الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية ITU-R S.2099-0

(2016/12)

الأداء من حيث الأخطاء قصيرة الأجل المسموح بها في مسير رقمي افتراضي مرجعي لساتل

السلسلة S

الخدمة الثابتة الساتلية

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد 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	العنوان
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 الاستدلال الراديوي وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة
P	انتشار الموجات الراديوية
RA	علم الفلك الراديوي
RS	أنظمة الاستشعار عن بُعد
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، 2017

© ITU 2017
جميع حقوق النشر محفوظة. لا يمكن استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي شكل كان ولا بأي وسيلة إلا بإذن خطي من الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).

التوصية ITU-R S.2099-0

الأداء من حيث الأخطاء قصيرة الأجل المسموح بها في مسير رقمي افتراضي مرجعي لساتل

(المسألة ITU-R 277/4)

(2016)

مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية تعريفاً لعبارة "*قصير الأجل*" في أنظمة الاتصالات الساتلية من خلال مراعاة أحدث الاتجاهات التقنية في أنظمة ومعايير الاتصالات الساتلية، وتحدد أهداف الأداء من حيث الخطأ بحسب الخدمة والمعلومات.

مصطلحات أساسية

أهداف الأداء من حيث الخطأ، مسير رقمي افتراضي مرجعي لساتل، قصير الأجل.

المختصرات/الأسماء المختصرة

3GPP	مشروع شراكة الجيل الثالث *(3rd generation partnership project)*
ACM	التشكيل والتشفير التكيّفي *(Adaptive coding and modulation)*
BBE	كتلة خلفية مشوبة بالخطأ *(Background block error)*
BER	معدل الخطأ في البتات *(Bit error rate)*
bit/s	بتة في الثانية *(bits per second)*
CQI	معلومات نوعية القناة *(Channel quality information)*
DVB	الإذاعة الفيديوية الرقمية *(Digital video broadcasting)*
DVB-S2	الجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عن طريق الساتل *(Second generation digital video broadcasting via satellite)*
DVB-RCS	الإذاعة الفيديوية الرقمية–قناة العودة عن طريق الساتل *(DVB-return channel via satellite)*
EB	كتلة مشوبة بالخطأ *(Errored block)*
EN	المعايير الأوروبية *(European standard)*
ES	ثانية تتخللها أخطاء *(Errored second)*
ETSI	المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات *(European Telecommunications Standards Institute)*
FER	معدل الخطأ في الإطار *(Frame error rate)*
GEO	مدار مستقر بالنسبة إلى الأرض *(Geostationary earth orbit)*
LTE	التطوّر طويل الأجل *(Long term evolution)*
PER	معدل الخطأ في الرزم *(Packet error rate)*
SES	ثانية شديدة الخطأ *(Severely errored second)*

SNR نسبة الإشارة إلى الضوضاء *(Signal-to-noise ratio)*

TR تقرير تقني *(Technical report)*

TS مواصفة تقنية *(Technical specification)*

L_b طول الكتلة *(Length of a block)*

L_p طول الرزمة *(Length of a packet)*

N_{bit_allow} العدد المسموح به من أخطاء البتات *(Allowable number of bit errors)*

N_{packet_allow} العدد المسموح به من أخطاء الرزم *(Allowable number of packet errors)*

R_b معدل بتّات المعلومات معبراً عنه بمعدل البتّات في الثانية *(Information bit rate expressed in bit/s)*

R_p معدل الرزم (عدد الرزم في الثانية) *(packet rate, number of packets per second)*

P_{b_req} معدل الخطأ المطلوب في البتّات *(Required BER)*

P_{p_req} معدل الخطأ المطلوب في الرزم *(Required PER)*

توصيات وتقارير وقرارات الاتحاد الدولي للاتصالات ذات الصلة

التوصية ITU-R S.614-4 الأداء من حيث الأخطاء المسموح بها في مسير ساتلي رقمي افتراضي مرجعي من الخدمة الثابتة الساتلية يعمل تحت 15 GHz ويشكل جزءاً من توصيل دولي في شبكة رقمية متكاملة الخدمات

