

الاتحاد الدولي للاتصالات

# ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R TF.1153-3  
(2010/03)

الاستعمال التشغيلي للتحويل الساتلي ثنائي الاتجاه  
للتوقيت والتردد باستخدام شفرات الضوضاء  
شبه العشوائية

السلسلة TF

إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت

## تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

## سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهروتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

### سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
<b>إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت</b>	<b>TF</b>
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

**ملاحظة:** تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2010

© ITU 2010

جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

## التوصية ITU-R TF.1153-3

## الاستعمال التشغيلي للتحويل الساتلي ثنائي الاتجاه للتوقيت والتردد باستخدام شفرات الضوضاء شبه العشوائية

(المسألة ITU-R 250/7)

(1995-1997-2003-2010)

### مجال التطبيق

تم الاعتراف بالتحويل الساتلي ثنائي الاتجاه للتوقيت والتردد باستخدام شفرات الضوضاء شبه العشوائية (TWSTFT) لأكثر الوسائل دقة وحساسية لمقارنات الميقاتية عن بُعد، ولذا فهو يُستخدم على نطاق واسع في عالم التوقيت والتردد، بما في ذلك المؤسسات والمنظمات التابعة لإدارات الاتصالات. وقد طرأ على الممارسة التشغيلية والمعدات المستخدمة في التحويل TWSTFT تغييرات كبيرة منذ صدور الإصدارين الأول والثاني من التوصية ITU-R TF.1153 في عامي 1997 و 2003، على التوالي. ويولي الإصدار الحالي اهتماماً بهذا الأمر.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في الاعتبار

- أ) الدقة العالية في مقارنات التوقيت والتردد التي تم التحصل عليها باستعمال طريقة التحويل الساتلي ثنائي الاتجاه للتوقيت والتردد (TWSTFT) باستخدام شفرات الضوضاء شبه العشوائية على النحو الوارد في المسألة ITU-R 250/7؛
- ب) الاستعمال الراسخ للأنظمة TWSTFT في الشبكات العالمية التي تستعمل سواتل الاتصالات في النطاق Ku (7,10-14,5 GHz) غالباً، وذلك لدعم، على سبيل المثال وليس الحصر، تحقيق التوقيت العالمي المنسق (UTC)؛
- ج) أن هناك نطاقات تردد أخرى آخذة في التحول إلى نطاقات هامة؛
- د) أن بعض وصلات TWSTFT تمت معاييرها بصورة متكررة بحيث يمكن تحقيق تحويل للتوقيت مع عدم يقين نظامي أقل من 1 ns؛
- هـ) أن الخلفية النظرية متوفرة لحساب التصحيحات بالنسبة لتأثير تأخير الانتشار خلال طبقتي التروبوسفير والأيونوسفير ولتأثير سانيك (Sagnac-effect) وعوامل تبادلية أخرى؛
- و) أن التحويل TWSTFT يُجرى حالياً في شبكات تضم أكثر من 10 محطات مشاركة باستخدام النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)؛
- ز) ضرورة تقييس:
  - خطوات القياس؛
  - معالجة البيانات؛
  - أنساق تبادل البيانات والمعلومات ذات الصلة بين المحطات المشاركة والجهات المعنية، مثل المكتب الدولي للأوزان والمقاييس والمكاييل (BIPM)،

توصي

- 1 بأن تتبع خطوات القياس ومعالجة البيانات المحددة في الملحق 1 من أجل التحويل الدقيق للتوقيت والتردد عبر التحويل TWSTFT؛
- 2 بأن تكون أنساق البيانات المستعملة في تبادل البيانات ذات الصلة بين المحطات المشاركة والجهات المعنية على النحو المحدد في الملحق 2.

## الملحق 1

## إجراءات من أجل التحويل TWSTFT

## 1 مقدمة

أثبت التحويل TWSTFT باستخدام سواتل الاتصالات المستقرة بالنسبة إلى الأرض أنه أكثر الوسائل ملاءمة لمقارنة مقاييس التوقيت ومعايير الترددات الذرية مع عدم يقين في الزمن أقل من 1 ns وعدم يقين نسبي للتردد مقداره جزء واحد من  $10^{15}$  في الأوقات المتوسطة من يوم واحد. ولهذا يُستعمل التحويل TWSTFT على نطاق واسع في الشبكة الدولية للمؤسسات الحفاظ على التوقيت التي تدعم تحقيق التوقيت الذري الدولي (TAI) والتوقيت العالمي المنسق (UTC) من خلال المكتب BIPM. وتجري هذه الأنشطة تحت إشراف فريق العمل المعني بالتحويل TWSTFT التابع للجنة الاستشارية للتوقيت والتردد (CCTF). ولهذه الأسباب نفسها، تم، من بين أمور أخرى، اختيار التحويل TWSTFT كوسيلة أساسية لمزامنة عناصر الجزء الأرضي من النظام الساتلي للملاحة العالمية. وهناك تطبيقات كثيرة أخرى يمكن تصورها. وتقوم هذه التوصية على ممارسة محددة جيداً تستعمل حالياً في شبكات تضم معاهد في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية وفي أوروبا وآسيا وكذلك داخل منطقة آسيا والمحيط الهادئ والتي تعمل على دعم المكتب BIPM. ومع ذلك، يجب أن تظل مفتوحة بما يكفي لكي تتواءم مع التطبيقات والخدمات الجديدة.

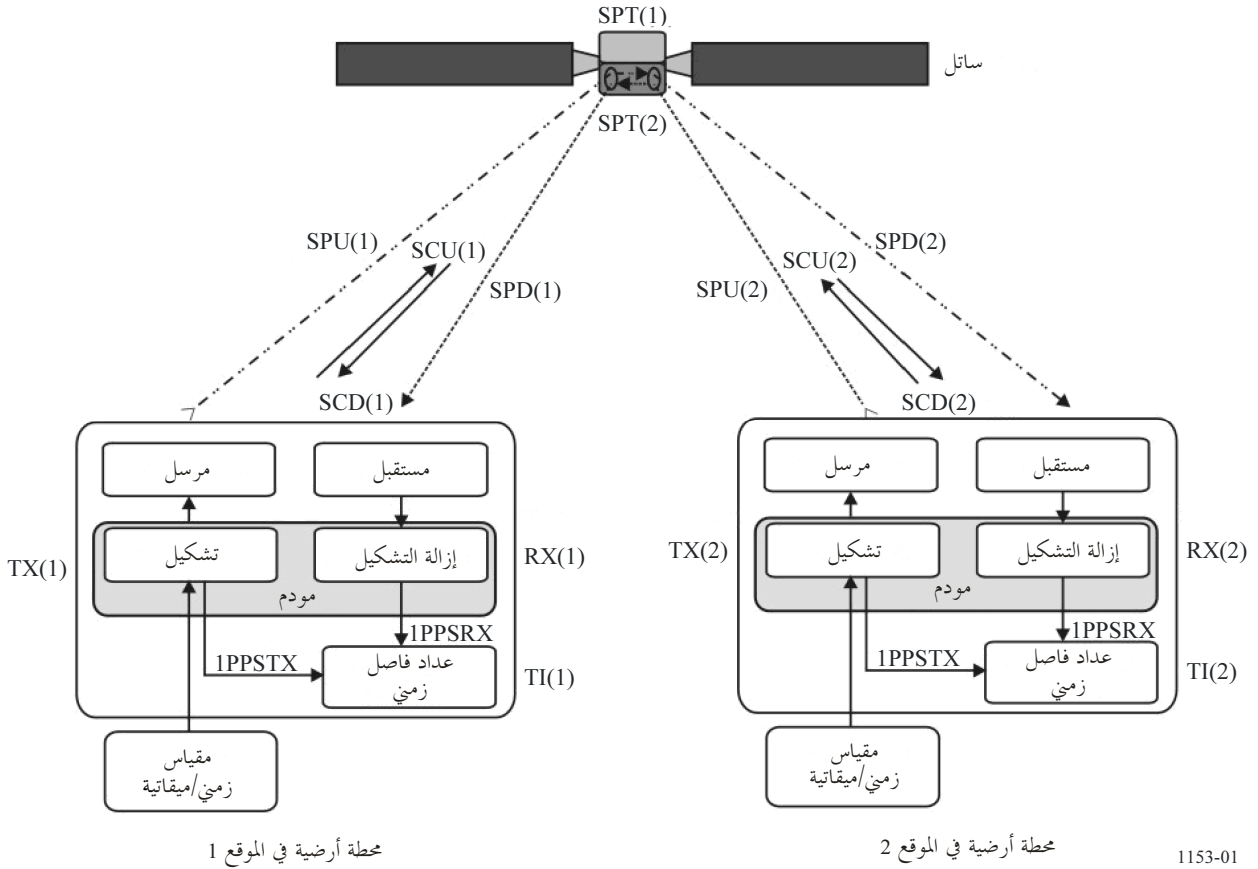
وظلت الوصلات الراديوية تستعمل في نقل التوقيت من ميقانية إلى أخرى لفترة طويلة من الزمن. ومع ذلك، فإن التأخيرات في الإشارات في الوصلات الراديوية تتغير بتغير المسافة والمرور عبر طبقتي الأيونوسفير والتروبوسفير ودرجة الحرارة وموصلية الأرض وما إلى ذلك. وللقضاء على هذه التأثيرات حتى الدرجة الأولى، تم إدخال المخطط ثنائي الاتجاه: حيث يجري إرسال إشارات التوقيت في موقعي الميقاتيتين في نفس اللحظة اسمياً، وفي كلا الجانبين يتم استقبال الإشارة من الميقاتية الأخرى مع قياس توقيت وصولها. وبعد تبادل البيانات المقاسة، يتم حساب اختلاف الميقاتيتين، ويتم التخلص من التأخيرات نتيجة للتبادلية، من الدرجة الأولى، لمسيري الإشارتين. وتعتمد دقة النتائج بعد ذلك على التأثيرات المتبقية نتيجة للتبادلية غير المكتملة. وبعض هذه التأثيرات مفهوم إلى حد كبير في حين لا تزال بعض التأثيرات تحت الدراسة. وفي بعض الحالات، يمكن استعمال تصحيحات لهذه التأثيرات لتحسين الدقة.

