الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R BS.2032

(2013/01)

مزامنة ميقاتية العينات السمعية الرقمية مع الإشارات المرجعية الفيديوية

السلسلة BS

الخدمة الإذاعية (الصوتية)

الاتحاد الدولي للاتصالات ITU

تمهيـــد

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 لمدى 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 الكهرتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستمارات 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)

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

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

النشر الإلكتروني
جنيف، 2013

© ITU 2013
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).

التوصيـــة ITU-R BS.2032

مزامنة ميقاتية العينات السمعية الرقمية مع الإشارات المرجعية الفيديوية

(2013)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية طرائق لمزامنة المعدات السمعية الرقمية الموصولة بينياً ولمزامنة ميقاتيات العينات السمعية مع الإشارات المرجعية الفيديوية.

ومزامنة الإشارات السمعية الرقمية وظيفة ضرورية من أجل تبادل الإشارات بين المعدات. والغرض الأساسي من المزامنة هو التراصف الزمني لميقاتيات العيّنات داخل مصادر الإشارات السمعية الرقمية وتراصفها مع الأرتال/المجالات الفيديوية.

وتستفيد الأحكام من معيار السطح البيني السمعي الرقمي ذي القناتين للأغراض المهنية، التوصية ITU–R BS.647.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التطبيقات السمعية الرقمية منتشرة على نطاق واسع؛

ب) أنه ستكون هناك مزايا إذا استخدمت جميع المعدات السمعية الرقمية إشارة المزامنة ذاتها؛

ج) أن التوصية ITU-R BS.647 تقتضي استعمال إشارة مزامنة فيديوية؛

د) أنه ينبغي استعمال إشارة مزامنة مشتركة للمعدات الرقمية السمعية والفيديوية؛

هـ) أنه في حالة التطبيقات غير التلفزيونية والفيديوية، ما تزال الإشارة المرجعية مطلوبة للتطبيقات ذات المصادر المتعددة،

توصي

1 باستخدام مزامنة ميقاتية العينات السمعية الرقمية مع الإشارات المرجعية الفيديوية المحددة في الملحق 1؛

2 بأن الامتثال لهذه التوصية أمر طوعي. بيد أن التوصية قد تتضمن بعض الأحكام الإلزامية (لضمان قابلية التشغيل البيني أو قابلية التطبيق، مثلاً)، ويتحقق الامتثال للتوصية عند الوفاء بكل هذه الأحكام الإلزامية. وتستعمل كلمات مثل "يتعين" أو أي صياغة إلزامية أخرى مثل "يجب" ونفيها للتعبير عن المتطلبات.

الملحق 1

يتمثل المجال الرئيسي للتطبيق في التوصيل البيني الرقمي ومزامنة المعدات السمعية الرقمية التي تشتمل عليها بيئة الإنتاج والحيازة. ويتمثل أحد الأهداف الهامة الأخرى بتحديد وسيلة لمزامنة ميقاتية العينات السمعية الرقمية مع إشارة فيديوية مرجعية.

1 أساليب التشغيل

1.1 فكرة عامة

ينبغي أن توفر المعدات إمكانية إطباق مولّد ميقاتية العينات الداخلي على الإشارة المرجعية السمعية الرقمية (DARS).

2.1 طرائق المزامنة

ينبغي أن تتم مزامنة المعدات بطريقة من ثلاث طرائق.

ملاحظـــة – يمكن في بعض الظروف استعمال "ميقاتية العينات" بطريقة مماثلة للإشارة المرجعية السمعية الرقمية. ولا تشكل ميقاتية العينات جزءاً من هذه التوصية، ولكن يرد وصف لها في التذييل 2.

1.2.1 الإسناد إلى إشارة DARS

تتم مزامنة المعدات مع الإشارة المرجعية السمعية الرقمية (DARS)، ما يضمن إطباق جميع ميقاتيات عينات الدخل والخرج في المعدات على التردد المرجعي نفسه وضمن التفاوت المسموح للطور المحدد في هذه التوصية.