التوصية ITU-R S.1061-1 استخدام استراتيجيات وتقنيات ترتيبات مضادة للخبوّ في الخدمة الثابتة الساتلية

التوصية ITU-R S.1062-4 الأداء من حيث الأخطاء المسموح بها في مسير رقمي افتراضي مرجعي لساتل يعمل تحت 15 GHz

التوصية ITU-R S.1323-2 أقصى سويات مسموح بها للتداخل في شبكة ساتلية (GSO/FSS؛ non-GSO/FSS؛ وصلات التغذية non-GSO/MSS) في مسير رقمي افتراضي مرجعي في الخدمة الثابتة الساتلية التي تسببها شبكات أخرى متحدة الاتجاه تحت 30 GHz

التوصية ITU-R SF.1006 تحديد احتمال التداخل بين محطات أرضية من الخدمة الثابتة الساتلية ومحطات في الخدمة الثابتة

التوصية ITU-T G.826 معلمات وأهداف الأداء من حيث الخطأ من طرف إلى طرف في المسيرات والتوصيلات الرقمية الدولية ذات معدل البتات الثابت

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن التطورات في الاتصالات الساتلية تتطلب تحديد معايير التداخل القصير الأجل؛

ب) أنه يمكن استعمال أهداف الأداء في الأجل القصير لوضع معايير التداخل القصير الأجل؛

ج) أن أداء الوصلة الساتلية يجب أن يكفي للسماح بالالتزام بأهداف الأداء الإجمالية من طرف إلى طرف وبمتطلبات المستعمل النهائي؛

د) أن الضرورة تقتضي أن تؤخذ في الحسبان جميع الآليات المهيِّئة لوقوع الخطأ لدى تحديد معايير الأداء من حيث الخطأ، لا سيما ظروف الانتشار المتغيرة مع الوقت والتداخل،

وإذ يُدرك

أ) أن أهداف الأداء من حيث الخطأ في الأجل الطويل متوفرة في التوصيتين ITU-R S.614 وITU-R S.1062؛

ب) أن المعلومات المتعلقة بتقنيات الإرسال التكييفي والتحكم في القدرة التي يمكن استعمالها للتعويض عن التوهين المتغير مع الوقت متوفرة في التوصية ITU-R S.1061؛

ج) أن المعلومات المتعلقة بالمدة المسموحة لمعدل الخطأ في البتات (BER)، المحددة في أهداف الأداء في الأجل القصير والناجمة عن التداخل في الشبكة الساتلية، متوفرة في التوصية ITU-R S.1323؛

د) أن المعلومات المتعلقة بمعايير التداخل القصير الأجل المطبقة على التداخل بين محطات أرضية من الخدمة الثابتة الساتلية ومحطات في الخدمة الثابتة متوفرة في التوصية ITU-R SF.1006،

توصي

1 بأن لا يزيد عدد أخطاء البتات خلال الفترة قصيرة الأجل، N_{bit_allow}، على $R_b \times P_{b_req}$، حين يحدَّد الأداء المطلوب بحسب الخدمة بواسطة معدل الخطأ في البتات (BER) (انظر الملاحظة 1)؛

2 بأن لا يزيد عدد أخطاء الرزم خلال الفترة قصيرة الأجل، N_{packet_allow}، على $R_p \times P_{p_req}$، حين يحدَّد الأداء المطلوب بحسب الخدمة بواسطة معدل الخطأ في الرزم (PER) (انظر الملاحظتين 2 و3)؛

3 بأن تُحدّد الفترة القصيرة الأجل بثانية واحدة لوصلات السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض من نمط "الموجّه المائل للموجات" التي تستخدم التشفير والتشكيل التكيفي (ACM)؛

4 بأنه يمكن تقصير الفترة القصيرة الأجل تبعاً لمدار الساتل أو تشكيلة المرسل المستجيب في الساتل، مثل وجود معالج على المتن (قد تساوي أدنى فترة قصيرة الأجل مدة الإرسال من طرف إلى طرف لقفزة واحدة)؛

5 بأنه يمكن تحديد الالتزام بالهدف N_{bit_allow} أو N_{Packet_allow} عند خرج أيّ من الكتل الوظيفية المستعملة لتحسين الأداء من حيث الخطأ من قبيل مفككات التشفير ومفككات التشذير؛

6 بأن تعتبر الملاحظات التالية جزءاً من هذه التوصية،

الملاحظة 1 – R_b هو معدل بتات المعلومات معبراً عنه بمعدل البتات في الثانية (bit/s) وP_{b_req} هو معدل الخطأ المطلوب في البتات (BER) في الخدمة التي يقدمها النظام الساتلي.

