

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R BO.2098-0**
(2016/12)

نظام الإرسال للإذاعة الساتلية
للتلفزيون فائق الوضوح

السلسلة **BO**
البث الساتلي

تمهيد

يضمطلع 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 الكهترقنية 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>)

| 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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة | M |
| انتشار الموجات الراديوية | P |
| علم الفلك الراديوي | RA |
| أنظمة الاستشعار عن بُعد | RS |
| الخدمة الثابتة الساتلية | S |
| التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية | SA |
| تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة | SF |
| إدارة الطيف | SM |
| التجميع الساتلي للأخبار | SNG |
| إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت | TF |
| 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، 2018

ITU-R BO.2098-0 التوصية

نظام الإرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح

(المسألة 292/4 ITU-R)

(2016)

مجال التطبيق

تتطلب إذاعة التلفزيون فائق الوضوح سعة إرسال تتجاوز إذاعة التلفزيون عالي الوضوح التقليدي. وتحدد هذه التوصية نظام إرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح.

مصطلحات أساسية

التلفزيون فائق الوضوح، الإذاعة الساتلية، سعة الإرسال، الجيل الثالث من الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات للسواتل (ISDB-S3)

المختصرات/الأسماء المختصرة

| | |
|---|-------------|
| الإبراق بزحزحة الاتساع والطور (<i>Amplitude and Phase Shift Keying</i>) | APSK |
| الضوضاء الغوسية البيضاء الإضافية (<i>Additive White Gaussian Noise</i>) | AWGN |
| الإبراق بزحزحة طور اثنييني (<i>Binary Phase Shift Keying</i>) | BPSK |
| شفرة بوس-شودري-هوكنجام، شفرة لتصحيح الأخطاء (<i>Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code</i>) | BCH code |
| نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (<i>Carrier to Noise Ratio</i>) | C/N |
| نظام للإنذار في حالات الطوارئ (<i>Emergency Warning System</i>) | EWS |
| تصحيح الخطأ الأمامي (<i>Forward Error Correction</i>) | FEC |
| مجال غالوا (<i>Galois Field</i>) | GF |
| عروة الرجعة بين الترددات (<i>Inter Frequency-loopback</i>) | IF-loopback |
| بروتوكول الإنترنت (<i>Internet Protocol</i>) | IP |
| الإصدار الرابع لبروتوكول الإنترنت (<i>Internet Protocol version 4</i>) | IPv4 |
| الإصدار السادس لبروتوكول الإنترنت (<i>Internet Protocol version 6</i>) | IPv6 |
| الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات للسواتل (<i>Integrated Services Digital Broadcasting for Satellite</i>) | ISDB-S |
| الجيل الثالث من الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات للسواتل (<i>Integrated Services Digital Broadcasting for Satellite, 3rd generation</i>) | ISDB-S3 |
| شفرة اختبار التعادلية منخفض الكثافة (<i>Low Density Parity Check code</i>) | LDPC code |
| البتة الأقل دلالة (<i>Least Significant Bit</i>) | LSB |
| فريق خبراء الصور المتحركة (<i>Moving Picture Experts Group</i>) | MPEG |
| نقل وسائط فريق خبراء الصور المتحركة (<i>MPEG Media Transport</i>) | MMT |

| | |
|---|-------|
| البته الأكثر دلالة (Most Significant Bit) | MSB |
| تخفيض قدرة الخرج (Output Back Off) | OBO |
| الإبراق بزحزحة الطور (Phase Shift Keying) | PSK |
| تتابع اثنييني شبه عشوائي (Pseudo-Random Binary Sequence) | PRBS |
| الإبراق بزحزحة طور تريياعي (Quadrature Phase Shift Keying) | QPSK |
| تعدد الإرسال بتقسيم الزمن (Time Division Multiplexing) | TDM |
| قيمة طول النمط (Type Length Value) | TLV |
| التحكم في تشكيل الإرسال وتعدد الإرسال (Transmission and Multiplexing Configuration Control) | TMCC |
| قطار النقل (Transport Stream) | TS |
| معرف هوية قطار النقل (Transport Stream Identifier) | TS_ID |
| مكبر صمام الموجات المرئحة (Traveling Wave Tube Amplifier) | TWTA |
| التلفزيون فائق الوضوح (Ultra-High Definition Television) | UHDTV |

توصيات وتقارير الاتحاد ذات الصلة

| | | |
|--|--------------------|---------|
| نظام الإرسال فيما يتعلق بخدمات متعددة الوسائط متقدمة توفرها الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات عبر قناة إذاعية ساتلية | ITU-R BO.1408-1 | التوصية |
| أنظمة التلفزيون الرقمي المتعدد البرامج للاستعمال في السواتل العاملة في مدى التردد GHz 12/11 | ITU-R BO.1516-1 | التوصية |
| استعمال البنى التحتية للإذاعة الساتلية والإذاعة للأرض من أجل إنذار الجمهور وتخفيف حدة الكوارث والإغاثة | ITU-R BO/BT.1774-2 | التوصية |
| نظام الإذاعة الرقمية الساتلية من التشكيل (التلفزيون والصوت والبيانات) | ITU-R BO.1784-0 | التوصية |
| قيم معلمات أنظمة التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV) لإنتاج البرامج وتبادلها دولياً | ITU-R BT.2020-2 | التوصية |
| استعمال معيار التشفير الفيديوي عالي الكفاءة (HEVC) من أجل بث التلفزيون فائق وعالي الوضوح | ITU-R BT.2073-0 | التوصية |
| قيم معلمات الصور لأنظمة التلفزيون ذات المدى الدينامي العالي من أجل الاستعمال في إنتاج البرامج وتبادلها دولياً | ITU-R BT.2100-0 | التوصية |
| أنظمة الإرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح | ITU-R BO.2397-0 | التقرير |

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أن من المتوقع أن تصبح إذاعة التلفزيون فائق الوضوح (UHDTV)¹ خدمة رئيسية للوسائط في المستقبل القريب؛

¹ يرد تعريف التلفزيون فائق الوضوح في التوصية ITU-R BT.2020.

- (ب) ضرورة زيادة سعة الإرسال لتنفيذ البث الساتلي للتلفزيون فائق الوضوح بواسطة مرسل - مستجيب ساتلي واحد؛
- (ج) أن التقدم الأخير في التكنولوجيا الرقمية يسمح بتحقيق قيمة منخفضة جداً لعامل الانحسار التدريجي وتصويب أمامي للأخطاء (FEC) ذي كفاءة عالية بالنسبة لعرض النطاق ومخططات تشكيل مثل شفرة اختبار التعادلية منخفض الكثافة (LDPC) والإبراق بزحزحة الاتساع والطور (APSK)؛
- (د) أن التوهين الناجم عن المطر، الذي يختلف بسبب المناطق المناخية، لا بد من مراعاته في أنظمة الإذاعة الساتلية؛
- (هـ) أن من المناسب أن يكون النظام مقاوماً لعدم خطية المرسل-المستجيب الساتلي؛
- (و) أنه يفضل أن يؤمن النظام رزم قطارات نقل الفريق MPEG ورزم بروتوكول الإنترنت على حد سواء؛
- (ز) أنه يجذب أيضاً أن يسمح النظام بمرونة في تشكيلات الإرسال وتعدد الإرسال؛
- (ح) أنه يجذب أن يدعم نظام الإذاعة نظام إنذار في حالات الطوارئ (EWS)، للاستعمال بشكل خاص في المناطق المعرضة للزلازل،

وإذ تدرك

- (أ) أن أنظمة التلفزيون الرقمي المتعدد البرامج للاستعمال في السواتل يرد وصفها في التوصيتين ITU-R BO.1408 و ITU-R BO.1516؛
- (ب) أن نظام الإذاعة الرقمية الساتلية من التشكيلات (التلفزيون والصوت والبيانات) يرد وصفه في التوصية ITU-R BO.1784؛
- (ج) أن معدلات بتات إرسالات إذاعة التلفزيون فائق الوضوح والتلفزيون عالي الوضوح التي تستعمل معيار التشفير الفيديوي عالي الكفاءة (HEVC) يرد شرحها في التوصية ITU-R BT.2073؛
- (د) أن استعمال البنى التحتية للإذاعة الساتلية والأرضية لأغراض الإنذارات العامة والتخفيف من آثار الكوارث والإغاثة عند وقوعها يرد شرحه في التوصية ITU-R BO/BT.1774،

توصي

- باستعمال النظام ISDB-S3 الموصف في المعيار ARIB STD-B44² في الإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح (انظر الملاحظة 1 والملاحظة 2).
- الملاحظة 1 - يرد في الملحق 1 وصف للنظام الموصى به (النظام F)، بينما يقدم الملحق 2 جدول مقارنة لأنظمة إرسال الإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح.
- الملاحظة 2 - يقدم معدل الرموز الموصف في المعيار ARIB STD-B44 كمثال. وهناك مرونة في ضبط معدل الرموز في النظام ISDB-S3 وذلك طبقاً للأنواع المختلفة من عروض نطاق المرسلات المستجيبات الساتلية.

الملحق 1

الخصائص التقنية لنظام الجيل الثالث من الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات للسواتل (ISDB-S3) (المشار إليه باسم النظام F)

جدول المحتويات

الصفحة

| | |
|--|----|
| الملحق 1 - الخصائص التقنية لنظام الجيل الثالث من الإذاعة الرقمية متكاملة الخدمات للسواتل (ISDB-S3) (المشار إليه باسم النظام F) | 4 |
| 1 ملخص للنظام ISDB-S3 للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح | 4 |
| 2 المواصفات التقنية للنظام ISDB-S3 للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح | 6 |
| 1.2 تعريف عام | 6 |
| 2.2 الترتيل | 7 |
| 3.2 تشكيلة رتل الإشارة المشكلة | 8 |
| 4.2 التصحيح الأمامي للأخطاء | 10 |
| 5.2 طريقة تصحيح الأخطاء لإشارات التحكم TMCC | 11 |
| 6.2 تشتت الطاقة | 11 |
| 7.2 مشذر البتات | 11 |
| 8.2 مخططات التشكيل | 11 |
| 9.2 الإشارة الإرشادية | 13 |
| 10.2 عامل الانحسار التدريجي | 14 |
| 11.2 إشارة التحكم TMCC | 14 |
| الملحق 2 - جدول مقارنة أنظمة الإرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح | 20 |

1 ملخص للنظام ISDB-S3 للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح

- طُور النظام ISDB-S3 في اليابان من أجل الإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح. وفيما يلي الخواص التقنية لهذا النظام.
- الاستقبال المنزلي للتلفزيون فائق الوضوح: نظراً لاستعمال الهوائيات الطباقية بقطر 45 cm على نطاق واسع في اليابان، يوفر هذا النظام سرعة قدرها 100 Mbit/s عبر مرسل مستجيب ساتلي بتردد 34,5 MHz باستخدام مخطط التشكيل 16-APSK بمعدل تشفير داخلي مقداره 7/9 مع تحقيق تيسر للخدمة بنسبة 99,5%؛
- سعة إرسال كبيرة: يزيد استعمال عامل انحسار تدريجي مقداره 0,03 والشفرة LDPC والتشكيل APSK من سعة الإرسال؛