وفي الحالات التي تُنقل فيها بعض إشارات التردد 96 kHz وفق الأسلوب الذي ورد في التوصية ITU-R BS.647 باسم "أسلوب القناة الواحدة بتردد الاعتيان المزدوج"، من الضروري أن يكون لإشارة المزامنة المرجعية مكوّنةٌ بتردد 48 kHz أو أقل، وذلك لكي تكون القناتان المخصصتان للصوت المجسم مترابطتين. ويوضح التذييل 1 العلاقات الطورية المفضلة.

2.2.1 الإسناد إلى الإشارة الفيديوية

تستعمل إشارة مرجعية فيديوية رئيسية لاستخراج إشارة DARS، مما يُثبّت الإشارات الفيديوية والسمعية على سوية معدل الاعتيان ومع حدود الأرتال الفيديوية.

3.2.1 الإسناد إلى نظام تحديد المواقع العالمي

يستعمل مستقبل نظام تحديد المواقع العالمي لتحديد مرجع لإشارة DARS، فيوفر بذلك التردد والطور (من نبضات مدتها ثانية واحدة)، وشفرة عناوين عينات الوقت من اليوم في البايتات من 18 إلى 21 الخاصة بحالة القناة لتوفير مرجع للوقت من اليوم في المعدات المثبّتة.

3.1 توزيع إشارة DARS

توزّع إشارة DARS بما يتوافق مع التوصية ITU-R BS.647.

4.1 الإشارات الخارجية

1.4.1 فكرة عامة

عند توصيل إشارات خارجية إلى استديو أو مرفق إنتاج سمعي رقمي متزامن من نوع آخر، تطبق الفقرة 2.4.1.

2.4.1 تصحيح الطور

عندما تكون الإشارة الواردة مطابقة لإشارة DARS من حيث تردد الاعتيان ولكن مع تغيير في الطور بقيمة 180 درجة، يطبق تراصف الطور بحسب التوصية ITU-R BS.647.

5.1 الإحالة إلى الإشارة الفيديوية

1.5.1 فكرة عامة

في حالة البيئة الفيديوية والسمعية المشتركة، ينبغي إطباق إشارة DARS على المصدر الفيديوي بحيث يتم الحصول على العلاقات الرياضية الواردة في الجدول 1 بدقة.

الجـــدول 1

المزامنة السمعية–الفيديوية

معدل الاعتيان (kHz)	عدد العينات في الرتل					
	Hz 25	Hz 30	Hz 29,79	Hz 50	Hz 60	Hz 59,94
48	1920	1600	8008/5	960	800	4004/5
96	3840	3200	16016/5	1920	1600	8008/5

2.5.1 نسب الأعداد الصحيحة

بالنسبة للأنظمة الفيديوية التي يشتمل الرتل الفيديوي فيها على عدد صحيح من الأرتال كما هو محدد في التوصية ITU-R BS.647، يمكن أن يتم إطباق الإشارات السمعية المحددة في التوصية ITU-R BS.647 بشكل متزامن مع الإشارات الفيديوية.

3.5.1 نسب الأعداد غير الصحيحة – إطباق الخمسة أرتال

بالنسبة للأنظمة الفيديوية التي يشتمل الرتل الفيديوي فيها على أجزاء من عدد الأرتال كما هو محدد في التوصية ITU-R BS.647، يمكن تثبيت ميقاتيات العينات السمعية المحددة في التوصية ITU-R BS.647 باستخدام الإشارة المرجعية الفيديوية المعرّفة في التذييل 3. وفي هذه الحالة، تكون دورة الإطباق مؤلفة من 5 أرتال.

4.5.1 نسب الأعداد غير الصحيحة – الإطباق العشوائي

من الممارسات الشائعة أن تتزامن ميقاتية العينات السمعية مع الرتل الفيديوي بطريقة عشوائية. وعلى الرغم من أن تردد ميقاتية العينات مثبّت، فإنه لن تتم المحافظة على الطور المطلق. وتتطلب الأنظمة التي تستعمل وسيلة الإطباق هذه وجود دوارئ (أدوات خزن احتياطي) تضمن تساوي الطور في جميع المعدات.

ملاحظـــة – فيما لا يُدخر جهد للحفاظ على تتابع 5 أرتال، فليس غريباً أن يوجد عدد أقل أو أكبر من العينات ضمن تتابع 5 أرتال. وتحدث هذه التباينات عند تنقيح المواد أو تبديلها.

