التوصية ITU-R S.1709-1

الخصائص التقنية للسطوح البينية الراديوية فيما يتعلق بالأنظمة الساتلية عريضة النطاق العالمية

(المسألة ITU-R 269/4)

(2007-2005)

مجال التطبيق

تعرض هذه التوصية خصائص السطح البيني الراديوي التي يمكن أن يسترشد بها مصممو الشبكات الساتلية عريضة النطاق. ويقع مضمون التوصية في أربعة ملحقات، أولها وصف عام لمعمارية الشبكات الساتلية عريضة النطاق. ويحتوي كل من الملحقات الباقية على ملخص لمعايير السطح البيني الراديوي الحالية التي أقرتها مختلف هيئات التقييس. ويحتوي الملحق 2 على ملخص المعيار TIA-1008 الذي يتناول بروتوكول الإنترنت عبر السواتل (IPoS). ويحتوي الملحق 3 على ملخص لمعيار الإذاعة DVB-RCS حسب وصف المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) في الوثيقة EN 301 790. ويحتوي الملحق 4 على ملخص لمواصفة السطح البيني الراديوي للاتصالات العالمية عريضة النطاق بين المحطات الأرضية والسواتل معيدة التوليد اعتماداً على الوثيقة BSM/RSM-A للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI).

إن جمعية الاتصالات الراديوية للاتحاد الدولي للاتصالات،

إذ تضع في اعتبارها

أ) أن تكنولوجيا الاتصالات الساتلية يمكن أن تسرع بتيسر الاتصالات عريضة النطاق على الصعيدين العالمي والإقليمي؛

ب) أن التجربة العملية المكتسبة في مجال تشغيل الشبكات الساتلية عريضة النطاق بينت الطابع العملي والمفيد لهذه الشبكات؛

ج) أن أنماطاً عديدة من المعماريات المختلفة تستعمل في الأنظمة الساتلية عريضة النطاق؛

د) أن هذه الاستعمالات المتنوعة قد أدت إلى وضع معايير متنوعة تخص السطوح البينية الراديوية بهدف النقل الشفاف للإشارات عريضة النطاق على مختلف الشبكات،

توصـــي

1 باستعمال معمارية الشبكة الساتلية التنوعية وبنى البروتوكولات التي يرد تعريفها في الملحق 1 عند تصميم أنظمة الاتصالات الراديوية عريضة النطاق على أساس استعمال السواتل؛

2 باستعمال المواصفات التي ترد في الملحقات من 2 إلى 4 عندما تتاح الاتصالات الراديوية عريضة النطاق بين المحطات الأرضية والسواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض.

الملحق 1

معمارية الشبكة التنوعية للأنظمة الساتلية عريضة النطاق العالمية

1 مقدمة

تتيح الاتصالات الساتلية بفضل الخصائص الملازمة لها (التغطية الواسعة وأسلوب التشغيل من نمط الإذاعة والبث المتعدد) قدرة توصيل بشبكة الإنترنت عالي السرعة وإرسال الوسائط المتعددة على مسافات طويلة. وعلى الرغم من وجود إمكانيات عديدة لوضع النطاقات العريضة بواسطة السواتل فإن بعض الخصائص الأساسية، مثل مجموعة البروتوكولات والوظائف الخاضعة إلى الساتل أو المستقلة عنه ونفاذ المستعملين إلى النظام والسطح البيني الراديوي، متشابهة جداً. وتتناول هذه التوصية ميادين التقييس الثلاثة الآتية:

- نظام IP عبر الساتل (IPoS) لدى رابطة صناعة الاتصالات (TIA) ويرد تلخيصه في الملحق 2؛
- قناة التفاعل لأنظمة التوزيع الساتلي DVB لدى المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) (2000) ويرد تلخيصها في الملحق 3؛
- مواصفات السطح البيني الراديوي للاتصالات عريضة النطاق العالمية بين المحطات الأرضية والسواتل معيدة التوليد استناداً إلى المعيار ETSI BSM/RSM-A ويرد تلخيصها في الملحق 4.

يمكن تطبيق هذه المعايير الثلاثة التي ترد في الجدول 1 على خدمات النفاذ إلى الإنترنت عالية السرعة من جانب أي منـــزل أو مجموعة من المنازل. ويعتبر التوصيل البيني الشفاف بين الشبكات الساتلية والشبكات الأرضية أمراً في غاية الأهمية لضمان نجاح الخدمات الساتلية عريضة النطاق. ويمكن أن توفر المعماريات التي يرد وصفها في الفقرات التالية إلى المصممين والمعنيين بتقييم الأنظمة إرشادات بشأن تصميم الأنظمة وتشغيلها. ويصف هذا الملحق سيناريو شبكة عالمية عريضة النطاق بالإضافة إلى بعض التطبيقات والخدمات المشتركة. وعلاوة على ذلك، يصف هذا الملحق أيضاً الأشكال المألوفة للشبكات مثل الشبكة النجمية والشبكة التربيعية. كما يحتوي على معلومات أساسية تخص باقي التوصية وتصف ثلاثة معايير تتصل بالشبكات الساتلية عريضة النطاق. ويحتوي التذييل 1 بالملحق 1 على قائمة من المراجع بالنسبة إلى جميع المواصفات المذكورة في هذه التوصية.

الجدول 1

جدول مقارنة بين المعايير ETSI EN 301 790 V.1.3.1 وTIA-1008 وETSI RSM-A

البند	ETSI EN 301 790	TIA-1008	ETSI RSM-A
طوبولوجيا الشبكة	نجمية أو شبكية	نجمية	نجمية أو شبكية
التشكيل	QPSK	CE-OQPSK	CE-OQPSK
طريقة النفاذ إلى الحركة الخارجة	DVB-S	DVB-S	TDMA ذو معدل عال
معدل معطيات الحركة الخارجة (Mbit/s)	1 إلى 45	1 إلى 45	100، 133,33، 400
نسق النفاذ إلى الحركة الداخلة	MF-TDMA	MF-TDMA	FDMA-TDMA
معدل معطيات الحركة الداخلة	دون قيود	64 kbit/s، 128 kbit/s، 256 kbit/s	128 kbit/s، 512 kbit/s، 2 Mbit/s، 16 Mbit/s
البروتوكولات	DVB/MPEG2-TS خرج P/AAL5/ATM دخل	بروتوكول متعدد الطبقات	بروتوكولات الشبكة IETF IP

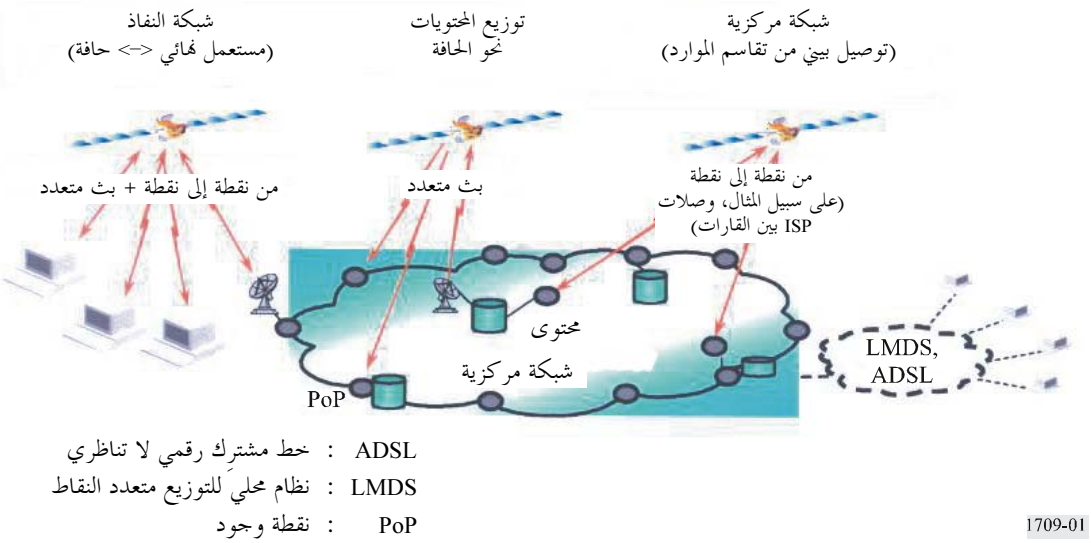
2 معمارية الشبكة العالمية

يوضح الشكل 1 معمارية شبكة ساتلية عريضة النطاق تحتوي على السيناريوهات التالية:

- *شبكة نفاذ*: إتاحة الخدمات إلى المستعملين النهائيين.
- *شبكة توزيع*: إتاحة توزيع المحتويات نحو الحافة.
- *شبكة مركزية*: إتاحة خدمات تقاسم الموارد.

الشكل 1

سيناريوهات الشبكات الساتلية عريضة النطاق العالمية



ADSL : خط مشترك رقمي لا تناظري
LMDS : نظام محلي للتوزيع متعدد النقاط
PoP : نقطة وجود

1709-01

1.2 الخدمات

من الخدمات المتنوعة التي توفرها هذه الشبكة ما يلي:

- من نقطة إلى نقطة
- البث المتعدد/الإذاعة
- توزيع المحتوى.

2.2 تطبيقات النطاق العريض

تتمثل مختلف تطبيقات النطاق العريض التي تدعمها الشبكات الساتلية فيما يلي:

- الترفيه
  - فيديو حسب الطلب
  - توزيع تلفزيوني
  - ألعاب تفاعلية
  - تطبيقات موسيقية
  - إرسال مستمر.
- النفاذ إلى الإنترنت
  - النفاذ إلى الإنترنت عالي السرعة
  - المراسلة الإلكترونية

- تطبيقات الوسائط المتعددة
- التعلم عن بعد
- الطب عن بعد.

- الأعمال التجارية
- اجتماعات فيديوية
- التجارة الإلكترونية بين الشركات
- الأمن المنـــزلي

- تقاسم الموارد بين المهاتفة والمعطيات
- نقل بواسطة بروتوكول الإنترنت
- نقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت
- نقل الملفات.

3.2 الطوبولوجيات

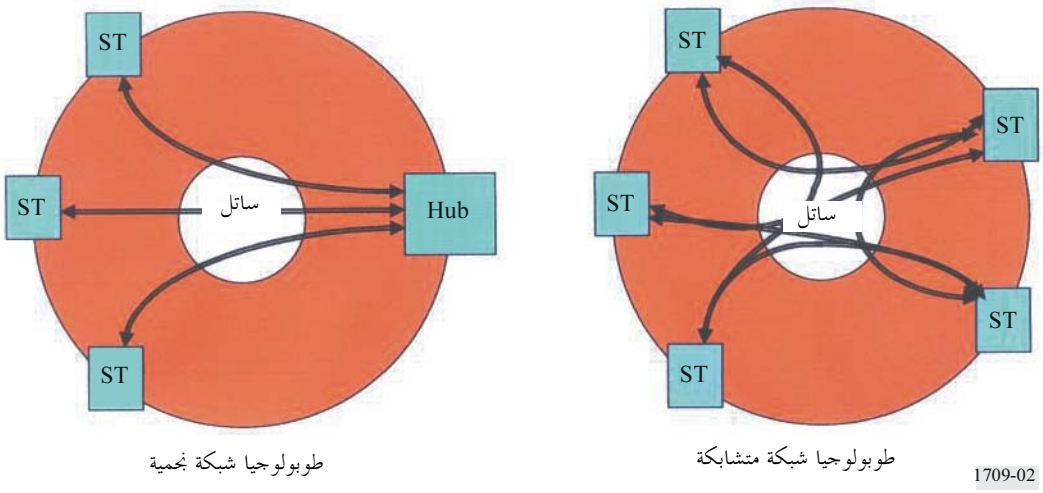
يمكن أن تستعمل الشبكة طوبولوجيا متشابكة أو طوبولوجيا نجمية، كما هو مبين في الشكل 2:

- تتميز طوبولوجيا الشبكة النجمية بترتيب الوصلات في هيئة نجمة بين المحطة المحورية (أو نقطة النفاذ إلى الإنترنت) ومحطات بعيدة متعددة. ويمكن لمحطة بعيدة واحدة أن تقيم وصلة مباشرة مع المحطة المحورية ولكنها لا تستطيع إقامة وصلة مباشرة مع محطة بعيدة أخرى.
- تتميز طوبولوجيا الشبكة المتشابكة بترتيب الوصلات بين المحطات في هيئة متشابكة، ويمكن لكل محطة أن تقيم وصلة مباشرة مع أي محطة أخرى. ويمكن أن تعتبر الطوبولوجيا النجمية حالة خاصة في الطوبولوجيا المتشابكة.

الملاحظة 1 – يمكن أن تستعمل الطوبولوجيا النجمية لإتاحة توصيلية متشابكة عن طريق إنشاء وصلة غير مباشرة بين المحطات البعيدة عبر المحطة المحورية.

الشكل 2

طوبولوجيا نجمية وطوبولوجيا متشابكة



Hub = محطة محورية / ST = مطراف ساتلي

يمكن أن تستخدم شبكة النظام الساتلي عريضة النطاق العالمية معمارية ساتلية معيدة أو غير معيدة للتوليد:

- تشير المعمارية الساتلية غير المعيدة للتوليد إلى معمارية وحيدة يطلق عليها عادة اسم "معمارية الأنبوب الملتوي"، (bent-pipe architecture). ولا تنهي هذه المعمارية أي طبقة من طبقات مجموعة بروتوكولات السطح البيني الراديوي في الساتل – إذ لا يقوم الساتل إلا بمجرد نقل الإشارات بشفافية من وصلات المستعمل إلى وصلات التغذية.
- تشير المعمارية الساتلية المعيدة للتوليد إلى طائفة من المعماريات الأخرى التي تقدم وظائف إضافية في الساتل. وتنهي وظائف الساتل في هذه المعماريات طبقة أو أكثر من طبقات مجموعة بروتوكولات السطح البيني الراديوي في الساتل.

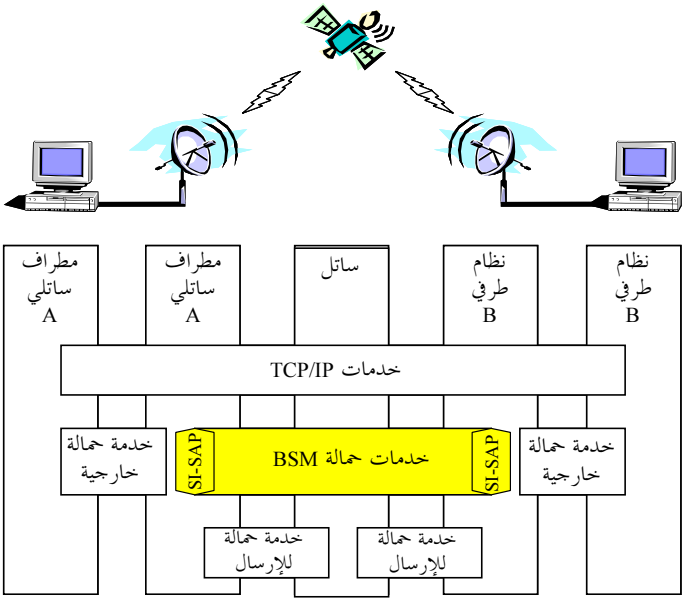
4.2 معمارية الخدمات

يوضح الشكل 3 مختلف الخدمات، مثل خدمات IP المعيارية والخدمات الحمالة بواسطة الساتل عريضة النطاق والخدمات الحمالة الأساسية للإرسال الراديوي. وأعد فريق العمل التابع للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) المكلف بالأنظمة الساتلية عريضة النطاق للوسائط المتعددة (BSM) معمارية خدمات عريضة النطاق تستعمل هذه الأنماط الثلاثة من الخدمات.

حتى يتسنى فصل الخدمات المشتركة بين جميع الأنظمة الساتلية عن الخدمات الخاصة بتكنولوجيا ساتلية معينة، تحدد معمارية الخدمة نقطة النفاذ إلى الخدمة المستقلة عن الساتل (SI-SAP) كسطح بين الطبقات العليا والطبقات الدنيا. ويقابل هذا السطح البيني أطراف الخدمات الحمالة للنظام الساتلي عريض النطاق العالمي (انظر الشكل 3).

الشكل 3

معمارية الخدمات الساتلية عريضة النطاق العالمية



TCP: بروتوكول التحكم في الإرسال

5.2 معمارية البروتوكولات

يحدد النظام الساتلي عريض النطاق العالمي ثلاث مجموعات من البروتوكولات:

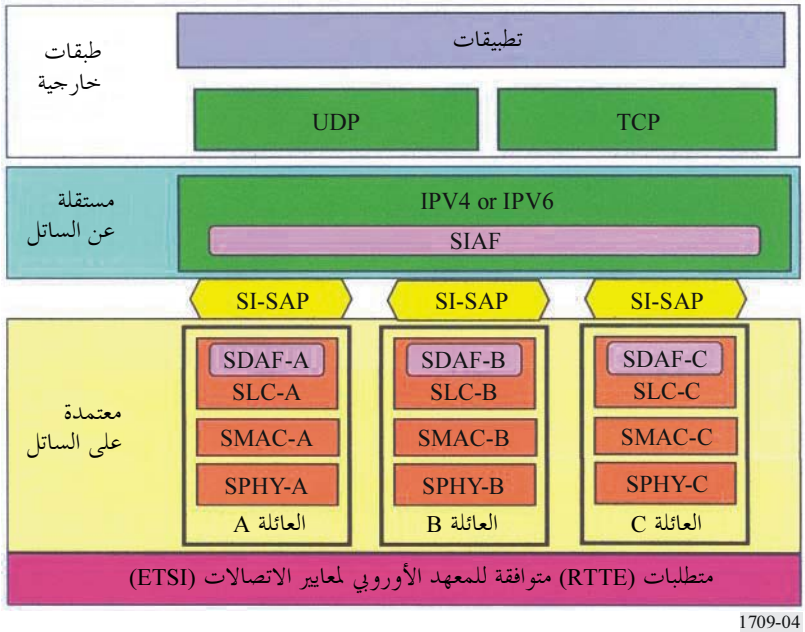
- بروتوكولات الشبكة IETF IP؛
- بروتوكولات مكيفة مع النظام الساتلي عريض النطاق العالمي مستقلة عن النظام الساتلي؛
- بروتوكولات تعتمد على تكنولوجيا الساتل.

تحدد معمارية بروتوكولات النظام الساتلي عريض النطاق العالمي السطح البيني SI-SAP الذي يقع بين طبقة الشبكة IP والطبقات الأدنى. وتحدد المعمارية، مباشرة فوق السطح البيني وتحته، طبقتي تكييف جديدتين تحتويان على وظائف النظام الساتلي عريض النطاق العالمي التي ترتبط بالسطح البيني (انظر الشكل 4).

يوضح الشكل 4 الكيفية التي تدعم بها معمارية النظام الساتلي عريض النطاق العالمي عدة عائلات بديلة من بروتوكولات الطبقات الأدنى المعتمدة على الساتل. وتقابل كل عائلة تكنولوجيا ساتلية مختلفة، بما في ذلك السواتل الشفافة أو معيدة التوليد والطوبولوجيات المتشابكة أو النجمية. ويمكن لكل عائلة من عائلات الطبقات الأدنى المعتمدة على الساتل أن تدعم هذه الوظائف النوعية لنقطة النفاذ SI-SAP بطرق مختلفة. وتحدد كل عائلة وظيفة تكييف تعتمد على الساتل (SDAF) وتستعمل لإقامة التقابل مع نقطة النفاذ SI-SAP.

الشكل 4

معمارية بروتوكولات النظام الساتلي عريض النطاق العالمي



1709-04

SIAF: وظائف تكييف مستقلة عن الساتل
UDP: بروتوكول بيانات المستعمل

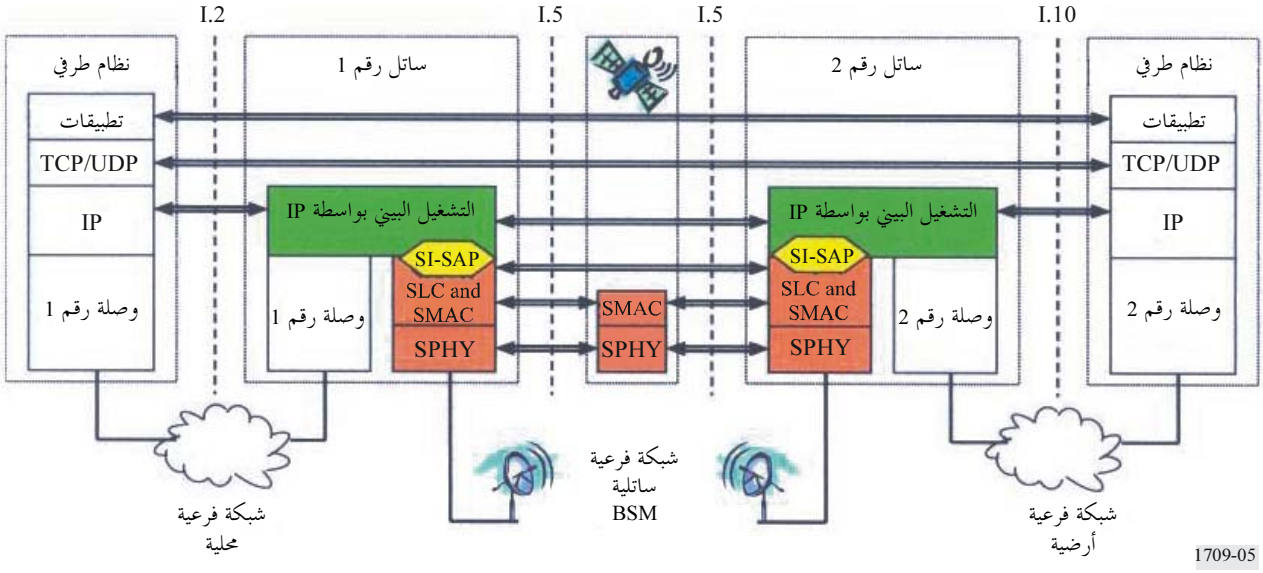
تستند هذه المعمارية إلى فكرة الفصل الواضح بين الوظائف التي تطبق على جميع الأنظمة الساتلية (المستقلة عن الساتل (SI) والوظائف الخاصة بتكنولوجيا ساتلية (المعتمدة على الساتل (SD) وتحدد من ثم سطحاً بينياً مستقلاً عن الساتل يمكن استعماله لإتاحة نفس الخدمات بصفة أساسية في جميع حالات تنفيذ هذه المعمارية. وينبغي أن ينطبق ذلك على جميع جوانب التشغيل البيني انطلاقاً من الطبقة 2 (تجسير)، والطبقة 3 وما فوق، ولكن من المتوقع أن يكون الاستعمال الأولي لهذه المعمارية تعريف وظائف التشغيل البيني بالنسبة لسلسة بروتوكولات IP.