- القدرة على الصمود تجاه الخبو الناجم عن المطر: الإرسال التراتبي الذي ترسل فيه إشارات متعددة بمخططات تشكيل مختلفة ومعدلات تشفير داخلي مختلفة بتعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM)، يمكن من استقبال الإشارات في ظل ظروف الخبو الناجم عن المطر الشديد؛
 - استقبال مستقر حتى عند قيم منخفضة للنسبة موجة حاملة إلى ضوضاء (C/N): الإرسال الدوري لإشارة الرشفة المرجعية لطور الإبراق BPSK بزحزة $\pi/2$ يوفر متانة لاستعادة طور الموجة الحاملة في حالة قيمة صفرية من وحدات dB للنسبة C/N. كما أن استخدام إشارة الرشفة المرجعية للطور كحمولة نافعة للتحكم TMCC يسهم في تحسين سعة الإرسال؛
 - الصمود أمام عدم خطية المرسل المستجيب الساتلي: يوفر استعمال إشارة إرشادية فك التشفير الأمثل للشفرة LDPC حتى في وجود التأثيرات اللاخطية؛
 - إرسال رزم بأطوال متغيرة: يمكن استخدام النسق النوع-الطول-القيمة (TLV) كنسق لإشارة الدخل من إرسال رزم بروتوكول الإنترنت مثل رزم الإصدارين IPv4 أو IPv6 عبر قنوات ساتلية؛
 - التحكم الوظيفي في الإرسال: يحقق استخدام تخصيص التحكم 9 422 بته تحكماً متعدد الجوانب في الإرسال. ويمكن للتحكم TMCC إرسال إشارات مختلفة للتحكم في الإرسال، بما في ذلك إشارات للتحكم في مخطط التشكيل ومعدل التشفير ونسق إشارة الدخل (المواصفة MPEG-2 TS أو TLV)، إلى جانب إشارات تحديد إشارات الدخل المتعددة وإدارتها وبدء تشغيل نظام الإنذار في حالات الطوارئ (EWS) وتنوير نقطة تشغيل المرسل المستجيب الساتلي.
- وتدرج في الجدول 1 المواصفات التقنية للنظام ISDB-S3. ويستخدم هذا النظام الشفرة LDPC كشفرة داخلية لما تتسم به من تصويب ممتاز للأخطاء. وتستخدم في الأساس المخططات BPSK بزحزة $\pi/2$ و QPSK و 8PSK من أجل مكبرات صمامات الموجات المرشحة (TWTA) في حالة التشبع في المرسل المستجيب الساتلي. ويستخدم المخططان 16-APSK و 32-APSK كوسيلة لزيادة سعة القناة. وأدخلت إضافةً إلى ذلك إشارة إرشادية للتمكين من تحقيق فك تشفير أمثل للشفرة LDPC حتى في وجود التأثيرات اللاخطية، خاصة عند اعتبار أن الانحطاط يمكن أن يحدث بسهولة في الإبراق APSK نتيجة للخصائص اللاخطية للمكبر TWTA. وعلاوةً على ذلك، يستعمل عامل الانحسار التدريجي بالقيمة 0,03 لتحقيق الخصائص الصارمة للمرشح والتمكين من استعمال معدلات رموز أعلى. ويدعم هذا النظام مساهمات متعددة لتعدد الإرسال بتقسيم الزمن للتشكيلات ومعدلات التشفير الداخلي ويمكن أن تحقق مديات واسعة من سعة الإرسال وتيسر الخدمة. وعلاوةً على ذلك، يمكن للتحكم TMCC أن ينقل إشارات من أجل تعريف حدود الرزم TLV التي يمكن استعمالها لإرسال رزم IP متغيرة الطول.

الجدول 1

الخصائص التقنية للنظام ISDB-S3

| الوصف | العنصر | |
|---|---------------------------|---|
| TLV و MPEG-2 TS | نسق إشارة الدخل | |
| $\pi/2$ -shift BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-APSK, and 32-APSK | مخطط التشكيل | |
| TMCC | التحكم في الإرسال | |
| شفرة LDPC (طول الشفرة: 44880) | الشفرة الداخلية | التصحيح الأمامي للأخطاء |
| 1/3 (41/120), 2/5 (49/120), 1/2 (61/120), 3/5 (73/120), 2/3 (81/120), 3/4 (89/120), 7/9 (93/120), 4/5 (97/120), 5/6 (101/120), 7/8 (105/120), 9/10 (109/120) (قيمة اسمية (قيمة حقيقية)) | معدل التشفير | |
| BCH (65535, 65343, $T = 12$) | الشفرة الخارجية | شفرة التحكم في الإرسال وتعدد الإرسال |
| $\pi/2$ -shift BPSK | مخطط التشكيل | |
| LDPC (31680,9614) LDPC (44880, 22184) | الشفرة الداخلية | |
| BCH (9614,9422), BCH (65535,65343) | الشفرة الخارجية | |
| التحكم في الإرسال بوحدات من الفواصل | وحدة التحكم | |
| 120 فاصلاً لكل رتل | بنية رتل تعدد الإرسال TDM | |
| غير محدد يمكن ضبط معدل الرموز للنظام ISDB-S3 طبقاً للأشكال المختلفة من المرونة في عروض نطاقات المرسلات المستجيبة الساتلية | معدل الرموز | |
| 0,03 | عامل الانحسار التدريجي | |
| إشارة إرشادية، يمكنها إرسال تتابع كلمات فريد باستخدام نفس مخطط التشكيل المستخدم في إشارة الدخل. وكانت الإشارة الإرشادية المعايير تستعمل على جانب المستقبل كنقطة مرجعية لفك تشفير الشفرة LDPC. | إشارة تعويض اللاحظية | |

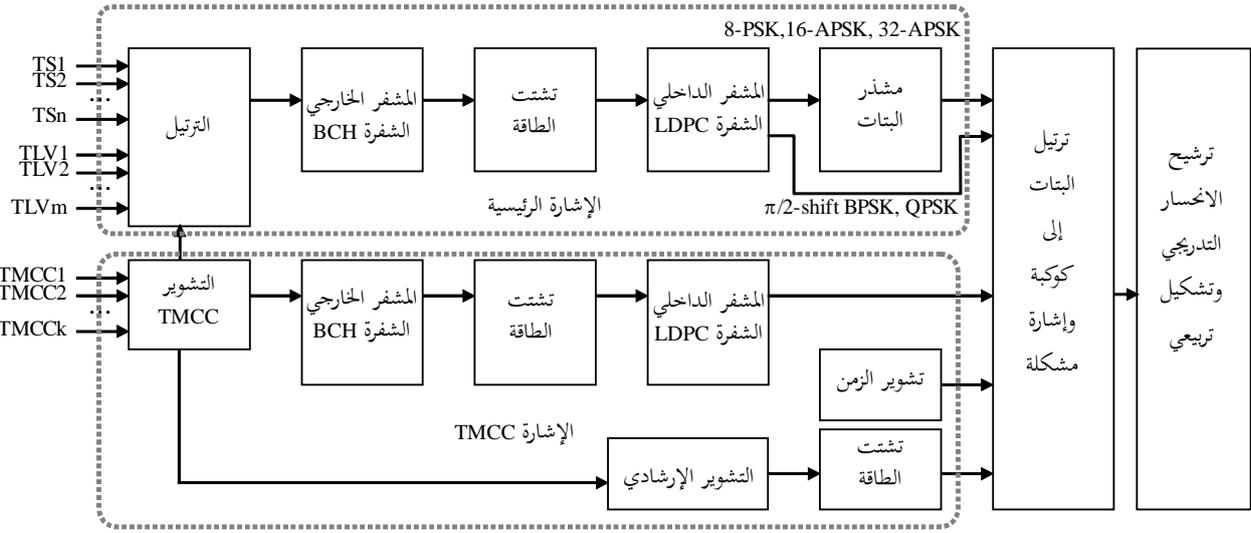
2 المواصفات التقنية للنظام ISDB-S3 للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح

1.2 تعريف عام

تعرض في الشكل 1 التشكيلة العامة للنظام ISDB-S3. ويتعاطى النظام مع قطارات النقل MPEG-2 وقطارات النسق TLV (TS1 و TS2 و ... و TSn و TLV1 و TLV2 و ... و TLVn) كإشارات رئيسية (الجزء العلوي من الشكل 1)، إضافة إلى معلمات الإرسال من أجل إرسال كل قطار (TMCC1 و TMCC2 و ... و TMCCk) ويولد النظام إشارة TMCC استناداً إلى معلمات الإرسال هذه (الجزء السفلي من الشكل 1). وتعرف الأرتال استناداً إلى الإشارة TMCC، فيما تعالج الإشارة الرئيسية والإشارة TMCC في وحدات الأرتال. ولكن رتل 120 فاصلاً ولكل فاصل نفس الطول الخاص بالشفرة LDPC. وبعد تشكيل الرتل، تعالج الإشارة الرئيسية في خطوات تشمل التشفير بالشفرة الخارجية وتشتت الطاقة والتشفير بالشفرة الداخلية وتشذير البتات في حالة مخططات التشكيل 8-PSK أو 16-APSK أو 32-APSK. وباستثناء تشذير البتات، تعالج الإشارة TMCC أيضاً بنفس الطريقة. وإلى جانب هاتين الإشارتين، تولد إشارة تزامن (لمزامنة الرتل ومزامنة الفاصل) وإشارة إرشادية مشتتة الطاقة تستخدمان نفس مخطط تشكيل الإشارة الرئيسية. وتقابل الإشارات أعلاه بعد ذلك مع الكوكبة المعنية ويعالج ترتيب التشكيل بطريقة تعدد الإرسال TDM.

الشكل 1

التشكيلة العامة للنظام ISDB-S3



BO.2098-0 1

2.2 الترتيل

1.2.2 تشكيلة رتل الإشارة الرئيسية

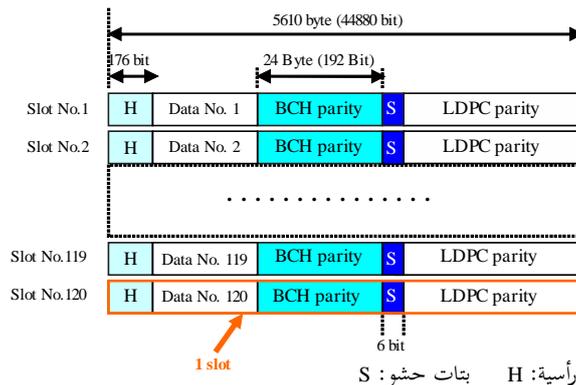
تعرض في الشكل 2 تشكيلة الرتل للإشارة الرئيسية. ويتألف هذا الرتل المعدد إرساله من 120 فاصلاً يتألف كل منها من رأسية وبيانات وبتات تعادلية الشفرة BCH وبتات حشو وبتات تعادلية الشفرة LDPC.