2 الممارسة الموصى بها لمزامنة المعدات

1.2 متطلبات إشارة DARS

1.1.2 نسق إشارة DARS

ينبغي أن يكون لإشارة DARS النسق والتشكيلة الكهربائية للسطح البيني السمعي الرقمي ذي القناتين وأن تستعمل الواصل نفسه الوارد في التوصية ITU-R BS.647. ومع ذلك، ينبغي أن يكون الهيكل الأساسي لنسق السطح البيني السمعي الرقمي، حيث يكون التمهيد وحده نشطاً، مقبولاً كإشارة مزامنة سمعية رقمية.

2.1.2 درجة إشارة DARS

يمكن تصنيف إشارة DARS في فئة الدرجة 1 أو الدرجة 2. انظر أيضاً الفقرة 2.2.

ولا يُسمح إلا بإشارة DARS من الدرجة 1 لكي يعتبر الامتثال لهذه التوصية متحققاً.

1.2.1.2 الدرجة 1

الإشارة DARS من الدرجة 1 هي إشارة عالية الدقة مصممة لمزامنة مجمّع من عدة استديوهات بصورة منتظمة، ويمكن استعمالها أيضاً من أجل استوديو قائم بذاته.

3.1.2 تعرّف إشارة DARS

يتم التعرّف إلى إشارة DARS، التي يتمثل الغرض الأولي منها في مزامنة الاستديوهات، تبعاً للاستعمال المقرر لها بواسطة البايت 4، البتتين 0 و1، لحالة القناة المحددة في التوصية ITU-R BS.647:

الجـــدول 2

البايت 4، البتتان 0 و1: إشارة DARS

البتات	1 0	الإشارة المرجعية السمعية الرقمية
الحالات	0 0	ليست إشارة مرجعية (حالة افتراضية)
	1 0	إشارة مرجعية من الدرجة 1
	0 1	إشارة مرجعية من الدرجة 2*
	1 1	محجوزة ولا يجب استعمالها قبل تعريفها أيضاً

* لا تستعمل في هذه التوصية.

4.1.2 المحتوى غير السمعي لإشارة DARS

ينبغي التعرّف إلى إشارة DARS في حالة القناة "كتشفير شفري نبضي (PCM) غير خطي" عندما تحتوي على بيانات أخرى تجعلها غير مستقرة كإشارة سمعية عادية. انظر التوصية ITU-R BS.647، حالة القناة.

ملاحظـــة – يمكن أن تحمل إشارة DARS نغمة تراصف في شكل تشفير شفري نبضي خطي.

5.1.2 التاريخ والوقت في إشارة DARS

عندما تستعمل إشارة DARS لحمل معلومات التاريخ والوقت في قناة المستعمل، يجب الإشارة إلى ذلك في حالة القناة باستخدام البتات المحددة في التوصية ITU-R BS.647[1] لنقل البيانات الشرحية إلى قناة المستعمل.

6.1.2 تردد اعتيان إشارة DARS

ينبغي أن تكون ترددات الاعتيان الموزعة بواسطة إشارة DARS مساوية 48 kHz أو 96 kHz (انظر الفقرة 2.2.2).

---

[1] التوصية ITU-R BS.647-3 (2011)، الجزء 3، الفقرة 3.3.

2.2 التفاوتات المسموحة في تردد اعتيان المعدات

1.2.2 دقة التردد على المدى الطويل

ينبغي أن تحافظ إشارة DARS من الدرجة 1 على دقة في التردد على المدى الطويل لا تتعدى ±1 جزء في المليون من التردد الاسمي الخاص بها. ولا يطلب من المعدات المصمّمة لتوفير إشارات مرجعية من الدرجة 1 إلا أن تُطبق على إشارات مرجعية أخرى من الدرجة 1.

2.2.2 مدى الالتقاط

ينبغي أن يساوي مدى الالتقاط الأدنى لمذبذبات المعدات المصمّمة للإطباق على إشارات الدخل الخارجية ±2 جزء في المليون بالنسبة لمعدات الدرجة 1.