## 2 وصف مختصر للإشارات المتبادلة

يقوم التحويل TWSTFT على تبادل إشارات التوقيت عبر سواتل اتصالات مستقرة بالنسبة إلى الأرض، على النحو المبين في المخطط المعروض في الشكل 1. ويجري التحويل بإرسال واستقبال إشارات الترددات الراديوية (RF) التي تحتوي على شفرات ضوئية شبه عشوائية (PRN) مشكّلة بالإبراق الثنائي بزحزحة الطور (BPSK) على التردد المتوسط (IF) بواسطة مودم. وتجري مزامنة التشكيل بالطور مع الميقاتية المحلية ويقوم المودم بتوليد خرج في شكل نبضة واحدة كل ثانية (IPPS) متزامن مع تتابع الإبراق BPSK ويسمى IPPSTX. وتعد هذه الإشارة بمثابة تحققاً لمقياس زمني يسمى TS(k). وتستعمل كل محطة شفرة PRN مخصصة للتتابع BPSK الخاص بها في الإشارة المرسله. وتقوم أجهزة الاستقبال بتوليد تتابع BPSK للمحطات البعيدة وتشكل ثانية إشارة IPPS من الإشارة المستقبلية، تسمى IPPSRX. والفارق بالمقياس TI(k) بين الإشارتين IPPS يتم قياسه بعدد الفواصل الزمني (TIC). وطبقاً لجدول معد سلفاً، يقوم كل زوج من المحطات بالثبات على شفرة المحطة البعيدة المقابلة لفترة محددة، تسمى دورة، مع قياس توقيت وصول الإشارة وتخزين النتائج. وبعد تبادل سجلات البيانات، يمكن حساب الفارق بين الميقاتيتين. وترد في بقية الملحق 1 تفاصيل خفض البيانات ومعالجة التأثيرات النظامية.

الشكل 1

## مبدأ التحويل TWSTFT



يوضح الشكل 1 تأخيرات الإشارة المختلفة ويشرح كيف يمكن تحديد فارق التوقيت بين الميقاتيتين في المخططين 1 و 2. وتحمل المختصرات المختلفة في الشكل الدلالات التالية:

- :TS(k) مقياس زمني محلي، يُمثل فيزيائياً بالإشارة 1PPSTX التي يولدها المودم، و  $k = 1$  للمحطة 1 و  $k = 2$  للمحطة 2
- :TI(k) قراءة الفاصل الزمني، وتُفتح بوابة العداد بإشارة 1PPS تولدها إشارة الإرسال المحلية وتُغلق بإشارة 1PPS تتصل بالإشارة المستقبلية؛ ويُعبر عنها بالصيغة  $1PPSRX - 1PPSTX$
- :TX(k) تأخير المرسل، بما في ذلك تأخير المودم
- :RX(k) تأخير المستقبل، بما في ذلك تأخير المودم
- :SPU(k) تأخير مسير الإشارة في الوصلة الصاعدة
- :SPD(k) تأخير مسير الإشارة في الوصلة الهابطة
- :SPT(k) تأخير المسير داخل الساتل عبر المرسل المستجيب
- :SCU(k) تصحيح سانيك في الوصلة الصاعدة
- :SCD(k) تصحيح سانيك في الوصلة الهابطة.

ويُعبّر عن الفارق بين المقياس الزمني في المحطة 2 عن المقياس الزمني في المحطة 1 بالفارق  $TS(2) - TS(1)$  ويُحدد كالتالي:  
قراءة عداد الفاصل الزمني (TIC) عند المحطة 1:

$$TI(1) = TS(1) - TS(2) + TX(2) + SPU(2) + SCU(2) + SPT(2) + SPD(1) + SCD(1) + RX(1)$$

وقراءة عداد الفاصل الزمني (TIC) عند المحطة 2:

$$TI(2) = TS(2) - TS(1) + TX(1) + SPU(1) + SCU(1) + SPT(1) + SPD(2) + SCD(2) + RX(2)$$

وبطرح قراءة المحطة 2 من قراءة المحطة 1، نحصل على:

$$TI(1) - TI(2) = 2 TS(1) - 2 TS(2) + TX(2) - TX(1) + SPU(2) - SPU(1) + SPT(2) - SPT(1) + SPD(1) - SPD(2) + RX(1) - RX(2) + SCD(1) - SCU(1) - SCD(2) + SCU(2)$$

ومن ثم يتحصل على فارق المقياس الزمني بما يعرف بالمعادلة ثنائية الاتجاه:

(= قراءة العداد TIC عند المحطة 1)	$TS(1) - TS(2) = 0,5 [TI(1)$
(= قراءة العداد TIC عند المحطة 2)	$- 0,5 [TI(2)]$
(= فارق تأخير الساتل)	$+ 0,5 [SPT(1) - SPT(2)]$
(= تصحيح سانياك للمحطة 1)	$- 0,5 [SCD(1) - SCU(1)]$
(= تصحيح سانياك للمحطة 2)	$+ 0,5 [SCD(2) - SCU(2)]$
(= الفارق بين الاتجاهين الصاعد والهابط عند المحطة 1)	$+ 0,5 [SPU(1) - SPD(1)]$
(= الفارق بين الاتجاهين الصاعد والهابط عند المحطة 2)	$- 0,5 [SPU(2) - SPD(2)]$
(= الفارق بين الإرسال والاستقبال عند المحطة 1)	$+ 0,5 [TX(1) - RX(1)]$
(= الفارق بين الإرسال والاستقبال عند المحطة 2).	$- 0,5 [TX(2) - RX(2)]$

والحدود السبعة الأخيرة هي تصحيحات من أجل حالات اللابادلية. ويمكن لجميع التصحيحات فيما عدا تلك الخاصة بفارق تأخير الساتل (SPT) التصنيف حسب المحطة.

ويجري تناول عوامل اللابادلية بالتفصيل في الأقسام التالية:

### 3 أسباب اللابادلية وعدم اليقين النظامي في التحويل TWSTFT

#### 1.3 اللابادلية نتيجة لتأخيرات التجهيزات الساتلية

عندما يكون هوائي الاستقبال وقناة المرسل المستجيب وهوائي الإرسال في الساتل واحدة في مسيري الإشارة، يتساوى تأخير الإشارة، أي أن  $SPT(2) = SPT(1)$  ولا ينطبق هذا الأمر عند استعمال ترددات مختلفة أو مرسلات مستجيبة مختلفة أو حزم نقطية مختلفة للاستقبال و/أو الإرسال من كل محطة، وهو الشائع في الوصلات بين القارات. وفي هذه الحالة، فإن  $SPT(1)$  و  $SPT(2)$  أو الفارق بينهما على الأقل، يرمز له بالمختصر  $XPNDR(k)$  ينبغي قياسه قبل إطلاق الساتل أو استعمال طريقة أخرى أدق.

#### 2.3 تصحيح تأثير سانياك

نتيجة لتحرك كل من المحطتين الأرضيتين والساتل حول محور دوران الأرض خلال انتشار إشارة التوقيت إلى الساتل ومنه، يجب تطبيق تصحيح على زمن انتشار الإشارة. ويتحصل على تصحيح سانياك لمسار أحادي الاتجاه من ساتل s إلى محطة أرضية k في نموذج يوفر الدقة الكافية عن طريق المعادلة:

$$SCD(k) = (\Omega / c^2) [Y(k) X(s) - X(k) Y(s)]$$

حيث:

$$\Omega: \text{سرعة دوران الأرض} = 7,2921 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

$$c: \text{سرعة الضوء} = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

$$X(k): \text{الإحداثي } x \text{ من مركز الأرض للمحطة (m)}$$

$$= (r + HT(k)) \cos[LA(k)] \cos[LO(k)]$$

$$X(s): \text{الإحداثي } x \text{ من مركز الأرض للساتل (m)}$$

$$= R \cos[LA(s)] \cos[LO(s)]$$

$$Y(k): \text{الإحداثي } y \text{ من مركز الأرض للمحطة (m)}$$

$$= (r + HT(k)) \cos[LA(k)] \sin[LO(k)]$$

$$Y(s): \text{الإحداثي } y \text{ من مركز الأرض للساتل (m)}$$

$$= R \cos[LA(s)] \sin[LO(s)]$$

$$r: \text{نصف قطر الأرض} = 6\,378\,140 \text{ m}$$

$$R: \text{نصف قطر مدار الساتل} = 42\,164\,000 \text{ m}$$

$$LA: \text{خط العرض}$$

$$LO: \text{خط الطول}$$

$$HT: \text{ارتفاع المحطة.}$$

وبالنسبة للسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض، فإن خط عرض الساتل  $LA(s) = 0$  وبالتالي:

$$SCD(k) = (\Omega / c^2) R (r + HT(k)) \cos[LA(k)] \sin[LO(k) - LO(s)]$$

ويكون تصحيح سانيك الإجمالي  $STC(1,2)$  لقياس الميقاتية عن المحطة 2 بالنسبة إلى الميقاتية عند المحطة 1:

$$SCT(1,2) = 0,5 [SCU(1) + SCD(2) - [SCU(2) + SCD(1)]]$$

وعلاوة على ذلك، تكون إشارة تصحيح سانيك للوصلة المهابطة عكس إشارة تصحيح سانيك للوصلة الصاعدة نتيجة لاتجاهات الانتشار المتضادة للإشارات: أي أن  $SCU(k) = -SCD(k)$  وبالتالي فإن العلاقة  $SCT(1,2) = -SCD(1) + SCD(2)$  تعتبر صحيحة.

مثال على ساتل في الاتجاه  $317^\circ$  شرقاً:

$$LA(VSL) = 52^\circ \text{ شمالاً و } LO(VSL) = 4^\circ \text{ شرقاً و } LO(sat) = 317^\circ \text{ شرقاً والفارق في خطي الطول} = 47^\circ$$

$$\text{و } HT(VSL) = 76,8 \text{ m و } SCD(VSL) = 98,90 \text{ ns}$$

$$LA(USNO) = 39^\circ \text{ شمالاً و } LO(USNO) = 283^\circ \text{ شرقاً و } LO(sat) = 317^\circ \text{ شرقاً والفارق في خطي الطول} = -34^\circ$$

$$\text{و } HT(USNO) = 46,9 \text{ m و } SCD(USNO) = -95,09 \text{ ns}$$

$$SCT(VSL \rightarrow USNO) = -SCD(USNO) + SCD(VSL) = 193,99 \text{ ns}$$

$$SCT(USNO \rightarrow VSL) = -SCD(VSL) + SCD(USNO) = 193,99 \text{ ns}$$

VSL: Delft، هولندا، معروف من قبل مختبر NMI Van Swinden

USNO: مرصد بحري بالولايات المتحدة الأمريكية، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.

