] IEEE STD 1588-2008, *Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems*.

[IETF RFC 5905] IETF RFC 5905 (2010), *Network Time Protocol Version 4: Protocol And Algorithms Specification*.

3 تعاريف

1.3 المصطلحات المعرَّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة في وثائق أخرى:

1.1.3 **ميقاتية ضابطة للرزم** [ITU-T G.8260].

2.1.3 **ميقاتية مضبوطة للرزم** [ITU-T G.8260].

3.1.3 **إشارة توقيت الرزمة** [ITU-T G.8260].

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

CDMA نفاذ متعدد بتقسيم شفري *(Code Division Multiple Access)*

DSL الخط الرقمي للمشترك *(Digital Subscriber Line)*

EEC ميقاتية معدات الإثرنت *(Ethernet Equipment Clock)*

GM الضابطة الكبرى *(Grand Master)*

GNSS النظام الساتلي العالمي للملاحة *(Global Navigation Satellite System)*

LSP مسير تبديل الوسم *(Label Switched Path)*

LTE التطور طويل الأجل *(Long Term Evolution)*

MINPOLL الفاصل الأدنى بين استطلاعين *(Minimum Poll interval)*

NTP بروتوكول وقت الشبكة *(Network Time Protocol)*

PDV تغير تأخر الرزمة *(Packet Delay Variation)*

PON شبكة بصرية منفعلة *(Passive Optical Network)*

PRC الميقاتية المرجعية الرئيسية *(Primary Reference Clock)*

PTP بروتوكول دقة الوقت *(Precision Time Protocol)*

QL مستوى الجودة *(Quality Level)*

RTP بروتوكول الوقت الفعلي *(Real Time Protocol)*

SDH التراتبية الرقمية المتزامنة *(Synchronous Digital Hierarchy)*

SEC ميقاتية معدات التراتبية الرقمية المتزامنة *(SDH Equipment Clock)*

SSM رسالة حالة التزامن *(Synchronization Status Message)*

TDM تعدد الإرسال بتقسيم الوقت *(Time Division Multiplexing)*

VLAN شبكة محلية افتراضية *(Virtual Local Area Network)*

WIMAX التشغيل البيني العالمي للنفاذ بالموجات الصغرية *(Worldwide Interoperability for Microwave Access)*

5 الاصطلاحات

ضمن هذه التوصية، يشير مصطلح بروتوكول دقة الوقت إلى الإصدار 2 من بروتوكول دقة الوقت المعرَّف في المعيار [IEEE 1588]. ويشير NTP إلى بروتوكول وقت الشبكة كما هو معرف في المعيار [IETF RFC 5905].

6 مقدمة عامة لتوزيع الترددات القائم على الرزم

لقد اعتمدت شبكة الاتصالات الحديثة على توزيع دقيق للترددات للقيام بالإرسال وبالإرسال المتعدد بتقسم الزمن عبر التوصيل على النحو الأمثل. وعلى النقيض من ذلك، تخزّن شبكات الرزم وخدمات الرزم انتقالياً بدرجة عالية من حيث طبيعتها، ونتيجةً

لذلك، فهي لا تتطلب توقيتاً دقيقاً لتشغيلها. والانتقال نحو شبكات الرزم المتقاربة في ظاهره يحمل على الاعتقاد بأن توزيع الترددات لن يكون مطلوباً عندما تصبح تكنولوجيا شبكات الرزم أكثر انتشاراً في الشبكة.

وفي حين أن ذلك قد يصح بالنسبة إلى خدمات معينة (الإنترنت هي أحد الأمثلة على ذلك)، فإن آليات النقل الأساسية التي تقدم هذه الخدمات غير المقتصرة على التوقيت قد تتطلب متطلبات توقيت صارمة يجب تقديمها في النموذج الجديد للشبكة المتقاربة. فعلى سبيل المثال، يتطلب دعم خدمات محاكاة الدارات على البنية التحتية القائمة على الرزم، في بعض الحالات، وجود مرجع ترددي مستقر لتمكين الخدمة. وبالمثل، فإن السطح البيني الأثيري في تكنولوجيات النفاذ اللاسلكي (مثل GSM وLTE وWIMAX وCDMA وما إلى ذلك) يتطلب متطلبات تزامن صارمة تلزم تلبيتها، على الرغم من أن خدمة المستعمل النهائي (مثل الإنترنت المتنقلة) قد لا تبدو على أنها تتطلب التوقيت.

ومن أجل تمكين توزيع التوقيت في الشبكات القائمة على الرزم، وضع قطاع تقييس الاتصالات مواصفات للإثرنت المتزامنة طي التوصيات [ITU-T G.8261] و[b-ITU-T G.8262] و[ITU-T G.8264] من أجل توزيع ترددات الطبقة المادية، الذي يشبه ما قدمته التراتبية الرقمية المتزامنة (SDH). وتصف هذه التوصية استعمال الآليات القائمة على الرزم التي يُقصد استخدامها في نقل الترددات عبر شبكة رزم في غياب توقيت الطبقة المادية.

1.6 متطلبات توقيت الرزم

يجب أن تستوفي الآليات القائمة على الرزم لتوزيع الترددات المتطلبات التالية:

1) يجب توصيف آليات لإتاحة قابلية التشغيل البيني للأجهزة الضابطة والمنضبطة (الميقاتيات).