3.2 علاقات توقيت المعدات

1.3.2 فكرة عامة

تستخدم نقطة مرجع التوقيت لتحديد علاقة التوقيت بين إشارة DARS والدخل السمعي الرقمي وإشارات الخرج.

1.1.3.2 طور توقيت الخرج

يجب أن يكون الفرق بين نقاط مراجع التوقيت لإشارات DARS وجميع إشارات الخرج عند نقاط توصيل المعدات أقل من ±5% من فترة الرتل المحددة في التوصية ITU-R BS.647.

وينبغي أن تكون نقطة مرجع التوقيت لإشارة خرج ذات تردد اعتيان مضاعف أو أعلى واقعة ضمن التفاوت المسموح لمعدل الأرتال الوارد في التوصية ITU-R BS.647.

2.1.3.2 تأخير الأجهزة

تُصمم المستقبلات بحيث يبقى عدد عينات التأخير عبر الجهاز ثابتاً ومعروفاً، بينما يكون الفرق بين نقاط مراجع التوقيت لإشارات DARS وجميع إشارات الدخل أقل من ±25% من فترة الرتل المحددة في التوصية ITU-R BS.647.

2.3.2 حدود التوقيت

يحدد الجدول 3 قيم التفاوتات المسموحة في ترددات العينات التي تستعمل في هذه التوصية.

الـــجدول 3

مزامنة الإشارات السمعية الرقمية: الحدود

تردد الاعتيان المهني (kHz)	نافذة المزامنة µs		
	$1/f_s$	التغير المسموح، الدخل (الفقرة 2.1.3.2)	التغير المسموح، الخرج (الفقرة 1.1.3.2)
48	20,83	±5,2	±1,0
96	10,41	±2,6	±0,5

4.2 المرجع الفيديوي[2]

يتمثل أحد أهداف هذه التوصية في تحديد بداية التمهيد من النمط X أو Z لإشارة DARS بالنسبة لنقطة معروفة من الإشارة المرجعية الفيديوية.

1.4.2 المرجع 25 أو 50 Hz

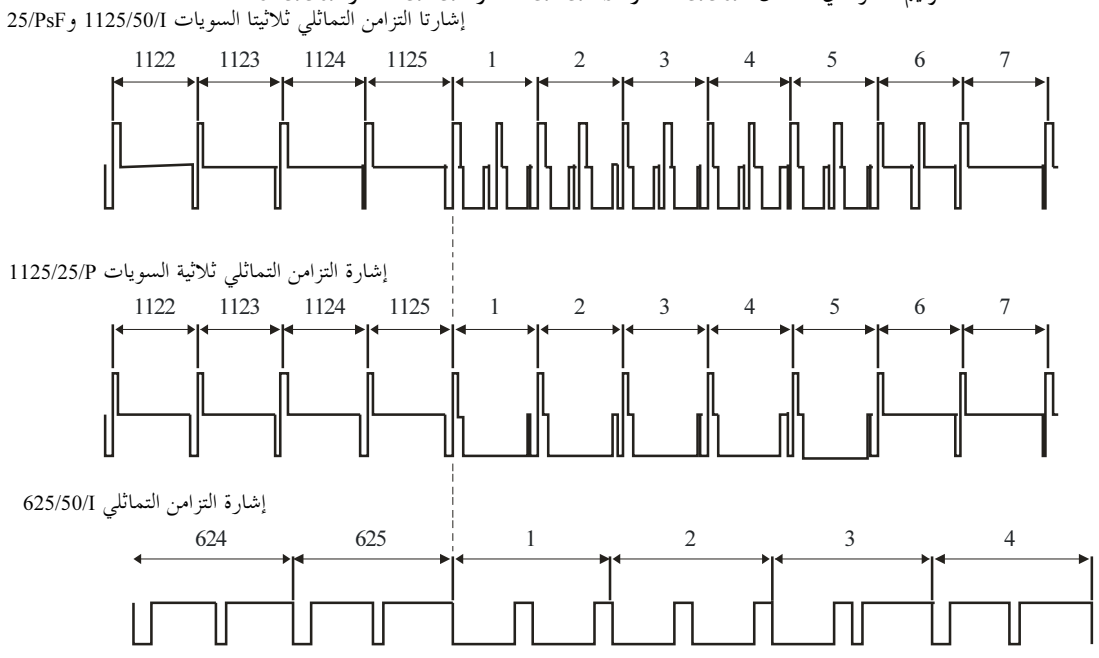
من الممارسات الشائعة في الأنظمة التلفزيونية المتصلة بالتردد 25 أو 50 Hz استعمال إشارة اللون الأسود التماثلية في نظام PAL. ويرد تعريف للشكل الموجي لإشارة PAL في التوصية ITU-R BT.1700.