الملاحظة 2 – يمكن استخدام المصطلح "رزمة" كمرادف للمصطلح "إطار" إذا كان الأداء المطلوب بحسب الخدمة محدداً بواسطة معدل الخطأ في الإطار (FER).

الملاحظة 3 – R_p هو عدد الرزم في الثانية ويساوي R_b مقسوماً على عدد البتات في الرزمة الواحدة، وP_{p_req} هو معدل الخطأ المطلوب في الرزم (PER) في الخدمة التي يقدمها النظام الساتلي.

الملاحظة 4 – P_{b_req} وP_{p_req} هما قيمتان تعتمدان على الخدمة والتطبيق، ولتحقيق واحدة من هاتين القيمتين ينبغي استعمال هامش قدرة مناسب.

الملاحظة 5 – يمكن الاطلاع على العلاقة بين N_{bit_allow} أو N_{packet_allo} وتعاريف المصطلحات المستخدمة في التوصية ITU-R S.1062 (التوصية ITU-T G.826)، بما في ذلك الثواني التي تتخللها أخطاء شديدة والكتلة الخلفية المشوبة بالخطأ، في الفقرة 3.1 من الملحق 1.

الملحق 1

أهداف الأداء من حيث الأخطاء قصيرة الأجل في أنظمة الاتصالات الساتلية

1 معلومات أساسية

1.1 تعريف الأجل القصير في الأنظمة الساتلية

يمكن تزويد الأنظمة الساتلية بنظام التشفير والتشكيل التكيفي (ACM) و/أو بنظام تحكم في القدرة للتعويض بشكل مناسب عن خبوّ القناة. وبوجه خاص، إذا كانت هذه الأنظمة تعمل في نطاق ترددات أعلى من 10 GHz، فإن اعتماد نظام التشفير والتشكيل التكيفي يمكن اعتباره خياراً إلزامياً للتعويض عن خبوّ القناة.

وكما ورد بالتفصيل في التوصية ITU-R S.1061 – استخدام استراتيجيات وتقنيات ترتيبات مضادة للخبوّ في الخدمة الثابتة الساتلية، يحتاج الأمر إلى نظام تكيفي للتعويض عن الخبو بالمطر من أجل التنبؤ سلفاً بمقدار التوهين بالمطر أو بنوعية الإشارة على أن تؤخذ في الحسبان مهلة الذهاب والإياب. وإذا افترضنا أن مهلة الذهاب والإياب لنظام ساتلي مستقر بالنسبة إلى الأرض تبلغ 0,25 ثانية، ينبغي أن تكون فترة التحديث اللازمة لتغيير الأساليب (أو لتقدير فترة معلومات نوعية القناة (CQI)) أقل بكثير من ثانية واحدة على افتراض استعمال مرسل مستجيب من نمط "الموجّه المائل للموجات". وتساوي الفترة الفاصلة الدنيا 0,5 ثانية في حالة الساتل المستقر بالنسبة إلى الأرض. ويمكن كشف عوامل الخبوّ أو التداخل التي تدوم فترة أطول على نحو ملائم والتعويض عنها بوسائل مناسبة.

وبالنسبة لوصلات السواتل التي لا تستخدم التشفير والتشكيل التكيفي، يمكن تحديد الفترة القصيرة الأجل بمدة الإرسال عبر وصلة واحدة من عقدة محورية (hub) إلى عقدة أو 0,25 ثانية تقريباً بالنسبة لساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض، علماً أن عبارة "عقدة محورية" تشير إلى محطة مركزية وكلمة "عقدة" تشير إلى محطة بعيدة.