ويعتبر موضع الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض غير ثابت تماماً، بالنسبة للمراقب من الأرض. حيث تحدث حركة دورية صغيرة مع دورة يومية حول الموضع المركزي. ومن شأن ذلك أن يتسبب في تغير دوري لتأثير سانيك باتساع أقصى بين

الذروتين يقدر بعدة مئات من وحدات ps وذلك حسب موقع المحطات المشاركة. وظل هذا الأمر يُهمل حتى وقتنا هذا، بيد أنه يتعين مراعاته إذا كانت هناك رغبة خاصة في تحقيق دقة أعلى.

### 3.3 فارق تأخير المسير من جراء حركة الساتل في إطار أرضي ثابت

تكون المسيرات ثنائية الاتجاه بين المحطات الأرضية عبر الساتل غير تبادلية إذا كان الساتل يتحرك بالنسبة إلى سطح الأرض وإذا كانت إشارتا الوصول لا تمران بالساتل في نفس اللحظة. ويمكن تحاشي هذا التأثير في الأساس بتطبيق تخالف بين زميني البث عند المحطتين لجبر تأخيرات اختلاف المسير إلى الساتل (SPU(1) و SPU(2)). وإذا وصلت الإشارتان من المحطتين عند الساتل في غضون 5 ms، فإن فارق التأخير يظل في حدود عشرات قليلة فقط من البيكو ثانية (ps) ومن ثم تعرض النموذج اليومي.

### 4.3 التصحيح الأيونوسفيري

تختلف إشارتا الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة عند كل محطة في تردد الموجة الحاملة وتعاني كل منها تأخيراً أيونوسفيرياً مختلفاً يساوي:

$$40.3 \text{ TEC} (1/c) (1/f_d^2 - 1/f_u^2)$$

حيث:

المعامل 40,3 وحدات  $m^3/s^2$

TEC: المحتوى الإجمالي من الإلكترونات على طول مسير الإشارة (الوحدة: إلكترون/م<sup>2</sup>)

c: سرعة الضوء (m/s)

$f_u$  و  $f_d$ : تردد الوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة (Hz)، على التوالي.

مثال: محتوى TEC عال مقداره  $10 \times 10^{18}$  إلكترون/م<sup>2</sup> و  $f_u = 14,5$  GHz و  $f_d = 12,5$  GHz، فإن التأخير الأيونوسفيري هذا يساوي  $0,639 \text{ ns} - 0,220 \text{ ns}$ . وبالتالي، فإن الفارق  $[SPU(k) - SPD(k)]$  يكون دائماً أقل من  $0,11 \text{ ns}$ .

### 5.3 التصحيح التروبوسفيري

تحدث طبقة التروبوسفير تأخيراً يعتمد على زاوية الارتفاع ومحتوى الماء في الهواء وكثافة ودرجة حرارة الهواء ولكن حتى 20 GHz لا يكون اعتماد هذا التأخير على التردد إلا بالقدر الضئيل جداً. وبالتالي، فإن تأثيره على الفارق بين تأخيري مساري الانتشار الهابط والصاعد يكون أقل من 10 ps.

### 6.3 قياس تأخير الخطة الأرضية

يتعين تحديد الفارق بين قسمي الإرسال والاستقبال  $[TX(k) - RX(k)]$ . بما في ذلك المحولات ووحدات التشكيل وإزالة التشكيل (المودم) والمكبرات والهوائي والكبلات في الاتجاهين الصاعد والهابط، عند كل محطة. وطرق الحصول على ذلك:

- موقع مشترك للمحطتين؛

- أو وضع محطة أرضية ثالثة فيما بعد (قابلة للانتقال) في نفس الموقع عند المحطتين؛

- استعمال وسيلة معايرة، مثل محاكي ساتلي وكبل معاير.

صادفت عمليات المعايرة باستخدام محطة قابلة للانتقال تطبيقات كبيرة في عالم التوقيت والتردد. ويفترض هنا أن التأخيرات الداخلية للمحطة المتحركة لا تتغير بغض النظر عن موقع نصبها.



وتعتبر الطريقة الأخيرة هي الأقل تكلفة ويمكن مبدئياً التعويل عليها كثيراً. وتتألف هذه الطريقة من معايرة كبل إضافي وقياس مجموع تأخيري الإرسال والاستقبال وقياس مجموع تأخير الكبل الإضافي وتأخير الاستقبال ثم حساب تأخيري الاستقبال والإرسال من القياسات.

ويتعين أيضاً تحديد فارق تأخيري الإرسال والاستقبال الداخليين. ويمكن تحقيق ذلك بالطريقتين التاليتين:

- وضع مودمي الوصلة TWSTFT في موقع واحد وقياس مجموع تأخيري الإرسال في مودم وتأخيري الاستقبال في الآخر.
- قياس مجموع تأخيري الإرسال والاستقبال لكل مودم في إشارة الاسترجاع IF وقياس تأخير الإرسال ليكون الفرق في المرحلة ما بين إشارة IPPSTX وإشارة الخرج IF للمرسل وذلك باستخدام راسم ذبذبات. ويتحصل على تأخير الاستقبال بطرح تأخير الإرسال من مجموع التأخير بين المقاس.

#### 4 دمج بيانات قياس التحويل TWSTFT مع القياسات المحلية

للتمكن من حساب فوارق المقاييس الزمنية، تتيح كل محطة البيانات  $TI(k)$  إلى جانب تقييم التصحيحات الخاصة بها، كلما أمكن، إزاء الخطات الأخرى. ومن بين الخيارات تقرير البيانات  $1-s$  غير المعالجة التي يتم جمعها أثناء دورة معينة بالاقتران بتقرير للتخالفات المحلية المقاسة بين الإشارات المختلفة الموجودة (انظر الفقرة التالية). والخيار الآخر، والذي أصبح ممارسة شائعة يتمثل في توليد نقطة بيانات متوسطة للإشارة تمثل الدورة ويكون الغرض منها هو معالجة ذلك فقط. وبغض النظر عن ذلك، يجب وبعناية قياس وتوثيق التأخيرات التي تحدث في سلسلة التوقيت لكل مختبر. وفي حالات كثيرة، تكون المقاييس الزمنية المطلوب مقارنتها في النهاية بمثابة عمليات التحقيق المحلية للتوقيت العالمي المنسق (UTC) في المختبر  $k$ ، يطلق عليها  $UTC(k)$ . لكن هذه الطريقة في الواقع تصلح لمقارنات المقاييس الزمنية بوجه عام، مثل مزامنة عناصر مختلفة في المكون الأرضي من نظام عالمي للملاحة الساتلية. ونحن نشير عبر متن هذه التوصية إلى الحالة التي تحقق فيها كل محطة من المحطتين الضالعتين مقياس زميني  $UTC(k)$ .

وعموماً، هناك تحالف بين  $UTC(k)$  والإشارة الفيزيائية المتضمنة في عملية القياس،  $1PPSTX(k)$ ، تمثل  $TS(k)$  والفارق  $1PPSTX(k) - UTC(k)$  يبلغ عنه في أبسط صورته بالتأخير المرجعي  $REFDELAY(k)$ .

وتختلف طريقة التحقق من  $UTC(k)$  اختلافاً كبيراً بين المعاهد المختلفة. ففي بعض المختبرات، يعتبر  $UTC(k)$  بمثابة مقياس زميني رياضي. بيد أن جميع المختبرات لديها ميقاتية (رئيسية)  $CLOCK(k)$  عبارة عن التمثيل الفيزيائي لهذا المقياس الزمني. ويحدد كل مختبر العلاقة  $[UTC(k) - CLOCK(k)]$  سواء عن طريق القياس أو الحساب للمودم. ويمكن استخدام الميقاتية  $CLOCK(k)$  كوحدة إدخال للإشارة  $1PPSREF(k)$  للمودم. وغالباً يحدث تحالف  $[CLOCK(k) - 1PPSREF(k)]$  من الكبلات الموصلة بالمودم. ويولد المودم إشارة  $1PPSTX$  تتعلق بالإشارة المرسله تسمح بقياس الفارق  $[1PPSREF(k) - 1PPSTX(k)]$ .

ولحساب الفارق بين المقياسين الزمنيين للمختبرين من الكميات المقاسة  $TS(1)$  و  $TS(2)$  (انظر الفقرة 2)، يُطبق ما يلي:

$$\begin{aligned}
 UTC(1) - UTC(2) = & TS(1) - TS(2) \\
 & + \{[UTC(1) - CLOCK(1)] \\
 & + [CLOCK(1) - 1PPSREF(1)] \\
 & + [1PPSREF(1) - 1PPSTX(1)]\} \\
 & - \{[UTC(2) - CLOCK(2)] \\
 & + [CLOCK(2) - 1PPSREF(2)] \\
 & + [1PPSREF(2) - 1PPSTX(2)]\}
 \end{aligned}$$

وللاختصار، فإن الحدود داخل الأقواس المتعرجة ترمز إلى  $REFDELAY(k)$  المشار إليه آنفاً. وتستعمل اختلافات الإجراءات المذكورة آنفاً من آن لآخر وإن كان لا يجري تناولها في هذه التوصية.

## 5 خصائص أداء التقنية

هناك مستويان من الأداء للمحطة الأرضية والتشغيل يجب مراعاتهما بالنسبة لعمليات تحويل التوقيت ثنائي الاتجاه. ويختص المستوى الأول بالوفاء بالمتطلبات الأساسية للمودم من أجل إنتاج تشكيل طور الخرج المطلوب في جدول محدد سلفاً وتردد الإرسال المناسب ومستوى القدرة. ويختص المستوى الثاني بخصائص أداء المحطة الأرضية التي تفرضها الهيئات التنظيمية ووكالات التشغيل الساتلية.

ولا يضمن الوفاء بالمتطلبات التنظيمية وحده تشغيل مرضٍ ثنائي الاتجاه. ولا يتحصل على نتائج مرضية إلا بتوصيل المطلوب من كثافة النسبة موجة حاملة إلى ضوضاء  $C/N_0$  ومستوى قدرة الموجة الحاملة  $P$  إلى المودم. وتُحدد معلمات التشغيل من ميزانية الوصلة. ويمكن من ميزانية الوصلة هذه تحديد أبعاد الهوائي المطلوب وقدرة الإرسال المطلوبة ودرجة حرارة الضوضاء المطلوبة لنظام الإرسال. ويمكن حساب ميزانية الوصلة باتباع التوجيهات والأمثلة الواردة في الفقرة 3.2، الفصل 2، القسم AN.2.1، الملحق 2 من دليل الاتحاد الدولي للاتصالات بشأن الاتصالات الساتلية (الطبعة الثالثة، جنيف، 2002).

