الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.9963

التعديل 1
(2021/04)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

شبكات النفاذ – شبكات المباني

المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات دخل متعدد/خرج متعدد

التعديل 1

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199-G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299-G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399-G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449-G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499-G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699-G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799-G.700
الشبكات الرقمية	G.899-G.800
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999-G.900
نوعية الخدمة وأداء الإرسال – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999-G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999-G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999-G.7000
جوانب الرزم عبر طبقة النقل	G.8999-G.8000
نفاذ الشبكات	G.9999-G.9000
شبكات النفاذ بالكبلات المعدنية	G.9799-G.9700
أنظمة الخطوط البصرية للشبكات المحلية وشبكات النفاذ	G.9899-G.9800
الشبكات داخل المنشآت	**G.9999-G.9900**

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصية ITU-T G.9963

المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات دخل متعدد/خرج متعدد

التعديل 1

ملخص

تنتمي التوصية ITU-T G.9963 إلى سلسلة التوصيات ITU-T G.996x. وتحدد التوصية ITU-T G.9963 مواصفات تتعلق بالإضافات والتعديلات اللازمة في التوصيتين ITU-T G.9960 وITU-T G.9961 فيما يتعلق بالمرسلات المستقبلات في الشبكات المنزلية السلكية في حالة دخل متعدد/خرج متعدد (MIMO) والقادرة على العمل عبر الكبلات السلكية في مقر المستعمل. والمرسلات المستقبلات ذات الدخل المتعدد/الخرج المتعدد قادرة على الإرسال والاستقبال على ثلاثة موصلات كهربائية (طوري وحيادي وأرضي). وتحدد هذه التوصية أيضاً مواصفات بشأن وسائل التشغيل البيني للمرسلات–المستقبلات التي تمتثل للتوصيات ITU-T G.9960 وITU-T G.9961 وITU-T G.9963 في حالة الاستعمال على الكبلات نفسها.

ويوائم التعديل 1 هذه التوصية مع التوصيات ITU-T G.9960 وITU-T G.9961 وITU-T G.9962.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات	معرف الهوية الفريد*
1.0	ITU-T G.9963	2011-12-16	15	11.1002/1000/11404
1.1	ITU-T G.9963 (2011) Amd.1	2014-01-13	15	11.1002/1000/12083
1.2	ITU-T G.9963 (2011) Cor.1	2014-04-04	15	11.1002/1000/12082
2.0	ITU-T G.9963	2015-07-03	15	11.1002/1000/12402
2.1	ITU-T G.9963 (2015) Cor. 1	2016-04-13	15	11.1002/1000/12819
2.2	ITU-T G.9963 (2015) Amd. 1	2016-07-22	15	11.1002/1000/12820
3.0	ITU-T G.9963	2018-11-29	15	11.1002/1000/13778
3.1	ITU-T G.9963 (2018) Amd. 1	2021-04-24	15	11.1002/1000/14533

مصطلحات أساسية

المعمارية، طبقة وصلة البيانات (DLL)، السطح البيني G.hn، دخل متعدد/خرج متعدد (MIMO)، خط هاتفي، الطبقة المادية (PHY)، خط كهرباء.

* للنفاذ إلى توصية، ترجى كتابة العنوان http://handle.itu.int/ في حقل العنوان في متصفح الويب لديكم، متبوعاً بمعرف التوصية الفريد. ومثال ذلك، http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA) التي تجتمع مرة كل أربع سنوات المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تُعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظة

تستعمل كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستعمل فعل "يلزم" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "يجب" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، كان الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، يحذِّر المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بأن ذلك قد لا يمثل أحدث المعلومات، ولذلك يُحَّث المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية على الاطلاع على قواعد البيانات المناسبة لدى قطاع تقييس الاتصالات المتاحة في الموقع الإلكتروني للقطاع: http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2023

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جدول المحتويات

الصفحة

التعديل 1 i
1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 2
1.3 مصطلحات معرَّفة في مصادر أخرى 2
2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية 2
4 الاختصارات والأسماء المختصرة 3
5 معمارية الشبكة المنزلية والنماذج المرجعية 4
6 ملفات التعريف 4
7 توصيف الطبقة المادية 4
1.7 التوصيف المستقل عن الواسطة 4
2.7 التوصيف المعتمد على الواسطة 50
8 توصيف طبقة وصلة بيانات المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) 51
1.8 النموذج الوظيفي وأنساق الإطار 51
2.8 النفاذ إلى الواسطة المضبوط بخطة النفاذ إلى الوسائط (MAP) 51
3.8 فرص الإرسال (TXOP) والمهل الزمنية (TS) 51
4.8 معلمات التحكم من أجل APC وLLC وMAC 51
5.8 وظائف عقدة النقطة الطرفية 51
6.8 القدرات الوظيفية لعقدة ضابط الميدان 51
7.8 مخطط العنونة 52
8.8 إطار خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP) 52
9.8 بروتوكول إعادة الإرسال والإشعار بالاستلام 54
10.8 نسق رسالة الإدارة والتحكم 54
11.8 بروتوكول تقدير القناة 55
12.8 إدارة التوصيل 82
13.8 الإغراق بالرسائل 82
14.8 التشغيل بوجود الميادين المجاورة – تنسيق الميادين الموزعة (NDIM) 82
15.8 التعايش مع شبكات خطوط القدرة الكهربائية المغايرة 82
16.8 بروتوكول الإسناد للإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في الطبقة المادية (PHY) 82

الصفحة

17.8 انسياب إرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في طبقة وصلة البيانات (DLL) 82
18.8 قابلية التشغيل البيني ما بين خطط النطاقات 82
19.8 تبادل معلومات وقدرات العقدة 83
20.8 تحصيل المقاييس 83
21.8 التشغيل بأساليب توفير القدرة 83
22.8 بروتوكول تشكيل وإدارة الطبقة 2 (LCMP) 83
23.8 الإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) 83
24.8 ضغط طول التنفيذ في مجالات رسائل الإدارة 85
25.8 ضغط الحمولة النافعة في رسائل الإدارة 85
26.8 مجموعة النمط–الطول–القيمة (TLV) 85
9 الأمن 85
الملحق A – المتطلبات الإقليمية لأمريكا الشمالية 86
الملحق B 86
الملحق C – المتطلبات الإقليمية لليابان 86
الملحق D – النطاقات الدولية لراديو الهواة 86
الملحق E – تأثير التوصية ITU-T G.9960 على خدمة الخط الرقمي فائق السرعة للمشترك 2 (VDSL2) 87
الملحق F 87
الملحق G – متجهات الاختبار 87
الملحق H – الطبقة الفرعية لتقارب بروتوكولات التطبيق 87
الملحق I – قابلية التشغيل البيني بين إرسالات ملف التعريف 1 وملف التعريف 2 لنطاق الترددات التشغيلي (OFB)..... 88
الملحق J – التحكم في النفاذ إلى الشبكة القائم على منفذ IEEE 802.1X 88
الملحق K بالملحق W 88
الملحق X – متجهات الاختبار 88

التوصية ITU-T G.9963

المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات دخل متعدد/خرج متعدد

التعديل 1

ملاحظة صياغية: هذا منشور لنص كامل. والتعديلات التي أُدخلت في إطار هذا التعديل مبينة بعلامات المراجعة بالنسبة إلى التوصية ITU-T G.9963 (2018) وتعديلها رقم 1.

1 مجال التطبيق

تصف هذه التوصية التعديلات المدخلة على التوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU T G.9961] اللازمة لتعريف المرسلات المستقبلات في الشبكات المنزلية ذات الدخل المتعدد/الخرج المتعدد (MIMO) كي يتسنى تشغيلها عبر الكبلات الكهربائية أو الهاتفية. وبعبارة أدق، تتضمن هذه التوصية ما يلي:

- النماذج الوظيفية للطبقة المادية للمرسلات–المستقبلات ذات الدخل المتعدد/الخرج المتعدد (MIMO)؛
- الأوصاف التفصيلية للتعديلات (التغييرات والإضافات) اللازمة في قسمي PHY وDLL بالنسبة إلى التوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961]؛
- الوسائل التي تلتزم بها المرسلات المستقبلات بالتوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961] وهذه التوصية [ITU T G.9963] عند تشغيلها على نفس الأسلاك؛
- الوسائل التي لا تؤدي بها الإرسالات الصادرة عن مرسلات مستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] إلى تردي أداء المرسلات المستقبلات الملتزمة بالتوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961] عند تشغيلها على نفس الأسلاك.

