الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.8275.1/Y.1369.1
(2016/06)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

جوانب النقل بالرزم – التزامن وأهداف الجودة والتيسّر

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

جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت – النقل

مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن من أجل مزامنة الطور/الوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

التوصية ITU-T G.8275.1/Y.1369.1

الاتحاد الدولي للاتصالات

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499–G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699–G.600
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب الخاصة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999–G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب النقل بالرزم	G.8999–G.8000
جوانب النقل بالإثرنت	G.8099–G.8000
جوانب النقل بتبديل الوسم بعدة بروتوكولات	G.8199–G.8100
التزامن وأهدف الجودة والتيسّر	**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.8275.1/Y.1369.1

مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن من أجل مزامنة الطور/الوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

ملخص

تتضمن التوصية ITU-T G.8275.1/Y.1369.1 مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) التي حددها قطاع تقييس الاتصالات من أجل توزيع الطور والوقت بدعم كامل بالتوقيت من الشبكة. وتقدم التفاصيل اللازمة لاستعمال المعيار IEEE 1588 بما يتفق مع المعمارية الوارد وصفها في التوصية ITU-T G.8275/Y.1369.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.8275.1/Y.1369.1	2014-07-22	15	11.1002/1000/12197
1.1	ITU-T G.8275.1/Y.1369.1 (2014) Cor. 1	2015-01-13	15	11.1002/1000/12397
2.0	ITU-T G.8275.1/Y.1369.1	2016-06-22	15	11.1002/1000/12815

مصطلحات أساسية

دعم كامل بالتوقيت، المعيار IEEE 1588، مزامنة الطور والوقت، مواصفة بروتوكول دقة الزمن، مواصفة الاتصالات.

* للنفاذ إلى التوصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

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 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).

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 التعاريف 2

1.3 مصطلحات معرَّفة في مكان آخر 2

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية 2

4 الاختصارات والأسماء المختصرة 2

5 الاصطلاحات 3

6 استعمال بروتوكول دقة الزمن لتوزيع الطور والوقت 3

1.6 متطلبات التصميم عالية المستوى 4

2.6 أساليب وخيارات بروتوكول دقة الزمن 4

3.6 جوانب الحماية وخوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة 8

4.6 معلومات عن إمكانية تتبع الطور/الوقت 14

7 مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن (PTP) من أجل توزيع الطور والوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة 16

8 الجوانب المتعلقة بالأمن 16

الملحق A – مواصفة بروتوكول PTP التي حددها قطاع تقييس الاتصالات من أجل توزيع الطور/الوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة 17

1.A تعريف هوية المواصفة 17

2.A قيم النعوت الخاصة ببروتوكول دقة الزمن 17

3.A خيارات بروتوكول دقة الزمن 23

4.A خيارات خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية 24

5.A خيار قياس تأخر المسار (تأخير الطلب/تأخير الاستجابة) 24

6.A نسق هوية الميقاتية 24

7.A خيارات إدارة التشكيلة 24

8.A الجوانب الأمنية 24

9.A المزايا الاختيارية الأخرى للمعيار IEEE 1588 24

10.A أعلام الرأسية المشتركة لبروتوكول دقة الزمن 24

الملحق B – خيارات لوضع طبولوجيا البروتوكول PTP مع خوارزمية BMCA البديلة 26

الملحق C – إدراج واجهة دخل خارجية للطور والوقت في الميقاتية الحدية للاتصالات (T-BC) 27

الملحق D – تتبّع المسار (اختياري) 28

الصفحة

الملحق E – بيان عدم التأكد من المزامنة (اختياري) 29

الملحق F – استعمال stepRemoved (إلغاء المراحل) للحدّ من طول السلسلة المرجعية (اختياري)..... 30

التذييل I – اعتبارات بشأن استخدام ميقاتية شفافة 31

التذييل II – اعتبارات بشأن إرسال رسائل طلب التأخير (Delay_Req) 32

التذييل III – اعتبارات بشأن اختيار عنوان المقصد الجماعي في الإثرنت وفق البروتوكول PTP 34

التذييل IV – اعتبارات بشأن استخدام الأولوية الثانية Priority2..... 35

التذييل V – وصف حالات ميقاتيات البروتوكول PTP ومحتويات رسائل الإعلان المرتبطة بها 37

1.V الغرض من هذا التذييل..... 37

2.V وصف الحالات..... 37

3.V مثال على التقابل بين حالات منافذ البروتوكول PTP وحالات ميقاتيات البروتوكول PTP للميقاتية T-BC ذات الثلاثة منافذ..... 39

4.V محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-GM بالاستناد إلى الحالات الداخلية لميقاتية البروتوكول PTP . 40

5.V محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-BC بالاستناد إلى الحالات الداخلية لميقاتية البروتوكول PTP .. 41

التذييل VI – العمليات عبر تجمّع الوصلات 42

التذييل VII – العلاقة بين رتبة الميقاتية (clockClass) ومواصفات الاستبقاء 43

التذييل VIII – اعتبارات بشأن ميقاتية T-TSC موصولة بتطبيق نهائي..... 45

التذييل IX – حساب التغاير offsetScaledLogVariance لميقاتية T-GM يتم توقيتها ميقاتية PRTC أو ميقاتية ePRTC 46

1.IX فترة الرصد وتوليد ضوضاء الانحراف (TDEV) 46

2.IX حساب تغاير البروتوكول PTP من الانحراف الزمني TDEV..... 47

3.IX حساب التغاير offsetScaledLogVariance من تغاير البروتوكول PTP..... 48

بيبليوغرافيا 50

مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن من أجل مزامنة الطور/الوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية مواصفة لتطبيقات الاتصالات بالاستناد إلى بروتوكول دقة الزمن (PTP) الوارد في المعيار IEEE 1588. وتحدد المواصفة وظائف المعيار IEEE 1588 التي تعتبر ضرورية لضمان قابلية التشغيل البيني بين عناصر الشبكة لتنفيذ التزامن الدقيق للطور/الوقت. وتستند المواصفة إلى دعم كامل بالتوقيت من معمارية الشبكة على النحو الوارد في التوصية [ITU-T G.8275] والتعاريف الوارد شرحها في التوصية [ITU-T G.8260].

وتحدد هذه النسخة من المواصفة متطلبات التصميم رفيعة المستوى، وأساليب التشغيل لتبادل رسائل البروتوكول PTP، وتقابل البروتوكول PTP، وخيارات خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA)، فضلاً عن معلمات تشكيلة برتوكول دقة الزمن (PTP).

ملاحظة – تم اختيار المعلمات المعرفة في النسخة الأولى من المواصفة بالاستناد إلى الحالة التي توفر الدعم لترددات الطبقة المادية.

كما تحدد هذه التوصية بعض الجوانب اللازمة للاستعمال في بيئة اتصالات تقع خارج نطاق مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) وتشكل تكملة لها.

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.

[ITU-T G.781] التوصية ITU-T G.781 (2008)، *وظائف طبقات التزامن.*

[ITU-T G.810] التوصية ITU-T G.810 (1996)، *التعاريف والمصطلحات للتزامن في الشبكات.*

[ITU-T G.8260] التوصية ITU-T G.8260 (2015)، *التعاريف والمصطلحات للتزامن في الشبكات العاملة بأسلوب الرزم.*

[ITU-T G.8265.1] التوصية ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (2014)، *البيانات الوصفية لاتصالات بروتوكول الزمن الدقيق من أجل تزامن الترددات.*

[ITU-T G.8271.1] التوصية ITU-T G.8271.1/Y.1366.1 (2013)، *حدود الشبكة من أجل التزامن الزمني في شبكات الرزم.*

[ITU-T G.8272] التوصية ITU-T G.8272/Y.1367 (2012)، *خصائص التوقيت لميقاتيات المرجع الزمني الأولية.*

[ITU-T G.8273] التوصية ITU-T G.8273/Y.1368 (2013)، *إطار ميقاتيات الطور والزمن.*

[ITU-T G.8273.2] التوصية ITU-T G.8273.2/Y.1368.2 (2014)، *خصائص التوقيت للميقاتيات الحدية للاتصالات والميقاتيات التابعة للاتصالات.*

[ITU-T G.8275] التوصية ITU-T G.8275/Y.1369 (2013)، *المعمارية والمتطلبات من أجل توزيع الزمن والطور القائم على الرزم.*

[IEEE 1588] المعيار IEEE 1588-2008، *معيار التزامن الدقيق لميقاتيات أنظمة التحكم والقياس الموصولة شبكياً.*

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرَّفة في مكان آخر

تَستعمل هذه التوصيات المصطلحات التالية المعرّفة في وثائق أخرى.

وترد المصطلحات والتعاريف المستخدمة في هذه التوصية في التوصيتين [ITU-T G.810] و[ITU-T G.8260].

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية

لا يوجد.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تَستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

AVAR تغاير آلان *(Allan Variance)*

BC ميقاتية حدية *(Boundary Clock)*

BMCA خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية *(Best Master Clock Algorithm)*

EEC ميقاتية معدات الإثرنت المتزامنة *(synchronous Ethernet Equipment Clock)*

ePRTC ميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة *(Enhanced Primary Reference Time Clock)*

EUI معرّف فريد موسّع *(Extended Unique Identifier)*

FPM تشكيل طور الرفيف *(Flicker Phase Modulation)*

GM ميقاتية رئيسية *(Grandmaster)*

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

LAG تجمّع الوصلات *(Link Aggregation)*

MVAR تغاير آلان المعدل *(Modified Allan Variance)*

OC ميقاتية عادية *(Ordinary Clock)*

PRC ميقاتية مرجعية أولية *(Primary Reference Clock)*

PRS مصدر مرجع أولي *(Primary Reference Source)*

PRTC ميقاتية الزمن المرجعي الأولية *(Primary Reference Time Clock)*

PSD الكثافة الطيفية للقدرة *(Power Spectral Density)*

PTP بروتوكول دقة الزمن *(Precision Time Protocol)*

QL مستوى الجودة *(Quality Level)*

SDH التراتب الرقمي المتزامن *(Synchronous Digital Hierarchy)*

SSM رسالة حالة التزامن *(Synchronization Status Message)*

SSU وحدة توفير التزامن *(Synchronization Supply Unit)*

SSU-A وحدة توفير التزامن من المستوى الأولي *(primary level SSU)*

SSU-B وحدة توفير التزامن من المستوى الثانوي *(secondary level SSU)*

ST2 الطبقة 2 *(Stratum 2)*

ST3E الطبقة 3 المحسّنة *(Stratum 3 Enhanced)*

T-BC ميقاتية حدية للاتصالات *(Telecom Boundary Clock)*

TC ميقاتية شفافة *(Transparent Clock)*

T-GM ميقاتية رئيسية للاتصالات *(Telecom Grandmaster)*

T-TC ميقاتية شفافة للاتصالات *(Telecom Transparent Clock)*

T-TSC ميقاتية تابعة زمنية للاتصالات *(Telecom Time Slave Clock)*

TLV قيمة طول النمط *(Type Length Value)*

TVAR تفاوت زمني *(Time Variance)*

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

WPM تشكيل طور الضوضاء البيضاء *(White Phase Modulation)*

5 الاصطلاحات

تستخدم في هذه التوصية الاصطلاحات التالية: مصطلح بروتوكول دقة الزمن (PTP) ويشير إلى النسخة 2 من بروتوكول دقة الزمن المعرفة في المعيار [IEEE 1588]. وتعرف رسائل بروتوكول دقة الزمن المستخدمة في هذه التوصية في المعيار [IEEE 1588] وتحدد باستخدام نص مائل الحروف.

ويشير مصطلح الميقاتية الحدية للاتصالات (T-BC) إلى جهاز يتكون من ميقاتية حدية (BC) على النحو المعرف في المعيار [IEEE 1588] وفي هذه التوصية، إلى جانب خصائص إضافية تتعلق بالأداء معرفة في التوصية [ITU-T G.8273.2].

ويشير مصطلح الميقاتية الشفافة للاتصالات (T-TC) إلى جهاز يتكون من ميقاتية شفافة (TC) على النحو المعرف في المعيار [IEEE 1588]، إلى جانب خصائص إضافية تتعلق بالأداء لإجراء المزيد من الدراسة بشأنها.

ويشير مصطلح الميقاتية الرئيسية للاتصالات (T-GM) إلى جهاز يتكون من ميقاتية رئيسية (GM) على النحو المعرف في المعيار [IEEE 1588] وفي هذه التوصية، إلى جانب خصائص إضافية تتعلق بالأداء لإجراء المزيد من الدراسة بشأنها.

ويشير مصطلح الميقاتية التابعة الزمنية للاتصالات (T-TSC) إلى جهاز يتكون من ميقاتية عادية تابعة فقط (OC) على النحو المعرف في المعيار [IEEE 1588] وفي هذه التوصية، إلى جانب خصائص إضافية تتعلق بالأداء معرفة في الملحق C بالتوصية [ITU-T G.8273.2].

ويشير مصطلح ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) إلى الميقاتية المعرفة في التوصية [ITU-T G.8272]. ويشير مصطلح ميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة (ePRTC) إلى النسخة المحسنة من ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) التي تجري دراستها.

6 استعمال بروتوكول دقة الزمن لتوزيع الطور والوقت

أعد معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) في البداية نسخة عام 2002 من المعيار [IEEE 1588] لدعم متطلبات الأتمتة الصناعية المتعلقة بالتوقيت، وتعريف بروتوكول دقة الزمن الذي تم إعداده لإتاحة النقل الدقيق للوقت في هذا السياق.

وتتضمن نسخة عام 2008 الصادرة عن معهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (المعرفة في المعيار [IEEE 1588]) سمات مفيدة لنقل البروتوكول عبر شبكة منطقة واسعة، وتقدم مفهوم "المواصفة" التي قد يتم بموجبها اختيار وتحديد جوانب البروتوكول لاستعمال معين خلاف ذلك المقرر في الأساس للأتمتة الصناعية.

وتم تعريف مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) في التوصية [ITU-T G.8265.1] لمعالجة التطبيقات التي تتطلب مزامنة الترددات فقط. وتعرّف هذه التوصية مواصفة أخرى للبروتوكول PTP لتطبيقات الاتصالات التي تتطلب مزامنة الطور والوقت. وهي تدعم المعمارية المحددة الوارد شرحها في التوصية [ITU-T G.8275] من أجل إتاحة توزيع الطور والوقت بدعم كامل بالتوقيت من الشبكة، وتقوم على نسخة عام 2008 لبروتوكول دقة الزمن المعرفة في المعيار [IEEE 1588].

ومن أجل المطالبة بالامتثال لمواصفة الاتصالات، يجب أن تُستوفى متطلبات هذه التوصية ومتطلبات المعيار [IEEE 1588] ذات الصلة، كما أشير إليه في الملحق A.

ويرد وصف الجوانب المفصلة لمواصفة الاتصالات في الفقرات التالية، فيما ترد المواصفة ذاتها في الملحق A. وهي تلي القواعد العامة لتحديد المواصفة التي في المعيار [IEEE 1588].

وتعرّف مواصفة الاتصالات هذه لبروتوكول دقة الزمن (PTP) المعلمات من المعيار [IEEE 1588] المقرر استخدامها من أجل ضمان قابلية التشغيل البيني بين عمليات التنفيذ وتحدد السمات الاختيارية والقيم الافتراضية للنعوت القابلة للتشكيل والآليات التي يجب دعمها. ومع ذلك، فإنها لا تكفل الوفاء بمتطلبات الأداء الخاصة بتطبيق معين. وقد حددت جوانب الأداء هذه في توصيات أخرى صادرة عن قطاع تقييس الاتصالات للاتحاد، وتنطوي على عناصر إضافية تتجاوز محتوى مواصفة بروتوكول دقة الزمن نفسها.

1.6 متطلبات التصميم عالية المستوى

تنص الفقرة 1.1.3.19 من المعيار [IEEE 1588] على ما يلي:

"الغرض من مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) هو السماح للمنظمات بتحديد مجموعات مختارة محددة من قيم النعوت وسمات اختيارية لبروتوكول دقة الزمن التي، عند استعمالها لبروتوكول النقل ذاته، تترابط وتحقق أداءً يفي بمتطلبات تطبيق معين."

ومن أجل التشغيل في شبكة اتصالات، يلزم أيضاً أن تكون بعض المعايير الإضافية متسقة مع الممارسات المعيارية لمزامنة الاتصالات. وبالتالي، يجب أن تفي مواصفة بروتوكول دقة الزمن الخاصة بتوزيع الزمن والطور بالمتطلبات العالية المستوى التالية:

1) يجب تحديد الآليات لإتاحة قابلية التشغيل البيني لمختلف ميقاتيات الطور/الزمن التي تنتمي للمعمارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275] والوارد شرحها في التوصية [ITU-T G.8273].

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

3) يجب أن تسمح الآليات القائمة على الرزم بتصميم وتشكيل شبكة المزامنة ضمن ترتيب ثابت.

4) يجب أن تستند مخططات الحماية التي تستخدمها الأنظمة القائمة على الرزم إلى ممارسات معيارية تتعلق بتشغيل الاتصالات وأن تمكّن الميقاتيات التابعة الزمنية للاتصالات من استخراج الطور والوقت من ميقاتيات رئيسية للاتصالات، متعددة ومنفصلة جغرافياً.

5) ينبغي السماح باختيار مصادر مرجعية للطور/الزمن بالاستناد إلى إمكانية تتبع الطور/الزمن الوارد والأولوية المحلية، فضلاً عن وضع طوبولوجيا لشبكة مزامنة الطور/الزمن بصورة آلية.

2.6 أساليب وخيارات بروتوكول دقة الزمن

1.2.6 ميادين بروتوكول دقة الزمن

يتألف الميدان من تجمعات منطقية من الميقاتيات التي تتواصل مع بعضها باستخدام بروتوكول دقة الزمن (PTP).

وتُستخدم ميادين بروتوكول دقة الزمن لتجزئة شبكة ضمن كيان إداري. وترتبط رسائل وبيانات البروتوكول PTP بميدان معين، وبالتالي يكون البروتوكول PTP مستقلاً بالنسبة لميادين مختلفة.

وفي إطار مواصفة الاتصالات هذه لبروتوكول دقة الزمن، يكون الرقم الافتراضي لميدان بروتوكول دقة الزمن 24، ويكون نطاق أرقام ميادين مواصفة بروتوكول دقة الزمن المعمول بها {24 - 43}.

ملاحظة – تم اختيار هذا النطاق من النطاق الذي يحدده المستعمل لأرقام ميادين البروتوكول PTP والمعرف في المعيار [IEEE 1588]. وبالرغم من أخذ نطاقات غير متراكبة للمواصفات المختلفة لاتصالات البروتوكول PTP بهدف منع التفاعلات بين المواصفات، فلا يوجد ما يمنع صناعة أخرى من استخدام النطاق نفسه الذي يحدده المستعمل لأرقام ميادين البروتوكول PTP لدى تحديد مواصفة لغير اتصالات البروتوكول PTP. ويتولى مشغل الشبكة مسؤولية تبين وجود خطر حدوث تفاعلات غير متعمدة بين مواصفات البروتوكول PTP واتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع مثل هذا التصرف.

2.2.6 رسائل بروتوكول دقة الزمن المستخدمة في المواصفة

تستخدم مواصفة بروتوكول دقة الزمن الرسائل: *Sync* (مزامنة)، و*Follow_Up* (متابعة)، و*Announce* (إعلان)، و*Delay_Req* (تأخير الطلب)، و*Delay_Resp* (تأخير الاستجابة).

ويخضع استعمال رسائل *Signaling* (التشوير) و*Management* (الإدارة) لمزيد من الدراسة.

ولا تُستخدم الرسائل *Pdelay_Req* و*Pdelay_Resp* و*Pdelay_Resp_Follow_Up*.

3.2.6 أنواع ميقاتيات بروتوكول دقة الزمن التي تُوفرها هذه المواصفة

تُستخدم في هذه المواصفة الميقاتية العادية (OC) والميقاتية الحدية (BC) والميقاتية الشفافة (TC) وفقاً للمعيار [IEEE 1588].

