الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

G.8272/Y.1367

(2015/01)

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

جوانب النقل بالرزم – التزامن وأهداف الجودة والتيسّر

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

جوانب بروتوكول الإنترنت – النقل

خصائص التوقيت لميقاتيات المرجع الزمني الأولية

التوصية ITU-T G.8272/Y.1367

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.8272/Y.1367

خصائص التوقيت لميقاتيات المرجع الزمني الأولية

ملخّص

تحدد التوصية ITU-T G.8272/Y.1367 متطلّبات ميقاتيات المرجع الزمني الأولية (PRTC) المناسبة لتزامن الوقت والطور والتردد في شبكات الرزم. وهي تحدد الخطأ المسموح به عند خرج التوقيت في ميقاتية المرجع الزمني الأولية.

وتطبق هذه المتطلبات في ظل الظروف البيئية الاعتيادية المحددة للتجهيزات.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.8272/Y.1367	2012-10-29	15	11.1002/1000/11817
1.1	ITU-T G.8272/Y.1367 (2012) Amd. 1	2013-08-29	15	11.1002/1000/12013
2.0	ITU-T G.8272/Y.1367	2015-01-13	15	11.1002/1000/12393

* للنفاذ إلى التوصية، اطبع العنوان الإلكتروني http://handle.itu.int/ في حقل العنوان بمتصفح الويب الخاص بك، متبوعاً بمعرف الهوية الفريد للتوصية. على سبيل المثال، 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 المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2015

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

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 المختصرات والأسماء المختصرة 2

5 الاصطلاحات 2

6 الخطأ الزمني والارتعاش والجنوح في الأسلوب المغلق 2

1.6 الخطأ الزمني في الأسلوب المغلق 3

2.6 الجنوح في الأسلوب المغلق 3

3.6 الارتعاش 5

7 الاستبقاء 5

8 انقطاع الطور 5

9 السطوح البينية 5

1.9 السطوح البينية للطور والوقت 6

2.9 السطوح البينية للتردد 6

التذييل I – قياس أداء الميقاتية PRTC أو الميقاتية PRTC المقترنة مع الميقاتية T-GM 7

1.I العوامل التي تؤثر على أداء الميقاتية PRTC القائمة على النظام GNSS 7

2.I قياس جنوح الطور 7

3.I قياس الخطأ الزمني 9

التذييل II – النموذج الوظيفي للميقاتية PRTC 13

التذييل III – المعلومات المتبادلة عبر السطح البيني للوقت 15

التذييل IV – مواقع الميقاتية PRTC 16

التوصية ITU-T G.8272/Y.1367

خصائص التوقيت لميقاتيات المرجع الزمني الأولية

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية متطلّبات ميقاتيات الزمن المرجعي الأولية (PRTC) المناسبة لتزامن التوقيت والطور والتردد في شبكات الرزم. وتطبّق هذه المتطلبات في ظل الظروف البيئية الاعتيادية المحددة للتجهيزات.

وتوفر ميقاتية المرجع الزمني الأولية (PRTC) النموذجية إشارة مرجعية لمزامنة الوقت والطور والتردد مع ميقاتيات أخرى ضمن شبكة أو قسم من شبكة. وعلى وجه التحديد، تستطيع الميقاتية PRTC أن توفر أيضاً الإشارة المرجعية لميقاتية الاتصالات الرئيسية (T-GM) ضمن عقد الشبكة التي توجد فيها الميقاتية PRTC.

وتوفر الميقاتية PRTC النموذجية إشارة توقيت مرجعية يمكن تتبُّعها نسبة إلى معيار توقيت معترف به (مثل التوقيت العالمي المنسق (UTC)). ويمكن الحصول على التوقيت UTC من أحد مختبرات التوقيت العالمي المنسق المسجلة في المكتب الدولي للأوزان والقياسات (BIPM) (مثلاً مختبر وطني للتوقيت UTC) أو، وهذا هو الأكثر شيوعاً، من أحد الأنظمة العالمية للملاحة الساتلية (GNSS).

وتحدد هذه التوصية متطلّبات خرج الميقاتية PRTC. وينبغي الحفاظ على دقة الميقاتية PRTC على النحو المحدد في هذه التوصية.

وتغطي هذه التوصية أيضاً الحالة التي تكون فيها الميقاتية PRTC مدمجة مع ميقاتية T-GM. وفي هذه الحالة فإنها تحدد الأداء عند خرج الوظيفة المدمجة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، أي رسائل بروتوكول دقة الوقت (PTP).

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.703] التوصية ITU-T G.703 (2001)، *الخصائص المادية/الكهربائية للسطوح البينية الرقمية التراتبية*.

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

[ITU-T G.811] التوصية ITU-T G.811 (1997)، *خصائص التوقيت للميقاتيات المرجعية الأولية*.

[ITU-T G.8260] التوصية ITU-T G.8260 (2012)، التعاريف والمصطلحات للتزامن في الشبكات العاملة بأسلوب الرزم.

[ITU-T G.8271] توصية ITU-T G.8271/Y.1366 (2012)، *جوانب تزامن الوقت والطور في شبكات أسلوب الرزم*.

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

[IEEE 1588-2008] المعيار IEEE 1588-2008 (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 التعاريف المتعلقة بالتزامن في التوصيتين [ITU-T G.810] و[ITU-T G.8260].

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية

لا يوجد

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تَستعمل هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

1PPS نبضة واحدة في الثانية (*1 Pulse-Per-Second*)

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

GPS النظام العالمي لتحديد الموقع (*Global Positioning System*)

MTIE أقصى خطأ للفاصل الزمني (*Maximum Time Interval Error*)

PRC ميقاتية مرجعية أولية (*Primary Reference Clock*)

PRTC ميقاتية المرجع الزمني الأولية (*Primary Reference Time Clock*)

PTP بروتوكول دقة الوقت (*Precision Time Protocol*)

RF تردد راديوي (*Radio Frequency*)

SSU وحدة تزويد التزامن (*Synchronization Supply Unit*)

T-GM ميقاتية الاتصالات الرئيسية (*Telecom Grand Master*)

TDEV انحراف زمني (*Time Deviation*)

ToD الوقت من اليوم (*Time of Day*)

UTC التوقيت العالمي المنسق (*Coordinated Universal Time*)

5 الاصطلاحات

لا يوجد

6 الخطأ الزمني والارتعاش والجنوح في الأسلوب المغلق

يتميز توليد الضوضاء في الميقاتية PRTC بجانبين رئيسيين:

- الخطأ الزمني الثابت (التخالف الزمني) عند خرج الميقاتية مقارنة بمعيار التوقيت الأساسي المطبق (مثلاً التوقيت العالمي المنسّق (UTC))؛
- مقدار خطأ الطور (الجنوح والارتعاش) الناتج عند خرج الميقاتية.

ويعتبر حساب كلّ من أقصى خطأ للفاصل الزمني (MTIE) والانحراف الزمني (TDEV) مفيداً لتوصيف الجانب الثاني الوارد أعلاه (خطأ الطور).

وتحدد الفقرة 1.6 متطلبات الخطأ الزمني التي تطبّق عند خرج الميقاتية PRTC، وهي تقابل الجمع بين الجانبين المذكورين أعلاه (الخطأ الزمني الثابت وخطأ الطور). ولا يوجد شرط محدد بالنسبة لمكوّن الخطأ الزمني الثابت وحده، فهو مدمج مع خطأ الطور ولا يمكن قياسه بشكل منفصل.

وتحدد الفقرتان 2.6 و3.6 متطلّبات الجنوح والارتعاش التي تطبّق عند خرج الميقاتية PRTC، وهي تقابل الجانب الثاني المذكور أعلاه (خطأ الطور).

