الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصيـــة ITU-R BS.1548-4

(2013/01)

متطلّبات المستعمِل لأنظمة التشفير السمعي من أجل الإذاعة الرقمية

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.1548-4*

متطلَّبات المستعمِل لأنظمة التشفير السمعي من أجل الإذاعة الرقمية

(المسألة ITU-R 19-1/6)

(2013-2012-2006-2002-2001)

مجال التطبيق

تحدِّد هذه التوصية المتطلَّبات المتعلقة باستعمال أنظمة التشفير السمعي في مصدر الإذاعة الصوتية، بما في ذلك التلفزيون. وتشمل التوصية تطبيقات المساهمة والتوزيع والبث.

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن النظام الصوتي المتعدد القنوات، مع صورة مصاحبة أو بدونها، هو موضوع التوصية ITU-R BS.775؛

ب) أن موضوع التوصية ITU-R BS.1196 هو أنظمة التشفير السمعي في الإذاعة الرقمية؛

ج) أن أنظمة التشفير المُوصى بها في التوصية ITU-R BS.1196 توفر أساليب تشفير أحادي الصوت أو مُجسَّم الصوت في قناتين وفي عدة قنوات؛

د) أن الجودة السمعية الأساسية وجودة الصورة الصوتية المجسَّمة اللازمة للإذاعة التلفزيونية والصوتية يتعين أن تكون على أعلى مستوى ممكن، بحيث يتعذر تمييزها عموماً عن مادة المصدر؛

هـ) أنه يتعين أن تكون الجودة السمعية اللازمة لبعض تطبيقات البث مكافئة أو أفضل من جودة استقبال الخدمات الإذاعية التماثلية بتشكيل تردد (FM) أو تشكيل اتساعي (AM)؛

و) أن التوصية ITU-R BS.1283 هي دليل يُسترشَد به في توصيات قطاع الاتصالات الراديوية (ITU-R) بشأن التقدير الشخصي لجودة الصوت؛

ز) أنه ينبغي إمعان النظر في قابلية التشغيل البيني وتشغيل الشبكات الذي يشمل توصيلات برامج من قبيل وصلات المساهمة والتوزيع؛

ح) أن من الضروري إمعان النظر في قابلية التشغيل البيني لما هو متوفر حالياً للمستهلك من تجهيزات سمعية متعددة القنوات مثل مفككات تشفير أصداء المصفوفات المحيطية ومفككات التشفير المنفصلة المتعددة القنوات؛

ط) أنه يجب، عند تطبيق نظام صوتي متعدد القنوات في خدمة إذاعية قائمة، النظر في مدى تلاؤمه مع أجهزة المستقبلات القائمة لضمان استمرار تقديم الخدمة؛

ي) أنه نظراً لكثرة التطبيقات المتعلقة بهذه الأنظمة، ينبغي عموماً تحديد جميع المتطلبات التقنية ومتطلبات الجودة والتشغيل تحديداً واضحاً؛

* أدخلت لجنة الدراسات 6 للاتصالات الراديوية تعديلات صياغية على هذه التوصية في نوفمبر 2009 وأكتوبر 2010 طبقاً للقرار ITU-R 1.

ك) أن أداء أنظمة التشفير السمعي يعتمد بشكل كبير على التشكيل الذي يعمل النظام في إطاره (معدل البتات، استعمال تصفيف سابق واستعمال التشفير المركب، وما إلى ذلك)؛

ل) أن هناك عدة خدمات إذاعية تستعمل بالفعل الأنظمة الموصى بها في التوصية ITU-R BS.1196 أو حددت فعلاً استعمال هذه الأنظمة؛

م) أن من الضروري بالتالي أن تحصل الجهات المذيعة على المعلومات اللازمة لإنشاء جميع معلمات التشفير المتيسِّرة للأنظمة الموصى بها؛

ن) أنه لا يُستحسن البتة إدخال أنظمة غير متوائمة بخصائص أداء مماثلة؛

س) أنه ينبغي أن تتمكّن الجهات المذيعة التي لم تستهل تقديم خدماتها بعد، من اختيار أنسب نظام لتطبيقاتها وأكثرها فاعلية من حيث التكلفة،

توصـــي

1 أنه ينبغي أن تستوفي أنظمة التشفير السمعي للإذاعة الرقمية التلفزيونية والصوتية لتطبيقات المساهمة والتوزيع، المتطلبات المبينة في الملحق 1؛

2 أنه يجب أن تستوفي أنظمة التشفير السمعي للإذاعة الرقمية التلفزيونية والصوتية لتطبيقات البث المتطلبات المبينة في الملحق 2؛

3 أنه من الضروري أن تنظم فئات الجودة السمعية المبينة في الملحق 3 الجودة والتطبيقات السمعية الواردة في النقطتين 1 و2 من *توصي*.

الملاحظـــة 1 – ترد في التذييل 1 للملحق 1 معلومات عن الأنظمة التي ثُبت استيفاؤها لمتطلبات الجودة وغيرها من المتطلبات المتعلقة بتطبيقات المساهمة والتوزيع.

الملاحظـــة 2 – ترد في التذييل 1 للملحق 2 معلومات عن الأنظمة التي ثبت استيفاؤها لمتطلبات الجودة وغيرها من المتطلبات المتعلقة بتطبيقات البث.

الملحق 1

متطلَّبات المساهمة والتوزيع

ينبغي أن تستوفي أنظمة التشفير السمعي للإذاعة الرقمية التلفزيونية والصوتية لتطبيقات المساهمة والتوزيع على حد سواء، المتطلبات الواردة أدناه.