وهناك نوعان من الميقاتيات العادية (OC):

1) الميقاتية العادية (OC) التي يمكن أن تكون ميقاتية رئيسية فقط (ميقاتية رئيسية للاتصالات (T-GM) وفقاً للمعمارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275]، وعلى النحو المبين في التوصية [ITU-T G.8272].

2) الميقاتية العادية التي لا يمكن أن تكون إلا ميقاتية تابعة، أي ميقاتية تابعة فقط (ميقاتية تابعة زمنية للاتصالات (T-TSC) وفقاً للمعيارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275]، وبما يتوافق مع الملحق C بالتوصية [ITU-T G.8273.2]).

وهناك نوعان من الميقاتيات الحدية (BC):

1) الميقاتية الحدية (BC) التي يمكن أن تكون ميقاتية رئيسية فقط (ميقاتية رئيسية للاتصالات (T-GM) وفقاً للمعمارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275]، وعلى النحو المبين في التوصية [ITU-T G.8272].

2) الميقاتية الحدية التي يمكن أن تكون ميقاتية رئيسية كما يمكن أن تكون تابعة لميقاتية أخرى للبروتوكول PTP (ميقاتية حدية للاتصالات (T-BC) وفقاً للمعيارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275] وبما يتوافق مع التوصية [ITU-T G.8273.2]).

ملاحظة – تمثل الميقاتية الرئيسية للاتصالات (T-GM) والميقاتية الرئيسية (GM) مفهومين مختلفين؛ فالميقاتية الرئيسية هي حالة محددة في المعيار [IEEE 1588] التي يمكن أن تحصل عليها ميقاتية البروتوكول PTP إذا ما توفر لها خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA)، بينما تعتبر الميقاتية الرئيسية للاتصالات نوعاً من الميقاتيات المعرفة في المعمارية الواردة في التوصية [ITU-T G.8275].

وتعتبر الميقاتية الشفافة المستخدمة في هذه المواصفة (الميقاتية T-TC وفقاً للمعمارية المحددة في التوصية [ITU-T G.8275] والإطار لميقاتيات الطور والزمن [ITU-T G.8273]) الميقاتية الشفافة من طرف إلى طرف المحددة في المعيار [IEEE 1588]. ولا يُسمح باستعمال الميقاتية الشفافة بين النظراء في هذه المواصفة.

ويرد في الجدول 1 التقابل بين أنواع ميقاتيات البروتوكول PTP وميقاتيات الطور/الوقت المحددة في المعمارية الواردة في التوصية [ITU-T G.8275].

الجدول 1 – التقابل بين التوصية [ITU-T G.8275] وأنواع ميقاتيات البروتوكول PTP

نوع الميقاتية المأخوذ من التوصية [ITU-T G.8275]	الوصف	نوع الميقاتية المأخوذ من المعيار [IEEE 1588]
T-GM	ميقاتية عادية رئيسية فقط (رئيسية مع منفذ وحيد للبروتوكول PTP، دائماً رئيسية، ولا يمكن أن تكون تابعة لميقاتية PTP أخرى)	OC
	ميقاتية حدية رئيسية فقط (رئيسية مع عدة منافذ للبروتوكول PTP، دائماً رئيسية، ولا يمكن أن تكون تابعة لميقاتية PTP أخرى)	BC
T-BC	ميقاتية حدية (يمكن أن تصبح ميقاتية رئيسية، أو يمكن أن تكون تابعة لميقاتية PTP أخرى)	BC
T-TSC	ميقاتية عادية تابعة فقط (دائماً تابعة، ولا يمكن أن تكون ميقاتية رئيسية)	OC
T-TC	ميقاتية شفافة	TC من طرف لطرف

4.2.6 العملية أحادية الاتجاه مقابل العملية بالاتجاهين

يجب أن تكون عملية بروتوكول دقة الزمن ثنائية الاتجاه في هذه المواصفة من أجل نقل مزامنة الطور والوقت، وذلك لضرورة قياس تأخر الانتشار. وبالتالي لا يُسمح إلا باتباع الأسلوب الثنائي الاتجاه في هذه المواصفة.

5.2.6 أسلوب الميقاتية أحادية المرحلة مقابل الأسلوب الثنائي المرحلة

يتوفر في هذه المواصفة كلّ من الميقاتيات الأحادية والثنائية المرحلة. ويجوز لميقاتية تمتثل لهذه المواصفة أن تستخدم الميقاتية الأحادية المرحلة أو الميقاتية الثنائية المرحلة.

ولكي يكون المنفذ التابع متسقاً مع المعيار [IEEE 1588]، يجب أن يكون قادراً على استقبال ومعالجة الرسائل الواردة من كل من الميقاتيات الأحادية المرحلة والثنائية المرحلة، دون تحديد أي نوع من أنواع التشكيل.

6.2.6 عنوان الإثرنت الجماعي لرسائل بروتوكول دقة الزمن

تُستخدم مواصفة الاتصالات هذه لبروتوكول دقة الزمن عنوان الإثرنت الجماعي لإرسال جميع رسائل البروتوكول PTP.

بالنسبة لمواصفة البروتوكول PTP المحددة في هذه التوصية، فعند استعمال تقابل البروتوكول PTP المحدد في الملحق F بالمعيار [IEEE 1588]، يتوفر كل من العنوان الجماعي غير القابل للتحويل 01-80-C2-00-00-0E والعنوان الجماعي القابل للتحويل 01-1B-19-00-00-00.

وينبغي أن تكون الميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC أو الميقاتية T-TSC أو الميقاتية T-TC الممتثلة لهذه المواصفة قادرة على التعامل مع كل من العنوان الجماعي غير القابل للتحويل 01-80-C2-00-00-0E والعنوان الجماعي القابل للتحويل 01-1B-19-00-00-00 على جميع منافذها القائمة على البروتوكول PTP.

وبالنسبة للميقاتية T-GM والميقاتية T-BC والميقاتية T-TSC، يتم اختيار العنوان الجماعي حسب التشكيل على أساس كل منفذ على حدة؛ ويتعين على جميع رسائل البروتوكول PTP المتعلقة بمنفذ واحد أن تستخدم عنواناً مُشكلاً لإرسال رسائل البروتوكول إلى منفذ بعيد للبروتوكول PTP. وفي الحالة التي يكون فيها المنفذ البعيد للبروتوكول PTP مُشكلاً بحسب عنوان آخر، يجب على المنفذ المحلي للبروتوكول PTP أن يقبل الرسائل الواردة ويعالجها.

ويتوقف العنوان الافتراضي على سياسة المشغل. انظر المعلومات الواردة في التذييل III.

وعند الإرسال، لا يتطلب الأسلوب الافتراضي للميقاتية الشفافة للاتصالات (T-TC) أي نوع من أنواع التشكيل: وعلى رسائل البروتوكول PTP التي أعادت الميقاتية T-TC إرسالها أن تستخدم عنوان الوجهة الجماعي نفسه الذي تعتمده رسالة البروتوكول PTP الواردة. ويعتبر دعم الأسلوب الإفتراضي هذا في الإرسال إلزامياً.

ملاحظة – تستخدم هذه المواصفة الملحق F بالمعيار [IEEE 1588]، "نقل بروتوكول دقة الزمن (PTP) عبر *IEEE802.3/Ethernet*"، لطبقة النقل. وبوجه خاص، ووفقاً لأساليب جسور الإثرنت ذات الصلة، فإن عنوان التحكم المناسب في النفاذ إلى الوسائط (MAC) لمنفذ إرسال الإثرنت يقع ضمن حقل عنوان المصدر (sourceAddress) في رأسية إطار الإثرنت التي تغلف رزم البروتوكول PTP التي ترسلها أي من ميقاتيات البروتوكول PTP المعرفة في هذه المواصفة (أي الميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC أو الميقاتية T-TC أو الميقاتية T-TSC).

تعالج هذه المواصفة رسائل البروتوكول (PTP) بتغليف العنوان الجماعي في الإثرنت. وينبغي إحالة رسائل البروتوكول PTP ذات الأنواع الأخرى من التغليف بالاستناد إلى قواعد الإحالة في بروتوكول النقل الخاص بكل منها.

7.2.6 تقابل بروتوكول دقة الزمن

تستند مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن هذه إلى تقابل بروتوكول دقة الزمن المعرف في الملحق F بالمعيار [IEEE 1588]، *نقل بروتوكول دقة الزمن عبر IEEE 802.3/Ethernet*.

وبالتالي، يجب أن تكون ميقاتية البروتوكول PTP الممتثلة لهذه المواصفة الواردة في هذه التوصية ممتثلة للملحق F بالمعيار [IEEE 1588].

ويستخدم الحقل transportSpecific في هذه المواصفة وينبغي ضبطه على القيمة "0".

وفي السيناريوهات التي يجري النظر فيها حالياً، القائمة مثلاً على دعم كامل بالتوقيت من الميقاتية T-BC والميقاتية T-TC، لا يسمح بإقحام بطاقة الشبكة المحلية الافتراضية (VLAN) في الأطر التي تحمل رسائل البروتوكول PTP في حالة الميقاتيات T-GM وT-BC وT-TSC. ففي هذه الحالة وعند تلقي رسالة البروتوكول PTP ضمن إطار يتضمن بطاقة VLAN، لا بد من التخلص من هذا الإطار بواسطة الميقاتيات T-GM وT-BC وT-TSC.

ويرد في التذييل I مناقشة لبعض التشكيلات المحددة القائمة على الميقاتية الشفافة للاتصالات (T-TC).

ويخضع استخدام بطاقات الشبكة المحلية الافتراضية (VLAN) لمزيد من الدراسة.

8.2.6 معدلات الرسائل

ضمن نطاق هذه المواصفة، يمكن استخدام الرسائل التالية مع مراعاة المعدلات الإسمية المقابلة المشار إليها:

- رسائل *Sync* (عند استخدامها يكون لرسائل *Follow_up* المعدل ذاته) – المعدل الإسمي: 16 رزمة في الثانية.
- رسائل *Delay_Req/Delay_Resp* – المعدل الإسمي: 16 رزمة في الثانية.
- رسائل *Announce* – المعدل الإسمي: 8 رزم في الثانية.

كما يجب مراعاة متطلبات الفقرة 1.2.7.7 من المعيار [IEEE 1588] لإرسال رسائل *Sync* و*Announce*. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن لا يتجاوز الوقت الفاصل بين رسائل *Sync* المتتالية ضعف متوسط الفترة الفاصلة بين رسائل *Sync* المحددة أعلاه، ويجب أن لا يتجاوز الوقت الفاصل بين رسائل *Announce* المتتالية ضعف متوسط الفترة الفاصلة بين رسائل *Announce* المحددة أعلاه.

ويُحدد إرسال الرسائل *Delay_Req* في الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588].

وبالإضافة إلى النقطة 1 والنقطة 2 من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588]، يجب أن تتبع الميقاتية التي تمتثل لهذه المواصفة أحد الخيارات التالية:

- متطلبات مدة الإرسال وفقاً للنقطة 3 من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588] باستخدام توزيع خاص بالتنفيذ. وفي هذه الحالة، يجب أن تُصدر عقدة البروتوكول PTP، بقدر من الثقة نسبته 90%، الرسائل *Delay_Req* بفترات فاصلة بينها تقع في حدود ±30% من القيمة ثانيتين $^{\text{logMinDelayReqInterval}}$.

– متطلبات مدة الإرسال المحددة في النقطة 4 من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588].

وبالإضافة إلى ذلك، يجب أن لا تتجاوز الفترة الفاصلة بين رسائل *Delay_Req* القيمة ثانيتين $^{logMinDelayReqInterval+1}$.

ويتضمن التذييل II لهذه التوصية معلومات أساسية إضافية تتعلق بإرسال رسائل *Delay_Req* المحدد في الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588].

ويتطلب استخدام الرسائل *Signaling* و*Management* المزيد من الدراسة.

3.6 جوانب الحماية وخوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة

1.3.6 خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة

تستخدم مواصفة بروتوكول دقة الزمن المحددة في هذه التوصية خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة على النحو الوارد في الفقرة 1.3.9 من المعيار [IEEE 1588]. وتختلف خوارزمية BMCA البديلة عن خوارزمية BMCA الافتراضية الواردة في المعيار [IEEE 1588] على النحو التالي:

أ) تأخذ خوارزمية BMCA البديلة في الاعتبار النعت masterOnly البوليني لكل منفذ على حدة. فإذا كان masterOnly صحيحاً (TRUE)، لن يوضع المنفذ في الحالة التابعة (SLAVE) على الإطلاق، وسينتقل دوماً إلى الحالة الرئيسية (MASTER). وإذا كان masterOnly خطأ (FALSE)، يمكن عندئذ وضع المنفذ في الحالة SLAVE. ويضبط النعت masterOnly عن طريق أحد عناصر مجموعة بيانات المنفذ القابل للتشكيل portDS.masteronly.

تكون القيمة الافتراضية ومجموعة القيم لهذا النعت، في حالة منافذ الميقاتية الحدية (BC) أو الميقاتية العادية (OC) التي لا يمكن أن تكون إلا ميقاتية رئيسية (GM) (أي T-GM)، TRUE (صح) و{TRUE} {صح}.

تكون القيمة الافتراضية ومجموعة القيم لهذا النعت، في حالة منافذ الميقاتية العادية التابعة فقط (أي T-TSC)، (TRUE) (صح) و{FALSE} و{خطأ}.

تكون القيمة الافتراضية ومجموعة القيم لهذا النعت، في حالة منافذ الميقاتية الحدية (BC) التي قد أو لا تكون ميقاتية رئيسية (GM) (أي T-BC)، TRUE (صح) و{TRUE, FALSE} {صح، خطأ}.

يلاحظ أنه بالنسبة للميقاتية T-BC، يجب أن يعطى النعت masterOnly القيمة FALSE على منفذ واحد على الأقل لكي تتمكن الميقاتية T-BC من التزامن مع ميقاتية أخرى.

ب) يتم احتساب الكمية E_{rbest} وفقاً للوصف الوارد في الفقرة 3.2.3.9 من المعيار [IEEE 1588]، باستثناء أن قيمة E_{rbest} للمنفذ r يجب أن تضبط على المجموعة الفارغة حين يضبط النعت masterOnly لهذا المنفذ r على القيمة TRUE (صح)، بغض النظر عن أي اعتبار آخر. والغرض من ذلك أن لا يستخدم حساب الكمية E_{best} المعلومات الواردة في أي رسالة من رسائل *Announce* الواردة إلى المنفذ r حيث يضبط النعت masterOnly على TRUE (صح).

ج) تسمح خوارزمية BMCA البديلة لميقاتيات متعددة بأن تكون ميقاتيات رئيسية (GM) ناشطة بشكل متزامن (لا يمكن للميقاتيات التي تقل رتبتها clockClass عن 128 أن تكون تابعة). وإذا وجدت ميقاتيات رئيسية متعددة ناشطة، تتم مزامنة كل ميقاتية غير رئيسية مع ميقاتية رئيسية واحدة في ميدان البروتوكول PTP.

د) يُخصص نعت الأولوية المحلية (localPriority) لكل منفذ r من منافذ ميقاتية ويُستخدم في تحديد الكميتين E_{rbest} وE_{best}. وترفق كل مجموعات بيانات خاصة بميقاتية أصلية أو ميقاتية رئيسية غريبة، التي وردت معلومات الرسالة *Announce* الخاصة بها إلى المنفذ r، بنعت localPriority للمنفذ المحلي r قبل اللجوء إلى مقارنة مجموعات البيانات المحددة في الشكل 2 والشكل 3 أدناه. ولا يُرسل النعت localPriority في رسائل *Announce*. ويُستخدم هذا النعت كوسيلة ترجيح في خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات إذا تساوت جميع النعوت السابقة الأخرى لمجموعات البيانات التي تجري مقارنتها. ويضبط النعت localPriority عن طريق أحد عناصر مجموعة بيانات المنفذ portDS.localPriority القابل للتشكيل والمكون من عدد صحيح غير جبري. ويكون لهذا النعت نوع البيانات UInteger8. وتقع قيم هذا النعت

في النطاق {225-1}، وتعطى له القيمة الافتراضية 128. ويُسمح لميقاتية تمتثل لمواصفة البروتوكول PTP هذه أن توفر مجموعة فرعية من القيم المحددة في هذا النطاق.

هـ) يخصص النعت localPriority للميقاتية المحلية، التي تُستخدم عند الحاجة لدى مقارنة البيانات المرتبطة بالميقاتية المحلية، D_0، بالبيانات الواردة إلى ميقاتية رئيسية محتملة أخرى عن طريق إحدى رسائل *Announce*. ويحدد النعت localPriority الخاص بميقاتية محلية عن طريق أحد عناصر مجموعة البيانات الافتراضية defaultDS.localPriority القابل للتشكيل والمكون من عدد صحيح غير جبري. ويكون لهذا النعت نوع البيانات UInteger8. وتقع قيم هذا النعت في النطاق {225-1}، وتعطى له القيمة الافتراضية 128. ويُسمح لميقاتية تمتثل لمواصفة البروتوكول PTP هذه أن توفر مجموعة فرعية من القيم المحددة في هذا النطاق.

و) يتم في الفقرة 7.3.6 تعديل خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات وفقاً للشكلين 2 و3.

الملاحظة 1 – بما أن قيمة النعت masterOnly، حسب التعريف، هي دائماً TRUE (صح) على جميع منافذ البروتوكول PTP لميقاتية T-GM، فإن النعت masterOnly لا يستخدم في الواقع للميقاتية T-GM.

الملاحظة 2 – بالنسبة للميقاتية T-GM، يكون خرج خوارزمية BMCA البديلة في الواقع ثابتاً ويوفر حالة موصى بها = BMC_MASTER، لأن النعت masterOnly = TRUE لجميع منافذ بروتوكول PTP للميقاتية T-GM. ويمكن أن تكون شفرة التقرير الناتجة إما M1 أو M2 رهناً بحالة الميقاتية T-GM (أي قيمة الرتبة clockClass للميقاتية T-GM).

الملاحظة 3 – بالنسبة للميقاتية T-BC، ينبغي أن يتم اختيار المنافذ التي يكون النعت masterOnly بالنسبة لها FALSE (خطأ) وفقاً لخطة مزامنة الشبكة. وتتمثل إحدى حالات الاستخدام النموذجية التي ينبغي أن يبقي فيها هذا المعلم صحيحاً (TRUE) في منع التوقيت من الانتشار من جزء النفاذ في الشبكة إلى الجزء الأساسي منها.

الملاحظة 4 – الغرض من استخدام masterOnly هو باستخدامه بصورة رئيسية في سيناريوهين:

1 منفذ البروتوكول PTP للميقاتية T-GM؛

2 منفذ البروتوكول PTP للميقاتية T-BC التي تواجه اتجاه 'المقصد' نحو جزء النفاذ في الطوبولوجيا الشجرية.

وقد يسفر استخدام المعلم masterOnly في سيناريوهات أخرى، من قبيل منافذ البروتوكول PTP التي تشارك في معمارية حلقية، عن تشغيل غير متعمد، وخاصة أثناء إعادة التشكيل أو إجراء تغيرات طوبولوجية.

2.3.6 اعتبارات بشأن استعمال نعوت الأولوية المحلية (localPriority)

توفر نعوت الأولوية المحلية (localPriority) أداة قوية لتعريف معمارية شبكة المزامنة.

وينجم عن استخدام القيم الافتراضية لهذه النعوت كما حددتها خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة، شبكة مزامنة خالية من عرى التوقيت.

ويجب القيام بتخطيط مناسب لتجنب عرى التوقيت عند تشكيل قيم تختلف عن القيم الافتراضية.

3.3.6 الأولوية الأولى الثابتة لنعوت الميقاتية

في مواصفة البروتوكول PTP هذه، تكون الأولوية الأولى (priority1) لنعوت الميقاتية ثابتة. وتستهل بقيمة افتراضية تساوي القيمة الوسطى لنطاقها، أي 128، على أن لا تتغير هذه القيمة.