ويطبق الأداء المحدد في الفقرتين 1.6 و2.6 أيضاً على خرج الوظيفة المجمّعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM عندما تدمجان في قطعة واحدة من التجهيزات. ولذلك لا يوجد تفاوت إضافي مسموح به من جراء إدراج وظيفة T-GM.

ملاحظة – يمكن استمثال الضوضاء داخل التجهيزات من خلال الجمع بين الوظيفتين. وبالتالي يمكن أن تكون الضوضاء الكلية للتجهيزات التي دمجت فيها الميقاتيتان PRTC وT-GM مماثلة لضوضاء التجهيزات التي لا تشتمل إلاّ على الميقاتية PRTC وحدها.

1.6 الخطأ الزمني في الأسلوب المغلق

في ظل الظروف العادية للتشغيل المغلق، ينبغي أن لا تقلّ دقة الخرج الزمني للميقاتية PRTC، أو خرج الوظيفة المجمّعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، عن 100 ns عند التحقق منها نسبة إلى معيار التوقيت الأساسي المطبق (مثل التوقيت UTC). وتشمل هذه القيمة بالنسبة إلى الميقاتية PRTC جميع مكونات الضوضاء فيها، أي الخطأ الزمني الثابت (التخالف الزمني) وخطأ الطور (الجنوح والارتعاش). وينطبق الأمر ذاته بالنسبة إلى الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، باستثناء أن معالجة العيّنات تتم باستخدام الأسلوب المحدد في التوصية [ITU-T G.8273] لمعالجة تكمية ختم التوقيت.

وتعني الظروف العادية للتشغيل المغلق ما يلي:

- أن الميقاتية PRTC مغلقة تماماً أمام إشارة المرجع الزمني الواردة، وأنها ليست في فترة الإحماء؛
- أن المسير المرجعي خالٍ من الأعطال أو أعطال التجهيزات، بما في ذلك أعطال الهوائيات على سبيل المثال لا الحصر؛
- أن الظروف البيئية تقع ضمن الحدود التشغيلية المحددة للتجهيزات؛
- أن إقرار صلاحية التجهيزات ومعايرتها بالنسبة لتخالفات ثابتة، مثل فترات التأخير الناجمة عن طول كبل الهوائي وكبلات المضخّمات والمستقبلات، قد تمّ على نحو سليم؛
- أن إشارة المرجع الزمني (مثلاً إشارة النظام العالمي للملاحة الساتلية) تعمل ضمن الحدود التي تضعها هيئات التشغيل ذات الصلة؛
- أن إشارة المرجع الزمني تعمل عبر نظام راديوي مثل النظام العالمي للملاحة الساتلية (GNSS)، وأنه يجب التقليل من الانعكاسات متعددة المسيرات والتداخل الناجم عن إرسالات محلية أخرى كالتشويش إلى أدنى مستوى مقبول؛
- أنه لا توجد حالات شاذة متطرفة للانتشار، مثل العواصف الرعدية الشديدة.

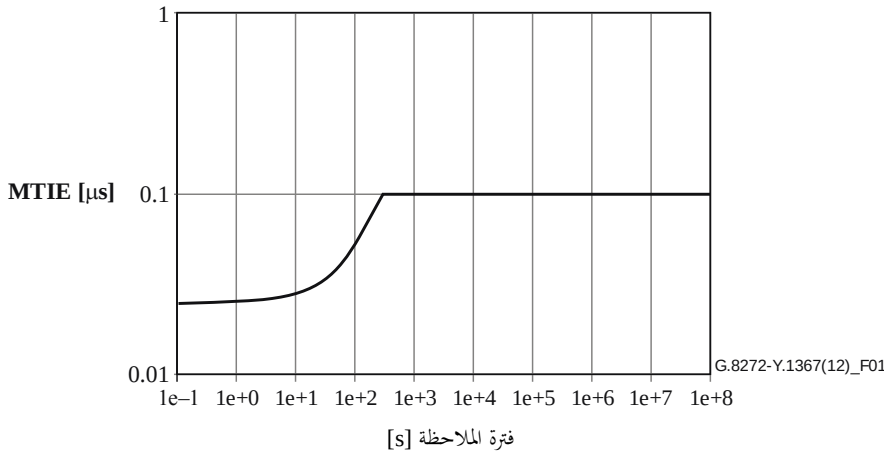
2.6 الجنوح في الأسلوب المغلق

عندما تكون الميقاتية PRTC في أسلوب التشغيل المغلق العادي، ينبغي أن يبقى الجنوح، معبراً عنه بأقصى خطأ للفاصل الزمني (MTIE) ومقيساً باستخدام تشكيلة مماثلة لتشكيلة الميقاتية المتزامنة المحددة في الشكل 1 (أ) من التوصية [ITU-T G.810] (باستعمال معيار زمني بدلاً من معيار ترددي)، ضمن الحدود التالية:

الجدول 1 – توليد الجنوح (MTIE)

حد الخطأ الأقصى للفاصل الزمني (MTIE) [µs]	فترة الملاحظة τ [s]
$0{,}275 \times 10^{-3}\tau + 0{,}025$	$0{,}1 < \tau \leq 273$
0,10	$\tau > 273$

ويبين الشكل 1 محصّلة المتطلّبات.



الشكل 1 – أقصى خطأ للفاصل الزمني (MTIE) كدالّة في فترة الملاحظة (التكامل)

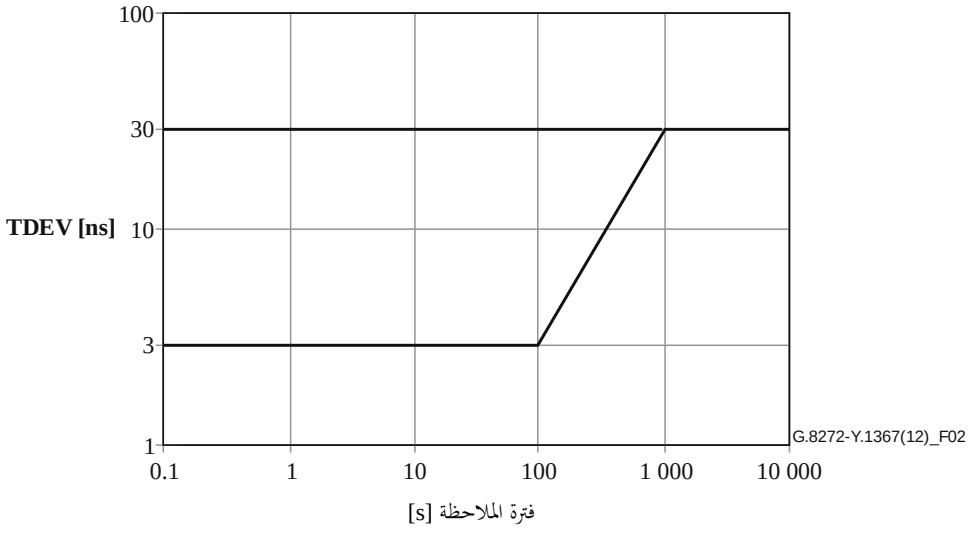
الملاحظة 1 – في حالة سطح بيني للخرج يعطي نبضة واحدة في الثانية (1PPS)، يمكن تطبيق الخطأ الأقصى للفاصل الزمني خلال فترة ملاحظة أكبر من 1 ثانية.