1 متطلبات الخدمة

1.1 تشكيلات القنوات

فيما يتعلق بالخدمات السمعية، ينبغي دعم تشكيلات القنوات التالية وفقاً لاحتياجات التطبيقات (انظر التوصية ITU.R BS.775 – النظام الصوتي المجسّم متعدد القنوات، مع صورة مصاحبة أو بدونها):

عدد القنوات	تشكيلة القنوات	تخصيص القنوات
قناة واحدة	1/0	أحادية الصوت
قناتان اثنتان	2/0	يسار، يمين
3 قنوات	3/0 2/1	يسار، يمين، وسط يسار، يمين/إحاطة
4 قنوات	3/1 2/2	يسار، يمين، وسط/إحاطة يسار، يمين/إحاطة يساراً، إحاطة يميناً
5 قنوات	3/2	يسار، يمين، وسط/إحاطة يساراً، إحاطة يميناً

علاوةً على وجود قناة تأثيرات منخفضة الترددات، اختيارية (LFE).

وفيما يخص المساهمة، قد يكون من الضروري بالإضافة إلى ذلك، تقديم برامج تُنتج بأنساق تختلف عن تلك المبينة أعلاه، مثل 3/4، وبالتالي، ينبغي أن يتيح نظام التشفير إمكانية استيعاب المزيد من القنوات العالية الجودة.

2.1 التوزيع المرن للقنوات

ينبغي أن يوفر تدفق البتات معطيات لتعرف الهوية من أجل تشوير التشكيلات الصوتية والتحكم فيها. ويجب أن يوفر نظام الإرسال إمكانية للانتقال دينامياً من تشكيلة إلى أخرى من تشكيلات القنوات الواردة في الفقرة 1.1.

3.1 المعطيات المساعدة

ينبغي أن يوفر نظام التشفير السمعي إمكانية إرسال المعطيات المساعدة. وبإمكان هذه المعطيات نقل عدة أنواع من المعلومات، بما في ذلك التحكم في المدى الدينامي وضبط جهارة الصوت ومعطيات المستعمل وجميع البيانات الشرحية اللازمة لمشفِّر البث الذي يُشفر الإشارة السمعية النهائية لتسليمها إلى المستهلك.

2 متطلبات الأداء

1.2 الجودة السمعية

1.1.2 الجودة السمعية الأساسية

جودة الصوت الناتجة بعد تشلشل مساهمة/توزيع مرجعي (خمسة كودكات مساهمة وثلاثة كودكات توزيع تعمل بالتعاقب) هي جودة ينبغي أن يتعذر تمييزها شخصياً عن مصدر معظم أنماط مواد البرامج السمعية. وبتطبيق اختبار الحجب المزدوج الثلاثي الحوافز مع المرجع المحجوب الذي يرد وصف له في التوصية ITU-R BS.1116 – طرائق التقييم الشخصي للانحطاط الضعيف في الأنظمة السمعية بما في ذلك الأنظمة الصوتية متعددة القنوات – فإن هذا الأمر يتطلب علامات متوسطة أعلى عموماً من 4,5 في سلم الانحطاط خماسي الدرجات، بالنسبة للمستمعين في موقع التسمّع المرجعي. وينبغي ألا يكون البند المصنف في أسوأ الحالات ذا درجة أدنى من 4 (التوصية ITU-R BS.775).

الملاحظـــة 1 – تبين فترة الثقة (قضيب الخطأ) المصاحبة للعلامة المتوسطة الوحيدة لكودك وبند معينين، المدى الأعلى من العلامة المذكورة والأدنى منها اللذَين يمكن أن تندرج ضمنهما العلامة الحقيقية، بدرجة ما من اليقين تبلغ نسبتها عادة 95%. وقد تكون العلامة الحقيقية لكودك وبند معينين سيئة بقدر سوء الحد الأدنى لفترة ثقة العلامة المذكورة. ومن أجل تقييم جودة الأداء المتوقع للكودكات المتشلشلة تقييماً مجدياً، يجب أن تكون فترة الثقة المصاحبة للعلامات المتوسطة المذكورة لآحاد الكودكات مساوياً تقريباً للفرق بين العلامات التي تجري مقارنتها أو أقل منه.

الملاحظـــة 2 – ينبغي ألا يؤدي تشلشل المساهمة/التوزيع، عند وضعها بالترادف مع كودك البث، إلى تقليل الجودة بشكل كبير بالمقارنة مع الجودة السمعية الأساسية لكودك البث. ويستدعي تحديد ذلك بدقة المزيد من البحث.

الملاحظـــة 3 – يمكن القيام لاحقاً بدمج معلمات الجودة السمعية الموضوعية لتطبيقات المساهمة/ التوزيع وفقاً للتوصية ITU-R BS.1387.

2.1.2 استبانة التكمية

ينبغي أن تكون الاستبانة اللازمة بمقدار 18 بتة على الأقل في التوزيع، ويفضَّل أن تكون بمقدار 20 بتة أو أكثر في المساهمة.

3.1.2 تردد الاعتيان

ينبغي أن يكون تردد الاعتيان بمقدار 48 kHz وفقاً للتوصية ITU-R BS.646 – تشفير عند المصدر لإشارات الصوت الرقمية في استوديوهات الإذاعة.

4.1.2 عرض النطاق

القنوات السمعية الرئيسية: 20-20 000 Hz.

قناة تأثير منخفضة الترددات (LFE): 15-120 Hz.