6.2 التشغيل البيني بواسطة بروتوكول الإنترنت IP

ينبغي في شبكة الإنترنت العالمية، أن تعامل الشبكة الفرعية IP الساتلية ببساطة على غرار ما تعامل به أي شبكة فرعية IP نظراً إلى أن عدداً ضئيلاً من المراكز المضيفة سيكون موصولاً مباشرة بالشبكة الفرعية الساتلية. وتبعاً لذلك، يقضي المبدأ الرئيسي للتشغيل البيني فيما يتعلق بالخدمات IP على شبكة فرعية ساتلية بأن تبقى بروتوكولات الطبقة IP من الجانب غير الساتلي على حالها. وينبغي إتاحة أي تغييرات تُدخل على البروتوكولات اللازمة للتشغيل عبر الساتل بواسطة مجموعة من وظائف التشغيل البيني IP التي يمكن أن توجد عند حواف الشبكة الفرعية الساتلية، كما هو مبين في الشكل 5. وتتيح معمارية السطح البيني SI-SAP عندئذ إطاراً لتطوير مجموعة من معايير التشغيل البيني IP المشتركة الرامية إلى ضمان قابلية التشغيل البيني الشفاف بين أي شبكة فرعية ساتلية وأي شبكة فرعية IP غير ساتلية (أرضية مثلاً).

الشكل 5

التشغيل البيني بواسطة بروتوكول الإنترنت IP



التذييل 1
بالملحق 1

قائمة المراجع

تصف هذه الوصلات المرجعية التالية خصائص المعيار TIA-1008-A الوارد تلخيصها في الملحق 2.

	رقم الوثيقة	النسخة	الحالة	تاريخ الإصدار	الموقع
TIA	TIA-1008-A	A.1	نشرت	مايو 2006	http://www.tiaonline.org

تصف هذه الروابط المرجعية التالية خصائص المعيار DVB-RCS الوارد تلخيصها في الملحق 3.

	رقم الوثيقة	النسخة	الحالة	تاريخ الإصدار	الموقع
ETSI	EN 301 790	V1.3.1	Published	مارس 2003	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=15626

تصف هذه الوصلات المرجعية خصائص المعيار ETSI-SES/BSM/RSM-A الوارد تلخيصها في الملحق 4.

	رقم الوثيقة	النسخة	الحالة	تاريخ الإصدار	الموقع
ETSI	ETSI TS 102-188-1	V1.1.2	نشرت	يوليو 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20888
ETSI	ETSI TS 102-188-2	V1.1.2	نشرت	يوليو 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20892
ETSI	ETSI TS 102-188-3	V1.1.2	نشرت	يوليو 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20893
ETSI	ETSI TS 102-188-4	V1.1.2	نشرت	يوليو 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20895
ETSI	ETSI TS 102-188-5	V1.1.2	نشرت	يوليو 2004	http://webapp.etsi.org/workprogram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=20896

التذييل 2
بالملحق 1

المختصرات

تُستخدم في هذا التوصية المختصرات التالية:

ACF	مجال التحكم في النفاذ *(Access control field)*
ACK-RET	عودة إشعار الاستلام *(Ack-return)*
BoD	عرض النطاق حسب الطلب *(Bandwidth on demand)*
BPSK	إبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة *(Binary phase shift keying)*
BSM	ساتل عريض النطاق للوسائط المتعددة *(Broadband satellite multimedia)*
CoS	صنف الخدمة *(Class of service)*
CR	معدل ثابت *(Constant rate)*
CRC	تحقق من الإطناب الدوري *(Cyclic redundancy check)*
CRWB	معدل ثابت مع رشقات *(Constant rate with burst)*
DLL	طبقة وصلة بيانات *(Data link layer)*
DVB	إذاعة فيديوية رقمية *(Digital video broadcast)*

EDU	وحدة معطيات موسعة *(Extended data unit)*
FDMA	تعدد النفاذ بتقسيم التردد *(Frequency division multiple access)*
FEC	تصحيح أمامي للأخطاء *(Forward error correction)*
GEO	مدار أرضي متزامن مع الأرض *(Geosynchronous Earth orbit)*
HPB	رشقة ذات أولوية عالية *(High priority burst)*
HVUL	وصلة صاعدة كبيرة الحجم *(High volume up-link)*
IP	بروتوكول الإنترنت *(Internet protocol)*
kbit/s	كيلو بتة في الثانية (آلاف البتات في الثانية) *((Kilobits per second (thousands of bits per second))*
LAN	شبكة منطقة محلية *(Local area network)*
LVLL	كمون منخفض ذو حجم منخفض *(Low volume low latency)*
M&C	المراقبة والتحكم *(Monitoring and control)*
MAC	التحكم في النفاذ إلى الوسيط *(Medium access control)*
Mbit/s	ميغابتة في الثانية (ملايين البتات في الثانية) *((Megabits per second (millions of bits per second))*
MGID	هوية مجموعة الإرسالات المتعددة *(Multicast group ID)*
NCC	مركز التحكم في الشبكة *(Network control centre)*
NPB	رشقة أولوية اعتيادية *(Normal priority burst)*
OQPSK	إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة متخالف *(Offset quaternary phase shift keying)*
PA	نظام Aloha مستمر *(Persistent aloha)*
PCR	ميقاتية مرجعية للبرنامج *(Program clock reference)*
PDS	خدمة تسليم الرزم *(Packet delivery service)*
PDU	وحدة معطيات البروتوكول *(Protocol data unit)*
PEP	وسيط تحسين الأداء *(Performance enhancing proxy)*
PHY	(الطبقة) المادية *(Physical)*
PID	معرّف الرزم *(Packet IDentifier)*
PN	رقم شبه عشوائي *(Pseudo-random number)*
PTO	فرصة إرسال الرزم *(Packet transmission opportunity)*
P-P	من نقطة إلى نقطة *(Point-to-point)*
QoS	نوعية الخدمة *(Quality of service)*
QPSK	إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة *(Quaternary phase shift keying)*
RF	تردد راديوي *(Radio frequency)*
RS	ريد – سولومون *(Reed-Solomon)*
RSM	شبكة متشابكة ذات ساتل معيد للتوليد *(Regenerative satellite mesh)*
SA	نظام Aloha ذو فتحات *(Slotted aloha)*
SAM	وحدة النفاذ المأمون *(Security access module)*
SAP	نقطة النفاذ إلى الخدمة *(Service access point)*
SDU	وحدة معطيات الخدمة *(Service data unit)*

SES	محطة أرضية ساتلية *(Satellite earth station)*
SI-SAP	نقطة نفاذ إلى الخدمة مستقلة عن الساتل *(Satellite independent-SAP)*
SLC	التحكم الساتلي في الوصلة *(Satellite link control)*
SMAC	التحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط *(Satellite MAC)*
ST	مطراف ساتلي *(Satellite terminal)*
TBTP	خطة زمنية لرشقة المطراف *(Terminal burst time plan)*
TCP	بروتوكول التحكم في الإرسال *(Transmission control protocol)*
TCT	جدول تكوين الفواصل الزمنية *(Time-slot composition table)*
TDM	تعدد الإرسال بتقسيم الزمن *(Time division multiplexing)*
TDMA	تعدد النفاذ بتقسيم الزمن *(Time division multiple access)*
TIM	رسالة معلومات من المطراف *(Terminal information message)*
UDC	قناة المعطيات في الوصلة الصاعدة *(Up-link data channel)*
UDP	بروتوكول بيانات المستعمل *(User data protocol)*
UDTS	خدمات نقل معطيات المستعمل *(User data transport services)*
ULPC	التحكم في القدرة على الوصلة الصاعدة *(Uplink power control)*
UW	كلمة وحيدة *(Unique word)*
VoIP	مهاتفة بواسطة بروتوكول الإنترنت (IP) *(Voice-over-IP)*

الملحق 2

معمارية السطح البيني الراديوي TIA-1008 (IPoS)

المحتويات

			الصفحة
1	مقدمة	.....	11
2	معمارية الشبكة	.....	11
	1.2 قطاعات الشبكة	.....	11
	2.2 السطوح البينية للشبكة	.....	12
	3.2 خصائص المطراف البعيد	.....	13
3	سطح بيني ساتلي IPoS	.....	13
	1.3 نموذج مرجعي للبروتوكول IPoS	.....	13
	2.3 توزيع الوظائف بين مختلف الطبقات	.....	15
	3.3 الطبقة المادية (PHY)	.....	15
	4.3 الإرسال الساتلي على الوصلة الهابطة	.....	15

5.3 الإرسال الساتلي على الوصلة الصاعدة 15
6.3 طبقة وصلة المعطيات (DLL) 16
7.3 الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة (SLC) 16
8.3 الطبقة الفرعية للتحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) 16
9.3 الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال على الوصلة الهابطة 17
10.3 طبقة تكييف الشبكة 17

1 مقدمة

يتناول هذا الملحق معيار بروتوكول الإنترنت عبر السواتل (IPoS) الذي أعدته جمعية صناعة الاتصالات (TIA) في الولايات المتحدة الأمريكية. وتستعمل حاملات IPoS على الوصلة الهابطة (أي حاملات الإرسال من محطة محورية أو مطراف إرسال إلى عدة مطاريف بعيدة) خطة تعدد إرسال إحصائي متوائمة مع نسق المعطيات DVB ويعتمد توزيع الحركة IP على المطاريف البعيدة على "كبسلة" DVB متعددة البروتوكولات. وتمكّن الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال على حاملة الوصلة الهابطة المحطة الرئيسية من إرسال العديد من أنواع الحركة أو العديد من البرامج أو الخدمات داخل نفس حاملة الوصلة الهابطة وتتحكم في إرسال كل برنامج بمفرده. وتستند الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال IPoS إلى نسق تعدد الإرسال الإحصائي للإذاعة الفيديوية الرقمية/مجموعة خبراء الصور المتحركة (DVB/MPEG).

ويعطي هذا الملحق لمحة تقنية عن مواصفة IPoS. ويصف الجزء 2 معمارية الشبكة لنظام IPoS، بينما يصف الجزء 3 معمارية البروتوكولات المعتمدة بشأن السطح البيني الراديوي بين المطاريف البعيدة والمحطة المحورية.

2 معمارية الشبكة

1.2 قطاعات الشبكة

صُمم نظام IPoS كي يستعمل في شبكة ساتلية نجمية تشتمل على ثلاثة قطاعات رئيسية:

1. *القطاع المحوري*: يدعم القطاع المحوري نفاذ عدد كبير من المطاريف البعيدة إلى الإنترنت عبر السواتل. ويتكون من محطات أرضية محورية كبيرة وما يتصل بها من تجهيزات، ويتدفق عبرها مجموع الحركة.

2. *القطاع الفضائي*: يتكون القطاع الفضائي من جهاز مرسل مستجيب (bent-pipe) عبر سواتل متزامنة مع الأرض تسمح بالإرسال في كلا الاتجاهين بين المحطة المحورية والمطاريف البعيدة. وتعتبر معلمات وإجراءات النظام IPoS مستقلة إلى حد ما عن نطاق الترددات (سواء GHz 6/4، أو GHz 11-14/10، أو GHz 30/20 أو حتى GHz 8/7) التي تستعملها مرسلات–مستجيبات السواتل، غير أن ثمة بعض المتطلبات المادية التي ترتبط بمعلمات ترددات راديوية تختص بكل نطاق محدد. وتفترض النسخة الحالية من السطح البيني للطبقة المادية (PHY) للنظام IPoS أن الخدمات IPoS تستعمل سواتل تعمل عند GHz 11-14/10 في النطاقات الموزعة على الخدمة الساتلية الثابتة (FSS).

3. *قطاع المستعمل*: يتكون قطاع المستعمل IPoS بصفة عامة، من آلاف مطاريف المستعمل كل منها قادر على توفير اتصالات IP عريضة النطاق إلى مواقع بعيدة. ويشار أيضاً في هذا المعيار، إلى مطاريف المستعمل باسم المطاريف البعيدة. وتدعم المطاريف البعيدة مراكز استضافة المستعمل أو الحواسيب الشخصية (PC) التي تُشغل التطبيقات. ويمكن بصفة عامة، تقسيم هذا الدعم للحواسيب الشخصية للمستعملين إلى فئتين:

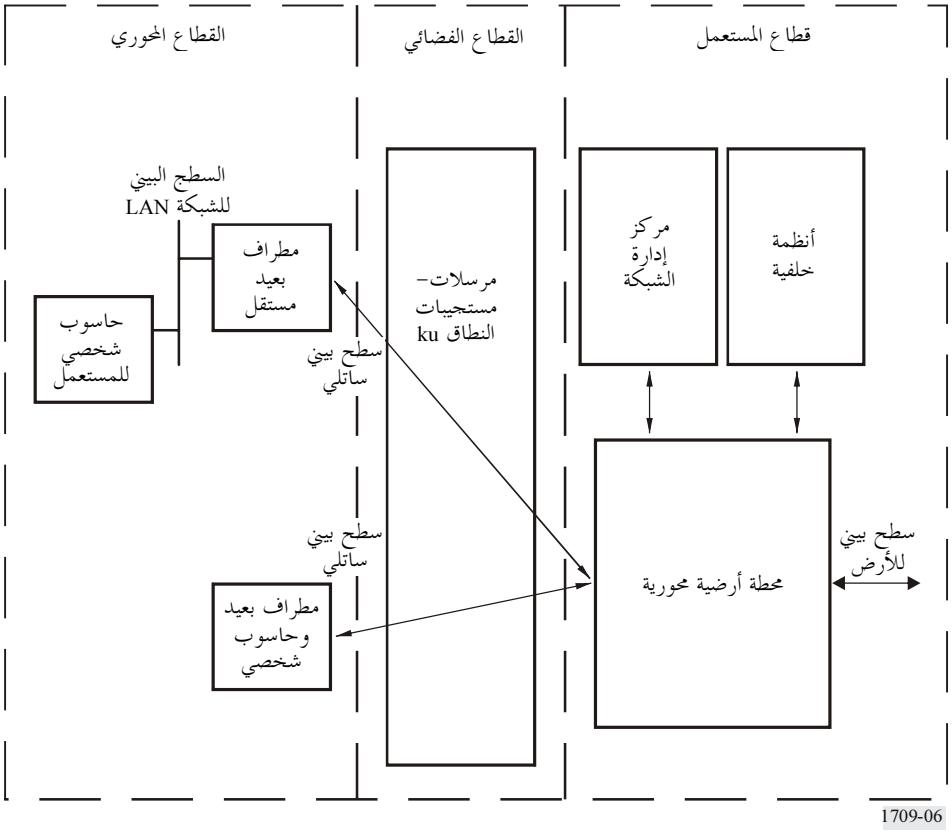
– *نقطة نفاذ وحيدة*: في حالة توصيل المركز المضيف مع المطراف البعيد، من خلال سطح بيني لتوصيل مسلسل جامع (USB) مثلاً.

– *شبكة منطقة محلية (LAN) في أماكن عمل الزبون*: حيث تتيح المطاريف البعيدة النفاذ إلى عدة حواسيب شخصية. وتعتبر شبكات المنطقة المحلية في أماكن عمل الزبائن عن النظام IPoS.

يوضح الشكل 6 المكونات عالية المستوى في معمارية النظام IPoS ويبين السطوح البينية الرئيسية الداخلية والخارجية للنظام IPoS.

الشكل 6

التشغيل البيني بواسطة بروتوكول الإنترنت (IP)



2.2 السطوح البينية للشبكة

فيما يلي السطوح البينية الرئيسية للنظام IPoS:

– *السطح البيني للشبكة LAN والمطاريف*: وهو السطح البيني بين حواسيب استضافة المستعمل أو الحواسيب الشخصية والمطاريف البعيدة. ويستعمل السطح ما بين الشبكة LAN والمطاريف برتوكول إثرنت الذي ليس جزءاً من هذا المعيار.

– *السطح البيني الساتلي IPoS*: وهو السطح البيني حيث تتبادل المطاريف البعيدة والمحطة المحورية معلومات المستعمل والتحكم والإدارة. ويمثل السطح البيني الساتلي IPoS، أو السطح البيني الراديوي، مركز اهتمام هذا المعيار.

– *سطح ما بين الأرض والمحطة المحورية*: وهو سطح يقع ما بين المحطة المحورية والشبكة الفقرية التي تصل المحطة المحورية بشبكات معطيات رزمية خارجية، وبالإنترنت العمومية أو بشبكات المعطيات الخاصة. ويستعمل السطح البيني للأرض في المحطة المحورية بروتوكولات IP التي ليست جزءاً من هذا المعيار.

يميز السطح البيني الساتلي IPoS بين اثنين من اتجاهات الإرسال:

– الاتجاه الهابط من المحطة المحورية للنظام IPoS إلى مطاريف المستعمل، حيث تبث الإرسالات على كامل عرض النطاق الموزع على حاملة الوصلة الهابطة. وبما أن الوصلة الهابطة IPoS قادرة على إرسال طائفة كبيرة من الإرسالات في آن واحد، فهي تتدفق نحو العديد من المطاريف البعيدة.

- الاتجاه الصاعد من المطاريف البعيدة إلى المحطة المحورية IPoS للنظام هو وصلة من نقطة إلى نقطة إما تستعمل عرض النطاق الذي تخصصه المحطة المحورية للمطاريف البعيدة فردياً أو عرض النطاق الذي تتقاسمه كافة المطاريف في أسلوب التنازع.

3.2 خصائص المطراف البعيد

المطراف البعيد هو منصة النفاذ التي تنفذ منها مراكز استضافة المستعمل إلى خدمات النظام IPoS. ومن الطرائق الأساسية لتصنيف المطاريف IPoS ومعرفة ما إذا كان يتطلب المطراف دعم حاسوب شخصي أم لا. وتبعاً لهذه المعايير هنالك نوعان من المطاريف البعيدة:

- *مطراف بعيد مع حاسوب شخصي*: يستهدف هذا النوع بصفة أساسية تطبيقات المستهلكين. ويعمل كوحدة طرفية للحاسوب الشخصي، وتوصيل مسلسل جامع USB عموماً، ويتطلب تشغيله دعماً هاماً من الحاسوب الشخصي. ويشمل هذا الدعم:
  - تحميل برمجية الوحدة الطرفية.
  - تمكين وظيفة تحسين الأداء.
  - وظائف تكليف المهام والإدارة.
- *مطراف بعيد مستقل*: يستهدف هذا النوع بصفة أساسية قطاع تطبيقات المستهلكين وسوق المكاتب الصغيرة والمكاتب المنزلية (SOHO). ولا تتطلب هذه المطاريف حاسوباً شخصياً خارجياً لدعم تشغيلها في النظام IPoS. ويمكن إدارة هذه المطاريف إدارة كاملة من المحطة المحورية، التي يمكن لها على سبيل المثال أن تقوم بتحميل برمجيات هذه المطاريف وتثبيت معلمات التشكيلة الخاصة بها.

ومن المعايير الأخرى لتصنيف المطاريف البعيدة نمط قناة العودة الذي يستعمله المطراف لإرسال المعطيات إلى المحطة المحورية. ويمكن وفقاً لهذا المعيار تصنيف المطاريف البعيدة في فئتين:

- *قناة العودة بواسطة الساتل*: حيث يرسل المطراف البعيد في اتجاه العودة مباشرة إلى المحطة المحورية عبر جزء القنوات الساتلية الصاعدة للنظام IPoS.
- *استقبال وحيد وعودة للأرض*: حيث يعمل المطراف البعيد في أسلوب استقبال فقط بالنسبة إلى الساتل ويستعمل شكلاً ما من قدرة العودة للأرض (توصيل بالمراقمة مثلاً).

يلخص الجدول 2 الخصائص النمطية لمختلف أنماط المطاريف البعيدة التي يرد تعريفها حاليا في النظام IPoS.