أما السواتل غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض فتتميز بفترات قصيرة الأجل مصغّرة تبعاً لارتفاع السواتل في الكوكبة.

ولذلك فإذا حصرنا اهتمامنا بأنظمة السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض الرائجة، ينبغي تحديد الفترة القصيرة الأجل بثانية واحدة. بالإضافة إلى ذلك، وبالرجوع إلى إحدى المواصفات الحديثة للإرسال الساتلي التي وضعها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI)، يعتبر وقت استجابة عروة استعادة التوقيت بحدود ثانية واحدة في مطراف المستقبل (انظر المعيار ETSI TR 102 768 V1.1.1 (2009-04)، "الإذاعة الفيديوية الرقمية (DVB)؛ قناة تفاعل لأنظمة التوزيع الساتلية؛ مبادئ توجيهية بشأن استعمال المعيار EN 301 790 في السيناريوهات المتنقلة")

2.1 أهداف الأداء من حيث الأخطاء قصيرة الأجل بدلالة عدد أخطاء البتات أو أخطاء الرزم

من خلال تحديد الفترة القصيرة الأجل بثانية واحدة، يتعين تحديد أهداف الأداء المستخدمة لكل خدمة بحسب الأداء من حيث معدل الخطأ في البتات (BER) أو معدل الخطأ في الرزم (PER)، مع الأخذ في الاعتبار خدمات الوسائط المتعددة السائدة عبر الأنظمة الساتلية في المستقبل. وعلى سبيل المثال، يساوي الأداء النموذجي من حيث معدل الخطأ المطلوب في البتات في خدمتي الصوت والبيانات 10^{-3} و10^{-6} على التوالي. ويمكن الاطلاع على أمثلة محددة على أهداف الأداء بحسب الخدمة في الجدول 17 من المبادئ التوجيهية للمستعمل بشأن المستعلين المتنقلين لأنظمة DVB-RCS، المعيار ETSI TR 102 768 V1.1.1 (2009-04)، وفي الجدول 7.1.6 من مواصفة نظام 3GPP LTE-Advanced، المعيار 3GPP TS 23.203 v.11.12.0 (2013-12). ويحدِّد معدل الخطأ في الرزم (PER) متطلبات معدل الخطأ للجيل الثاني للإذاعة الفيديوية الرقمية عن طريق الساتل (DVB-S2)، ويرد في المعيار ETSI TR 102 376-1 V1.2.1 (2015-11) عدد من نتائج تقدير المعدل PER مع أنظمة مختلفة للتشفير والتشكيل.

وإذا حُدِّدت الفترة القصيرة الأجل بثانية واحدة، يصبح الأداء من حيث معدل الخطأ في البتات (BER) الناجم عن الخبوّ أو التداخل متوقفاً على معدل المعلومات. وكلما ارتفع معدل المعلومات، ازداد عدد البتات المستقبلة التي تلفت بسبب الخبوّ أو التداخل خلال فترة محددة. وللحفاظ على معدل الخطأ المطلوب في البتات خلال الفترة القصيرة الأجل، يمكن تقدير العدد المسموح به من أخطاء البتات، N_{bit_allow}، بالقيمة التالية:

$$N_{bit_allow} = R_b \times P_{b_req} \quad (1)$$

حيث R_b معدل بتات المعلومات معبراً عنه بمعدل البتات في الثانية (bit/s) وP_{b_req} معدل الخطأ المطلوب في البتات الذي تحدده خدمة معينة في النظام الساتلي. ويبيّن الجدول 1 أمثلة على العدد N_{bit_allow} المقدر وفقاً للمعدل R_b وP_{b_req}، حين تكون الفترة القصيرة الأجل محددة بثانية واحدة.