5.1.2 التشديد

يجب أن يكون نظام التشفير السمعي خالياً من التشديد.

6.1.2 المقدرة الترادفية

تتوقف المقدرة الترادفية اللازمة على التطبيق وفقاً للجدول التالي:

التوزيع	3 كودكات متشلشلة
المساهمة	5 كودكات متشلشلة

وأُخذ هذان الرقمان من تجارب أُجريت سابقاً لتقييم الأنظمة الإذاعية الصوتية بقناتين (انظر التوصية ITU-R BS.1196 – التشفير السمعي للإذاعة الرقمية) وقد لا يمثلان حالات التشغيل العملية للأنظمة الإذاعية الراديوية والتلفزيونية. وثمة حاجة إلى المزيد من المعلومات لتحديد هذا الجانب بشكل أفضل.

7.1.2 مقدرة ما بعد المعالجة

تتوقف مقدرة ما بعد المعالجة اللازمة إلى حد كبير على التطبيق. وبالنسبة إلى التوزيع يمكن تطبيق حالات خبو متقاطعة علاوةً على التحكم في المدى الدينامي.

2.2 التأخّر في مهلة التشفير

يجب أن يكون تأخر التشفير في جميع قنوات برنامج معين متطابقاً. وينبغي أيضاً أن يكون تأخر التشفير أقصر ما يمكن، مع مراعاة أداء التشفير اللازم (أي، مقدار التخفيض في معدل البتات). وفي حالة الصوت الصادر من التلفزيون، ينبغي أن يكون تأخر الإشارات السمعية متوائماً مع تأخر تشفير إشارات الفيديو. ويُفضل أن يُنتج المشفر السمعي أرتالاً سمعية مشفرة (وحدات نفاذ) تطابق تماماً الفترة الزمنية لرتل الفيديو المناظر.

3.2 الحماية من الأخطاء

ينبغي توفير آلية في تدفق البتات السمعي لإفساح المجال أمام مفكك التشفير لتحديد المتبقي من أخطاء القنوات وتطبيق طرائق سليمة لإخفائها.

4.2 مهلة الاستعادة

لا بد أن تكون مهلة الاستعادة أقصر ما يمكن. وفي حال تطبيق وحدات نفاذ سمعي (AAU)، ينبغي أن تكون المهلة ضمن حدود القليل من وحدات AAU كحد أقصى، وينبغي من باب التفضيل، استعادة الصوت عند تسلُّم أول وحدة AAU خالية من الأخطاء.

3 المتطلبات الوظيفية والتشغيلية

1.3 معدل البتات ونظام التشفير

بالنسبة لوصلات التوزيع والمساهمة، توصي التوصية ITU-R BS.1196 باستعمال نظام التشفير IS 11172-3 من الطبقة الثانية بمعدل بتات قدره 180 kbit/s لكل قناة أو أعلى، الصادر عن المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO)/اللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC). ويمكن تطبيق النظام بمعدل بتات مختلف لأسباب عدة، أو بالإمكان استعمال أنظمة أخرى.

وقد تشمل هذه الأسباب ما يلي:

- التشفير الإضافي لدعم معالجة الإشارات التي يمكن إدراجها بين أجيال التشفير (لم تختبر هذه الحالة أو يُتحقق منها عند وضع التوصية ITU-R BS.1196)؛
- الحصول على معدل بتات أدنى في وصلة التوزيع والمساهمة؛
- الحصول على جودة أعلى؛
- إمكانية تحقيق التزامن والتبديل مع إشارات الفيديو المصاحبة.

2.3 التشفير المركّب

تنطوي مادة البرامج الثنائية أو المتعددة القنوات غالباً على بعض عناصر الارتباط الإحصائية المشتركة بين القنوات. ويمكن أن يكون التشفير المركب طريقة فعالة لتقليل انعدام الترابط أو الإطناب فيما بين القنوات، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة التشفير. وتستعمل بعض أنظمة التشفير معايير ملموسة لإلغاء جزء من عدم الترابط فيما بين القنوات عن طريق ربط قناتين أو أكثر معاً في مناطق الترددات التي تضعف فيها مقدرة الأذن البشرية على تمييز اتجاه المصدر. وتنطوي هذه التقنية على ضرر يتمثل في عدم إمكان إعادة تحديد صائبة لموقع المعلومات المتعلقة بالصوت عموماً في القنوات الأصلية في مرحلة لاحقة. وينبغي ألا تُستعمل أنظمة التشفير المركب هذه في تطبيقات المساهمة ولا في الكثير من تطبيقات التوزيع.

التذييل 1
للملحق 1
(إعلامي)

المعلومات المتعلقة بأنظمة التشفير التي ثبت أنها تفي بمتطلبات الجودة وغيرها من متطلبات المستعمِل بالنسبة إلى المساهمة والتوزيع

ترد المتطلبات المحددة في الملحق 1 في العمود الأيمن من الجدول 1. ويبين العمود الأيسر قدرة كودكات معينة على الوفاء بهذه المتطلبات. ويُتوقع أن تشتمل المراجعات المقبلة لهذه التوصية على المزيد من المعلومات عن الكودكات الإضافية.