وترتب الرزم MPEG-2 TS أو الرزم TLV هنا في حيز البيانات وفي حالة الرزم MPEG-2 TS، ترتب بشكل متتابع في حيز البيانات في كل فاصل رزم من 187 بايتة، باستثناء بايتة التزامن (0x47) التي توضع في مقدمة كل رزمة.

وتحسب بتات تعادلية الشفرة BCH من أجل الرأسية والبيانات وتوضع بعد حيز البيانات. ويلي حيز تعادلية الشفرة BCH ست بتات حشو (0x3F) وبعد إجراء تشتت الطاقة الرأسية والبيانات وبتات تعادلية الشفرة BCH وبتات الحشو، تحسب بتات تعادلية الشفرة LDPC وتوضع بعد بتات الحشو.

الشكل 2

تشكيلة الرتل في الإشارة الرئيسية



رأسية: H بتات حشو: S

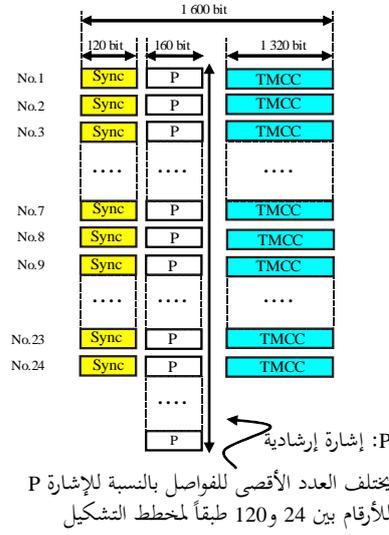
BO.2098-02

2.2.2 تشكيلة رتل إشارة التحكم

تعرض تشكيلة رتل إشارات التحكم في الشكل 3. ويتألف هذا الرتل المعدد إرساله من 2 880 بته لإشارات التزامن ومن 3 840 إلى 19 200 بته للإشارات الإرشادية و 31 680 بته لإشارات التحكم TMCC.

الشكل 3

تشكيلة رتل إشارات التحكم



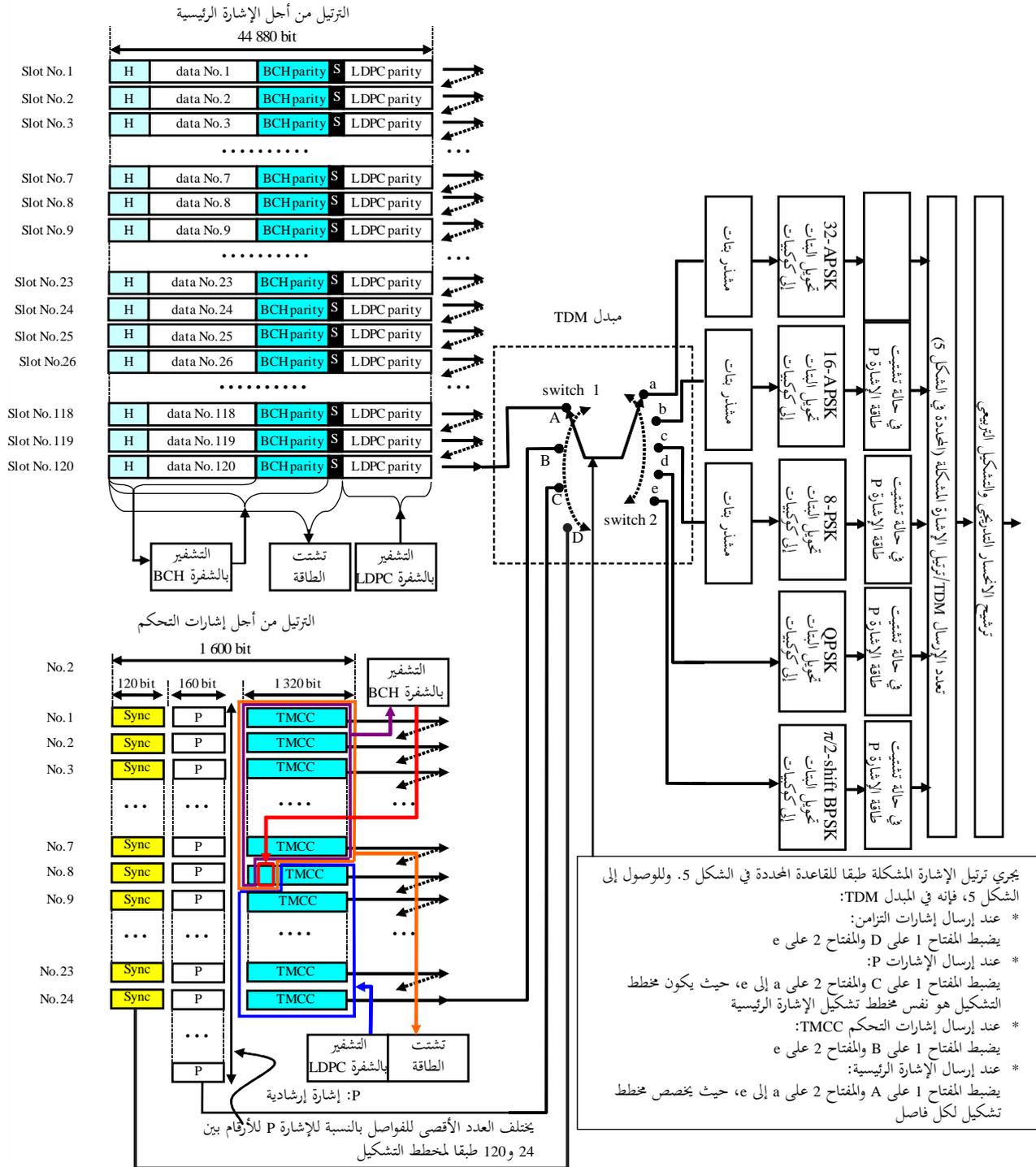
BO.2098-03

3.2 تشكيلة رتل الإشارة المشكلة

يعرض في الشكل 4 مخطط صندوقي يبين عملية توليد إشارة مشكلة من الإشارات معددة الإرسال ذات تشكيلة الرتل المبينة أعلاه، وتعرض تشكيلة رتل الإشارة المشكلة في الشكل 5.

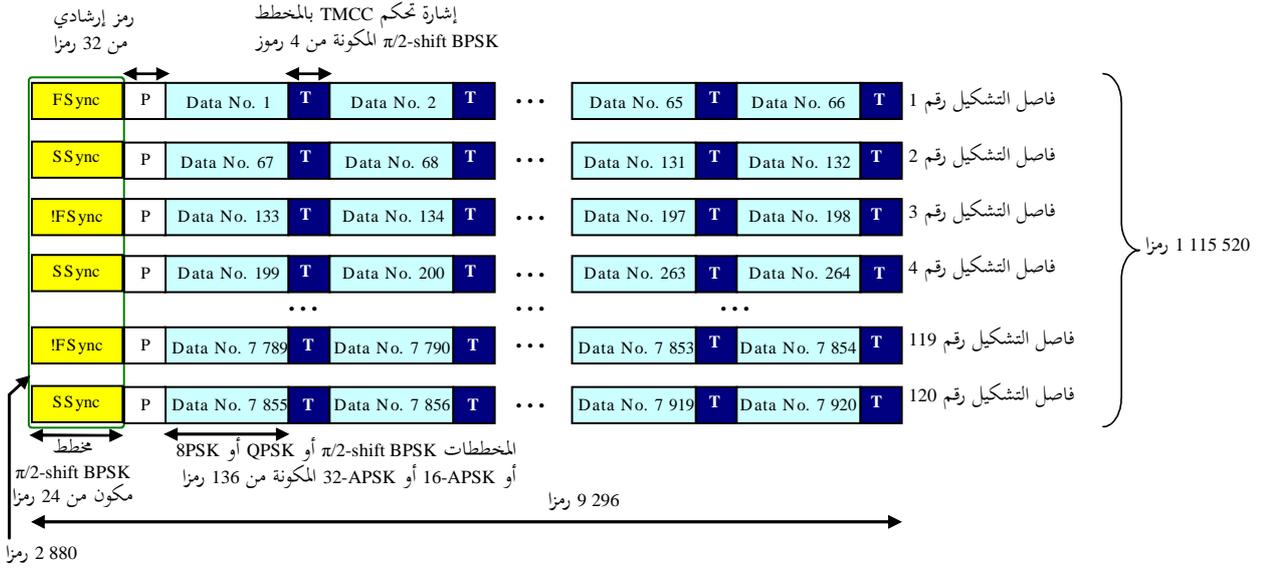
الشكل 4

توليد الإشارة المشكلة



الشكل 5

تشكيلة رتل الإشارة المشكّلة



BO.2098-05

4.2 التصحيح الأمامي للأخطاء

1.4.2 طريقة التشفير بالشفرة الخارجية

طريقة التشفير الخارجي عبارة عن شفرة BCH مختزلة (65535 و 65343) بقدرة تصحيح $T = 12$.

2.4.2 طريقة التشفير بالشفرة الداخلية

طريقة التشفير الداخلي عبارة عن شفرة LDPC بطول 44 880 بته و 11 معدلاً على النحو المدرج في الجدول 2.

الجدول 2

معدلات التشفير للشفرة الداخلية

| القيمة الحقيقية | معدل التشفير الداخلي (القيمة الاسمية) |
|-----------------|--|
| 41/120 | 1/3 |
| 49/120 | 2/5 |
| 61/120 | 1/2 |
| 73/120 | 3/5 |
| 81/120 | 2/3 |
| 89/120 | 3/4 |
| 93/120 | 7/9 |
| 97/120 | 4/5 |
| 101/120 | 5/6 |
| 105/120 | 7/8 |
| 109/120 | 9/10 |

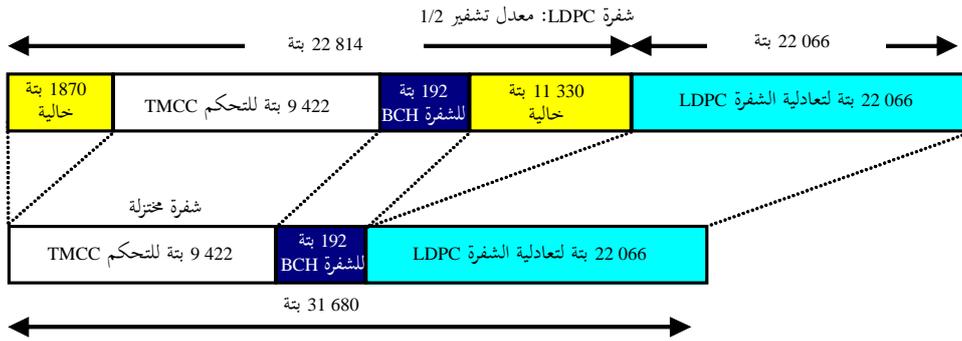
"القيمة الحقيقية" في الجدول أعلاه هي معدل التشفير الفعلي و"القيمة الاسمية" عبارة عن تقريب للقيمة الحقيقية بكسر بسيط.