ويجب أن يكون المرسل المستقبل [ITU-T G.9963] ملتزماً تماماً بالتوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961].

ملاحظة – في تلك المناطق، أو في منشآت معينة، حيث يُستعمل موصلان فقط لمقابس خطوط الإمداد بالطاقة الكهربائية في حالة خط الكهرباء أو يُستعمل زوج واحد من الأسلاك في حالة كبل هاتفي، سيتصرف المودم المزوَّد بمرسل مستقبل ذي دخل متعدد/خرج المتعدد (MIMO) كمرسل مستقبل التوصية [ITU-T G.9960].

ويوائم التعديل 1 هذه التوصية مع التوصيات [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961] و[ITU T G.9962].

2 المراجع

تضم توصيات قطاع تقييس الاتصالات المذكورة أدناه وغيرهما من المراجع أحكاماً تؤلف، من خلال الإشارات الواردة إليها في هذا النص، أحكاماً لهذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع للمراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. ولا تضفي الإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية على تلك الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.9960] التوصية ITU-T G.9960 (2019)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات معمارية النظام والطبقة المادية*.

[ITU-T G.9961] التوصية ITU-T G.9961 (2019)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية — مواصفات الإدارة*.

[ITU-T G.9962] التوصية ITU-T G.9962 (2018)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة.*

[ITU-T G.9964] التوصية ITU-T G.9964 (2011)، *المرسلات المستقبلات السلكية الموحدة عالية السرعة في الشبكات المنزلية – مواصفات الكثافة الطيفية للقدرة.*

[ITU-T G.9991] التوصية ITU-T G.9991 (2019)، *المرسلات المستقبلات للاتصالات عالية السرعة بالضوء المرئي داخل المباني – مواصفات صيف معمارية النظام والطبقة المادية وطبقة وصلة البيانات.*

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرَّفة في مصادر أخرى

تطبَّق التعاريف الواردة في التوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961] ما لم يشِر النص إلى خلاف ذلك.

2.3 مصطلحات معرَّفة في هذه التوصية

تعرِّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 موصل أرضي (ground conductor) (G): موصل في دارة فرعية كهربائية لا يحمل التيار الكهربائي خلال التشغيل العادي. وهو يقدم مسير عودة منخفض المعاوقة لتيار القِصَر الأرضي إلى لوحة مدخل الخدمة لأغراض حماية الموظفين والمعدات وضمان فصل قاطع الدارة. وفي لوحة مدخل الخدمة، يوصل هذا الموصل بقطب تأريض (أرضي). وفي لوائح بعض الأقاليم، يشار إلى ذلك عادة بموصل تأريض المعدات (EGC).

الملاحظة 1 – لا توصل بعض الأجهزة الكهربائية بموصل أرضي.

الملاحظة 2 – يشيع ربط الموصلات الحيادية والأرضية معاً في لوحة مدخل الخدمة وليس في أي مكان آخر بربطها معاً بقطب التأريض.

2.2.3 قناة دخل متعدد/خرج متعدد (MIMO channel) (MIMO): قناة لها منافذ دخل متعددة (منافذ المرسِل، Tx) ومنافذ خرج متعددة (منافذ المستقبِل، Rx). أما قناة "2 X 2" MIMO فلها منفذان للمرسِل (Tx) ومنفذان للمستقبِل (Rx).

3.2.3 إرسال بدخل متعدد/خرج متعدد (MIMO transmission) (MIMO): إرسال يحوَّل فيه انسياب مكاني أو انسيابين مكانيين إلى انسيابين للإرسال.

4.2.3 موصل حيادي (neutral conductor) (N): موصل في دارة فرعية كهربائية يعمل كموصل مرجعي ومسير عودة للتيار المورَّد من موصل (موصلات) الطور للدارة. وفي لوحة مدخل الخدمة، يجوز ربط هذا الموصل بقطب تأريض (أرضي). وفي هذه الحالات، تشير اللوائح إليه في بعض المناطق على أنه "موصل مؤرَّض".

ملاحظة – لا تتضمن جميع الدارات الفرعية موصلاً حيادياً. وينبغي عدم الخلط بين مصطلح "موصل مؤرض" ومصطلح "موصل الأرض" أو EGC.

5.2.3 موصل طور (phase conductor) (P): موصل في دائرة كهربائية فرعية يتزود بالطاقة بجهد التيار الكهربائي بالنسبة إلى الموصل المرجعي للدائرة. وفي لوائح بعض المناطق، يُشار إليه عادةً باسم "موصل الخط".

6.2.3 انسياب مكاني (spatial stream): انسياب بيانات يمكن رسم خارطة ارتباطاته للإرسال عبر منفذ واحد أو أكثر.

7.2.3 انسياب الإرسال (transmit stream): انسياب رموز يستحدثه راسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx). ويخصَص كل انسياب إرسال للإرسال عبر مَنفذ إرسال محدد.

8.2.3 مَنفذ المرسِل (Tx) (أو المستقبِل (Rx)) (Tx (or Rx) port): في الخط الكهربائي، توصيل مادي إلى واسطة خط الكهرباء باستعمال توليفة من الموصلات الثلاثة المتاحة (موصل الطور (P) والموصل الحيادي (N) والموصل الأرضي (G)) لإرسال الإشارات واستقبالها. والمثال على مَنفذ هو زوج من الموصلات، مثل P-N أو N-G أو P-G. وفي كبل هاتف، هو توصيل مادي بزوج من الموصلات. ويُسمى المنفذ المستعمَل للإرسال "منفذ Tx". ويُسمى المنفذ المستعمل للاستقبال "منفذ Rx".

9.2.3 راسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx) (Tx port mapper): وظيفة ترسم خارطة ارتباطات أزواج من نقاط الكوكبة المخصصة لانسيابين مكانيين على نفس الموجة الحاملة الفرعية، مع زوج معدل من الإشارات الموصولة (بعد تشكيل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) أي تحويل فوريه المنفصل المعكوس (IDFT)) بمنافذ المرسل.

4 الاختصارات والأسماء المختصرة

تستعمل هذه التوصية الاختصارات والأسماء المختصرة التالية:

ACE تقدير القناة الإضافية (*Additional Channel Estimation*)

APC تقارب بروتوكولات التطبيق (*Application Protocol Convergence*)

BAT جدول توزيع البتات (*Bit Allocation Table*)

BMAT جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومنفذ المرسِل (*Bit and Tx port Mapping Allocation Table*)

DLL طبقة وصلة البيانات (*Data Link Layer*)

DOD معرف الميدان (*Domain identifier*)

DSL الخط الرقمي للمشترك (*Digital Subscriber Line*)

EGC موصل تأريض المعدات (*Equipment Grounding Conductor*)

FEC تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (*Forward Error Correction*)

IDFT تحويل فوريه المنفصل المعكوس (*Inverse Discrete Fourier Transform*)

IDPS إشارة الحضور بين الميادين (*Inter-Domain Presence Signal*)

ISC موجة حاملة فرعية غير نشطة (*Inactive Sub-Carrier*)

LFSR سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (*Linear Feedback Shift Register*)

LSB البتة الأقل دلالة (*Least Significant Bit*)

MAC التحكم في النفاذ إلى الوسائط (*Medium Access Control*)

MAP خطة النفاذ إلى الوسائط (*Medium Access Plan*)

MAT جدول توزيع خارطة ارتباطات (*Mapping Allocation Table*)

MDI سطح بيني معتمد على الواسطة (*Medium-Dependent Interface*)

MIMO دخل متعدد/خرج متعدد (*Multiple Input/Multiple Output*)

MPDU وحدة بيانات بروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط (*Media access control Protocol Data Unit*)

MSC الموجة الحاملة الفرعية المقنَّعة (*Masked Sub-Carrier*)

OFB نطاق الترددات التشغيلي (*Operational Frequency Band*)

OFDM تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

PCS الطبقة الفرعية المادية للتشفير (*Physical Coding Sub-layer*)

PG فرز التشفير المسبق (*Precoding Grouping*)

PHY الطبقة المادية (*Physical layer*)

PMA مُرفق الواسطة المادية (*Physical Medium Attachment*)

PMD معتمد على الواسطة المادية (*Physical Medium Dependent*)

PMI سطح بيني مستقل عن الواسطة المادية (*Physical Medium-independent Interface*)

PMSC موجة حاملة فرعية مقنّعة دائماً (*Permanently Masked Sub-Carrier*)

PR استبانة الأولوية (*Priority Resolution*)

PSD الكثافة الطيفية للقدرة (*Power Spectral Density*)

QoS جودة الخدمة (*Quality of Service*)

RMAP خطة النفاذ إلى الوسائط المرحّلة (*Relayed Medium Access Plan*)

RMSC موجة حاملة فرعية مقنّعة إقليمياً (*Regionally Masked Sub-Carrier*)

SM وسم الموجة الحاملة الفرعية (*Sub-carrier Mark*)

SS انسياب مكاني (*Spatial Stream*)

SSC الموجة الحاملة الفرعية المدعومة (*Supported Sub-Carrier*)

TPM رسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (*Tx Port Mapping*)

TS مهلة زمنية (*Time Slot*)

TXOP فرصة إرسال (*Transmission Opportunity*)

5 معمارية الشبكة المنزلية والنماذج المرجعية

انظر الفقرة 5 من التوصية [ITU-T G.9960].