الجـــدول 1

قائمة بالمتطلبات الواردة في الملحق 1		كودك: Dolby E [المرجع 1]
1.1	تشكيلات القنوات	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 6]
2.1	التوزيع المرن للقنوات	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 15]
3.1	المعطيات المساعدة	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 14]
1.1.2	الجودة السمعية الأساسية	مستوفاة، [المرجع 2]
2.1.2	التكمية	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 5]
3.1.2	تردد الاعتيان	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 5]
4.1.2	عرض النطاق	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 9]
5.1.2	التشديد	مستوفاة، [المرجع 1]
6.1.2	المقدرة الترادفية	مستوفاة، [المرجع 2]
7.1.2	المعالجة بعد الإنتاج	غير مُتثبت منها
2.2	تأخر التشفير	مستوفاة[1]، [المرجع 1، الصفحة 7]
3.2	الحماية من الأخطاء	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 15]
4.2	وقت الاسترداد	مستوفاة، [المرجع 1، الصفحة 15]
1.3	معدل البتات والتشفير	مستوفاة[2]، [المرجع 1، الصفحة 6]
2.3	التشفير المركب	مستوفاة، [المرجع 1]

(1) من أجل تسهيل تشغيل هذه الأجهزة مع صوت التلفزيون، فإن التأخر في التشفير أو فك التشفير يكون مطابقاً لمعدل رتل فيديو مناظر (1/24، 1/25، 1/30 s) وتقابل وحدات النفاذ أرتال الفيديو.

(2) معدل البتات لكل قناة هو 250 kbit/s من أجل الحصول على المزايا المبينة في الفقرات الأولى والثالثة والرابعة من الفقرة 1.3.

المراجـــع

[1] FIELDER, L. D., LYMAN, S. B., VERNON, S. and TODD, C. C. [September 1999] Professional audio coder optimized for use with video. 107th AES Convention, New York, NY, United States of America.

[2] GRANT, D., DAVIDSON, G. and FIELDER, L. [21-24 September 2001] Subjective evaluation of an audio distribution coding system. 111th AES Convention, New York, NY, United States of America.

الملحق 2

متطلبات البث

ينبغي أن تفي أنظمة التشفير السمعي للإذاعة الرقمية التلفزيونية والصوتية لتطبيقات البث، المتطلبات الواردة أدناه.

1 متطلبات الخدمة

1.1 تشكيلات القنوات

فيما يخص الخدمات السمعية، ينبغي القيام، وفقاً لاحتياجات التطبيقات، (انظر التوصية ITU-R BS.775)، بدعم تشكيلات القنوات التالية:

عدد القنوات	تشكيلة القنوات	تخصيص القنوات
قناة واحدة	1/0	أُحادية الصوت
قناتان اثنتان	2/0	يسار، يمين
3 قنوات	3/0 2/1	يسار، يمين، وسط يسار، يمين/إحاطة
4 قنوات	3/1 2/2	يسار، يمين، وسط/إحاطة يسار، يمين/الإحاطة يساراً، الإحاطة يميناً
5 قنوات	3/2	يسار، يمين، وسط/الإحاطة يساراً، الإحاطة يميناً

علاوةً على وجود قناة تأثيرات منخفضة التردد، اختيارية (LFE).

2.1 الخدمات السمعية

بالإضافة إلى الخدمة السمعية الرئيسية، يمكن تقديم الخدمات السمعية المصاحبة الواردة أدناه وفقاً لاحتياجات التطبيقات، وهي:

- خدمة متعددة اللغات – وتتكون من قناة مستقلة واحدة أو أكثر تُستعمل لتوزيع برنامج ما مع التعليق عليه بلغة واحدة أو أكثر،
- خدمات سمعية للمصابين بعاهات سمعية أو بصرية – تتضمن عادةً الخدمات المقدمة للمصابين بعاهات بصرية وصفاً بالصوت لمحتوى الصورة بينما تتضمن الخدمة المقدمة للمصابين بعاهات سمعية الحوار على نحو واضح وكامل بدون

تقديم مستوى منخفض من الموسيقى والتأثيرات الخاصة، أو بالتلازم مع تقديم هذا المستوى لتحسين القدرة على فهم الكلام،

– المعطيات المساعدة – وتُستعمل لنقل عدة أنواع من المعلومات، بما فيها ما يلي: التحكم في المدى الدينامي وضبط جهارة الصوت ومعطيات المستعمل (التوصية ITU-R BS.775).

ويمكن تصنيف الخدمات على اختلافها كالآتي:

– *الخدمة الرئيسية* (تخصص كل قناة من قنوات أي خدمة رئيسية لنفس البرنامج، بما في ذلك قناة تأثير منخفضة الترددات (LFE)، الاختيارية).

– *خدمة (خدمات) موسعة*، ويمكن أن تضم ما يلي:

- *خدمات مستقلة* (تُقدم لبرامج إضافية مستقلة عن برنامج الخدمة الرئيسية، مثل التعليق، أو الخدمات الأخرى التي تحوي قناتين أو أكثر؛ ويمكن اختيار تشكيلات القنوات وفقاً للجدول الوارد في الفقرة 1.1).
- *خدمات بديلة* (تُقدم لبرامج الغرض منها استبدال واحدة أو أكثر من قنوات الخدمة الرئيسية، من قبيل الخدمة المتعددة اللغات، خدمة المصابين بعاهات سمعية).
- *خدمات إضافية* (تضم قنوات يتعين إضافتها إلى قنوات الخدمة الرئيسية، كالتعليق، أو القنوات الإضافية للأنظمة الصوتية المعززة مثل التلفزيون الثلاثي الأبعاد (3D TV)).

ونظراً لأنه ينبغي أن تضم جميع أنظمة الإرسال طبقة نظام قادرة على تنفيذ عمليات تعدد الإرسال، فإنه ليس من الضروري أن تُقدم جميع الخدمات السمعية المذكورة أعلاه بواسطة قطار بتات وحيد.