5.2 طريقة تصحيح الأخطاء لإشارات التحكم TMCC

تستعمل للشفرة الخارجية طريقة التشفير الخارجي المستخدمة للإشارة الرئيسية. وتستخدم الصيغة المختزلة للتشفير بالشفرة LDPC (المعدل 1/2) للإشارة الرئيسية من أجل الشفرة الداخلية (انظر الشكل 6). وتتألف بيانات الشفرة LDPC من بيانات خالية (NULL) (1 870 بنة جميعها صفرية) وبيانات TMCC (9 422 بنة) وتعادلية الشفرة BCH (192 بنة) وتتابع آخر من البيانات الخالية (11 330 بنة جميعها صفرية) وتعادلية الشفرة LDPC (22 066 بنة). وبعد التشفير LDPC وحذف البيانات الخالية، ترسل البيانات TMCC وتفادية الشفرة BCH وتعادلية الشفرة LDPC كرموز TMCC. وعند المستقبل، تدخل الرموز النموذجية للبيانات الخالية المقابلة للأصفار في قسم البيانات الخالية ويجري فك تشفير الشفرة LDPC بمعدل التشفير 1/2.

الشكل 6

تشفير الإشارة TMCC



BO.2098-06

6.2 تشتت الطاقة

يجري تشتت الطاقة للرأسية والبيانات وبيانات الشفرة BCH وبتات الحشو. ويجري تشتت الطاقة أيضاً لإشارة التحكم TMCC والإشارة الإرشادية.

7.2 مشذر البتات

في حالة المخططات 8-PSK و 16-APSK و 32-APSK، يجري تشفير بتات لخرج قسم التشفير بالشفرة LDPC.

8.2 مخططات التشكيل

تدرج مخططات التشكيل التي يمكن تطبيقها في الجدول 3، وتعرض في الشكل 7 أشكال الكوكبات لكل مخطط تشكيل. ويستخدم التشكيل بالمخطط $\pi/2$ -shift BPSK الكوكبة التالية. الرموز ذات الأرقام الفردية التي تضم الرمز الأول في مقدمة الرتل، يأخذ الرمز 0 و 1 نقاط الإشارة في الربعين الأول والثالث، على التوالي، وبالنسبة للرمز الثاني والرموز التالية ذات الأرقام الزوجية، تدار النقاط أعلاه بزوايا 90° في اتجاه عكس اتجاه عقارب الساعة. وتدرج في الجدولين 4 و 5 نسب نصفي القطرين γ ($R2/R1=$) بالنسبة للمخطط 16-APSK و $\gamma1$ ($R2/R1=$) و $\gamma2$ ($R3/R1=$) للمخطط 32-APSK وذلك طبقاً لمعدل التشفير الداخلي. وعلاوة على ذلك، تستعمل على التوالي الصيغتين $4R_1^2+12R_2^2=16$ و $4R_1^2+12R_2^2+16R_3^2=32$ لمخططي التشكيل (d) و (e) مع معايرة الأس على القيمة 1.

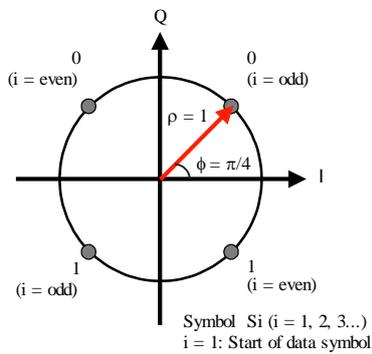
الجدول 3

مخططات التشكيل

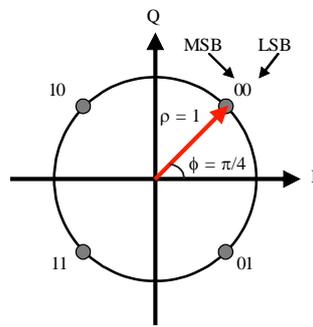
| التطبيق | مخطط التشكيل |
|---|---------------------|
| تزامن الرتل تزامن الفاصل إشارة التحكم TMCC الإشارة الرئيسية (بما في ذلك الإشارة الإرشادية) | $\pi/2$ -shift BPSK |
| الإشارة الرئيسية (بما في ذلك الإشارة الإرشادية) | QPSK |
| الإشارة الرئيسية (بما في ذلك الإشارة الإرشادية) | 8-PSK |
| الإشارة الرئيسية (بما في ذلك الإشارة الإرشادية) | 16-APSK |
| الإشارة الرئيسية (بما في ذلك الإشارة الإرشادية) | 32-APSK |

الشكل 7

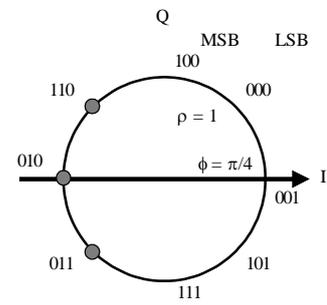
أشكال الكوكبات لكل مخطط تشكيل



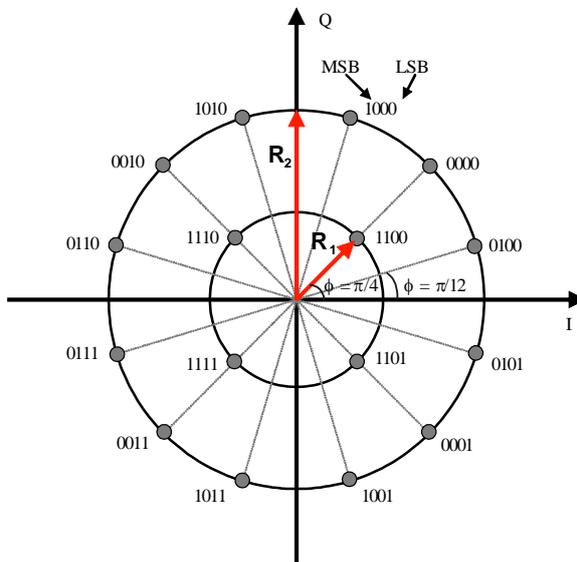
a) $\pi/2$ -shift BPSK



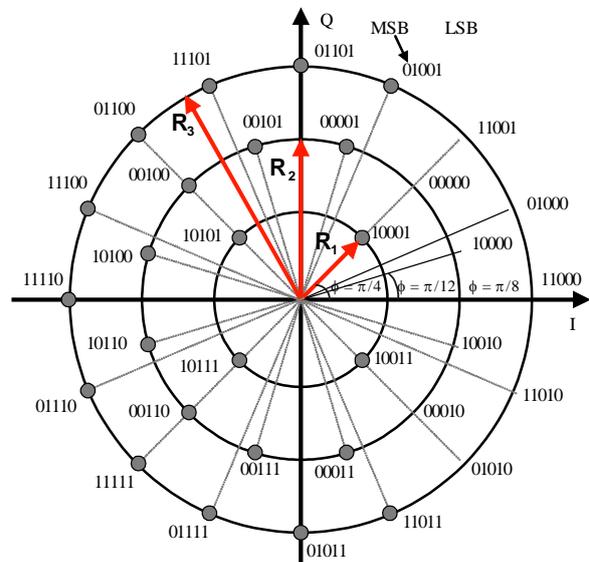
b) QPSK



c) 8-PSK



d) 16-APSK



e) 32-APSK

الجدول 4

نسب نصفي القطرين للمخطط 16-APSK

| نسبة نصفي القطرين γ | معدل التشفير الداخلي |
|----------------------------|----------------------|
| 3,09 | 1/3 |
| 2,97 | 2/5 |
| 3,93 | 1/2 |
| 2,87 | 3/5 |
| 2,92 | 2/3 |
| 2,97 | 3/4 |
| 2,87 | 7/9 |
| 2,73 | 4/5 |
| 2,67 | 5/6 |
| 2,76 | 7/8 |
| 2,69 | 9/10 |

الجدول 5

نسب نصفي القطرين للمخطط 32-APSK

| نسبة نصفي القطرين γ_2 | نسبة نصفي القطرين γ_1 | معدل التشفير الداخلي |
|------------------------------|------------------------------|----------------------|
| 6,53 | 3,09 | 1/3 |
| 7,17 | 2,97 | 2/5 |
| 8,03 | 3,93 | 1/2 |
| 5,61 | 2,87 | 3/5 |
| 5,68 | 2,92 | 2/3 |
| 5,57 | 2,97 | 3/4 |
| 5,33 | 2,87 | 7/9 |
| 5,05 | 2,73 | 4/5 |
| 4,80 | 2,67 | 5/6 |
| 4,82 | 2,76 | 7/8 |
| 4,66 | 2,69 | 9/10 |

9.2 الإشارة الإرشادية

ترسل الإشارة الإرشادية بالتتابع نقاط إشارات من أجل مخطط التشكيل الموصف لهذا الفاصل بإشارة التحكم TMCC. فعلى سبيل المثال، ترسل الإشارة الإرشادية النقاط 00000 و 00001 و 00010 و 00011 و 11111... بهذا الترتيب من أجل المخطط 32-APSK والنقاط 0000 و 0001 و 0010 و 0011 و 1111... بهذا الترتيب مرتين من أجل المخطط 16-APSK والنقاط 000 و 001 و 010 و 011 و 111... بهذا الترتيب أربع مرات من أجل المخطط 8PSK والنقاط 00 و 01 و 10 و 11 بهذا الترتيب ثماني مرات من أجل المخطط QPSK والنقطتين 0 و 1 بهذا الترتيب لست عشرة مرة من أجل المخطط $\pi/2$ -shift BPSK.

10.2 عامل الانحسار التدريجي

تضبط خصائص المرشاح من أجل الحد من نطاق الموجة الحاملة على خصائص جيب التمام المرفوع، على النحو المحدد بدالة تحويل التردد التالية:

حيث:

$$\begin{cases} 1 & |F| \leq F_n \times (1 - \alpha) \\ \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2F_n} \left[\frac{F_n - |F|}{\alpha} \right]} & F_n(1 - \alpha) \leq |F| \leq F_n(1 + \alpha) \\ 0 & |F| \geq F_n(1 + \alpha) \end{cases}$$

F_n : تردد نيكويست

α : عامل الانحسار التدريجي = 0,03

11.2 إشارة التحكم TMCC

ترسل إشارة التحكم TMCC معلومات التحكم المتعلقة بالإرسال والخاصة بالتوزيع الخاص بقطار الإرسال والعلاقة بين القطارات ومخططات التشكيل وما إلى ذلك، لكل فاصل. وحجم الحيز الذي يمكن استعماله لإرسال إشارات التحكم TMCC يساوي 9 244 بتة لكل رتل. وعند التبديل بين مخططات التشكيل وما إلى ذلك، ترسل إشارة التحكم TMCC معلومات التبديل قبل التبديل الفعلي برتلين. والحد الأدنى لفاصل التحديث الزمني لإشارة التحكم TMCC يساوي رتلاً واحداً. ويجب أن يراقب المستقبل باستمرار معلومات الإشارة TMCC للتأكد من استقباله لمعلومات التحكم هذه. وتعرض تشكيلة البتات لمعلومات التحكم في إشارة التحكم TMCC في الشكل 8.