الجدول 2

الخصائص النمطية للمطاريف IPoS

اسم خصائص المطراف	الاستضافة	قناة العودة
وحدة طرفية لحاسوب شخصي لنظام ساتلي عريض النطاق، ثنائي الاتجاه، منخفض التكلفة	حاسوب شخصي	ساتل
مطراف مستقل لنظام عريض النطاق، ثنائي الاتجاه، منخفض التكلفة	مستقل	ساتل
وحدة مطراف حاسوب شخصي لنظام ساتلي عريض النطاق، استقبال فقط، تكلفة منخفضة جداً	حاسوب شخصي	مراقمة

3 سطح بيني ساتلي IPoS

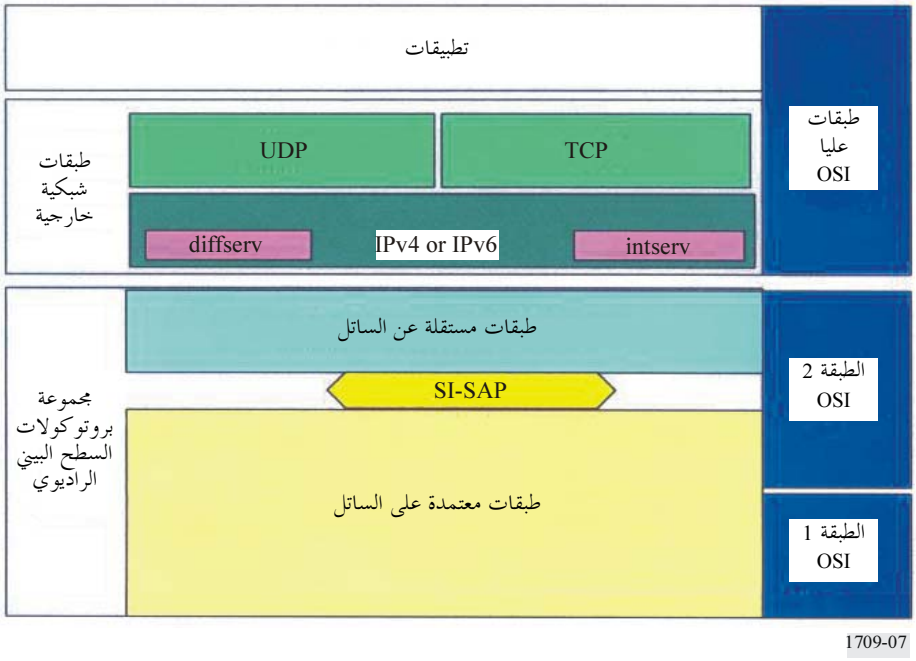
1.3 نموذج مرجعي للبروتوكول IPoS

إن بروتوكول IPoS هو بروتوكول "الند للند" متعدد الطبقات يتيح آليات تبادل الحركة ومعلومات التشوير بواسطة IP بين الوحدات في المحطة المحورية والمطاريف البعيدة.

وقد بُني البرتوكول IPoS وفقاً لمعمارية البروتوكول (BSM) كما يرد تعريفه في المعيار TR 101 984. وتفصل هذه المعمارية بين الوظائف المستقلة عن الساتل والوظائف المعتمدة على الساتل، مثلما يوضح ذلك الشكل 7.

الشكل 7

نموذج مرجعي للبروتوكول



تفصل معمارية البروتوكول الوظائف المعتمدة على الساتل عن الوظائف المستقلة عن الساتل بواسطة سطح بيني يعرف باسم نقطة النفاذ إلى الخدمة مستقلة عن الساتل SI-SAP. ويهدف هذا الفصل إلى ما يلي:

- فصل الجوانب الخاصة بالساتل عن الطبقة العليا المستقلة عن الساتل، وذلك حتى يتسنى استيعاب أي تحسينات تطرأ على السوق في المستقبل، وبصفة خاصة على بروتوكول الإنترنت (IP).
- توفير المرونة لإضافة حلول تستند إلى قطاعات أكثر تعقيداً في السوق (مفوض تحسين الأداء (PEP) مثلاً).
- يمكن للأنظمة الساتلية الجديدة النفاذ بسهولة إلى العناصر الموجودة فوق نقطة النفاذ SI-SAP.
- قابلية التوسع لدعم الوظائف الجديدة للطبقة العليا دون إدخال تعديلات كبيرة على التصاميم الحالية.

وكما يبدو في الشكل 7، تقع نقطة النفاذ SI-SAP بين طبقة وصلة المعطيات (الطبقة 2) وطبقة الشبكة في النموذج الطبقي للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO). ويمكن بل ينبغي تصميم العناصر فوق نقطة النفاذ SI-SAP دون الحاجة إلى معرفة دقيقة بطبقة الوصلة الساتلية الداعمة. وتكون الطبقات المستقلة عن الساتل الموضحة في الشكل 7 عمومية، وهي تحتوي على خدمات لم تحدد بعد في النظام IPoS، مثل IntServ وDiffServ وIPv6.

ينظم السطح البيني IPoS في شكل مستويات وطبقات واتجاهات للإرسال على الساتل. وهناك ثلاثة مستويات من البروتوكولات:

المستوى 1: *مستوى المستعمل (U)*: يحتوي على البروتوكولات اللازمة للنقل الموثوق به للحركة بواسطة IP التي تحتوي على معلومات المستعمل عبر السطح البيني الساتلي.

المستوى 2: *مستوى التحكم (C)*: يحتوي على بروتوكولات التشوير اللازمة للدعم والتحكم في توصيلات النفاذ إلى الساتل والموارد اللازمة لنقل حركة المستعمل.

المستوي 3: مستوي الإدارة (M): يخص الإدارة والمراسلة المتعلقة بتشغيل المطاريف البعيدة، وفوترة المستعملين، ونوعية الأداء والإبلاغ بحالات الإنذار. ويخرج مستوي الإدارة عن إطار هذا المعيار.

ينقسم كل واحد من المستويات IPoS منطقياً إلى ثلاث طبقات فرعية للبروتوكول. وتُستعمل الطبقات الفرعية للبروتوكول لتفكيك الوظيفة الإجمالية للنظام إلى مجموعات من الوظائف عند نفس سوية التجريد.

- *طبقة مادية (PHY)*: توفر وظيفة السوية الأدنى التي ترتبط بالتشكيل والتحكم في أخطاء المعلومات وتشوير تدفقات المعطيات المنقولة عبر السطح البيني.
- *طبقة التحكم في وصلة المعطيات (DLC)*: تتيح تعدد إرسال مختلف التدفقات وكذلك خدمات النقل الفعالة والموثوق بها.
- *طبقة تكييف الشبكة*: تتحكم في نفاذ المستعمل إلى الساتل وفي الموارد الراديوية اللازمة لهذا النفاذ.

2.3 توزيع الوظائف بين مختلف الطبقات

تصف هذه الفقرة وظائف الطبقات في الجزء المعتمد على الساتل من السطح البيني IPoS.

3.3 الطبقة المادية (PHY)

توفر وظيفة الطبقة المادية إرسال واستقبال أشكال الموجات المشكلة التي تُستعمل لنقل المعطيات التي تزودها طبقة وصلة المعطيات أو الطبقات العليا على الساتل. ولا يوجد على مستوى الطبقة المادية (PHY) أي تمييز بين طرائق النقل المتاحة لمعلومات المستوي U أو المستوي C أو المستوي M، إذ يحدث هذا التمييز في الطبقات العليا.

وتتوزع الخدمات التي تقدمها الطبقة PHY في الفئات التالية:

- إجراءات الحيازة الأولية والتزامن وقياس المدى مع المحطة المحورية، بما في ذلك تراصف توقيت الإرسالات مع بنية رتل حاملات الوصلة الصاعدة وضبط القدرة التي تُرسلها المطاريف البعيدة.
- التشكيل والتشفير وتصحيح الأخطاء والتخليط والتوقيت وتزامن تردد تدفقات المعلومات التي يتيحها المستويان U وC للطبقة DLC إلى حاملات الوصلة الهابطة والوصلة الصاعدة.
- أداء قياسات محلية، مثل النسبة E_{bt}/N_0 المستقبَلة، واستعادة الميقاتية ومعرفة حالة المعلمات المادية (مثل التوقيت) والإشراف عليها وتبليغها إلى الطبقات العليا.

4.3 الإرسال الساتلي على الوصلة الهابطة

تستعمل حاملات الوصلة الهابطة IPoS خطة تعدد إرسال إحصائية تتوافق مع نسق المعطيات DVB ويستند توزيع الحركة بواسطة IP على المطاريف البعيدة إلى "كبسلة" DVB متعددة البروتوكولات. وتُدعم معدلات الرموز من 1 ميغارمز في الثانية إلى 45 ميغارمز في الثانية عند معدلات تصحيح أمامي للأخطاء (FEC) قدرها 1/2 و2/3 و3/4 و5/6 و7/8.

5.3 الإرسال الساتلي على الوصلة الصاعدة

تَستعمل الوصلة الصاعدة IPoS تشكيل الإبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة متخالف (OQPSK) عند معدلات إرسال قدرها 64 أو 128 أو 256 كيلورمز في الثانية في حالة استعمال تشفير التفافي معدله 1/2 أو عند معدل إرسال قيمته 128 أو 256 كيلورمز في الثانية لدى استعمال التشفير Turbo FEC.

يستعمل النظام IPoS النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن متعدد الترددات (MF-TDMA) المخصص حسب الطلب على الوصلات الصاعدة لتمكين المطاريف من الإرسال إلى المحطة المحورية. ويبلغ طول رتل النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن للوصلة الصاعدة IPoS مقدار 45 مليثانية تنقسم إلى عدد من الفواصل الزمنية المتغيرة. ويُدعى كل من إرسالات المطراف إلى المحطة المحورية "رشقة". وتتطلب الرشقة عدداً صحيحاً من الفواصل الزمنية من أجل "الحاشية"، ثم تحمل عدداً صحيحاً من فواصل المعطيات. وتُستعمل فواصل "الحاشية" تمهيداً لمحتوى الرشقة ولتحقيق المباعدة الملائمة بين الرشقات كي لا تتداخل زمنياً الرشقات المتتابعة.

6.3 طبقة وصلة المعطيات (DLL)

تقدم وصلة طبقة المعطيات (DLL) خدمة النقل الفعلي على الشبكة IPoS. وهي تحتوي على الطبقات الفرعية التالية:

- تحكم ساتلي في الوصلة (SLC)؛
- تحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC)؛
- تعدد الإرسال على الوصلة الهابطة.

7.3 الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة (SLC)

طبقة التحكم الساتلي في الوصلة (SLC) هي الطبقة الفرعية لطبقة التحكم في وصلة المعطيات (DLC) المسؤولة عن إرسال الرزم بين المطاريف البعيدة والمحطة المحورية.

يدعم النظام IPoS طرائق متنوعة للإرسال في الاتجاهين الصاعد والهابط.

تُستعمل في الاتجاه الصاعد طريقة توزيع موثوق بها خالية من الأخطاء، تستند إلى إعادة إرسالات انتقائية. وفي هذه الطريقة ترسل كيانات التحكم SLC للاستقبال إلا رزم المعطيات الخالية من الأخطاء إلى الطبقات العليا.

أما في الاتجاه الهابط، حيث لا تحدث أخطاء الإرسال إلا نادراً (معدل الخطأ في البتات = 10^{-10} عموماً)، فإن طبقة التحكم SLC ترسل كل رزمة من المعطيات مرة واحدة بدون إعادة إرسال الرزم الخاطئة أو الناقصة.

وظائف طبقة التحكم SLC هي:

- معرّفات الجلسة ومقابلة الرزم الداخلة بالجلسة المطابقة.
- تشفير وحدات معينة من وحدات معطيات البروتوكول (IP PDU) لحماية خصوصية المعطيات المتبادلة بين المستعملين.
- تقطيع وتجميع رزم معطيات الطبقة العليا متفاوتة الطول في وحدات PDU أصغر.
- تسليم المعطيات مرتَّبة إلى "الند" باستعمال أسلوب تسليم موثوق به أو غير موثوق به.

8.3 الطبقة الفرعية للتحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC)

يمكن تجميع الخدمات أو الوظائف التي تقوم بها طبقة التحكم MAC في الفئات التالية:

- *نقل المعطيات*: تقوم هذه الخدمة بنقل تفاعلات التحكم MAC بين كيانات MAC "الأنداد"، ولا تقوم بأي تقطيع للمعطيات، ولذلك فإن الطبقات العليا تقوم بوظيفة التقطيع والتجميع.
- *إعادة توزيع الموارد الراديوية ومعلمات التحكم MAC*: تضطلع هذه الخدمة بإجراءات التحكم في المعرّفات التي وزعت على طبقة تحكم DLC معيّنة عن طريق طبقة الشبكة خلال فترة زمنية أو على أساس دائم. وتضطلع هذه الخدمة أيضاً بإجراءات إنشاء أساليب النقل على طبقة التحكم DLC وإنهائها.
- *الكشف عن الأخطاء*: وهي تتناول إجراءات الكشف عن الأخطاء الإجرائية أو الأخطاء التي تحدث أثناء إرسال الأرتال.

9.3 الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال على الوصلة الهابطة

تمكّن الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال في الاتجاه الهابط المحطة المحورية من إرسال عدة أنماط من الحركة أو البرامج أو الخدمات على نفس حاملة الوصلة الهابطة وتتحكم في إرسال كل برنامج بمفرده. وتعتمد الطبقة الفرعية لتعدد الإرسال IPoS على نسق تعدد الإرسال الإحصائي للإذاعة الفيديوية الرقمية لدى فريق خبراء الصور المتحركة (DVB/MPEG).

وفي هذا النسق DVB/MPEG يكون لجميع الأرتال أو الرزم المرتبطة بنمط واحد من أنماط الحركة نفس معرّف البرنامج (PID). وعند المطاريف البعيدة يقسم مزيل تعدد الإرسال تدفقات النقل المحددة ولا يقوم المطراف البعيد إلا بترشيح تلك التي تتوافق مع العناوين PID المشكّلة في المطراف.

تُشكَّل المطاريف البعيدة في النظام IPoS لكي تقوم بترشيح نمطين من معرّفات الهوية PID يرتبطان بالنمطين التاليين لتدفقات النقل ذات الصلة بالنظام IPoS:

النمط 1: جداول معلومات البرامج (PSI) تزود المطاريف IPoS و المطاريف غير IPoS على حد السواء بتشكيلة الخدمات. وتمكّن الجداول PSI المطاريف IPoS من تحديد التشكيلة الخاصة بالنظام IPoS.

النمط 2: معلومات المستعمل والتحكم في النظام IPoS التي تنقل في القنوات المنطقية IPoS. ويمكن أن تستهدف هذه المعلومات جميع المطاريف IPoS أو مجموعة من المطاريف IPoS أو مطراف واحد IPoS.

ترسل الرزم DVB/MPEG على كامل عرض نطاق حاملة الوصلة الهابطة وتقوم المطاريف IPoS بترشيح هذه الرزم التي لا تطابق عناوينها. وتدرج خطة العنونة كجزء من رأسية رزمة النقل ورأسية التحكم MAC.

10.3 طبقة تكييف الشبكة

تحتوي وظيفة طبقة تكييف الشبكة على أهم الوظائف الفرعية التالية:

- *نقل الرزم IP*: تضطلع هذه الوظيفة بأداء المهام اللازمة لتحديد صنف خدمة الرزمة IP على أساس نمط الرزمة ونمط التطبيق وعلى أساس المقصد والتشكيل الداخلي.
- *إدارة الحركة*: تضطلع هذه الوظيفة بأداء مهام تخفيف الحمولة وتنظيم الحركة فيما يتعلق بالرزم IP قبل تقديمها إلى خدمات النقل IPoS.
- *مفوض تحسين الأداء PEP*: تُحسِّن هذه الوظيفة من أداء بعض التطبيقات بغرض تحسين الخدمة على الوصلة الساتلية. وهي تُستعمل في معظم الأحيان للحد من انحطاطات الصبيب التي تشهدها تطبيقات بروتوكول التحكم في الإرسال (TCP) نتيجة أي تأخر أو خسارة في الوصلات الساتلية.
- *مفوض التوزيع المتعدد*: يقوم هذا المفوض بتكييف بروتوكولات التوزيع المتعدد IP (PIM-SM مثلاً) مع خدمات النقل المواتية IPoS لضمان التوزيع المتعدد.

ليست طبقة تكييف الشبكة جزءاً من مواصفة السطح البيني الراديوي IPoS.

الملحق 3

معيار السطح البيني الراديوي ETSI EN 301 790 V1.3.1

المحتويات

الصفحة

1 مقدمة 19

2 النموذج المرجعي لشبكة التفاعل الساتلية 19

1.2 نموذج مجموعة البروتوكولات 19

2.2 نموذج النظام 20

3.2 نموذج مرجعي للشبكة التفاعلية الساتلية 21

3 وصلة الذهاب 22

4 مواصفة الطبقة المادية للنطاق الأساسي لوصلة العودة وتعريف النفاذ المتعدد 22

1.4 تزامن المطاريف RCST 22

1.1.4 التحكم في التوقيت 22

2.1.4 تزامن الحاملة 23

3.1.4 تزامن الرشقات 23

4.1.4 تزامن ميقاتية الرمز 23

2.4 أنساق الرشقات 23

1.2.4 أنساق رشقات الحركة 23

2.2.4 أنساق رشقات التزامن والحيازة 25

3.4 التشكيل 25

4.4 رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) 25

5 مجموعة البروتوكولات 26

6 فئات طلب التماس السعة 28

1.6 تخصيص معدل مستمر (CRA) 28

2.6 سعة دينامية على أساس المعدل (RDBC) 28

3.6 سعة دينامية على أساس الحجم (VBDC) 28

4.6 سعة دينامية على أساس الحجم المطلق (AVBDC) 28

5.6 تخصيص السعة الحرة (FCA) 28

7 النفاذ المتعدد 29

1.7 النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن متعدد الترددات (MF-TDMA) 29

8 الأمن والهوية والتشفير 29

1 مقدمة

يصف هذا الملحق المواصفات المتعلقة بتوفير قناة تفاعلية لأنظمة التوزيع الساتلي، الإذاعة الفيديوية الرقمية – محطة التحكم من بُعد (DVB-RCS).

وبالتحديد فإن هذا الملحق:

- يحدد تشفير/تشكيل القناة، ويصف خطتي تشفير: تشفير Turbo وتشفير سلسالي. وينبغي للمطاريف الساتلية لقناة العودة (RCST) تنفيذ الخطتين، حتى وإن لم يطلب من المطاريف، في جلسة ما، تغيير خطة التشفير؛
- يحدد نمطين من رشقات الحركة يحملان إما خلايا أسلوب النقل غير المتزامن (ATM) أو رزم تدفقات النقل MPEG2-TS؛
- يحدد بروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC) بالنسبة إلى قناة عودة الوصلة الساتلية؛
- يُبقي على مواءمة قناة العودة مع النظام DVB-S على الوصلة الأمامية؛
- يحدد تزامن المطاريف وفئات طلب السعة والأمن والهوية والتشفير بالنسبة إلى النظام.

2 النموذج المرجعي لشبكة التفاعل الساتلية

1.2 نموذج مجموعة البروتوكولات

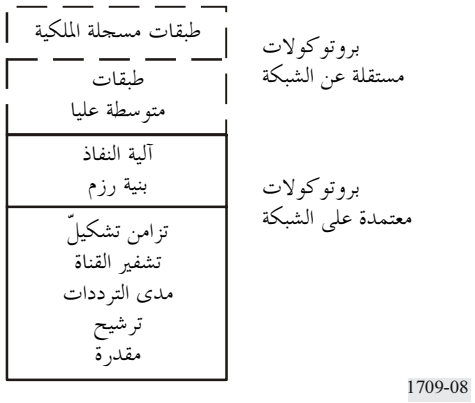
في مجال الخدمات التفاعلية التي توفر الإرسال إلى المستعمل النهائي مع قناة عودة، يحتوي نموذج الاتصالات البسيط على الطبقات التالية:

- *طبقة مادية*: حيث تعرَّف كل المعلمات المادية (الراديوية) للإرسال.
- *طبقة النقل*: تعرّف كافة بنى المعطيات وبروتوكولات الاتصالات ذات الصلة، مثل حاويات المعطيات، الخ.
- *طبقة التطبيقات*: وهي برمجيات التطبيقات التفاعلية وبيئة التنفيذ (مثل تطبيقات الشراء عن بعد ومترجم الشفرة، إلخ).

وقد اعتمد نموذج مبسط لطبقات أنظمة التوصيل المفتوحة (OSI) بغرض تسهيل إعداد مواصفات لهذه الطبقات. ويبين الشكل 8 الطبقات الدنيا في النموذج المبسط ويحدد بعض المعلمات الأساسية المتعلقة بأدنى طبقتين.

الشكل 8

بنية طبقات النموذج المرجعي لنظام نوعي



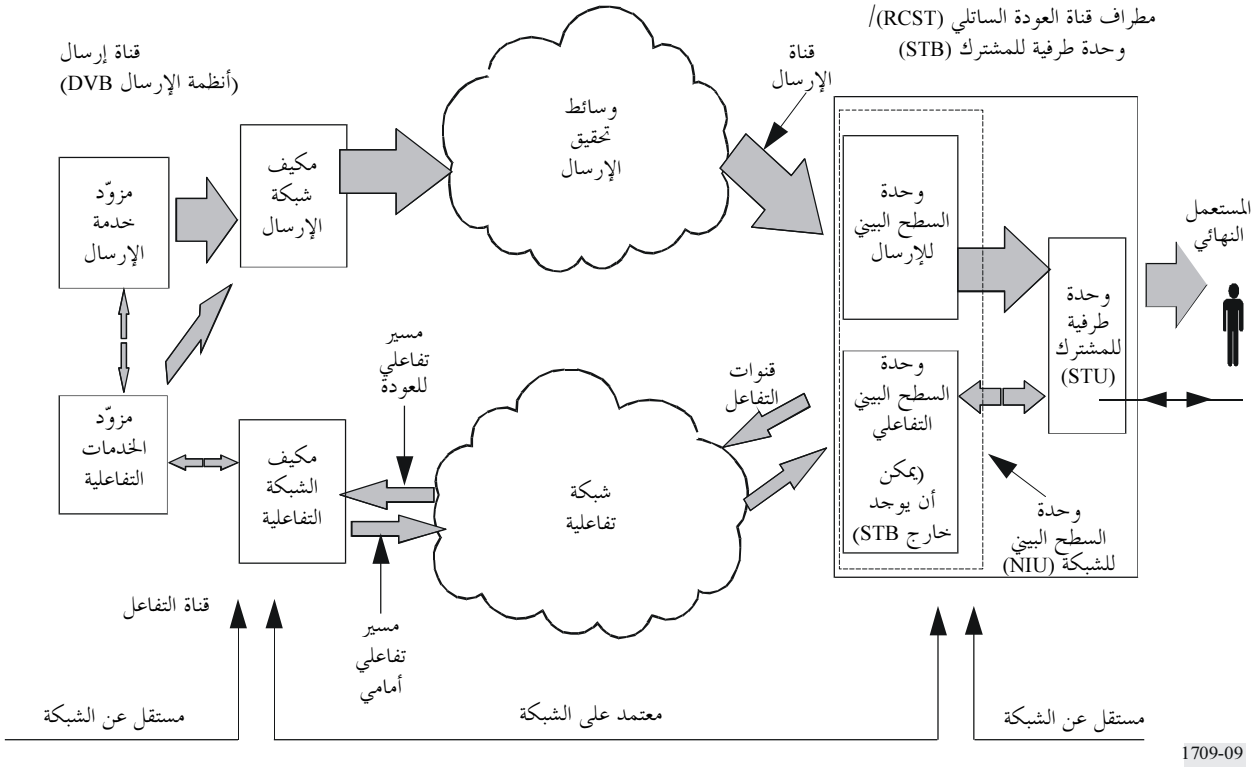
لا يتناول هذا الملحق إلا الجوانب المعتمدة على الشبكة التفاعلية الساتلية.