3.1 التوزيع المرن للقنوات

ينبغي أن يوفر تدفق البتات معطيات لتعرف الهوية من أجل تشوير تشكيلات الإشارات الصوتية والتحكم فيها. ويجب أن يوفر نظام الإرسال إمكانية للانتقال دينامياً من تشكيلة إلى أخرى من تشكيلات القنوات الواردة في الفقرة 1.1.

4.1 المعطيات المساعدة

ينبغي أن يوفر نظام التشفير السمعي إمكانية إرسال المعطيات المساعدة. وبإمكان هذه المعطيات نقل عدة أنواع من المعلومات، بما في ذلك التحكم في المدى الدينامي وضبط جهارة الصوت ومعطيات المستعمل.

2 متطلبات الأداء

1.2 الجودة السمعية

توجد فئتان من فئات الجودة السمعية يُسلَّم بأنهما لأغراض تطبيقات البث المبينة في الملحق 3. وهاتان الفئتان هما البث بجودة عالية ("الجودة CD") والبث بجودة متوسطة.

وتتسم الجودة السمعية بعدة معلمات، ولا سيما طرائق التشفير السمعي ومعدلات الاعتيان ومعدلات البتات. وتتحكم طرائق التشفير السمعي ومعدلات الاعتيان في معدلات البتات اللازمة لاستيفاء الجودة السمعية المطلوبة.

1.1.2 الجودة السمعية الأساسية

1.1.1.2 البث عالي الجودة

عادةً ما تتمتع الجهات المذيعة بالقدرة على التوفيق بين الجودة السمعية ومعدل البتات المطبّق على الإشارات السمعية. ومن الناحية المثالية، تكون جودة الصوت المنتج بعد فك التشفير مماثلة شخصياً للإشارة الأصلية في معظم أنواع مواد البرنامج السمعي. وبتطبيق

اختبار الحَجب المزدوج الثلاثي الحوافز مع مرجع محجوب، الذي يرد وصف له في التوصية ITU-R BS.1116، فإن هذا الأمر يتطلب قيماً متوسطة أعلى عموماً من قيمة 4 في السلم التابع للتوصية ITU-R BS.1116، والمعني بالانحطاط الخماسي الدرجات في موقع التسمّع المرجعي. ومن الناحية العملية، تؤدي أحياناً المتطلبات التجارية إلى التشغيل بمعدلات بتات أدنى من تلك اللازمة لتحقيق هذا المستوى من الجودة. ومع ذلك، ينبغي أن يتيح النظام الخيار أمام الجهة المذيعة للتشغيل بمعدل يحقق مستوى الجودة المذكور.

الملاحظـــة 1 – يمكن القيام لاحقاً بدمج معلمات الجودة السمعية الموضوعية لتطبيقات المساهمة/التوزيع، وفقاً للتوصية ITU-R BS.1387.

2.1.1.2 البث متوسط الجودة

قد يكون من الضروري في بعض تطبيقات البث خفض الجودة السمعية دون مستوى "الجودة CD" ولكن المكافئة أو الأفضل من جودة استقبال الخدمات الإذاعية التماثلية بتشكيل التردد (FM) أو التشكيل الاتساعي (AM). وبتطبيق طريقة الاختبار المتعدد الحوافز بمرجع ومثبِّت محجوبين (MUSHRA) التي يرد وصف لها في التوصية ITU-R BS.1534، قد يكون ضرورياً استعمال المستوى الممتاز المكافئ لدرجة "ممتاز" أو "جيد". ويمكن أيضاً استعمال الصيغ المرشحة بتمرير منخفض للإشارات السمعية غير المعالجة كمثبتات في الاختبار، لأنها تمثل الجودة السمعية للأنظمة الإذاعية الصوتية التماثلية القائمة.

2.1.2 جودة الصورة المُجَسَّمةُ الصوت

ينبغي المحافظة على جودة الصورة الصوتية لمادة المصدر في حالة التشكيلات (ذات القناتين أو متعددة القنوات مجسمة الصوت). وفيما يتعلق بالتشكيلات التي تتضمن قناة مركزية (3/0، 3/1، 3/2)، لا بد من الحفاظ على استقرار اتجاه الصورة الصوتية الأمامية ضمن حدود معقولة في منطقة تُسمع أكبر من التي يوفرها تجسيم الصوت التقليدي بقناتين. أما فيما يخص التشكيلات التي تضم قنوات محيطية (2/1، 2/2، 3/1، 3/2)، فإن من الضروري أن يكون الشعور بالواقع الفضائي (المحيط) أفضل بشكل كبير من الذي يوفره تجسيم الصوت التقليدي بقناتين (التوصية ITU-R BS.775).

3.1.2 استبانة التكمية

ينبغي أن تكون الاستبانة اللازمة بمقدار 16 بتة على الأقل.

4.1.2 تردد الاعتيان

1.4.1.2 البث عالي الجودة

لا بد أن يكون تردد الاعتيان بمقدار 48 kHz وفقاً للتوصية ITU-R BS.646.

2.4.1.2 البث متوسط الجودة

ينبغي السماح باستعمال ترددات اعتيان أدنى من 48 kHz عندما تكون "الجودة CD" غير لازمة. وطبقاً للتوصية ITU-R BS.1196، يجب أن يكون تردد الاعتيان بمقدار 32 kHz أو 48 kHz. كذلك نظراً إلى أن الجودة السمعية المحسوسة لمعدلات البتات المنخفضة للغاية تتحسن باستعمال تردد الاعتيان المنخفض، وأن المعيار السمعي (MPEG-2) يتيح استعمال ترددات اعتيان منخفضة، أي نصف ترددات اعتيان (16 و22,05 و24 kHz)، وربع ترددات اعتيان (8 و11,025 و12 kHz)، فإن ترددات الاعتيان المنخفضة قد تكون ملائمة للبث متوسط الجودة.