وتخرج المتطلبات التنظيمية عادة من الهيئات الإدارية المسؤولة عن الإدارة العامة للطيف الكهرمغناطيسي على المستويين الوطني والدولي ومن المشغل الساتلي. وتحدد القواعد واللوائح غالباً متى وأين يمكن نصب المحطة الأرضية وجودة هذه المحطة وملكيته وتشغيلها. والمقصود من هذه القواعد واللوائح في العادة التأكد من أن المحطة الأرضية لن تتسبب في تداخل على المحطات الأرضية الأخرى وعلى السواتل الأخرى المجاورة. وتشمل القضايا المتضمنة عادة مخططات إشعاع الهوائيات وكسبها ورقم الجدارة ( $G/T$ )، والقدرة المشعة المكافئة المتناحية (EIRP) ومعايير تمييز الاستقطاب ومستوى تدريب وتأهيل طاقم التشغيل. ويمكن ضمان معظم الأمور التقنية المتعلقة بالمحطة الأرضية من خلال شراء الأنظمة من جهات تصنيع أعدت المعدات لكي تعمل مع أنظمة ومعايير ساتلية محددة.

وتوفر المراجع التالية معايير الأداء الكهربائي:

من لجنة الدراسات 4 للاتصالات الراديوية: التوصيات ITU-R S.524 و ITU-R S.580 و ITU-R S.725 و ITU-R S.726 و ITU-R S.728 و ITU-R S.729.

من وكالة التشغيل الساتلي الرائدة Intelsat: المعياران IESS-208 و IESS-601 والمتطلبات التشغيلية، المرفق 3.

من المجلس الفيدرالي للاتصالات بالولايات المتحدة الأمريكية (US FCC): اللائحة 209-25 من مدونة اللوائح الفيدرالية، القسم 47، الأجزاء 20-39.

وقد يكون لبعض المناطق الأخرى في العالم متطلبات أخرى بخصوص النظام الساتلي والموقع وتصنيف المستعمل وغيرها من المعايير.

وعند تحديد الدقة والاستقرار للنتائج، ينبغي اتباع المبادئ التوجيهية العامة الصادرة عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO/IEC Guide 98:1995) "دليل لصياغة عدم اليقين في القياس (GUM)" وذلك إلى جانب إجراءات تحديد خصائص الأداء المحددة في التوصية ITU-R TF.538.

## 6 عمليات التحويل TWSTFT في شبكة

من الأمور الواضحة ضرورة تقييس خطوات القياس ومعالجة البيانات وأنساق تبادل البيانات والمعلومات ذات الصلة بين المحطات المشاركة في حال وجود شبكة تضم عدد من المحطات وإذا كان يتعين إخضاع البيانات لمعالجة أوتوماتية من قبل المؤسسات والأطراف الثالثة الضالعة. وتبنى هذه التوصية على ممارسة راسخة مستعملة في الوقت الحالي في شبكات تضم معاهد للتوقيت في أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية وفي أوروبا وآسيا وكذلك داخل منطقة آسيا والمحيط الهادئ، تساهم

جميعها في تحقيق التوقيت العالمي المنسق (UTC). ويعمل فريق العمل المعني بالتحويل TWSTFT التابع للجنة الاستشارية للتوقيت والتردد (CCTF) على ضمان التنسيق بين هذه الشبكات. وهناك مدير مخصص في كل شبكة كمسؤول اتصال.

### 1.6 تعريف المحطة والرموز والشفرات وترددات التخالف المخصصة

تعرف المختبرات أو المؤسسات المشاركة بسلسلة تعريف لكل منها (مثل LAB)، يفضل أن تكون محددة من المكتب الدولي للأوزان والمقاييس (BIPM)، إن أمكن، ورمز حسب النظام ASCII. وتعمل جميع المحطات اسماً على نفس تردد الإرسال ويتم التمييز بينها عن طريق شفرة PRN وحيدة (النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)). كما يُخصص تردد تخالف خالص للموجة الحاملة حيث يكون مطلوباً عندما تقوم جميع المحطات في شبكة ما بإرسال إشارة موجة حاملة خالصة (بدون تشكيل). ويُعد هذا الإرسال جزءاً من العملية التشغيلية من أجل ضبط تردد الاستقبال في المحطة البعيدة لمراقبة مستويات القدرة المستعملة والسماح بالتعريف الواضح الذي لا لبس فيه لمحطات الإرسال في وقت معين. فإذا كان هناك مختبر معين يقوم بشكل نمطي بتشغيل أكثر من محطة أرضية للتحويل TWSTFT، فإنه ينبغي أن يُخصص لكل محطة مجموعة متفردة من معلمات التعريف، بما في ذلك الرمز الدليلي للمحطة (مثل LAB01 و LAB02)، وما إلى ذلك).

### 2.6 معلمات الدورة

يستعمل مصطلح "دورة" في هذا الملحق للتعبير عن فترة متصلة من الوقت يجري خلالها تبادل إشارات التحويل TWSTFT بين محطتين أرضيتين. وتتسم الدورة بالخصائص التالية:

- تعريف الساتل: الاسم، خط الطول، المعلمات المدارية، قناة المرسل المستجيب، عرض نطاق المرسل المستجيب، عدم التبادلية في التجهيزات الساتلية (إذا كان معروفاً)؛
- تسميات المحطات الأرضية؛
- ميزانية الوصلة؛
- ترددات مرسلات (TX) ومستقبلات (RX) المحطات الأرضية؛
- معلمات المودمات: نوع المودم، شفرات المرسلات وشفرات المستقبلات ومعدلات بتات الشفرة؛
- نوع مرشاح المرسل وعرض نطاقه (إن وجد)؛
- تاريخ وتوقيت البدء؛
- زمن الإعداد للدورة (يساوي فترة التوقف بين دورتين متتاليتين)؛
- مدة الدورة؛
- مسؤول الاتصال في كل محطة.

وعند إبلاغ البيانات، يرمز بتتابع نقاط البيانات المجمعة بمصطلح "تسلسل" "track" وبالتالي يجري الحديث عن الطول الاسمي والفعلي للتسلسل، وما إلى ذلك.

### 3.6 معلمات المحطة الأرضية المحلية

ينبغي لكل مختبر أن يحتفظ بملف بالمعلومات التالية:

- إحداثيات الهوائي (x و y و z في الإطار المرجعي للأرض حسب الخدمة الدولية لدوران الأرض (IERS)؛
- الاسم الرمزي للمحطة الأرضية؛
- قدرة الإرسال (dBm) أو القدرة المشعة المكافئة المتناحية (dBW)؛
- رقم جدارة (G/T) المستقبل (dB/K)؛

- النسبة  $C/N_0$  الاسمية عند المستقبل بالوحدات (dBHz)؛
  - المودم: الجهة المصنعة، الطراز، النوع، الرقم التسلسلي؛
  - الهوائي: الجهة المصنعة، النوع، القطر، الكسب؛
  - معايرة التأخير: التاريخ، الطريقة، النتائج؛
  - اختياري: تسجيل التأخير TX(k) المسجل خلال الدورات - التأخير RX(k) والقدرة المستقبلية والنسبة  $C/N_0$  والتردد للمستقبل والمعلومات البيئية عند الهوائي (درجة الحرارة، الرطوبة، الضغط الجوي، الظروف الجوية)؛
  - عداد الفاصل الزمني: الجهة المصنعة، النوع، الرقم التسلسلي، إذا كان جزءاً أساسياً من عملية توليد نتائج قياس التحويل TWSTFT.
- وينبغي إخطار مدير الشبكة بأي تغيير في معلمات المحطة والمعدات.

## 7 معايرة تأخيرات المحطة

من الضروري معايرة تأخيرات الإشارة في معدات المختبر من أجل إجراء تحويل دقيق للتوقيت. وبدون ذلك، يستمر المرء في إجراء تحويل للتردد مع افتراض قدر كاف من الاستقرار للتأخيرات (المجهولة). وتُعاير وصلات التحويل TWSTFT غالباً باستعمال محطة TWSTFT محمولة وتلاحظ باستمرار وجود عدم يقين يقدر بنحو 1 ns. وهناك وسيلة أخرى لمعايرة وصلة TWSTFT باستعمال نظام مستقبل لتحويل التوقيت، مثل النظام العالمي لتحديد الموقع أو ميقاتية محمولة. ومبدئياً يمكن التمييز بين معايرة وصلة - تضم محطتين - ومعايرة تأخيرات إشارة فردية في محطة معينة.

ولتوثيق نتائج المعايرة (CALR) بصورة لا لبس فيها في ملفات بيانات التحويل TWSTFT، (سيرد شرحها في الملحق 2)، تُميز كل معايرة بنمطها (TYPE) ومعرف هوية المعايرة (CI) ونتيجة المعايرة (CALR).

نمط التقنية المستعملة من أجل وصلة معينة مميزة بوحدة من الكلمات المفتاحية التالية:

محطة أرضية محمولة تستعمل في أسلوب نسبي.	PORT ES REL
محطة أرضية محمولة تستعمل في أسلوب مطلق.	PORT ES ABS
محاك ساتلي محمول يستعمل في أسلوب نسبي.	PORT SS REL
محاك ساتلي محمول يستعمل في أسلوب مطلق.	PORT SS ABS
المعايرة باستعمال نظام مستقل لتحويل التوقيت أو أي وسيلة أخرى، مثل:	
النظام العالمي لتحديد المواقع.	GPS
ميقاتية محمولة.	PORT CLOCK
نشرة شهرية للمكتب BIPM تعلن الفارق بين التوقيت UTC والتوقيت UTC(k) المسجل محلياً.	CIRCULAR T
معايرة وصلة بالاستفادة من نتائج معايرة وصلات توصل المحطتين المعنيتين بمحطة ثالثة.	TRIANGLE CLOSURE
عندما تصبح قيمة المعايرة السابقة $CAL nnn$ ، متقدمة بالأسبقية نتيجة لتغييرات في المعدات الأرضية أو الفضائية، يمكن ترحيلها لترتيب تال باستخدام خطوات تحسير مناسبة مثل التشغيل المستمر لوصلة مستقلة لتحويل التوقيت على التوازي قبل وبعد التغييرات يليه تحديد التغييرات في التأخير نتيجة لتغير المعدات.	CAL nnn BRIDGED

نتائج المعايرة بوحدات ns. يرد شرح استعمالها في حساب اختلافات المقاييس الزمنية في الفقرة 8، الملحق 1.