2.2 نموذج النظام

يوضح الشكل 9 النموذج الذي يتعين استعماله في الأنظمة DVB من أجل الخدمات التفاعلية.

الشكل 9

نموذج مرجعي نوعي للأنظمة التفاعلية



تُقام في هذا النموذج قناتان بين المزود بالخدمة والمستعمل:

- *قناة إرسال*: تُقام بين المزود بالخدمة والمستعملين قناة إرسال عريضة النطاق وأحادية الاتجاه تشمل الفيديو والإشارات السمعية والمعطيات. ويمكن أن تشمل مسير تفاعل أمامي.
- *قناة تفاعلية*: تُقام بين المزود بالخدمة والمستعملين قناة تفاعلية ثنائية الاتجاه لأغراض التفاعل، وتتكون من:
  - *مسير تفاعلي للعودة (قناة عودة)*: من المستعمل إلى المزود بالخدمة. يُستعمل لتقديم طلبات إلى المزود بالخدمة أو الإجابة عن الأسئلة أو نقل المعطيات.
  - *مسير تفاعلي أمامي*: من المزود بالخدمة إلى المستعمل. يُستعمل لتزويد المستعمل بالمعلومات المقدمة من المزود بالخدمة وأي اتصالات أخرى لازمة لتقديم الخدمات التفاعلية. ويمكن أن يُدمجَ في قناة الإرسال. وقد لا تكون هذه القناة ضرورية في بعض التطبيقات البسيطة التي تستعمل قناة الإرسال لنقل المعطيات إلى المستعمل.

يتكون مطراف قناة العودة الساتلي (RCST) من وحدة السطح البيني للشبكة (تتكون من وحدة سطح بيني للإرسال ووحدة سطح بيني تفاعلي) ومن وحدة طرفية تتعلق بالمشترك. ويوفر المطراف RCST سطحاً بينياً لكل من قناة الإرسال وقناة التفاعل. ويعمل السطح ما بين المطراف RCST وشبكة التفاعل بواسطة وحدة السطح البيني التفاعلي.

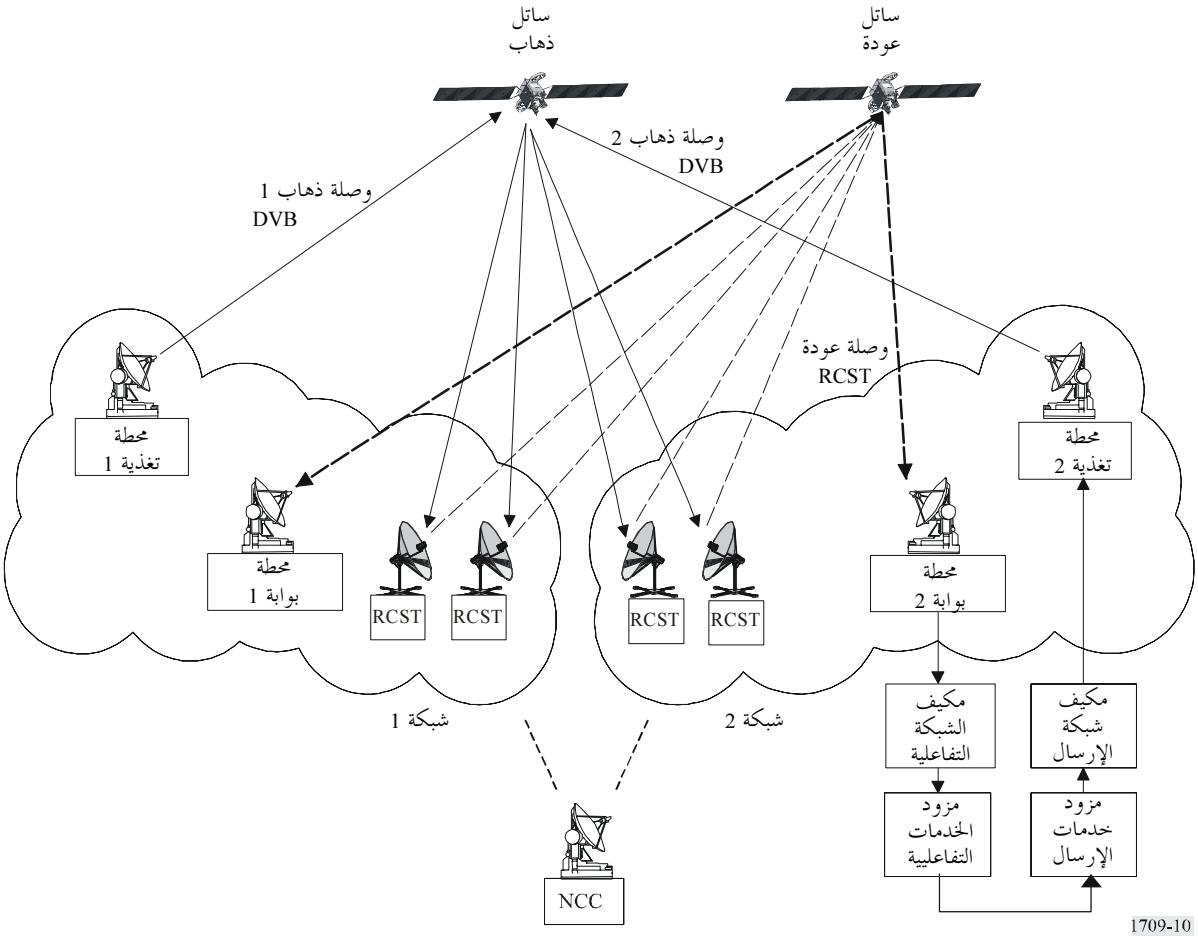
3.2 نموذج مرجعي للشبكة التفاعلية الساتلية

تحتوي شبكة تفاعلية ساتلية إجمالية، يعمل فيها عدد كبير من المطاريف RCST، على الفدرات الوظيفية التالية التي الموضحة في الشكل 10:

- *مركز التحكم في الشبكة (NCC)*: وهو يضطلع بوظائف المراقبة والتحكم. ويولّد إشارات للتحكم والتوقيت لتشغيل الشبكة التفاعلية الساتلية التي يتعين إرسالها من قِبل محطة مغذية واحدة أو عدة محطات.
- *بوابة الحركة (TG)*: وهي تستقبل إشارات عودة المطراف RCST، وتضطلع بوظائف المحاسبة والخدمات التفاعلية و/أو التوصيلات إلى المزودين الخارجيين بالخدمات العمومية أو مسجلة الملكية أو الخاصة (قواعد بيانات، أقنية تلفزيون أو مصادر فيديوية مقابل أجر، تحميل برمجيات، شراء عن بعد، صيرفة عن بعد، خدمات مالية، نفاذ إلى الأسواق المالية، ألعاب تفاعلية، إلخ.) وإلى الشبكات (الإنترنت، ISDN، PSTN، إلخ).
- *محطة تغذية*: وهي ترسل إشارة الوصلة الأمامية، التي تمثل وصلة صاعدة قياسية للإرسال الفيديوي الرقمي الساتلي (DVB-S)، ويتم فيها تعدد إرسال معطيات المستعمل و/أو إشارات التحكم والتوقيت اللازمة لتشغيل الشبكة التفاعلية الساتلية.

الشكل 10

نموذج مرجعي لشبكة تفاعلية ساتلية



RCST = مطراف قناة العودة الساتلي / NCC = مركز التحكم في الشبكة

تنقلُ وصلة الذهاب التشوير الصادر عن مركز التحكم NCC وحركة المستعمل إلى المطراف RCST. ويطلق فيما يلي على التشوير الصادر من المركز NCC إلى المطاريف RCST واللازم لتشغيل نظام وصلة العودة اسم "تشوير وصلة الذهاب". ويمكن نقل حركة المستعمل وتشوير وصلة الذهاب على مختلف إشارات وصلة الذهاب. وهناك عدة تشكيلات ممكنة للمطاريف RCST تتوقف على عدد مستقبلات وصلة الذهاب فيها.

3 الوصلة الأمامية

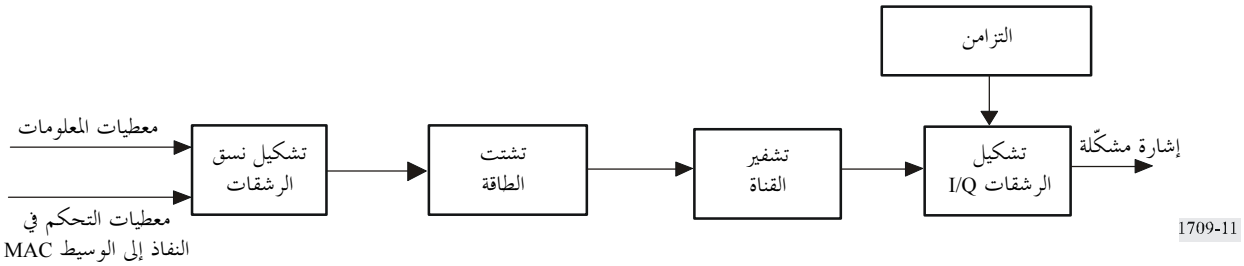
ينبغي أن تكون المطاريف RCST قادرة على استقبال الإشارات الرقمية وفقاً للمعايير EN 300 421 وTR 101 202 وETS 300 802 وEN 300 468 وEN 301 192 وETR 154.

4 مواصفة الطبقة المادية للنطاق الأساسي لوصلة العودة وتعريف النفاذ المتعدد

يحتوي هذا الملحق على مواصفات الطبقة المادية للنطاق الأساسي. ويوضح الشكل 11 المعالجة الرقمية للإشارة النوعية التي يتعين إجراؤها من جانب مرسل المطراف RCST، وذلك بدءاً بتشكيل رشقات تدفق بتات المعلومات المتسلسلة حتى مرحلة التشكيل في عملية التحويل الرقمي/التماثلي. وتحتوي الفقرات التالية على وصف معالجة الإشارة التي ينبغي أن تؤديها كل مجموعة فرعية.

الشكل 11

خطة معالجة الإشارة في النطاق الأساسي لوصلة العودة من مطاريف RCST



1.4 تزامن المطاريف RCST

1.1.4 التحكم في التوقيت

تزامن المطاريف RCST هو إحدى السمات الهامة للشبكة التفاعلية الساتلية. وتُفرض على المطاريف RCST قيود للحصول على نظام فعال للنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن TDMA مع أدنى حد من التداخل بين المستعملين وأقصى حد من الصبيب، رغم أنه يمكن التقليل من هذه القيود عندما يضطلع المركز NCC بمهام من قبيل تصحيح أخطاء تحويل الترددات الساتلية وتعويض دوبلر في أسلوب مشترك لتردد حاملة المطاريف RCST. ولهذا السبب، تستند خطة التزامن إلى المعلومات التالية التي يحتوي عليها تشوير وصلة الذهاب:

- ميقاتية مرجعية للشبكة (NCR)؛
- تشوير في الأقسام الخاصة DVB/MPEG2-TS.

تُوزع المرجعية NCR مشفوعة بمعرّف رزم PID محدد في تدفق نقل MPEG2 يحمل تشوير وصلة الذهاب. وتتبع المرجعية الميقاتية للشبكة NCR آلية توزيع مرجعية ميقاتية البرنامج PCR التي يرد تعريفها في المعيار ISO/IEC 13818-1، والتي تشتق عادة من مفكك شفرة فيديو MPEG، في حين تشتق الميقاتية المرجعية NCR هنا من الميقاتية المرجعية لمركز التحكم NCC، التي تحتفظ بدقتها في حدود 5 ppm.

2.1.4 تزامن الحاملة

يحتوي تدفق النقل MPEG-2 TS الذي يحمل تشوير وصلة الذهاب على معلومات الميقاتية المرجعية NCR التي توفر مرجعية قدرها 27 MHz من الميقاتية المرجعية في المركز NCC إلى المطراف RCST. ويعيد المطراف RCST بناء الميقاتية المرجعية انطلاقاً من معلومات يتلقاها من NCR على نحو ما تنفّذ في مفككي شفرة MPEG بالنسبة إلى تدفقات النقل (MPEG-2 TS). ثم يجري المطراف RCST مقارنة لتحديد التخالف بين الميقاتية المرجعية المحلية التي تتحكم في المذبذب المحلي المزوّد بمحوال رافع للتردد والميقاتية المرجعية المستعادة من معلومات متلقاة من NCR. حينئذ تعوض التردد الحامل وفقاً لهذا التخالف. ويوفّر تزامن الحاملة المحلية هذا طريقة لضبط تردد الإرسال لكل المطاريف RCST على الشبكة عند نفس التردد تقريباً.

ينبغي أن تكون دقة التردد الحامل المعياري أفضل من 10^{-8} (جذر متوسط التربيع).

3.1.4 تزامن الرشقات

تسترجع المطاريف RCST التردد المركزي وتوقيت البداية ومدة رشقات الإرسال الخاصة بها من خلال فحص تشوير وصلة الذهاب.

ويُحسم النـــزاع بين المطاريف RCST على وصلة العودة كما هو مبين في هذه المواصفة.

ترسل الرشقات وفقاً لخطة التوقيت (BTP) التي تُستقبل في تشوير وصلة الذهاب. ويُعبر عن الخطة BTP في شكل تردد مركزي وتوقيت بداية مطلق (يعبر عنه بقيمة العداد NCR) للأرتال الممتازة وما يرتبط بها من التردد والتخالف من حيث التوقيت لتوزيعات الرشقات إلى جانب وصف لخصائص الفواصل الزمنية. ويبدأ الرتل الممتاز دائماً عند قيمة معينة للعداد NCR المحلي التابع للمطراف RCST والتي تُتخذ مرجعاً لكل توزيعات الرشقات داخل الرتل الممتاز. وبغرض التزامن مع الشبكة، يستحدث المطراف RCST القيمة المطلقة للميقاتية المرجعية لمركز التحكم NCC إضافة إلى الميقاتية المرجعية. ويقارن المطراف RCST القيمة المستحدثة مع القيمة NCR الواردة في الخطة BTP. ويكون المرجع الزمني لعد الفواصل الزمنية هو اللحظة التي تتعادل فيها القيمتان.

وينبغي أن تكون دقة تزامن الرشقات ضمن مقدار 50% من مدة رمز ما. وينبغي أن يكون مقدار الاستبانة فاصل عد NCR واحد. وتكون دقة تزامن الرشقات هي أسوأ حالة انحراف للبداية المخطط لها لتوقيت الرشقة وعن البداية الفعلية لتوقيت الرشقة عند خرج المرسل. والبداية المخطط لها لتوقيت الرشقة هي اللحظة التي تتساوى فيها القيمة المثالية المستحدثة للميقاتية NCR مع القيمة المحددة لتلك الرشقة في الخطة TBTP للمطراف. وتُعرّف الميقاتية المرجعية NCR المثالية المستحدثة بوصفها تلك التي تلاحظ عند خرج مستقبل DVB مثالي دون مهلة انتشار. وينبغي للمطراف RCST أن يقوم بالتعويض عن مهلة انتشار المستقبل إذا استدعى الأمر توفير الدقة المحددة.

4.1.4 تزامن ميقاتية الرمز

يجب إحكام ميقاتية الرمز في المرسل مع الميقاتية NCR وذلك لتفادي أي انحراف في الزمن عن الميقاتية المرجعية للمركز NCC. ولا يحتاج المطراف RCST إلى تعويض أثر دوبلر على ميقاتية الرمز.

وينبغي أن تكون دقة ميقاتية الرمز في حدود 20 ppm من القيمة الاسمية لمعدل الرموز في جدول تشكيل الفواصل الزمنية TCT. وينبغي أن يكون لمعدل ميقاتية الرمز قدر من الاستقرار قصير الأجل بحيث لا يتجاوز خطأ التوقيت لأي رمز في رشقة ما مقدار 1/20 من فترة الرمز.

2.4 أنساق الرشقات

هناك أربعة أنماط من الرشقات: رشقة الحركة (TRF)، ورشقة الحيازة (ACQ)، ورشقة التزامن (SYNC) ورشقة قناة التشوير المشتركة (CSC). وفيما يلي وصف لأنساق الرشقات.

1.2.4 أنساق رشقات الحركة

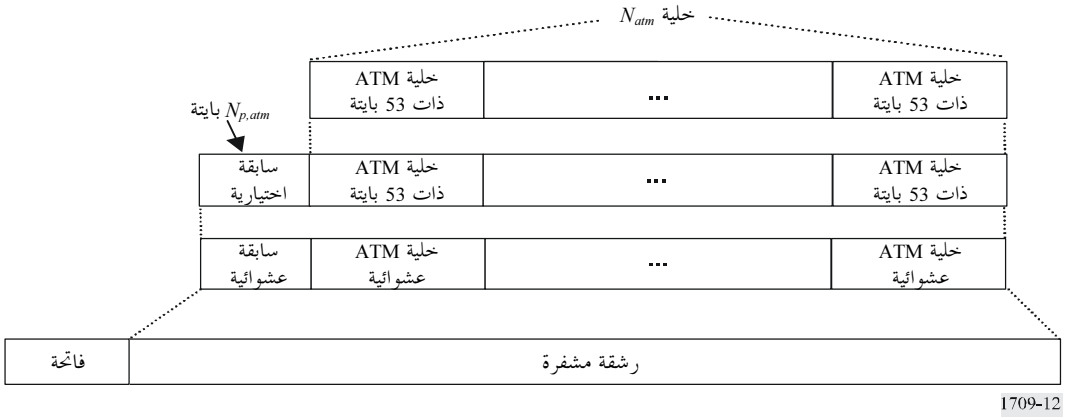
تُستعمل رشقات الحركة (TRF) لحمل المعطيات المفيدة من المطراف RCST إلى البوابة. وفيما يلي وصف لنمطين من رشقات الحركة التي إما تحمل خلايا أسلوب النقل غير المتزامن (ATM) أو رزم تدفقات النقل MPEG-2 TS. ويعقب رشقة TRF عادة فترة احتراس لخفض القدرة المرسلة وتعويض التخالف الزمني.

1.1.2.4 رشقة الحركة TRF بأسلوب النقل غير المتزامن ATM

تتكون الحمولة النافعة لرشقة الحركة بأسلوب ATM من N_{atm} خلية ATM سلسالية، يبلغ طول كل منها 53 بايتة، ومن سابقة بايتة $N_{p,atm}$ اختيارية. وتتبع خلايا ATM بنية الخلية ATM ولكنها لا تدعم بالضرورة أصناف الخدمة ATM. انظر الشكل 12 الذي يصف الرشقة ATM TRF.

الشكل 12

تركيبة رشقة الحركة TRF بأسلوب ATM

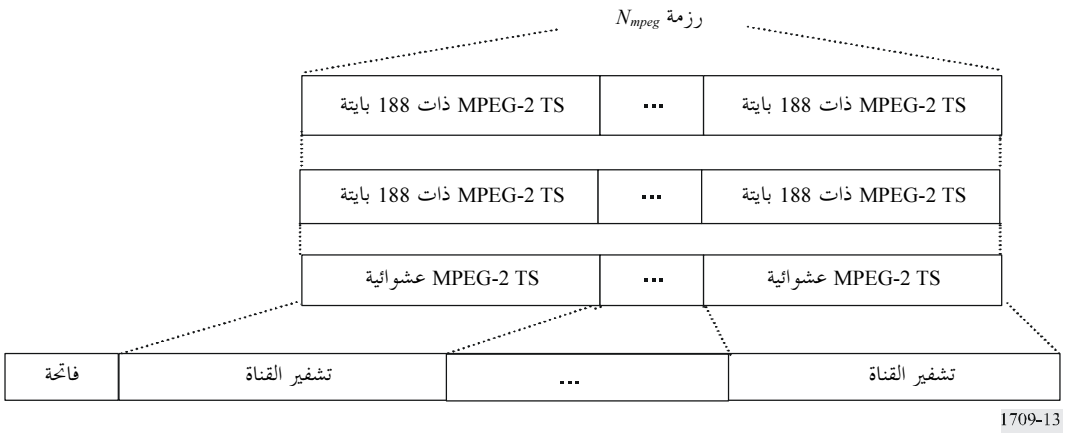


2.1.2.4 رشقة MPEG-2 TS حركة اختيارية بأسلوب رزم تدفقات النقل

في الحالة التي تكون فيها الرزم MPEG-2 TS الحاويات الأساسية، تحتوي الرشقة الواحدة على N_{mpeg} من الرزم MPEG-2 TS السلسالية، ويبلغ طول كل منها 188 بايتة. وتتكون الرشقة من عدة فدرات لتشفير القناة. انظر الشكل 13 الذي يصف الرشقة MPEG-2 TS TRF.