عندما تكون الميقاتية PRTC في أسلوب التشغيل المغلق العادي، ينبغي أن يبقى الجنوح، معبراً عنه بالانحراف الزمني (TDEV) ومقيساً باستخدام تشكيلة مماثلة لتشكيلة الميقاتية المتزامنة المحددة في الشكل 1 (أ) من التوصية [ITU-T G.810] (باستعمال معيار زمني بدلاً من معيار ترددي)، ضمن الحدود التالية:

الجدول 2 – توليد الجنوح (TDEV)

فترة الملاحظة τ [s]	حد الانحراف الزمني (TDEV) [ns]
$0{,}1 < \tau \leq 100$	3
$100 < \tau \leq 1\,000$	$0{,}03\ \tau$
$1\,000 < \tau < 10\,000$	30

ويبين الشكل 2 محصلة المتطلبات.



الشكل 2 – الانحراف الزمني (TDEV) كدالة في فترة الملاحظة (التكامل)

الملاحظة 2 – في حالة سطح بيني للخرج يعطي نبضة واحدة في الثانية، يمكن تطبيق الانحراف الزمني خلال فترة ملاحظة أكبر من 1 ثانية.

وتقوم متطلبات MTIE وTDEV المعمول بها في السطوح البينية للخرج التي تعطي إشارة 1PPS، على أساس خطأ الفاصل الزمني للإشارة 1PPS مأخوذة بمعدل عينة واحدة في الثانية ومن دون أيّ ترشيح تمرير منخفض.

وتُقاس تطلّبات MTIE وTDEV المعمول بها في السطوح البينية للخرج التي تعمل على تردد 2 048 kHz وبمعدلات بتات قدرها 2 048 kbit/s و1 544 kbit/s، بواسطة مرشاح قياس مكافئ من الدرجة الأولى، ذي تمرير منخفض عند 10 Hz، وبمدة اعتيان قصوى τ_0 قدرها 1/30 ثانية.

وتطبق متطلبات MTIE وTDEV المعمول بها في سطح بيني لشبكة إثرنت ينقل رسائل بروتوكول دقة الوقت (PTP)، بعد حساب القيمة المتوسطة خلال 100 عينة على الأقل لتفادي الأخطاء الناجمة عن تكمية ختم التوقيت، أو أي تكمية لموضع الرزمة في تجهيزات الاختبار.

3.6 الارتعاش

بالرغم من أن معظم المواصفات الواردة في هذه التوصية مستقلة عن السطح البيني للخرج الذي تقاس عنده هذه المواصفات، فإن الأمر ليس كذلك في حالة توليد الارتعاش؛ فتوصيف توليد الارتعاش يجب أن يستخدم مواصفات قائمة يختلف تحديدها حالياً باختلاف معدلات السطوح البينية. وهذه المواصفات مذكورة بشكل مستقل بالنسبة لبعض السطوح البينية المحددة في الفقرة 9. وترد في التوصية [ITU-T G.811] متطلبات الارتعاش المعمول بها في السطوح البينية للخرج التي تعمل على تردد 2 048 kHz وبمعدلات بتات قدرها 2 048 kbit/s و1 544 kbit/s.

ويحتاج الارتعاش الذاتي للسطوح البينية الأخرى المحددة في الفقرة 9 إلى مزيد من الدراسة.

7 الاستبقاء

عندما تفقد الميقاتية PRTC عند دخلها جميع المراجع الزمنية ومراجع الطور، فإنها تدخل في حالة استبقاء الطور/الوقت. وفي ظل هذه الظروف، يمكن أن تعتمد الميقاتية PRTC إما على الاستبقاء الذي يوفره مذبذب محلي، أو على مرجع خارجي لتردد الدخل يمكن تتبعه نسبة إلى ميقاتية مرجعية أولية (PRC)، أو على مزيج من الاثنين.

يحدّ هذا الشرط من الانحرافات القصوى في إشارة خرج التوقيت، كما أنه يقيد، بالإضافة إلى ذلك، تراكم حركة الطور أثناء انحطاطات إشارة الدخل أو الاضطرابات الداخلية.

وتحتاج شروط استبقاء الطور/الوقت المعمول بها في الميقاتية PRTC إلى مزيد من الدراسة.

8 انقطاع الطور

يحتاج انقطاع الطور في الميقاتية PRTC إلى مزيد من الدراسة.

9 السطوح البينية

تتصل المتطلبات الواردة في هذه التوصية بنقاط مرجعية قد تكون موجودة داخل التجهيزات أو تجهيزات الشبكة (NE) التي أدمجت فيها الميقاتية PRTC، وبالتالي فهي ليست بالضرورة متاحة لكي يقوم المستعمل بقياسها أو تحليلها. ونتيجة لذلك، لم يحدد أداء الميقاتية PRTC عند هذه النقاط المرجعية الداخلية، بل على السطوح البينية الخارجية للتجهيزات.

تجدر الإشارة إلى أنه ليس من الضروري تنفيذ جميع السطوح البينية الواردة أدناه في جميع التجهيزات.

1.9 السطوح البينية للطور والوقت

فيما يلي سطوح الخرج البينية للطور والوقت التي حددت للتجهيزات التي يمكن أن تشتمل على الميقاتية PRTC:

- السطح البيني لتوزيع الوقت/الطور القائم على التوصية ITU-T V.11، كما هو محدد في التوصيتين [ITU-T G.703] و[ITU-T G.8271]؛
- السطح البيني لقياس تزامن الطور 1PPS 50 Ω، كما هو محدد في التوصيتين [ITU-T G.703] و[ITU-T G.8271]؛
- تحتاج السطوح البينية الأخرى إلى مزيد من الدراسة؛
- السطح البيني لشبكة إثرنت الذي ينقل رسائل بروتوكول دقة الوقت (PTP).

ملاحظة – يمكن للسطوح البينية لشبكة إثرنت أن تجمع بين سطوح بينية إثرنت متزامنة للتردد ورسائل بروتوكول دقة الوقت.

2.9 السطوح البينية للتردد

يمكن استعمال سطوح بينية للتردد إلى جانب السطوح البينية للطور والوقت. ويجب أن يتوفر عند الخرج سطح بيني واحد للتردد على الأقل. وفيما يلي سطوح الخرج البينية للتردد التي حددت للتجهيزات التي يمكن أن تشتمل على الميقاتية PRTC:

- سطوح بينية تعمل على تردد 2 048 kHz وفقاً للتوصية [ITU-T G.703] مع متطلبات إضافية للارتعاش والجنوح كما هو محدد في هذه الوثيقة؛
- سطوح بينية تعمل على معدل البيانات 1 544 kbit/s وفقاً للتوصية [ITU-T G.703] مع متطلبات إضافية للارتعاش والجنوح كما هو محدد في هذه الوثيقة؛
- واجهات تعمل على معدل البيانات 2 048 kbit/s وفقاً للتوصية [ITU-T G.703] مع متطلبات إضافية للارتعاش والجنوح كما هو محدد في هذه الوثيقة؛
- سطوح بينية متزامنة لشبكة إثرنت؛

ملاحظة – يمكن للسطوح البينية لشبكة إثرنت أن تجمع بين رسائل بروتوكول دقة الوقت وسطوح بينية إثرنت.

- السطح البيني لتوزيع الوقت/الطور القائم على التوصية ITU-T V.11، كما هو محدد في التوصيتين [ITU-T G.703] و[ITU-T G.8271]؛
- السطح البيني لقياس تزامن الطور 1PPS 50 Ω، كما هو محدد في التوصيتين [ITU-T G.703] و[ITU-T G.8271]؛
- تحتاج السطوح البينية الأخرى إلى مزيد من الدراسة.

وتحتاج السطوح البينية الاختيارية لتردد الدخل التي تحدد للتجهيزات التي يمكن أن تشتمل على الميقاتية PRTC إلى مزيد من الدراسة.