الشكل 8

تشكيلة البتات لإشارة التحكم TMCC

| أمر التغيير | معلومات أسلوب الإرسال/الفاصل | معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة | معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة | معلومات نسق الرزمة/رقم القطار ذي الصلة | معلومات رقم القطار ذي الصلة/الفاصل | جدول المقابلة بين معرف هوية القطار ذي الصلة ومعرف هوية قطار الإرسال | معلومات التحكم في الإرسال/الاستقبال | معلومات التمديد |
|-------------|------------------------------|--|--|--|------------------------------------|---|-------------------------------------|-----------------|
| 8 bits | 192 bits | 128 bits | 896 bits | 3 840 bits | 480 bits | 256 bits | 8 bits | 3 614 bits |

BO.2098-08

1.11.2 أمر التغيير

أمر التغيير عبارة عن رقم من 8 بتات ويزداد تدريجياً بمقدار واحد كل مرة تتغير فيها المعلومات الواردة في إشارة التحكم TMCC. وتصنف قيمته إلى "00000000" بعد "11111111".

2.11.2 أسلوب الإرسال/معلومات الفاصل

تبين هذه المعلومات مخطط التشكيل المستخدم للإشارة الرئيسية (4 بتات) ومعدل التشفير الداخلي (4 بتات) وعدد الفواصل المخصصة (8 بتات) وقيمة خفض قدرة الخرج (OBO) للساتل (8 بتات)، والتي تعرف معلماتها على أنها أسلوب الإرسال. ويبلغ العدد الأقصى لأساليب الإرسال 8. وتعرض تشكيلة البتات لهذه المعلومات في الشكل 9 وترد في الجداول من 6 إلى 8 علاقة التقابل بين قيم الحقول ومعلومات الإرسال.

وتوزع أساليب الإرسال من 1 إلى 8 بترتيب مخططات التشكيل ومعدلات التشفير الداخلي المبينة في رتل الإرسال بدءاً من الفاصل 1 (مخططات التشكيل التي تضم معظم نقاط الكوكبة تظهر أولاً، وفي حالة مخططات التشكيل المتماثلة، تظهر أولاً المخططات ذات معدلات التشفير الأعلى).

وإذا كان عدد مخططات التشكيل المقرر استعمالها أقل من 8، عندئذ، تضبط القيمة لأي أسلوب إرسال غير مستعمل بالنسبة لمخطط التشكيل ومعدل الشفرة على "1111" والقيمة لعدد الفواصل المخصصة والخفض على "00000000".

ويشير عدد الفواصل المخصصة إلى عدد الفواصل، بما في ذلك الفواصل الوهمية الموزعة لتوليفة مخطط التشكيل/معدل التشفير الداخلي في الحقول التي تسبقها مباشرة. ويجب أن يكون عدد الفواصل المخصصة لكل أسلوب إرسال أحد مضاعفات الرقم 5 ويجب أن يساوي العدد الإجمالي للفواصل المخصصة لأساليب الإرسال 120، وهو عدد الفواصل لرتل إرسال واحد.

الشكل 9

تشكيلة بتات أسلوب الإرسال/معلومات الفاصل

| مخطط التشكيل لأسلوب الإرسال رقم 1 | معدل التشفير الداخلي لأسلوب الإرسال رقم 1 | عدد الفواصل المخصصة لأسلوب الإرسال رقم 1 | خفض قدرة خرج الساتل لأسلوب الإرسال رقم 1 | | مخطط التشكيل لأسلوب الإرسال رقم 8 | معدل التشفير الداخلي لأسلوب الإرسال رقم 8 | عدد الفواصل المخصصة لأسلوب الإرسال رقم 8 | خفض قدرة خرج الساتل لأسلوب الإرسال رقم 8 |
|---|--|---|---|-------|---|--|---|---|
| 4 bits | 4 bits | 8 bits | 8 bits | | 4 bits | 4 bits | 8 bits | 8 bits |

BO.2098-09

الجدول 6

مخططات التشكيل لأسلوب الإرسال

| مخطط التشكيل | القيمة |
|--------------------|-------------|
| محجوزة | 0000 |
| $\pi/2$ shift BPSK | 0001 |
| QPSK | 0010 |
| 8-PSK | 0011 |
| 16-APSK | 0100 |
| 32-APSK | 0101 |
| محجوزة | 1110 – 0110 |
| لا يوجد مخطط موزع | 1111 |

الجدول 7

معدلات التشفير الداخلي لأسلوب الإرسال

| معدل التشفير الداخلي | القيمة |
|----------------------|-------------|
| محجوزة | 0000 |
| 1/3 | 0001 |
| 2/5 | 0010 |
| 1/2 | 0011 |
| 3/5 | 0100 |
| 2/3 | 0101 |
| 3/4 | 0110 |
| 7/9 | 0111 |
| 4/5 | 1000 |
| 5/6 | 1001 |
| 7/8 | 1010 |
| 9/10 | 1011 |
| محجوزة | 1110 – 1100 |
| لا يوجد مخطط موزع | 1111 |

الجدول 8

خفض قدرة خرج الساتل لأسلوب الإرسال

| خفض قدرة خرج الساتل | القيمة |
|---------------------|----------|
| dB 0,0 | 00000000 |
| dB 0,1 | 00000001 |
| dB 0,2 | 00000010 |
| dB 0,3 | 00000011 |
| dB 0,4 | 00000100 |
| dB 0,5 | 00000101 |
| dB 0,6 | 00000110 |
| dB 0,7 | 00000111 |
| | |
| dB 25,0 | 11111010 |
| dB 25,1 | 11111011 |
| dB 25,2 | 11111100 |
| dB 25,3 | 11111101 |
| dB 25,4 | 11111110 |
| dB 25,5 | 11111111 |

3.11.2 معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة

تبين معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة (8 بتات) نوع قطار الرزم لكل رقم من أرقام القطارات ذات الصلة من #0 إلى #15 الموزعة للتواصل بالطريقة الموضحة في الفقرة 6.11.2 أدناه. وتعرض في الشكل 10 تشكيلة معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة، وترد في الجدول 9 التقابل بين القيم ونوع القطار.

الشكل 10

تشكيلة بتات معلومات نوع القطار/رقم القطار ذي الصلة

| | | | | |
|--|--|--|-------|---|
| نوع القطار للقطار ذي الصلة رقم 0 | نوع القطار للقطار ذي الصلة رقم 1 | نوع القطار للقطار ذي الصلة رقم 2 | | نوع القطار للقطار ذي الصلة رقم 15 |
| 8 bits | 8 bits | 8 bits | | 8 bits |

BO.2098-10

الجدول 9

أنواع القطارات

| نوع القطار | القيمة |
|------------------|---------------------|
| محجوزة | 00000000 |
| MPEG-2 TS | 00000001 |
| TLV | 00000010 |
| محجوزة | 11111110 – 00000011 |
| لا يوجد نوع موزع | 11111111 |

4.11.2 معلومات نسق الرزمة/رقم القطار ذي الصلة

تبين معلومات نسق الرزمة/رقم القطار ذي الصلة لكل رقم من أرقام القطارات ذات الصلة من #0 إلى #15 الموزعة للفواصل بالطريقة الموضحة في الفقرة 6.11.2 أدناه. وتعرض في الشكل 11 تشكيلة معلومات نسق الرزمة/رقم القطار ذي الصلة.

يشير "طول الرزمة" (16 بتة) إلى طول كل رزمة بالبايتات؛ وهو يبين لكل قطار من القطارات ذي الصلة من #0 إلى #15.

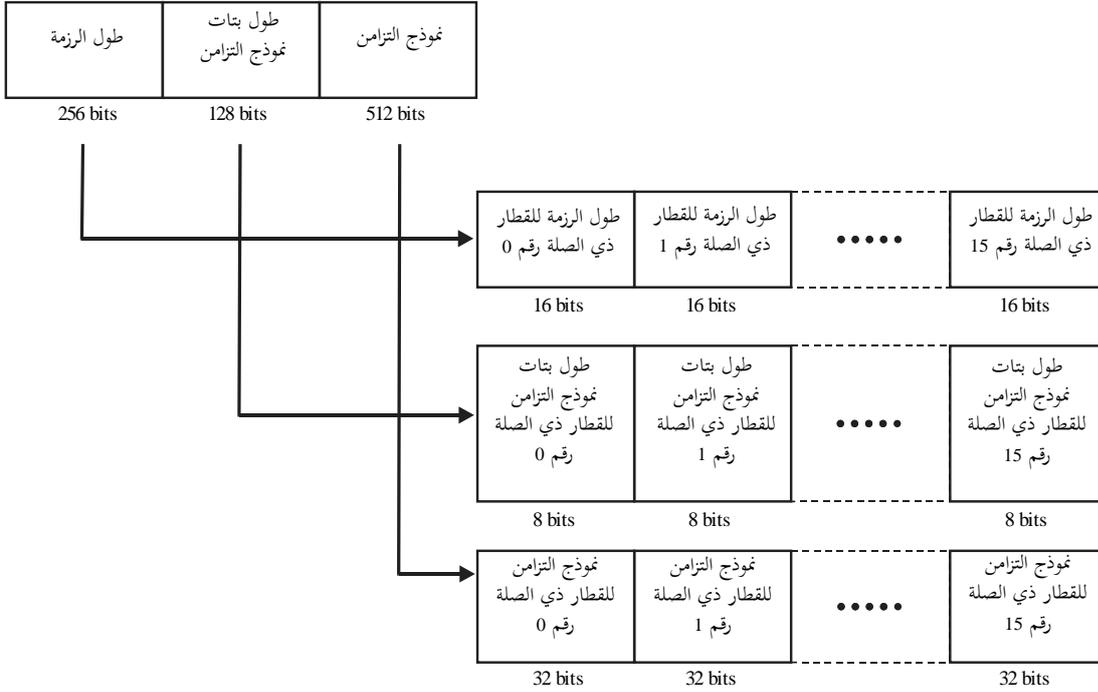
ويشير "طول بتات نموذج التزامن" (8 بتات) إلى الطول بالبتات لنموذج التزامن المضاف إلى مقدمة الرزمة؛ وهو يُبين لكل قطار من القطارات ذي الصلة من #0 إلى #15.

ويشير "نموذج التزامن" (32 بتة) إلى النموذج المضاف إلى مقدمة الرزمة؛ وهو يُبين لكل قطار من القطارات ذي الصلة من #0 إلى #15.

وعندما يكون طول بتات نموذج التزامن أقل من 32 بتة، يكتب نموذج التزامن الخاص برزمة الإرسال هذه من مقدمة هذا الحقل وتملاً للبتات الزائدة بأصفار.