2) يجب أن تسمح الآليات بتشغيل متسق عبر شبكات المناطق الواسعة للاتصالات الخاضعة للإدارة.

3) يجب أن تسمح الآليات القائمة على الرزم بالتشغيل البيني مع التراتبية الرقمية المتزامنة (SDH) وشبكات التزامن الترددية القائمة على الإثرنت المتزامنة.

4) يجب أن تسمح الآليات القائمة على الرزم بتصميم وتشكيل شبكة التزامن ضمن ترتيب ثابت.

5) يجب أن تستند مخططات الحماية التي تستخدمها الأنظمة القائمة على الرزم إلى ممارسات معيارية تتعلق بتشغيل الاتصالات وأن تمكّن الميقاتيات المضبوطة من استخراج التوقيت من ميقاتيات ضابطة متعددة ومنفصلة جغرافياً.

6) ينبغي أن يكون اختيار المصدر (الميقاتية) متسقاً مع الممارسات القائمة لتزامن الطبقة المادية وأن يسمح باختيار المصدر استناداً إلى مستوى الجودة المستقبَل والأولوية.

7) يجب أن تسمح الآليات القائمة على الرزم بتشغيل تقنيات الأمن الموجودة القائمة على المعايير للمساعدة على ضمان سلامة التزامن.

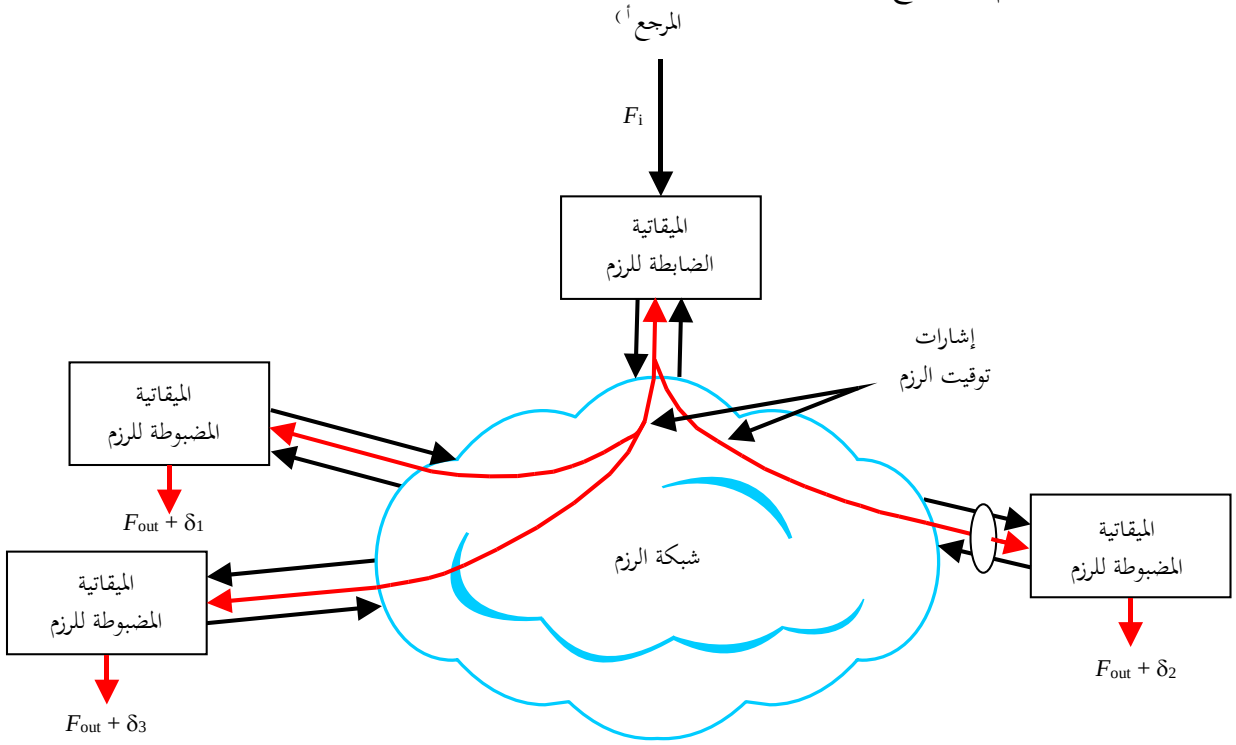
7 معمارية توزيع الترددات القائم على الرزم

على النقيض من تزامن الطبقة المادية، حيث تحدد الحواف ذات الدلالة لإشارة البيانات محتوى توقيت الإشارة، تعتمد الطرائق القائمة على الرزم على إرسال "رزم الحدث" المخصصة. وتشكل "رزم الحدث" هذه حالات ذات دلالة لإشارة توقيت الرزمة. ويقاس توقيت هذه الحالات ذات الدلالة قياساً دقيقاً بمصدر وقت ضابط، وتشفَّر معلومات التوقيت هذه في شكل ختم زمني يشكل تمثيلاً للقراءة الآلية للحظة معينة من الزمن[1]. ويتولد الختم الزمني في الوظيفة الضابطة للرزمة ويُنقل عبر شبكة رزم إلى ميقاتية رزم مضبوطة. وبما أن الوقت هو جزء أساسي من التردد، يمكن استخدام الأختام الزمنية لاستخلاص التردد.