5.1.2 عرض النطاق

1.5.1.2 البث عالي الجودة

القنوات السمعية الرئيسية: 20-20 000 Hz.

قناة تأثير منخفضة الترددات (LFE): 15-120 Hz.

2.5.1.2 البث متوسط الجودة

يتوقف عرض النطاق على تردد الاعتيان.

6.1.2 التشديد

ينبغي ألاّ يُستعمل التشديد مع نظام التشفير السمعي.

7.1.2 مقدرة ما بعد المعالجة

تعتمد مقدرة ما بعد المعالجة اللازمة اعتماداً كبيراً على التطبيق. وفي حالة وصلات البث يمكن قصرها على التسوية وضبط المدى الدينامي (مثل مواءمة المدى الدينامي لمادة البرنامج مع المدى الدينامي لبيئة التسمع).

2.2 تأخر التشفير

يجب أن يكون تأخر التشفير متطابقاً في جميع قنوات برنامج معين. وفي حالة الصوت التلفزيوني ينبغي أيضاً أن يكون تأخر تشفير الإشارات السمعية مماثلاً لتأخر تشفير إشارات الفيديو.

3.2 الحماية من الأخطاء

ينبغي توفير آلية في تدفق البتات السمعي تتيح لمفكك التشفير إمكانية كشف المتبقي من أخطاء القنوات وتطبيق طرائق ملائمة لإخفائها.

4.2 مهلة الاستعادة

لا بد أن تكون مهلة الاستعادة أقصر ما يمكن. وبالنسبة للأنظمة التي توفر وحدات نفاذ سمعي (AAU)، ينبغي أن تكون المهلة ضمن حدود القليل من وحدات AAU كحد أقصى، وأن تكون من الناحية المثالية ضمن حدود وحدة AAU وحيدة.

3 المتطلبات الوظيفية والتشغيلية للأنظمة المتعددة القنوات

1.3 الملاءمة مع الأنظمة أحادية الصوت/مُجسَّمة الصوت

1.1.3 الملاءمة نحو الأسفل (التوصية ITU-R BS.775)

يجب أن يكون نسق تدفق البتات المتعدد القنوات قابلاً لفك التشفير بواسطة أصناف مفككات تشفير متباينة التعقيد. وينبغي أن يتسنى داخل مفكك التشفير إعداد عرض عدد من القنوات أقل من عدد القنوات المرسلة، وذلك وفقاً لقدرات الإنتاج المتيسِّرة للمستعمل، من دون إحداث انحطاط غير فقدان آثار تحديد المواقع المجسَّمةُ الصوت أو المتعددة القنوات.

وحُددت طريقتان تكفلان تحقيق ملاءمة نحو الأسفل بمستوى منخفض من التعقيد في المستقبلات. وتتطلب الأولى منهما استعمال عملية المصفوفات التي لا يحتاج فيها عندئذ المستقبل المنخفض التكلفة إلا للقناتين A وB مثلما هو حال النظام 2/0، أي نظام لا يستعمل مصفوفة الملاءمة نحو الخلف. أما الطريقة الثانية فتنطبق على نظام التسليم 3/2 المنفصل. وتُدمج الإشارات المنفَّذة رقمياً باستعمال المعادلات، الأمر الذي يمكّن من الحصول على عدد الإشارات اللازمة. وفي حالة الإشارات المشفرة المصدر ذات معدل البتات المنخفض، يمكن إجراء الخلط نحو الأسفل للإشارات 3/2 قبل القسم الخاص بالتركيب من عملية فك التشفير (حيث يكمن الشطر الأكبر من التعقيدات).

2.1.3 الملاءمة نحو الخلف

ينطبق هذا المتطلب في الحالات التي يجب فيها تكييف أحد التطبيقات القائمة الأحادية/المُجَسَّمة الصوت وفقاً لصوت متعدد القنوات والعمل في نفس الوقت على ضرورة الحفاظ على الخدمات التابعة للمستقبلات القائمة. وفي حالة الأنظمة التي تطبق بالفعل ملاءمة خلفية أحادية أو مجسمة الصوت تفسح المجال أمام تشفير متعدد القنوات بمعدل بتات منخفض، لا بد أن يقوم مفكك التشفير بفك شفرة المعلومات الأساسية المجسَّمة الصوت كما ينبغي، والمكونة من خليط سفلي مناسب من المعلومات السمعية المستمدة من جميع قنوات المصدر. ولاستيفاء هذا المتطلب، يمكن تطبيق طريقة البث في آن معاً أو طريقة التصفيف.

طريقة البث في آن واحد

تتمثل إحدى الطرائق في مواصلة تقديم الخدمة القائمة الأحادية/المُجَسَّمة الصوت وإضافة الخدمة الجديدة للقنوات 3/2. ويُعرَّف هذا النهج باسم عملية البث في آن واحد. ويتسم بميزة تتمثل في إمكانية القيام في وقت معين لاحقاً بوقف الخدمة الأحادية/المجسَّمة الصوت، وإمكانية القيام بشكل مستقل بتحقيق الحد الأمثل في خلط البرامج 2/0 و3/2.