الشكل 11

تشكيلية البتات لمعلومات نسق الرزمة/رقم القطار ذي الصلة



BO.2098-11

5.11.2 معلومات المؤشر/الفاصل

تبين معلومات المؤشر/الفاصل المقدمة المبكرة جداً (المؤشر الأول) للرزمة الأولى والمؤخرة الخلفية (المؤشر الأخير) للرزمة الأخيرة في كل فاصل من #1 إلى #120. ويعرض الشكل 12 تشكيلية معلومات المؤشر/الفاصل. ويشير المؤشر الأول (16 بتة) إلى موضع البايته الأولى للرزمة الأولى داخل الفاصل من حيث عدد البايئات من مقدمة الفاصل بعد استبعاد الرأسية. وتشير القيمة 0xFFFF هنا إلى عدم وجود بايئة أولى. ويشير المؤشر الأخير (16 بتة) إلى موضع البايته الأخيرة للرزمة الأخيرة مضافاً إليه 1 داخل الفاصل من حيث عدد البايئات من مقدمة الفاصل بعد استبعاد الرأسية. وتشير القيمة 0xFFFF هنا إلى عدم وجود بايئة أخيرة.

الشكل 12

تشكيلية البتات لمعلومات المؤشر/الفاصل



BO.2098-12

6.11.2 معلومات عدد القطارات ذات الصلة/الفاصل

تشير معلومات عدد القطارات ذات الصلة/الفاصل (4 بتات) إلى عدد القطارات ذات الصلة المقرر إرسالها في كل فاصل بالترتيب بدءاً من الفاصل #1. ويمكن إرسال 16 قطاراً كحد أقصى داخل الرتل الواحد وهو ما يعني أنه يمكن بيان عدد القطارات ذات الصلة بواسطة 4 بتات. ويمكن تخصيص نفس العدد أيضاً للفواصل الوهمية. وتعرض في الشكل 13 تشكيلة معلومات عدد القطارات ذات الصلة/الفاصل.

الشكل 13

تشكيلة بتات معلومات عدد القطارات ذات الصلة/الفاصل



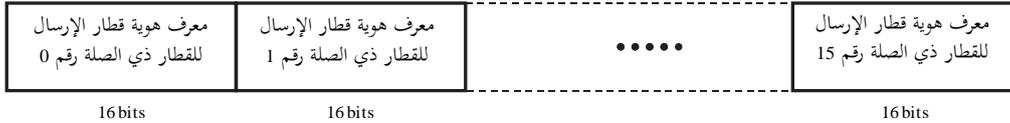
BO.2098-13

7.11.2 جدول المقابلة بين رقم القطار ذي الصلة ومعرف هوية قطار الإرسال

يبين الشكل 14 المقابلة بين رقم القطار ذي الصلة و"معرف هوية قطار الإرسال (16 بتة)" وهو معرف هوية قطار نقل (TS_ID) في حالة قطار MPEG-2 TS ومعرف هوية قطار TLV في حالة قطار TLV.

الشكل 14

جدول المقابلة بين رقم القطار ذي الصلة ومعرف هوية قطار الإرسال



BO.2098-14

8.11.2 معلومات التحكم في الإرسال/الاستقبال

ترسل معلومات التحكم في الإرسال/الاستقبال إشارات تحكم مختلفة مثل إشارة للتحكم في بدء تشغيل المستقبل من أجل نظام إذاعي للإنذار في حالة الطوارئ (EWS) وإشارة تحكم من أجل تبديل محطة الوصلة الصاعدة في حالة تعرض إشارة الوصلة الصاعدة للخبو من جراء التوهين بالمطر. وتعرض في الشكل 15 تشكيلة معلومات التحكم في الإرسال/الاستقبال.

الشكل 15

تشكيله بتات معلومات التحكم في الإرسال/الاستقبال

| | | | | |
|---|--|--|---|--------|
| إشارة التحكم لتنفيذ مفكك الشفرة IRD من أجل نظام إذاعي للإنذار في حالة الطوارئ | مؤشر الرتل من أجل عملية تنوع موقع الوصلة الصاعدة | مؤشر محطة الوصلة الصاعدة الرئيسية | مؤشر محطة الوصلة الصاعدة الفرعية | محموزة |
| 1 bit | 1 bit | 1 bit | 1 bit | 4 bits |

BO.2098-15

9.11.2 معلومات التمديد

معلومات التمديد (3 614 بتة) عبارة عن حقل محموز من أجل تمديدات إشارة التحكم TMCC في المستقبل. وتعرض في الشكل 16 تشكيله معلومات التمديد. وعند إجراء تمديد لإشارة التحكم TMCC، يأخذ تعريف التمديد (16 بتة) قيمة خلاف القيمة المحددة في الأصل "0000000000000000"، وتشير هذه القيمة إلى أن حقل التمديد (3 598 بتة) سارٍ من هذه اللحظة فصاعداً.

الشكل 16

تشكيله بتات معلومات التمديد

| | |
|---------------|-------------|
| تعريف التمديد | حقل التمديد |
| 16 bits | 3 598 bits |

BO.2098-16

الملحق 2

جدول مقارنة أنظمة الإرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح

يقارن الجدولان 10 و11 أنظمة الإرسال للإذاعة الساتلية للتلفزيون فائق الوضوح. وقد اختير النظام DVB-S2X (يشار إلى جزء الإذاعة باسم النظام E2) الموصوف في التوصية [ITU-R BO.1784] كنظام مفضل في توصيات قطاع الاتصالات الراديوية. ويقارن هذان الجدولان النظام E2 مع النظام ISDB-S3 الموصوف في الملحق 1 والمشار إليه باسم النظام F.

الجدول 10

مقارنة المعلمات التقنية لأنظمة الإرسال في النظام E2 الوارد في التوصية ITU-R BO.1784
وفي النظام الوارد في الملحق 1 بهذه التوصية (النظام F)

أ) الوظيفة

| النظام F | النظام E2 | |
|--|--|---|
| التلفزيون العادي وعالي وفائق الوضوح وتطبيقات الصوت والبيانات والبيانات التفاعلية | التلفزيون العادي وعالي وفائق الوضوح وتطبيقات الصوت والبيانات والبيانات التفاعلية ⁽¹⁾ | خدمات منجزة |
| TLV و MPEG-TS | MPEG-TS/generic stream (e.g. IP) | نسق إشارة الدخل |
| نعم: 16 كحد أقصى | نعم: 255 كحد أقصى | مقدرة إشارات دخل متعددة |
| يتاح إرسال تراتبي إضافة إلى قدرة الإرسال ومعدل الشفرة الداخلية. وتوفر إشارة التحكم TMCC مؤشر محطة الوصلة الصاعدة من أجل عملية تنوع الموقع. | للإذاعة: يتاح تشفير وتشكيل متغيرين إضافة إلى قدرة الإرسال ومعدل الشفرة الداخلية. | إمكانية تحمّل خبو المطر |
| نعم يمكن الأسلوب MMT/TLV من تجميع البيانات المرسل في عدد من القنوات يصل إلى 256 قناة. | حتى ثلاث قنوات | تجميع القنوات |
| ليس متاحاً ومتروك للنظر فيه مستقبلاً | تناسب الأساليب VL-SNR التطبيقات المتنقلة والخدمات الأخرى في المناطق التي تنخفض فيها قيمة النسبة إشارة إلى ضوضاء حتى -10 dB | استقبال متنقل |
| متاحاً | متاحاً | تخصيص مرن لمعدل بنات الخدمات |
| الأنظمة A و B و C و D و E1 و E2 و F ممكنة | الأنظمة A و B و C و D و E1 و E2 ممكنة | تصميم شائع للمستقبل مع أنظمة مستقبلات أخرى |
| على أساس MPEG-TS و IP | على أساس MPEG-TS على أساس GSE و GSE-Lite | خاصية مشتركة مع وسائط أخرى (أي أرضية، كبلية، وما إلى ذلك) |
| متاحة في السوق | متاحة في السوق | تجهيزات محطة الإذاعة |
| نعم | - | نظام الإنذار في حالات الطوارئ |

التوصية ITU-R BO.2098-0

الجدول 10 (تابع)

ب) الأداء

| النظام F | النظام E2 | |
|---|--|--|
| <p>معدل الرموز غير محدد. ومعدلات البيانات الخالصة التالية ناتجة عن مثال يساوي فيه معدل الرموز MBd 33,7561 MPEG-TS TLV $\pi/2$-shift BPSK 1/2: 16,3842 Mbit/s 16,2971 Mbit/s QPSK 1/2: 32,7684 Mbit/s 32,5941 Mbit/s 8-PSK 3/4: 72,0905 Mbit/s 71,7070 Mbit/s 16-APSK 7/9: 100,4898 Mbit/s 99,9552 Mbit/s 32-APSK 4/5: 131,0736 Mbit/s 130,3764 Mbit/s</p> | <p>معدل الرموز غير محدد. ومعدلات البيانات الخالصة التالية ناتجة عن مثال يساوي فيه معدل الرموز MBd 27,776، وطول عادي للرتل، مع عدم وجود إشارات إرشادية: QPSK 1/2: 27,467 Mbit/s QPSK 3/4: 41,316 Mbit/s 8-PSK 2/3: 55,014 Mbit/s 16-APSK 3/4: 82,404 Mbit/s. ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ 8-PSK 25/36: 57,278 32-APSK 2/3 L: 91,437 64-APSK 5/6: 137,120 ⁽⁷⁾</p> | <p>مثال على معدل البيانات الخالصة (معدل قابل للإرسال دون تعادلية)</p> |
| نعم | نعم | قابلية التمديد المساعد |
| نعم | نعم | مقدرة HDTV |
| نعم | نعم | مقدرة UHD TV |
| نعم | نعم | نفاذ شرطي قابل للانتقاء |