CI يتم تنسيق عملية تخصيص معرف هوية لأي معايرة بواسطة فريق العمل المعني بالتحويل TWSTFT التابع للجنة CCTF للمختبرات المشاركة في جملة معايرة محددة. وباستعمال نظام مستقل لتحويل التوقيت (النظام GPS، مثلاً) لا يمكن إجراء المعايرة إلا بين زوج من المختبرات، وبالتالي يتعين تخصيص معرفات الهوية لعمليات المعايرة لأزواج من المختبرات. وفي ملفات البيانات (انظر الملحق 2) يستعمل معرف هوية المعايرة كمؤشر لرأسية الملف حيث ينبئ عن نمط المعايرة، اليوم الأول حسب التقويم اليوليوسي المعدل<sup>1</sup> الذي أُخذت فيه البيانات في موقع معين خلال المعايرة، عدم اليقين المقدر للمعايرة. وينبغي لملفات البيانات ألا تتضمن إلا المدخلات الحالية ذات الصلة للمعايرة.

وينبغي للوصلات غير المعايرة أن تأخذ البيان "999" ولا تكون هناك مدخلات للوصلة في رأسية الملف الذي يبلغ بالبيانات (انظر الفقرة 3.3 بالملحق 2)

إذا أُقيمت وصلة ثانية بعد انقطاع، ولكن المعلومات الخاصة بمعايرة سابقة تم ترحيلها لترتيب تال بوسيلة أخرى ("التحسير") مع مقدار معين من عدم اليقين، يتعين استعمال معرف CI جديد على أن يشير النمط TYPE إلى المعرف CI القديم إلى جانب حقيقة إجراء عملية تحسير.

ESDVAR(k) التغير في تأخير المحطة الأرضية (ns) بالنسبة إلى تأخير المحطة الأرضية المسجل وقت المعايرة - إذا كانت هذه المعايرة متاحة. ويجب إدراج جميع التغييرات في تأخيرات المحطة الأرضية والمودم.

ولكل شبكة من شبكات التحويل TWSTFT يتعين تحديد ما إذا كان التغير ESDVAR ستم إعادة ضبطه على الصفر أم لا عندما تكون قد أُجريت عملية معايرة للتأخير.

## 8 معايرة اختلافات الميقاتية

### 1.8 مقدمة

يوجد حالياً أكثر من نمط من المودمات للتحويل TWSTFT وحسب المودم المستعمل وتشكيلته، يمكن الإبلاغ عن نتائج التحويل TWSTFT بأسلوبين مختلفين:

تقرير بالبيانات الإفرادية: تبلغ كل محطة عن نتائج قياساتها دون أي معلومات عن نتائج القياسات المتحصلة في الموقع البعيد.

تقرير بالبيانات المشتركة: تُدمج نتائج القياسات المتحصلة عند المحطتين 1 و 2 قبل الإبلاغ عنها و"النتائج" عبارة عن الفارق بين نتائج القياسات في المحطتين. ويتعين وجود تنسيق خاص بين الشبكة ومستعملي البيانات عند تطبيق هذا الخيار.

ويستخدم المميز الرقمي S للتمييز بين أنماط المعايرة وكذلك بين أنماط بيانات القياس المبلغه.

S المبدل S (إما "0" أو "1" أو "2" أو "5" أو "6" أو "9") يشير إلى نمط البيانات المبلغه وإلى حدود المعادلة ثنائية الاتجاه (الفقرة 2) المدرجة في نتائج المعايرة، CALR، وبالتالي المعادلة التي يجب استعمالها لحساب فارق الميقاتيات.

0 = S تعطي نتائج المعايرة، CALR، الفارق بين التأخير التفاضلي للمحطة الأرضية (جزء الإرسال ناقص جزء الاستقبال) للمختبر والتأخير التفاضلي للمحطة الأرضية للنظام المستعمل في المعايرة (التراصف في الموقع بين المحطات الأرضية والمحاكي الساتلي). وبالتالي تكون قيمة CALR خاصة بكل موقع.

<sup>1</sup> يرد تعريف التاريخ اليوليوسي المعدل (MJD) بالتوصية ITU-R TF.457.

1 = S تتضمن نتائج المعايرة CALR، جميع حدود المعادلة ثنائية الاتجاه ما عدا قياسات تحويل التوقيت، TI، والقياسات المرجعية REFDELAY، للمحطتين المحلية والبعيدة، على التوالي. وتنطبق هذه الحالة عندما يتحصل على النتائج CALR باستعمال نظام مستقل لتحويل التوقيت، مثل GPS. وبالتالي، تكون قيمة CALR خاصة بكل وصلة وتحديداً يكون  $CALR(2,1) = -CALR(1,2)$ .

2 = S تتضمن النتائج CALR تأخيرات قياسات تحديد المدى.

5 = S تعطي النتائج CALR و REFDELAY نتائج المعايرة والقياس المرجعي للمحطة المحلية بنفس الأسلوب كما لو كانت 1 = S. بيد أن الفوارق بين قياسي التحويل TWSTFT يبلغ في خط البيانات. ويسمح ذلك بالإبلاغ عن البيانات المشتركة في ملفين ولكن النسق الوحيد لملفات البيانات يدعم في نفس الوقت الخفض الأوتوماتي للبيانات.

6 = S قياسات تحويل التوقيت، CALR و REFDELAY، عبارة عن بيانات القياس المشتركة المتحصلة من المحطتين المحلية والبعيدة ولا يبلغان إلا في خط واحد في ملف بيانات محطة من المحطتين.

ويرد الشرح الخاص بقيم 5 = S و 6 = S في الفقرة 3.8.

9 = S تكون نتائج المعايرة، CALR، إما غير متوفرة أو قديمة بالنسبة للإبلاغ عن بيانات فردية.

وتشرح الفقرات الفرعية التالية الكيفية التي تُحدد بها فوارق الميقاتيات استناداً إلى البيانات المبلغة عن المحطتين، حسب المبدل S. ويُشار إلى خطوط البيانات في ملفات البيانات والتي يرد شرحها في الملحق 2. والمعلومات الخاصة بمواقع المحطات الأرضية والساتل تمكن من حساب تصحيح سانياك (الفقرة 2.3). وبمعرفة المحتوى TEC وتردد الإرسال والاستقبال يمكن حساب تأخير الانتشار نتيجة لطبقة الأيونوسفير (الفقرة 4.3).

وفي الحالات التي يكون فيها 0 = S و 1 = S و 9 = S، يمكن للبيانات المبلغة أن تكون بيانات القياس 1-s غير المعالجة، TI(k) التي جرى تجميعها خلال دورة ما. والأكثر شيوعاً في هذه الحالات هو تقرير نتائج تطابق تريبي للبيانات التي تم تجميعها خلال دورة واحدة، ويرمز لها بالرمز TW(k). وفي هذه الحالة، يتعين حساب البيانات TW(k) باتباع قاعدة صارمة وفريدة، وإلا فإن الحركة الدورية للساتل تتسبب في تغيرات في بيانات مقارنة التوقيت وهو ما يخالف الواقع. والقاعدة هي أن تحسب نقطة البيانات المتوسطة لنقطة زمنية يتحصل عليها من تاريخ البداية الاسمية للدورة زائد نصف طول المسار الاسمي (المدة الاسمية للدورة) مقرباً لأقرب ثانية. وتفترض هذه القاعدة أن البيانات TI(k) تمثل قياسات لحظية للفواصل الزمنية تُجرى عند النقاط الزمنية التي يتحصل عليها من خاتم التوقيت المصاحب. فإذا أعطى المودم خرجاً TI(k) كمتوسط عبر قياسات متتالية للفواصل الزمنية أخذت عبر فاصل مقداره dT (1 ثانية، مثلاً)، فإن نقطة البيانات التمثيلية، TW(k)، يجب أن تقاس عند النقاط الزمنية المتحصلة من خاتم التوقيت مطروحاً منها dT/2. وعند الإبلاغ عن بيانات 1-s، يقترح إدراج dT في رأسية ملف البيانات، انظر الفقرة 2 بالملحق 2.

وفي الفقرتين الفرعيتين التاليتين، ترد صياغة للمعادلات المتعلقة بحساب المقاييس الزمنية.

## 2.8 البيانات الفردية

:0 = S

UTC(1) – UTC(2) =	+ 0,5 [TW(1) + ESDVAR(1)] + REFDELAY(1)	Data line lab 1
	– 0,5 [TW(2) + ESDVAR(2)] – REFDELAY(2)	Data line lab 2
	+ [SCD(2) – SCD(1)]	Header lines lab 1 and lab 2
	+ 0,5 [SPU(1) – SPD(1)]	Header line lab 1
	– 0,5 [SPU(2) – SPD(2)]	Header line lab 2
	+ 0,5 [CALR(1)]	

$$\begin{aligned} & - \text{CALR}(2)] && \text{Data lines lab 1 and lab 2} \\ & + 0,5 \text{XPNDR}(1) && \text{Header line lab 1.} \end{aligned}$$

:1 = S

$$\begin{aligned} \text{UTC}(1) - \text{UTC}(2) = & + 0,5 [\text{TW}(1) + \text{ESDVAR}(1)] + \text{REFDELAY}(1) && \text{Data line lab 1} \\ & - 0,5 [\text{TW}(2) + \text{ESDVAR}(2)] - \text{REFDELAY}(2) && \text{Data line lab 2} \\ & + 0,5 [\text{CALR}(1,2) - \text{CALR}(2,1)] && \text{Data lines lab 1 and lab 2.} \end{aligned}$$

:2 = S: تحديد المدى من الساتل:

$$\text{RNG}(k) = 0,5 c [\text{TW}(k) - \text{CALR}(k) - \text{ESDVAR}(k)].$$

على أن تفهم  $c$  هنا بوصفها سرعة انتشار الإشارة عبر مسير الإشارة من الساتل إلى المحطة الأرضية.