الجدول 1

العدد المسموح به من أخطاء البتات خلال الفترة القصيرة الأجل، ثانية واحدة، وفقاً لمعدل الخطأ المطلوب في البتات

معدل المعلومات، R_b	معدل الخطأ المطلوب في البتات ، P_{b_req}	العدد المسموح به من أخطاء البتات، N_{bit_allow}
kbit/s 9,6	10^{-3}	9
	10^{-6}	0
Mbit/s 1,5	10^{-3}	$10^3 \times 1{,}5$
	10^{-6}	1
Mbit/s 155	10^{-3}	$10^5 \times 1{,}5$
	10^{-6}	$10^2 \times 1{,}5$
Gbit/s 1	10^{-3}	$10^6 \times 1{,}0$
	10^{-6}	10^3

إذا كان معدل الخطأ في الرزم (PER) (أو معدل الخطأ في الإطار FER) هو الذي يحدد متطلبات أداء النظام، يمكن تقدير العدد المسموح به من أخطاء الرزم، N_{packet_allow}، من أجل الحفاظ على معدل الخطأ المطلوب في الرزم (PER) خلال الفترة القصيرة الأجل على النحو التالي:

$$N_{packet_allow} = R_p \times P_{p_req} \quad (2)$$

حيث R_p عدد الرزم في الثانية ويساوي $R_p = R_b/L_p$، وL_p طول الرزمة معبراً عنه بعدد البتات. P_{p_req} هو معدل الخطأ المطلوب في الرزم الذي تحدده خدمة معينة في النظام الساتلي. والحجم النموذجي لرزمة MPEG يبلغ 188 بايت.

3.1 العلاقة بين المصطلحات المستخدمة في هذه التوصية وتلك المستخدمة في التوصية ITU-R S.1062

تستخدم التوصية ITU-R S.1062 معلمات أداء عرّفت أصلاً في التوصية ITU-T G.826. ويمكن التعبير عن كل معلمة من هذه المعلمات بدلالة قياسات الأداء R_b وN_{allow} وP_{b_req} المستخدمة في هذه التوصية.

1.3.1 الأحداث المتعلقة بالأداء من حيث الخطأ في المسيرات

– تعرَّف الكتلة المشوبة بالخطأ (EB) بأنها كتلة تتضمن بتة خطأ واحدة أو أكثر. ويرد في الجدول 1 من التوصية ITU-T G.826 التعاريف العامة للكتل وأمثلة عليها. ويتراوح طول الكتلة من 800 إلى 30 000 بتة بحسب معدل الخدمة.

وإذا عرّفنا طول الكتلة بالقيمة L_b، عندئذ تكون الكتلة المشوبة بالخطأ عبارة عن كتلة تكون فيها الكمية $L_b \times P_{b_re}$ أو $L_b \times P_{p_req}$ أكبر من 1 أو تساويه، وذلك لفترة قصيرة الأجل من ثانية واحدة.

- تعرَّف الثانية التي تتخللها أخطاء (ES) بأنها فترة من ثانية واحدة تتضمن كتلة واحدة أو أكثر من الكتل المشوبة بالخطأ (EB).
- تعرَّف الثانية شديدة الخطأ (SES) بإنها فترة من ثانية واحدة تتضمن 30% أو أكثر من الكتل المشوبة بالخطأ أو عيباً واحداً على الأقل (انظر التوصية ITU-T G.826 للاطلاع على تعريف العيوب)

ويجدر ملاحظة أن الثواني شديدة الخطأ (SES) هي مجموعة فرعية للثواني المشوبة بالخطأ (ES).

- تعرَّف الكتلة الخلفية المشوبة بالخطأ (BBE) بأنها كتلة مشوبة بالخطأ لا تحدث كجزء من ثانية شديدة الخطأ (SES).

2.3.1 الأحداث المتعلقة بالأداء من حيث الخطأ في التوصيلات

- تعرَّف الثانية التي تتخللها أخطاء (ES) بأنها فترة من ثانية واحدة تتضمن بتة خطأ واحدة أو أكثر أو يكتشف خلالها خسارة في الإشارة أو في إشارة بيان الإنذار.

خلال الثانية التي تتخللها أخطاء (ES)، يكون N_{bit_allow} أو N_{packet_allow} دائماً أكبر من 1 أو يساويه، وذلك لفترة قصيرة الأجل من ثانية واحدة.

- تعرَّف الثانية شديدة الخطأ (SES) بإنها فترة من ثانية واحدة تكون فيها الكتلة الخلفية المشوبة بالخطأ (BBE) أكبر من 10^{-3} أو تساويه.