التذييل I

قياس أداء الميقاتية PRTC أو الميقاتية PRTC المقترنة مع الميقاتية T-GM

(هذا التذييل لا يشكل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يصعب قياس الخطأ الزمني لخرج ميقاتية PRTC لأن الوقت كمية نسبية. وخلافاً للتردد، فإنه لا يوجد أي شيء من قبيل "مولّد الوقت"؛ ويتعين دائماً مقارنة الوقت بمعيار من قبيل التوقيت العالمي المنسق (UTC). حتى أن التوقيت العالمي المنسق بحد ذاته لا يعرف إلاّ بأثر رجعي، عن طريق مقارنة إشارات خرج عدد كبير من معايير التوقيت الوطنية خلال فترة زمنية معينة.

الملاحظة 1 – تحتاج دقة اختبار أداء الميقاتية PRTC إلى مزيد من الدراسة.

الملاحظة 2 – ترد تفاصيل اختبار الميقاتية PRTC المدمجة مع الميقاتية T-GM في التوصية [ITU-T G.8273].

1.I العوامل التي تؤثر على أداء الميقاتية PRTC القائمة على النظام GNSS

إن أكثر أنواع الميقاتيات PRTC شيوعاً هي الميقاتية التي يوزع الوقت باستخدام إشارات راديوية صادرة عن نظام عالمي للملاحة الساتلية (GNSS). غير أن أداء النظام GNSS يعتمد على مجموعة من المسائل التي تخرج عن سيطرة بائع التجهيزات. لذلك لا تستطيع أيّ مواصفة من مواصفات تجهيزات البائع أن تبين إلا الأمور التي تكون التجهيزات قادرة على القيام بها وليس الأداء الذي ستوفره التجهيزات بالفعل في أيّ منشأة معينة.

ولدى قياس أداء ميقاتية PRTC قائمة على النظام GNSS، ينبغي التحقق قدر الإمكان من الشروط التالية:

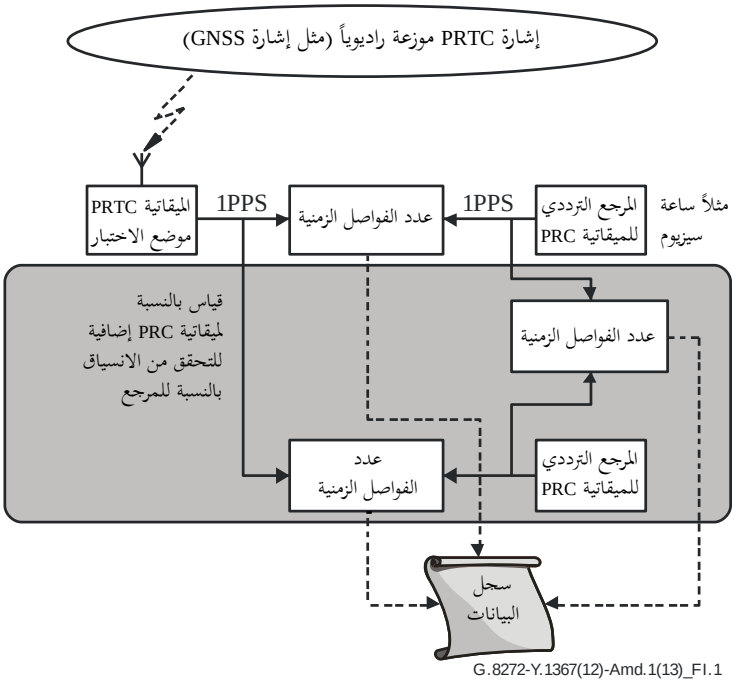
- أن إقرار صلاحية التجهيزات ومعايرتها على تخالفات ثابتة، مثل تأخير طول كبل الهوائي وكبلات المضخمات، قد تم على نحو سليم. وعلى سبيل المثال، يولّد كبل الهوائي تأخيراً مقداره 4 ns/m تبعاً لنوع الكبل؛
- أن يكون التعويض الذي يُدرج في الميقاتية PRTC عن اللاتناظر في إشارة خرج 1PPS (مثل التعويض المذكور في الفقرة 2.1.A من التوصية [ITU-T G.8271]) مستقراً؛
- أن تكون رؤية الهوائي للسماء واضحة مع حد أدنى من التشوه الناتج عن المسيرات المتعددة. ويمكن التحقق من ذلك بتسجيل عدد السواتل المرئية طوال مدة القياسات؛
- أن الهيئات ذات الصلة تكفل المحافظة على النظام GNSS أو نظام توزيع الترددات الراديوية وتشغيله على نحو سليم. ويمكن التثبت من ذلك بالتدقيق في النشرات التشغيلية الصادرة عن هيئات التشغيل ذات الصلة.

بالإضافة إلى هذه العوامل الأساسية، توجد بعض الشروط الثانوية التي قد تؤدي إلى أخطاء في الوقت الذي يقيسه النظام GNSS. وقد ينطوي تحديد قيم هذه العوامل أو التخفيف من حدتها على صعوبة أكبر. ومن بين العوامل الثانوية:

- التداخل الناجم عن الإرسالات من مستوى سطح الأرض. فعلى الرغم من إمكانية استخدام المراشيح في إزالة التداخل الناتج من مستوى سطح الأرض إلى حد ما، إلا أن ذلك لا يوفر الحماية من التشويش المحلي. ويمكن التحقق من وجود التشويش باستخدام تجهيزات كشف التداخل؛
- الأحوال الجوية مثل العواصف الرعدية أو المطر الغزير أو الضباب؛
- التداخل الشمسي مثل البقع الشمسية (الكلف الشمسي) والتوهّجات، التي تؤثر على التأخر الأيونوسفيري.

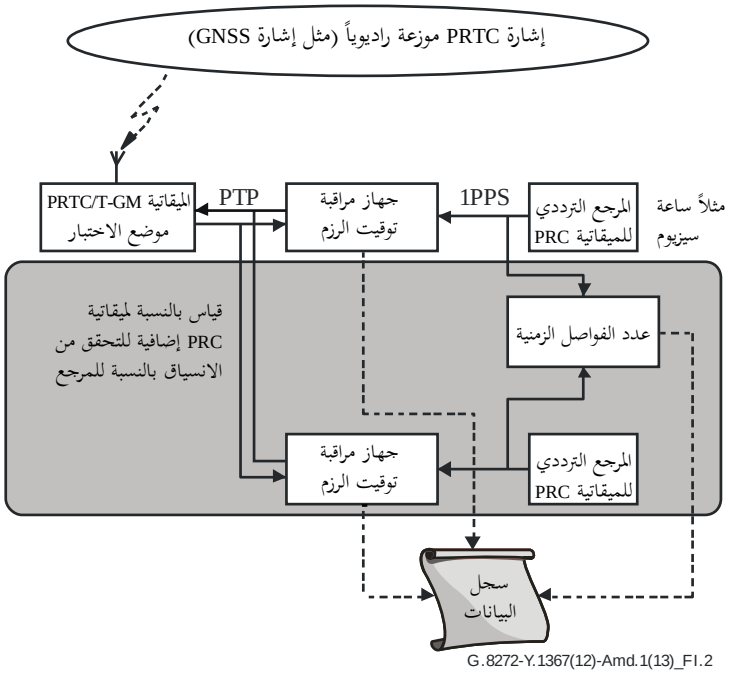
2.I قياس جنوح الطور

يمكن قياس جنوح الطور في الميقاتية PRTC بالنسبة إلى مرجع ترددي عالي الجودة لميقاتية مرجعية أولية مثل ساعة السيزيوم. ويستعمل عداد الفواصل الزمنية لمقارنة طور الإشارة 1PPS عند خرج الميقاتية PRTC مع طور الميقاتية المرجعية الأولية (PRC). ويبين الشكل 1.I تشكيلة الاختبار.