:9 = S

$$\begin{aligned} \text{UTC}(1) - \text{UTC}(2) + K = & + 0,5 [\text{TW}(1) + \text{ESDVAR}(1)] + \text{REFDELAY}(1) && \text{Data line lab 1} \\ & - 0,5 [\text{TW}(2) + \text{ESDVAR}(2)] - \text{REFDELAY}(2) && \text{Data line lab 2.} \end{aligned}$$

في حال عدم إجراء معايرة، لا يُعرف فارق المقاييس الزمنية إلا مع تخالف مجهول قيمته  $K$ .

الملاحظة 1 - تنطبق العلاقات أعلاه عند إحلال  $\text{TI}(k)$  محل  $\text{TW}(k)$ .

### 3.8 البيانات المشتركة

لإتاحة استعمال أنساق البيانات المطروحة في هذه التوصية على نطاق واسع في مقارنات المقاييس الزمنية، تُقدم فيما يلي حالتان خاصتان لما يعرف بالإبلاغ عن بيانات مشتركة. وتبرز التطبيقات المحتملة إذا تولى مشغل الإبلاغ عن نتائج شبكة كاملة من المحطات، أو إذا كانت تكنولوجيا المودم تسمح بالنفذ المباشر إلى نتائج تحويل التوقيت المتحصل عليها عند الموقع البعيد من خلال تبادل البيانات في الوقت الفعلي، سواء عبر الإنترنت أو بتشفير منخفض المعدل للبيانات للإشارات RF المرسل. ونطرح بداية ما يعرف "بفارق الميقاتية"،  $\text{TW}(1,2)$  والذي يساوي إما  $0,5 [\text{TW}(1) - \text{TW}(2)]$  أو يستند إلى قياسات إفرادية للفواصل الزمني  $\text{TI}(k)$ . وفي الحالة الأخيرة يكون  $\text{TW}(1,2)$  هو متوسط الفوارق الفردية،  $0,5 [\text{TW}(1) - \text{TW}(2)]$ ، المسجلة خلال دورة واحدة.

وإذا قام زوج من المحطات بالإبلاغ في ملفات بياناتهما عن قياساتهما المحلية  $\text{CALR}(k)$  و  $\text{REFDELAY}(k)$  و  $\text{ESDVAR}(k)$  مع استعمال الخرج  $\text{TW}(1,2)$  للمودم بدلاً من استعمال القياسات  $\text{TI}(k)$  التي تقدم فيما بعد عند كل موقع، فإن المعادلة أدناه تنطبق والتي لها نفس البنية الرياضية كتلك الخاصة بالحالة  $1 = S$ .

:5 = S

$$\begin{aligned} \text{UTC}(1) - \text{UTC}(2) = & + 0,5 [\text{TW}(1,2) + \text{ESDVAR}(1)] + \text{REFDELAY}(1) && \text{Data line lab 1} \\ & - 0,5 [\text{TW}(2,1) + \text{ESDVAR}(2)] - \text{REFDELAY}(2) && \text{Data line lab 2} \\ & + 0,5 [\text{CALR}(1,2) - \text{CALR}(2,1)] && \text{Data lines lab 1 and lab 2.} \end{aligned}$$

وإذا كان هناك مشغل شبكة يتولى مسؤولية الإبلاغ عن بيانات شبكة كاملة، يمكن استعمال الحالة  $6 = S$ . وعلى المشغل في هذه الحالة حساب جميع القيم من المحطات المشاركة.

:6 = S

$$\text{UTC}(1) - \text{UTC}(2) = \text{TW}(1,2) + 0,5 \text{ESDVAR}(1,2) + \text{REFDELAY}(1,2) + \text{CALR}(1,2).$$

وفي هذه الحالة الخاصة، تبلغ البيانات في ملف يصدر عن المحطة 1 فقط. و TW(1,2) هنا عبارة عن تخالف الميقاتية المحدد أعلاه والقيم الأخرى تمثل الفوارق في القيم بين المحطتين 1 و 2. وبالتالي، فإن القيم ESDVAR(1,2) و REFDELAY(1,2) و CALR(1,2) تتضمن كل منها نتائج القياسات المحلية المشتركة. ويرد ذلك ثانية في الفقرة 4.3 من الملحق 2. ولا حاجة للملفات تصدر عن المحطة 2 لحساب فارق المقياس الزمني.

وفي حالة البيانات المشتركة، لا يرمز للنتائج غير المعاييرة إلا بالرمز CI = 999 والمدخل المقابل للنتائج CALR = 999999999 وتُحجز الحالة S = 9 للإبلاغ عن بيانات إفرادية.

## الملحق 2

### وصف نسق البيانات المستعمل في تبادل البيانات

#### 1 مقدمة

يبدأ ملف البيانات برأسية تتضمن جميع البيانات التي لا تتغير أثناء فترة الإبلاغ عن التحويل TWSTFT في ملف واحد (مثل 2 min، انظر الفقرة 2 بالملحق 2، أو يوم واحد، انظر الفقرة 3 بالملحق 2). وتتضمن خطوط البيانات التالية جميع البيانات التي يتوقع تغييرها.

ويسري المفهوم أعلاه على البيانات الإفرادية والمشاركة على النحو المشروح في الفقرة 1.8 بالملحق 1. وفي حالة البيانات الإفرادية يضاف فارق يتعلق بما إذا كانت البيانات المبلغة هي البيانات 1-s التي تم تجميعها خلال الدورة. وتطبق الاصطلاحات والرموز المدرجة بالتبعية بشكل كامل على نسق البيانات الموصوف في الفقرة 2 وبشكل جزئي على النسق الموصوف في الفقرة 3 من الملحق 2.

LAB: معرف المختبر (يفضل أن يكون حسب اصطلاحات المكتب BIPM أو حسب ما يخصه مدير الشبكة)، أربعة حروف كحد أقصى

JJJJJ: اليوم حسب التقويم اليوليوسي المعدل

hh: الساعة بالتوقيت العالمي المنسق

mm: الدقيقة بالتوقيت العالمي المنسق

ss: الثانية بالتوقيت العالمي المنسق

L: التسمية الرمزية للمختبر المحلي برمز ASCII (صغير أو كبير)

R: التسمية الرمزية للمختبر البعيد برمز ASCII (صغير أو كبير)

\*: بيان لبداية خط في النص

+: بيان للإشارة الخاصة بالقيمة التي تليها وتكون "+" أو بدون للقيم الموجبة و "-" للقيم السالبة

n: خانة لرمز عدد بين 0 و 9

[ ]: رمز لخيار ما

n.nnnnnnnnnnnnn: قيمة الفاصل الزمني (S) (12 علامة عشرية، تقابل استبانة قيمتها 1 ps). وقيم القياسات الإفرادية تقع عادة بين 0,250 s و 0,280 s.



## 2 تقرير بقياسات s-1 إفرادية

يتضمن ملف البيانات رأسية، HEADER، يليها مباشرة خطوط البيانات، DATA. ولسهولة التنفيذ أضيفت سطور لوصف المجالات وهي لا تشكل جزءاً من الملفات.

اسم الملف: DATA FILE NAME:

Ljzzzzhh.mmR

حيث تعطي hh, mm, jjzzzz تاريخ ووقت البدء الاسمي (NORMAL) للدورة TWSTFT.

الرأسية: HEADER:

1 2 3 4 5 6  
123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

\*

\* UTC (LAB) - CLOCK = +n.nnnnnnnnnnn [jjzzzz hhmmss]

\* CLOCK - 1PPSREF = +n.nnnnnnnnnnn [jjzzzz hhmmss]

\* 1PPSREF - 1PPSTX = +n.nnnnnnnnnnn [jjzzzz hhmmss]

\* dT/2 = +n.nnn [s]

ويمكن الإبلاغ عن المعلامات التشغيلية بالنسق التالي باستعمال أي عدد من الخطوط (السطور)

\* PARAMETER = Value [units] [jjzzzz hhmmss]

حيث يعطي hhmmss, jjzzzz اختيارياً تاريخ أخذ القيمة المبينة، بأي عدد من الخطوط من هذا الصنف يعتبر ضرورياً. ويلاحظ أنه لا يوجد معيار ثابت لنسق أو محتوى الإبلاغ عن المعلامات. وتختتم الرأسية بالخط.

\* DATA = [1PPSTX - 1PPSRX] | [1PPSREF - 1PPSRX] | [...],

إن أمكن

البيانات: DATA:

1 2 3  
123456789012345678901234567890

jjzzzz hhmmss n.nnnnnnnnnnnnn

jjzzzz hhmmss n.nnnnnnnnnnnnn

حيث تعطي hhmmss, jjzzzz التاريخ الذي أخذت فيه البيانات.

مثال:

الملف: C5483108.25E (بيانات قيست عند المحطة C خلال دورة TWSTFT بالمحطة E يوم 54831 بالتقويم اليوليوسي المعدل، حسب الجدول الزمني الساعة 0825 بالتوقيت العالمي المنسق):

\* C5483108.25E

\* UTC (VSL) - CLOCK = +0.000000000000 54634 074000

\* CLOCK - 1PPSREF = +0.000000033938 54642 070500

\* 1PPSREF - 1PPSTX = 0.000000674202 54831 082446

\* SIGNAL POWER = -51.4 dBm

\* SIGNAL C/N0 = 54.5 dBHz

\* RX FREQUENCY = 70.0001691 MHz

\* JITTER = 0.00000000329 s

\* DATA = 1PPSTX - 1PPSRX

54831 082507 0.26751435044

54831 082508 0.26751434770

54831 082509 0.26751434500

54831 082510 0.26751434210

54831 082511 0.26751433944  
 54831 082512 0.26751433754  
 54831 082513 0.26751433476  
 54831 082514 0.26751433152  
 54831 082515 0.26751432904  
 54831 082516 0.26751432635  
 54831 082517 0.26751432370  
 54831 082518 0.26751432093  
 54831 082519 0.26751431805

**الملاحظة 1** - في هذا المثال، لم يتم توليد خط البيانات الأول إلا في الساعة 8:25:07 بالتوقيت العالمي المنسق وهو ما قد يحدث في حالة فشل المودم في الإمساك بالإشارة المستقبلية خلال الثواني الأولى من الدورة.

### 3 نسق الملفات التي تبلغ عن نتائج التطابق التريبيعي

يوضح المثال الوارد في الفقرة 4 من الملحق 2 النسق المشروح لاحقاً.