[1] في بعض الحالات، يمكن اشتقاق التردد من معدل وصول الرزم الواردة التي لا تحتوي على ختم زمني، بل تُنشأ بدلاً من ذلك على فترات دقيقة. وبما أن هذه التوصية تتناول استخدام البروتوكولات القائمة على الوقت، فإن طرائق استخلاص التردد من معدل وصول الرزم تقع خارج نطاق هذه التوصية.

1.7 توزيع الترددات القائم على الرزم

المكونات الرئيسية الثلاثة هي الميقاتية الضابطة للرزم والميقاتية المضبوطة للرزم وشبكة الرزم. وتُنقل إشارة توقيت الرزم المتولدة بواسطة الميقاتية الضابطة للرزم عبر شبكة الرزم بحيث يمكن للميقاتية المضبوطة للرزم أن تولد تردد ميقاتية يمكن تتبعه حتى إشارة توقيت المدخلات المتاحة في الميقاتية الضابطة للرزم. وتقدَّم إلى الميقاتية الضابطة للرزم إشارة توقيت يمكن تتبعها إلى الميقاتية المرجعية الرئيسية. وتمثل الميقاتية التي تُنتج عند الميقاتية المضبوطة للرزم الميقاتية التي يمكن تتبعها إلى الميقاتية المرجعية الرئيسية بالإضافة إلى بعض التردي (δ) الناجم عن شبكة الرزم. وتظهر طوبولوجيا المعمارية العامة في الشكل 1. ويسري تدفق التزامن من الضابط إلى المضبوط. وفي الحالات التي يقدَّم فيها مرجع الضابط عبر شبكة توزيع التزامن، يمكن أن يطرأ ترد إضافي على إشارة التردد عند مدخلات الضابط، ومن ثم عند خرج المضبوط أيضاً.



أ) يمكن أن يؤخذ المرجع من PRC مباشرةً أو من GNSS أو عبر شبكة التزامن

G.8265/Y.1365(10) F01

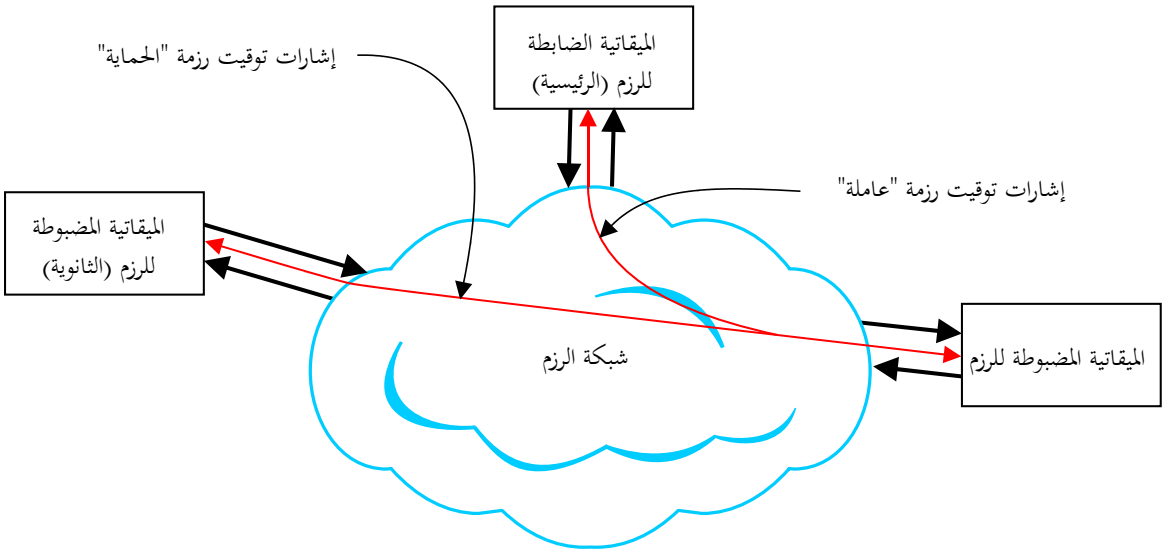
الشكل 1 – المعمارية العامة لتوقيت شبكة الرزم

2.7 حماية التوقيت

1.2.7 الحماية الضابطة للرزم

في شبكات التزامن التقليدية، يعزز تيسر التوقيت باستعمال حماية التوقيت بحيث يمكن تقديم التوقيت لميقاتية مضبوطة (مثل SEC أو EEC) عبر واحد أو أكثر من مسيرات الشبكة البديلة. وفي حالة معمارية التوقيت القائمة على الرزم، يمكن أن تكون الميقاتيات المضبوطة مرئية لميقاتيتين ضابطتين أو أكثر، على النحو المبين في الشكل 2.

وعلى النقيض من توقيت الطبقة المادية، حيثما تُختار الميقاتية عند الميقاتية المضبوطة، فإن اختيار ميقاتية ضابطة ثانوية قد ينطوي على بعض الاتصالات والتفاوض بين الضابط والمضبوط، وبين الضابط الثانوي والمضبوط.