الشكل 1.I – قياس جنوح الطور في الميقاتية PRTC

وحيثما يكون المطلوب اختبار الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، يمكن الاستعاضة عن عداد الفواصل الزمنية بجهاز مراقبة توقيت الرزم، كما هو مبين في الشكل 2.I.



الشكل 2.I – قياس جنوح الطور في ميقاتية PRTC مدمجة مع ميقاتية T-GM

ويتميّز الجنوح في ساعة السيزيوم بانخفاض شديد، رغم إمكانية وجود تخالف طفيف مع تردد التوقيت العالمي المنسق (UTC). ومن المؤكد أن حدود هذا التخالف في الميقاتية المرجعية الأولية (PRC) لا يتعدّى جزءاً واحداً من 10^{11} جزء، لكن ميقاتيات السيزيوم المرجعية تتميز بأداء أفضل بكثير. ويؤدي تخالف التردد هذا إلى حدوث ميل في مخطط الطور لا بد من إزالته لإظهار أداء الميقاتية PRTC.

وللتمييز بين جنوح الميقاتية PRTC وجنوح الميقاتية المرجعية الأولية (PRC)، يمكن استعمال ميقاتية PRC أخرى لإجراء مقارنة ثلاثية. ويظهر ذلك في الشكلين I.1 وI.2 من خلال المكونات الواردة في المربعين المظللين. ويمكن إغفال هذا التدقيق الإضافي إذا لم يكن مطلوباً.

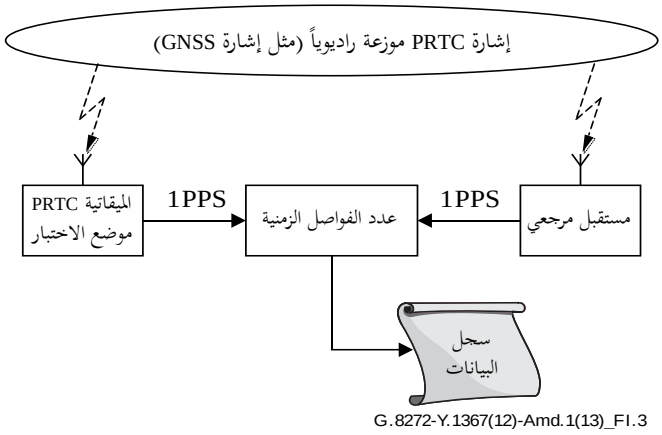
وبما أن ميقاتية السيزيوم المرجعية هي مجرد مصدر للتردد وليس للوقت، فإن هذه التجربة تبين فقط جنوح الطور ولا يمكنها قياس الخطأ الزمني لتوقيت النظام GNSS. ومع ذلك فهي تدل بالفعل على أنه إذا كان من الممكن قياس الخطأ الساكن ومعايرته، فإن الميقاتية PRTC قادرة على الحفاظ على الوقت ضمن حدود معينة.

3.I قياس الخطأ الزمني

لتحديد أقصى خطأ زمني للميقاتية PRTC، من الضروري مقارنته مع مصدر آخر دقيق للوقت.

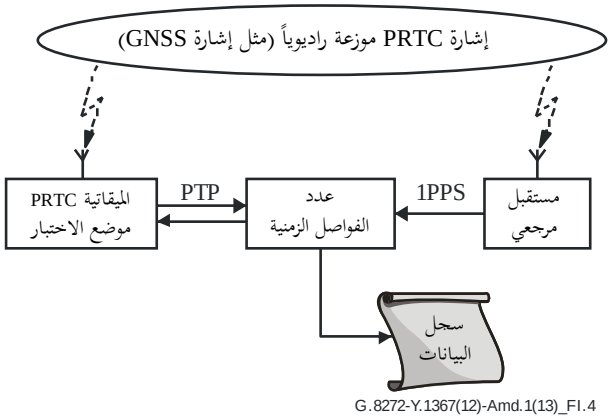
1.3.I المقارنة مع مستقبل مرجعي

في المفهوم المعملي، يمكن أن يكون المصدر الدقيق للوقت مستقبلاً آخر من مستقبلات النظام GNSS يكون عدم اليقين فيه معروفاً، أو "مستقبلاً مرجعياً". وتكون تشكيلة الاختبار شبيهة جداً بتشكيلة قياس الجنوح، ما عدا الاستعاضة عن الميقاتية المرجعية الأولية التي تعمل بالسيزيوم بمستقبل مرجعي. ويستخدم عدّاد الفواصل الزمنية لمقارنة الفارق الزمني بين إشارة 1PPS عند خرج الميقاتية PRTC وإشارة المستقبل المرجعي. ويبين الشكل 3.I تشكيلة الاختبار.



الشكل 3.I – مقارنة دقة الوقت مع مستقبل مرجعي

وفي حالة الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، يمكن الاستعاضة عن عداد الفواصل الزمنية بمراقب توقيت الرزم، كما هو مبين في الشكل 4.I أدناه:

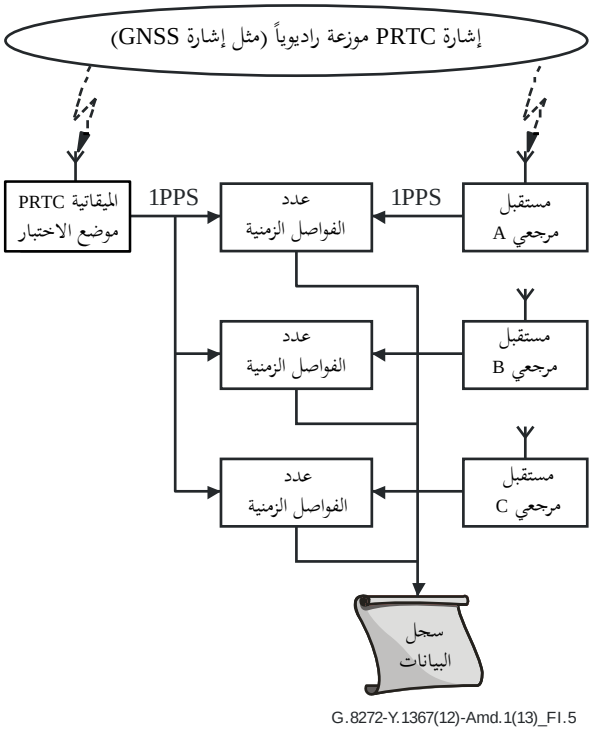


الشكل 4.I – مقارنة دقة الوقت في ميقاتية PRTC مدمجة مع ميقاتية T-GM بالنسبة إلى مستقبل مرجعي

في هذه التشكيلة، ينبغي في الحالة المثلى أن يكون أداء المستقبل المرجعي أفضل بكثير من أداء الميقاتية PRTC لكي تكون النتائج صالحة. وبما أن مواصفة الخطأ الزمني في الميقاتية PRTC تقترب من حدود ما هو ممكن باستخدام النظام GNSS، فإن هذا النوع من القياس قادر على الدلالة على أن دقة الوقت هي في مجالها الصحيح بدلاً من إثبات أن مواصفة الدقة قد استوفيت.