الشكل 13

تركيبة رشقة حركة TRF اختيارية حاملة للرزم MPEG-2 TS



يمكن للمطراف RCST أن يستنتج عدد الرزم MPEG2 في فاصل زمني TRF انطلاقاً من مجال الفاصل الزمني في الجدول TCT، بعد طرح المدة الزمنية للمجالات الأخرى. ويكون إرسال الرشقات MPEG-2 TS TRF اختيارياً. ويُبلغ المطراف RCST المركز NCC بأنه يدعم هذه الآلية في رشقة قناة التشوير المشتركة CSC.

2.2.4 أنساق رشقات التزامن والحيازة

يحتاج الأمر إلى رشقات التزامن والحيازة حتى يتسنى ضبط إرسال رشقات المطاريف RCST بدقة أثناء الدخول إلى النظام وبعده. ولهذا الغرض، يرد في الفقرات التالية تعريف نمطين منفصلين من الرشقات (SYNC وACQ).

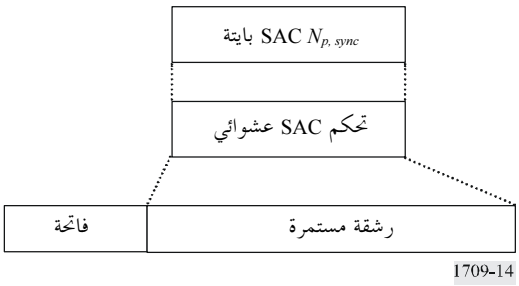
1.2.2.4 أنساق رشقات التزامن (SYNC)

يستعمل المطراف RCST الرشقة SYNC بغرض الإبقاء على التزامن وإرسال معلومات التحكم إلى النظام. وتتكون الرشقات SYNC من فاتحة للكشف عن الرشقات ومن مجال اختياري للتحكم في النفاذ إلى الساتل (SAC) قدره $N_{p,sync}$ بايتة بالإضافة إلى تشفير مناسب للتحكم في الأخطاء. وعلى غرار رشقة TRF ترد الرشقة SYNC متبوعة عادة بفترة احتراس بهدف خفض القدرة المرسلة وتعويض التخالف الزمني. ويصف الشكل 14 الرشقة SYNC. ويتوقف مدى استعمال الرشقة SYNC على قدرات المركز NCC.

الملاحظة 1 – يمكن استعمال الرشقات SYNC في أسلوب التنازع.

الشكل 14

تركيبة رشقة SYNC



3.4 التشكيل

ينبغي أن تكون الإشارة مشكّلة باستعمال التشكيل QPSK مع قولبة في النطاق الأساسي.

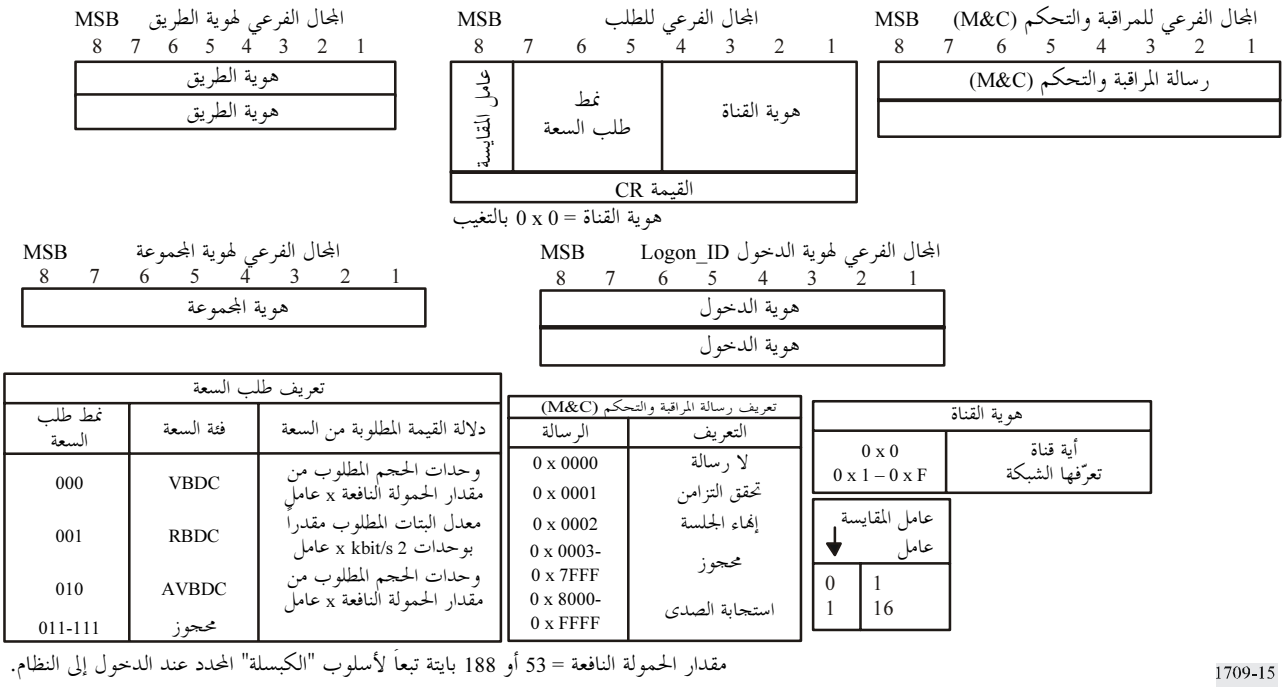
4.4 رسائل التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC)

يمكن أن يستعمل مطراف RCST جميع الطرائق المذكورة أدناه بالنسبة إلى طلبات التماس السعة ورسائل المراقبة والتحكم (M&C). ويمكن استعمال طريقة واحدة أو أكثر في شبكة تفاعلية ساتلية. وفي حالة تشغيل معيّنة، يُشكَّل المطراف RCST وقت الدخول بواسطة واصف البدء الذي يُنقل في رسالة معلومات من المطراف (TIM).

تحتوي الرشقة SYNC والسابقة الخيارية المتصلة بالرشقات ATM TRF على مجال التحكم في النفاذ إلى الساتل (SAC) الذي يتكون من معلومات التشوير المضافة بواسطة المطراف RCST بغرض التماس سعة أثناء الجلسة، أو على معلومات إضافية أخرى بشأن التحكم في النفاذ إلى الوسيط (MAC). ويتكون مجال التحكم في النفاذ إلى الساتل (SAC) من مجالات فرعية اختيارية تحدد في الشكل 15.

الشكل 15

تركيبة مجال التحكم في النفاذ إلى الساتل (SAC)



5 مجموعة البروتوكولات

تستند مجموعة البروتوكولات في وصلة العودة إلى خلايا أسلوب ATM أو رزم MPEG-2 TS الاختيارية المنسوبة مقابل رشقات النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA). وبالنسبة إلى نقل رسائل البيانات IP تكون مجموعات البروتوكولات المستعملة في الوصلة الأمامية كما يلي:

- وصلة العودة القائمة على أسلوب ATM: المجموعة IP/AAL5/ATM؛
- وصلة العودة MPEG الاختيارية: الكبسلة متعددة البروتوكولات على تدفقات النقل MPEG-2.

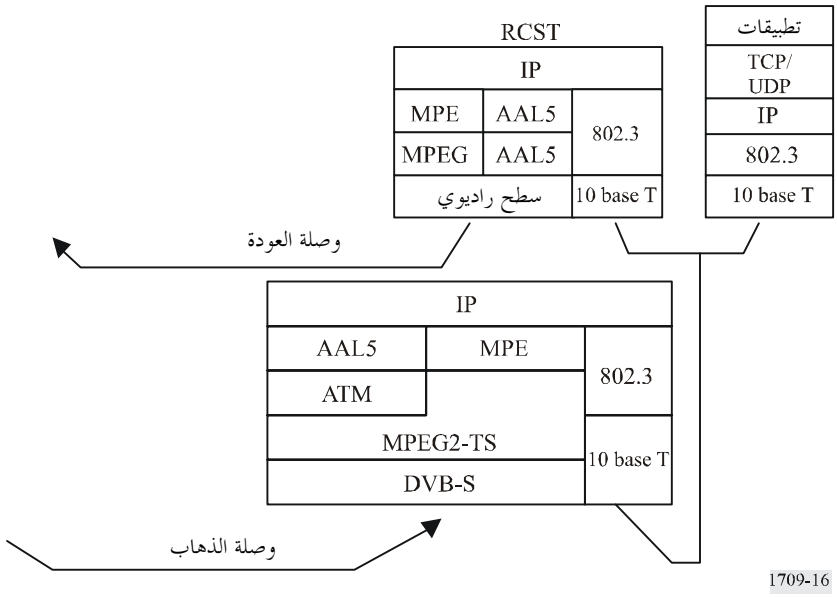
تستند مجموعة البروتوكولات في وصلة الذهاب إلى المعيار DVB/MPEG-2 TS (انظر المعيار TR 101 154). وبالنسبة إلى إرسال رسائل البيانات IP تكون مجموعات البروتوكولات المستعملة في وصلة الذهاب كما يلي:

- كبسلة متعددة البروتوكولات على تدفقات النقل MPEG-2؛
- خيارياً المجموعة IP/AAL5/ATM/MPEG-TS في أسلوب تسلسل المعطيات بحيث يمكن إقامة اتصالات مباشرة بين المطاريف في الأنظمة الساتلية معيدة التوليد.

يبيّن الشكلان 16 و17 أمثلة لمجموعات بروتوكولات تتناول الحركة والتشوير على التوالي.

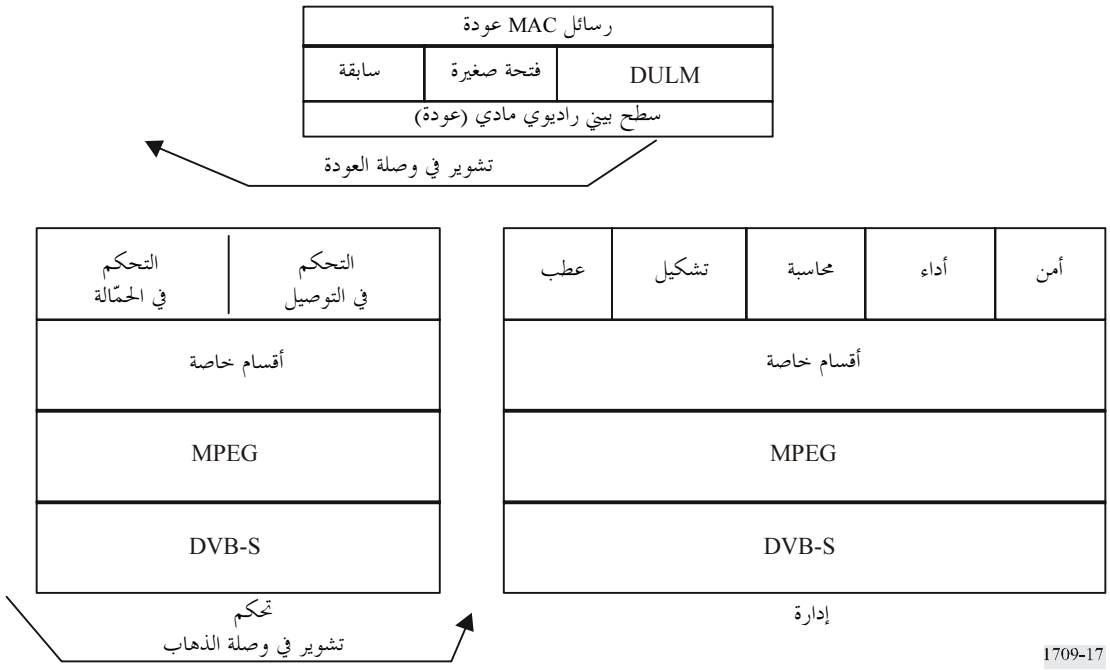
الشكل 16

مثال مجموعة بروتوكولات لحركة مستعمل مع مطراف RCST من نمط A
(مجموعة IP/AAL5/ATM/MPEG2/DVBS خيارية في وصلة الذهاب)



الشكل 17

مجموعة بروتوكولات للتشوير



6 فئات طلب التماس السعة

ينبغي أن تدعم عملية توزيع الفواصل الزمنية خمس فئات من السعة:

- تخصيص معدل مستمر (CRA)
- سعة دينامية على أساس المعدل (RBDC)
- سعة دينامية على أساس الحجم (VBDC)
- سعة دينامية على أساس الحجم المطلق (AVBDC)
- تخصيص السعة الحرة (FCA)

1.6 تخصيص معدل مستمر (CRA)

تخصيص معدل مستمر هو سعة معدل ينبغي إتاحتها بالكامل لكل رتل ممتاز يحتاجها. وينبغي التفاوض بشأن هذه السعة مباشرة بين المطراف RCST والمركز NCC.

2.6 سعة دينامية على أساس المعدل (RBDC)

السعة RBDC هي سعة المعدل التي يطلبها دينامياً المطراف RCST. وينبغي توفير السعة RBDC استجابة للطلبات الصريحة التي يرسلها المطراف RCST إلى المركز NCC، علماً بأن هذه الطلبات مطلقة (أي تقابل المعدل الكامل الجاري طلبه). ويجب أن يلغي أي طلب من هذه الطلبات جميع طلبات السعة RBDC السابقة التي يرسلها نفس المطراف RCST ، وأن يخضع لحد معدل أقصى تم التفاوض بشأنه مباشرة بين المطراف RCST والمركز NCC.

ولتفادي أي خلل في المطراف قد يتسبب في انخفاض السعة الموزعة ينبغي أن تنتهي صلاحية آخر طلب RBDC يستلمه المركز NCC من مطراف معين بصفة آلية بعد مدة انتظار تساوي قيمتها بالتغيب رتلين ممتازين، ويؤدي انتهاء صلاحية الطلب إلى وضع السعة RBDC عند معدل الصفر. ويمكن تشكيل مدة الانتظار بين رتل ممتاز واحد و15 رتلاً ممتازاً (لأن قيمة الصفر تبطل مفعول آلية التريث) بواسطة الآلية الاختيارية المذكورة في الفقرة 8.

ويمكن الجمع بين التخصيص CRA والسعة RBDC، حيث يوفر CRA سعة دنيا ثابتة لكل رتل ممتاز وتعطي السعة RBDC مكونة تغيير دينامي بالإضافة إلى الحد الأدنى.

3.6 سعة دينامية على أساس الحجم (VBDC)

السعة VBDC هي سعة الحجم التي يطلبها دينامياً المطراف RCST. وينبغي توفير السعة VBDC استجابة للطلبات الصريحة الواردة من المطراف RCST إلى المركز NCC، وتكون هذه الطلبات تراكمية (أي ينبغي إضافة كل طلب إلى جميع الطلبات السابقة الواردة من المطراف RCST ذاته). ويجب تخفيض المجموع المتراكم لكل مطراف RCST من مقدار سعة هذه الفئة المخصصة في كل رتل ممتاز.

4.6 سعة دينامية على أساس الحجم المطلق (AVBDC)

السعة AVBDC هي سعة الحجم التي يطلبها دينامياً المطراف RCST. وينبغي توفير السعة VBDC استجابة للطلبات الصريحة الواردة من المطراف RCST إلى المركز NCC، وتكون هذه الطلبات مطلقة (أي أن هذا الطلب يحل محل الطلبات السابقة الواردة من المطراف RCST ذاته). وتُستعمل السعة AVBDC عوضاً عن السعة VBDC عندما يخشى المطراف RCST احتمال ضياع طلب السعة VBDC (في حالة الفواصل الصغيرة للتنازع).

5.6 تخصيص السعة الحرة (FCA)

تخصيص السعة الحرة FCA هو السعة على أساس الحجم التي ينبغي تخصيصها إلى المطراف RCST من أصل سعة لن تُستعمل خلاف ذلك. وينبغي لتخصيص السعة هذا أن يكون أتوماتياً وألاّ يستدعي أي تشوير بين المطراف RCST والمركز NCC. وينبغي أن يكون بوسع المركز NCC أن يحظر FCA على أي مطراف RCST.

وينبغي ألا يُرصد التخصيص FCA لأي أية فئة من الحركة نظراً لشدة تغير مقدار التيسر. ويفترض أن تُؤخذ السعة المخصصة في هذه الفئة على أنها سعة فائضة يمكن استعمالها للتقليل من التأخر في أي حركة تحتمل بعض الاضطراب.

7 النفاذ المتعدد

تكون مقدرة النفاذ المتعدد إما فاصلاً ثابتاً أو دينامياً للنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن متعدد الترددات (MF-TDMA). وينبغي للمطاريف RCST أن تبين مقدرتها باستعمال المجال MF-TDMA الموجود في رشقة قناة التشوير المشتركة CSC.

1.7 النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن متعدد الترددات (MF-TDMA)

إن خطة النفاذ إلى الساتل هي نفاذ متعدد بتقسيم الزمن متعدد الترددات (MF-TDMA). ويسمح هذا النفاذ لمجموعة من المطاريف RCST بالاتصال مع بوابة باستعمال مجموعة من الترددات الحاملة تنقسم كل منها إلى فواصل زمنية. ويوزع المركز NCC على كل مطراف RCST فعال سلسلة من الرشقات، تُـعرَّف كل منها بواسطة تردد واحد وعرض نطاق واحد وتوقيت بداية ومدة استغراق.

8 الأمن والهوية والتشفير

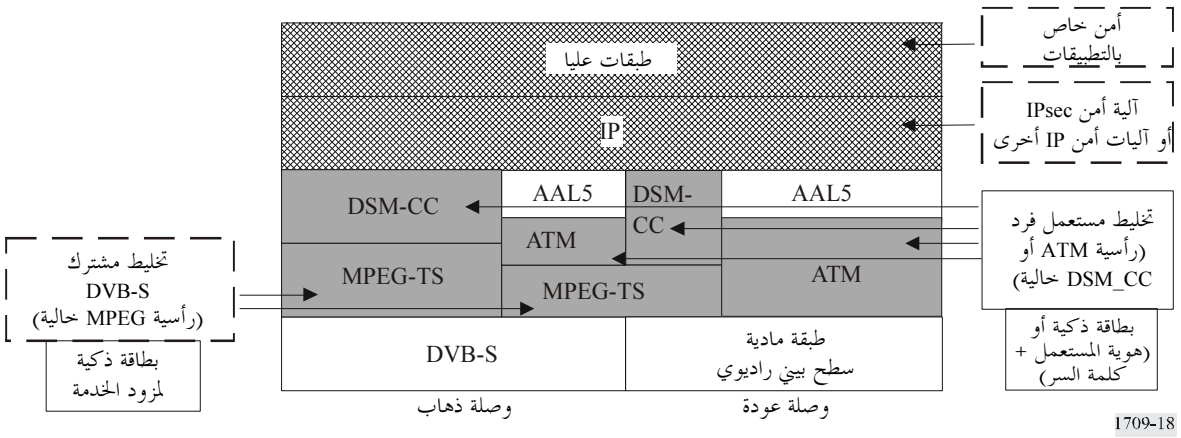
الغاية من الأمن هي حماية هوية المستعمل بما في ذلك موقع المستعمل على وجه الدقة، وحركة التشوير من المستعمل وإليه، وحركة المعطيات من المستعمل وإليه والمشغّل والمستعمل من أي استعمال للشبكة دون ترخيص أو اشتراك ملائمين. ويمكن تطبيق ثلاثة مستويات من الأمن على مختلف الطبقات:

- تخليط مشترك DVB في وصلة الذهاب (يمكن أن يُطلب من مزود الخدمة)؛
- تخليط المستعمل الفردي للشبكة التفاعلية الساتلية في وصلة الذهاب ووصلة العودة؛
- آليات الأمن IP أو الطبقة العليا (يمكن أن يستعملها مزود الخدمة ومزود المحتوى).

رغم أن المستعمل/مزود الخدمة يمكن أن يستعمل نظامه الأمني الخاص به فوق طبقة وصلة المعطيات، إلا أنه قد يكون من المستحسن توفير نظام أمني عند مستوى طبقة وصلة المعطيات بحيث يكون النظام مأموناً بصفة أساسية في القسم الساتلي دون اللجوء إلى إجراءات أخرى. وبما أن وصلة الذهاب في الشبكة التفاعلية الساتلية تستند إلى المعيار DVB/MPEG-TS، يمكن تطبيق آلية تخليط مشترك DVB ولكن ذلك ليس ضرورياً (فهو مجرد حماية إضافية إلى مجمل تدفق التحكم لغير المشتركين). ويحتوي الشكل 18 على توضيح لهذا المفهوم.

الشكل 18

طبقات الأمن لشبكة تفاعلية ساتلية (مثال)



الملحق 4

مواصفات السطح البيني الراديوي بالنسبة إلى الاتصالات عريضة النطاق العالمية بين المحطات الأرضية والسواتل معيدة التوليد بالاستناد إلى المعيار ETSI BSM/RSM-A

المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 31

2 وصف عام للسطح البيني الراديوي في شبكة متشابكة ذات ساتل معين للتوليد RSM-A 31

1.2 وصف النظام RSM-A 31

2.2 معمارية البروتوكول RSM-A 31

3 الطبقة المادية 32

1.3 الوصلة الصاعدة 34

1.1.3 التشفير 35

2.1.3 بنية الرتل..... 35

3.1.3 التشكيل 36

4.1.3 أساليب الحاملة في الوصلة الصاعدة..... 36

5.1.3 التحكم في القدرة في الوصلة القاعدة 37

2.3 الوصلة الهابطة 38

1.2.3 التشفير 39

2.2.3 بنية الرتل 39

3.2.3 التشكيل 40

4.2.3 أساليب حاملة الوصلة الهابطة 40

3.3 الوظائف الأخرى للطبقة المادية 41

4 طبقة وصلة المعطيات 41

1.4 وظائف الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة SLC 41

2.4 الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط (SMAC) 41

3.4 أساليب التشغيل 42

4.4 صنف الخدمة (CoS) وما يرتبط به من المفاهيم 42

5.4 إدارة عرض النطاق وتوزيع الموارد وإدارة صفوف الانتظار 44

1.5.4 الجلسات القائمة على المعدل 45

2.5.4 الجلسات القائمة على الحجم 45

3.5.4 النفاذ في أسلوب التنازع 45

4.5.4 بروتوكول Aloha المستمر 45

5 وحدة النفاذ المأمون – وصف وظيفي 45

1 مجال التطبيق

يحتوي هذا الملحق على مقدمة تفصيلية بشأن السطح البيني الراديوي نشرها المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) في شكل مواصفات SES/BSM RSM-A (انظر المعيارين 7~1-188 102 ETSI TS و3~1-189 102).