وخلال الثانية شديدة الخطأ (SES)، يكون N_{bit_allow} دائماً أكبر من $R_b \times 10^{-3}$ أو يساويه.

2 المبادئ التشغيلية للتشفير والتشكيل التكيّفي

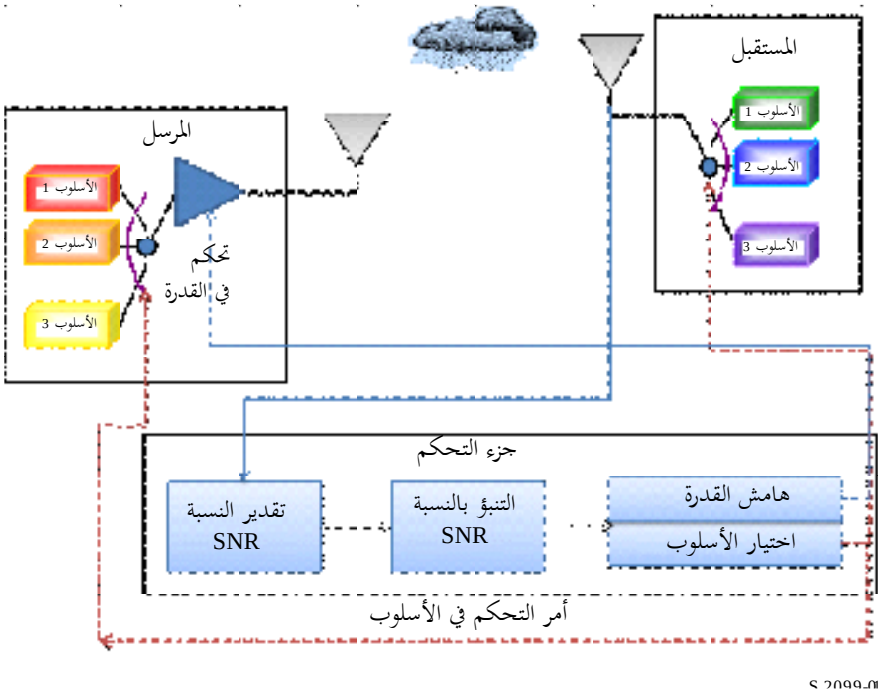
نظراً لتغير خصائص القنوات اللاسلكية مع الوقت، تراعى أنظمة التشفير والتشكيل التكيفي (ACM) في أنظمة الاتصالات الساتلية الحديثة. فاستخدام نظام التشفير والتشكيل التكيفي يؤثر بشدة على قدرة وصلة الساتل على تلبية أهداف الأداء من حيث الخطأ. وينعكس هذا التأثير على ميزانية الوصلة. ويهدف هذا القسم إلى تقديم مبادئ التشغيل الأساسية لنظام ACM، ما قد يساعد مهندسي الأنظمة الساتلية على استخدام الهدف المحدد للأداء من حيث الخطأ. ويمكن الاطلاع على مادة إضافية بشأن استخدام التطبيقات من نقطة إلى عدة نقاط في التوصية ITU-R S.1061.

ويظهر الشكل 1 المخطط الإجمالي لأحد الأمثلة المتعلقة بمفهوم تشغيل نظام ACM في الوصلات من نقطة إلى نقطة. ويمكن استعمال تقنية الإرسال التكيفي التي تستخدم نظام ACM والتحكم في القدرة للتعويض عن الخبوّ القصير الأجل أو التداخل الذي قد يحدث في الوصلة. وتَستخدم تقنية الإرسال التكيفي مخططات إرسال تتسم بالكفاءة من حيث استعمال الطيف في الظروف العادية وتتحول إلى مخططات تتسم بالكفاءة من حيث القدرة للتعويض عن الخبوّ القصير الأجل أو التداخل. وبما أن عملية التحول تشتمل على تحري تاريخ نوعية الإشارة المتلقاة أو نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) والتنبؤ بنسبة الإشارة إلى الضوضاء عند فترة الإرسال التالية، فإن الأمر يحتاج إلى جزء للتحكم.