تجدر الإشارة إلى أن أداء المستقبل المرجعي ليس أفضل بكثير من أداء الميقاتية PRTC موضع الاختبار، وبالتالي فمن غير الممكن التحقق من بقاء مواصفات التجهيزات موضع الاختبار ضمن الحدود الموضوعة لها. ولا يمكن استخدام هذا المستقبل المرجعي إلا في اختبار أساسي لوضع تقييم سريع لما إذا كانت الميقاتية PRTC تشكو من مشاكل كبيرة محتملة أم لا. والسبب هو أنه إذا كان أداء المستقبل المرجعي مماثلاً لأداء الميقاتية PRTC، فمن الممكن أن تصل قيم MTIE وTDEV وmax|TE| إلى ضعف القيم نفسها المفروضة على الميقاتية PRTC أو أن تكون صغيرة بمقدار الصفر.

يمكن تحسين نهج المستقبل المرجعي باستخدام مجموعة من المستقبلات المرجعية. ففي حالة استعمال ثلاثة مستقبلات مثلاً، يمكن استعمال نظام "الأغلبية المصوتة" لتحديد أداء الميقاتية PRTC موضع الاختبار. كما يمكن تقدير التغاير في المستقبلات الإفرادية. ويبين الشكل 5.I تشكيلة الاختبار.

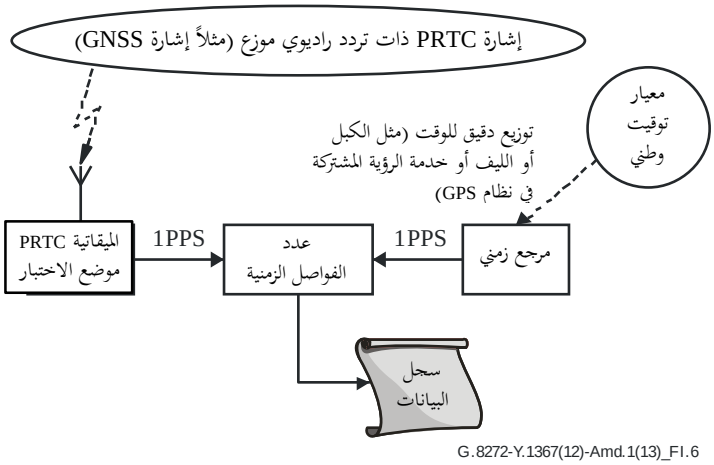


الشكل 5.I – مقارنة دقة الوقت مع عدة مستقبلات مرجعية

وفي حالة الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، يمكن الاستعاضة عن عدّاد الفواصل الزمنية بأجهزة مراقبة توقيت الرزم.

2.3.I المعايرة بالنسبة إلى معيار توقيت وطني

لكي نثبت أن الخطأ الزمني بالنسبة إلى معيار توقيت معين يقع ضمن الحدود المقبولة، من الضروري أن نقارن الميقاتية PRTC مع مصدر توقيت أكثر دقة بكثير. ويمكن الحصول على هذا المصدر مثلاً من مختبر وطني للتوقيت. وينبغي إجراء القياس إما في المختبر نفسه أو باستخدام نظام دقيق لتوزيع الوقت، مثل كبل أو ليف مخصّص، أو خدمة الوقت بالرؤية المشتركة في النظام GNSS. ويمكن استخدام هذا النوع من القياس لتوصيف أداء المستقبل المرجعي. ويبين الشكل 6.I تشكيلة الاختبار.



الشكل I.6 – قياس دقة الوقت بالنسبة إلى معيار توقيت وطني

وفي حالة الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC مع الميقاتية T-GM، يمكن الاستعاضة عن عداد الفواصل الزمنية بجهاز مراقبة توقيت الرزم.

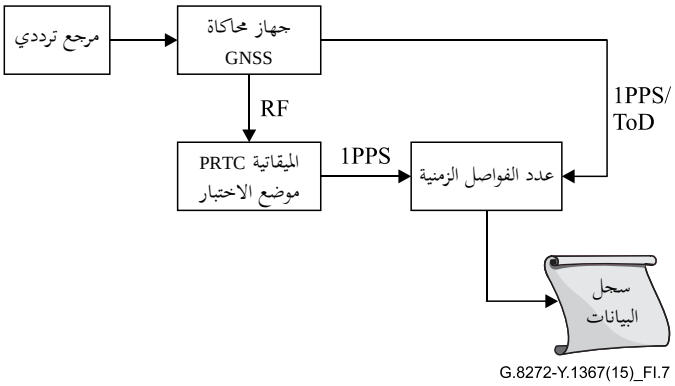
I.3.3 مقارنة مع جهاز محاكاة النظام GNSS

تولد أجهزة محاكاة النظام GNSS إشارة تردد راديوي (RF) تحاكي الإشارة التي يمكن الحصول عليها من كوكبة ساتلية، بما في ذلك "الحركة" الظاهرية للسواتل وظهورها واختفاؤها عند عبورها فوق الأفق وغيابها بعد ذلك وراءه. ويمكن برمجة جهاز المحاكاة "بموقع" و"وقت" الجهاز موضع الاختبار على توقيت وتاريخ محدّدين، فيولد الإشارات الساتلية الصحيحة التي سيرصدها المستقبل في ذلك الموقع وذلك التوقيت.

وتستطيع بعض أجهزة المحاكاة توليد انحطاطات مشتركة للإشارات، مثل تلك التي يمكن أن تسببها الرؤية المحدودة للسماء والاضطرابات الجوية والانعكاسات المتعددة المسيرات. وينبغي للاختبار الكامل للميقاتية PRTC أن يشمل قدرة الميقاتية على تحمل هذه الانحطاطات.

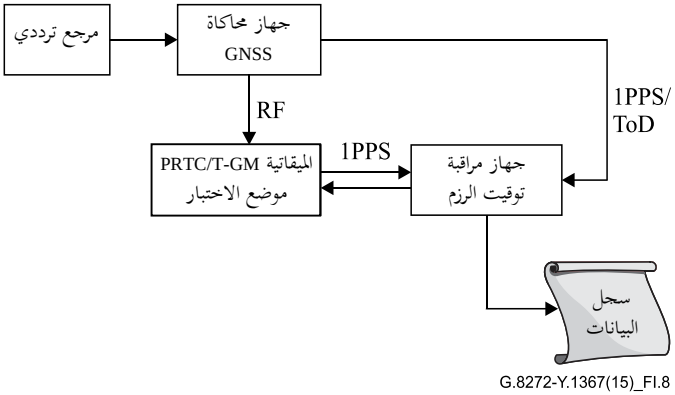
ويستطيع جهاز المحاكاة أن يولد إشارة خرج 1PPS تدل على الوقت من اليوم (ToD) وتكون متزامنة مع الإشارات الراديوية التي يولدها جهاز المحاكاة. ويمكن مقارنة هذه الإشارة 1PPS/ToD مع خرج الوظيفة المجمعة للميقاتيتين PRTC/T-GM موضع الاختبار للتحقق من دقة الجهاز موضع الاختبار.

يقارن جهاز المراقبة الوقت والطور اللذين تبيّنهما إشارتي الخرج 1PPS وPTP في الجهاز موضع الاختبار مع الإشارة 1PPS/ToD التي يولدها جهاز المحاكاة. ويدل أيّ فرق بين الاثنتين على الخطأ الزمني أو خطأ الطور الناجم عن الجهاز موضع الاختبار. ويستعمل عدّاد الفواصل الزمنية لمقارنة الفارق الزمني بين إشارة 1PPS عند خرج الميقاتية PRTC مع الإشارة 1PPS عند خرج المستقبل المرجعي. ويبين الشكل I.7 تشكيلة الاختبار.