ج) الخصائص التقنية (إرسال)

| النظام F | النظام E2 | |
|---|---|----------------------------|
| $\pi/2$ -shift BPSK/QPSK/8-PSK/16-APSK/32-APSK | QPSK/8-PSK/8-APSK-L/16-APSK/16-APSK-L/32-APSK/32-APSK-L/64-APSK/64-APSK-L/ ⁽⁷⁾ | مخططات التشكيل للإذاعة |
| غير موصّف | غير موصّف | معدل الرموز |
| غير موصّف | غير موصّف | عرض النطاق الضروري (-3 dB) |
| 0.03 | (جيب تمام مرفوع) 0,05، 0,10، 0,15، 0,2، 0,25، 0,35 | عامل الانحسار التدريجي |
| BCH (65535, 65343, $T = 12$) شفرة مختزلة T تعني بتات قابلة للتصحيح في كل كلمة شفرة. | BCH (T, K, N) بمعلمات مختلفة حسب تشكيلة التشفير الداخلي وطول الرتل | الشفرة الخارجية |
| BCH (65535, 65343, $T = 12$) شفرة مختزلة T تعني بتات قابلة للتصحيح في كل كلمة شفرة. | BCH (T, K, N) بمعلمات مختلفة حسب تشكيلة التشفير الداخلي وطول الرتل | مولّد الشفرة الخارجية |

| النظام F | النظام E2 | |
|---|---|--|
| <p>ترد أدناه متعددات الحدود للشفرة BCH</p> $g_1(x)=1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$ $g_2(x)=1+x^2+x^3+x^4+x^8+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{16}$ $g_3(x)=1+x^2+x^3+x^7+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{13}+x^{16}$ $g_4(x)=1+x+x^3+x^6+x^7+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$ $g_5(x)=1+x+x^2+x^3+x^5+x^7+x^8+x^9+x^{11}+x^{13}+x^{16}$ $g_6(x)=1+x+x^6+x^7+x^9+x^{10}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$ $g_7(x)=1+x+x^2+x^6+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$ $g_8(x)=1+x+x^3+x^6+x^8+x^9+x^{12}+x^{15}+x^{16}$ $g_9(x)=1+x+x^4+x^6+x^8+x^{10}+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{15}+x^{16}$ $g_{10}(x)=1+x+x^2+x^4+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$ $g_{11}(x)=1+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{13}+x^{14}+x^{15}+x^{16}$ $g_{12}(x)=1+x+x^2+x^3+x^5+x^6+x^7+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$ | تختلف حسب تشكيلة التشفير الداخلي وطول الرتل | متعددة الحدود لمولّد الشفرة الخارجية |
| $1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$ | تختلف حسب تشكيلة التشفير الداخلي وطول الرتل | متعددة الحدود لمولّد الحقل |
| <p>التتابع PRBS لبيانات الفاصل: $1+x^{22}+x^{25}$</p> <p>التتابع PRBS لإشارة التحكم TMCC: $1+x^{14}+x^{15}$</p> <p>التتابع PRBS للإشارة الإرشادية: $1+x^{14}+x^{15}$</p> | <p>تتابعات PRBSn Gold مشتقة من توليفة من تتابعين تولدا باستعمال متعددة الحدود الأصلية (عبر GF(2))</p> <p>$1+x^7+x^{18}$ and $1+y^5+y^7+y^{10}+y^{18}$</p> <p>$n \in [0, 262\ 141]$</p> <p>The n^{th} Gold code sequence $z_n, n = 0, 1, 2, \dots, 2^{18}-2$, is then defined as:</p> <p>- $z_n(i) = [x((i+n) \text{ modulo } (2^{18}-1)) + y(i)] \text{ modulo } 2$,</p> <p>$i = 0, \dots, 2^{18} - 2$.</p> | اختيار عشوائي من أجل تشتت الطاقة |
| <p>بيانات الفاصل: 1010000000000000000011010</p> <p>إشارة التحكم TMCC: 100000000001110</p> <p>الإشارة الإرشادية: 100000000101100</p> | مع $n = i \times 10\ 949$ مع $i \in [0, 6]$ للإدخالات الإذاعية للتخفيف من حدة التداخل | تتابع التحويل إلى سجلّ تتابع ثنائي شبه عشوائي (PRBS) |

التوصية ITU-R BO.2098-0

الجدول 10 (تابع)

ج) الخصائص التقنية (إرسال) (تابع)

| النظام F | النظام E2 ⁽⁴⁾ | |
|---|--|---|
| بعد مشفر الشفرة BCH | قبل التشكيل/بعد تقابل البتات مع رتل الطبقة المادية وعملية اختيارية إدخال إشارة إرشادية | نقطة الاختيار العشوائي |
| (3) | (2) | التشذير بين الشفرات الداخلية والخارجية |
| الشفرة LDPC | الشفرة LDPC | التشفير الداخلي |
| 44 880 بتة | رتل FEC طبيعي = 64 800 بتة رتل FEC قصير = 16 200 بتة رتل FEC متوسط = 32 400 بتة | طول فدر الشفرة الداخلية |
| 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 7/9, 4/5, 5/6, 7/8, 9/10 | QPSK: 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 13/45, 9/20, 11/20, 11/45, 4/15, 14/45, 7/15, 8/15, 32/45 8-PSK: 3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10, 23/36, 25/36, 13/18, 7/15, 8/15, 26/45, 32/45 8-APSK-L: 5/9, 26/45 16-APSK: 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 26/45, 3/5, 28/45, 23/36, 25/36, 13/18, 7/9, 77/90, 7/15, 8/15, 26/45, 3/5, 32/45 16-APSK-L: 5/9, 8/15, 1/2, 3/5, 2/3 32-APSK: 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 2/3, 32/45 64-APSK: 11/15, 7/9, 4/5, 5/6 64-APSK-L: 32/45 | معدّل التشفير الداخلي |
| TMCC | بنية ترتيب طبقة النطاق الأساسي والطبقة المادية؛ موجات دليلية اختيارية | تحكم بالإرسال |
| 120 slots/frame | رتل FEC طبيعي = 64 800 بتة رتل FEC قصير = 16 200 بتة رتل FEC متوسط = 32 400 بتة | بنية الرتل |
| لا | نعم | بنية الترتيل الفوقي |
| MPEG-TS من أجل 188 غير موصّف من أجل TLV | MPEG-TS من أجل 188 غير موصّف من أجل GS | قد الرزمة (باينات) |
| غير موصّفة | غير موصّفة | طبقة النقل |
| مصمم أصلاً من أجل 11/12 و 17/21 دون استبعاد المديات الترددية الأخرى | مصمم أصلاً من أجل 11/12 و 17/21 دون استبعاد المديات الترددية الأخرى | المدى الترددي للوصلة الساتلية الهابطة (GHz) |

| النظام F | النظام E2 | | قواعد التركيب | تشفير المصدر الفيديوي |
|---|--|--|---------------|-----------------------|
| (⁵)HEVC | MPEG-4 AVC MPEG-2 عامة (⁵)HEVC غير مقيدة | | | |
| المستويات 4.1 و 5.1 و 5.2 و 6.1 و 6.2 | المستويان 3 و 4 غير مقيدة | | المستويات | |
| المواصفة الرئيسية للمستوى 4.1 والمواصفات العشر الرئيسية لجميع المستويات | المواصفة الرئيسية غير مقيدة، يمكن استعمال جميع المواصفات | | المواصفات | |
| 16:9 | 16:9 4:3 (اختيارياً 1:12.2) غير مقيدة | | | النسب الباعية |
| Level 6.2: 7 680 × 4 320/120/P 7 680 × 4 320/100/P | الموصى به من أجل MPEG-2: 720 × 576 704 × 576 | | | أنساق الصورة المدعومة |
| Level 6.1: 7 680 × 4 320/60/P 7 680 × 4 320/50/P | 544 × 576 480 × 576 352 × 576 352 × 288 | | | |
| Level 5.2: 3 840 × 2 160/120/P 3 840 × 2 160/100/P | الموصى به من أجل MPEG-4 AVC: 720 × 480 640 × 480 | | | |
| Level 5.1: 3 840 × 2 160/60/P 3 840 × 2 160/50/P | 544 × 480 480 × 480 352 × 480 352 × 240 | | | |
| Level 4.1: 1 920 × 1 080/60/P 1 920 × 1 080/50/P | 1 920 × 1 080 1 440 × 1 080 1 280 × 1 080 960 × 1 080 | | | |
| 1 920 × 1 080/60/I 1 920 × 1 080/50/I | 1 280 × 720 960 × 720 640 × 720 | | | |
| | الموصى به من أجل (⁵)HEVC غير مقيدة | | | |
| 30 (interlaced), 60, 120 and those divided by 1.001 25 (interlaced), 50, 100 | 25, 50 or 100, 24, 30, 60 or 120 | | | |

ITU-R BO.2098-0 التوصية

الجدول 10 (تتمة)

د) الخصائص التقنية (تشفير المصدر) (تابع)

| النظام F | النظام E2 | |
|------------------------|---|-------------------------------|
| MEPG-4 AAC, MPEG-4 ALS | MPEG-1 Layer I, MPEG-1 Layer II or MPEG-2 Layer II backward-compatible audio MPEG-4 AAC, MPEG-4 ALS | فك تشفير المصدر الصوتي |
| مدعومة | مدعومة | معلومات الخدمة |
| مدعوم | مدعوم | دليل البرامج الإلكتروني (EPG) |
| مدعوم | مدعوم | تلتكست |
| مدعوم | مدعوم | وضع العناوين الفرعية |
| غير موصّفة | غير موصّفة | الحواشي المشقّرة |

(1) هي قابلة للتطبيق أيضاً على جمع الأخبار والخدمات التفاعلية والتطبيقات الساتلية الأخرى.

(2) رغم أن النظام E2 لا يستعمل مشدّر بين الشفرات الداخلية والخارجية، هناك مشدّر بتات قبل منقّد تقابل الرموز (باستثناء QPSK).

(3) رغم أن النظام F لا يستعمل مشدّر بين الشفرات الداخلية والخارجية، هناك مشدّر بتات قبل منقّد تقابل الرموز (باستثناء $\pi/2$ -shift BPSK و QPSK).

(4) لا يمكن تطبيق جميع معدلات التشفير الداخلي على أي قد للرتل FEC.

(5) التوصية ITU-T H.265 (2013) | ISO/IEC 23008-2:2013: التشفير الفيديوي عالي الكفاءة.

(6) المخططان QPSK و 8-PSK معياريان، والمخططان 16-APSK و 32-APSK اختياريان للتطبيقات الإذاعية في النظام DVB-S2

(7) المخططات QPSK و 8-PSK و 16-APSK و 16-APSK-L و 32-APSK-L و 32-APSK معيارية للإذاعة والمخططان 64-APSK و 64-APSK-L اختياريان للإذاعة في النظام DVB-S2X. ويتاح

إضافة إلى ذلك المخططات 128-APSK و 256-APSK و 256-APSK-L في النظام DVB-S2X وهي غير قابلة للتطبيق بالنسبة للإذاعة. ويشير الحرف L إلى الأساليب المستمثلة من أجل القنوات شبه الخطية.

| النظام F | | النظام E2 ⁽⁵⁾ | | التشكيل والتشفير |
|--|--------------------------------|--|--------------------------------|---|
| $\pi/2$ -shift BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-APSK, 32-APSK | | QPSK, 8-PSK, 16-APSK, 32-APSK ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾ , 8-APSK-L, 16-APSK-L, 32-APSK-L 64-APSK, 64-APSK-L ⁽⁷⁾ | | أساليب تشكيل مدعومة إفرادياً وعلى نفس الموجة الحاملة |
| C/N من أجل QEF ⁽⁴⁾ | الكفاءة الطيفية ⁽³⁾ | C/N من أجل QEF ⁽²⁾ | الكفاءة الطيفية ⁽¹⁾ | الأداء (يعرّف نسبة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N) المطلوبة وشبه الخالية من الخطأ (QEF) (بوحدة bit/s/Hz) |
| | | | | الأساليب الشفرة الداخلية |
| 4,0- | 0,32 | غير مستعمل | 1/3 | $\pi/2$ shift BPSK |
| 3,0- | 0,39 | غير مستعمل | 2/5 | |
| 1,8- | 0,48 | غير مستعمل | 1/2 | |
| 0,5- | 0,58 | غير مستعمل | 3/5 | |
| 0,3 | 0,64 | غير مستعمل | 2/3 | |
| 1,0 | 0,71 | غير مستعمل | 3/4 | |
| 1,5 | 0,74 | غير مستعمل | 7/9 | |
| 2,0 | 0,77 | غير مستعمل | 4/5 | |
| 2,5 | 0,80 | غير مستعمل | 5/6 | |
| 2,9 | 0,84 | غير مستعمل | 7/8 | |
| 3,8 | 0,86 | غير مستعمل | 9/10 | |