1.1.4.2 توقيت نسق السطح البيني الفيديوي

يبين الشكل 1 العلاقة الطورية في نبضات التزامن الرأسية والأفقية بين إشارات التزامن ثلاثية السويات 1125/50/I و1125/25/P وإشارة التزامن التماثلية 625/50/I.

الشـــكل 1

ترقيم الخطوط في الأنساق 1125/50/I و1125/25/PsF و1125/25/P و625/50/I

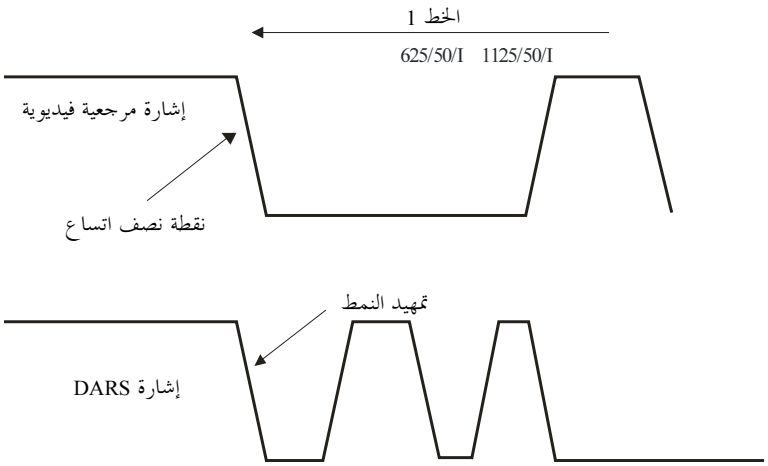


BS.2032-01

[2] لأغراض هذه التوصية، تستعمل أرقام خطوط السطح البيني لوضع مراجع التوقيت.

الشـــكل 2

مرجع تمهيد النمط X لإشارة DARS



BS.2032-02

وينبغي أن يكون إسناد إشارة DARS من النمط X منسوباً إلى نقطة نصف اتساع الحافة الأمامية لنبضة مزامنة الخط 1 في الإشارة التلفزيونية في كل رتل فيديوي.

2.4.2 المرجع 30 أو 60 Hz[3]

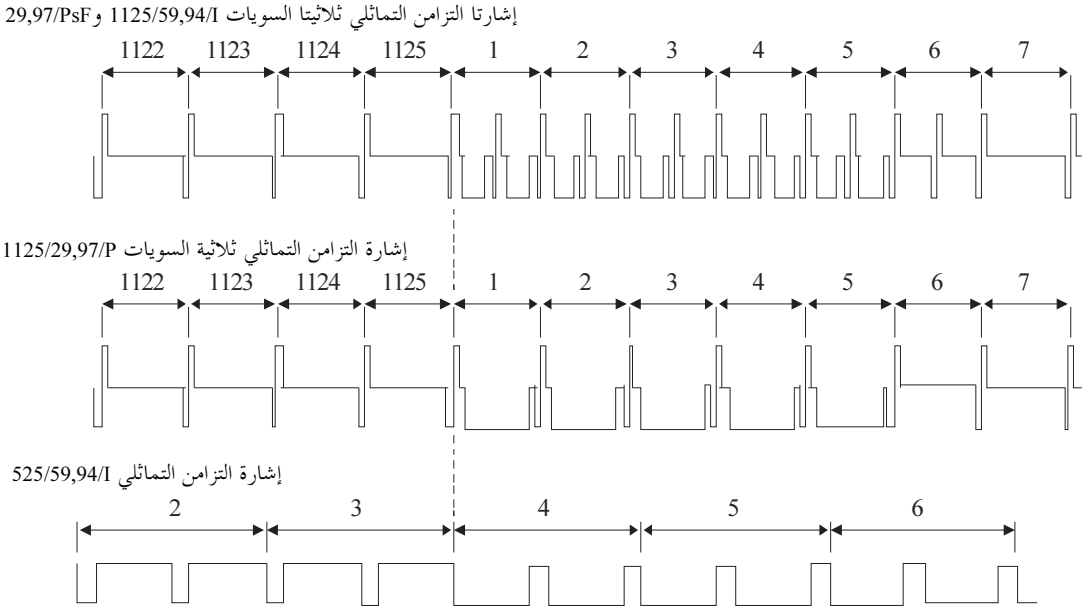
يبين الشكل 3 العلاقة الطورية في نبضات التزامن الرأسية والأفقية بين إشارات التزامن ثلاثية السويات 1125/59,94/I و1125/29,97/P وإشارة التزامن التماثلية 525/60/I.