6 ملفات التعريف

انظر الفقرة 6 من التوصية [ITU-T G.9960].

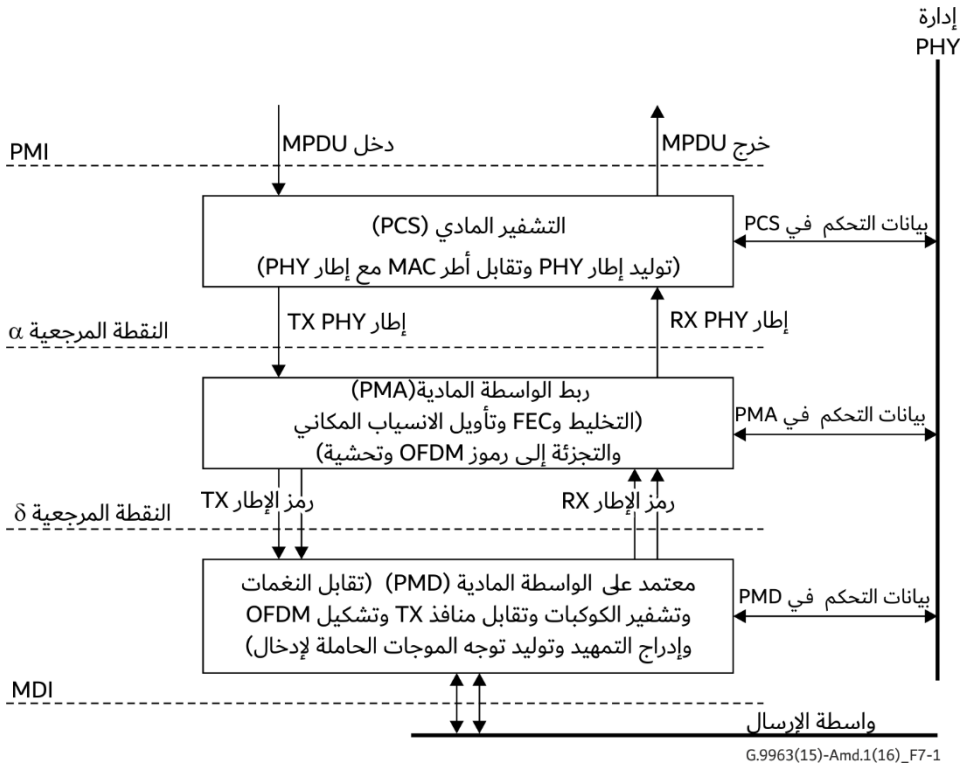
7 توصيف الطبقة المادية

1.7 التوصيف المستقل عن الواسطة

1.1.7 النموذج الوظيفي للطبقة المادية (PHY)

كما جاء في الفقرة 1، يجب أن يكون المرسل المستقبل ملتزماً بالتوصية [ITU-T G.9963] (أي المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)) ملتزماً تماماً بالتوصيتين [ITU-T G.9960] و[ITU-T G.9961]. وعلى هذا النحو، يمكن تشغيل المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج استناداً إلى النماذج الوظيفية الموصوفة في الفقرة 1.1.7 (نموذج العام للطبقة المادية) والفقرة 2.1.7 (PCS) والفقرة 3.1.7 (PMA) والفقرة 4.1.7 (PMD) من التوصية [ITU-T G.9960]. ويمكن استعمال مثل هذه التشغيلات التي ينتج عنها إرسال [ITU T G.9960] في بعض حالات الإرسال، كما هو مبين في الفقرة 1.2.1.7.

ويرد في الشكل 7-1 النموذج الوظيفي للطبقة PHY لمرسل–مستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) في حالات إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج. والسطح البيني المستقل عن الواسطة المادية (PMI) والسطح البيني المعتمد على الواسطة (MDI) هما على التوالي نقطتان مرجعيتان لتعيين الحدود بين PHY والتحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) وبين PHY وواسطة الإرسال. وتبين النقطتان المرجعيتان الداخليتان δ وα الفصل بين المعتمد على الواسطة المادية (PMD) ومُرفق الواسطة المادية (PMA) وبين الطبقة الفرعية المادية للتشفير (PCS) وPMA، على التوالي.



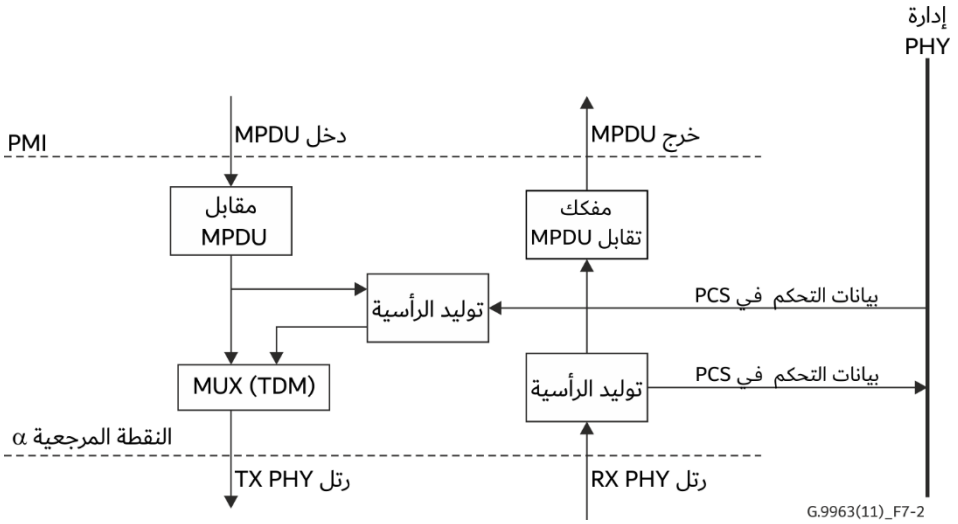
الشكل 7-1 – النموذج الوظيفي للطبقة المادية (PHY)

وفي اتجاه الإرسال، تدخل البيانات الطبقة المادية (PHY) من MAC عن طريق PMI بواسطة كتل من البايتات تعرف باسم وحدات بيانات بروتوكول MAC (MPDU). وتتقابل وحدة MPDU الواردة مع إطار PHY الناشئ في PCS ويُخلّط إطار الطبقة المادية ويُشفّر ويؤوَّل إلى انسيابات مكانية (SS) تقسَّم بعدئذ إلى أطر رمز تشكيل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) في PMA. وتُرسم خارطة ارتباطات أطر رمز كل من إلى الانسيابات المكانية مع الموجات الحاملة الفرعية لتشكيل OFDM، وتُشكّل وتُرسم خارطة ارتباطاتها مع منافذ المرسِل في PMD وترسل عبر الواسطة باستعمال تشكيل OFDM مع المعلمات ذات الصلة. وفي PMD، يضاف تمهيد وتضاف رموز تقدير القنوات (CES) للمساعدة في المزامنة وتقدير القناة في المستقبل.

وفي اتجاه الاستقبال، يُفك تشكيل الأطر الداخلة من الواسطة عن طريق MDI ويُفك تشفيره (ينفَّذ الاستقبال أيضاً عبر منافذ المستقبِل المتعددة). ويعاد تسيير وحدات MPDU المستعادة إلى MAC عن طريق PMI. وتعالَج رأسية إطار الطبقة المادية (PFH) المستعادة في PHY لاستخلاص معلمات الإطار ذات الصلة المحددة في الفقرة 3.2.1.7.