2 وصف عام للسطح البيني الراديوي في شبكة متشابكة ذات ساتل معين للتوليد RSM-A

1.2 وصف النظام RSM-A

أصدر المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) مفهوم السطح الراديوي في شكل مواصفات SES/BSM RSM-A (انظر المعيارين 7~1-188 102 ETSI TS و3~1-189 102). وتحتوي الفقرات اللاحقة على ملخص لمفهوم السطح الراديوي. ويحدد معيار هذا السطح البيني الطبقة المادية وطبقة وصلة المعطيات دون نقطة النفاذ إلى الخدمة المستقلة عن الساتل (SI-SAP) المعرَّفة في المواصفات ETSI SES/BSM (انظر المعيار ETSI TS 102 292).

ويستعمل النظام RSM-A ساتلاً معيداً للتوليد يدعم شبكة متشابكة بالكامل يمكن أن تُرسل فيها المعطيات بين أي زوجين من المطاريف الساتلية في قفزة واحدة.

وتستخدم كل المطاريف الساتلية نفس السطح البيني الراديوي باستعمال إرسالات FDMA-TDMA في الوصلة الصاعدة إلى الساتل وإرسالات TDM في الوصلة الهابطة من الساتل. ويقابل مختلف أحجام منصات الإرسال معدلات مختلفة من رشقات معطيات المستعمل تتراوح بين بضعة كيلوبتات في الثانية وعدة ميغابتات في الثانية.

وتستعمل الوصلة الصاعدة حزماً نقطية توفر تغطية الخلايا الموزعة جغرافياً في المنطقة التي يغطيها الساتل. وتستعمل الوصلة الهابطة أيضاً حزماً نقطية للخدمات من نقطة إلى نقطة، ولكن علاوة على هذه الحزم النقطية هناك حزم نقطية مقولبة منفصلة في الوصلة الهابطة تغطي جزءاً قابلاً لإعادة التشكيل من المنطقة التي يغطيها الساتل.

ويخصص الساتل عرض نطاق وصلة صاعدة في كل حزمة إلى مختلف المطاريف تبعاً للحاجة. وتؤخذ جميع الرزم الواردة إلى الساتل من جميع الحزم وتحوّل عبر حزم الوصلة الهابطة نحو مقصدها تبعاً لعنوان التحكم في النفاذ إلى الوسيط MAC في رأسية الرزمة. وتجمع الرزم الموجهة إلى نفس الحزمة وترسل في اتجاه الوصلة الهابطة عبر رشقات الحاملة بأسلوب TDM بمعدل مرتفع جداً. وتتقاسم مطاريف المستعمل النهائي ومطاريف البوابة ديناميا وبصفة مرنة مجموع عرض النطاق المتاح حسب الحاجة لدعم تدفق الحركة في كل اتجاه.

2.2 معمارية البروتوكول RSM-A

تفصل معمارية الشبكة ETSI/BSM (انظر المعيار ETSI TS 102 292) بين الوظائف المعتمدة على الساتل والوظائف المستقلة عن الساتل. ويهدف هذا الفصل إلى ما يلي:

- الفصل بين الجوانب الخاصة بالساتل (أي ساتل مستقر بالنسبة إلى الأرض مثلاً في النطاق Ka يعمل بتبديل الرزم) والطبقة العليا المستقلة عن الساتل، وذلك لمراعاة أي تطورات تطرأ على السوق في المستقبل، ولا سيما التطورات في بروتوكول الطبقة IP؛
- توفير المرونة لإضافة مختلف حلول قطاعات السوق في الطبقات العليا (وسائط تحسين الأداء (PEP) وبوابات التطبيق مثلاً).

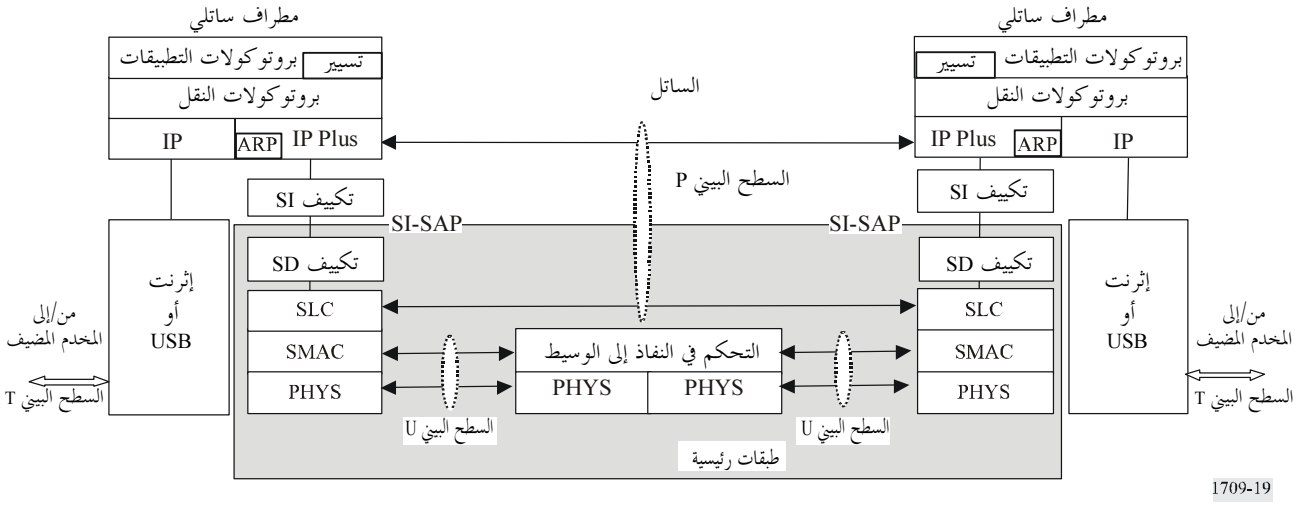
ويعرف هذا السطح البيني باسم نقطة النفاذ إلى الخدمة المستقلة عن الساتل (SI-SAP) (انظر المعيار ETSI TS 102 292). وتكون نقطة النفاذ SI-SAP في نموذج طبقات التوصيل البيني للأنظمة المفتوحة OSI بين طبقة وصلة المعطيات وطبقة الشبكة.

ويرد في الشكل 19 توضيح معمارية البروتوكول الخاص بالتشكيل الأساسي من مطراف ساتلي إلى مطراف ساتلي (ST-to-ST). وتوفر نقطة النفاذ SI-SAP في كل مطراف ST السطح البيني للطبقات الرئيسية RSM-A تتكون من طبقة التحكم الساتلي في الوصلة (SLC) وطبقة التحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط (SMAC) والطبقة المادية (PHY).

ويتيح الساتل معيد التوليد وظائف طبقة التحكم MAC، على سبيل المثال عرض النطاق حسب الطلب (BoD) وتبديل رزم التحكم MAC ونسخ التحكم MAC.

الشكل 19

معمارية مرجعية مبسطة وعامة لبروتوكول معطيات المستعمل RSM-A



يرد وصف الطبقة المادية (PHY) بمزيد من التفصيل في مواصفات الطبقة المادية BSM RSM-A (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7) وهنالك ملخص لها في الفقرة 3 من هذا الملحق.

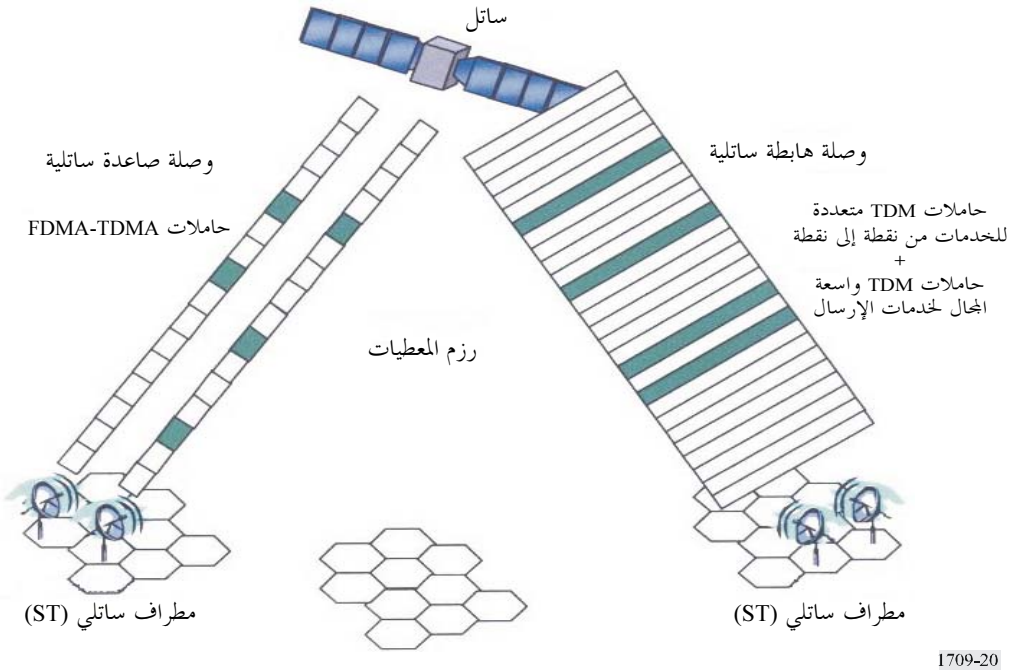
توفر طبقة وصلة المعطيات خدمة النقل الفعلي على الشبكة RSM-A وهي تتكون من طبقتين فرعيتين: الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة (SLC) والطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط (SMAC). ويرد وصف هذه الطبقات الفرعية بمزيد من التفصيل في مواصفات الطبقة BSM RSM-A SLC/SMAC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3) وهنالك ملخص لها في الفقرة 4 من هذا الملحق.

يحدد المعيار RSM-A أيضاً وحدة نفاذ الأمن (SAM) لضمان حماية السعة. ويرد تلخيص للسطح البيني القائم بين المطراف الساتلي ST والوحدة SAM في الفقرة 5 من هذا الملحق.

3 الطبقة المادية

الشكل 20

نظرة شاملة إلى الطبقة المادية



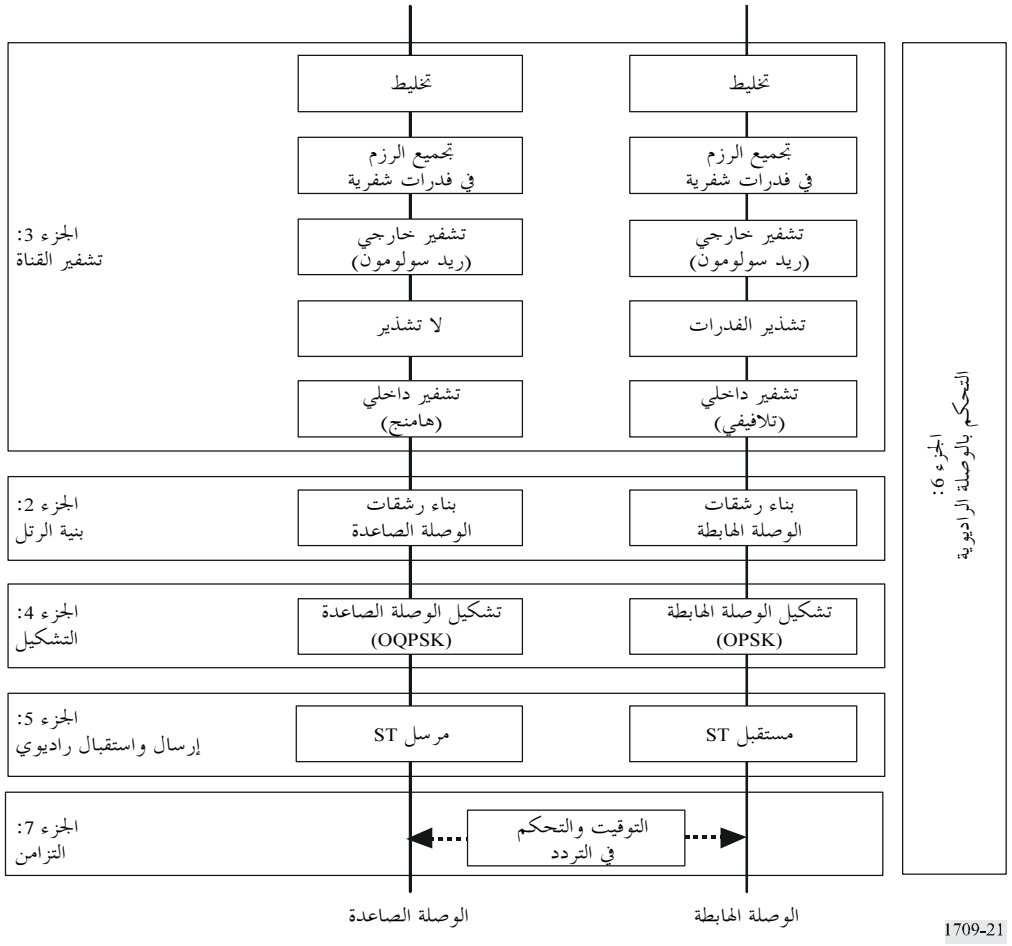
تستعمل الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة أنساق إرسال مختلفة كما يبدو توضيحها في الشكل 20:

- *الوصلة الصاعدة الساتلية:* وهي تتكون من مجموعة حاملات النفاذ المتعدد بتقسيم التردد أو الزمن (FDMA-TDMA). وتعمل كل خلية للوصلة الصاعدة مع عدد من الحاملات المنفصلة. وهناك العديد من أساليب الحاملات FDMA-TDMA البديلة التي تدعم معدلات رشقات لمعطيات المستعمل تتراوح بين 128 kbit/s و16 Mbit/s.
- *الوصلة الهابطة الساتلية:* وهي تتكون من مجموعة من الحاملات المتزامنة لتردد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM). وتحتوي كل حاملة TDM على حركة المستعمل في منطقة جغرافية معينة ويمكن إعادة توجيه الحاملات TDM في كل فاصل زمني للوصلة الهابطة إلى خدمة مختلف خلايا الوصلة الهابطة. ويمكن توزيع سعة الوصلة الهابطة بين الخدمات من نقطة إلى نقطة وخدمات الإرسال على أساس الحاجة و/أو التوقيت.

يوضح الشكل 21 وظائف الطبقة المادية.

الشكل 21

وظائف إلى الطبقة المادية



QPSK: إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة
OQPSK: إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة متخالف

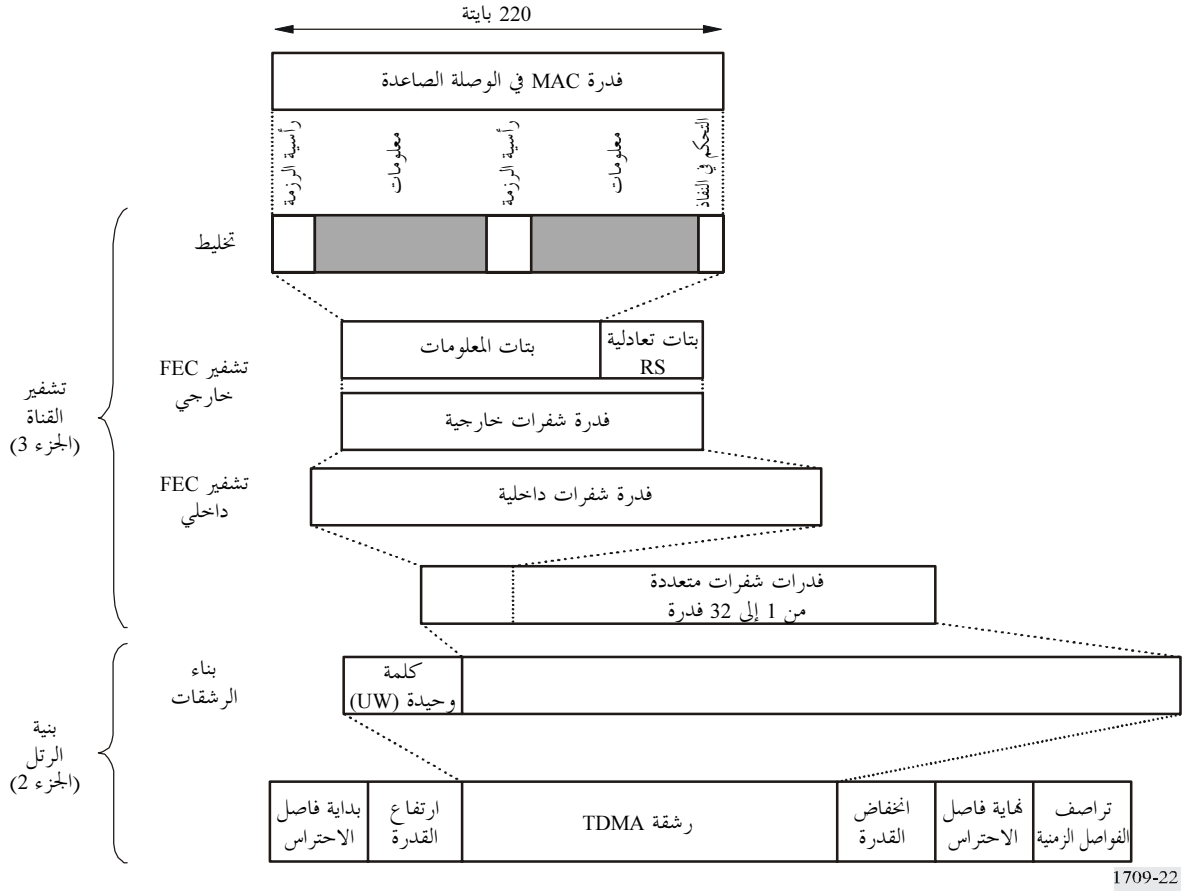
يرد فيما يلي وصف موجز لوظائف الطبقة المادية. وترد المواصفات المفصلة لهذه الوظائف في إطار المواصفات RSM-A، مثلما يشار إلى ذلك لاحقاً.

1.3 الوصلة الصاعدة

يحتوي الشكل 22 على نظرة شاملة لبنى معطيات الوصلة الصاعدة.

الشكل 22

بنى المعطيات في الوصلة الصاعدة

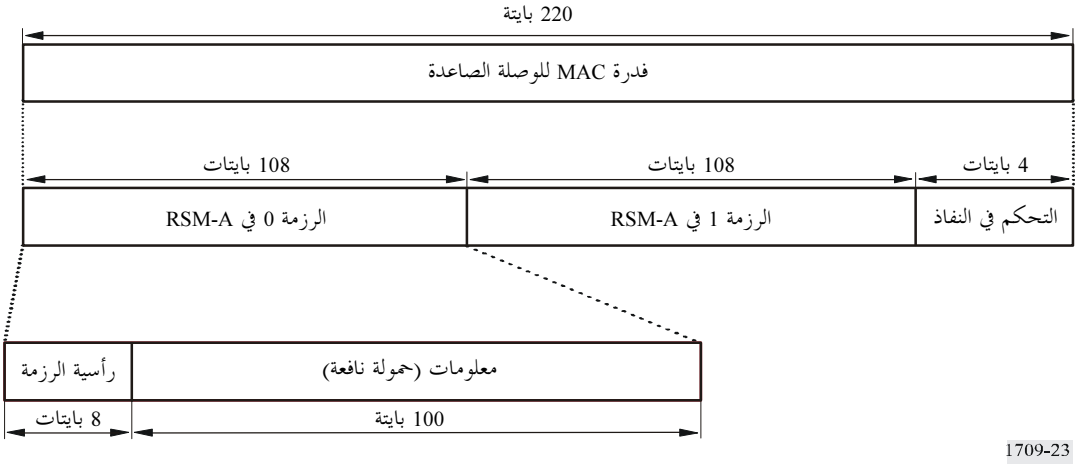


يجري تبادل المعطيات مع الطبقة SMAC في شكل فدرة MAC في الوصلة الصاعدة التي تحتوي على رزمتين RSM-A زائد مجال التحكم في النفاذ. وتخلط هذه الفدرة بصفة انتقائية وتجمع في أعلى الطبقة المادية. وتتبع هذه المرحلة مرحلتان من تشفير FEC (تشفير خارجي يتبعه تشفير داخلي). ومن ثم تجمع فدرات الشفرات المتعددة في رشقة TDMA واحدة، حيث يتوقف عدد فدرات الشفرة في الرشقة على أسلوب الحاملة في الوصلة الصاعدة.

تجمع رزمتان في فدرة واحدة وتضاف رأسية للتحكم في النفاذ مؤلفة من أربع بايتات إلى الفدرة MAC الكاملة غير المشفرة في الوصلة الصاعدة مثلما يوضح ذلك الشكل 23.

الشكل 23

تجميع فدرات MAC للوصلة الصاعدة



يرد تعريف وظائف تخليط وتجميع الفدرات MAC للوصلة الصاعدة في الجزء 3 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

1.1.3 التشفير

تُشفر الفدرة MAC غير المشفرة للوصلة الصاعدة في مرحلتين:

- تشفير ريد سولومون خارجي باستعمال الشفرة RS (244,220)؛
- تشفير هامنج داخلي باستعمال شفرة الفدرات (12,8).

وهكذا نحصل على فدرة شفرات مشفرة مؤلفة من 366 بايتة.