[3] القيم الدقيقة هي 30/1,001 و60/1,001.

1.2.4.2 توقيت نسق السطح البيني الفيديوي

الشـــكل 3

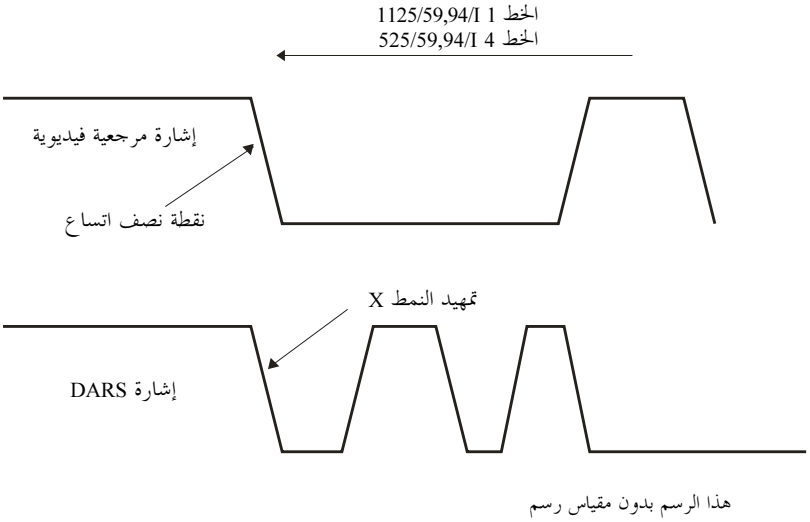
ترقيم الخطوط في الأنساق 1125/59,94/I و1125/29,97/PsF و1125/29,97/P و525/50/I



BS.2032-03

الشـــكل 4

مرجع تمهيد النمط X لإشارة DARS



BS.2032-04

وينبغي أن يكون إسناد إشارة DARS من النمط X منسوباً إلى نقطة نصف اتساع الحافة الأمامية لنبضة مزامنة الخط 1 بالنسبة للأنظمة التي تعمل بـــ 1080 خطاً ولنبضة مزامنة الخط 4 بالنسبة للأنظمة التي تعمل بـــ 525 خطاً. وينبغي ضبط توقيت تراصف تمهيد النمط X لإشارة DARS عند كل خامس رتل. وثمة احتمال بحدوث تخالف في العينات قدره a ±1. وتظهر في التذييل 3 الإشارة المرجعية ذات 525 خطاً مع تحديد 5 أرتال.

3.4.2 إجمالي التفاوت المسموح في الطور

للمساعدة في التطبيقات العملية، ينبغي أن يعادل التفاوت المسموح في الطور بين إشارات DARS والمرجع الفيديوي ±5% من فترة الرتل المحددة في التوصية ITU-R BS.647، يضاف إلى ذلك التفاوت المسموح بقيمة ±5% الذي حُدد في الفقرة 1.1.3.2 للمزامنة السمعية الرقمية عند خرج النظام.