2.1.7 الطبقة الفرعية المادية للتشفير (PCS)

يرد النموذج الوظيفي للطبقة الفرعية PCS في الشكل 7-2. والهدف منه هو وصف الكتلة الوظيفية للطبقة الفرعية PCS الواردة في الشكل 7-1 بمزيد من التفصيل.



الشكل 7-2 – النموذج الوظيفي للطبقة PCS

وفي اتجاه الإرسال، تتقابل MPDU الواردة مع أحد مجالات الحمولة النافعة لإطار PHY (الفقرة 1.2.1.7) على النحو الوارد في الفقرة 2.2.1.7. ثم تضاف رأسية إطار PHY (الفقرة 3.2.1.7) لتكوين إطار TX PHY. ويمرر إطار TX PHY عن طريق النقطة المرجعية α لمواصلة معالجته في PMA.

وفي اتجاه الاستقبال، تعالج الحمولة النافعة والرأسية لإطار PHY الذي تم فك تشفيره وتستعاد وحدات MPDU المرسلة أصلاً من الحمولة النافعة لإطار PHY الوارد وتقدم إلى PMI. وتعالج معلومات التحكم ذات الصلة المنقولة في رأسية إطار PHY وتقدم إلى كيان إدارة PHY.

1.2.1.7 إطار الطبقة المادية (PHY)

كما جاء في الفقرة 1.1.7، يجب أن يكون المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)) قادراً على الإرسال باستعمال مخططي الإرسال التاليين:

- إرسال [ITU-T G.9960] قائم على المعرَّف في التوصية [ITU-T G.9960] من النماذج المرجعية ونسق إطار الطبقة المادية (PHY).
- إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) قائم على المعرَّف في التوصية [ITU T G.9963] من النماذج المرجعية ونسق إطار الطبقة المادية (PHY).

ويرد نسق إطار الطبقة المادية (PHY) للإرسال [ITU-T G.9960] في الفقرة 1.2.17 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويرد في هذا القسم نسق إطار الطبقة المادية لإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO).

ويوصِّف الجدول 7-1 قاعدة الإرسال (نسق إطار الطبقة المادية (PHY)) التي يتعين أن تستعملها عقدة [ITU T G.9963] عندما ترسِل إلى عقدة [ITU-T G.9960/G.9961] أو إلى عقدة [ITU T G.9963] أو إلى كلتيهما.

الجدول 7-1 – قاعدة الإرسال (نسق إطار الطبقة المادية (PHY)) لعقدة ITU-T G.9963 حسب نمط المستقبِل المقصود

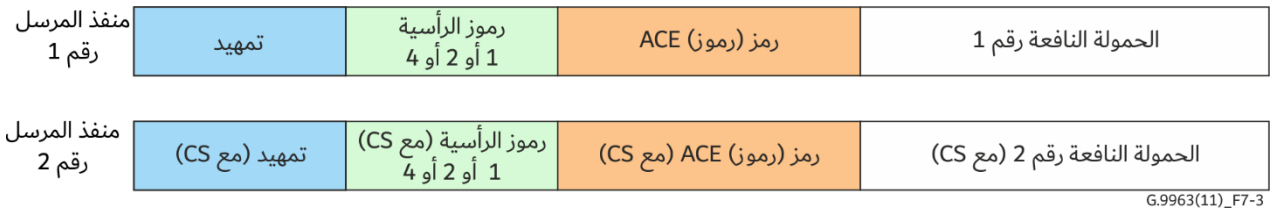
	أجهزة المصدر	أجهزة المقصد	عدد الانسيابات المكانية للحمولة النافعة	MIMO_IND	تفاصيل الإرسال	مخطط الإرسال
1	ITU-T G.9963	ITU-T G.9963	غير مطبَّق	غير مطبَّق	أُطر بدون حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] (مثل RTS وCTS وACK وACKRQ).	إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
2	ITU-T G.9963	ITU-T G.9960	غير مطبَّق	غير مطبَّق	أُطر بدون حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G. 9960]	إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
3	ITU-T G.9963	ITU-T G.9963 وITU-T G.9960	غير مطبَّق	غير مطبَّق	أُطر بدون حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] والتوصية [ITU T G.9960] (لا يوجد هذا النمط من الأُطر).	غير مطبَّق
4a	ITU-T G.9963	ITU-T G.9963	2	1	أُطر ذات حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] (مثل MSG وBMSG وBACK وPROBE).	إرسال MIMO
4b			1	0		إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
5	ITU-T G.9963	ITU-T G.9960	1	0	أُطر ذات حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G.9960].	إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
6	ITU-T G.9963	ITU-T G.9963 وITU-T G.9960	1	0	أُطر ذات حمولة نافعة مُعَدَّة لمستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] والتوصية [ITU T G.9960] (مثل الإذاعة، MAP).	إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
7	ITU-T G.9963	ITU-T G.9963 وITU-T G.9960	غير مطبَّق	غير مطبَّق	إشارات (مثل INUSE، PR، NACK، IDPS).	إرسال MIMO أو إرسال [ITU-T G.9960] (ملاحظة).
ملاحظة – القرار المتعلق بالمخطط الذي يتعين أن يستعمله جهاز المصدر في وقت التسجيل، لن يتغير طالما ظل الجهاز مسجلاً، بغض النظر عن نمط جهاز المقصد الذي يتواصل معه.						

ويرد نسق إطار الطبقة المادية (PHY) لإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) في الشكل 7-3. ويشمل إطار الطبقة المادية عند النقطة المرجعية α رأسية وحمولة نافعة. ويُضاف التمهيد ورموز تقدير القنوات الإضافية (ACE) إلى إطار الطبقة المادية في معتمد على الواسطة المادية (PMD). ولا يحمل التمهيد ولا رموز تقدير القنوات الإضافية أي بيانات مستعمل أو بيانات إدارة، وإنما الهدف منهما هو التزامن وتقدير القناة. وينبغي أن يلتزم الإرسال في السطح البيني المعتمد على الواسطة (MDI) بما يلي (على النحو الموصوف بالتفصيل في الفقرة 4.1.7):

- يُرسَل التمهيد/الرأسية/ رمز (رموز) ACE/الحمولة النافعة في آن معاً على كلا منفذي المرسِل.

- يكون التمهيد ورمز (رموز) الرأسية المزمع إرسالهما على المنفذ الثاني للمرسِل (Tx) نسخاً من التمهيد ورمز الرأسية المزمع إرسالهما على المنفذ الأول للمرسِل.
- يمكن استحداث الحمولة النافعة إما كانسيابين مكانيين (يشار إليهما بإسناد قيمة واحد إلى المجال MIMO_IND في رأسية إطار الطبقة المادية (PFH)) أو كانسياب مكاني واحد (يشار إليه بإسناد قيمة صفر إلى المجال MIMO_IND في PFH).
- رموز:
  - في الحالة التي يُستحدث فيها الإرسال كانسيابين مكانيين (أي الحالة "4a" في الجدول 7-1):
    - تكون رموز تقدير القناة الإضافية (ACE) ذات الأرقام الفردية (بدءاً من رمز ACE الأول ذي الرقم الفردي) المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل (Tx) الثاني نسخة معكوسة من نفس رموز ACE المرقمة المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل الأول.
    - تكون رموز تقدير القناة الإضافية (ACE) ذات الأرقام الزوجية المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل (Tx) الثاني مطابقة لنفس رموز ACE المرقمة المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل الأول.

  وفي هذه الحالة، يكون رمز واحد لتقدير القناة الإضافية (ACE) إلزامياً، أما رموز ACE الإضافية فهي اختيارية.
  - في جميع الحالات الأخرى، حيث يتضمن الإرسال الحمولة النافعة المستحدَثة كانسياب مكاني واحد (أي الحالات "4b" و"5" و"6" في الجدول 7-1)، تكون رموز تقدير القناة الإضافية (ACE) المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل (Tx) الثاني مطابقة لنفس رموز ACE المرقمة المعَدَّة للإرسال على منفذ المرسِل الأول. وكل رموز ACE اختيارية في هذه الحالات.
- يجرى الإرسال على منفذ المرسِل (Tx) الثاني بانزياح دوري فيما يتعلق بالإرسال على منفذ المرسِل الأول.