ملاحظة – توخياً للوضوح، لا تظهر الإشارات المرجعية في الشبكة إلى الميقاتيات الضابطة.

G.8265/Y.1365(10) F02

الشكل 2 – حماية توقيت (تردد) شبكة الرزم

2.2.7 وظائف اختيار الرزم الضابطة/المضبوطة

يرد في الفقرات التالية وصف الوظائف المطلوبة لدعم اختيار مرجع الرزم.

1.2.2.7 الاستبعاد المؤقَت للميقاتية الضابطة – وظيفة الإقصاء

لحماية المعمارية باتجاه المقصد، يجب أن يتاح في الوحدات المضبوطة استبعاد وحدة ضابطة مؤقتاً من قائمة الوحدات الضابطة المرشَّحة (خاصية الإقصاء الوظيفية).

2.2.2.7 وظيفة وقت انتظار الاستعادة في الوحدة المضبوطة

لحماية المعمارية باتجاه المقصد، يجب تنفيذ وقت انتظار الاستعادة في الوحدة المضبوطة. وإذا تعطل الضابط أو تعذر الوصول إليه، سيتحول المضبوط نحو ضابط رديف. ولكن عند استعادة الضابط الرئيسي، لن يتحول المضبوط مرة أخرى نحو الضابط الرئيسي حتى انقضاء وقت انتظار الاستعادة.

3.2.2.7 وظيفة عدم تراجع المضبوط

لحماية المعمارية باتجاه المقصد، يمكن تنفيذ وظيفة عدم تراجع المضبوط للحماية من "تقلُّب" الوحدات المضبوطة بين الوحدات الضابطة.

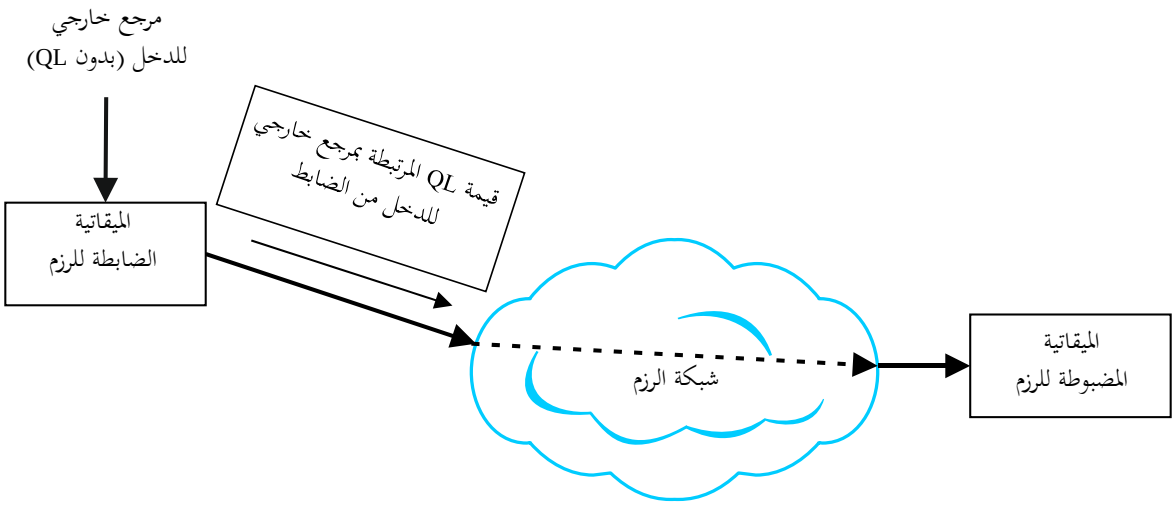
ويضمن ذلك إذا تعطل الضابط أو تعذر الوصول إليه بعدئذ، أن يتحول المضبوط نحو ضابط رديف ولكن دون أن يتحول مرة أخرى نحو الضابط الرئيسي إذا نُفذ وفُعِّل أسلوب عدم التراجع.

4.2.2.7 إمكانية التتبع القسرية للوظيفة الضابطة

يجب أن يتسنى الإدراج القسري لقيمة إمكانية تتبع مستوى الجودة (QL) عند دخل المقاتية الضابطة للرزم.

وسيتعين على المشغِّل أن يحدد تطبيقات وسيناريوهات الشبكة التي تستفيد من هذه الخاصية الوظيفية على أساس كل حالة على حدة، وسيعتمد ذلك على معمارية المشغِّل.

ويوضح الشكل 3 هذه الوظيفة.