5.2 ممارسة الأنظمة

تتطلب الممارسات الهندسية الجيدة أن تكون الاختلافات في التوقيت بين مسيرات الإشارات بأدنى حد لها، وذلك لتجنب تراكم أخطاء التوقيت مع ما ينطوي عليه ذلك من خطر فقدان المزامنة.

6.2 ارتعاش الميقاتية

يمكن أن تكون ضوضاء الارتعاش عشوائية أو على صورة تشكيل، وأن تسبب عند ترددات أدنى من معدل الاعتيان خطأ في التوقيت يتراكم وفقاً لاتساع موجة التشكيل وترددها.

ملاحظـــة – تحدد التوصية ITU-R BS.647 حدود الارتعاش على السطح البيني السمعي الرقمي.

3 التاريخ والوقت

تنص الفقرة 5.1.2 على إشهار علم التاريخ والوقت في حالة القناة. وقد يتخذ ذلك شكلاً يلائم نقل تدفق البيانات الشرحية بحسب التوصية ITU-R BS.647.

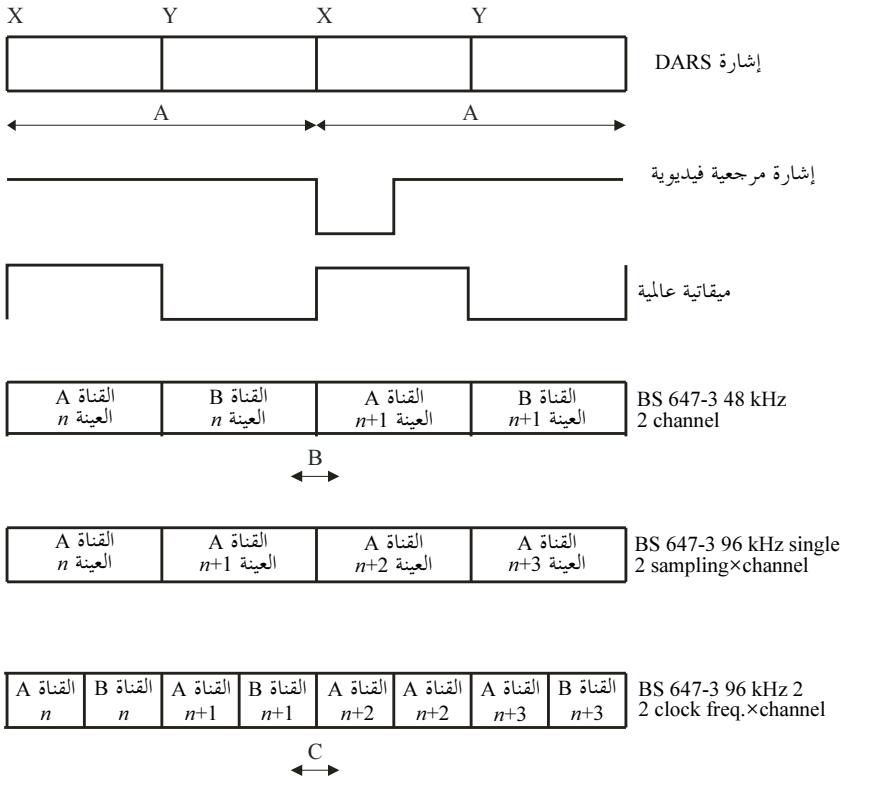
التذييل 1

(إعلامي)

علاقات التوقيت

الشـــكل 5

العلاقات الطورية المفضلة واستعمال القناة



BS.2032-05

	قيم التوقيت
A	20,5 µs – فترة الرتل عند تردد اعتيان 48 kHz
B	التفاوت المسموح ±1 µs
C	التفاوت المسموح ±0,5 µs

التذييل 2

(إعلامي)

ميقاتية العينات

يمكن تلبية جميع متطلبات التوقيت لهذه التوصية بواسطة موجة مربعة يكون لها المعدل الأساسي لتردد الاعتيان وتعرف عادة باسم ميقاتية العيّنات. وهي تستعمل بين الأجزاء المختلفة للمعدات لتوفير تردد اعتيان مثبّت على ترددات مختلف المصادر.