ولا يُستخدم معلم الأولوية الأولى (priority1) في هذه النسخة من مواصفة اتصالات البروتوكول PTP. ويمكن أن تنظر النسخ المستقبلية في استخدام هذه النعوت، علماً بأن ذلك يحتاج إلى مزيد من الدراسة.

4.3.6 الأولوية الثانية لنعوت الميقاتية

في مواصفة البروتوكول PTP هذه، تكون الأولوية الثانية (priority2) لنعوت الميقاتية قابلة للتشكيل.

وتستهل بقيمة افتراضية تساوي في حالة الميقاتية T-GM والميقاتية T-BC القيمة الوسطى لنطاقها البالغ {225-0}، أي 128. أما بالنسبة للميقاتيات T-TSC فإن القيمة الافتراضية تساوي 225 والنطاق {255}.

ويجب أن توفر الميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC التي تمتثل لمواصفة البروتوكول PTP هذه جميع قيم الأولوية الثانية (priority2) المحددة في هذا النطاق. ويجب أن توفر الميقاتية T-TSC الممتثلة لهذه المواصفة، عند الاستقبال، جميع قيم الأولوية الثانية (priority2) المحددة في النطاق الكامل للمعيار [IEEE 1588] (أي القيم {255-0}).

ويرد في التذييل IV وصف لحالات الاستخدام الممكنة لنعت الأولوية الثانية، علماً بأن الحالات الأخرى تحتاج إلى مزيد من الدراسة.

5.3.6 نعوت الميقاتيات الأخرى

يجب على ميقاتية البروتوكول PTP الممتثلة لمواصفة البروتوكول PTP هذه أن توفر عند الاستقبال جميع القيم المتعلقة برتبة الميقاتية (clockClass) ودقة الميقاتية (clockAccuracy) والتغاير (offsetScaledLogVariance) [لا يستبعد] المحددة في النطاق الكامل للمعيار [IEEE 1588].

وتُحدد في القسم 4.6 القيم المعتمدة للرتبة clockClass لنعوت الميقاتية.

ملاحظة – يحتاج السلوك عند استقبال قيمة clockClass غير المحددة في الجدول 2 لمزيد من الدراسة.

وتنطبق القيم التالية للدقة clockAccuracy في نعوت الميقاتية على الحالات التالية:

- 0x20 لميقاتية T-GM موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة (ePRTC) بالأسلوب المغلق (أي ميقاتية ePRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS))؛
- 0x21 لميقاتية T-GM موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) بالأسلوب المغلق (أي ميقاتية PRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS)؛
- 0xFE لميقاتية T-GM غير موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة (ePRTC) بالأسلوب المغلق ولا بميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) بالأسلوب المغلق؛
- 0xFE للميقاتية T-BC، طوال الوقت.

وتنطبق القيم التالية للتغاير offsetScaledLogVariance في نعوت الميقاتية على الحالات التالية:

- 0x4B32 لميقاتية T-GM موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة (ePRTC) بالأسلوب المغلق (أي ميقاتية ePRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS)). ويقابل ذلك انحرافاً زمنياً (TDEV) بمقدار 10 ns بفترة فاصلة للمراقبة قدرها 000 10 ثانية. وتبلغ القيمة المقابلة لتغاير البروتوكول PTP (PTPVAR) ما مقداره $1{,}271 \times 10^{-16}$ ثانية مربعة (انظر التذييل IX)؛
- 0x4E5D لميقاتية T-GM موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) بالأسلوب المغلق (أي ميقاتية PRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS). ويقابل ذلك انحرافاً زمنياً (TDEV) بمقدار 30 ns بفترة فاصلة للمراقبة قدرها 000 10 ثانية. وتبلغ القيمة المقابلة لتغاير البروتوكول PTP (PTPVAR) ما مقداره $1{,}144 \times 10^{-15}$ ثانية مربعة (انظر التذييل IX)؛
- 0xFFFF لميقاتية T-GM غير موصولة بميقاتية الزمن المرجعي الأولية المحسنة (ePRTC) بالأسلوب المغلق ولا بميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) بالأسلوب المغلق؛
- 0xFFFF للمقاتية T-BC، طوال الوقت.

6.3.6 خوارزمية تقرير الحالة

ترد في الشكل 1 خوارزمية تقرير الحالة التي تنطبق على الخوارزمية البديلة لأفضل ميقاتية رئيسية لمواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) المحددة في هذه التوصية. فبعد التوصل إلى قرار باستخدام هذه الخوارزمية، يتم تحديث مجموعات البيانات الخاصة بالميقاتية المحلية على النحو المحدد في الفقرة 5.3.9 من المعيار [IEEE 1588]. وترد التفاصيل المتعلقة باستخدام الخوارزمية الواردة في الفقرة 3.3.9 من المعيار [IEEE 1588].

7.3.6 خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات

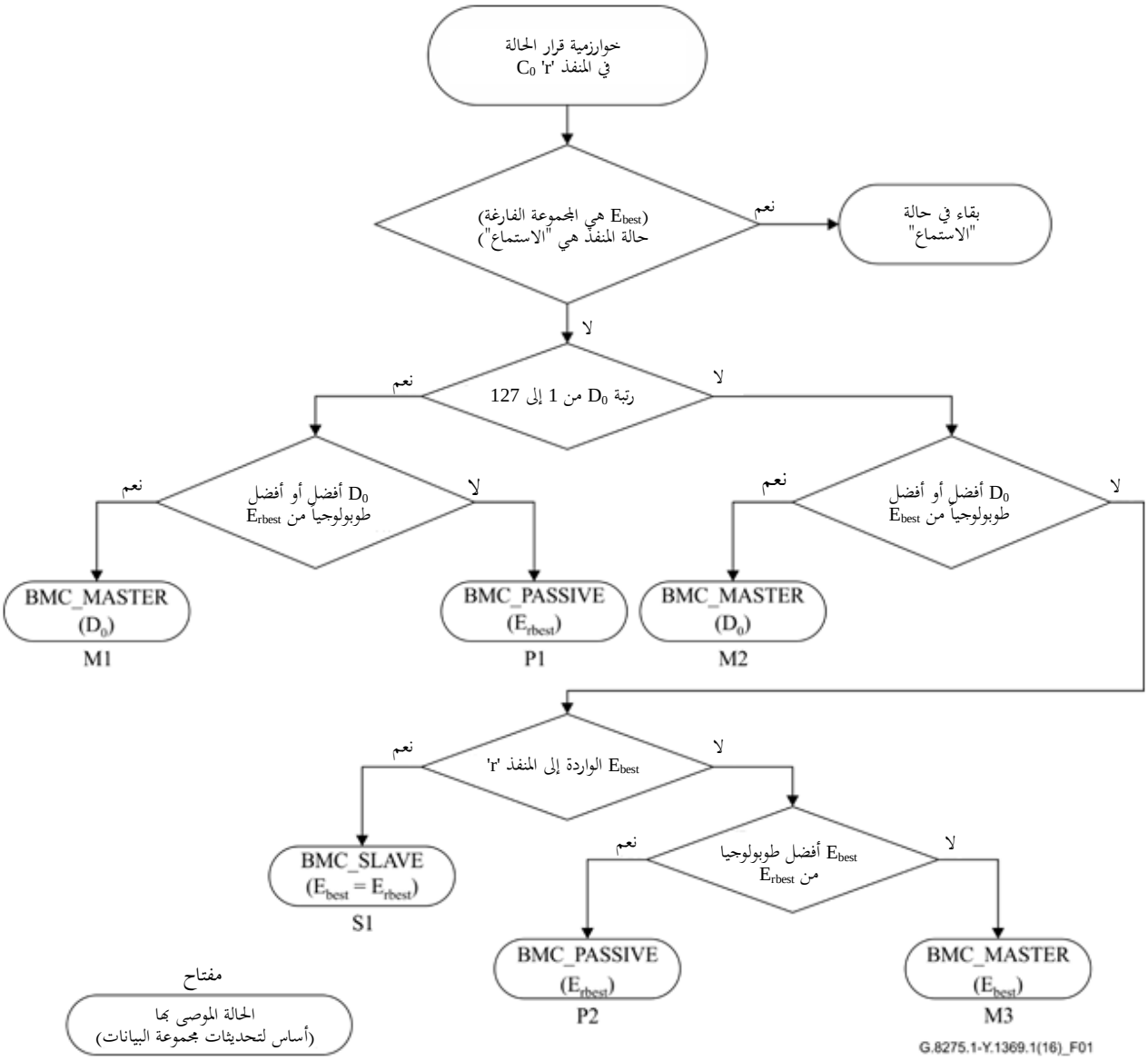
ترد في الشكلين 2 و3 خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات المتعلقة بالخوارزمية BMCA البديلة في مواصفة البروتوكول PTP المحددة في هذه التوصية. وباعتماد هذه الخوارزمية، تجري مقارنة ميقاتية واحدة بميقاتية أخرى باستخدام مجموعات البيانات التي تمثل هاتين الميقاتيتين، مرفقة بنعت localPriority. وترد التفاصيل المتعلقة باستخدام الخوارزمية في الفقرة 4.3.9 من المعيار [IEEE 1588].

إذا كانت أي من مجموعتي البيانات A أو B الواردتين في الشكلين 2 و3 تحتوي على بيانات تتعلق بالميقاتية الأصلية أو بميقاتية رئيسية غريبة، يكون النعت localPriority المقابل لمجموعة البيانات الخاصة بها النعت localPriority للمنفذ المحلي r الذي وردت إليه المعلومات من الميقاتية الأصلية أو الميقاتية الرئيسية الغريبة (انظر البند (د) من الفقرة 1.3.6).

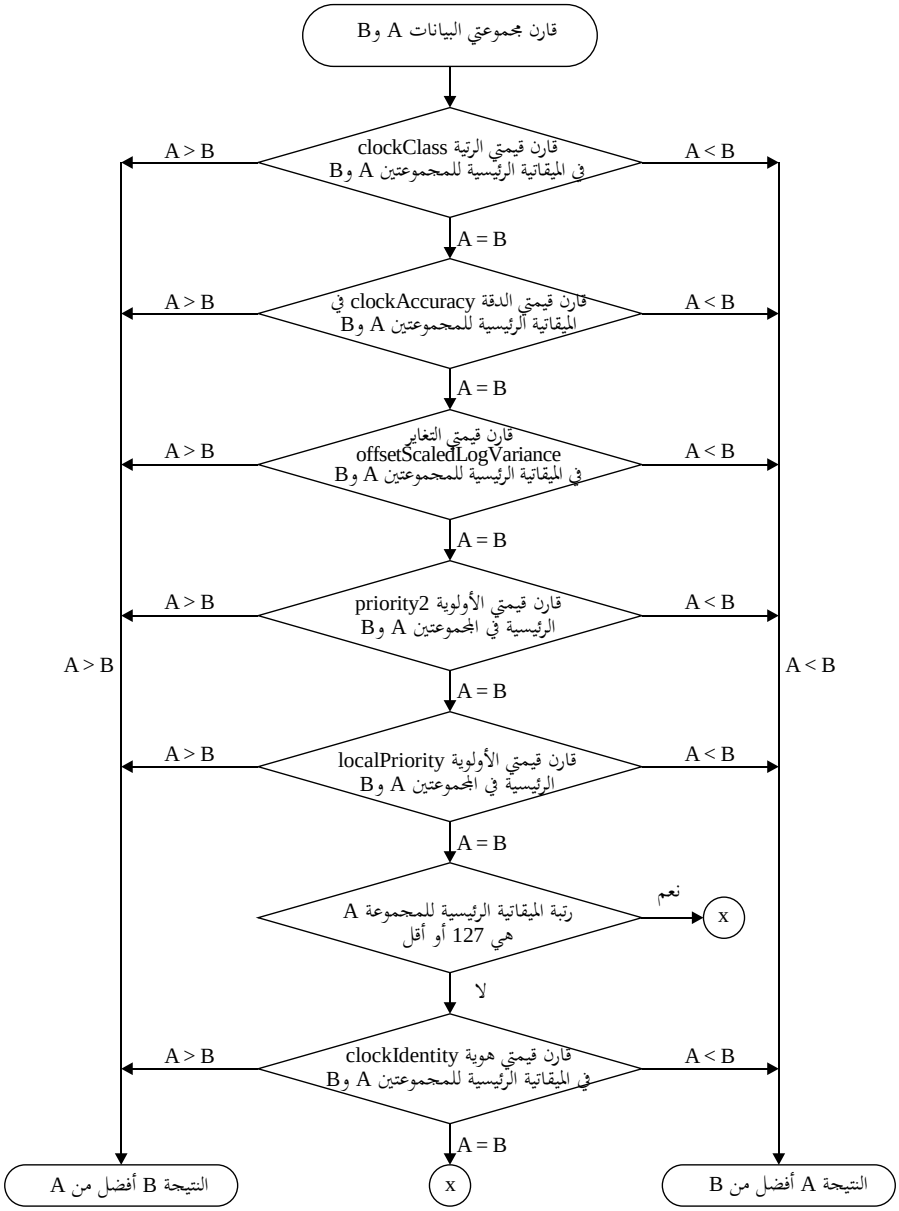
وإذا كانت أي من مجموعتي البيانات A أو B الواردتين في الشكلين 2 و3 تحتوي على بيانات تتعلق بالميقاتية المحلية، D_0، يكون النعت localPriority المقابل لمجموعة البيانات الخاصة بها النعت localPriority للميقاتية المحلية (انظر البند (هـ) من الفقرة 1.3.6).

الملاحظة 1 – يُوصى بتطبيق خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات بأكملها الوارد شرحها في الشكلين 2 و3 حتى وإن كانت بعض المعلمات ثابتة حالياً، وذلك لاحتمال استخدامها في نسخ مستقبلية لهذه التوصية.

الملاحظة 2 – تسمح الوحدة "GM clockClass of A is 127 or less" الواردة في الشكل 2 بمزامنة ميقاتيات T-BC مختلفة في الشبكة بواسطة ميقاتيات T-GM مختلفة عند نشر عدة ميقاتيات T-GM.

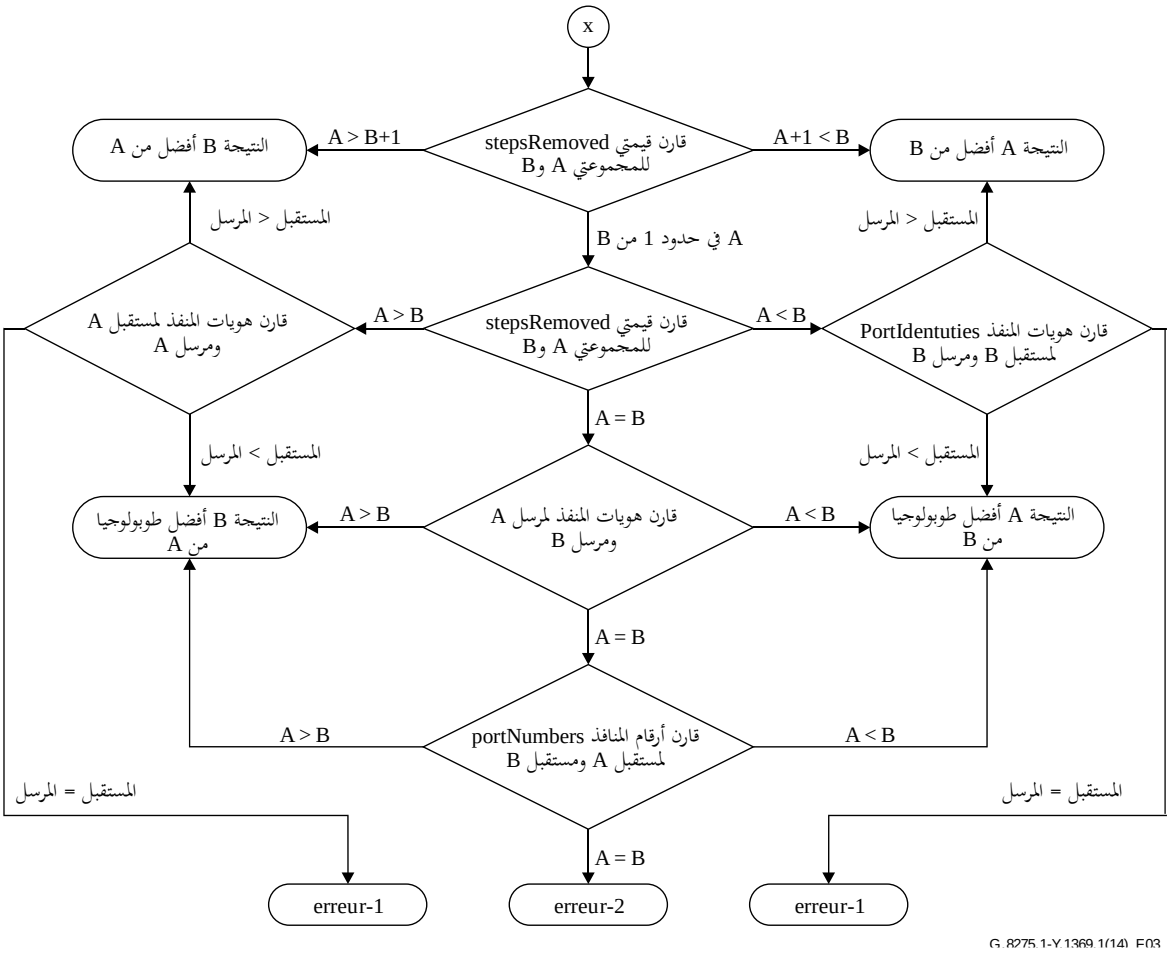


الشكل 1 – خوارزمية تقرير الحالة للخوارزمية BMCA البديلة



G.8275.1-Y.1369(16)_F02

الشكل 2 – خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات، الجزء الأول، للخوارزمية BMCA البديلة



الشكل 3 – خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات، الجزء الثاني، للخوارزمية BMCA البديلة

8.3.6 الحقول غير المستعملة في بروتوكول دقة الزمن

لا تُستعمل في مواصفة البروتوكول PTP هذه بعض حقول البروتوكول PTP. وتحدد هذه الفقرة الإجراءات التي تنطبق على هذه الحقول غير المستعملة في البروتوكول PTP.

ويحدد الجدول 8.A في الفقرة 10.A من هذه التوصية قيم أعلام الرأسية المشتركة في البروتوكول PTP، وما إذا كان كل علم منها مستخدم في هذه المواصفة.

بالإضافة إلى ذلك، لا تُستعمل الحقول التالية في هذه المواصفة:

- لا يستعمل في هذه المواصفة حقل التحكم "controlField" الوارد في الرأسية المشتركة لرسائل البروتوكول PTP. ويجب أن تهمل هذا الحقل الجهة المستقبلة لجميع أنواع رسائل البروتوكول PTP؛
- لا يستعمل الحقل "priority1" الوارد في رسالة *Anounce*، ويجب تحديد قيمة ثابتة له محددة في الفقرة 3.3.6.

وحين تستقبل ميقاتية البروتوكول PTP رسالة البروتوكول PTP مع حقل لم يحدد استخدامه في مواصفة البروتوكول PTP هذه، ويتضمن قيمة من خارج النطاق المسموح به، عندئذ يجب أن يهمل هذا الحقل الخاص برسالة البروتوكول PTP دون التخلص من رسالة البروتوكول PTP.

وكمثال على ذلك، يتعين على ميقاتية البروتوكول PTP التي تمتثل لمواصفة البروتوكول PTP هذه عند الاستقبال أن تتجاهل قيمة الحقل بالنسبة للحقول التالية. ويتعين على ميقاتية ممتثلة لمواصفة البروتوكول PTP هذه أن لا تقوم بتحديث مجموعات البيانات المحلية الخاصة بها بقيمة الدخول إلى هذه الحقول:

- حقل العلم (flagField) – علم رئيسي بديل (alternateMasterFlag)؛

- حقل العلم (flagField) – علم العنوان الأحادي (unicastFlag)؛
- حقل العلم (flagField) – الخاصية الأولى لمواصفة البروتوكول PTP؛
- حقل العلم (flagField) – الخاصية الثانية لمواصفة البروتوكول PTP.