G.8265/Y.1365(10) F03

الشكل 3 – مثال حالة استخدام يلزم فيها الإدراج القسري لقيمة مستوى الجودة (QL) عند دخل الميقاتية الضابطة وفق الإصدار الثاني من بروتوكول دقة الوقت (PTPv2)

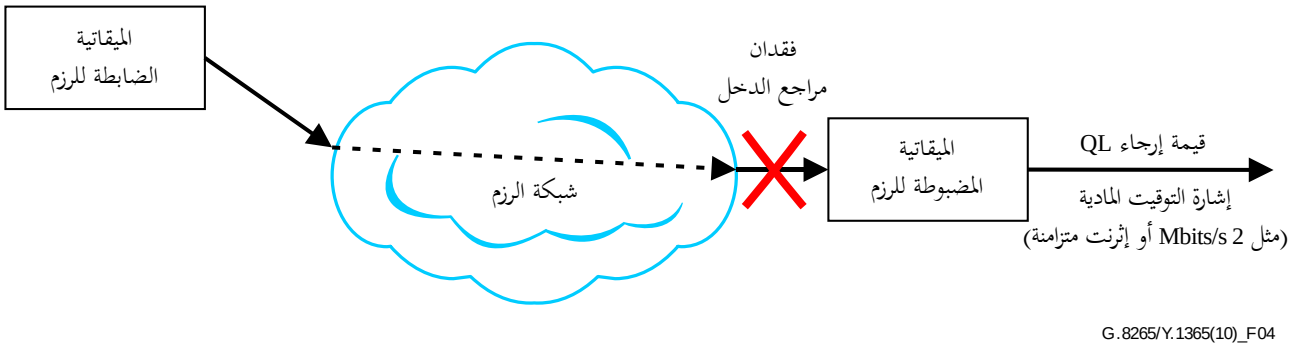
5.2.2.7 وظيفة إرجاء مستوى جودة الميقاتية المضبوطة للرزم

في حال وجود أداء استبقاء كاف ضمن الميقاتية المضبوطة للرزم، يجب أن يتسنى تأخير انتقال قيمة مستوى الجودة عند خرج الوحدات المضبوطة. وسيسمح ذلك للمشغل بتقييد تبديل المعمارية باتجاه المقصد في إطار بعض تطبيقات الشبكة عند فقدان إمكانية التتبع إلى ضابط الرزم.

ملاحظة – يتوقف إرجاء مستوى الجودة بشكل كبير على جودة الميقاتية المنفَّذة في الوحدة المضبوطة، وهو أمر يحتاج إلى مزيد من الدراسة.

ويلزم أن يحدد المشغِّل تطبيقات وسيناريوهات الشبكة هذه على أساس كل حالة على حدة.

ويوضح الشكل 4 هذه الوظيفة.



G.8265/Y.1365(10)_F04

الشكل 4 – مثال حالة استخدام يُرجأ فيها مستوى الجودة عند خرج الميقاتية المضبوطة للرزم

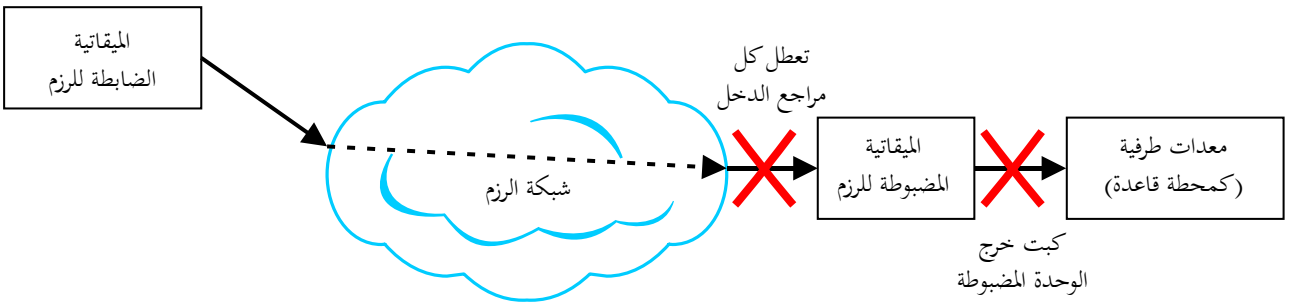
6.2.2.7 وظيفة كبت خرج الوحدة المضبوطة

في حالة تقديم الميقاتية المضبوطة للرزم سطح بيني خارجي لتزامن الخرج (مثل MHz 2)، يجب تنفيذ وظيفة كبت المعمارية باتجاه المقصد وبعض التطبيقات الطرفية.

وتُستعمل هذه الوظيفة في ظل ظروف معينة تتعطل فيها إشارة توقيت الرزم بين الميقاتية الضابطة للرزم والميقاتية المضبوطة للرزم.

ويلزم أن يحدد المشغِّل تطبيقات وسيناريوهات الشبكة هذه على أساس كل حالة على حدة. فعلى سبيل المثال، سيتمثل تطبيق ما في حالة وحدة مضبوطة خارجية للرزم إلى معدات طرفية، كمحطة قاعدة يمكنها أن تطبق شروط استبقاء أفضل مقارنة بالوحدة المضبوطة للرزم. وفي هذه الحالة، يوصى بكبت الإشارة عند خرج الوحدة المضبوطة للرزم في ظروف تعطل توقيت الرزم، بحيث تتحول المعدات الطرفية إلى حالة استبقاء بدلاً من مزامنة المعدات الطرفية مع استبقاء الوحدة المضبوطة للرزم.

وتحتاج التطبيقات المعمارية باستخدام هذه الوظيفة لمزيد من الدراسة. ويوضح الشكل 5 هذه الوظيفة.