وهذه الموجة ليست مقيّسة والمعلمات المشار إليها هي مجرد أمثلة. وتُنقل الموجة عادة على كبل متحد المحور بحيث يتمكن خرج واحد من مزامنة معدات الاستقبال عن طريق إغلاق دارة الإشارة في كل جهاز على حدة، وربما عن طريق إنهاء الكبل بمعاوقة 75 Ω في الطرف البعيد.

وقد يتغير اتساع الإشارة المرسلة ذروة لذروة من 1 V إلى 5 V، وتكون مقترنة بتيار متناوب أو مستمر.

أما سوية فلطية الدفع التي ستوفر الوظيفة المطلوبة على الأرجح فتساوي 5 V وتكون مقترنة بتيار مستمر وقادرة على تغذية حمولة بمعاوقة 75 Ω.

وحينما تكون المعدات الجديدة مصممة لاستعمال إشارة ميقاتية العينات، يوصى بأن تعامل الحافة الصاعدة للإشارة بمثابة نقطة التوقيت المرجعية المشار إليها في الفقرة 3.2.

وتستعمل عبارة "ميقاتية العينات" أيضاً في مستوى لوحة الدارة لوصف الإشارات المنطقية ذات ترددات الاعتيان المختلفة.

وتستعمل ميقاتية العينات عادة مع الإشارات السمعية الرقمية غير تلك الواردة في التوصية ITU-R BS.647.

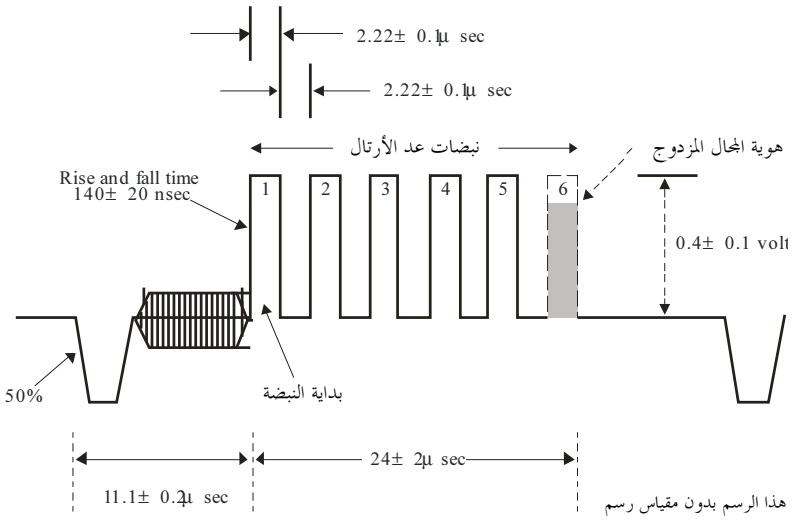
التذييل 3

(إعلامي)

إشارة مرجعية من 525 خطاً مع تحديد 5 أرتال

الشـــكل 6

إشارة مرجعية من 525 خطاً مع تحديد 5 أرتال



يتم تشفير تعرّف التتابع المؤلف من عشرة مجالات/صور (خمسة أرتال) على النحو التالي:

- تقحم إشارة التعرف على الخطين 15 و278.
- تكون النبضة الأولى موجودة بصفة دائمة، وتقوم بوظيفة نبضة البداية.
- يلي ذلك سلسلة من النبضات بين النبضة صفر والنبضة الرابعة من نبضات عد الأرتال التي تزيد بقيمة واحد على الخط 15 (كل مجال مفرد). وتكون النبضة السادسة موجودة على الخط 278 (مجال مزدوج) فقط. ويفصل بين النبضات فراغات تكون مدتها مساوية لمدة النبضات.

ولا تُحدد بداية التتابع المؤلف من عشرة مجالات ولا تكون متراصفة مع أي قيمة زمنية أو قيمة للشفرة الزمنية. ويتوفر المزيد من التفاصيل في التذييل 4.

التذييل 4

(إعلامي)

مراجع إعلامية

SMPTE 318M-1999, *Synchronization of 59.94 or 50 Hertz related video and audio systems in analogue and digital areas*: Society of Motion Picture and Television Engineers, White Plains, NY., US.

st0318-1999.pdf

_____