وحين تستقبل ميقاتية البروتوكول PTP رسالة البروتوكول PTP مع حقل حُدّد استخدامه في مواصفة البروتوكول PTP هذه، ويتضمن قيمة من خارج النطاق المسموح به، عندئذ يجب التخلص من رسالة البروتوكول PTP. وباستثناء النعوت clockClass وclockAccuracy وoffsetScaledLogVariance وpriority2 (انظر الفقرتين 4.3.6 و5.3.6)، فإن النطاقات الخاصة بالاستقبال وبعناصر مجموعة البيانات الافتراضية (defaultDS) تكون متطابقة.

وكمثال على ذلك، يتعين على الميقاتية الممتثلة لمواصفة البروتوكول PTP عند الاستقبال أن تتخلص من رزمة الدخول (الرسائل العامة ورسائل الحدث) حين يكون أي من الحقول التالية خارج النطاق المسموح للمواصفة:

- رقم الميدان domainNumber؛
- نسخة البروتوكول versionPTP.

ويجب أن لا يتم تحديث البيانات المحلية الخاصة بالميقاتية بقيمة الدخول.

الملاحظة 1 – إذا تلقت الميقاتية رسالة *Announce* مع تحديد قيمة للحقل "priority1" مختلفة عن 128، وإذا تم اختيار الميقاتية التي تعلن هذه القيمة بأنها ميقاتية رئيسية (GM)، عندئذ يجب أن تعيد الميقاتية المستقبلة إعلان القيمة 128. وتهمل الميقاتية المستقبلة النعت غير المستعمل priority1 لأغراض الخوارزمية BMCA البديلة.

الملاحظة 2 – تعتبر النطاقات المسموح بها لاستقبال نعوت الميقاتية priority2 وclockClass وclockAccuracy وoffsetScaledLogVariance النطاقات الكاملة الخاصة بكل منها للمعيار [IEEE 1588]، انظر الفقرتين 4.3.6 و 5.3.6.

4.6 معلومات عن إمكانية تتبع الطور/الوقت

من أجل تقديم معلومات عن إمكانية تتبع الطور/الوقت، يجب أن تستخدم في مواصفة اتصالات البروتوكول PTP قيم الرتبة clockClass الوارد شرحها في الجدول 2 أدناه. وترد في الجدول 4 معلومات إضافية لأغراض التشغيل البيني.

يُعرّف في هذه التوصية العلم frequencyTraceable الذي يرد في رأسية رسائل البروتوكول PTP على النحو التالي: إذا ما أمكن تتبع ميقاتية لبروتوكول PTP إزاء ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) بالأسلوب المغلق أو إزاء ميقاتية مرجعية أولية (PRC)، مثلاً عن طريق استخدام دخل تردد الطبقة المادية الذي يمكن تتبعه إزاء الميقاتية PRC، عندئذ يجب اعتبار هذا المعلم صحيحاً (TRUE)، وإلا يجب أن يكون خاطئاً (FALSE). ولا يستخدم هذا العلم في الخوارزمية BMCA البديلة المعرفة في الفقرة 3.6؛ ويمكن أن يستخدم مشغل الشبكة القيم المتوفرة لهذا العلم في الجدول 2 لأغراض الرصد أو أن تستخدمه التطبيقات النهائية من أجل اتخاذ إجراءات حاسمة على النحو الوارد شرحه في التذييل VIII.

وحين تدخل الميقاتية T-GM للمرة الأولى حالة الاستبقاء، فإنها تعمل على خفض قيمة الرتبة clockClass التي تستخدمها إلى 7. ثم تحسب بعد ذلك ما كان الخطأ الزمني في خرجها لا يزال ضمن مواصفات حالة الاستبقاء. وحين تحدد الميقاتية T-GM أن الخطأ الزمني في خرجها قد تجاوز مواصفات الاستبقاء، فإنها تخفض قيمة الرتبة clockClass التي تستخدمها إلى 140 أو 150 أو 160 رهناً بنوعية المرجع الترددي الخاص بها (المذبذب الداخلي أو إشارة التردد الواردة إلى الطبقة المادية على سطح بيني خارجي).

وحين تدخل الميقاتية T-BC للمرة الأولى حالة الاستبقاء، فإنها تعمل على خفض قيمة الرتبة clockClass التي تستخدمها إلى 135. ثم تحسب بعد ذلك ما إذا كان الخطأ الزمني في خرجها لا يزال ضمن مواصفات حالة الاستبقاء. وحين تحدد الميقاتية T-BC أن الخطأ الزمني في خرجها قد تجاوز مواصفات الاستبقاء، فإنها تخفض قيمة الرتبة clockClass التي تستخدمها إلى 165 (المذبذب الداخلي أو إشارة التردد الواردة إلى الطبقة المادية عل سطح بيني خارجي).

الملاحظة 1 – تعتمد مواصفات حالة الاستبقاء المطبقة على تصميم شبكة المزامنة وتنظيم ميزانيتها. انظر التذييل V للتوصية [ITU-T G.8271.1] للحصول على أمثلة على تنظيم ميزانية الشبكة. والقيمة العادية لميزانية الاستبقاء، التي ترد في سيناريو العطل (ب) المبين في الجدول 1.V من التوصية [ITU-T G.8271.1]، عند استخدام الميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC للاستبقاء مع تحقيق خطأ زمني قدره 1,5 µs، تبلغ 400 ns.

الجدول 2 – القيم المعتمدة لرتبة الميقاتية clockClass

وصف إمكانية تتبع الطور/الوقت	defaultDS. clockQuality. clockClass	علم التردد القابل للتتبع frequencyTraceable	علم الوقت القابل للتتبع timeTraceable
ميقاتية T-GM موصولة بميقاتية PRTC بالأسلوب المغلق (مثلاً ميقاتية PRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS))	6	صح	صح
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، ضمن مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	7	صح	صح
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، ضمن مواصفات الاستبقاء، لا يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	7	خطأ	صح
ميقاتية T-BC في حالة الاستبقاء، ضمن مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	135	صح	صح
ميقاتية T-BC في حالة الاستبقاء، ضمن مواصفات الاستبقاء، لا يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	135	خطأ	صح
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	140	صح	خطأ
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 2 (الملاحظة 1)	150	خطأ	خطأ
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، ضمن مواصفات الاستبقاء، وقابلة للتتبع بالنسبة مصدر ترددات من الفئة 3 (الملاحظة 1)	160	خطأ	خطأ
ميقاتية T-BC في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء (الملاحظة 1)	165	(الملاحظة 2)	خطأ
ميقاتية T-GM أو T-BC دون مرجع زمني منذ بدء تشغيلها	248	(الملاحظة 2)	خطأ
ميقاتية OC تابعة فقط (لا ترسل رسائل *Announce*)	255	(الملاحظة 2)	وفقاً للبروتوكول PTP

الملاحظة 1 – يمكن تحديد القيمة صفر لعتبة مواصفة الاستبقاء التي تتحكم بالوقت المستغرق في الإعلان عن القيمة 7 أو القيمة 135 لرتبة الميقاتية clockClass وذلك لكي تعلن الميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC قيمة مخفضة للرتبة clockClass مباشرة بعد فقدان إمكانية التتبع إزاء الميقاتية PRTC. وفي هذه الحالة، وبعد البدء بالإعلان عن القيم 140 أو 150 أو160 أو 165 للرتبة clockClass، يمكن أن تبقى الميقاتية داخل مواصفة الاستبقاء.

الملاحظة 2 – وقد يكون علم التردد القابل للتتبع frequencyTraceable صح (TRUE) أو خطأ (FALSE) رهناً بتوفر إشارة دخل تردد الطبقة المادية إزاء الميقاتية المرجعية الأولية (PRC).

الملاحظة 3 – كخيار، يمكن تمديد نطاق الرتبة clockClass للميقاتية T-BC من (135، 165، 248) إلى (135، 140، 150، 160، 165، 248) في بعض الحالات، حيث (أ) تكون القيم 140 و150 و160 و165 متعلقة بنوعية المرجع الترددي، و(ب) تكون الظروف المعتمدة للقيم 140 و150 و160 متطابقة مع تلك الخاصة بالميقاتية T-GM و(ج) تكون القيمة 165 مقابلة لميقاتية معدات الإثرنت المتزامنة (EEC). وإذا استخدم هذا الخيار، ينبغي لجميع ميقاتيات البروتوكول PTP أن تنفذ هذا الخيار في ميدان واحد للبروتوكول PTP (وينبغي أن لا يتم الخلط بينها وبين الميقاتيات التي لا تنفذ هذا الخيار). وتحتاج التفاصيل إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 4 – يشير المصطلح "استبقاء" في هذا الجدول إلى "الاستبقاء الزمني".

ويصف الجدول 3 كيفية التقابل بين مستويات الجودة (QL) المحددة في التوصية [ITU-T G.781] ومصادر التردد من الفئة 1 و2 و3 المستخدمة في الجدول 2.

الجدول 3 – التقابل بين مستويات جودة الميقاتيات المحددة في التوصية [ITU-T G.781] ومصادر التردد من الفئة 1 و2 و3

الفئة (في الجدول 2)	ITU-T G.781 مستويات الجودة من الخيار I	ITU-T G.781 مستويات الجودة من الخيار II
مصدر التردد من الفئة 1	QL-PRC مستوى الجودة – ميقاتية مرجعية أولية	QL-PRS مستوى الجودة – مصدر مرجع أولي
مصدر التردد من الفئة 2	QL-SSU-A مستوى الجودة – وحدة توفير التزامن من المستوى الأولي	QL-ST2 مستوى الجودة – الطبقة 2
مصدر التردد من الفئة 3	QL-SSU-B مستوى الجودة – وحدة توفير التزامن من المستوى الثانوي	QL-ST3E مستوى الجودة – الطبقة 3 المحسنة

الملاحظة 2 – يتم التعامل مع الميقاتية T-BC التي تعمل كميقاتية رئيسية (GM) بدخل خارجي للطور/الوقت يرد من ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) عن طريق منفذ افتراضي للبروتوكول PTP مع النعوت E_{rbest} المرتبطة به على النحو الوارد في الملحق C بهذه التوصية. أما الحالة العامة للميقاتية T-BC التي تعمل بدخل خارجي لمزامنة الطور/الوقت والمختلفة عن الميقاتية PRTC فتحتاج إلى مزيد من الدراسة.

ويعرض الجدول 4 مجموعة فرعية من قيم الرتبة clockClass الواردة في الجدول 2 بالاستناد إلى جودة مرجع التردد، والتقابل بين القيم المناظرة التي تستخدمها بعض المعدات التي نشرت قبل صدور هذه التوصية.

الملاحظة 3 – حين يكون التشغيل البيني مع المعدات التي نُشرت قبل صدور هذه التوصية ضرورياً، قد يكون من الضروري توفير مجموعتي القيم الخاصة بالرتبة clockClass. وقد تلزم جوانب أخرى لإتاحة قابلية التشغيل البيني بصورة كاملة.

الجدول 4 – قيم الرتبة clockClass للمعدات التي نشرت قبل هذه التوصية

وصف إمكانية تتبع الطور والوقت	القيم المحددة في الجدول 2	القيم السابقة لهذه التوصية
ميقاتية T-GM موصولة بميقاتية PRTC بالأسلوب المغلق (مثلاً ميقاتية PRTC يمكن تتبعها إزاء النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS))	6	6
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 1 (الملاحظة 1)	140	7
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 2 (الملاحظة 1)	150	(الملاحظة 2)
ميقاتية T-GM في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، يمكن تتبعها إزاء مصدر ترددات من الفئة 3 (الملاحظة 1)	160	52
ميقاتية T-BC في حالة الاستبقاء، خارج مواصفات الاستبقاء، تستخدم مصدر ترددات غير محدد (الملاحظة 1)	165	187
ميقاتية OC تابعة فقط (لا ترسل رسائل *Announce*)	255	255
الملاحظة 1 – في البداية وبعد الإعلان عن قيم أكبر من 6 للرتبة clockClass، يمكن أن لا تخرج الميقاتية عن إطار مواصفة الاستبقاء. **الملاحظة 2** – تشير إلى القيمة المعتمدة المحددة للمعدات.		

7 مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن (PTP) من أجل توزيع الطور والوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

ترد في الملحق A مواصفة اتصالات بروتوكول دقة الزمن (PTP) من أجل توزيع الطور والوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة.

8 الجوانب المتعلقة بالأمن

يخضع هذا القسم لمزيد من الدراسة.

الملحق A

مواصفة بروتوكول PTP التي حددها قطاع تقييس الاتصالات من أجل توزيع الطور/الوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

يتضمن هذا الملحق مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) من أجل توزيع الطور والوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة، وفقاً لما يقتضيه المعيار [IEEE 1588]. وللمطالبة بالامتثال لمواصفة اتصالات البروتوكول PTP، يجب استيفاء المتطلبات الواردة في هذا الملحق وفي متن هذه التوصية على السواء.

1.A تعريف هوية المواصفة

profileName: مواصفة بروتوكول دقة الزمن (PTP) التي حددها قطاع تقييس الاتصالات من أجل توزيع الطور والوقت مع دعم كامل بالتوقيت من الشبكة

profileVersion: 2.0

profileIdentifier: 00-19-A7-01-02-00

وقد حدد هذه المواصفة قطاع تقييس الاتصالات.

ويمكن الحصول على نسخة عنها من الموقع www.itu.int.

ملاحظة – فرضت النسخة 1 من هذه المواصفة نطاقاً محدوداً على القيم المقبولة للرتبة clockClass والدقة clockAccuracy والتغاير offsetScaledLogVariance، وبالنسبة للميقاتية T-TSC الأولوية priority2. وقد أدى استقبال القيم الواقعة خارج النطاق المقبول إلى التخلص من رسالة Announce. وتعمل النسخة 2 من المواصفة على زيادة نطاق القيم المقبولة ليشمل كامل البروتوكول PTP. وفي الشبكات التي تنشر ميقاتيات ePRTC التي تستخدم قيماً جديدة للدقة clockAccuracy والتغاير offsetScaledLogVariance، تقع خارج نطاق النسخة 1، يجب أن تستخدم جميع الميقاتيات النسخة 2 من المواصفة. وإذا لم تنشر أي من الميقاتيات ePRTC في الشبكة، يمكن عندئذ أن تعمل الشبكة باعتماد مزيج من ميقاتيات النسخة 1 والنسخة 2.

2.A قيم النعوت الخاصة ببروتوكول دقة الزمن

ترد في الجداول 1.A و2.A و3.A و4.A و5.A و6.A و7.A القيم والنطاقات الافتراضية للنعوت الخاصة ببروتوكول دقة الزمن من أجل استعمالها في هذه المواصفة. وبالنسبة لنعوت الرتبة clockClass والدقة clockAccuracy والتغاير offsetScaledLogVariance والأولوية الثانية priority2، فإن النطاقات المبينة هي نفس النطاقات الخاصة بمجموعة البيانات الافتراضية defaultDS.

ملاحظة – تتبع الميقاتية الحدية قواعد المعيار [IEEE 1588] من أجل اختيار الميقاتية الأصلية وتحديث parentDS، وإرسال رسائل Announce، وبالتالي يمكن أن تقدم قيماً تختلف عن قيم defaultDS.

ويجب أن تستخدم النعوت التي لا تحددها هذه المواصفة القيم والنطاقات الاستهلالية الافتراضية المحددة في المعيار [IEEE 1588].

وتقدم هذه الجداول قيماً ونطاقات استهلالية افتراضية لجميع عناصر مجموعة البيانات:

- الميقاتية الرئيسية للاتصالات: وهي ميقاتية عادية أو ميقاتية حدية لا يمكنها أن تعمل إلا كميقاتية رئيسية (الميقاتية T-GM وفقاً للتوصية [ITU-T G.8275] – الميقاتية الأولى في سلسلة ميقاتيات البروتوكول PTP)؛
- الميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات: وهي ميقاتية عادية ذات الرتبة clockClass = 255 (الميقاتية T-TSC وفقاً للتوصية [ITU-T G.8275] – الميقاتية الأخيرة في سلسلة ميقاتيات البروتوكول PTP)؛

- الميقاتية الحدية للاتصالات: وهي ميقاتية حدية قد تكون أو لا تكون ميقاتية رئيسية (GM)؛ وتكون هذه الميقاتية رئيسية إذا كانت الميقاتية الأفضل في الشبكة (الميقاتية T-BC وفقاً للتوصية [ITU-T G.8275] – الميقاتية المتوسطة في سلسلة ميقاتيات البروتوكول PTP)؛
- الميقاتية الشفافة للاتصالات: وهي ميقاتية شفافة من طرف إلى طرف (الميقاتية T-TC وفقاً للتوصية [ITU-T G.8275] – الميقاتية المتوسطة في سلسلة ميقاتيات البروتوكول PTP).

ويرد في الجدول 1، الفقرة 3.2.6، وصف للتقابل بين أنواع ميقاتيات بروتوكول دقة الزمن والميقاتيات المتعلقة بالطور والوقت على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.8275].

تعتبر النعوت المعرفة في الجدولين 6.A و7.A للميقاتية الشفافة اختيارية.

الجدول 1.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات defaultDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البيانات	متطلبات الميقاتية الرئيسية للاتصالات		متطلبات الميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات		متطلبات الميقاتية الحدية للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
1.2.1.2.8	defaultDS.twoStepFlag (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP	{خطأ، صح}	وفقاً للبروتوكول PTP	{خطأ، صح}	وفقاً للبروتوكول PTP	{خطأ، صح}
2.2.1.2.8	defaultDS.clockIdentity (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP
3.2.1.2.8	defaultDS.numberPorts (ثابتة)	1 للميقاتية OC، وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية BC	{1} للميقاتية OC، وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية BC	1	{1}	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
1.1.3.1.2.8	defaultDS.clockQuality.clockClass (متحركة)	248	{6 و7 و140 و150 و160 و248}	255	{255}	248	{135 و165 و248}
2.1.3.1.2.8	defaultDS.clockQuality.clockAccuracy (متحركة)	0xFE	{0x20 و0x21 و0xFE} (ملاحظة)	0xFE	{0xFE}	0xFE	{0xFE}
3.1.3.1.2.8	defaultDS.clockQuality.offsetScaledLogVariance (متحركة)	0xFFFF	{0x4B32 و 0x4E5D و0xFFFF} (ملاحظة)	0xFFFF	{0xFFFF}	0xFFFF	{0xFFFF}
1.4.1.2.8	defaultDS.priority1 (قابلة للتشكيل)	128	{128}	128	{128}	128	{128}
2.4.1.2.8	defaultDS.priority2 (قابلة للتشكيل)	128	{0-255}	255	{255}	128	{0-255}
3.4.1.2.8	defaultDS.domainNumber (قابلة للتشكيل)	24	{24-43}	24	{24-43}	24	{24-43}
4.4.1.2.8	defaultDS.slaveOnly (قابلة للتشكيل)	خطأ	{خطأ}	صح	{صح}	خطأ	{خطأ}
عنصر جديد	defaultDS.localPriority (قابلة للتشكيل)	128	{1-255}	128	{1-255}	128	{1-255}
عنصر جديد	defaultDS.maxStepsRemoved (قابلة للتشكيل)	255	{1-255}	255	{1-255}	255	{1-255}
ملاحظة – ترد الأمثلة على القيم المعتمدة في الفقرة 5.3.6.							