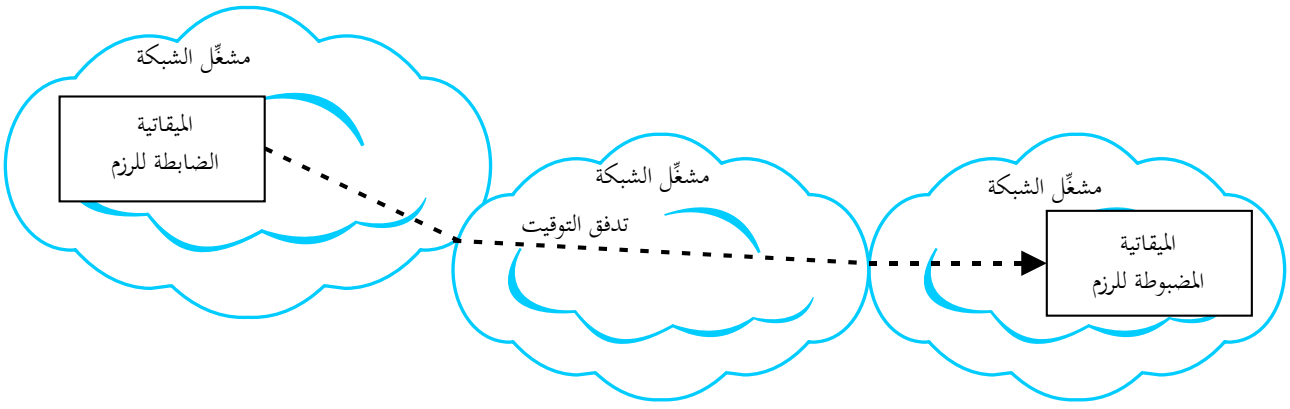


G.8265/Y.1365(10)_F05

الشكل 5 – الكبت في خرج الوحدة المضبوطة

3.7 تقسيم شبكة الرزم

يمكن تقسيم شبكات الرزم إلى عدد من الميادين الإدارية المختلفة. ويجب أن يأخذ نقل التوقيت عبر شبكة الرزم في الاعتبار تقسيم الشبكات إلى ميادين إدارية مختلفة، على النحو المبين في الشكل 6. ويمكن أن يعني ذلك، على سبيل المثال، أن الميقاتيات الضابطة للرزم يمكن أن تقع في ميادين إدارية مختلفة. وقد يكون التشغيل في هذه التشكيلة محدوداً بحكم قدرات البروتوكول، وهو أمر يحتاج إلى مزيد من الدراسة.



G.8265/Y.1365(10) F06

الشكل 6 – تدفق توقيت الرزم على الشبكة المقسَّمة

لا يوصَّف حالياً التوقيت القائم على الرزم بين الميادين الإدارية في هذا الإصدار من التوصية، وهو أمر يحتاج إلى مزيد من الدراسة. وهناك إشكالات تكتنف ترسيم تدفق توقيت الرزم والأداء المنقول بين المشغلين.

ويصعب وصف الأداء بسبب تشغيل الشبكات القائمة على الرزم وتأثيرها على استعادة التوقيت القائم على الرزم، ولا سيما في ظروف ضاغطة. وفيما يتعلق باستعادة التوقيت من طرف إلى طرف من تدفق توقيت الرزم، يمكن أن تظهر حالات يصعب فيها تحديد موقع مشاكل الأداء، خاصة إذا كان توقيت الرزم يمر عبر ميادين إدارية متعددة.

وعند مشاركة ميادين إدارية متعددة، يمكن أن تطبَّق أساليب أخرى تستند إلى تزامن الطبقة المادية (على سبيل المثال، الإثرنت المتزامنة عبر شبكة النقل البصرية) لتوزيع الترددات. وتندرج التفاصيل خارج نطاق هذه التوصية. ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات بهذا الشأن في الفقرة 11 من التوصية [ITU-T G.8264].

4.7 مزيج التكنولوجيات

يمكن حمل خدمات الرزم عبر شبكة تبديل الرزم حيث يُحمل الجزء المركزي من الشبكة والنفاذ بواسطة تكنولوجيات مختلفة. وقد يؤثر ذلك على أداء تغير تأخر الرزم وعلى قدرة الميقاتية المضبوطة على استخلاص التردد. فعلى سبيل المثال، ضمن الجزء المركزي من الشبكة، قد تعبر الرزم التي تحتوي على أختام زمنية مسيِّرات أو بدالات أو جسور موصولة بينياً بوصلات الإثرنت، بينما قد يكون التوصيل البيني لجزء النفاذ عبر xDSL أو PON.

ويمكن أن يتكون التوصيل عبر شبكة من تسلسل تكنولوجيات مختلفة. وقد يختلف أداء تغير تأخر الرزمة (PDV) على أساس هذه التكنولوجيات. ولذلك قد يختلف تغير تأخر الرزمة الكلي عند نشر مزيج من التكنولوجيات المختلفة. وقد تحتاج الميقاتية المضبوطة إلى استيعاب تأثير استخدام تكنولوجيات مختلفة.

أما تفاصيل مساهمات فرادى تكنولوجيات النقل وأداء الميقاتيات المضبوطة في تغير تأخر الرزمة فهي تحتاج إلى مزيد من الدراسة.