الشكل I.7 – مقارنة دقة الوقت في الميقاتية PRTC بالنسبة لجهاز محاكاة النظام GNSS

وفي حالة الوظيفة المجمعة للميقاتية PRTC والميقاتية T-GM، يمكن الاستعاضة عن عداد الفواصل الزمنية بجهاز مراقبة توقيت الرزم، كما هو مبين في الشكل I.8 أدناه:



الشكل I.8 – مقارنة دقة الوقت في ميقاتية PRTC مدمجة بميقاتية T-GM بالنسبة إلى جهاز محاكاة النظام GNSS

في هذه التشكيلة، ينبغي في الحالة المثلى أن تكون المواءمة بين الإشارات الراديوية وإشارة 1PPS التي يولدها جهاز المحاكاة أفضل من 5 ns لكي نثبت أن مواصفة الدقة التي تقل عن 100 ns الواردة في التوصية ITU-T G.8272، ومواصفة أقصى خطأ للفاصل الزمني (MTIE)، ومواصفة (TDEV)، قد استُوفيت.

ونظراً لضرورة إجراء القياسات خلال فترة زمنية طويلة، ينبغي أن يكون المرجع الترددي عند دخل جهاز محاكاة النظام GNSS مستقراً، مثل ميقاتية مرجعية أولية (PRC) أو ساعة ذرية مستقرة أخرى. وينبغي أن يكون استقرار هذه الساعة كافياً لضمان أن يكون الجنوح أدنى من عرض نطاق الميقاتية PRTC موضع الاختبار.

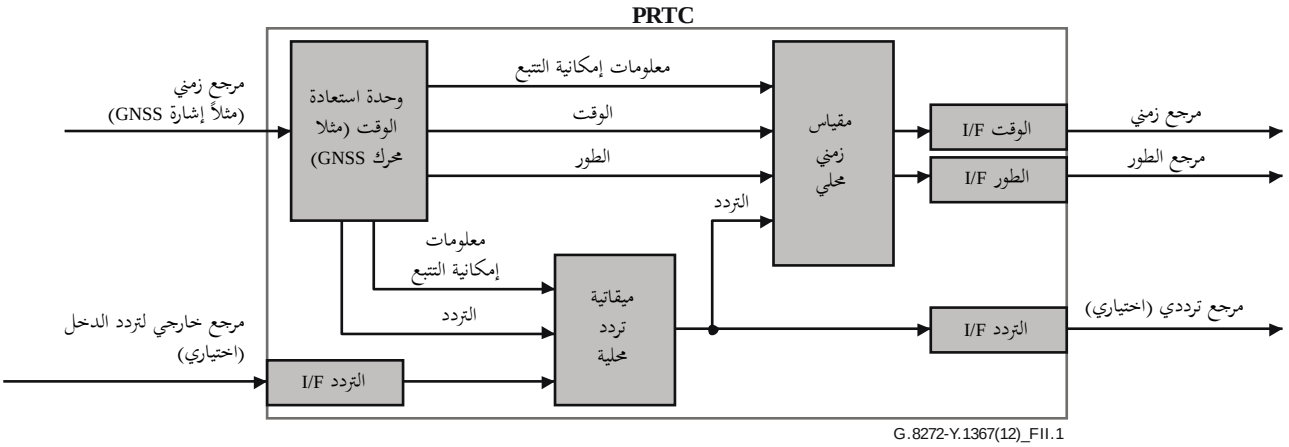
التذييل II

النموذج الوظيفي للميقاتية PRTC

(هذا التذييل لا يشكل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يقدم هذا التذييل نموذجاً مبسطاً للميقاتية PRTC يصف وظائفها ويعرّف السطوح البينية والوظائف التي تحدد مجتمعة الميقاتية PRTC.

يصور الشكل 1.II النموذج الوظيفي وليس القصد منه تحديد تنفيذ بعينه.



الشكل 1.II – النموذج الوظيفي للميقاتية PRTC

ملاحظة – تقابل السطوح البينية للخرج المبينة في الشكل 1.II سطوحاً بينية منطقية؛ وفي بعض حالات التنفيذ المتعلقة بالميقاتية PRTC يمكن دمج السطح البيني المنطقي للوقت والسطح البيني المنطقي للطور في السطح البيني المادي نفسه للطور/الوقت. وبالإضافة إلى المرجع الزمني، يمكن للسطح البيني المنطقي للوقت أن ينقل معلومات مرتبطة بإمكانية تتبّع المرجع.

وتتمثل الوظيفة الرئيسية للميقاتية PRTC بتوفير مرجع زمني أولي لاستعماله في مزامنة ميقاتيات أخرى في الشبكة في الوقت و/أو الطور.

تستقبل الميقاتية PRTC المرجع الزمني من نظام يتمتع بالنفاذ إلى معيار توقيت أساسي معترف به (مثل معيار نظام عالمي للملاحة الساتلية أو معيار مختبر وطني يشارك في توليد معايير التوقيت) وترسل هذه الإشارة المرجعية إلى ميقاتيات أخرى ضمن شبكة أو قسم من شبكة.

بالإضافة إلى ذلك، قد تشتمل الميقاتية PRTC على سطوح دخل بينية للتردد، رغم أنها يجب أن تشتمل على واحد منها على الأقل. وعندما يكون السطح البيني الاختياري للتردد عند الدخل متصلاً بمرجع ترددي يمكن تتبّعه نسبةً إلى ميقاتية مرجعية أولية (PRC)، يمكن استعماله للحفاظ على تمثيل محلي للمقياس الزمني أثناء انقطاعات المرجع الزمني للدخل (أي تمديد فترة استبقاء الطور/الوقت في الميقاتية). ومن الاستخدامات الممكنة للسطح البيني الاختياري للتردد عند الخرج قياس ضوضاء الطور في الميقاتية PRTC بواسطة الإشارات العادية للاتصالات.

أخيراً يمكن للميقاتية PRTC أن تقدم معلومات عن إمكانية التتبّع، تعبّر عن حالة الميقاتية (أي مقفلة على إشارة الدخل المرجعية، أو في حالة استبقاء، وما إلى ذلك). وتحتاج تفاصيل هذه المعلومات عن إمكانية التتبّع إلى مزيد من الدراسة.

وتُحدَّد وظائف الميقاتية PRTC على أساس الوحدات الإفرادية الواردة في الشكل 1.II. ويوفر الجدول 1.II وصفاً لهذه الوظائف. ويلاحظ أن التجميع الخاص للوظائف هو لأغراض الوصف فقط وليس المقصود منه تحديد كيفية تنفيذ الميقاتية PRTC.

الجدول 1.II – وظائف الميقاتية PRTC

استعادة الوقت	استقبال ومعالجة السطح البيني الخارجي للوقت (مثلاً من هوائي النظام GNSS). توفير إشارات خرج لتوليد التردد والطور والوقت. توفير معلومات عن إمكانية التتبّع.
ميقاتية تردد محلية	تولد ميقاتية التردد إشارات توقيت التردد المستعملة داخلياً. في حالة خسارة الإشارة في محرك استعادة الوقت، قد تنتقل الميقاتية إلى حالة الاستبقاء أو تتبدل إلى المرجع الاختياري للتردد الوارد (إذا كان موجوداً). تحتاج التفاصيل عن هذه الميقاتية إلى مزيد من الدراسة، رغم أنه يتوقع أن يكون عرض النطاق منخفضاً جداً بسبب مواصفات خرج الميقاتية PRTC.
مقياس زمني محلي	يحافظ على التمثيل المحلي للمقياس الزمني الأساسي، استناداً إلى التردد الذي تولّده ميقاتية التردد المحلية. تولّد هذه الوحدة أيضاً إشارات الخرج المرجعية للوقت والطور.
I/F	وظيفة سطح بيني ضرورية لتوليد إشارة مادية.

التذييل III

المعلومات المتبادلة عبر السطح البيني للوقت

(هذا التذييل لا يشكل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

تتضمن الميقاتية PRTC ثلاثة سطوح بينية للخرج لنقل التردد والطور والوقت.