#### 1.3 ملاحظات عامة

الغرض من هذا النسق هو خفض كمية البيانات المقرر تبادلها ولكي يكون بالإمكان الإبلاغ في ملف واحد للبيانات عن نتائج دورة لمختبر واحد يشارك في محطات شريكة مختلفة ووصلات ساتلية مختلفة. ويمكن الإبلاغ عن البيانات الخاصة بأكثر من يوم واحد في ملف واحد. ويسمح ذلك بحساب فارق الميقاتية بطريقة سهلة باستخدام المعلومات المقدمة في الرأسية وخطوط البيانات دون الحاجة إلى معرفة تشكيلات القياسات الإفرادية في المختبرات المشاركة. وهناك نوعان من الخطوط:

- خطوط مع العلامة \* في العمود رقم 1 (رأسية الملف، رأسية خط البيانات)؛
- خطوط بدون العلامة \* في العمود رقم 1 (خطوط البيانات).

وفي وصف النسق، تعتبر الرموز والحروف المكتوبة بخط بارز كلمات مفتاحية في موضع معين والرموز بالحروف المائلة يتعين الاستعاضة عنها بالسلاسل أو القيمة الفعلية، على التوالي (لا توجد كتابة بارزة أو مائلة في ملفات البيانات الفعلية). والسلاسل الموضوعية داخل أقواس عبارة عن سلاسل اختيارية وعندما يلزم حماية البيانات بإشارة ما، فإنه يؤشر عليها بالإشارة "+". وينبغي الاستعاضة عن أي بيانات مفقودة بالمتوالي "9" التي تغطي الطول الكامل لحقل البيانات المعني، بما في ذلك الحقل المحجوز للإشارة وللعلامة العشرية.

#### 2.3 اسم الملف

يتكون اسم الملف من الكلمة TW، الاسم الرمزي للمختبر (LLLL)، معرف هوية المختبر، حتى أربعة رموز) واليوم بالتقويم اليوليوسي المعدل كما هو مدرج في الخط الأول للبيانات (الخانات الثلاث الأخيرة عبارة عن امتداد الملف): TWLLLLMM.MMM (مثل TWTUG50.091). وتطبق القاعدة نفسها إذا أبلغ عن بيانات لأكثر من يوم واحد في ملف واحد. وفي حالة تشغيل محطتين أو أكثر في مختبر واحد، يمكن الإبلاغ عن البيانات في ملف واحد، بحيث يشير كل خط بيانات بشكل لا لبس فيه إلى المحطة المستعملة. ومع ذلك قد يكون من الأنسب الإبلاغ عن كل محطة بملف مستقل. وفي هذه الحالة تسمح الرموز LLLL في اسم الملف بالتمييز بين المحطتين المستعملتين، مثل PTB1 و PTB2 و USNO و USNP، وما إلى ذلك، حسب ما يتفق عليه مع المسجل.

**الملاحظة 1** - على الرغم من أن البيانات المشتركة يمكن الإبلاغ عنها في خطوط بيانات، لا تحتوي الرأسية إلا على معلومات عن المحطة المحلية المعنية.



- SAT-NTX تردد الإرسال الاسمي للساتل (MHz). يقابل هذا التردد تردد استعمال المحطة الأرضية المحلية.
- SAT-NRX تردد الاستقبال الاسمي للساتل (MHz) يقابل هذا التردد تردد إرسال المحطة الأرضية المحلية.
- BW عرض النطاق الترددي للمرسل المستجيب المقدم من وكالة التشغيل الساتلية.
- ويصف خطان وصلة واحدة ولكن يمكن استعمال أي عدد من أزواج الخطوط LINK، حسب الضرورة.
- CAL تعطي الخطوط CAL نمط المعايرة واليوم حسب التقويم اليوليوسي المعدل وعدم اليقين المشترك بالنسبة للقياس المعياري للمعايرة.
- CCC معرف هوية المعايرة الواردة في كل خط من خطوط البيانات (رأسية خط البيانات: CI، انظر الفقرة 4.3)، حيث يشير إلى خط CAL محدد من رأسية الملف.
- TYPE نمط التقنية المستعملة لوصلة معينة تتسم بوحدة من الكلمات المفتاحية على النحو الموضح في الفقرة 9 من الملحق 1.
- MJD يوم المعايرة حسب التقويم اليوليوسي المعدل.
- EST.UNCERT عدم اليقين المشترك بالنسبة للقياس المعياري للمعايرة.
- ويتم وصف المعايرة في خط واحد ولكن يمكن استعمال أي عدد من الخطوط CAL حسب ما تقتضيه الضرورة.
- LOC-MON يتعين استخدام "YES" (نعم) أو "NO" (لا) حسب توفر نظام مراقبة تأخير المحطة المحلية.
- MODEM النمط والرقم التسلسلي للمودم المستعمل. ينبغي الإبلاغ عن جميع المودمات التي استعملت خلال فترة سريان الملف.
- COMMENTS خطوط التعليقات في نسق نصي حر. يمكن استعمال هذا الخط للإبلاغ عن معدل بتات الشفرات PRN أو معلمات المارشيج في مسير إشارة المرسل.
- يمكن استعمال أي عدد من الخطوط والأعمدة حسب ما تقتضيه الضرورة. (حتى 78 رمزاً في كل سطر).
- ويتضمن الخط الأخير من رأسية الملف العلامة \* في العمود رقم 1 فقط.

### 4.3 خط البيانات

لمعرفة نسق خط البيانات، انظر المثال 1 بالفقرة 4 من الملحق 2.

- EARTH-STAT تسمية المحطة الأرضية المحلية (LOC) والبعيدة (REM) معطاة بالاسم المختصر للمختبر الخاص بها (حتى أربعة رموز) ورقم تعريف المحطة (رقمان)، مثل TUG01. وهذا الحقل يضبط في اتجاه اليمين.
- LI معرف هوية الوصلة عبارة عن مؤشر لرأسية الملف التي تعطي معلومات عن وصلة ساتلية محددة.
- يتعين تنسيق تخصيص معرفات هوية الوصلات على المستوى الدولي كأن يكون ذلك من خلال فريق العمل المعني بالتحويل TWSTFT التابع للجنة CCTF.
- MJD STTIME تاريخ البدء الاسمي (اليوم حسب التقويم اليوليوسي المعدل والتوقيت (الساعة والدقيقة والثانية) حسب التوقيت العالمي المنسق).
- NTL الطول الاسمي للمسار (المسارات) (الزمن الاسمي لآخر عينة ناقص الزمن الاسمي للعينة الأولى).
- TW النتيجة (النتائج) الخاصة بالتطابق التريبيعي لبيانات مسار واحد محسوبة للبيانات المعطاة بتاريخ اسمي للبدء زائد نصف الطول الاسمي مقرباً لأقرب ثوان (يقابل TW(k) في الفقرة 2.9 بالملحق 1).

وعندما تكون $S = 5$ و $S = 6$ ، فإن العمود المعنون "TW" يتضمن قيم TW(1,2) جذر متوسط تربيع المتبقي من التطابق التريبيعي (ns).	DRMS
عدد العينات المستعملة في التطابق التريبيعي.	SMP
الطول الفعلي للمسار (المسارات) (زمن العينة الأخيرة ناقص زمن العينة الأولى للتطابق التريبيعي).	ATL
تأخير مرجعي بالنسبة إلى (s) (LAB) UTC، ورد شرحه في الفقرة 4 بالملحق 1. وعندما تكون $S = 6$ ، فإن العمود المعنون "REFDELAY" يتضمن قيم .REFDELAY(1,2) = REFDELAY(1) – REFDELAY(2)	REFDELAY
عدم اليقين إزاء القياس المعياري للتأخير REFDELAY (ns).	RSIG
معرف هوية المعايرة وهو عبارة عن مؤشر لرأسية الملف.	CI
المبدل (إما "0" أو "1" أو "2" أو "5" أو "6" أو "9").	S
نتائج المعايرة (ns).	CALR
في حالة $S = 1$ و $S = 5$ و $S = 6$ ، يتضمن العمود المعنون "CALR" النتائج CALR(1,2). التغيرات المرصودة في التأخير التفاضلي للمحطة الأرضية (ns). وفي حالة $S = 6$ ، فإن العمود المعنون "ESDVAR" يتضمن قيم: ESDVAR(1,2) = ESDVAR(1) – ESDVAR(2).	ESDVAR
عدم اليقين إزاء القياس المعياري للتغير ESDVAR (ns).	ESIG
درجة الحرارة الخارجية (°C) عند المحطة المبلغة.	TMP
الرطوبة النسبية الخارجية (%) عند المحطة المبلغة.	HUM
ضغط الهواء (hPa) عند المحطة المبلغة.	PRES
عند الإبلاغ عن بيانات مشتركة مع المبدل $S = 6$ ، فإن الأعمدة الثلاثة الأخيرة تملأ بالرقم "9".	

#### 4 أمثلة

تتضمن الأمثلة بيانات فعلية ومفترضة:

مثال 1: خط بيانات للإبلاغ عن بيانات إفرادية، تطابق تريبيعي

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1  
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3

1234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890

```
* EARTH-STAT LI MJD STTIME NTL TW DRMS SMP ATL REFDELAY RSIG CI S CALR ESDVAR ESIG TMP HUM PRES
* LOC REM hhmms s s ns s s ns ns ns ns degC % mbar
LLLLnn LLLLnn LL MMMM hhmms nnn +n.nnnnnnnnnnnn n.nnn nnn nnn +n.nnnnnnnnnnnn n.nnn CCC i +nnnn.nnn +nnnn.nnn n.nnn +nn nnn nnnn
```

المثالان 2 و3: عينات ملفات بيانات من محطة في أوروبا (2) ومحطة في الولايات المتحدة الأمريكية (3)

2: ملف TWSTFT من المحطة PTB، MJD 54710 (2008-09-01)

```
* TWPTB54.710
* FORMAT 01
* LAB PTB
* REV DATE 2008-08-28
* ES PTB04 LA: N 52 17 49.787 LO: E 10 27 37.966 HT: 143.41 m
* REF-FRAME WGS84
* LINK 10 SAT: INTELSAT 3R NLO: E 317 00 00.000 XPNDR: 0.000 ns
* SAT-NTX: 12574.2500 MHz SAT-NRX: 14072.2500 MHz
* LINK 11 SAT: INTELSAT 3R NLO: E 317 00 00.000 XPNDR: 999999999 ns
* SAT-NTX: 12627.0500 MHz SAT-NRX: 14330.7500 MHz
* CAL 113 TYPE: CIRCULAR T MJD: 54525 EST. UNCERT.: 5.200 ns
* CAL 114 TYPE: CAL 083 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 2.000 ns
* CAL 115 TYPE: CAL 103 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 1.300 ns
* CAL 116 TYPE: CAL 096 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 1.100 ns
* CAL 117 TYPE: CAL 109 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 1.100 ns
* CAL 118 TYPE: CIRCULAR T MJD: 54502 EST. UNCERT.: 5.000 ns
* CAL 119 TYPE: CAL 106 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 1.200 ns
* CAL 120 TYPE: CAL 107 BRIDGED MJD: 54502 EST. UNCERT.: 1.200 ns
* LOC-MON NO
```