الجدول 11 (تابع)

| النظام F | | النظام E2 | | التشكيل والتشفير | |
|------------|------|------------|------|------------------|----------|
| غير مستعمل | | 2,3- | 0,49 | 1/4 | QPSK |
| غير مستعمل | | 2,03- | 0,57 | 13/45 | |
| 1,0- | 0,64 | 1,2- | 0,66 | 1/3 | |
| 0,0 | 0,77 | 0,3- | 0,79 | 2/5 | |
| غير مستعمل | | 0,22 | 0,89 | 9/20 | |
| 1,2 | 0,97 | 1,0 | 0,99 | 1/2 | |
| غير مستعمل | | 1,45 | 1,09 | 11/20 | |
| 2,5 | 1,16 | 2,2 | 1,19 | 3/5 | |
| 3,3 | 1,29 | 3,1 | 1,32 | 2/3 | |
| 4,0 | 1,42 | 4,0 | 1,49 | 3/4 | |
| 4,5 | 1,48 | غير مستعمل | | 7/9 | |
| 5,0 | 1,54 | 4,7 | 1,59 | 4/5 | |
| 5,5 | 1,61 | 5,2 | 1,65 | 5/6 | |
| 5,9 | 1,67 | غير مستعمل | | 7/8 | |
| غير مستعمل | | 6,2 | 1,77 | 8/9 | |
| 6,8 | 1,73 | 6,4 | 1,79 | 9/10 | |
| غير مستعمل | | 4,73 | 1,65 | 5/9 | 8-APSK-L |
| غير مستعمل | | 5,13 | 1,71 | 26/45 | |
| 2,2 | 0,97 | غير مستعمل | | 1/3 | 8-PSK |
| 3,1 | 1,16 | غير مستعمل | | 2/5 | |
| 4,4 | 1,45 | غير مستعمل | | 1/2 | |
| 5,7 | 1,74 | 5,5 | 1,78 | 3/5 | |
| غير مستعمل | | 6,12 | 1,90 | 23/36 | |
| 6,7 | 1,93 | 6,6 | 1,98 | 2/3 | |
| غير مستعمل | | 7,02 | 2,06 | 25/36 | |

| النظام F | | النظام E2 | | التشكيل والتشفير | | |
|------------|------|------------|------|------------------|---------|-----------|
| غير مستعمل | | 7,49 | 2,15 | 13/18 | 8-PSK | |
| 7,9 | 2,12 | 7,9 | 2,23 | 3/4 | | |
| 8,6 | 2,22 | غير مستعمل | | 7/9 | | |
| 9,1 | 2,32 | غير مستعمل | | 4/5 | | |
| 9,7 | 2,41 | 9,3 | 2,48 | 5/6 | | |
| 10,4 | 2,51 | غير مستعمل | | 7/8 | | |
| غير مستعمل | | 10,7 | 2,65 | 8/9 | | |
| 11,4 | 2,59 | 11,0 | 2,68 | 9/10 | | |
| غير مستعمل | | 5,97 | 1,97 | 1/2 | | 16-APSK-L |
| غير مستعمل | | 6,55 | 2,10 | 8/15 | | |
| غير مستعمل | | 6,84 | 2,19 | 5/9 | | |
| غير مستعمل | | 7,41 | 2,37 | 3/5 | | |
| غير مستعمل | | 8,43 | 2,64 | 2/3 | | |
| 4,1 | 1,29 | غير مستعمل | | 1/3 | 16-APSK | |
| 5,1 | 1,54 | غير مستعمل | | 2/5 | | |
| 6,6 | 1,93 | | | 1/2 | | |
| غير مستعمل | | 7,51 | 2,28 | 26/45 | | |
| 8,0 | 2,32 | 7,80 | 2,37 | 3/5 | | |
| غير مستعمل | | 8,10 | 2,46 | 28/45 | | |
| غير مستعمل | | 8,38 | 2,52 | 23/36 | | |
| 9,1 | 2,57 | 9,0 | 2,64 | 2/3 | | |
| غير مستعمل | | 9,27 | 2,75 | 25/36 | | |

الجدول 11 (تابع)

| النظام F | | النظام E2 | | التشكيل والتشفير | |
|------------|------|------------|------|------------------|---------|
| غير مستعمل | | 9,71 | 2,86 | 13/18 | 16-APSK |
| 10,2 | 2,83 | 10,2 | 2,97 | 3/4 | |
| 10,8 | 2,96 | 10,65 | 3,08 | 7/9 | |
| 11,3 | 3,09 | 11,0 | 3,17 | 4/5 | |
| 11,9 | 3,22 | 11,6 | 3,30 | 5/6 | |
| غير مستعمل | | 11,99 | 3,39 | 77/90 | |
| 12,5 | 3,35 | غير مستعمل | | 7/8 | |
| غير مستعمل | | 12,9 | 3,52 | 8/9 | |
| 13,5 | 3,46 | 13,1 | 3,57 | 9/10 | |
| غير مستعمل | | 11,10 | 3,29 | 2/3 | |
| 6,4 | 1,61 | غير مستعمل | | 1/3 | 32-APSK |
| 7,2 | 1,93 | غير مستعمل | | 2/5 | |
| 9,2 | 2,41 | غير مستعمل | | 1/2 | |
| 10,6 | 2,90 | غير مستعمل | | 3/5 | |
| 11,7 | 3,22 | غير مستعمل | | 2/3 | |
| غير مستعمل | | 11,75 | 3,51 | 32/45 | |
| غير مستعمل | | 12,17 | 3,62 | 11/15 | |
| 12,8 | 3,54 | 12,7 | 3,70 | 3/4 | |
| 13,4 | 3,70 | 13,05 | 3,84 | 7/9 | |
| 14,0 | 3,86 | 13,6 | 3,95 | 4/5 | |
| 14,5 | 4,02 | 14,3 | 4,12 | 5/6 | |
| 15,3 | 4,18 | غير مستعمل | | 7/8 | |
| غير مستعمل | | 15,7 | 4,40 | 8/9 | |
| 16,3 | 4,32 | 16,0 | 4,46 | 9/10 | |

التوصية ITU-R BO.2098-0

الجدول 11 (تابع)

| النظام F | النظام E2 | | التشكيل والتشفير | |
|-----------------|-----------------|------|--|-----------|
| غير مستعمل | 13,98 | 4,21 | 32/45 | 64-APSK-L |
| غير مستعمل | 14,81 | 4,34 | 11/15 | 64-APSK |
| غير مستعمل | 15,47 | 4,60 | 7/9 | |
| غير مستعمل | 15,87 | 4,74 | 4/5 | |
| غير مستعمل | 16,55 | 4,93 | 5/6 | |
| نعم | نعم | | هل لديه مقدرة التحكم التراتبي بالتشكيل | |
| متغيرة باستمرار | متغيرة باستمرار | | خصائص معدل الرموز | |

الجدول 11 (تتمة)

| النظام F | النظام E2 | التشكيل والتشفير |
|---|---|---|
| 188 من أجل تدفقات النقل (TS)، وقابل للتعريف إلى حد K 64 من أجل حقول النمط والطول والقيمة (TLV) وتعلق الرزم متغيرة الطول قبل رزم الإصدارين IPv4 و IPv6 إلى رزم TLV. وتغلف معلومات التشوير أيضاً إلى رزم TLV. | 188 من أجل تدفقات النقل (TS)، وقابل للتعريف إلى حد K 64 من أجل التدفق التنوعي (GS). تدفقات الرزم ذات الأطوال المتغيرة، أو التدفقات غير المرزومة أو التدفقات ذات الأطوال الزائدة عن K 64 ممكنة وتُعامل كتدفقات مستمرة. | طول الرزمة (بالببتات) |
| MPEG-2 and TLV | All-IP، (GS) generic stream و MPEG-2 | تدفقات النقل المدعومة |
| 1 إلى 16 streams/channel | 1 إلى 255 streams/channel | تقابل تدفق النقل مع القنوات الساتلية |
| لا قيود داخل قطار النقل. لا قيود على القطارات TLV. | لا قيود داخل قطار النقل. لا قيود على القطارات العامة | دعم لتعدد الإرسال الإحصائي للتدفقات الفيديوية |

(1) معرفة كمعدل البتات المفيدة لكل وحدة معدل رموز دون إشارات إرشادية.

(2) اشتقت هذه القيم من عمليات المحاكاة الحاسوبية، و50 تكرار للشفرة LDPC، استعادة مثالية للموجة الحاملة والتزامن، وبدون ضوضاء طور، وقناة AWGN. طول رتل FEC يساوي 64 800 بته. تنطبق القيم على FER = 10-5 حيث FER هي النسبة، بعد التصحيح الأمامي للأخطاء عند المستقبل، بين عدد الأرتال العادية المستقبلية وإجمالي الأرتال المستقبلية. وهي لا تتضمن هامش تنفيذ العناد أو هامش خسارة المرسل المستجيب الساتلي.

(3) تعرف كمعدل بتات الدخل المفيدة TLV لمعدل رموز يساوي MBd 33,7561.

(4) اشتقت هذه القيم من عمليات المحاكاة الحاسوبية، و50 تكرار فك تشفير نقطة ثابتة للشفرة LDPC، استعادة مثالية للموجة الحاملة والتزامن، وبدون ضوضاء طور، وقناة AWGN. طول رتل FEC يساوي 64 800 بته. تنطبق القيم على BER = 10-11 حيث BER هي النسبة، بعد التصحيح الأمامي للأخطاء عند المستقبل، بين تتابع PRBS: 1+ x22+x25 ومرسل وقطار FEC مفكك تشفيره. وهي لا تتضمن هامش تنفيذ العناد أو هامش خسارة المرسل المستجيب الساتلي.

(5) تتعلق تشكيلات التشكيل والتشفير المدرجة بالرتل FEC العادي.

(6) المخططان QPSK و 8-PSK معياريان، والمخططان 16-APSK و 32-APSK اختياريان للتطبيقات الإذاعية في النظام DVB-S2

(7) المخططات QPSK و 8-PSK و 8-APSK-L و 16-APSK-L و 16-APSK و 32-APSK-L و 32-APSK معيارية للإذاعة والمخططان 64-APSK-L و 64-APSK اختياريان للإذاعة في النظام DVB-S2X. ويتاح إضافة إلى ذلك المخططات 128-APSK و 256-APSK و 256-APSK-L في النظام DVB-S2X وهي غير قابلة للتطبيق بالنسبة للإذاعة. ويشير الحرف L إلى الأساليب المستثملة من أجل القنوات شبه الخطية.