الشكل 7-3 – نسق إطار الطبقة المادية (PHY) في إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)

تتضمن كل رأسية وحمولة نافعة لإطار الطبقة المادية (PHY) عدداً صحيحاً من رموز تشكيل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM).

وتتلاءم رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) دائماً مع عدد صحيح من رموز تشكيل OFDM وترسل باستعمال مجموعة وحيدة معرَّفة سلفاً من معلمات التشكيل والتشفير (انظر الفقرة 4.3.1.7).

ويعتمد وجود رموز تقدير القناة الإضافية (ACE) على نمط الإطار (انظر الفقرة 17.2.2.3.2.1.7 مثلاً).

ويمكن أن يختلف طول الحمولة النافعة من إطار إلى إطار؛ ويمكن أن يكون طول الحمولة النافعة صفراً. وبالنسبة للحمولة النافعة، يمكن استعمال معلمات تشفير مختلفة وتحميل بتات مختلف في أُطر مختلفة، تبعاً لخصائص القناة/الضوضاء ومتطلبات جودة الخدمة.

وفي جميع الحالات المبينة في الجدول 7-1 حيث يمكن لعقدة ما اختيار إما إرسال [ITU-T G.9960] أو إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، تختار العقدة قاعدة إرسال واحدة في وقت التسجيل ويجب ألا تغير هذا القرار طالما ظلت مسجلة. فعلى سبيل المثال، إذا قررت إحدى العقد استعمال قاعدة إرسال [ITU T G.9960]، عليها أن تستعمل قاعدة إرسال [ITU-T G.9960] في الحالات 1 و2 و4b و5 و6 و7. ويجوز لأي عقدة أن تختار قاعدة إرسال مختلفة إذا استقالت من ميدان ما وسجلت مجدداً في الميدان.

ملاحظة – بما أن قاعدة الإرسال لعقدة معينة في انسياب مكاني وحيد لا تتغير من إطار إلى إطار، تكون القنوات المتصورة لدى عقد أخرى في الميدان متسقة من إطار إلى إطار.

ويرد ملخص لأنواع أطر الطبقة المادية (PHY) المستعملة في هذه التوصية في الجدول 7-1 من التوصية [ITU T G.9960].

2.2.1.7 رسم خارطة ارتباطات وحدة بيانات بروتوكول التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MPDU)

انظر الفقرة 2.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.2.1.7 رأسية إطار الطبقة المادية (PHY)

انظر الفقرة 3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

1.3.2.1.7 مجالات الأجزاء المشتركة

انظر الفقرة 1.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.3.2.1.7 مجالات الأجزاء المتغيرة

انظر الفقرة 2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

1.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) لخطة النفاذ إلى الوسائط (MAP) وخطة النفاذ إلى الوسائط المرحّلة (RMAP)

انظر الفقرة 1.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة (MSG)

يبين الجدول 7-2 مجالات رأسية إطار الطبقة المادية الخاصة بنمط إطار الرسالة (MSG).

الجدول 7-2 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة (MSG)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
MSG_DUR	0 و1	[15:0]	مدة إطار MSG	الفقرة 1.2.2.3.2.1.7
BLKSZ	2	[1:0]	مقاس كتلة كلمة شفرة FEC للحمولة النافعة لإطار MSG	الفقرة 2.2.2.3.2.1.7
FEC_RATE		[4:2]	معدل تشفير FEC للحمولة النافعة لإطار MSG	الفقرة 3.2.2.3.2.1.7
REP		[7:5]	عدد التكرارات المستعملة لتشفير الحمولة النافعة لإطار MSG	الفقرة 4.2.2.3.2.1.7
FCF	3	[2:0]	عامل تسلسل FEC	الفقرة 5.2.2.3.2.1.7
SI		[6:3]	ابتداء المخلّط	الفقرة 6.2.2.3.2.1.7
MDET		[7]	ضابط مكتشَف	الفقرة 7.2.2.3.2.1.7
BAT_ID/BMAT_ID	4	[4:0]	معرف جدول توزيع البتات/معرف جدول توزيع خارطة ارتباطات منفذ البتات وTx من أجل MIMO	الفقرة 8.2.2.3.2.1.7
~~BNDPL~~OFB/GRP_ID		[7:5]	معرف ~~BNDPL~~OFB/فرز الموجات الحاملة الفرعية	الفقرة 9.2.2.3.2.1.7
GI_ID	5	[2:0]	معرف الفاصل الزمني الحارس	الفقرة 10.2.2.3.2.1.7
APSD_MAX-M		[7:3]	خارطة ارتباطات APSD_MAX-M لإطار MSG	الفقرة 11.2.2.3.2.1.7
CONNECTION_ID	6	[7:0]	معرف التوصيل	الفقرة 12.2.2.3.2.1.7
RPRQ	7	[1:0]	الرد مطلوب	الفقرة 13.2.2.3.2.1.7
BRSTCnt		[3:2]	تعداد أطر الرشقة	الفقرة 14.2.2.3.2.1.7
BEF		[4]	عَلَم نهاية الرشقة	الفقرة 15.2.2.3.2.1.7

الجدول 7-2 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة (MSG)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
AIFG_IND		[5]	مؤشر AIFG	الفقرة 16.2.2.3.2.1.7
MIMO_IND		[6]	مؤشر MIMO	الفقرة 24.2.2.3.2.1.7
APSD_MAX_M_EXT		[7]	توسعة APSD_MAX-M	الفقرة 26.2.2.3.2.1.7
ACE_SYM	8	[2:0]	عدد رموز ACE	الفقرة 17.2.2.3.2.1.7
CNN_MNGMT		[6:3]	إدارة التوصيل	الفقرة 18.2.2.3.2.1.7
محجوز		[7]	محجوز	محجوز لقطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
BRURQ	9 و10	[15:0]	طلب تحديث حجز عرض النطاق	الفقرة 19.2.2.3.2.1.7 (الملاحظة 2)
START_SSN	9 و10	[15:0]	رقم تتابع قسم البدء	الفقرة 20.2.2.3.2.1.7 (الملاحظة 3)
CURRTS	11	[6:0]	المهلة الزمنية (TS) الحالية	الفقرة 21.2.2.3.2.1.7
BTXRQ		[7]	طلب إرسال ثنائي الاتجاه	الفقرة 22.2.2.3.2.1.7
NUM_MCACK_SLOTS	12	[2:0]	عدد مُهل Mc-ACK	الفقرة 23.2.2.3.2.1.7
ADVISED_WIN_SIZE		[7:3]	عند إنشاء التوصيل، يمكن لهذا المجال أن يحدد مقاس النافذة الموصى به	الفقرة 25.2.2.3.2.1.7 (الملاحظة 4)
محجوز	13	[0]	محجوز	محجوز لاستعمالات التوصية ITU-T G.9991
محجوز		[7:1]	محجوز	محجوز لقطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
محجوز	14~~و13~~	[7~~15~~:0]	محجوز	محجوز لقطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)

الملاحظة 1 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.

الملاحظة 2 – يعرَّف مجال BRURQ عندما لا يكون مجال START_SSN معرفاً (انظر الملاحظة 3).

الملاحظة 3 – لا يعرّف المجال START_SSN إلا في حال CNN_MNGMT = 0001 أو CNN_MNGMT = 0011 أو CNN_MNGMT = 0101 أو CN_MNGMT = 0111. وبخلاف ذلك، فإن معنى هذا المجال هو BRURQ.

الملاحظة 4 – لا يعرّف المجال DVED_WIN_SIZE إلا في حال CN_MNGMT = 0101، وإلا فإن هذه البتات محجوزة لقطاع تقييس الاتصالات يسند المرسِل قيمة الصفر لها ويتجاهلها المستقبِل.