الجدول 2.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات currentDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البيانات	متطلبات الميقاتية الرئيسية للاتصالات		متطلبات الميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات		متطلبات الميقاتية الحدية للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
2.2.2.8	currentDS.stepsRemoved (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
3.2.2.8	currentDS.offsetFromMaster (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
4.2.2.8	currentDS.meanPathDelay (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP

الجدول 3.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات parentDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البيانات	متطلبات الميقاتية الرئيسية للاتصالات		متطلبات الميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات		متطلبات الميقاتية الحدية للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
2.3.2.8	parentDS.parentPortIdentity (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
3.3.2.8	parentDS.parentStats (متحركة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)
4.3.2.8	parentDS.observedParentOffsetScaledLogVariance (متحركة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)
5.3.2.8	parentDS.observedParentClockPhaseChangeRate (متحركة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)	(ملاحظة)
6.3.2.8	parentDS.grandmasterIdentity (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
7.3.2.8	parentDS.grandmasterClockQuality (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
8.3.2.8	parentDS.grandmasterPriority1 (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
9.3.2.8	parentDS.grandmasterPriority2 (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
ملاحظة – وفقاً لبروتوكول دقة الزمن (PTP)، لا تنطبق على هذه المواصفة.							

الجدول 4.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات timePropertiesDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البيانات	متطلبات الميقاتية الرئيسية للاتصالات		متطلبات الميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات		متطلبات الميقاتية الحدية للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
2.4.2.8	timePropertiesDS.currentUtcOffset (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
3.4.2.8	timePropertiesDS.currentUtcOffsetValid (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}
4.4.2.8	timePropertiesDS.leap59 (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}
5.4.2.8	timePropertiesDS.leap61 (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}
6.4.2.8	timePropertiesDS.timeTraceable (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}	خطأ	{خطأ، صح}
7.4.2.8	timePropertiesDS.frequencyTraceable (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح} ملاحظة	خطأ	{خطأ، صح} ملاحظة	خطأ	{خطأ، صح} ملاحظة
8.4.2.8	timePropertiesDS.ptpTimescale (متحركة)	صح	{صح}	صح	{صح}	صح	{صح}
9.4.2.8	timePropertiesDS.ptpTimeSource (متحركة)	0xA0	وفقاً للبروتوكول PTP	0xA0	وفقاً للبروتوكول PTP	0xA0	وفقاً للبروتوكول PTP

ملاحظة – إذا أمكن تتبع الميقاتية إزاء الميقاتية PRTC بالأسلوب المغلق أو إزاء الميقاتية PRC (مثلاً باستخدام دخل تردد الطبقة المادية لميقاتية PRC يمكن تتبعها)، يجب ضبط هذه المعلمة على القيمة TRUE، وإلا تضبط على القيمة FALSE.

الجدول 5.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات portDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البيانات	متطلبات المنفذ الرئيسي للميقاتية الرئيسية للاتصالات		متطلبات المنفذ التابع للميقاتية الزمنية التابعة للاتصالات		متطلبات الميقاتية الحدية للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى	القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
1.2.5.2.8	portDS.portIdentity.clockIdentity (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP
1.2.5.2.8	portDS.portIdentity.portNumber (ثابتة)	1 للميقاتية OC، وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية BC	{1} للميقاتية OC، وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية BC	1	{1}	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
1.3.5.2.8	portDS.portState (متحركة)	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP	وفقاً للبروتوكول PTP
2.3.5.2.8	portDS.logMinDelayReqInterval (متحركة)	4–	{4–}	4–	{4–}	4–	{4–}
3.3.5.2.8	portDS.peerMeanPathDelay (متحركة)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
1.4.5.2.8	portDS.logAnnounceInterval (قابلة للتشكيل)	3–	{3–}	3– (الملاحظة 2)	{3–} (الملاحظة 2)	3–	{3–}
2.4.5.2.8	portDS.announceReceiptTimeout (قابلة للتشكيل)	3	{3 – z} z is FFS	3	{3 – z} z is FFS	3	{3 – z} z is FFS
3.4.5.2.8	portDS.logSyncInterval (قابلة للتشكيل)	4–	{4–}	4– (الملاحظة 2)	{4–} (ملاحظة 2)	4–	{4–}
4.4.5.2.8	portDS.delayMechanism (قابلة للتشكيل)	01	{01}	01	{01}	01	{01}
5.4.5.2.8	portDS.logMinPdelayReqInterval (قابلة للتشكيل)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
6.4.5.2.8	portDS.versionNumber (قابلة للتشكيل)	2	{2}	2	{2}	2	{2}
عنصر جديد	portDS.masterOnly (قابلة للتشكيل)	صح	{صح}	خطأ	{خطأ}	صح	{صح، خطأ}
عنصر جديد	portDS.localPriority (قابلة للتشكيل)	128	{255-1}	128	{255-1}	128	{255-1}

الملاحظة 1 – وفقاً للبروتوكول PTP، لا تنطبق على هذه المواصفة.
الملاحظة 2 – لا ترسل الميقاتية العادية (OC) التابعة فقط هذا النوع من الرسائل.

الجدول 6.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات transparentClockDefaultDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البياتات	متطلبات الميقاتية الشفافة للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
1.2.2.3.8	transparentClockDefaultDS.clockIdentity (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP
2.2.2.3.8	transparentClockDefaultDS.numberPorts (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية TC	وفقاً للبروتوكول PTP للميقاتية TC
1.3.2.3.8	transparentClockDefaultDS.delayMechanism (قابلة للتشكيل)	01	{01}
2.3.2.3.8	transparentClockDefaultDS.primaryDomain (قابلة للتشكيل)	24	{43-24}

الجدول 7.A – مواصفات عناصر مجموعة البيانات transparentClockPortDS

الفقرة من المعيار [IEEE 1588]	عناصر مجموعة البياتات	متطلبات الميقاتية الشفافة للاتصالات	
		القيمة الاستهلالية الافتراضية	المدى
1.2.3.3.8	transparentClockPortDS.portIdentity (ثابتة)	وفقاً للبروتوكول PTP، استناداً للنسق EUI-64	وفقاً للبروتوكول PTP
1.3.3.3.8	transparentClockPortDS.logMinPdelayReqInterval (متحركة)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
2.3.3.3.8	transparentClockPortDS.faultyFlag (متحركة)	خطأ	{خطأ، صح}
3.3.3.3.8	transparentClockPortDS.peerMeanPathDelay (متحركة)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
الملاحظة 1 – وفقاً للبروتوكول PTP، لا تنطبق على هذه المواصفة.			

3.A خيارات بروتوكول دقة الزمن

1.3.A أنواع العقد المطلوبة أو المسموحة أو الممنوعة

أنواع العقد المسموحة في هذه المواصفة هي: الميقاتيات العادية، والميقاتيات الحدية، والميقاتيات الشفافة من طرف إلى طرف.

وأنواع العقد الممنوعة في هذه المواصفة هي: الميقاتيات الشفافة بين النظراء.

2.3.A أسلوب الميقاتية الأحادية مقابل الثنائية المرحلة

يُسمح باستعمال كل من الميقاتيات الأحادية المرحلة والثنائية المرحلة. ويجب أن تكون الميقاتية قادرة على استقبال ومعالجة الرسائل المرسلة من كل من الميقاتيات الأحادية المرحلة والميقاتيات الثنائية المرحلة. ولا يُشترط بالميقاتية أن توفر كلاً من الأسلوب الاحادي المرحلة والأسلوب الثنائي المرحلة من أجل إرسال الرسائل.

3.3.A آليات النقل المطلوبة أو المسموحة أو الممنوعة

في هذه المواصفة، تكون آلية النقل المطلوبة هي IEEE 802.3/Ethernet، بحسب الملحق F للمعيار [IEEE 1588]. ومن أجل الامتثال لهذه المواصفة، يتعين توفير العنوان الجماعي غير القابل للإحالة، 01-80-C2-00-00-0E، والعنوان الجماعي القابل للإحالة، 01-1B-19-00-00-00، وذلك لدعم الامتثال لهذه المواصفة.

وتخضع جميع آليات النقل الأخرى لمزيد من الدراسة في نطاق هذه المواصفة.

4.3.A الرسائل المرسلة إلى عنوان أحادي

تُرسل جميع الرسائل إلى عنوان أحادي باستخدام أحد العنوانين الجماعيين الواردين في الفقرة 3.3.A. ولا يُسمح باستخدام أسلوب العنوان الأحادي في هذه النسخة من المواصفة.

4.A خيارات خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية

تستخدم هذه المواصفة خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA) بديلة الواردة في الفقرة 3.6 من هذه التوصية.

5.A خيار قياس تأخر المسار (تأخير الطلب/تأخير الاستجابة)

تُستخدم في هذه المواصفة آلية تأخير الطلب/تأخير الاستجابة. ويجب أن لا تستخدم آلية تأخير نظيرة في هذه المواصفة.

6.A نسق هوية الميقاتية

يجب أن يتوفر استخدام النسق IEEE EUI-64 من أجل استحداث هوية الميقاتية على النحو المشار إليه في الفقرة 2.2.2.5.7 من المعيار [IEEE 1588]. ولا يتم توفير أنساق هوية الميقاتية (clockIdentity) غير الممتثلة للمعيار IEEE.

7.A خيارات إدارة التشكيلة

تخضع جوانب الإدارة لمزيد من الدراسة، وسوف تُحدد في إحدى النسخ المرتقبة لهذه المواصفة.

8.A الجوانب الأمنية

تتطلب الجوانب الأمنية المزيد من الدراسة. ولا يُستخدم البروتوكول التجريبي للأمن الوارد في الملحق K من المعيار [IEEE 1588].

9.A المزايا الاختيارية الأخرى للمعيار IEEE 1588

لا تُستخدم المزايا الاختيارية الأخرى للمعيار [IEEE 1588] في هذه النسخة من المواصفة. وهي تشمل التفاوض بشأن رسالة العنوان الأحادي (الفقرة 1.16 من المعيار [IEEE 1588])، والمقاييس الزمنية البديلة (الفقرة 3.16 من المعيار [IEEE 1588])، وتجمعات الميقاتيات الرئيسية (الفقرة 3.17 من المعيار [IEEE 1588])، والميقاتيات الرئيسية البديلة (الفقرة 4.17 من المعيار [IEEE 1588])، واكتشاف العنوان الأحادي (الفقرة 5.17 من المعيار [IEEE 1588])، وجدول الميقاتية الرئيسية المقبولة (الفقرة 6.17 من المعيار [IEEE 1588])، والتخالف التجريبي لعامل قياس التردد التراكمي (الملحق L من المعيار [IEEE 1588]).

10.A أعلام الرأسية المشتركة لبروتوكول دقة الزمن

ترد في الجدول 8.A قيم أعلام الرأسية المشتركة لبروتوكول دقة الزمن وما إذا كان كل علم مستخدماً في هذه المواصفة.

ملاحظة – يُستخدم بعض هذه الأعلام فقط في رسائل معينة من رسائل البروتوكول PTP، وليس في جميع رسائل البروتوكول، انظر الفقرة 6.2.3.13 من المعيار [IEEE 1588]. ويجب مراعاة القاعدة التالية المعرفة في الفقرة 6.2.3.13 من المعيار [IEEE 1588]: "بالنسبة للرسائل التي لم تحدد فيها البتة في الجدول 20 من المعيار [IEEE 1588]، يجب أن تكون القيم خطأ (FALSE)".

الجدول 8.A – أعلام مواصفة دقة الزمن

العلم	القيمة الواجب إرسالها	سلوك عقدة الاستقبال
alternateMasterFlag	خطأ	يتم تجاهل العلم
twoStepFlag	وفقاً للبروتوكول PTP	مستعملة
unicastFlag	خطأ	يتم تجاهل العلم
الخاصية الأولى لمواصفة البروتوكول PTP	خطأ	يتم تجاهل العلم
الخاصية الثانية لمواصفة البروتوكول PTP	خطأ	يتم تجاهل العلم
محجوز	خطأ	محجوز للبروتوكول PTP ويتم تجاهل العلم
leap61	وفقاً للبروتوكول PTP	مستعملة
leap59	وفقاً للبروتوكول PTP	مستعملة
currentUtcOffsetValid	وفقاً للبروتوكول PTP	مستعملة
ptpTimescale	صح	مستعملة
timeTraceable	انظر الجدول 2	مستعملة
frequencyTraceable	انظر الجدول 2	مستعملة
(الأثمون 1، البتة 6)	(الملاحظة 1)	(الملاحظة 1)
الملاحظة 1 – تم تعريف علم إضافي "synchronizationUncertain" في الملحق E؛ ويعتبر استخدام العلم "synchronizationUncertain" اختيارياً.		

الملحق B

خيارات لوضع طبولوجيا البروتوكول PTP مع خوارزمية BMCA البديلة

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

تعرِّف مواصفة اتصالات البروتوكول PTP خوارزمية BMCA البديلة التي تسمح باستخدام نهجين رئيسيين لوضع طبولوجيا شبكة مزامنة الطور والزمن:

- الإنشاء التلقائي للطبولوجيا: عند تشكيل نعوت الأولوية المحلية "localPriority" المحددة في هذه التوصية بحيث تأخذ قيمتها الافتراضية، تُنشأ خوارزمية BMCA البديلة طبولوجيا البروتوكول PTP بصورة تلقائية استناداً إلى رسائل *Announce* التي تتبادلها ميقاتيات البروتوكول PTP. وتنشأ بعد هذه العملية شجرة للمزامنة تتسم بأقصر المسارات إلى الميقاتيات الرئيسية للاتصالات (T-GM). وفي هذا الأسلوب، وأثناء حدوث أعطال وإعادة تشكيل الطبولوجيا، يتم تفعيل الخوارزمية BMCA البديلة من جديد وينتج عن شجرة جديدة للمزامنة. وتكفل عملية الخوارزمية BMCA البديلة هذه عدم نشوء أي عروة توقيت من دون طلب تدخل يدوي أو إجراء تحليل مسبق للشبكة. وتعتمد مدة التقارب إلى طبولوجيا البروتوكول PTP الجديدة على حجم الشبكة، وعلى التشكيلة المحددة لمعلمات البروتوكول PTP.
- التخطيط اليدوي للشبكة: يسمح استخدام نعوت الأولوية المحلية (localPriority) المعرفة في هذه التوصية بقيم تختلف عن قيمها الافتراضية بإنشاء طبولوجيا شبكة المزامنة بصورة يدوية، وبطريقة مماثلة للتشغيل العادي لشبكات التراتب الرقمي المتزامن (SDH) بالاستناد إلى رسالة حالة التزامن (SSM). ويتيح هذا الخيار التحكم التام بالإجراءات المتخذة أثناء حدوث أعطال وإعادة تشكيل الطبولوجيا، على أساس الأولويات المحلية المشكلة للنظام. ومع ذلك، ثمة حاجة إلى تخطيط دقيق للشبكة قبل عملية النشر من أجل تجنب عرى التوقيت.

الملحق C

إدراج واجهة دخل خارجية للطور والوقت في الميقاتية الحدية للاتصالات (T-BC)

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

يصف هذا الملحق نموذج إدراج واجهة دخل خارجية للطور والوقت في الميقاتية الحدية للاتصالات (T-BC)، بحيث يتمكن هذا المنفذ الخارجي من المشاركة في اختيار المصدر. وترد المبادئ العالية المستوى في هذا الملحق.

ويرتبط المنفذ الافتراضي للبروتوكول PTP وE_{rbest} الافتراضي بواجهة الدخل الخارجية للطور والوقت (مثلاً الواردة من ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC) للميقاتية T-BC، من أجل السماح لهذه الواجهة الخارجية بأن تشارك في البروتوكول PTP.

وتقترن النعوت التالية بالمنفذ الافتراضي للبروتوكول PTP:

- رتبة الميقاتية clockClass؛
- دقة الميقاتية clockAccuracy؛
- التغاير offsetScaledLogVariance؛
- الأولوية المحلية localPriority.

ويجب أن يضبط النعت stepsRemoved على الصفر في الحالة التي تكون فيها الميقاتية PRTC موصولة بواجهة خارجية للطور والوقت.

وتعتبر هوية الميقاتية الرئيسية grandmasterIdentity المعينة لمنفذ افتراضي للبروتوكول PTP بمثابة الهوية clockIdentity للميقاتية T-BC بحد ذاتها. ويضبط رقم المنفذ portNumber المخصص لمنفذ افتراضي للبروتوكول PTP على قيمة تختلف عن قيم رقم المنفذ portNumber التي خصصت بالفعل لمنافذ البروتوكول PTP للميقاتية T-BC.

أما القيم المخصصة للمنفذ الافتراضي للبروتوكول PTP والمتعلقة بمعلمات أخرى مستخدمة في خوارزمية مقارنة مجموعات البيانات فتحتاج إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 1 – تحتاج الحالة العامة للميقاتية T-BC التي تكون واجهة دخلها الخارجية لمزامنة الطور والوقت مختلفة عن واجهة الميقاتية PRTC إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 2 – إذا تضمنت الواجهة الخارجية للطور والوقت قناة بيانات للوقت من اليوم من أجل إرسال معلومات عن الوقت وما يرتبط به، ينبغي أخذ هذه المعلومات في الاعتبار لدى استخراج قيم نعوت البروتوكول PTP ذات الصلة للمنفذ الافتراضي للبروتوكول PTP. وتحتاج التفاصيل المتعلقة بالمعلومات عن الوقت المقرر إرسالها إلى المزيد من الدراسة. ويمكن الاطلاع على شروحات أولية في هذا الخصوص في التذييل III للتوصية [ITU-T G.8272].

الملحق D

تتبّع المسار (اختياري)

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

من أجل تتبع المسار الفعلي لمرجع المزامنة في البروتوكول PTP في الشبكة، يمكن أن توفر ميقاتية البروتوكول PTP الممتثلة لهذه المواصفة بشكل اختياري خيار تتبع المسار وفقاً للفقرة 2.16 الواردة في المعيار [IEEE 1588].

وهذه السمة اختيارية؛ ولكن من الضروري عند توفيرها أن توفر على النحو المشروح أدناه.

وكمثال على ذلك، يمكن أن يستخدم هذا الخيار لتوفير تحليل لتصحيح الأخطاء في حال حدوث أعطال في الشبكة.

وقد يكون من الممكن تشكيل إحدى ميقاتيات البروتوكول PTP بحيث لا تحيل الميقاتية من جديد قيمة طول نمط (TLV) تتبع المسار (مثلاً، قد يكون ذلك ضرورياً في واجهات إدارة الشبكة).

الملاحظة 1 – قد تنشأ حالات لا توفر فيها جميع ميقاتيات البروتوكول PTP في الشبكة قيمة طول نمط (TLV) تتبع المسار. والسلوك المتوقع هو أنه عند ورود رسالة Announce تحمل قيمة طول نمط (TLV) تتبع المسار، تتخلص هذه العقد من قيمة طول النمط هذه.

الملاحظة 2 – يمكن أن تضيف الميقاتيات T-TC هوية الميقاتية clockIdentity الخاصة بها إلى قيمة طول النمط تتبع المسار.

الملحق E

بيان عدم التأكد من المزامنة (اختياري)

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

هذا الملحق اختياري، ولكن من الضروري عند تنفيذه أن تتوافق المعدات مع المتطلبات الواردة فيه. فعندما تختار ميقاتية البروتوكول PTP ميقاتية أصلية جديدة كمصدر لمزامنة الوقت، يُوضع منفذ البروتوكول PTP المرتبط بالميقاتية الأصلية الجديدة في حالة عدم المعايرة UNCALIBRATED. وتشير حالة منفذ البروتوكول PTP هذه إلى أن ميقاتية البروتوكول PTP هي بصدد عملية المزامنة مع مصدر الوقت. ويحدد التنفيذ المدة التي تستغرقها هذه الحالة ووظيفتها. وأثناء هذه الفترة الزمنية، قد تواجه ميقاتية البروتوكول PTP تغيرات كبيرة أو سريعة في التردد والطور، ومع أنه يستحسن أن تنشر المعلومات المحدّثة للميقاتية الأصلية باتجاه المقصد للسماح باستقرار الطبولوجيا، فقد لا يكون من المستحسن أن تستخدم ميقاتيات البروتوكول PTP الواقعة عند المقصد معلومات التوقيت. وبالتالي، قد يكون من المفيد إبلاغ ميقاتيات البروتوكول PTP الواقعة عند المقصد بحالة عدم المعايرة UNCALIBRATED.