\* MODEM SATRE 037

\* COMMENTS

\*

* EARTH-STAT	LI	MJD	STTIME	NTL	TW	DRMS	SMP	ATL	REFDELAY	RSIG	CI	S	CALR	ESDVAR	ESIG	TMP	HUM	PRES	
* LOC	REM		hhmmss	s	s	ns	s		s	ns			ns	ns	ns degC	%	mbar		
PTB04	PTB04	10	54710	000700	119	0.268701755755	0.375	120	119	0.000001981575	0.009	999	9	9999999999	9999999999	18	61	1002	
PTB04	IT02	10	54710	001300	119	0.266832337354	0.607	120	119	0.000001981520	0.010	116	1	316.100	-0.180	0.100	18	61	1002
PTB04	ROA01	10	54710	001600	119	0.262320415926	0.448	120	119	0.000001981613	0.016	118	1	288.400	-0.180	0.100	17	62	1002
PTB04	OP01	10	54710	001900	119	0.266437968645	0.376	120	119	0.000001981576	0.014	115	1	7316.500	-0.180	0.100	17	62	1002
PTB04	NPL01	10	54710	002200	119	0.266586507349	0.693	120	119	0.000001981630	0.014	999	9	9999999999	-0.180	0.100	17	62	1002
PTB04	CH01	10	54710	003700	119	0.267009789103	0.375	120	119	0.000001981722	0.018	117	1	204.550	-0.180	0.100	17	64	1001
PTB04	IPQ01	10	54710	004000	119	0.262213386716	0.529	120	119	0.000001981839	0.012	999	9	9999999999	-0.180	0.100	17	64	1001
PTB04	AOS01	10	54710	004300	119	0.270015381981	0.415	120	119	0.000001981716	0.012	999	9	9999999999	-0.180	0.100	17	64	1001
PTB04	USNO01	11	54710	004600	119	0.262319009268	0.224	120	119	0.000001981668	0.009	114	1	-218.800	-0.180	0.100	17	65	1002
PTB04	NIST01	11	54710	004900	119	0.268893360924	0.225	120	119	0.000001981639	0.013	113	1	30.100	-0.180	0.100	17	65	1002

(2008-09-01) MJD 54710، NIST المحطة من TWSTFT ملف :3

\* TWNIST54.710

\* FORMAT 01

\* LAB NIST

\* REV DATE 2008-08-22

\* ES NIST01 LA: N 39 59 45.000 LO: W 105 15 46.000 HT: +1640.00 m

\* REF-FRAME WGS84

\* LINK 11 SAT: INTELSAT 3R NLO: E 317 00 00.000 XPNDR: 999999999 ns

\* SAT-NTX: 12030.7500 MHz SAT-NRX: 14375.0500 MHz

\* CAL 113 TYPE: CIRCULAR T MJD: 54525 EST. UNCERT.: 5.200 ns

\* CAL 322 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 324 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 326 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 328 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 329 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 330 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* CAL 331 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584 EST. UNCERT.: 6.000 ns

\* LOC-MON NO

\* MODEM SATRE, S/N 78

\*

* EARTH-STAT	LI	MJD	STTIME	NTL	TW	DRMS	SMP	ATL	REFDELAY	RSIG	CI	S	CALR	ESDVAR	ESIG	TMP	HUM	PRES	
* LOC	REM		hhmmss	s	s	ns	s		s	ns			ns	ns	ns degC	%	mbar		
NIST01	IPQ01	11	54710	001900	119	+0.267703968380	0.141	120	119	+0.000000860500	99999	999	9	9999999999	224.040	0.200	24	44	827
NIST01	AOS01	11	54710	002200	119	+0.270196963882	0.422	120	119	+0.000000860500	99999	322	1	154.480	224.040	99999	24	44	827
NIST01	CH01	11	54710	002800	119	+0.267193679499	0.182	120	119	+0.000000860500	99999	324	1	176.060	224.040	99999	24	44	827
NIST01	OP01	11	54710	003700	119	+0.266627169522	0.105	120	119	+0.000000860500	99999	328	1	7287.687	224.040	99999	24	44	827
NIST01	VSL01	11	54710	004300	119	+0.267708090797	0.227	120	119	+0.000000860500	99999	331	1	273.323	224.040	99999	24	44	827
NIST01	PTB04	11	54710	004900	119	+0.268895559344	0.140	120	119	+0.000000860500	99999	113	1	-30.100	224.040	99999	24	44	827

NIST01	IT02	11	54710	005200	119	+0.267025340834	0.233	120	119	+0.000000860500	99999	326	1	285.833	224.040	99999	24	44	827
NIST01	ROA01	11	54710	005500	119	+0.262513121858	0.184	120	119	+0.000000860500	99999	999	9	9999999999	224.040	0.200	24	44	827
NIST01	IPQ01	11	54710	021900	119	+0.267722017937	0.092	120	119	+0.000000860500	99999	999	9	9999999999	224.040	0.200	21	61	828
NIST01	AOS01	11	54710	022200	119	+0.270215057832	0.294	120	119	+0.000000860500	99999	322	1	154.480	224.040	99999	21	61	828
NIST01	CH01	11	54710	022800	119	+0.267211280933	0.226	120	119	+0.000000860500	99999	324	1	176.060	224.040	99999	21	61	828
NIST01	OP01	11	54710	023700	119	+0.266644173922	0.104	120	119	+0.000000860500	99999	328	1	7287.687	224.040	99999	21	61	828
NIST01	VSL01	11	54710	024300	119	+0.267724824316	0.260	120	119	+0.000000860500	99999	331	1	273.323	224.040	99999	21	61	828
NIST01	PTB04	11	54710	024900	119	+0.268912075975	0.209	120	119	+0.000000860500	99999	113	1	-30.100	224.040	99999	21	61	828
NIST01	IT02	11	54710	025200	119	+0.267041591354	0.246	120	119	+0.000000860500	99999	326	1	285.833	224.040	99999	21	61	828
NIST01	ROA01	11	54710	025500	119	+0.262528556357	0.110	120	119	+0.000000860500	99999	999	9	9999999999	224.040	0.200	21	61	828

المثالان 4 و 5: عينات ملفات بيانات قائمة على المثالين 2 و 3 ولكنها تبلغ عن بيانات مشتركة (S = 5 و S = 6)

4: ملف TWSTFT معدل من المحطة PTB، MJD 54710 (2008-09-14)

```
* twptb54.710
* FORMAT      01
* LAB         PTB
* REV DATE    2008-08-28
* ES PTB04 LA: N 52 17 49.787      LO: E 10 27 37.966      HT: 143.41 m
* REF-FRAME   WGS84
* LINK        10 SAT: INTELSAT 3R      NLO: E 317 00 00.000      XPNDR: 0.000 ns
*              SAT-NTX: 12574.2500 MHz  SAT-NRX: 14072.2500 MHz
* LINK        11 SAT: INTELSAT 3R      NLO: E 317 00 00.000      XPNDR: +9999.999 ns
*              SAT-NTX: 12627.0500 MHz  SAT-NRX: 14330.7500 MHz
* CAL         113 TYPE: CIRCULAR T      MJD: 54525      EST. UNCERT.: 5.200 ns
* CAL         114 TYPE: CAL 083 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 2.000 ns
* CAL         115 TYPE: CAL 103 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 1.300 ns
* CAL         116 TYPE: CAL 096 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 1.100 ns
* CAL         117 TYPE: CAL 109 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 1.100 ns
* CAL         118 TYPE: CIRCULAR T      MJD: 54502      EST. UNCERT.: 5.000 ns
* CAL         119 TYPE: CAL 106 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 1.200 ns
* CAL         120 TYPE: CAL 107 BRIDGED MJD: 54502      EST. UNCERT.: 1.200 ns
* LOC-MON     NO
* MODEM       SATRE 037
* COMMENTS
*
* EARTH-STAT  LI  MJD  STTIME NTL      TW      DRMS SMP ATL      REFDELAY      RSIG  CI S      CALR      ESDVAR      ESIG TMP HUM PRES
* LOC         REM      hhmms  s      s      ns      s      s      ns      ns      ns      ns      ns degC  %  mbar
PTB04  PTB04  10  54710  000700  119  0.268701755755  0.375  120  119  0.000001981575  0.009  999  9  9999999999  -0.180  0.100  18  61  1002
PTB04  NIST01  11  54710  004900  119 -0.000001099210  0.265  120  119  0.000001981639  0.013  113  5   30.100  -0.180  0.100  17  65  1002
PTB04  NIST01  11  54710  024900  119 -0.000002198420  0.265  120  119  0.000001122251  0.010  113  6   30.100  -224.220  0.100  16  72  1000
```



```

* TWNIST54.710
* FORMAT      01
* LAB         NIST
* REV DATE    2008-08-22
* ES NIST01 LA: N 39 59 45.000      LO: W 105 15 46.000      HT: +1640.00 m
* REF-FRAME   WGS84
* LINK       11 SAT: INTELSAT 3R      NLO: E 317 00 00.000  XPNDR: 999999999 ns
*             SAT-NTX: 12030.7500 MHz SAT-NRX: 14375.0500 MHz
* CAL       113 TYPE: CIRCULAR T      MJD: 54525  EST. UNCERT.: 5.200 ns
* CAL       322 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       324 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       326 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       328 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       329 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       330 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* CAL       331 TYPE: TRIANGLE CLOSURE MJD: 54584  EST. UNCERT.: 6.000 ns
* LOC-MON    NO
* MODEM      SATRE, S/N 78
*
* EARTH-STAT LI  MJD  STTIME NTL      TW      DRMS SMP ATL      REFDELAY      RSIG  CI S      CALR      ESDVAR      ESIG TMP HUM PRES
* LOC  REM      hhmss s      s      ns      s      s      ns      ns      ns      ns      ns degC % mbar
NIST01 PTB04 11 54710 004900 119 +0.000001099210 0.140 120 119 +0.000000860500 99999 113 5 -30.100 224.040 99999 24 44 827

```

---