1.2.2.3.2.1.7 مدة إطار MSG (MSG_DUR)

انظر الفقرة 1.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.2.2.3.2.1.7 مقاس الكتلة (BLKSZ)

انظر الفقرة 2.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.2.2.3.2.1.7 معدل تشفير FEC (FEC_RATE)

انظر الفقرة 3.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

4.2.2.3.2.1.7 التكرارات (REP)

انظر الفقرة 4.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.2.2.3.2.1.7 عامل تسلسل FEC (FCF)

انظر الفقرة 5.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.2.2.3.2.1.7 ابتداء المخلّط (SI)

انظر الفقرة 6.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.2.2.3.2.1.7 مؤشر ضابط مكتشَف (MDET)

انظر الفقرة 7.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

8.2.2.3.2.1.7 BAT_ID/BMAT_ID

عندما يفسَّر هذا المجال على أنه BAT_ID (أي عندما يكون MI_IND = 0)، انظر الفقرة 8.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وعندما يفسر هذا المجال على أنه BMAT_ID (أي عندما يكون MI_IND = 1)، يعرَّف المجال BMAT_ID BMAT الذي يتألف من العناصر التالية:

- جدولا توزيع البتات (BAT) للانسيابين المكانيين لإطار الطبقة المادية (PHY) (أي جدول تخصيص البتات للانسياب المكاني 1 وBAT[1] وجدول تخصيص البتات للانسياب المكاني 2، BAT[2]).
- جدول توزيع خارطة ارتباطات (MAT) مَنفذ المرسل لإطار الطبقة المادية (PHY).

يمثَّل معرِّف BMAT_ID كعدد صحيح غير جبري مكون من 5 بتات بقيم صالحة مخصصة على النحو المبين في الجدول 7-3.

الجدول 7-3 – تخصيص BMAT_ID

BMAT_ID	نمط MAT	نمط BAT[1]	نمط BAT[2]	وصف
0	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	BAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	الملاحظة 1	BMAT معرَّف مسبقاً، إرسال منفذ واحد على المنفذ 1 للمرسل
1	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1		
2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 3	الملاحظة 2	
3	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2		
4	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1	الملاحظة 1	BAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	BMAT معرَّف مسبقاً، إرسال منفذ واحد على المنفذ 2 للمرسل
5	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1		MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1	
6	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1	الملاحظة 2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 3	
7	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1		MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	
8	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	BAT معرَّف مسبقاً، نمط 0	BMAT معرَّف مسبقاً، MIMO، رسم خارطة ارتباطات مباشرة (*TPM* #0)
9	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 3	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 1	
10	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 3	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 3	
11	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	MAT معرَّف مسبقاً، نمط 2	
12 إلى 15	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات لجداول MAT معرَّفة مسبقاً	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات لجداول BAT معرَّفة مسبقاً	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات لجداول BAT معرَّفة مسبقاً	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات لجداول BMAT معرَّفة مسبقاً
16 إلى 27	جداول MAT وقت التنفيذ	جداول BAT وقت التنفيذ	جداول BAT وقت التنفيذ	جداول BMAT وقت التنفيذ
28 إلى 31	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات

الملاحظة 1 – جدول BAT هو تحميل منتظم بطول 0 بتة على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة PMSC (أي لا تُحمّل بتات بيانات على هذا الانسياب المكاني).

الملاحظة 2 – جدول BAT هو تحميل منتظم بطول 0 بتة على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة PMSC ومجموعات RMSC (مجموعة SSC كاملة) (أي لا تُحمّل بتات بيانات على هذا الانسياب المكاني).

ويمكن تخصيص معرّف BMAT_ID واحد أو أكثر لكل مقصد (لكل معرف DID في الإرسال إلى مقصد واحد، انظر الفقرة 5.1.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]).

9.2.2.3.2.1.7 معرف ~~خطة~~ نطاق الترددات التشغيلي (OFB)/معرف ~~مجموعة~~ فرز الموجات الحاملة الفرعية (~~BNDPL~~OFB ID/GRP_ID)

في حال إسناد الصفر إلى المؤشر MIMO_IND، انظر الفقرة 9.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وفي حال إسناد واحد إلى المؤشر MIMO_IND، ينطبق ما يلي:

وبالنسبة لجداول BMAT المعرَّفة مسبقاً ذات التحميل المنتظَم (باستعمال جداول BAT المعرَّفة مسبقاً من النمط 0 أو النمط 1 أو النمط 2 أو النمط 3)، يحتوي مجال ~~BNDPL~~ OFB_ID على ~~خطة~~ معرف النطاق ترددات التشغيل الذي تستعمله العقدة، ويُشفر على النحو المبين في الجدول 7-10 من التوصية [ITU-T G.9960].

وخلال وقت تنفيذ جداول BMAT، يسند المرسِل 0 إلى هذا المجال ويتجاهله المستقبِل.

10.2.2.3.2.1.7 معرف الفاصل الزمني الحارس (GI_ID)

انظر الفقرة 10.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

11.2.2.3.2.1.7 الكثافة الطيفية الفعلية القصوى للقدرة في إطار الرسالة (APSD_MAX-M)

انظر الفقرة 11.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

12.2.2.3.2.1.7 معرف التوصيل (CONNECTION_ID)

انظر الفقرة 12.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

13.2.2.3.2.1.7 الرد مطلوب (RPRQ)

انظر الفقرة 13.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

14.2.2.3.2.1.7 تعداد أطر الرشقة (BRSTCnt)

انظر الفقرة 14.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

15.2.2.3.2.1.7 عَلَم نهاية الرشقة (BEF)

انظر الفقرة 15.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

16.2.2.3.2.1.7 مؤشر محزوز الألياف البصرية المستحثَّة صوتياً (AIFG_IND)

انظر الفقرة 16.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

17.2.2.3.2.1.7 عدد رموز تقدير القناة الإضافية (ACE_SYM)

انظر الفقرة 17.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وإذا أُسند واحد إلى مؤشر MIMO_IND لن يسنَد 000_2 إلى رمز ACE_SYM.

18.2.2.3.2.1.7 إدارة التوصيل (CNN_MNGMT)

انظر الفقرة 18.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

19.2.2.3.2.1.7 طلب تحديث حجز عرض النطاق (BRURQ)

انظر الفقرة 19.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

20.2.2.3.2.1.7 رقم تتابع قسم البدء (START_SSN)

انظر الفقرة 20.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

21.2.2.3.2.1.7 المهلة الزمنية (TS) الحالية (CURRTS)

انظر الفقرة 21.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

22.2.2.3.2.1.7 طلب إرسال ثنائي الاتجاه (BTXRQ)

انظر الفقرة 22.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

23.2.2.3.2.1.7 عدد مُهل Mc-ACK (NUM_MCACK_SLOTS)

انظر الفقرة 23.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

24.2.2.3.2.1.7 مؤشر الدخل المتعدد/الخرج المتعدد (MIMO_IND)

يشير المجال MIMO_IND إلى إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) بحمولة نافعة تُنشأ في شكل انسيابين مكانيين من أجل مستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] (أي الحالة "4a" في الجدول 7-1). ويتطلب ذلك رمز تقدير قناة إضافية (ACE) واحد على الأقل بعد رأسية إطار الطبقة المادية (PFH).

وهو مجال مكون من بتة واحدة. وتسنَد إليه قيمة واحد للحالة "4a" في الجدول 7-1. وتسنَد إليه قيمة صفر لجميع الحالات الأخرى المعمول بها (أي الحالات "4b" و"5" و"6" في الجدول 7-1).

25.2.2.3.2.1.7 مقاس النافذة الموصى به (ADVISED_WIN_SIZE)

انظر الفقرة 24.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

26.2.2.3.2.1.7 توسعة APSD_MAX-M

انظر الفقرة 25.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار بالاستلام (PHY ACK)

يبين الجدول 7-4 مجالات رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) الخاصة بالجزء الأساسي من رأسية إطار PHY لنمط إطار الإشعار بالاستلام (ACK).