وتسند الصفة FALSE (خطأ) إلى البيان البوليني المحلي لعدم التأكد من المزامنة synchronizationUncertain، المستخدم مع رسائل Announce المرسلة من منفذ الخروج، إلا في ظل الشروط التالية حيث تسند إليه الصفة TRUE (صح):

- إذا كان العلم synchronizationUncertain في رسالة Announce الواردة من الميقاتية الأصلية TRUE (صح)؛ أو
- إذا كان منفذ الدخول في الحالة UNCALIBRATED (غير المعايرة)؛ أو
- إذا إذا كانت المعايير خاصة بالتنفيذ.

وحين تُسند صفة TRUE (صح) إلى حالة عدم التأكد من المزامنة synchronizationUncertain، عندئذ يضبط حقل العلم flagField – الأثمون 1، البتة 6، في رسالة Announce المرسلة على القيمة 1. وإلا، إذا أُسندت إلى حالة synchronizationUncertain الصفة FALSE (خطأ)، تضبط البتة على القيمة 0.

الملحق F

استعمال stepRemoved (إلغاء المراحل) للحدّ من طول السلسلة المرجعية (اختياري)

(يشكل هذا الملحق جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية)

تُستخدم المعلمة stepsRemoved المحددة في المعيار [IEEE 1588] للدلالة على المسافة بين ميقاتية معينة والميقاتية الرئيسية في الشبكة. وكانت تهدف في الأساس إلى استخدامها كأداة مساعدة لكشف المسارات الدورية التي قد تحدث في أنظمة البروتوكول PTP. ويشترط بالميقاتية مبدئياً عدم قبول أي رسالة من رسائل Announce يكون فيها الحقل stepRemoved مساوياً للقيمة 255 أو أكبر منها، لضمان إلغاء الأطر الشاردة.

تتضمن هذه المواصفة أحد عناصر مجموعة البيانات الافتراضية، maxStepsRemoved، الذي يتيح للمشغل تشكيل القيمة بحيث تقل عن 255. وتكون القيمة المشكلة عادة متطابقة في جميع الميقاتيات في ميدان البروتوكول PTP. وحين يتم تشكيلها، لن تقبل الميقاتية أياً من رسائل Announce الواردة حيثما يكون الحقل stepsRemoved في رأسية الدخول مساوياً للحقل maxStepsRemoved أو متجاوزاً له. وقد يكون هناك حالتا استخدام رئيسيتان لعملية قابلية التشكيل هذه.

أولاً، بالإشارة إلى التوصيتين [ITU-T G.8271.1] و[ITU-T G.8275]، أظهر التحليل الذي أجري أنه يمكن عبور ما يصل إلى 20 ميقاتية بين الميقاتية الرئيسية والميقاتية التابعة مع الحفاظ على الأداء المناسب للشبكة. ولو أراد المشغل أن يضمن عدم تجاوز حدود أداء الشبكة، أو عدم تجاوز طول السلسلة، لأمكنه أن يشكّل القيمة بحيث تكون أصغر من ذلك (أي 20 أو 21 على سبيل المثال).

ثانياً، وإذا نشر المشغل البروتوكول PTP في طبولوجيا حلقية، يمكنه أن يشكل المعلم maxStepsRemoved بحيث يأخذ قيمة أصغر لكي تتمكن الميقاتيات بسرعة أكبر من تحديد الأطر الشاردة واتخاذ الإجراءات التصحيحية لإلغائها وتحديث الطبولوجيا.

التذييل I

اعتبارات بشأن استخدام ميقاتية شفافة

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يعتبر إدراج الميقاتية الشفافة في هذه المواصفة ذا أهمية خاصة بالنسبة لتطبيقات مثل الأجهزة ذات المنفذين.

ويُوصى بإجراء تحليل دقيق لطبولوجيات أكثر تعقيداً وللأجهزة المتعددة المنافذ. وبوجه خاص، قد يكون من الضروري تشكيل بعض العقد المحددة إذا ما أراد المشغل منع رزم العنوان الجماعي من إغراق الشبكة.

ويمكن النظر في بعض الخيارات، مثلاً عن طريق تشكيل الميقاتيات T-TC بإدراج بطاقة الشبكة المحلية الافتراضية (VLAN) في الأطر التي تحمل البروتوكول PTP. وفي هذه الحالة، ينبغي أن توفر الدعم لهذا الخيار جميع الميقاتيات T-TC في مسار اتصالات البروتوكول PTP الذي يستخدم فيه هذا الخيار. وقد تحتاج آخر عقدة في الميقاتية T-TC إلى بطاقة الشبكة VLAN. وباستخدام هذا الخيار لتوصيل المنافذ المادية للميقاتيات T-GM وT-BC وT-TSC من خلال الوصلات الافتراضية للشبكة VLAN عبر الميقاتيات T-TC، يمكن تجنب إغراق العنوان الجماعي. بهذه الطريقة لن يقوم منفذ البروتوكول PTP في الميقاتية T-GM أو T-BC أو T-TSC بمعالجة إطار موسوم ببطاقة VLAN على الإطلاق.

ويقتضي النظر بإمعان في االتبعات التشغيلية ذات الصلة.

التذييل II

اعتبارات بشأن إرسال رسائل طلب التأخير (Delay_Req)

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يبحث هذا التذييل في الشروط المحددة في المعيار [IEEE 1588] بشأن إرسال رسائل طلب التأخير (*Delay_Req*) عند استخدام التوزيع المنتظم الافتراضي المحدد في النقطة 3 من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588]. ولا يُستخدم هذا التوزيع المنتظم في مواصفة اتصالات البروتوكول PTP المعرفة في هذه التوصية؛ وقد تم تحديد توزيع خاص بالمواصفة في الفقرة 8.2.6.

وتتحكم النقطة الفرعية الثانية من الشروط المحددة في الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588] بإمكانية تفاوت الأوقات بين رسائل *Delay_Req* المتتالية. وهي مشابهة للشروط المقابلة المتعلقة بإرسال رسائل *sync* و*Announce*، الواردة في الفقرة 1.2.7.7 من المعيار [IEEE 1588]. ومع ذلك، فإن الفرق الأساسي يتمثل في أن الشرط المتعلق برسائل *Delay_Req* لا ينطبق إلا على متوسط المجموعة مع أن رسائل *sync* تنطبق على مجموعة الفترات الفاصلة بين الرسائل.

وتوخياً لمزيد من الدقة، نفترض أنه قد تم قياس مجموعة مؤلفة من عدد N من الفترات الفاصلة بين الرسائل، وأن T_j هي القيم المقيسة، $j = 1, 2, \ldots, N$. فيكون متوسط العينة، m، هو بالضبط المتوسط العددي، أي

$$m = \frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N} T_j \tag{1.II}$$

ولنفترض أن T_{min} هي الفترة الفاصلة الدنيا بين رسائل *Delay_Request*؛ وهي تساوي ثانيتين portDS.logMinDelayReqInterval. وتفيد النقطة الفرعية الثانية أعلاه بأن متوسط التوزيع يجب أن يكون أكبر من T_{min} أو مساوياً لها مع درجة من الثقة الإحصائية تساوي 90% أو أكثر.

والاختبار الإحصائي لهذه المسألة معروف جيداً، ويستند إلى حقيقة مؤداها أن توزيع m يقترب من التوزيع العادي عندما يصبح العدد N كبيراً (أي أنه يستند إلى نظرية الحد المركزي). ولنفترض أن σ هو الانحراف المعياري لتوزيع الأوقات بين الرسائل، أي التوزيع T_j. ولنفترض أن $z_{0.90}$ هو المئين التسعون 90 في التوزيع العادي المعياري؛ ويعطى بواسطة المعادلة $z_{0.90} = 1{,}281$. عندئذ يساوي الاحتمال في أن يتجاوز المتوسط الحقيقي للتوزيع الكمية

$$q_{0,1} = m - z_{0,90}\sqrt{\frac{\sigma}{N}} \tag{2.II}$$

القيمة 0,9، أي 90%. أما الاحتمال في أن يكون متوسط التوزيع أقل من هذه القيمة فيساوي 0,1. بالإضافة إلى ذلك، إذا لم يكن σ معروفاً، يجوز عندئذ استخدام الانحراف المعياري للعينة، s، في المعادلة (II.2) ويستعاض عن التوزيع العادي بتوزيع Student-t مع $N - 1$ درجة من الحرية. ويعطى الانحراف المعياري للعينة بالصيغة التالية:

$$s = \left[\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}(T_j - m)^2\right]^{1/2} \tag{3.II}$$

ولتلبية هذا الشرط، يجب أن تتجاوز الكمية $q_{0.1}$ الفاصل الزمني الأدنى T_{min}. ويُلاحظ من المعادلة (II.2) أن الكمية $q_{0.1}$ تقترب من m حين يقترب العدد N من اللانهاية. وبما أن m تقارب متوسط توزيع الأوقات بين الرسائل عندما يقترب N من اللانهاية، يمكن تلبية الشرط بالنسبة لعدد N كبير بما فيه الكفاية طالما أن متوسط التوزيع يتجاوز T_{min}. ويجب أن يتجاوز متوسط التوزيع القيمة T_{min}؛ ولا يمكن تلبية الشرط إذا كان متوسط التوزيع يساوي T_{min} بالضبط أو أقل من T_{min}.

وإذا وقع الاختيار على الامتثال لشرط النقطة الفرعية الثالثة من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588]، فإن إحدى الطرق لتلبية الشرط تتمثل في زيادة الحد العلوي لتوزيع الاحتمال بنسبة 10%. وإذا تحقق ذلك، يتم اختيار أوقات الإرسال بحيث يمكن استنتاج الفترة الفاصلة بين رسائل *Delay_Req* المتتالية من توزيع منتظم فوق الفترة الممتدة من 0 إلى $2.2T_{min}$. ويجري حساب قيمة عشوائية جديدة لفترة إرسال كل رسالة جرى إرسالها. وعند حساب متوسط الفترة الفاصلة بين رسائل *Delay_Req* من العينات المقيسة للتأكد من أنها تتجاوز T_{min} بدرجة من الثقة الإحصائية تساوي 90% أو أكثر (عند استخدام النقطة الفرعية الثالثة)، يجب أن يكون عدد العينات المقيسة N على الأقل 1000. ويجب أن تكون دقة تفصيل التوزيع أقل أو مساوية للقيمة 1/16 من الفترة الفاصلة بين رسائل *Sync* أو مساوية لها.

وإذا وقع الاختيار على الامتثال لشرط النقطة الفرعية الرابعة من الفقرة 2.11.5.9 من المعيار [IEEE 1588]، تُرسل رسالة *Delay_Req* في أقرب وقت ممكن بعد استلام رسالة *Sync*، شريطة أن لا يتم انتهاك النقطة الفرعية الثانية.

التذييل III

اعتبارات بشأن اختيار عنوان المقصد الجماعي في الإثرنت وفق البروتوكول PTP

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

تدعم مواصفة البروتوكول PTP هذه كلاً من العنوان الجماعي غير القابل للإحالة 01-80-C2-00-00-0E والعنوان الجماعي القابل للإحالة 01-1B-19-00-00-00 عند استعمال تقابل البروتوكول PTP المعرف في الملحق F من المعيار [IEEE 1588].

ويعتمد العنوان الجماعي في الإثرنت المقرر استخدامه على سياسة المشغل؛ وتُقدم فيما بعد اعتبارات أخرى.

وينبغي أن لا تقوم وظيفة تجسير الطبقة 2 المرتبطة بمنفذ البروتوكول PTP في الميقاتية T-BC أو الميقاتية T-TC بإحالة أي إطار يكون له عنوان تحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) في المقصد 01-1B-19-00-00-00؛ ويمكن تحقيق ذلك بتوفير هذا العنوان الجماعي بشكل سليم في قاعدة بيانات الترشيح.

الخيار 1 – استعمال العنوان الجماعي 01-80-C2-00-00-0E غير القابل للإحالة

يرى بعض مشغلي الشبكات أنه يجب عدم إحالة رسائل البروتوكول PTP من خلال معدات شبكة غير مدركة للبروتوكول PTP.

ويكفل استعمال العنوان الجماعي غير القابل للإحالة 01-80-C2-00-00-0E هذه الخاصية في أغلب الأوقات (وهناك استثناءات فيما يتعلق ببعض معدات الإثرنت القديمة).

وبالتالي، ففي حالة التشكيل الخاطئ لمعدات الشبكة (مثلاً في حلة عدم تفعيل وظائف البروتوكول PTP في معدات شبكة غير مدركة للبروتوكول PTP)، فإن استعمال هذا العنوان الجماعي يمنع التوزيع غير الصحيح للمزامنة، وذلك لأن معدات الشبكة غير المدركة للبروتوكول PTP ستعترض رسائل البروتوكول PTP.

الخيار 2 – استعمال العنوان الجماعي 01-1B-19-00-00-00 القابل للإحالة

يرى بعض مشغلي الشبكات أن استخدام العنوان الجماعي القابل للإحالة يتسم بقدر أكبر من المرونة وأنه من المفضل إحالة رسائل البروتوكول PTP للحفاظ على سير عمل وصلة المزامنة إذا كانت بعض المعدات مشكلة بشكل خاطئ كعقد لا علاقة لها بالبروتوكول PTP، بالرغم من وجود أخطار محتملة ناجمة عن تردي الأداء. وسوف يكتشف نظام إدارة الشبكة (NMS) بسهولة التشكيلة الخاطئة ويرسل إنذارات بهذا الشأن.

ومن الممكن مع ذلك اعتراض رسائل البروتوكول PTP من خلال توفير هذا العنوان الجماعي بشكل مناسب في قاعدة بيانات الترشيح المتعلقة بكل جهاز من معدات الإثرنت.

التذييل IV

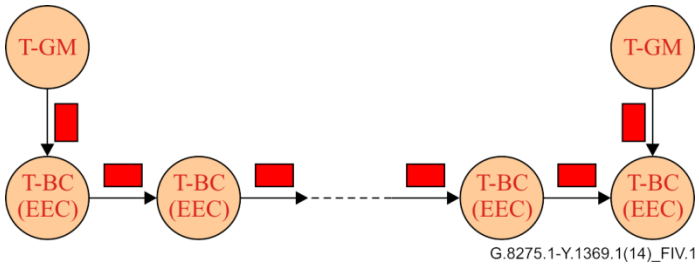
اعتبارات بشأن استخدام الأولوية الثانية Priority2

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يكون نعت الأولوية الثانية (priority2) للبروتوكول PTP قابلاً للتشكيل في هذه المواصفة. وفي بعض الظروف الخاصة، يمكن أن يؤدي استخدام النعت priority2 إلى تبسيط إدارة الشبكة. ويرد في هذا التذييل وصف لحالتين من حالات الاستعمال؛ أما حالات الاستعمال المحتملة الأخرى فتحتاج إلى المزيد من الدراسة.

الحالة 1

يمكن أن يشكل المشغلون النعت priority2 في البروتوكول PTP بهدف جعل جميع الميقاتيات T-BC قابلة للتبع إزاء ميقاتية T-GM واحدة، أو قابلة للتبع إزاء ميقاتيتين T-GM مختلفتين.

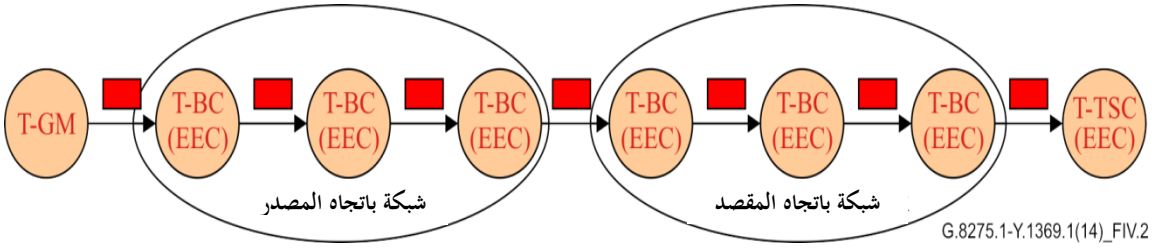


الشكل 1.IV – استعمال priority2 مع ميقاتيتين T-GM في الشبكة

يبين الشكل 1.IV، على سبيل المثال، أنه إذا كانت جميع النعوت الأخرى للميقاتيتين T-GM في البروتوكول PTP متطابقة، وكانت الميقاتيتان T-GM مشكّلتين بنفس القيمة للنعت priority2، فإن كل ميقاتية T-BC ستختار الميقاتية T-GM ذات المسار الأقصر. أما إذا ما كانت الميقاتيتان T-GM مشكّلتين بقيمتين مختلفتين للنعت priorty2، فإن جميع الميقاتيات T-BC ستتزامن مع الميقاتية T-GM ذات القيمة الأصغر للنعت priority2.

الحالة 2

يمكن أن يشكّل المشغلون النعت priority2 في البروتوكول PTP بهدف منع تزامن الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المنبع مع الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المقصد حين تكون الميقاتية T-GM معطلة.



الشكل 2.IV – استعمال priority2 مع ميقاتيات T-BC في طبقات مختلفة من الشبكة

يبين الشكل 2.IV، على سبيل المثال، أنه إذا كانت جميع النعوت الأخرى لجميع الميقاتيات T-BC في البروتوكول PTP متطابقة، وكانت جميع الميقاتيات T-BC مشكلة بنفس القيمة للنعت priority2 في البروتوكول PTP، يمكن عندئذ في حال تعطل

الميقاتية T-GM أن تتزامن الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المنبع مع الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المقصد رهناً بقيم هوية الميقاتية (clockIdentity) في جميع الميقاتيات T-BC. أما إذا كانت الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المنبع مشكّلة بقيمة للنعت priority2 أصغر من تلك الخاصة بالميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المقصد، فسوف يتم عندئذ، في حال تعطل الميقاتية T-GM، تزامن الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المقصد مع الميقاتيات T-BC الواقعة في شبكة باتجاه المنبع.

التذييل V

وصف حالات ميقاتيات البروتوكول PTP ومحتويات رسائل الإعلان المرتبطة بها

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.V الغرض من هذا التذييل

يقدم هذا التذييل معلومات تتصل بالحالات المحتملة للميقاتية T-GM والميقاتية T-BC. وترمي المعلومات المتعلقة بحالة الميقاتية إلى توفير مؤشرات عالية المستوى للحالة التشغيلية للميقاتية بأكملها خلافاً للمنافذ الفردية فقط للبروتوكول PTP. وهو يوفر التقابل بين حالات الميقاتيات وحالات منافذ البروتوكول PTP على النحو المحدد في المعيار [IEEE 1588]. ويقدم بالإضافة إلى ذلك جدولاً يعرض محتويات حقول رسائل *Announce* (الإعلان) التي سترد في مختلف حالات الميقاتيات.

إذا ما أدرجت حالة الميقاتية المتعلقة بالحيازة في عملية التنفيذ، فإنها تسمح للميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC بتأخير توزيع المعلومات المتعلقة بالميقاتية الرئيسية (GM) والتي ترسلها الميقاتية. والغرض من حالة الميقاتية المتعلقة بالحيازة هو منح بعض الوقت للميقاتية T-GM أو الميقاتية T-BC لوضع مقياس زمني ذي درجة مقبولة من الدقة قبل استخدامه في الوقت المتعلق بعقد الميقاتية.

ملاحظة – لا تمتثل الإجراءات المحددة في هذا التذييل المتعلقة بحالة الحيازة للإجراءات الواردة في المعيار [IEEE 1588] ويمكن أن يؤثر التأخير الذي تسببه هذه الحالة على وقت الاستقرار الإجمالي أثناء إعادة ترتيب طبولوجيا البروتوكول PTP.

ويتحمل المشغل مسؤولية عمليات نشر الشبكات بما في ذلك الميقاتيات التي تستخدم الإجراءات الواردة في هذا التذييل.

2.V وصف الحالات

- حالة التشغيل الحر

حالة لم تعد فيها ميقاتية البروتوكول PTP متزامنه على الإطلاق مع مصدر للوقت وليست بصدد المزامنة مع مصدر للوقت.