ويرد تعريف وظائف التشفير في الوصلة الصاعدة في الجزء 3 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

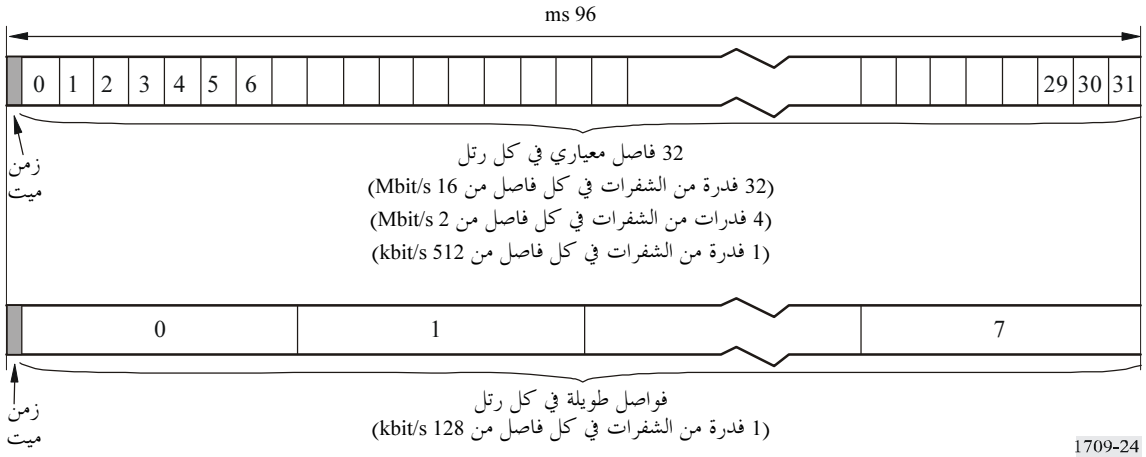
2.1.3 بنية الرتل

هناك أربعة أساليب مختلفة من الحاملات FDMA وهي: 128 kbit/s و512 kbit/s و2 Mbit/s و16 Mbit/s.

تعمل كل حاملة للوصلة الصاعدة مع واحدة من بنيتي رتل TDMA بديلتين في الوصلة الصاعدة كما يبدو في الشكل 24.

الشكل 24

بنية الرتل للوصلة الصاعدة



تنقسم كل حاملة إلى زمن ميت يتبعه عدد ثابت من الفواصل الزمنية لإرسال فدرات الشفرات مثلما هو مبين. ويتوقف عدد الفواصل الزمنية على نسق الفواصل TDMA كما يلي:

- يتكون رتل الوصلة الصاعدة من 32 فاصلاً معيارياً في حالة الحاملات من 16 Mbit/s أو 2 Mbit/s أو 512 kbit/s.
- يتكون رتل الوصلة الصاعدة من 8 فواصل طويلة في حالة الحاملات من 128 kbit/s.

يرد تعريف بنى الأرتال في الوصلة الصاعدة وبنى الرشقات في الجزء 2 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 189 1~3).

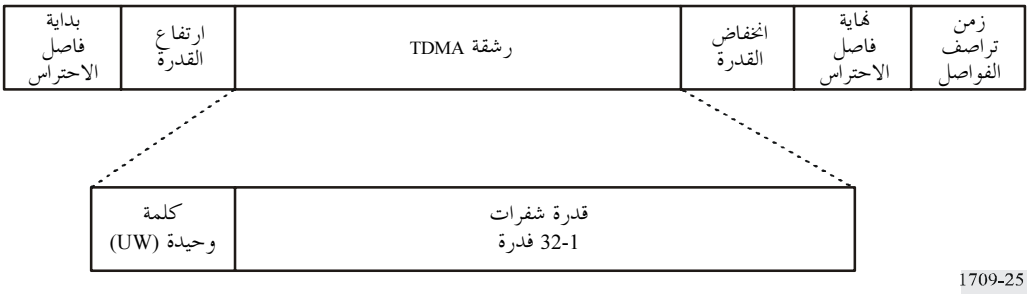
يمكن تشكيل أساليب الحاملات FDMA-TDMA تشكيلاً مرناً بالنسبة لكل خلية لتوفير معدلات معطيات مستعمل تتراوح من 128 kbit/s إلى أكثر من 16 Mbit/s. وتوزع الفواصل الزمنية TDMA داخل كل حاملة FDMA دينامياً: يمكن توزيع كل فاصل سواء على النفاذ المتعدد (أي في أسلوب التنازع) أو على النفاذ بموجب حجز (أي إلى مطراف ساتلي محدد).

تقع رشقة TDMA واحدة في داخل كل فاصل زمني. وتُسبق كل رشقة بفاصل احتراس وفاصل ارتفاع قدرة وتُتبع بفاصل هبوط وفاصل احتراس كما يوضح ذلك الشكل 25. ويستعمل فاصل الاحتراس لتفادي أي تداخل بين الفواصل الزمنية المجاورة وفاصل الارتفاع والانخفاض لفتح وإغلاق حاملة الوصلة الصاعدة.

الشكل 25

بنية الرشقات والفواصل في الوصلة الصاعدة

(رسم مبسط غير متناسب)



تحتوي الرشقة TDMA على كلمة وحيدة (UW) تُستعمل للتزامن، يتبعها مجال للحركة يتكون من عدد يتراوح بين 1 و 32 فدرة شفرية. ويتوقف عدد الفدرات الشفرية على أسلوب الحاملة.

يرد تعريف بنى الرشقات في الوصلة الصاعدة في الجزء 2 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

3.1.3 التشكيل

تستعمل الوصلة الصاعدة تشكيلاً بزحزحة الطور رباعي الحالة متخالف (OQPSK). ويتحدد معدل التشكيل من خلال أسلوب الحاملة. ويرد تعريف وظائف التشكيل في الوصلة الصاعدة في الجزء 4 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

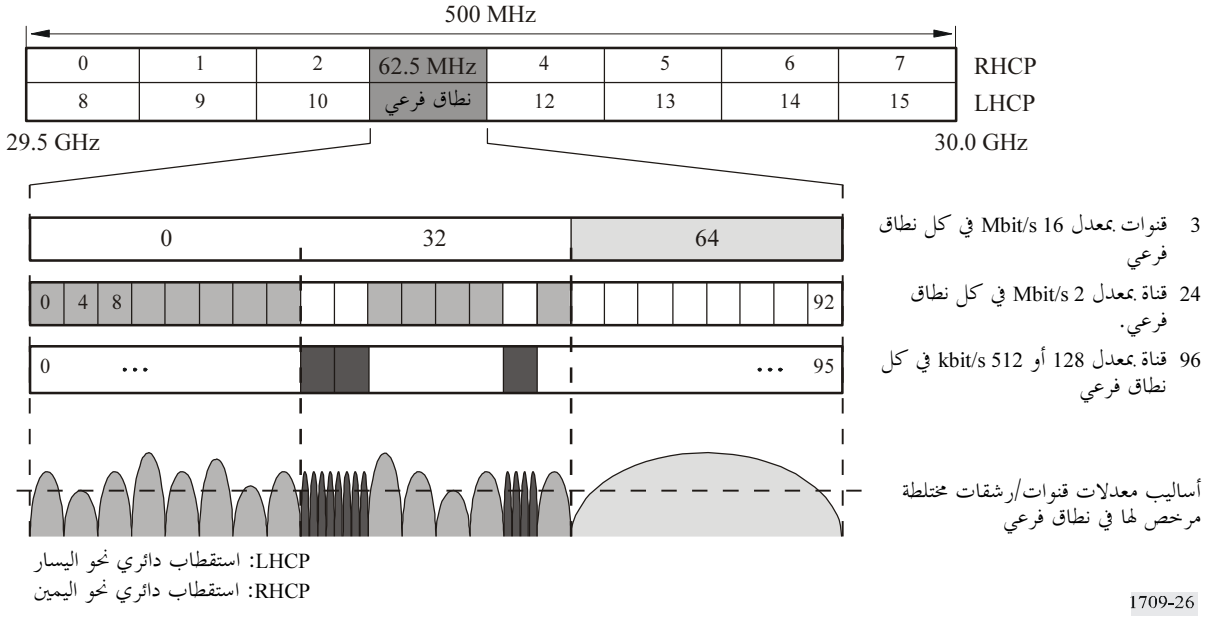
4.1.3 أساليب الحاملة في الوصلة الصاعدة

ينقسم نطاق الترددات في الوصلة الصاعدة بمقدار 500 MHz إلى 16 نطاقاً فرعياً بمقدار 62,5 MHz، و8 نطاقات فرعية لكل واحد من الاستقطابين.

ويمكن تشكيل كل نطاق فرعي للوصلة الصاعدة بصفة مستقلة لمجموعة من أساليب الحاملات بمعدل 128 kbit/s أو 512 kbit/s أو 2 Mbit/s أو 16 Mbit/s. ويحتوي الشكل 26 على تشكيلة ممكنة لنطاق لفرعي.

الشكل 26

ترتيب ممكن لحاملات الوصلة الصاعدة في نطاق فرعي



يساوي عرض نطاق الحاملة بالنسبة إلى أسلوب حاملة الاحتياط بمعدل 128 kbit/s وأسلوب الحاملة بمعدل 512 kbit/s بمقدار ⅔041 651 Hz. ويتم الحصول على هذه القيمة بتقسيم النطاق الفرعي للوصلة الصاعدة 62.5 MHz على 96 حاملة للوصلة الصاعدة متساوية التباعد. وتُرقم الحاملات 128 kbit/s أو 512 kbit/s ترتيباً 0، 1، 2 حتى 95، تبعاً لتزايد تردد التشغيل.

يساوي عرض النطاق لأسلوب الحاملة 2 Mbit/s مقدار ⅔166 604 2 Hz. ويتم الحصول على هذه القيمة بتقسيم النطاق الفرعي للوصلة الصاعدة 62,5 MHz على 24 حاملة للوصلة الصاعدة متساوية التباعد. وترقم الحاملات 2 Mbit/s ترتيباً 0، 4، 8 حتى 92، تبعاً لتزايد تردد التشغيل.

يساوي عرض النطاق لأسلوب الحاملة 16 Mbit/s مقدار ⅓333 833 20 Hz. ويتم الحصول على هذه القيمة بتقسيم النطاق الفرعي للوصلة الصاعدة 62,5 MHz إلى ثلاث حاملات للوصلة الصاعدة متساوية التباعد. وترقم الحاملات 16 Mbit/s ترتيباً 0 و32 و64، تبعاً لتزايد تردد التشغيل.

5.1.3 التحكم في القدرة في الوصلة الصاعدة

تُستعمل وظيفة التحكم في القدرة في الوصلة الصاعدة (ULPC) للتحكم في قدرة إرسال المطراف الساتلي، وذلك لتحقيق الأهداف التالية:

- التقليل من التداخل، لا سيما في الحالات التي تكون فيها السماء صافية؛
- ضمان توفر هوامش كافية للحماية من التداخل والتأثيرات الجوية بحيث يبقى معدل خسارة الرزم في الوصلة الصاعدة وخطأ التحكم في القدرة ضمن الأهداف المحددة؛
- تعويض عيوب التردد الراديوي للمطراف الساتلي، مثل تغير القدرة بتغير التردد.

تستعمل وظيفة التحكم ULPC، الموزعة بين الساتل والمطاريف الساتلية، عروة تحكم مزدوجة حيث يقوم كل مطراف ساتلي بضبط قدرة الإرسال في الوصلة الصاعدة لكل تردد حامل اعتماداً على قياسات قدرة إشارات الخطأ في الوصلة الهابطة وعلى المعلومات العائدة في شكل رزم استجابة من الساتل.

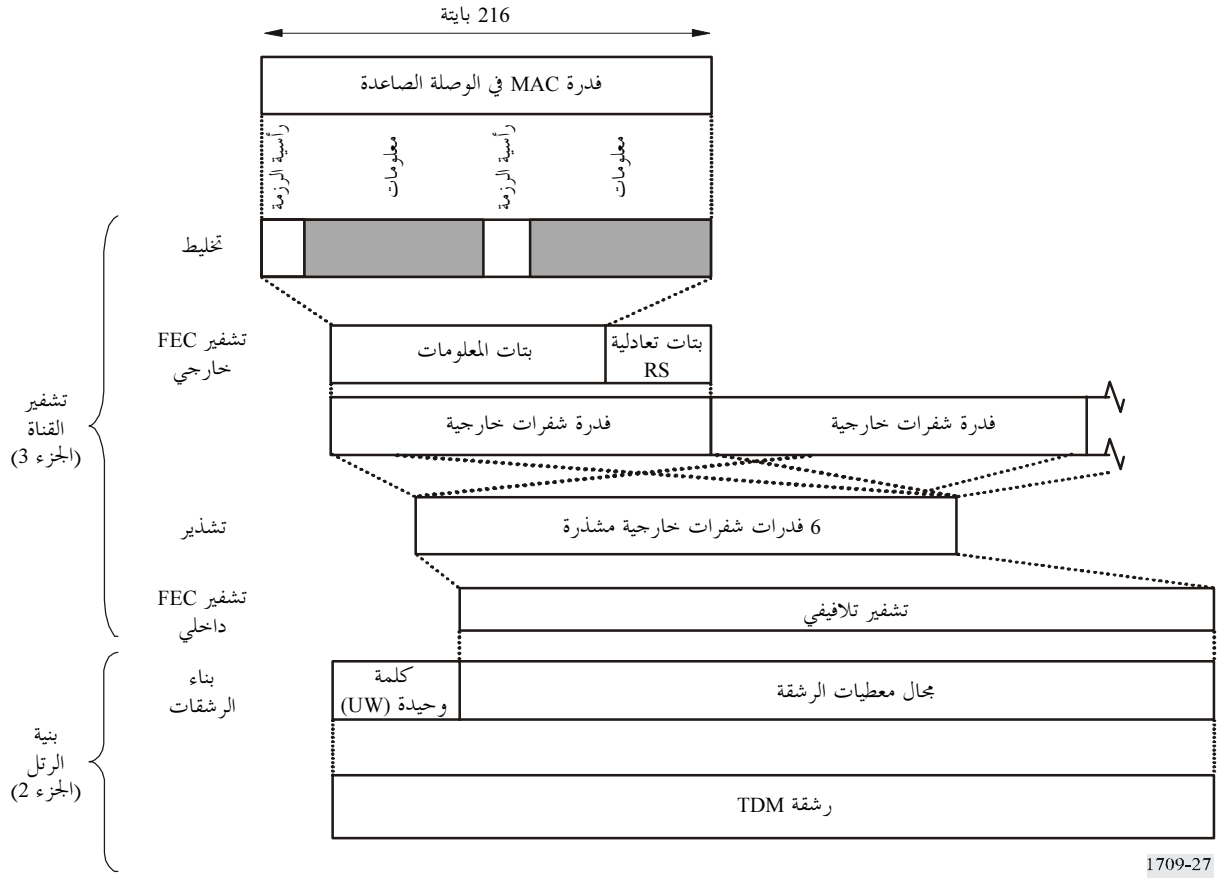
تعرَّف وظائف التحكم في القدرة في الوصلة الصاعدة في الجزء 6 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

2.3 الوصلة الهابطة

يقدم الشكل 27 لمحة عن بنى معطيات الوصلة الهابطة.

الشكل 27

بنى معطيات الوصلة الهابطة



ترسَل معطيات الوصلة الهابطة في شكل رشقات أسلوب TDM كبيرة، حيث تحتوي كل رشقة على ست فدرات شفرية مشذرة. ويؤدي ذلك إلى إزالة تشفير التصحيح FEC متبوعاً بإزالة تشذير.

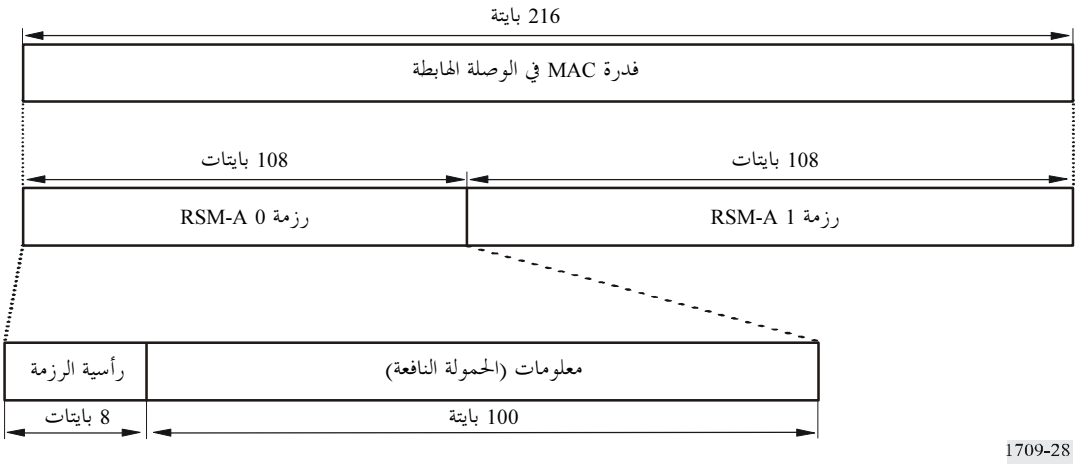
يتم تبادل المعطيات مع طبقة التحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط SMAC في شكل فدرة تحكم MAC للوصلة الهابطة التي تحتوي على اثنين من شبكات RSM-A. ويتم تخليط فدرة التحكم MAC هذه بصفة انتقائية وتجميعها عند قمة الطبقة المادية. وتتبع هذه العملية مرحلتان من تشفير التصحيح FEC (تشفير خارجي وتشفير داخلي) تفصل بينهما مرحلة تشذير. وتجمع فدرات الشفرات المشذرة في رشقة أسلوب TDM وحيدة.

ويرد المزيد من التفاصيل عن بنى المعطيات والوظائف المرتبطة بها في الفقرات الفرعية التالية.

تجمع رزمتان في فدرة تحكم واحدة MAC للوصلة الهابطة كما يبدو في الشكل 28.

الشكل 28

تجميع فدرات التحكم MAC في الوصلة الهابطة



يرد تعريف وظائف تخليط وتجميع فدرات التحكم MAC في الوصلة الهابطة في الجزء 3 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

1.2.3 التشفير

يرتب مجموع ست فدرات تحكم MAC في الوصلة الهابطة في كل رشقة في الوصلة الهابطة في ثلاث مراحل:

- تُشفر كل فدرة تحكم MAC غير مشفرة في الوصلة الهابطة بصورة منفصلة بشفرة رید سولومون خارجية (شفرة RS 236,216)
- ثم تُشذر الفدرات المشفرة الست الناتجة.
- ثم تشفر فدرات الشفرات المشذرة بواسطة شفرة تلافيفية داخلية بمعدل 2/3.

تُقسم نتائج المشذر إلى أربعة تدفقات مستقلة. ويتكون كل تدفق خرج من مجموع 838 2 بتة (دخل 354 بايتة زائد 6 بايتات للتراصف) عند دخل المشفر الداخلي ومن مجموع 257 4 بتة عند خرج المشفر.

تعرّف وظائف التشفير في الوصلة الهابطة في الجزء 3 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

2.2.3 بنية الرتل

يتكون رتل الوصلة الهابطة من فاصل صوّة وفواصل الإرسال، وفاصل بشاغر وفواصل من نقطة إلى نقطة، مثلما يبدو في الشكل 29.

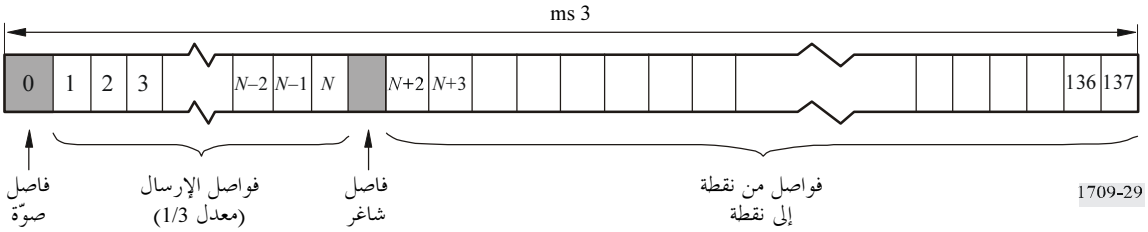
ويُستعمل فاصل الصوّة لإرسال جزء من متوالية شبه الضوضاء بمقدار 0,768 ثانية بغرض تحقيق تزامن المطراف الساتلي مع تزامن الساتل، كما يستعمل لمزامنة عداد الأرتال في الوصلة الصاعدة وفي الوصلة الهابطة.

يخطط لفواصل البث قبل الإرسال من نقطة إلى نقطة. ويفوق طول فاصل البث ثلاثة أو أربعة أصفاف الفاصل من نقطة إلى نقطة تبعاً لمعدلات أسلوب الإرسال (أي بمعدل 1/3 أو 1/4، على التوالي).

هناك فاصل شاغر واحد في كل رتل للقيام بوظائف النظام.

الشكل 29

بنية أرتال الوصلة الهابطة



يكون معدل الإرسال كاملاً أثناء الفواصل الزمنية من نقطة إلى نقطة. ويساوي معدل الإرسال 1/3 أثناء فاصل الصوّة والفاصل الشاغر و1/3 أو 1/4 أثناء فواصل الإرسال. وتسمح بنية الأرتال بعدد متغير من فواصل الإرسال (موزعة بإضافات قدر كل منها ثلاثة أو أربعة فواصل إرسال)، وتكون الفواصل المتبقية فواصل من نقطة إلى نقطة. ومجالات التشكيلات التالية ممكنة:

أسلوب الإرسال	عدد فواصل الإرسال	عدد الفواصل من نقطة إلى نقطة
فواصل الإرسال بمعدل 1/3	من 0 إلى 45	من 1 إلى 136
فواصل الإرسال بمعدل 1/4	من 0 إلى 34	من 0 إلى 136

تعرّف بنى أرتال الوصلة الهابطة في الجزء 2 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

يحدد المطراف الساتلي عدد فواصل الإرسال وأسلوب الإرسال عبر المعلومات المرسلة التي تتعلق بالنظام على نحو ما هو مشار إليه في المواصفات RSM-A SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3).