الجدول 7-4 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار بالاستلام (PHY ACK)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
FLCTRL_CONN	0	[0]	عَلَم توصيل التحكم في التدفق	الفقرة 1.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
FLCTRLT		[1]	نمط التحكم في التدفق	الفقرة 2.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
FLCTRL		[6:2]	التحكم في التدفق	الفقرة 3.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
FLCTRL_EXT		[7]	توسعة التحكم في التدفق	الفقرة 11.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
RXRST_DATA	1	[0]	عَلَم إعادة ضبط مستقبِل (RX) البيانات	الفقرة 5.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
RXRST_MNGMT		[1]	عَلَم إعادة ضبط مستقبِل (RX) الإدارة	الفقرة 6.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]

الجدول 7-4 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار بالاستلام (PHY ACK)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
BAD_BURST		[2]	مؤشر الرشقة السيئة	الفقرة 7.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
BTXRQ		[3]	طلب الإرسال ثنائي الاتجاه	الفقرة 4.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
EXTACKRQ		[4]	طلب توسعة الإشعار بالاستلام	الفقرة 10.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
محجوز		[7:5]	محجوز	محجوز لاستخدام قطاع تقييس الاتصالات [ITU-T G.9991] ~~(الملاحظة 2)~~
ACK_CE_CTRL/RX_CONN_WIN_SIZE	2	[7:0]	التحكم في تقدير قناة الإشعار بالاستلام (ACK)/مقاس نافذة المستقبِل للتوصيل (الملاحظة 1)	الفقرة 1.3.2.3.2.1.7
ACKDATA/MCACK_D	3 إلى 14	[90:0]	واصف بيانات الإشعار بالاستلام وMc-ACK	الفقرة 9.3.2.3.2.1.7 [ITU-T G.9960]
محجوز		[95:91]	محجوز	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 2)
الملاحظة 1 – لا يفسر هذا المجال على أنه RX_CONN_WIN_SIZE إلا عند إرسال إطار الإشعار بالاستلام (ACK) كرد على إطار رسالة (MSG) يُطلب فيها إعداد أو إعادة إعداد توصيل بيانات أو توصيل إدارة (أي عندما يكون المجال CN_MNGMT في إطار MSG هو 0101_2 أو 0001_2 أو 0011_2 أو 0111_2). **الملاحظة 2** – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.				

1.3.2.3.2.1.7 التحكم في تقدير قناة الإشعار بالاستلام (ACK)/مقاس نافذة المستقبِل للتوصيل (ACK_CE_CTRL/RX_CONN_WIN_SIZE)

في حال إرسال إطار الإشعار بالاستلام (ACK) كرد على إطار رسالة (MSG) يُطلب فيها إعداد أو إعادة إعداد توصيل بيانات أو توصيل إدارة (أي عندما يكون المجال CN_MNGMT في إطار MSG هو 0101_2 أو 0001_2 أو 0011_2 أو 0111_2، انظر الجدول 7-17 في التوصية [ITU-T G.9960])، تسمى هذه المعلمة RX_CONN_WIN_SIZE وتبين قيمة هذه المعلمة أقصى مقاس لنافذة الإشعار بالاستلام (أي، ACK_CONF_WINDOW_SSIZE في الفقرة 8.9.4.3 في التوصية [TITU G.9961]) يمكن للمستقبِل وفقه أن يدعم إعداد التوصيل. ويتعين أن يبلغ أقصى مقاس لنافذة الإشعار بالاستلام 8 أمثال قيمة وحدات بيانات البروتوكول المنطقية (LPDU) (RX_CONN_WIN_SIZE+1). ويتعين أن تكون القيم الصالحة لأقصى مقاس لنافذة الإشعار بواقع 8، 16، 24، … 1024 مِثلاً من أمثال وحدات LPDU. ويتعين أن تكون القيمة المبيَّنة لأقصى مقاس لنافذة إشعار بالاستلام مساوية أو أقل من مجال ACK_MAX_WINDOW_SIZE (1024 لتوصيلات البيانات، 32 لتوصيلات الإدارة – انظر الفقرة 1.4.9.8 في التوصية [ITU-T G.9961]).

وبالنسبة لجميع أُطر الإشعار بالاستلام (ACK) الأخرى، يسمى هذا المجال، ACK_CE_CTRL، ويُستعمل للتحكم في تقدير القناة. وهو مجال بطول 8 بتات يتألف من المجال ACK_CE_CTRL_TYPE، والمجال RUNTIME_BAT_ID/RUNTIME_BMAT_ID والمجال RUNTIME_BMAT_ID على النحو المبين في الجدول 7-5.

الجدول 7-5 – تفسير المجال ACK_CE_CTRL

المجال	الأثمون	البتات
ACK_CE_CTRL_TYPE	0	[1:0]
RUNTIME_BAT_ID/RUNTIME_BMAT_ID		[6:2]
BMAT_ID_IND		[7]

1.1.3.2.3.2.1.7 نمط التحكم في تقدير قناة الإشعار بالاستلام (ACK_CE_CTRL_TYPE)

عندما يكون مؤشر BMAT_ID_IND مساوياً 0، يجب أن يشفَّر نمط ACK_CE_CTRL_ TYPE على النحو المبين في الجدول 7-25 من التوصية [ITU-T G.9960] على النحو الموصَّف في الفقرة 1.8.3.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وعندما يكون مؤشر BMAT_ID_IND مساوياً 1، يجب أن يشفَّر نمط ACK_CE_CTRL_TYPE على النحو المبين في الجدول 7-6.

الجدول 7-5 – قيم المجال ACK_CE_CTRL_TYPE عندما يكون BMAT_ID_IND = 1

قيمة ACK_CE_CTRL_TYPE (b_1b_0)	التفسير
00	لا تُرسَل أي معلومات ACK_CE_CTRL
01	معرِّف RUNTIME_BMAT_ID غير صالح
10	طلب إرسال إطار PROBE.
11	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات

وإذا كان المجال BMAT_ID_IND مساوياً 1 وأُسندت القيمة 01_2 إلى المجال ACK_CE_CTRL_TYPE، لن يُستعمل جدول BMAT وقتَ التنفيذ المصاحب للمعرّف RUNTIME_BMAT_ID للإرسال، على النحو المحدد في الفقرة 5.1.11.8.

وإذا كان المجال BMAT_ID_IND مساوياً 1 وأُسندت القيمة 10_2 إلى المجال ACK_CE_CTRL_TYPE، يُطلب إرسال إطار PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS).

وبخلاف ذلك، تُسنَد القيمة 00_2 إلى لمجال ACK_CE_CTRL_TYPE.

2.1.3.2.3.2.1.7 معرِّف BAT_ID وقتَ التنفيذ (RUNTIME_BAT_ID)/معرِّف BMAT ID وقتَ التنفيذ (RUNTIME_BMAT_ID)

عندما يفسَّر هذا المجال على أنه معرِّف RUNTIME_BAT_ID (أي عندما يكون BMAT_ID_IND = 0)، انظر الفقرة 2.8.3.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وعندما يفسَّر هذا المجال على أنه معرِّف RUNTIME_BMAT_ID (أي عندما يكون BMAT_ID_IND = 1)، ينطبق ما يلي:

وإذا أُسندت القيمة 01_2 إلى المجال ACK_CE_CTRL_TYPE، يتضمن هذا المجال معرِّف RUNTIME_BMAT_ID (انظر الجدول 7-3). وخلاف ذلك، يتعين أن تُسنَد إليه القيمة 00000_2.

3.1.3.2.3.2.1.7 مؤشر BMAT_ID (BMAT_ID_IND)

إذا أُسندت القيمة 0 إلى المجال BMAT_ID_IND، يكون تفسير المجالات الفرعية الأخرى في المجال ACK_CE_CTRL على النحو الموصوف في التوصية [ITU-T G.9960].

وإذا أُسندت القيمة 1 إلى المجال BMAT_ID_IND، يكون تفسير المجالات الفرعية الأخرى في المجال ACK_CE_CTRL على النحو الموصوف في هذه التوصية.

4.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) لطلب الإرسال (RTS)

انظر الفقرة 4.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) لإجازة الإرسال (CTS)

انظر الفقرة 5.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) لرسالة التحكم (CTMG)

انظر الفقرة 6.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للمسبار (PROBE)

يتألف المجال الخاص بنمط إطار الطبقة المادية للمسبار (PHY PROBE) من جزء مشترَك وجزء متغير. ويتضمن الجزء المشترَك مجالات مشترَكة في جميع أنماط إطار الطبقة المادية للمسبار (PRBTYPE). ويحتوي الجزء المتغير على مجالات خاصة بكل نمط PRBTYPE.

ويرد تعريف مجالات الجزء المشترك من المجال الخاص بإطار PHY PROBE في الجدول 7-7.