ومن حيث صلتها بحالة منفذ البروتوكول PTP المحددة في المعيار [IEEE 1588]، تكون الميقاتية في حالة التشغيل الحر إذا لم تكن منافذ البروتوكول PTP في الحالات: MASTER أو PRE-MASTER أو PASSIVE أو UNCALIBRATED أو SLAVE.

- حالة الحيازة

حالة تكون فيها ميقاتية البروتوكول PTP بصدد المزامنة مع مصدر للوقت. ويحدد التنفيذ مدة ووظيفة هذه الحالة. وليست هذه الحالة ضرورية في عملية تنفيذ.

ومن حيث صلتها بحالة منفذ البروتوكول PTP المحددة في المعيار [IEEE 1588]، تكون الميقاتية في حالة الحيازة إذا كان أحد منافذ البروتوكول PTP في حالة عدم المعايرة (UNCALIBRATED).

- الحالة المغلقة

حالة تكون فيها ميقاتية البروتوكول PTP متزامنة مع مصدر للوقت وتتميز بقدر من الدقة الداخلية المقبولة.

ومن حيث صلتها بحالة منفذ البروتوكول PTP المحددة في المعيار [IEEE 1588]، تكون الميقاتية في الحالة المغلقة إذا كان أحد منافذ البروتوكول PTP في الحالة التابعة (SLAVE).

- حالة الاستبقاء داخل المواصفة

حالة لم تعد فيها ميقاتية البروتوكول PTP متزامنة مع مصدر للوقت وتستخدم المعلومات التي تم الحصول عليها عندما كانت متزامنة سابقاً أو حين كانت مصادر المعلومات الأخرى لا تزال متوفرة، وذلك للحفاظ على الأداء ضمن المواصفة

المرجوة. وقد تعتمد العقدة بصورة حصرية على التسهيلات الخاصة بها للاستبقاء أو قد تستخدم شيئاً من قبيل دخل التردد الوارد من الشبكة لتحقيق استبقاء الوقت و/أو الطور.

وبما أنها تتصل بحالة منفذ البروتوكول PTP المحددة في المعيار [IEEE 1588]، تكون الميقاتية في حالة استبقاء داخل المواصفة إذا لم يوجد منافذ للبروتوكول PTP في الحالات: INITIALIZING أو LISTENING أو UNCALIBRATED أو SLAVE، ويبقى الأداء ضمن المواصفة المرجوة.

- حالة الاستبقاء خارج المواصفة

حالة لم تعد فيها ميقاتية البروتوكول PTP متزامنة مع مصدر للوقت، ومع أنها قد تستخدم المعلومات التي تم الحصول عليها عندما كانت متزامنة سابقاً أو حين كانت مصادر المعلومات الأخرى لا تزال متوافرة، إلا أنها غير قادرة على الحفاظ على الأداء ضمن المواصفة المرجوة.

وبما أنها تتصل بحالة منفذ البروتوكول PTP المحددة في المعيار [IEEE 1588]، تكون الميقاتية في حالة استبقاء خارج المواصفة إذا لم توجد منافذ للبروتوكول PTP في الحالات: INITIALIZING أو LISTENING أو UNCALIBRATED أو SLAVE، ولا يبقى الأداء ضمن المواصفة المرجوة.

3.V مثال على التقابل بين حالات منافذ البروتوكول PTP وحالات ميقاتيات البروتوكول PTP للميقاتية T-BC ذات الثلاثة منافذ

الجدول 1.V – حالة منفذ البروتوكول PTP مقابل التقابل بين حالات الميقاتية

الميقاتية الحدية للاتصالات					
	حالة المنفذ			حالة الميقاتية	
حدث البدء	المنفذ 1	المنفذ 2	المنفذ 3		ملاحظات
تشغيل البروتوكول PTP	INITIALIZING	INITIALIZING	INITIALIZING	حرة الحركة	لا يوجد منافذ في الحالة الرئيسية أو المنفعلة أو غير المعايرة أو التابعة
الميقاتية تستكمل مرحلة الاستهلال	LISTENING	LISTENING	LISTENING	حرة الحركة	لا يوجد منافذ في الحالة الرئيسية أو المنفعلة أو غير المعايرة أو التابعة
رسالة *Announce* مقبولة واردة من ميقاتية رئيسية غريبة على المنفذ P1	UNCALIBRATED	LISTENING	LISTENING	حيازة	يوجد منفذ في الحالة غير المعايرة
الحدث ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT_EXPIRES على المنفذين P2 وP3	UNCALIBRATED	MASTER	MASTER	حيازة	يوجد منفذ في الحالة غير المعايرة
انتهاء المعايرة في المنفذ P1	SLAVE	MASTER	MASTER	مغلقة	يوجد منفذ تابع على العقدة
الحدث ANNOUNCE_RECEIPT_TIMEOUT_EXPIRES على المنفذ P1	MASTER	MASTER	MASTER	استبقاء ضمن المواصفات	بدء موقّت الاستبقاء لا يوجد منفذ في الحالة التابعة أو غير المعايرة أو حالة الاستماع أو الاستهلال
انتهاء صلاحية موقّت الاستبقاء	MASTER	MASTER	MASTER	استبقاء خارج المواصفات	انتهاء موقّت الاستبقاء ولا يوجد منفذ في الحالة التابعة أو غير المعايرة أو حالة الاستماع أو الاستهلال
يستقبل المنفذ P3 رسالة *Announce* مقبولة برتبة ميقاتية قدرها 7	MASTER	MASTER	UNCALIBRATED	حيازة	يوجد منفذ في الحالة غير المعايرة
انتهاء المعايرة على المنفذ P3	MASTER	MASTER	SLAVE	مغلقة	يوجد منفذ تابع على العقدة
يستقبل المنفذ P1 رسالة *Announce* مقبولة برتبة ميقاتية قدرها 6	UNCALIBRATED	MASTER	PRE_MASTER	حيازة	يوجد منفذ في الحالة غير المعايرة
الحدث QUALIFICATION_TIMEOUT_EXPIRES على المنفذ P3	UNCALIBRATED	MASTER	MASTER	حيازة	يوجد منفذ في الحالة غير المعايرة
انتهاء المعايرة على المنفذ P1	SLAVE	MASTER	MASTER	مغلق	يوجد منفذ تابع على العقدة

4.V محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-GM بالاستناد إلى الحالات الداخلية لميقاتية البروتوكول PTP

الجدول 2.V – محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-GM

مجالات رسائل الإعلان	حالة التشغيل الحر	حالة حيازة	الحالة المغلقة	حالة الاستبقاء داخل المواصفة	حالة الاستبقاء خارج المواصفة
sourcePortIdentity (header.sourcePortIdentity)	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM + رقم المنفذ
leap61 (header.flagField)	خطأ	من مصدر الوقت	من مصدر الوقت	خطأ	خطأ
leap59 (header.flagField)	خطأ	من مصدر الوقت	من مصدر الوقت	خطأ	خطأ
currentUtcOffsetValid (header.flagField)	خطأ	صح/خطأ [خاص بالتنقيذ]	صح	صح	صح/خطأ [خاص بالتنقيذ]
ptpTimescale (header.flagField)	صح	صح	صح	صح	صح
timeTraceable (header.flagField)	خطأ	صح	صح	صح	خطأ
frequencyTraceable (header.flagField)	خطأ	صح/خطأ استناداً إلى قفل مصدر التردد	صح	صح/خطأ استناداً إلى قفل مصدر التردد	صح/خطأ استناداً إلى قفل مصدر التردد
currentUtcOffset	35	استناداً إلى الدخل المرجعي لفارق التوقيت عن التوقيت العالمي الموحد	استناداً إلى الدخل المرجعي لفارق التوقيت عن التوقيت العالمي الموحد	فارق التوقيت الأخير المعروف عن التوقيت العالمي الموحد	فارق التوقيت الأخير المعروف عن التوقيت العالمي الموحد
grandmasterPriority1	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)
grandmasterClockQuality.clockClass	248	خاص بالتنفيذ، حالة سابقة عموماً 7/140/150/160/248	6	7	140/150/160
grandmasterClockQuality.clockAccuracy	غير معروفة (0xFE)	غير معروفة (0xFE)	الوقت دقيق ضمن 100 ns (0x21)	غير معروفة (0xFE)	غير معروفة (0xFE)
grandmasterClockQuality.offsetScaledLogVariance	0xFFFF (افتراضية)	0xFFFF (افتراضية)	0x4E5D	0xFFFF (default)	0xFFFF (default)
grandmasterPriority2	Priority2 المشكلة للميقاتية T-GM	الأولوية Priority2 المشكلة للميقاتية T-GM	الأولوية Priority2 المشكلة للميقاتية T-GM	الأولوية Priority2 المشكلة للميقاتية T-GM	أولوية Priority2 المشكلة للميقاتية T-GM
grandmasterIdentity	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-GM
stepsRemoved	0	0	0	0	0
timeSource	INT_OSC (0xA0)	INT_OSC (0xA0)	As per PTP	INT_OSC (0xA0)	INT_OSC (0xA0)

5.V محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-BC بالاستناد إلى الحالات الداخلية لميقاتية البروتوكول PTP

الجدول 3.V – محتويات رسائل الإعلان للميقاتية T-BC

حقول رسائل الإعلان	حالة التشغيل الحر	حالة الحيازة	الحالة المغلقة	حالة الاستبقاء داحل المواصفة	حالة الاستبقاء خارج المواصفة
sourcePortIdentity (header.sourcePortIdentity)	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC + رقم المنفذ	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC + رقم المنفذ
leap61 (header.flagField)	خطأ	(ملاحظة)	(ملاحظة)	خطأ	خطأ
leap59 (header.flagField)	خطأ	(ملاحظة)	(ملاحظة)	خطأ	خطأ
currentUtcOffsetValid (header.flagField)	خطأ	صح	(ملاحظة)	صح	صح/خطأ [خاص بالتنفيذ]
ptpTimescale (header.flagField)	صح	صح	(ملاحظة)	صح	صح
timeTraceable (header.flagField)	خطأ	صح	(ملاحظة)	صح	خطأ
frequencyTraceable (header.flagField)	خطأ	صح/خطأ استناداً إلى قفل المصدر الترددي	(ملاحظة)	صح/خطأ استناداً إلى قفل المصدر الترددي	صح/خطأ استناداً إلى قفل المصدر الترددي
currentUtcOffset	35	فارق التوقيت الأخير المعروف عن التوقيت العالمي الموحد	(ملاحظة)	فارق التوقيت الأخير المعروف عن التوقيت العالمي الموحد	فارق التوقيت الأخير المعروف عن التوقيت العالمي الموحد
grandmasterPriority1	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)	(ملاحظة)	128 (افتراضية)	128 (افتراضية)
grandmasterClockQuality.clockClass	248	خاص بالتنفيذ، حالة سابقة عموماً 135/165/248	(ملاحظة)	135	165
grandmasterClockQuality.clockAccuracy	غير معروفة (0xFE)	غير معروفة (0xFE)	(ملاحظة)	غير معروفة (0xFE)	غير معروفة (0xFE)
grandmasterClockQuality.offsetScaled LogVariance	0xFFFF (افتراضية)	0xFFFF (افتراضية)	(ملاحظة)	0xFFFF (افتراضية)	0xFFFF (افتراضية)
grandmasterPriority2	الأولوية priority2 المشكلة للميقاتية T-BC	الأولوية priority2 المشكلة للميقاتية T-BC	(ملاحظة)	الأولوية priority2 المشكلة للميقاتية T-BC	الأولوية priority2 المشكلة للميقاتية T-BC
grandmasterIdentity	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC	(ملاحظة)	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC	الهوية clockId المحلية للميقاتية T-BC
stepsRemoved	0	0	Received stepsRemoved 1+	0	0
timeSource	INT_OSC (0xA0)	INT_OSC (0xA0)	(ملاحظة)	INT_OSC (0xA0)	INT_OSC (0xA0)

ملاحظة – القيمة المرسلة في رسالة الإعلان *Announce* تقابل القيمة الخاصة بالميقاتية الرئيسية GM الحالية.

التذييل VI

العمليات عبر تجمّع الوصلات

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

حين يتم توصيل جهازين يحتويان على ميقاتيات البروتوكول PTP التي تمتثل لهذه المواصفة عبر تجمع الوصلات (LAG) على النحو المحدد في المعيار [b-IEEE 802.1AX]، ينبغي الوصول إلى كل وصلة مادية بصورة مباشرة من أجل إرسال رسائل البروتوكول PTP، بتجاوز تجمع الوصلات. ويحول هذا الأسلوب دون حصول أحوال من عدم التناظر المحتمل التي قد توجد عند توصيل المسارات الأمامية والعكسية عبر وصلات مختلفة تنتمي إلى تجمع الوصلات.

وثمة حلول بديلة تستفيد من بعض مزايا تجمع الوصلات، من قبيل التطابق ثنائي الاتجاه على النحو المحدد في المعيار [b-IEEE 802.1AX]. وتحتاج هذه الحلول إلى المزيد من الدراسة.

وفيما يتعلق بالسيناريوهات التي ينظر فيها حالياً، لا يُسمح بإدخال بطاقة الشبكة المحلية الافتراضية (VLAN) في الأطر التي تحمل رسائل البروتوكول PTP. ومع ذلك، يمكن تطبيق الحل البديل للتطابق ثنائي الاتجاه على أطر البروتوكول PTP من خلال تعيين هوية للمحادثة تساوي الصفر في وصلة مادية معينة.

التذييل VII

العلاقة بين رتبة الميقاتية (clockClass) ومواصفات الاستبقاء

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

ترد في الجدول 2 قيم رتبة الميقاتية (clockClass) المستخدمة في هذه المواصفة. ويمكن تقسيم هذه القيم إلى أربع فئات مختلفة:

1) ميقاتية T-GM المغلقة على ميقاتية PRTC أو ePRTC؛

2) ميقاتية T-GM أو ميقاتية T-BC في حالة استبقاء، داخل مواصفة الاستبقاء؛

3) ميقاتية T-GM أو ميقاتية T-BC في حالة استبقاء، خارج مواصفة الاستبقاء؛

4) ميقاتية تابعة، أو ميقاتية لم تتم مزامنتها.

تشير الحاشية المختصرة (الملاحظة 1 في الفقرة 4.6) إلى التذييل V للتوصية [ITU-T G.8271.1] للحصول على مزيد من المعلومات عن معنى العبارة "في حالة استبقاء، داخل مواصفة الاستبقاء" والعبارة "في حالة استبقاء، خارج مواصفة الاستبقاء". يصف ذلك التذييل نماذج الميزانيات الممكنة للأداء المتعلق بالمزامنة. ويعتمد النموذج الدقيق على شبكة المشغل ومعلمات التصميم، علماً بأنه تمت تجزئة كل ميزانية إلى عدة مكونات:

1) توزيع ميقاتية الزمن المرجعي الأولية (PRTC)/الميقاتية الرئيسية (T-GM)؛

2) الخطأ الزمني العشوائي الناجم عن تراكم الضوضاء عبر الشبكة (dTE)؛

3) عدم تناظر العقد (cTE، مجموع حالات عدم تناظر جميع العقد في النظام)؛

4) عدم تناظر الوصلات (cTE، مجموع حالات عدم تناظر جميع الوصلات في النظام)؛

5) ميزانية الاستبقاء؛

6) ميزانية التطبيق النهائي.

ويُظهر الجدول 1.V في التوصية [ITU-T G.8271.1] أنه بالنسبة لمثال واحد على الميزانية، يمكن تخصيص 400 ns للاستبقاء داخل الشبكة (يعرف ذلك باسم سيناريو العطل (ب) في الجدول). وقد يكون لدى المشغل تخصيصات مختلفة للميزانية رهناً بسيناريو النشر الخاص بها. وتُخصص ميزانية الاستبقاء البالغة 400 ns لسلسلة المزامنة بأكملها، وليس لميقاتية إفرادية.

وبالتالي يكون التشغيل المزمع للميقاتية T-GM على النحو التالي:

- حين تكون الميقاتية T-GM متزامنة مع الميقاتية PRTC المغلقة على النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS)، فإنها تعطي على خرجها رتبة clockClass مقدارها 6.
- إذا فقدت الميقاتية PRTC صلتها بالنظام GNSS، تدخل في حالة الاستبقاء. وينبغي أن تخفض الميقاتية T-GM الرتبة clockClass المعلنة لتشير إلى "حالة استبقاء ولكن داخل مواصفة الاستبقاء" (رتبة clockClass مقدارها 7).
- تجري الميقاتية T-GM تقديراً للوضع الذي يُحتمل أن يتم فيه تجاوز الميزانية. ومن بين العوامل التي تؤخذ في الاعتبار الجودة المعروفة لأي دعم ترددي خارجي (مثلاً SyncE QL)، و/أو تغيرات في درجة الحرارة، و/أو نوعية المذبذب الداخلي.
- حين تعتبر الميقاتية T-GM أن الميقاتية هي خارج مواصفة الاستبقاء (أي، حين تشير التقديرات إلى أنها انحرفت بمقدار يزيد على ميزانية الاستبقاء)، تعلن الميقاتية T-GM عن رتبة clockClass مقدارها 140 أو 150 أو 160.

وإذا حدث عطل في الشبكة، حين تنفصل الميقاتية T-GM عن سلسلة المزامنة، تتولى الأمر الميقاتية T-BC كميقاتية رئيسية للسلسلة. وتعمل الميقاتية T-BC تلك في حالة الاستبقاء. وتعتمد الرتبة clockClass التي يُسمح للميقاتية T-BC بالإعلان عنها على الرتبة clockClass الخاصة بالميقاتية T-GM التي تمت مزامنتها معها قبل فقدان التوصيل.

فعلى سبيل المثال، إذا كانت الميقاتية T-BC متزامنة مع ميقاتية T-GM برتبة classClock مقدارها 6، فلن يتم استهلاك أي من ميزانية الاستبقاء، وبالتالي يجوز أن تستخدم الميقاتية T-BC الرتبة classClock التي تشير إلى أنها "داخل مواصفة الاستبقاء" (مثلاً، رتبة مقدارها 135). ويتم اختيار هذه القيمة لتكون أعلى من تلك الخاصة بالميقاتية T-GM التي تقع خارج مواصفة الاستبقاء، لأنه من المرجح أن يكون للميقاتية T-BC وقت أكثر دقة لأنها أقفلت منذ وقت قريب على مصدر للوقت يمكن تتبعه. وبناء على ذلك، إذا ما قورنت الميقاتيتان (T-BC التي في حالة استبقاء داخل مواصفة الاستبقاء وT-GM التي في حالة استبقاء، لكن خارج مواصفة الاستبقاء) في إطار تشغيل خوارزمية أفضل ميقاتية رئيسية BMCA بديلة لميقاتية تالية، تتزامن الميقاتية التالية مع الميقاتية T-BC التي في داخل مواصفة الاستبقاء بدلاً من الميقاتية T-GM التي تكون خارج مواصفة الاستبقاء.

وفي مثال آخر في هذا الخصوص، إذا كانت الميقاتية T-BC متزامنة مع ميقاتية T-GM تشير إلى أنها في حالة استبقاء لكن خارج مواصفة الاستبقاء (مثلاً رتبة clockClass مقدارها 140 أو 150 أو 160)، ينبغي أن تستخدم الميقاتية T-BC أيضاً رتبة clockClass تشير إلى أنها "خارج مواصفة الاستبقاء" (مثلاً الرتبة 165). ويعود ذلك إلى أن الميقاتية T-GM كانت تشير، بحسب تقديراتها، إلى أن ميزانية الاستبقاء قد استنفذت.

وفي مثال أخير، إذا كانت الميقاتية T-BC متزامنة مع ميقاتية T-GM في حالة استبقاء لكنها داخل مواصفة الاستبقاء، فقد تشير الميقاتية T-BC إلى أنها "داخل مواصفة الاستبقاء". ومع ذلك، تكون الميقاتية T-GM قد استنفذت بعض ميزانية الاستبقاء. وإذا كانت الكمية المتبقية من الميزانية غير معروفة، ينبغي أن تشير الميقاتية T-BC إلى أنها "خارج مواصفة الاستبقاء".