ملاحظة – تقابل هذه السطوح البينية سطوحاً بينية منطقية؛ وفي بعض حالات التنفيذ المتعلقة بالميقاتية PRTC، يمكن دمج السطح البيني المنطقي للوقت والسطح البيني المنطقي للطور في السطح البيني المادي نفسه للطور/الوقت.

يوفر السطح البيني المعلومات التي تتولد عند خرج الميقاتية PRTC وتتعلق بالوقت والحالة. تُنقل المعلومات المتعلقة بالوقت والحالة في رسائل. ويحتاج نسق هذه الرسائل إلى مزيد من الدراسة. ويقدم الجدول 1.III مثالاً على المعلومات التي يمكن نقلها عبر السطح البيني للوقت.

الجدول 1.III – مثال على المعلومات المتعلقة بالوقت والحالة

الاسم	الوصف
الوقت	التوقيت الذري الدولي (TAI)، ثواني.
الثواني الكبيسة	ثواني كبيسة (التخالف بين التوقيت TAI والتوقيت UTC).
أعلام إضافة/طرح الثواني الكبيسة	توفر إشعاراً مبكراً بحدوث ثانية كبيسة.
الحالة	تقدم دلالة عما إذا كانت الإشارة مقفلة أو في حالة الاستبقاء أو ينبغي استعمالها.

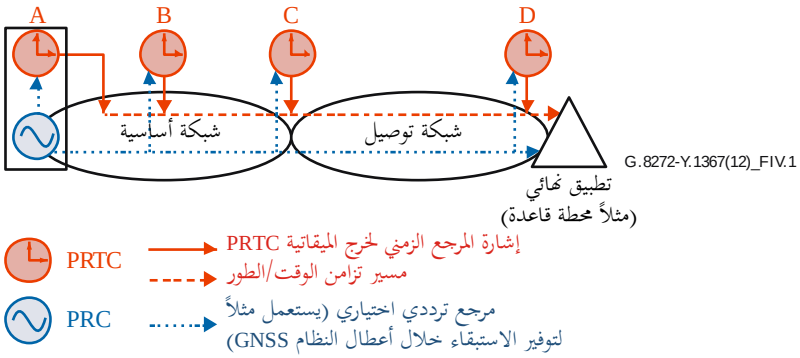
التذييل IV

مواقع الميقاتية PRTC

(هذا التذييل لا يشكل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

عند البحث في توزيع الطور/الوقت، يمكن وضع وظائف الميقاتية PRTC في أماكن مختلفة تبعاً للمعمارية الإجمالية التي يرغب مشغّل الشبكة في اعتمادها. ويمكن بوجه عام تلخيص هذه الأماكن إلى المواقع العامة الأربعة A وB وC وD الواردة في هذه الفقرة والمبينة في الشكل 1.IV أدناه.

ملاحظة – يشترك دليل الرزم/جهاز T-GM (لا يظهر في الشكل) بصفة عامة في الموقع نفسه مع الميقاتية PRTC، مثلاً، في الحالة التي توفر فيها الميقاتية PRTC مزامنة الوقت لمواقع بعيدة.



الشكل 1.IV – المواقع العامة لوظيفة الميقاتية PRTC

تجدر الملاحظة أن نشر وظائف الميقاتية PRTC بالقرب من التطبيق النهائي يفترض نشر عدد من وظائف PRTC أكبر من العدد المنشور في مواقع مركزية، ومع ذلك فإن هذا النوع من النشر يتمتع ببعض المزايا. فهو، على سبيل المثال، يبسّط مهمة معايرة اللاتناظر في الوصلات التي تربط الميقاتية PRTC بالتطبيق النهائي على نحو سليم. ففي هذه الحالة، يتعين معايرة عدد أصغر من الوصلات لتفادي تراكم خطأ زمني مفرط.

- الحالة A: ميقاتية PRTC مركزية تشترك في الموقع مع ميقاتية PRC

في الحالة A، تكون الميقاتية PRTC في موقع مشترك مع الميقاتية PRC في الشبكة الأساسية، وقد تستقبل تردداً مرجعياً منها (يمكن دمج الوظيفتين ضمن التجهيزات نفسها). وبالتالي يرسَل مرجع التزامن الزمني من ميقاتية PRTC عن طريق دليل الرزم على امتداد الشبكة الأساسية وشبكة التوصيل، ثم إلى التطبيق النهائي (مثلاً محطة قاعدة)، باستخدام بروتوكول للوقت مثل البروتوكول PTP على سبيل المثال.

- الحالة B: ميقاتية PRTC مركزية لا تشترك في الموقع مع ميقاتية PRC

في الحالة B، تقع الميقاتية PRTC في الشبكة الأساسية، لكنها لا تشترك في الموقع مع الميقاتية PRC؛ وعموماً، تشترك الميقاتية PRTC في هذه الحالة في الموقع نفسه مع وحدة تزويد التزامن (SSU) (يمكن دمج الوظيفتين ضمن التجهيزات نفسها، وعادةً يضاف مستقبل النظام GNSS إلى الوحدة SSU)، ويمكنها استقبال تردد مرجعي من هذه الوحدة SSU. ثم يرسَل مرجع التزامن الزمني من الميقاتية PRTC عن طريق دليل الرزم (T-GM) على امتداد الشبكة الأساسية وشبكة التوصيل، ثم إلى التطبيق النهائي (مثلاً محطة قاعدة)، باستخدام بروتوكول للوقت مثل البروتوكول PTP على سبيل المثال.

- الحالة C: ميقاتيات PRTC في مواقع التجميع

في الحالة C، تكون الميقاتية PRTC في موقع للتجميع؛ وعادةً يضاف مستقبل النظام GNSS إلى واحدة على الأقل من آخر وحدات SSU في سلسلة ترددات الطبقة المادية. وبالتالي يرسَل مرجع التزامن الزمني من الميقاتية PRTC عن طريق دليل الرزم (T-GM) على امتداد الشبكة الأساسية وشبكة التوصيل، ثم إلى التطبيق النهائي (مثلاً محطة قاعدة)، باستخدام بروتوكول للوقت مثل البروتوكول PTP على سبيل المثال.

- الحالة D: ميقاتيات PRTC عند حافة الشبكة

في الحالة D، تقع وظيفة الميقاتية PRTC عند حافة الشبكة مباشرة (مثلاً موقع خلوي)؛ وعادةً يضاف مستقبل النظام GNSS بصورة مباشرة إلى التطبيق النهائي (مثلاً محطة قاعدة). وفي هذه الحالة يرسَل مرجع التزامن الزمني من الميقاتية PRTC إلى التطبيق النهائي مباشرة (مثلاً محطة قاعدة).

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

البنية التحتية العالمية للمعلومات	
اعتبارات عامة	Y.199-Y.100
الخدمات والتطبيقات، والبرمجيات الوسيطة	Y.299-Y.200
الجوانب الخاصة بالشبكات	Y.399-Y.300
السطوح البينية والبروتوكولات	Y.499-Y.400
الترقيم والعنونة والتسمية	Y.599-Y.500
الإدارة والتشغيل والصيانة	Y.699-Y.600
الأمن	Y.799-Y.700
مستويات الأداء	Y.899-Y.800
جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت	
اعتبارات عامة	Y.1099-Y.1000
الخدمات والتطبيقات	Y.1199-Y.1100
المعمارية والنفاذ وقدرات الشبكة وإدارة الموارد	Y.1299-Y.1200
النقل	**Y.1399-Y.1300**
التشغيل البيني	Y.1499-Y.1400
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

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	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التلماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2015