طريقة التصفيف

ثمة طريقة أخرى هي استعمال مصفوفات الملاءمة من أجل الحصول على العدد المطلوب من القنوات السمعية بواسطة توليفة خطية من الإشارات المنقولة داخل قنوات البث. وقد تُستعمل معادلات المصفوفات لضمان تحقيق الملاءمة مع المستقبِلات القائمة. وتُستعمل في هذه الحالة قنوات البث القائمة اليسارية واليمينية لنقل إشارات المصفوفات المتلائمة A وB. وتُستعمل قنوات بث إضافية لنقل إشارات المصفوفات T وQ_1 وQ_2. وقد تكون ميزة هذا النهج في أنه، لإضافة خدمة جديدة، يتعين توفير سعة معطيات إضافية أقل.

3.1.3 الملاءمة نحو الأمام

قد يكون من الضروري أن تتمكن مفككات التشفير من فك شفرة تدفق البتات السمعي الأحادي/مُجسَّم الصوت في التطبيقات التي يجب أن يتزامن فيها وجود النظام الجديد المتعدد القنوات مع النظام الأحادي/مجسَّم الصوت.

2.3 معدل البتات

تحدد التوصية ITU-R BS.1196 معدلات البتات اللازمة لإشارة مجسَّمة الصوت في تطبيق بث عالي الجودة. وعليه، يمكن اعتبار معدل بتات قدره مرتان ونصف المرة (أي، من $5/2 \times 144$ kbit/s إلى $5/2 \times 256$ kbit/s) حداً أعلى للخدمة الرئيسية المكوَّنة من خمس قنوات في حال كانت الملاءمة إلى الخلف غير ضرورية (انظر الفقرة 2.1.3). ونظراً لأن تقنيات التشفير المركب تُفسح المجال أمام الحصول على كسب تشفير إضافي، فإنه ينبغي تحقيق تخفيض واضح في معدلات البتات بواسطة أنظمة التشفير الجديدة المتعددة القنوات فيما يتعلق بالجودة السمعية المحددة في الفقرة 1.2.

3.3 درجة تعقيد مفكك التشفير

ينبغي ألا يكون مفكك تشفير البرنامج السمعي متسماً بدرجة عالية من التعقيد لا داعي لها كي ما يتسنى إبقاء تكلفة المفكك منخفضة. وفي حال تعيَّن إنتاج عدد قليل من القنوات، M، من برنامج سمعي يضم القنوات N، فإن من الضروري أن تكون درجة تعقيد مفكك التشفير أقل منها في مفكك تشفير كامل القنوات N.

التذييل 1
للملحق 2
(إعلامي)

المعلومات المتعلقة بأنظمة التشفير التي ثبت أنها تفي بمتطلبات الجودة وغيرها من متطلبات المستعملين اللازمة للبث

ترد في العمود الأيمن من الجدولين 2 و3 المتطلبات المحددة في الملحق 2 والمتعلقة بالبث عالي الجودة والبث متوسط الجودة على التوالي. وتبين أعمدة أخرى (يوجد منها أربعة في الوقت الحالي) قدرة كودكات معينة على استيفاء هذه المتطلبات. ويُتوقع أن تشتمل المراجعات المقبلة لهذه التوصية على المزيد من المعلومات عن كودكات إضافية.

الجـــدول 2

البث عالي الجودة

قائمة بالمتطلبات الواردة في الملحق 2		المظهر الجانبي لدرجة التعقيد المنخفضة للكودك AAC[3]	درجة تعقيد منخفضة للكودك AAC المزود بالإحاطة MPEG	الكودك AC-3/E-AC-3	الطبقة الثانية لمعيار MPEG-2
1.1	تشكيلات القنوات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
2.1	الخدمات السمعية	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.1	التوزيع المرن للقنوات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
4.1	المعطيات المساعدة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
1.1.2	الجودة السمعية الأساسية	مستوفاة بمعدل بتات 144 kbit/s لكل قناتين [المرجع 1]	مستوفاة بمعدل بتات 384 kbit/s لكل 5 قنوات[4]	مستوفاة بمعدل بتات 192 kbit/s لكل قناتين [المرجع 1]	مستوفاة بمعدل بتات 256 kbit/s لكل قناتين [المرجع 1]
2.1.2	جودة الصورة المجسَّمة الصوت	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.1.2	استبانة التكمية	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
4.1.2	تردد الاعتيان	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
5.1.2	عرض النطاق	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
6.1.2	التشديد	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
7.1.2	المعالجة بعد الإنتاج	غير متثبَّت منها	غير متثبت منها	غير متثبت منها	غير متثبت منها
2.2	تأخر التشفير	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]
3.2	الحماية ضد الأخطاء	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة[2]
4.2	مهلة الاستعادة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
1.1.3	الملاءمة نحو الأسفل	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
2.1.3	الملاءمة نحو الخلف	مستوفاة بطريقة البث في آن واحد	مستوفاة بالتصميم أو بطريقة البث[5] في آن واحد	مستوفاة بطريقة البث في آن واحد	مستوفاة بطريقة التصفيف
3.1.3	الملاءمة نحو الأمام	مستوفاة بمفككات تشفير مزدوجة	مستوفاة	مستوفاة بمفككات تشفير مزدوجة	مستوفاة
2.3	معدل البتات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.3	درجة تعقيد مفكك التشفير	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة

(1) مهلة التشفير الملازمة هي مهلة منخفضة بما فيه الكفاية بحيث يمكن أن تعمل التطبيقات على مواءمة التأخر المرئي والسمعي مباشرة.