التذييل VIII

اعتبارات بشأن ميقاتية T-TSC موصولة بتطبيق نهائي

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

تعني الرتبة الافتراضية clockClass ذات القيمة 255 للميقاتية T-TSC أن الميقاتية T-TSC ستكون دائماً مقفلة على المرجع الخارجي للبروتوكول PTP في حال توفره.

ويعتمد مصدر المزامنة الفعلي الذي يستخدمه في النهاية التطبيق النهائي على احتياجات المزامنة المطبقة. وتقع هذه العملية خارج نطاق هذه التوصية.

فعلى سبيل المثال، يمكن أن يعتمد القرار بشأن استخدام مرجع البروتوكول PTP الذي اختارته الميقاتية T-TSC (مثلاً، بدلاً من الدخول في حالة استبقاء)، على جودة الميقاتية clockQuality الفعلية، وعلم التردد القابل للتتبع (frequencyTraceable) وعلم الوقت القابل للتتبع (timeTraceable) وعلم المزامنة غير المؤكدة (synchronizationUncertain) المرتبط بالمرجع الخارجي للبروتوكول PTP. كما يمكن النظر في جوانب إضافية من حيث صلتها برصد أداء المرجع الخارجي. وكل ذلك خاص بالتنفيذ.

فعلى سبيل المثال، حين يشترط تلبية متطلبات التوقيت في الشبكة حسبما تقتضيه مثلاً التوصية [ITU-T G.8271.1]، فمن الضروري عندئذ أن تبلغ الرتبة clockClass للمرجع الخارجي للبروتوكول PTP بمقدار 6 أو 7 أو 135 وأن يسند إلى العلم timeTraceable الصفة TRUE (صح) لكي يستخدم في التطبيق النهائي. وفي حال عدم تلبية هذا الشرط، قد يقرر التطبيق النهائي الدخول في حالة استبقاء (إما باستخدام مذبذب داخلي أو بدفع من رسالة SyncE).

التذييل IX

حساب التغاير offsetScaledLogVariance لميقاتية T-GM يتم توقيتها ميقاتية PRTC أو ميقاتية ePRTC

(لايشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.IX فترة الرصد وتوليد ضوضاء الانحراف (TDEV)

التغاير offsetScaledLogVariance هو نوع من التخالف أي تمثيل معاير لتغاير البروتوكول PTP (PTPVAR). ويرد وصف التغاير PTPVAR في الفقرة 3.6.7 من المعيار [IEEE 1588]؛ وهو يساوي تغاير آلان (Allan) مضروباً بالكمية $\tau^2/3$ ، حيث ترمز τ إلى فترة الرصد. وبالتالي فإن تغاير البروتوكول PTP لا يمثل قيمة واحدة؛ بل دالّة في فترة الرصد. وتحدد الفقرة 3.6.7 من المعيار [IEEE 1588] أن فترة الرصد τ هي القيمة المحددة في مواصفة البروتوكول PTP المطبقة. وتشير الفقرة 3.6.7 من المعيار [IEEE 1588] إلى τ بوصفها فترة الاعتيان. ومع ذلك، فإن مقارنة المعادلات الواردة في الفقرة 2.3.6.7 من المعيار [IEEE 1588] بالمعادلات الخاصة بتغاير آلان الواردة في الفقرة 1.II من التوصية [ITU-T G.810] تشير إلى أن τ الواردة في الفقرة 3.6.7 من المعيار [IEEE 1588] هي فترة الرصد الواردة في التوصية [ITU-T G.810] وليست فترة الاعتيان τ_0.

والتغاير offsetScaledLogVariance، أي defaultDS.clockQuality.offsetScaledLogVariance، هو أحد نعوت الميقاتية المستخدم في خورازمية أفضل ميقاتية رئيسية (BMCA). وهو بحسب ما أشير إليه في الفقرة 5.3.6.7 من المعيار [IEEE 1588] "تقدير لتغيرات ميقاتية محلية بالنسبة لمقياس زمني خطي حين لا تكون متزامنة مع ميقاتية أخرى تستخدم البروتوكول" (النص مأخوذ من المعيار [IEEE 1588]؛ حيث تشير كلمة "بروتوكول" إلى البروتوكول PTP). وبما أن الميقاتية ليست متزامنة مع ميقاتية أخرى عن طريق البروتوكول PTP حين تكون ميقاتية رئيسية، ينبغي أن يمثل التغاير offsetScaledLogVariance الضوضاء الطويلة الأجل التي تولدها الميقاتية، لأنها الضوضاء التي يتم توليدها حين تكون الميقاتية ميقاتية رئيسية. وبالتالي، ينبغي أن تكون فترة الرصد الفترة الأطول التي يتم خلالها تحديد توليد الضوضاء بالنسبة للميقاتية قيد البحث.

وبالنسبة لميقاتية T-GM يتم توقيتها بميقاتية PRTC، أي ميقاتية تلبي شروط التوصية [ITU-T G.8272]، فإن فترة الرصد الأطول التي حدد لها الانحراف TDEV لتوليد الضوضاء تبلغ 10 000 ثانية (انظر الشكل 2 من التوصية [ITU-T G.8272]). وتبلغ قيمة الانحراف TDEV لهذه الفترة 30 ns. ويعرف نمط الضوضاء المحدد للفترات التي تتراوح بين 1000 و10 000 ثانية بتشكيل طور الرفيف (FPM)، حيث يساوي الانحراف TDEV مقدار 30 ns في هذا النطاق. وفيما يتعلق بميقاتية T-GM يتم توقيتها بميقاتية ePRTC، فإن فترة الرصد الأطول التي حدد لها الانحراف TDEV لتوليد الضوضاء تبلغ 10^6 ثانية. ولهذه الفترة، يبلغ الانحراف TDEV قيمة 10 ns. ويعرف نمط الضوضاء المحدد للفترات التي تتراوح بين $10^5 \times 3$ ثانية و10^6 ثانية بتشكيل طور الرفيف (FPM)، حيث يساوي الانحراف TDEV ما مقداره 10 ns في هذا النطاق.

ولا تستخدم قيمة فترة الرصد بشكل مباشر في البروتوكول PTP، ولا تنقلها أي من رسائل البروتوكول PTP. وتستخدم فقط لتقييم تغاير البروتوكول PTP.

ويرد في الجدول 1.IX تلخيص لقيم فترات الرصد الواردة أعلاه وقيم الانحراف TDEV المقابلة في توليد الضوضاء في الميقاتية PRTC والميقاتية ePRTC.

الجدول 1.IX – فترات الرصد وقيم الانحراف الزمني TDEV المقابلة في توليد الضوضاء ونمطها في ميقاتية T-GM يتم توقيتها بميقاتية PRTC أو ميقاتية ePRTC

الميقاتية التي توقت G-TM	فترة الرصد (τ) للتغاير (s) offsetScaledLogVariance	$n = \tau/\tau_0$ (انظر الفقرة2.IX أدناه)	نمط الضوضاء	(ns) TDEV
PRTC	10 000 – 1000	$1{,}6 \times 10^4$ إلى $1{,}6 \times 10^5$	FPM	30
ePRTC	1 000 000 – 300 000	$4{,}8 \times 10^6$ إلى $1{,}6 \times 10^7$	FPM	10

2.IX حساب تغاير البروتوكول PTP من الانحراف الزمني TDEV

تتمثل الخطوة التالية في حساب التغاير البروتوكول PTP من قيم الانحراف الزمني (TDEV) الواردة في الفقرة السابقة. وبما أن تغاير البروتوكول PTP يساوي القيمة $\tau^2/3$ مضروبة بتغاير آلن، وأن التغاير الزمني (TVAR) يساوي القيمة $\tau^2/3$ مضروبة بتغاير آلان المعدل، فإن نسبة التغاير الزمني إلى تغاير البروتوكول PTP تساوي النسبة بين تغاير آلان المعدل (MVAR) وتغاير آلن. وقد درست هذه النسبة الأخيرة وجرى حسابها بالنسبة لمختلف أنماط الضوضاء في القسم 6.A من المرجع [b-Sullivan]. وتستند النتائج المقدمة فيه إلى المرجعين [b-Walls] و[b-Lesage]. بالإضافة إلى ذلك، ترد العلاقات القائمة بين الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) وتغاير آلان في الجدول 4.5 من المرجع [b-Bregni]، وبين الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) وتغاير آلان المعدل في الجدول 5.5 من المرجع [b-Bregni] (لدى استخدام العلاقات بين الكثافة PSD ومختلف معلمات استقرار الميدان الزمني، من المهم أن نراعي ما إذا كانت الكثافة PSD دالة في الوقت ($S_x(f)$) أو دالة في التردد ($S_y(f)$).

لنفترض أن n هي النسبة بين فترة الرصد τ وفترة الاعتيان τ_0، أي $\tau = n\tau_0$. وبوجه عام، تعتمد النسبة بين تغاير آلان المعدل (MVAR) وتغاير آلان (AVAR)، ويرمز إليها بالقيمة $R(n)$، على العدد n، علماً بأنها تقترب من قيمة تقاربية إذا كان العدد n كبيراً في حالة أنماط الضوضاء التالية: تشكيل طور الضوضاء البيضاء (WPM) وتشكيل طور الرفيف (FPM) وتردد تشكيل الضوضاء البيضاء (WFM) ووميض تشكيل التردد (FFM) والتشكيل الترددي بطريقة السير العشوائي (RWFM). يضاف إلى ذلك أنه بالنسبة لحالة التشكيل FPM، يعتمد الرمز $R(n)$ على عرض نطاق نظام القياس (بالنسبة للتشكيل WPM، فإن كلاً من AVAR وMVAR يعتمد على عرض نطاق نظام القياس، علماً بأن النسبة بينهما لا تعتمد عليه). وبما أن معلومات المزامنة الزمنية الواردة من أي ميقاتية يجري اختيارها كميقاتية رئيسية تنقل عبر رسائل المزامنة (Sync)، يمكن اعتبار فترة الاعتيان τ_0 مساوية للفترة الفاصلة بين رسائل Sync. وتتفاوت الفترات الفاصلة الفعلية بين رسائل Sync المتتالية مع الوقت، وفق ما تجيزه الفقرة 1.2.7.7 من المعيار [IEEE 1588]؛ وتوخياً للتبسيط، يمكننا جعل τ_0 مساوية لمتوسط الفترة الفاصلة بين رسائل Sync، وهذا يساوي 1/16 من الثانية في التوصية [ITU-T G.8275.1]. ومن ثم وباستخدام قيم فترات الرصد الواردة في الجدول 1.1X أعلاه، فإن القيم المقابلة لنطاق n تتراوح بين $1{,}6 \times 10^4$ و$1{,}6 \times 10^5$ للميقاتية الرئيسية للاتصالات التي يجري توقيتها بميقاتية PRTC، وبين $4{,}8 \times 10^5$ و$1{,}6 \times 10^5$ للميقاتية الرئيسية للاتصالات التي يجري توقيتها بميقاتية ePRTC. ويرد تلخيص لقيم n أيضاً في الجدول 1 أعلاه.

ويبدو من الجدول 1.IX أن نطاق العدد n يختلف بالنسبة للميقاتية PRTC والميقاتية ePRTC. ويعني ذلك أنه حتى ولو كان نمط الضوضاء في النطاقات ذات الاهتمام بالنسبة لهذه الميقاتيات متطابقة، فإن النسبة $R(n)$ تكون مختلفة، وأنه سيتم تعديل التفاوت الزمني لكل ميقاتية بعامل مختلف للحصول على التغاير PTPVAR. ومع ذلك يحدد استقرار الميقاتية PRTC والميقاتية ePRTC (فضلاً عن استقرار ميقاتيات أخرى تستخدم في الاتصالات) باستخدام قيم الانحراف الزمني TDEV (أي الجذر التربيعي للتغاير الزمني TVAR)، وليس باستخدام انحراف البروتوكول PTPDEV أو تغاير البروتوكول PTPVAR. لذلك يستحسن تعديل التغاير الزمني TVAR للميقاتية PRTC والميقاتية ePRTC بنفس العامل. وفي الأعمال السابقة التي تمت فيها مقارنة التغاير الزمني TVAR للميقاتية PRTC مع التغاير TVAR لميقاتية TBC يجري توقيتها بالإثرنت المتزامنة (SyncE)، بلغت نسبة التغاير $R(n)$ القيمة 0,787. وتستخدم هذه القيمة لسهولتها بالنسبة لكل من الميقاتية PRTC والميقاتية ePRTC.

وعلى أساس الافتراض أعلاه، يعطى تغاير البروتوكول PTPVAR للميقاتية PRTC بالصيغة التالية:

$$\text{PTPVAR}(\text{PRTC}) = \frac{\text{TVAR}}{R(n)} = \frac{(30\times10^{-9})^2\ \text{s}^2}{0{,}787} = 1{,}144\times10^{-15}\ \text{s}^2 \quad \text{(1.IX)}$$

ويعطى تغاير البروتوكول PTPVAR للميقاتية ePRTC بالصيغة التالية:

$$\text{PTPVAR}(\text{ePRTC}) = \frac{\text{TVAR}}{R(n)} = \frac{(10\times10^{-9})^2\ \text{s}^2}{0{,}787} = 1{,}271\times10^{-16}\ \text{s}^2 \quad \text{(2.IX)}$$

3.IX حساب التغاير offsetScaledLogVariance من تغاير البروتوكول PTP

يحسب التغاير offsetScaledLogVariance الآن من نتائج تغاير البروتوكول PTPVAR الواردة في الفقرة السابقة باستخدام الإجراء المذكور في الفقرة 3.3.6.7 من المعيار [IEEE 1588]. ويرد هذا الإجراء على النحو التالي:

أ) تحسب خوارزمية الأساس 2 لتغاير البروتوكول PTPVAR معبراً عنها بوحدات s^2؛

ب) يتم ضرب نتيجة الفقرة (أ) في 2^8 لإنتاج قيمة معايرة؛

ج) تعدّل القيمة المعايرة بحسب مواصفة التباطؤ الواردة في الفقرة 3.3.6.7 من المعيار [IEEE 1588]. (هذه الخطوة ليست ضرورية هنا، لأن التغاير offsetScaledLogVariance قد حسب بالاستناد إلى المواصفة بدلاً من القياسات في الوقت الفعلي)؛

د) يتم تمثيل نتيجة الفقرة (ج) في شكل تكملة من 2s للعدد الصحيح 16 (أي أنها ممثلة كعدد صحيح غير جبري حيث تمثل القيم السلبية في شكل تكملة من 2s (بما أن PTPVAR يكون أقل من 1 s^2 في معظم الحالات ذات الاهتمام العملي، وبالتأكيد في الحالات الواردة في الفقرة السابقة، تكون نتيجة الفقرة (ج) ن سلبية دائماً تقريباً)؛

هـ) تضاف القيمة 0x8000 إلى نتيجة الفقرة (د) ويتم تجاهل أي فائض؛

و) يتم تشكيل نتيجة الفقرة (هـ) كعدد صحيح 16. وهذه النتيجة، التي يمكن أيضاً التعبير عنها كتابة بالشكل الست عشري، هي التغاير offsetScaledLogVariance.

1.3.IX حساب التغاير offsetScaledLogVariance لميقاتية T-GM يتم توقيتها بميقاتية PRTC

انطلاقاً من المعادلة (IX.1)، $\text{PTPVAR} = 1.144 \times 10^{-15}\ s^2$، وباستخدام الخطوات (أ) إلى (و)، نحصل على ما يلي:

$$\log_2(\text{PTPVAR}) = \frac{\ln(1{,}144\times10^{-15})}{\ln 2} = -49{,}6348$$

$$2^8\log_2(\text{PTPVAR}) = \frac{(256)\ln(1{,}144\times10^{-15})}{\ln 2} = -12706{,}5176 \cong -12707 \quad \text{(3.IX)}$$

وبتمثيل ما ورد أعلاه كعدد صحيح جبري في شكل تكملة من 2 نحصل على:

$$12707 = 31A3_{16} \Rightarrow CE5C_{16}\ (\text{1s complement form}) \Rightarrow CE5D_{16}\ (\text{2s complement form}) \quad \text{(4.IX)}$$

وبإضافة 8000_{16} إلى ما ورد أعلاه وتجاهل أي فائض نحصل على:

$$CE5D_{16} + 8000_{16} = 14E5D_{16} \Rightarrow 4E5D_{16} \quad \text{(5.IX)}$$

ويبلغ التغاير offsetScaledLogVariance الناجم القيمة $4E5D_{16}$.

2.3.IX حساب التغاير offsetScaledLogVariance لميقاتية T-GM يتم توقيتها بميقاتية ePRTC

تحسب خوارزمية الأساس 2 لتغاير البروتوكول PTPVAR معبراً عنها بوحدات s^2 ويتم ضرب النتيجة في 2^8 لإنتاج قيمة معايرة.

$$\log_2(\text{PTPVAR}) = \frac{\ln(1{,}271\times10^{-16})}{\ln 2} = -52{,}8049$$

$$2^8\log_2(\text{PTPVAR}) = \frac{(256)\ln(1{,}271\times10^{-16})}{\ln 2} = -13518{,}0507 \cong -13518 \quad \text{(6.IX)}$$

وبتمثيل ما ورد أعلاه كعدد صحيح جبري في شكل تكملة من 2s نحصل على:

$$13518 = 34CE_{16} \Rightarrow CB31_{16}\ (\text{1s complement form}) \Rightarrow CB32_{16}\ (\text{2s complement form}) \quad \text{(7.IX)}$$

وبإضافة 8000_{16} إلى ما ورد أعلاه وتجاهل أي فائض نحصل على:

$$CB32_{16} + 8000_{16} = 14B32_{16} \Rightarrow 4B32_{16} \quad \text{(8.IX)}$$

ويبلغ التغاير offsetScaledLogVariance الناتج القيمة $4B32_{16}$.

بيبليوغرافيا

[b-IEEE 802.1AX] IEEE 802.1AX (2014), *IEEE Standard for Local and metropolitan area networks – Link Aggregation.*

[b-Bregni] Stefano Bregni, (2002), *Synchronization of Digital Telecommunications Networks*, Wiley.

[b-Lesage] Paul Lesage and Theophane Ayi (1984), *Characterization of Frequency Stability: Analysis of the Modified Allan Variance and Properties of Its Estimate*, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. IM-33, No. 4 (included in [b-Sullivan] as paper D.6).

[b-Sullivan] D.B. Sullivan, D.W. Allan, D.A. Howe, and F.L. Walls (1990), *Characterization of Clocks and Oscillators*, NIST Technical Note 1337.

[b-Walls] F.L. Walls, John Gary, Abbie O'Gallagher, Roland Sweet, and Linda Sweet (1991), *Time Domain Frequency Stability Calculated from the Frequency Domain Description: Use of the SIGINT Software Package to Calculate Time Domain Frequency Stability from the Frequency Domain*, NIST Report NISTR 89-3916 Revised (revision of 1989 version of this report).

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
نوعية الخدمة وأداء الشبكة	Y.1599-Y.1500
التشوير	Y.1699-Y.1600
الإدارة والتشغيل 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
نوعية 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
الشبكات الذكية الشمولية	Y.2699-Y.2600
الأمن	Y.2799-Y.2700
التنقلية المعممة	Y.2899-Y.2800
البيئة المفتوحة عالية الجودة	Y.2999-Y.2900
شبكات المستقبل	Y.3499-Y.3000
الحوسبة السحابية	Y.3999-Y.3500
إنترنت الاشياء والمدن والمجتمعات الذكية	
اعتبارات عامة	Y.4049-Y.4000
التعاريف والمصطلحات	Y.4099-Y.4050
المتطلبات وحالات الاستعمال	Y.4249-Y.4100
البنية التحتية والتوصيلية والشبكات	Y.4399-Y.4250
الأطر والمعماريات والبروتوكولات	Y.4549-Y.4400
الخدمات والتطبيقات والحوسبة ومعالجة البيانات	Y.4699-Y.4550
الإدارة والتحكم والأداء	Y.4799-Y.4700
تعرّف الهوية والأمن	Y.4899-Y.4800
التحليل والتقييم	Y.4999-Y.4900

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