8 البروتوكولات القائمة على الرزم لتوزيع الترددات

1.8 البروتوكولات القائمة على الرزم

كما ذُكر في الفقرة 6، فإن نقل الترددات عبر شبكات الرزم ليس متأصلاً في طبقة الرزم. وفي الحالات التي يكون فيها نقل الترددات مطلوباً، يمكن استعمال طرائق مثل مضاهاة الدارة التي تستعمل طرائق تفاضلية أو تكيفية لاستعادة الميقاتية [ITU-T G.8261].

وتوجد بروتوكولات لتوزيع الوقت مثل بروتوكول وقت الشبكة (NTP) وبروتوكول دقة الوقت [IEEE 1588]. وعلى الرغم من أن البروتوكولات تستهدف توزيع الوقت في المقام الأول، يمكن أيضاً استخلاص الترددات. ويرد أدناه وصف عام للبروتوكولات وكذلك توضيحات بشأن الحاجة إلى تحديد مزيد من التفاصيل عند استخدام هذه البروتوكولات لغرض توزيع الترددات؛ علماً بأن الأداء الممكن تحقيقه قد يتوقف أيضاً على عوامل خارج تعاريف البروتوكول.

2.8 وصف عام لبروتوكول دقة الوقت (PTP) [IEEE 1588]

يصف المعيار [IEEE 1588] "بروتوكول دقة الوقت" الذي يشار إليه اختصاراً باسم PTP. ويمكِّن بروتوكول دقة الوقت النقل الدقيق للوقت بين كيانين (ميقاتيتين) بإرسال رسائل تحتوي على أختام زمنية دقيقة تمثل تقديراً للوقت الذي تُرسل فيه الرزمة. ويتيح الإرسال المتكرر للرسائل أيضاً اشتقاق التردد.

ويدعم بروتوكول دقة الوقت تشغيل الإرسال إلى مقصد شبكي واحد والإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة. وبالإضافة إلى ذلك، يدعم البروتوكول أسلوبين للميقاتية، أسلوب الخطوة الواحدة وأسلوب الخطوتين، وينطوي على نقل رسالة متابعة إضافية. وتعرَّف أيضاً رسائل إضافية لأغراض أخرى، مثل التشوير والإدارة.

وفي حين وُضعت النسخة الأولى من المعيار [IEEE 1588] للأتمتة الصناعية، وُسعت النسخة الثانية لتصبح قابلة للتطبيق على تطبيقات أخرى مثل الاتصالات. ويمكن تفصيل البروتوكول على مقاس تطبيقات محددة من خلال إنشاء "ملفات تعريف" تحدد ماهية المجموعة الفرعية من الوظائف التي قد تكون مطلوبة، مع أي إعدادات تشكيلة ذات صلة، لتلبية تطبيق معين. ويعنى قطاع تقييس الاتصالات بالتطبيق على بيئات الاتصالات.

ويعرِّف المعيار [IEEE 1588] عدة أنواع من الميقاتيات: ميقاتيات عادية وحدودية وشفافة. وفي حين أن المعيار يعرف الميقاتيات، فهي مجرد مفاهيم إجمالية. ويستند الأداء الذي يمكن تحقيقه بواسطة بروتوكول دقة الوقت إلى عوامل خارجة عن مجال تطبيق المعيار [IEEE 1588].

ويرد في التوصية [b-ITU-T G.8265.1] ملف تعريف بروتوكول دقة الوقت الذي ينطبق على تطبيقات الاتصالات باستخدام ميقاتيات عادية في بيئة الإرسال إلى مقصد شبكي واحد. ويراد لملفات التعريف التي وضعها قطاع تقييس الاتصالات أن تلبي جميع المتطلبات الإجمالية المحددة في هذه التوصية.

3.8 بروتوكول وقت الشبكة – وصف عام

يرد تعريف الإصدار الرابع من بروتوكول وقت الشبكة (NTPv4) في المعيار [IETF RFC 5905] الذي يتقادم بصدوره كلا المرجعين [b-IETF RFC 1305] (NTP v3) و[b-IETF RFC 4330] (SNTP).

ويعرِّف المعيار [IETF RFC 5905] بروتوكولاً وخوارزمية كذلك لتوزيع تزامن الوقت، بيد أن بروتوكول وقت الشبكة على الأسلاك يمكن أن يُستخدم أيضاً لتوزيع مرجع ترددي. ولكن في هذه الحالة، يجب وضع خوارزمية محددة لاستعادة التردد، ولا يلزم النظر إلا في نسق الرزم وجوانب البروتوكول. ويمكن اعتبار التنفيذ المحدد لدى العميل لأغراض استعادة ميقاتية تزامن التردد مشابهاً للتنفيذ باستعمال بروتوكولات رزم أخرى.