3.2.3 التشكيل

تشكيل الوصلة الهابطة هو تشكيل إبراق بزحزحة الطور رباعي الحالة (QPSK) ويرد تعريفه في الجزء 4 من مواصفات الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188 1~7).

4.2.3 أساليب حاملة الوصلة الهابطة

تعمل الوصلة الهابطة بحاملة وحيدة في واحد من الاستقطابين. وتكون إعادة استعمال الترددات على أساس استقطاب مستقل في كل حزمة من حزم الوصلة الهابطة. ويكون استقطاب الصوّة، في الوصلة الهابطة، وفواصل الإرسال، والفاصل الشاغر والفواصل من نقطة إلى نقطة مستقلاً عن استقطاب الوصلة الصاعدة.

وبالإضافة إلى ذلك، يمكن لحاملة الوصلة الهابطة أن تعمل في واحد من أساليب التشغيل الثلاثة الممكنة. ويشار إلى هذه الأساليب بوصفها كامل المعدل، و1/3 و1/4 المعدل حسب معدل تشكيل رشقات الحاملة:

- 1/3 المعدل – ترسِل الوصلة الهابطة بمعدل يبلغ $133\frac{1}{3} \times 10^6$ من رموز QPSK في الثانية (أي أن كلاً من ساعدي المشكّل I وQ يعمل بمعدل قدره $133\frac{1}{3} \times 10^6$ من رموز الإبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة BPSK في الثانية).
- 1/4 المعدل – ترسِل الوصلة الهابطة بمعدل يبلغ 100×10^6 من رموز QPSK في الثانية (أي أن كلاً من ساعدي المشكّل I وQ يعمل بمعدل قدره 100×10^6 من رموز BPSK في الثانية).
- كامل المعدل – ترسِل الوصلة الهابطة بمعدل يبلغ 400×10^6 من رموز QPSK في الثانية (أي أن كلاً من ساعدي المشكّل I وQ يعمل بمعدل قدره 400×10^6 من رموز BPSK في الثانية).

3.3 الوظائف الأخرى للطبقة المادية

ينطوي الإرسال في الطبقة المادية على وظائف أخرى منها:

- ضرورة أن تفي الإرسالات الراديوية الصادرة عن المطراف الساتلي ومستقبل المطراف الساتلي بحد أدنى من سوية الأداء. كذلك ضرورة أن تمتثل إرسالات التردد الراديوي الصادرة عن المطراف الساتلي للمعايير ذات الصلة. وتعرَّف هذه المتطلبات في الجزء 5 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).
- القياسات والإجراءات الفرعية المستعملة بغرض الحيازة الأولية من جانب المطراف الساتلي وانتقاء أسلوب الوصلة الصاعدة والتحكم في قدرة الوصلة الصاعدة أثناء التشغيل الاعتيادي. وتعرَّف هذه الوظائف في الجزء 6 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).
- مزامنة مستقبل المطراف الساتلي من حيث التردد والزمن (حيازة الزمن وتراصف الأرتال الزمنية). وتعرَّف هذه الوظائف في الجزء 7 من مواصفة الطبقة المادية (انظر المعيار ETSI TS 102 188-1~7).

4 طبقة وصلة المعطيات

تتكون طبقة وصلة المعطيات من طبقتين فرعيتين هما الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة (SLC) والطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط (SMAC).

1.4 وظائف الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في الوصلة SLC

طبقة التحكم الساتلي في الوصلة مسؤولة عن تسليم الرزم من طرف إلى طرف بين المطاريف الساتلية. ووظائف الطبقة الفرعية SLC هي:

- توليد مُعرِّفات الجلسة والمقابلة بين الرزم الداخلة والجلسة المناظرة لها.
- تنفيذ إجراءات التعرف والتوفيق بين الوظائف في بداية الجلسة. فعندما يتعين على مطرافين ساتليين لهما قدرات وظيفية مختلفة التواصل، يبدأ المطراف الساتلي المرسل بأسلوب إرسال يهيأ له أن المستقبِل قادر على استلامه ومن ثم يمكن له، استناداً إلى المعلومات التي يستلمها من المستقبِل، أن يعدل من أسلوبه نحوَ أسلوب أكثر ملاءمة و/أو أسلوب أمثل.
- حساب شفرة التحقق من الإطناب الدوري CRC للكشف عن الأخطاء.
- بناء وحدات معطيات موسعة (EDU) انطلاقاً من وحدات معطيات الخدمة (SDU).
- تقطيع وحدات المعطيات EDU إلى مقاطع وإضافة رأسيات التحكم الساتلي في الوصلة SLC الملائمة. وينبغي لكيان التحكم SLC المقابل على مستوى المطراف الساتلي للاستقبال أن يعيد تجميع وحدات معطيات التطبيق EDU.
- بناء وحدات معطيات رزم التحكم الساتلي في الوصلة (SLC-PDU).

2.4 الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط (SMAC)

تتحكم هذه الطبقة الفرعية في طريقة استعمال المطراف الساتلي لموارد الوصلات الصاعدة. وموارد الوصلات الصاعدة الموصوفة هنا توليفة بين قنوات التنازع والموارد المخصصة. وتقوم الطبقة الفرعية SMAC بالمسؤوليات التالية:

- تجميع عدد من جلسات التحكم الساتلي في الوصلة، وإرسالها على قناة أو أكثر من قنوات المعطيات للوصلة الصاعدة (UDC) المشتركة.
- فحص خدمة نقل معطيات المستعمل (UDTS) وأولوية وحدات معطيات الخدمة SDU ومقابلتها مع خدمة تسليم الرزم (PDS).
- إنشاء رزمة شبكة ساتل معيد للتوليد RSM-A بإضافة رأسية التحكم في النفاذ إلى الوسيط MAC إلى وحدة معطيات رزم التحكم الساتلي في الوصلة SLC-PDU.

- وسم الأصناف المهملة بشكل ملائم كما هو مبيّن في جانبية صنف الخدمة (CoS) ذات الصلة.
- العمل على أساس صفوف الانتظار. ويمكن أن يوجد صف انتظار أو أكثر بالنسبة إلى كل خدمة من خدمات تسليم الرزم PDS. وتوضع كل رزمة شبكة ساتل معيد للتوليد RSM-A في واحد من صفوف الانتظار استناداً إلى معلومات الخدمة PDS والتشكيل الداخلي. ولكي يجري تسليم الرزم RSM-A بالترتيب ينبغي لها ألا تغير صف الانتظار، غير أن طريقة تسليمها قد تختلف.
- التنفيذ المستمر للخوارزمية المناسبة للحصول على الموارد من الشبكة. ويتفاوض المطراف الساتلي مع تجهيزات الساتل باستعمال بروتوكول التحكم في عرض النطاق.
- تجميع الرزم RSM-A في شكل فدرات وتوزيع الفواصل على الفدرات الفردية. وتمرر الفدرات إلى طبقة الإرسال بغية بناء الرشقات مصحوبة بمعلومات الفاصل. وتحدث العملية العكسية جانب الاستقبال.
- التفاعل مع وحدة النفاذ المأمون (SAM) لتوليد وظيفة مجال التحكم في النفاذ (ACF) الخاصة بكل فدرات التحكم في النفاذ إلى الوسيط MAC التي ترسل على السطح البيني U.
- استقبال رزم شبكات الساتل معيد التوليد RSM-A الواردة وتفرزها على أساس عنوان المقصد. ويمكن للرزم أن تستعمل عنوان المقصد أحادي الإرسال لأي منفذ من منافذ المطراف الساتلي و/أو بعض هويات مجموعة الإرسالات المتعددة (MGID). وتعتبر هذه الهويات MGID توليفة بين الهويات MGID مسبقة الحجز للإرسالات من مركز التشغيل والتحكم في الشبكة NOCC إلى المطراف الساتلي (التي يتعين مراقبتها بصفة مستمرة) وبين الهويات MGID المستعملة في الإرسالات المتعددة بين مستعمل وآخر.

3.4 أساليب التشغيل

تعمل الطبقة الفرعية للتحكم الساتلي في النفاذ إلى الوسيط SMAC أسلوبين من التشغيل هما: أسلوب عرض النطاق حسب الطلب (BoD) وأسلوب الوصلة الصاعدة كبيرة الحجم (HVUL).

في أسلوب التشغيل BoD يتقاسم المطراف الساتلي جميع موارد الوصلة الصاعدة مع مطاريف ساتلية أخرى توجد في نفس المنطقة الجغرافية وفقاً للتشكيلة المختارة. وتستعمل المطاريف الساتلية قنوات التنازع للحصول على نفاذ أولي إلى النظام. وينبغي تنفيذ بروتوكول التحكم في عرض النطاق بصفة مستمرة للحصول على الموارد المخصصة بغرض استعمالها في القنوات المخصصة للوصلة الصاعدة. ويُستعمل بروتوكول Aloha ذو الفتحات وكذلك بروتوكول Aloha المستمر للحصول على الموارد في قنوات التنازع للوصلة الصاعدة. وينبغي لكل المطاريف الساتلية أن تراقب بصفة دائمة حجم الموارد التي تستعملها باستخدام "آلية القطع الموسومة".

وفي أسلوب تشغيل الوصلة الصاعدة كبيرة الحجم HVUL، يتم حجز مجموعة من موارد الوصلة الصاعدة كي يستعملها المطراف الساتلي بصفة حصرية دون أن يضطر إلى تنفيذ أي بروتوكول أو أن يتقدم بطلب صريح إلى الشبكة. وبالتالي لا يتعين على المطراف الساتلي أن يستعمل قنوات التنازع ولا أن يطبق بروتوكول التحكم في عرض النطاق. كما ليس هنالك من تحكم في التدفق على أساس "آلية القطع الموسومة" لأن الموارد ليست متقاسمة، ومع ذلك ينبغي للمطراف الساتلي أن يضمن توزيع استخدام موارد الوصلة الصاعدة بين مناطق الوصلات الهابطة على أساس التشكيل الذي يبينه مركز التشغيل والتحكم في الشبكة NOCC. وهو ما يضمن مناولة عادلة لتدفقات المعطيات إلى جميع المقاصد في المطراف الساتلي.

4.4 صنف الخدمة (CoS) وما يرتبط به من المفاهيم

نوعية الخدمة (QoS) هي مفهوم مجرد لمعرفة مدى إمكانية نقل نوع خاص من الحركة إلى مقصده تبعاً لاحتياجات تلك الحركة. ونظراً إلى اختلاف متطلبات أنواع الحركة بصفة عامة فيما يتعلق بنوعية الجودة تُصنف الحركة في فئات متنوعة من أصناف حركة الساتل عريض النطاق متعدد الوسائط BSM (انظر المعيار ETSI TS 102 295) أو من أصناف الخدمة (CoS). ويمكن تسيير صنف معين من الحركة بطرق شتى طالما كان الهدف توفير نوعية الخدمة (QoS) الملائمة لهذا الصنف من الحركة. وأصناف الحركة BSM مستوحاة من أصناف نوعية الخدمة المعرَّفة في التوصية ITU-T Y. 1541، كما هو مبيَّن في الجدول 3.

وفي شبكة الساتل معين التوليد RSM-A تتناول خدمات نقل معطيات المستعمل (UDTS) مختلف أصناف الخدمة مباشرة، وهي عبارة عن خصائص عامة لكيفية انتظام الحركة في صف الانتظار وإرسالها. وتسمى الطريقة المحددة التي ترسل بها رزم الشبكة RSM-A خدمة تسليم الرزم (PDS). والخدمة المختارة PDS لإرسال رزمة ما ترتبط بخدمات UDTS لحركة المعطيات المرتبطة بها ولكن العلاقة ليست مترادفة تماماً. ويبيّن الجدول 3 علاقة تقابل الخدمة بين أصناف حركة الساتل BSM (انظر المعيار ETSI TS 102 295) وخدمات نقل معطيات المستعمل UDTS في الشبكة RSM-A.

الجدول 3

التقابل بين أصناف الحركة في الساتل BSM والخدمات UDTS في الشبكة RSM-A

أصناف الحركة BSM (انظر المعيار ETSI TS 102 295)			**RSM-A**
صنف الحركة	**فئات الخدمة**	**الصنف Y.1541**	**UDTS[1]**
0	أولية الالتقاط، خدمات الطوارئ، الخدمات الأساسية للشبكة	N/A	الكل
1	الوقت الفعلي، حساسية للارتعاش، تفاعلية عالية – خلايا ثابتة الحجم (VoIP)	0	CR
2	الوقت الفعلي، حساسية للارتعاش، تفاعلية – رزم متغيرة الحجم (فيديو في الوقت الفعلي)	1	CRWB
3	معاملة المعطيات، تفاعلية عالية، (تشوير، هندسة الحركة، مفوض PEP)	2	LVLL
4	معاملة المعطيات، مفوض PEP، تفاعلية	3	HPB
5	تطبيقات خسائر منخفضة فقط (معاملات قصيرة، معطيات بكميات كبيرة، إرسال فيديوي مستمر)	4	NPB
6	تطبيقات خسائر متوسطة فقط، زمن النقل أطول (تطبيقات تقليدية لشبكات IP)	5	NPB
7	غير محدد. يمكن أن يُستعمل في حركة الإرسال/التوزيع المتعدد منخفضة الأولوية أو شبكات التخزين (طبقة عليا موثوق بها)	N/A	NPB

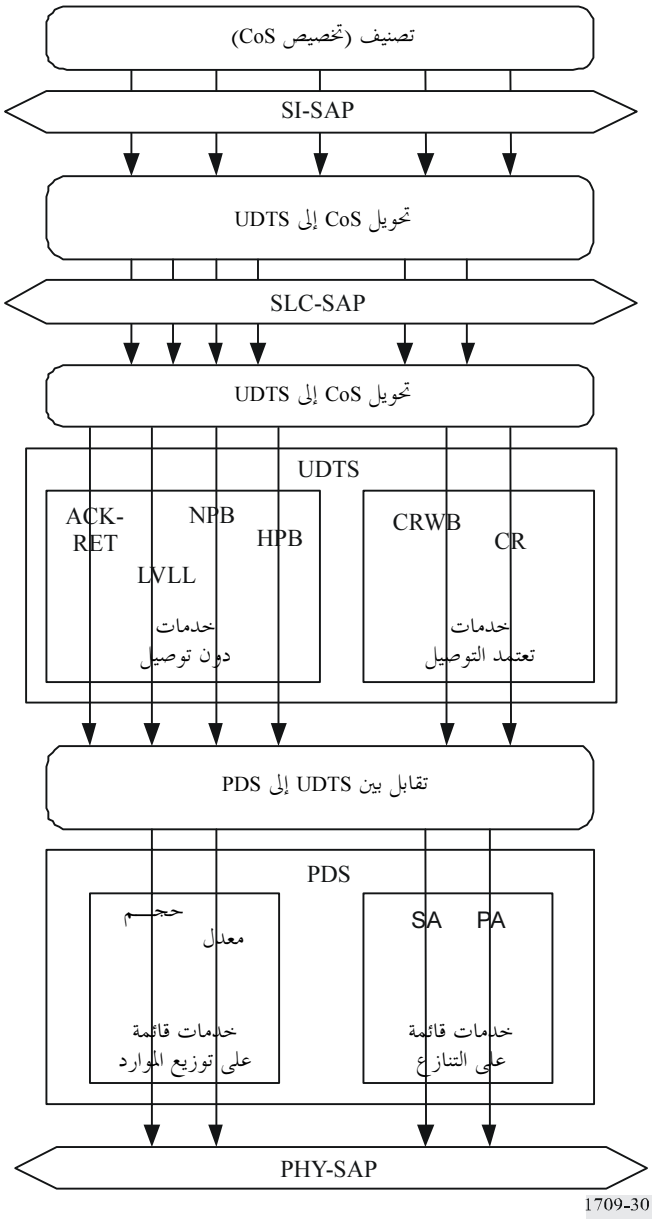
[1] تعرّف الخدمات UDTS في الشبكة RSM-A في الجزء 2 من مواصفات طبقة SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3).

ملاحظة – صنفا الحركة BSM "0" و"7" غير مقتبسين من الأصناف الواردة في التوصية ITU-T Y.1541.

يرد توضيح ترابط هذه المفاهيم في الشكل 30 بالنسبة إلى أسلوب عرض النطاق حسب الطلب BoD. وترد المجموعة الكاملة للقواعد التي تحكم التقابل بين الخدمات UDTS والخدمات PDS في الجزء 2 من مواصفة طبقة التحكم SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189- 1~3).

الشكل 30

العلاقات بين أصناف الخدمة والخدمات UDTS والخدمات PDS



5.4 إدارة عرض النطاق وتوزيع الموارد وإدارة صفوف الانتظار

تتناول وظيفة إدارة عرض النطاق رزماً من الطبقة الفرعية SLC وتتعرف على فرصة إرسال الرزمة (PTO) الملائمة لإرسالها.

وتعتمد إدارة عرض النطاق على أساس صفوف الانتظار. وتوضع كل الرزم الخارجة في مختلف صفوف الانتظار العديدة تبعاً للوجهة المقصودة وتبعاً للخدمة UDTS المرتبطة بها. ولكل من صفوف الانتظار خدمة PDS مخصصة له. وتبعاً لحالة صف انتظار كل خدمة من الخدمات PDS تنفذ طبقة التحكم SMAC البروتوكول الملائم للحصول على الموارد الراديوية في شكل فرصة PTO لنقل محتويات صف الانتظار. وعندما تتاح فرص إرسال الرزم PTO تستعمل طبقة التحكم SMAC خوارزمية محددة للتعرف على صف الانتظار الذي ينبغي خدمته في كل فرصة متاحة من فرص PTO.

1.5.4 الجلسات القائمة على المعدل

تُجمع الجلسات القائمة على المعدل في إحدى قناتين من قنوات المعطيات في الوصلة الصاعدة المشتركة تبعاً لأولوياتها. وينظم المطراف الساتلي صفوف الانتظار على أساس كل توصيلة على حدة بحسب المعلومات التي ترتبط بالمعدل والتحكم في التدفق. وتدرج كل توصيلة جرى التفاوض بشأنها مع مركز التشغيل والتحكم في الشبكة NOCC في واحد من صفوف الانتظار.

2.5.4 الجلسات القائمة على الحجم

يجري تعدد إرسال الجلسات القائمة على الحجم في واحدة من القنوات الأربع UDC المشتركة تبعاً لمنطقة المقصد، التي تشملها خدمة الوصلة الهابطة، وتبعاً للأولوية. وينظم المطراف الساتلي صفوف الانتظار لإرسالات الحجم تبعاً للأولويات ومنطقة المقصد. وتدرج الرزم في صف الانتظار المناسب عندما ترسل من طبقة التحكم SLC إلى طبقة التحكم SMAC.

3.5.4 النفاذ في أسلوب التنازع

يمكن استعمال قنوات التنازع لنقل المعطيات وتشوير التحكم، أي طلبات التماس الموارد. وهذه القنوات مُشكَّلة بصورة ساكنة في جزء منها وديناميةٍ في جزئها الآخر، كما توضح ذلك الشبكة. وتدير طبقة التحكم SMAC النفاذ إلى هذه الموارد طبقاً للقواعد الواردة في الجزء 2 من مواصفة طبقة التحكم SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3).

4.5.4 بروتوكول Aloha المستمر

هو عبارة عن تغيير في بروتوكول Aloha القياسي ذي الفتحات الذي يمكن بواسطته لمطراف واحد انتزاع فاصل في رتل أو في مجموعة من الأرتال باستعمال بروتوكول Aloha ومواصلة استعماله مرة في كل رتل (مجموعة من الأرتال) إلى أن يُخلى الفاصل وذلك بعدم الإرسال فيه. ويستعمل هذا البروتوكول في مجال الحركة الدورية/شبه الدورية ذات الكمون المنخفض والحجم المنخفض، مثل رزم الإشعار بالاستلام في بروتوكول التحكم في الإرسال TCP. وتشبه الحيازة الأولية للفاصل طريقة بروتوكول Aloha ذي الفتحات/التنازع – وترد تفاصيل عن هذا الأمر في الجزء 2 من مواصفة طبقة التحكم SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3).

5 وحدة النفاذ المأمون – وصف وظيفي

وحدة النفاذ المأمون (SAM) هي المكون الرئيسي لأمن المطراف الساتلي. وهي من الناحية المادية رقاقة مأمونة مدفونة داخل المطراف. وتحتوي الوحدة SAM على مواد مفتاح سري وتتحقق من هوية كل رزمة في شبكة الساتل معيد التوليد RSM-A يرسلها المطراف وذلك بتوليد مجال للتحكم في النفاذ يمكن التحقق منه بواسطة مكونات أخرى للنظام مرخص لها. ولا توقِّع الوحدة SAM إلا على الطلبات التي تكون صحيحة بموجب السياسات المنصوص عليها بالنسبة إلى هذا المطراف الساتلي بالذات. ويقوم، من ناحية الاستقبال، بالتحقق مما إذا كانت رسائل الإدارة رسائل ذات حجية صادرة عن مركز التشغيل والتحكم في الشبكة NOCC أم لا. للاطلاع على وصف كامل لهذا السطح البيني يمكن الرجوع إلى الجزء 3 من مواصفات طبقة التحكم SMAC/SLC (انظر المعيار ETSI TS 102 189-1~3).

مجالات مسؤولية وحدة النفاذ المأمون SAM تجاه نظام شبكة الساتل معيد التوليد RSM-A هي:

- الاستيقان؛
- حماية الترخيص؛
- التسجيل؛
- تدقيق الاستعمال.

الشكل 31

تفاعلات وظيفة الأمن ما بين وحدة النفاذ المأمون SAM والمطراف الساتلي (ST)