وتتكون آلية التحكم من عملية تقدير لنسبة الإشارة إلى الضوشاء (SNR) والتنبؤ بها وانتقاء الأسلوب الراديوي. ويجب أن يراعي التنبؤ بالنسبة SNR، على الجانب الخاص بالاستقبال، مهلة الذهاب والإياب عبر وصلة الساتل. وقد لا تكون فترة تحديث تخصيص الأسلوب الراديوي أصغر من ضعفي تأخير القفزة الواحدة. وتكمن مهمة انتقاء الأسلوب الراديوي في تخصيص مخططات الإرسال المناسبة تكيفياً، مثل مخططات التشفير والتشكيل، إلى جانبي الإرسال والاستقبال على السواء. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تطبيق هامش قدرة تكيفياً للتعويض عن أي خطأ قد يحدث بسبب تقدير النسبة SNR، أو التنبؤ بها، أو أخطاء انتقاء الأسلوب الراديوي.

الشكل 1

مفهوم تشغيل نظام التشفير والتشكيل التكيفي

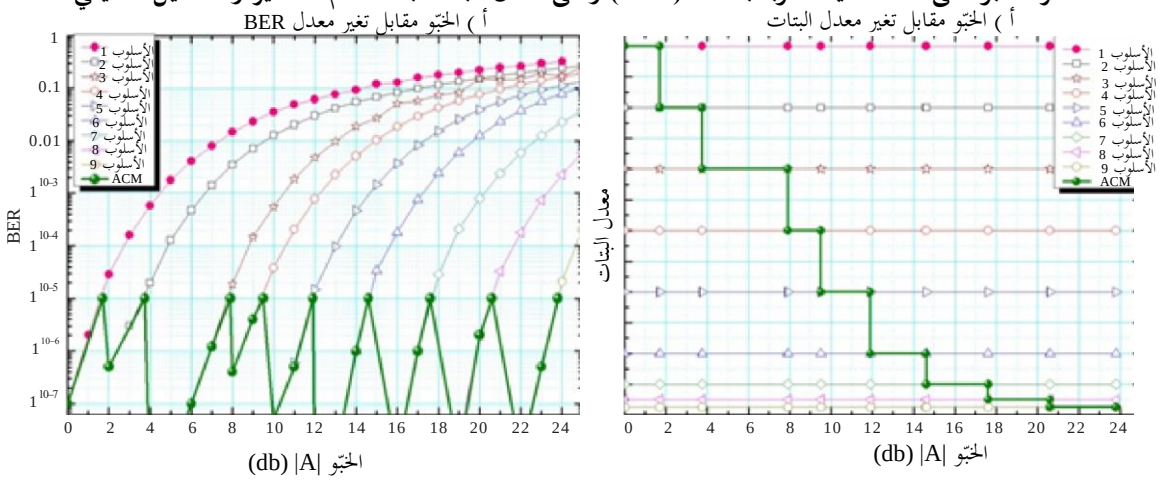


S.2099-01

يوضح الشكلان 2 (أ) و(ب) العلاقة بين الخبوّ (أو التداخل) والكتلة الخلفية المشوبة بالخطأ، وبين الخبوّ ومعدل البتات، على التوالي، حسبما إذا كان النظام ACM مستعملاً أم لا. وفي المثال المبين في الشكل 2، يُفترض استعمال 9 أنماط، من النمط 1 إلى 9، للتعويض عن الخبوّ، وأن الكتلة الخلفية المشوبة بالخطأ (BER) تساوي 10^{-5}. كما يفترض أن النسبة SNR للنظام محددة بقيمة تعطي للكتلة BER المقدار 10^{-5} في الأسلوب 1.

الشكل 2

أثر الخبوّ على كتلة خلفية مشوبة بالخطأ (BER) وعلى معدل البتات باستخدام التشفير والتشكيل التكيفي



S.2099-0

ويمكن الاطلاع على مزيد من المعلومات عن عمل النظام ACM عبر وصلة ساتلية مع نظام DVB-S2 في المعيار ETSI TR 102 376-1 V1.2.1 (2015-11)، وعن عمله عبر وصلة العودة مع نظام DVB-RCS2 في المعيار ETSI TR 101 545-4 V1.1.1-(2014-04).