وحسب المعيار [IETF RFC 5905]، لا يطلب من عميل بروتوكول وقت الشبكة البسيط (SNTP) تنفيذ خوارزميات بروتوكول وقت الشبكة المحددة في المعيار [IETF RFC 5905]. وعلى وجه الخصوص، يشير المعيار [IETF RFC 5905] إلى التزام المخدمات الرئيسية والعملاء بمجموعة فرعية من بروتوكول وقت الشبكة، تدعى بروتوكول وقت الشبكة البسيط (SNTP)، ولا تحتاج إلى تنفيذ خوارزميات التخفيف الموصوفة في الأقسام ذات الصلة من المعيار [IETF RFC 5905]. ويمكن لعميل بروتوكول وقت الشبكة البسيط (SNTP) العمل مع أي مجموعة فرعية من بروتوكول وقت الشبكة على الأسلاك من خلال أبسط النهج، بمجرد استخدام الختم الزمني للإرسال في رزمة المخدم وتجاهل جميع المجالات الأخرى.

ومن بين الجوانب التي ينبغي النظر فيها أن معدل الرزم المطلوب في بعض التطبيقات قد يحتاج لأن يكون أعلى (بقيمة أقل للفاصل الأدنى بين استطلاعين (MINPOLL)) من الحد المقترح حالياً لخوارزمية تزامن الوقت الموصَّفة في المعيار [IETF RFC 5905]. وفيما يتعلق بذلك، يبين المعيار [IETF RFC 5905]، فيما يتعلق بمعلمة الفاصل الأدنى بين استطلاعين، أن "نسق هذه الفواصل هو عدد صحيح موقَّع ذو 8 بتات في log2 (لوغاريتم بقاعدة 2) من الثواني... [و] أن الحدين المبدئيين المقترحين لأدنى وأقصى فواصل الاستطلاع هما 6 و10، على التوالي".

ملاحظة – إن الطريقة التفصيلية لاستخدام بروتوكول وقت الشبكة (NTP) في التطبيق المحدد، الذي يتضمن مثلاً أسلوب دعم رسالة حالة التزامن (SSM) وفقاً لمتطلبات الفقرة 6، هي مسألة تحتاج لمزيد من الدراسة.

ويرد مزيد من التفاصيل بشأن استخدام رزم التوقيت (مثل بروتوكول وقت الشبكة) لأغراض نقل الترددات في التذييل XII (المبادئ الأساسية للتوقيت عبر شبكات الرزم) في التوصية [ITU-T G.8261].

9 الجوانب الأمنية

خلافاً لتدفقات التوقيت التقليدية التي يُحمل فيها التردد فوق الطبقة المادية، يمكن رصد تدفقات التوقيت القائمة على الرزم في نقاط مختلفة في الشبكة. وقد تكون هناك حالات تتدفق فيها رزم التوقيت عبر ميادين متعددة للشبكة على نحو يمكن أن يستدعي متطلبات أمنية محددة. ولعل ثمة جوانب للأمن أيضاً قد تكون على صلة بالشبكة (مثل الاستيقان و/أو التخويل) وكذلك ببروتوكول دقة الوقت نفسه.

ومن المهم السماح بالتشغيل بالتقنيات الأمنية الحالية القائمة على المعايير للمساعدة على ضمان سلامة التزامن. ويمكن أن تشمل الأمثلة تقنيات التجفير و/أو الاستيقان، أو تقنيات الشبكة لفصل الحركة، مثل الشبكات المحلية الافتراضية أو مسيرات تبديل الوسم. وعلى وجه التحديد في ذلك،

- ينبغي منع الوحدات المضبوطة من التوصيل بالوحدات الضابطة السائبة (يمكن القيام بذلك إما بعملية استيقان أو باستخدام فصل الشبكة لمنع الوحدات الضابطة السائبة من النفاذ إلى الوحدات المضبوطة)؛
- ينبغي منع الوحدات الضابطة من تقديم الخدمة إلى الوحدات المضبوطة غير المخوَّلة.

وقد يتعذر تنفيذ بعض هذه المتطلبات دون الإضرار فعلياً بمستوى التوقيت أو أداء النظام إجمالاً.

وتحتاج الجوانب الأمنية لمزيد من الدراسة.

التذييل I

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.8262] Recommendation ITU-T G.8262/Y.1362 (2010), *Timing characteristics of a synchronous Ethernet equipment slave clock*.

[b-ITU-T G.8265.1] Recommendation ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (2010), *Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization*.

[b-IETF RFC 1305] IETF RFC 1305 (1992), *Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis*.

[b-IETF RFC 4330] IETF RFC 4330 (2006), *Simple Network Time Protocol (SNTP) Version 4 for IPv4, IPv6 and OSI*.

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

البنية التحتية العالمية للمعلومات وجوانب بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية

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
التشغيل والإدارة والصيانة	Y.699-Y.600
الأمن	Y.799-Y.700
مستويات الأداء	Y.899-Y.800
جوانب بروتوكول 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
التشغيل والإدارة والصيانة	Y.1799-Y.1700
الترسيم	Y.1899-Y.1800
تلفزيون بروتوكول الإنترنت عبر شبكات الجيل التالي	Y.1999-Y.1900
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 في شبكات الجيل التالي	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
شبكات المستقبل	Y.2699-Y.2600
الأمن	Y.2799-Y.2700
التنقلية العامة	Y.2899-Y.2800
البيئة المفتوحة عالية الجودة	Y.2999-Y.2900

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

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية 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	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استخدام الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	**البنية التحتية العالمية للمعلومات، وجوانب بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية**
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2017