(2) يوفر التدفق الأولي للطبقة الثانية بعض الحماية من الأخطاء ويوفر التطبيق عادةً حماية إضافية من هذا القبيل.

(3) يُدرج المظهر الجانبي لدرجة التعقيد المنخفضة للكودك AAC في الصيغ الموسعة HE AAC وv2 HE AAC وHE AAC، ومن ثم، فإن هذه الصيغ AAC جميعها تفي بقائمة المتطلبات الواردة في الملحق 2.

(4) أجمالي 384 kbit/s لقطارات البتات متعددة القنوات قابلة لتفكيك تشفيرها كخلط للتخفيض 2/0 بمفككات تشفير AAC مجسمة تقليدية.

(5) إذا كانت الخدمة الأولية ذات القناتين تستعمل تشفير AAC، يتحقق هذا المتطلب بالتصميم. أما إذا كانت تستعمل تكنولوجيا كودكات أخرى، فإن هذا المتطلب يتحقق من خلال طريقة البث في آن واحد.

الجـــدول 3

البث متوسط الجودة

قائمة بالمتطلبات الواردة في الملحق 2		كودك HE-AAC	كودك HE-AAC المزود بالإحاطة MPEG	كودك HE-AAC v2	كودك HE-AAC v2 موسع
1.1	تشكيلات القنوات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
2.1	الخدمات السمعية	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.1	التوزيع المرن للقنوات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
4.1	المعطيات المساعدة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
1.1.2	الجودة السمعية الأساسية	مستوفاة (بدرجة ممتاز) بمعدل بتات 48 kbit/s لكل قناتين [المرجعان 2 و4]؛ مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 32 kbit/s لكل قناتين [المرجعان 2 و4]؛ مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 24 kbit/s لكل قناة [المرجع 3]	مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 64 kbit/s لكل 5 قنوات [المرجع 7]	مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 24 kbit/s لكل قناتين [المرجع 2]	مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 16 kbit/s لكل قناتين [المرجع 5]؛ مستوفاة (بدرجة جيد) بمعدل بتات 12 kbit/s لكل قناة [المرجع 5]؛
2.1.2	جودة الصورة المجسَّمة الصوت	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.1.2	استبانة التكمية	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
4.1.2	تردد الاعتيان	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
5.1.2	عرض النطاق	N/A	N/A	N/A	N/A
6.1.2	التشديد	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
7.1.2	المعالجة بعد الإنتاج	غير متثبت منها	غير متثبت منها	غير متثبت منها	غير متثبت منها
2.2	تأخر التشفير	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]	مستوفاة[1]
3.2	الحماية من الأخطاء	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
4.2	مهلة الاستعادة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
1.1.3	الملاءمة نحو الأسفل	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
2.1.3	الملاءمة نحو الخلف	مستوفاة بطريقة البث في آن واحد	مستوفاة بطريقة التصميم	مستوفاة بطريقة البث في آن واحد	مستوفاة بطريقة البث في آن واحد
3.1.3	الملاءمة نحو الأمام	مستوفاة بمفككات تشفير مزدوجة	مستوفاة	مستوفاة بمفككات تشفير مزدوجة	مستوفاة بمفككات تشفير مزدوجة
2.3	معدل البتات	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة
3.3	درجة تعقيد مفكك التشفير	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة	مستوفاة

N/A: لا ينطبق.

ملاحظـــة – يعرّف النعتان "ممتاز" و"جيد" في التوصية ITU-R BS.1534.

[1] مهلة التشفير الملازمة هي مهلة منخفضة بما فيه الكفاية بحيث يمكن أن تعمل التطبيقات على مواءمة التأخر المرئي والسمعي مباشرة.

المراجـــع

[1] GRANT D., DAVIDSON, G. and FIELDER, L. [21-24 September 2001] Subjective evaluation of an audio distribution coding system. 111th AES Convention, New York, NY, United States of America.

[2] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N6009 [October, 2003] Report on the Verification Tests of MPEG-4 High Efficiency AAC.

[3] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N7137 [April, 2005] Listening test report on MPEG-4 High Efficiency AAC v2.

[4] KOMORI, T, SUGIMOTO, T. and KUROZUMI, K. [2005] AAC + SBR Audio coding quality used for the mobile digital terrestrial broadcasting. Proc. Spring meeting of the Acoustical Society of Japan.

[5] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG11 N12232 [July 2011] USAC Verification Test Report.

[6] HERRE J., et al. [May 2007] MPEG Surround – The ISO/MPEG Standard for Efficient and Compatible Multi-Channel Audio Coding. 122nd AES Convention, Vienna, Austria.

[7] Rödén J., et al. [October 2007] A study of the MPEG Surround quality versus bit-rate curve. 123rd AES convention, New York, NY, United States of America.

الملحق 3

فئات الجودة السمعية لأغراض التطبيقات الإذاعية

يُسلَّم بأن تكون الفئات الثلاث للجودة السمعية الواردة أدناه هي لأغراض التطبيقات الإذاعية.

الفئة	الجودة السمعية	التطبيق
(1)	جودة عالية للغاية، مع هامش جودة كاف لإتاحة تحقق عملية التشلشل (التسلسل) والمعالجة بعد الإنتاج	المساهمة والتوزيع والإنتاج وما بعد الإنتاج
(2)	جودة ذاتية الشفافية تكفي لتحقيق أعلى جودة إذاعية	البث عالي الجودة ("الجودة CD")
(3)	جودة مكافئة أو أفضل من جودة الخدمة بتشكيل التردد (FM)، أو الخدمة بتشكيل اتساعي (AM)	البث متوسط الجودة