الجدول 7-7 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للمسبار (PROBE PHY)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
				الجزء المشترَك
PRB_DUR	0 و1	[15:0]	مدة إطار PROBE	الفقرة 1.1.7.2.3.2.1.7
PRBTYPE	2	[3:0]	نمط إطار PROBE	الفقرة 2.1.7.2.3.2.1.7
PRBSYM		[7:4]	رموز PROBE	الفقرة 3.1.7.2.3.2.1.7
APSD_MAX-P	3	[4:0]	مجال APSD_MAX-P لإطار PROBE	الفقرة 4.1.7.2.3.2.1.7
PRBGI		[7:5]	الفاصل الزمني الحارس لرمز PROBE	الفقرة 5.1.7.2.3.2.1.7
CURRTS	4	[6:0]	المهلة الزمنية (TS) الحالية	الفقرة 6.1.7.2.3.2.1.7
MIMO_IND		[7]	مؤشر MIMO	الفقرة 7.1.7.2.3.2.1.7
APSD_MAX-P_EXT	5	[0]	توسعة APSD_MAX-P	الفقرة 8.1.7.2.3.2.1.7
محجوز		[7:1]	محجوز	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات
الجزء المتغير				
PFTSF	6 إلى 14	[71:0]	مجال خاص بنمط إطار PROBE	الفقرة 2.7.2.3.2.1.7
الملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.				

1.7.2.3.2.1.7 مجالات الجزء المشترَك

1.1.7.2.3.2.1.7 مدة إطار PROBE (PRB_DUR)

انظر الفقرة 1.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.1.7.2.3.2.1.7 نمط إطار PROBE (PRBTYPE)

يتعين أن يتضمن مجال PRBTYPE نمط إطار المسبار (PROBE). وهو مجال بطول 4 بتات، يتعين تشفيره على النحو المبين في الجدول 7-8.

الجدول 7-8 – قيم مجال نمط إطار المسبار (PRBTYPE)

قيمة PRBTYPE	التفسير	المرجع	MIMO_IND
0000	إطار PROBE الصامت – إطار طبقة مادية (PHY) تكون فيه رموز المسبار المكونة للحمولة النافعة جميعها رموزاً صامتة، على النحو الموصَّف في الفقرة 7.3.1.7.	الفقرة 1.2.7.2.3.2.1.7	0
0001	تقدير قناة انسياب مكاني (SS) لإطار PROBE – إطار PHY تكون فيه رموز المسبار المكونة للحمولة النافعة جميعها رموز مسبار تقدير قناة انسياب مكاني، على النحو الموصَّف في الفقرة 7.3.1.7.	الفقرة 2.2.7.2.3.2.1.7	0

الجدول 7-8 – قيم مجال نمط إطار المسبار (PRBTYPE)

قيمة PRBTYPE	التفسير	المرجع	MIMO_IND
0010 إلى 0111	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات		محجوز
1000	تقدير قناة انسيابين مكانيين (SS) للإطار PRBE – إطار PHY تكون فيه رموز المسبار المكونة للحمولة النافعة جميعها رموز مسبار تقدير قناة انسيابين مكانيين، على النحو الموصَّف في الفقرة 7.3.1.7.	الفقرة 3.2.7.2.3.2.1.7	1
1001 إلى 1111	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات		محجوز

3.1.7.2.3.2.1.7 رموز المسبار (PRBSYM)

انظر الفقرة 3.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

4.1.7.2.3.2.1.7 الكثافة الطيفية الفعلية القصوى للقدرة في إطار الرسالة (APSD_MAX-P)

انظر الفقرة 4.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.1.7.2.3.2.1.7 الفاصل الزمني الحارس لرمز PROBE (PRBGI)

انظر الفقرة 5.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.1.7.2.3.2.1.7 المهلة الزمنية (TS) الحالية (CURRTS)

انظر الفقرة 6.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.1.7.2.3.2.1.7 مؤشر MIMO (MIMO_IND)

انظر الفقرة 24.2.2.3.2.1.7.

8.1.7.2.3.2.1.7 توسعة APSD_MAX-P

انظر الفقرة 7.1.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.7.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار المسبار (PROBE)

1.2.7.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بإطار المسبار (PROBE) الصامت

انظر الفقرة 1.2.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.2.7.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بإطار المسبار (PROBE) لتقدير قناة انسياب مكاني (SS)

انظر الفقرة 2.2.7.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.2.7.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بإطار المسبار (PROBE) لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS)

يرد في الجدول 7-9 تعريف مجالات الجزء الخاص بإطار المسبار (PROBE) لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS).

الجدول 7-9 – قيم المجال الخاص بإطار المسبار (PROBE) لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
PRB_BMAT_ID	0	[4:0]	معرِّف BMAT_ID المستعمَل لتوليد PROBE	الفقرة 1.3.2.7.2.3.2.1.7
ACE_SYM	0	[7:5]	عدد رموز ACE	الفقرة 2.3.2.7.2.3.2.1.7
NUM_SILENT_SYM	1	[5:0]	عدد الرموز الصامتة	الفقرة 3.3.2.7.2.3.2.1.7
محجوز	1	[7:6]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)	
محجوز	2 إلى 8	[55:0]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)	
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.				

1.3.2.7.2.3.2.1.7 معرِّف BMAT_ID لإطار PROBE (PRB_BMAT_ID)

يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID (المعرَّف مسبقاً أو وقت التنفيذ) الذي يُستعمل جدول توزيع خارطة ارتباطاته (MAT) في راسم خارطة ارتباطات منفذ المرسِل (Tx) لإنشاء إطار PROBE هذا لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS). ولا صلة لجداول توزيع البتات (BAT) المرتبطة بالمعرّف BMAT_ID إلا باستنتاج خارطة ارتباطات منفذ المرسل (TPM) المستعمل لكل موجة حاملة فرعية (انظر الجدول 8-27) لتوليد رمز مسبار تقدير قناة انسيابين مكانيين (انظر الفقرة 3.4.2.4.1.7). ولذلك، إذا نقل المعرّف PRB_BMAT_ID معرِّف BMAT_ID المعرَّف مسبقاً، تكون القيم الصالحة لتقدير القناة هي 3 و7 و11.

ملاحظة – يسمح مجال PRB_BMAT_ID بإرسال مسابير (PROBES) باستعمال معلمات التشفير المسبق المرتبطة بمعرِّف BMAT_ID محدد وقتَ التنفيذ.

2.3.2.7.2.3.2.1.7 رموز ACE (ACE_SYM)

انظر الفقرة 17.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

وإذا أُسندت قيمة واحد إلى مؤشر MIMO_IND لن تُسنَد قيمة 000_2 إلى رمز ACE_SYM.

3.3.2.7.2.3.2.1.7 عدد الرموز الصامتة (NUM_SILENT_SYM)

يبين هذا المجال عدد الرموز الصامتة التي يتعين إرسالها بدلاً من رموز المسبار في نهاية إطار المسبار (PROBE) لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS). وتتراوح القيم الصالحة بين 0 (رمز صامت) و63 (63 رمزاً صامتاً). ويجب أن يكون رمز NUM_SILENT_SYM أقل من رمز PRBSYM أو مساوياً له. والرموز الأولى (PRBSYM – NUM_SILET_SYM) في إطار المسبار لتقدير قناة انسيابين مكانيين هي رموز مسبار عادية (غير صامتة).

8.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للإشعار باستلام طلب معاودة الإرسال (ACKRQ)

انظر الفقرة 8.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

9.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG)

ترد في الجدول 7-10 المجالات الخاصة بالجزء الأساسي من رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) لنمط إطار الرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG).

الجدول 7-10 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
BMSG_DUR	0 و1	[15:0]	مدة إطار BMSG	الفقرة 1.9.2.3.2.1.7
BLKSZ	2	[1:0]	مقاس كتلة كلمة شفرة FEC للحمولة النافعة لإطار BMSG	الفقرة 2.9.2.3.2.1.7
FEC_RATE		[4:2]	معدل تشفير FEC للحمولة النافعة لإطار BMSG	الفقرة 2.9.2.3.2.1.7

الجدول 7-10 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية (PHY) للرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG)

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
REP		[7:5]	عدد التكرارات المستعملة لتشفير الحمولة النافعة لإطار BMSG	الفقرة 4.9.2.3.2.1.7
FCF	3	[2:0]	عامل تسلسل FEC	الفقرة 5.9.2.3.2.1.7
SI		[6:3]	ابتداء المخلّط	الفقرة 6.9.2.3.2.1.7
MDET		[7]	ضابط مكتشَف	الفقرة 7.9.2.3.2.1.7
BAT_ID/ BMAT_ID	4	[4:0]	معرف جدول توزيع البتات/معرف جدول توزيع خارطة ارتباطات منفذ البتات وTx من أجل MIMO	الفقرة 8.9.2.3.2.1.7
~~BNDPL~~OFB_ID/GRP_ID		[7:5]	~~خطة~~ معرف نطاق الترددات التشغيلي/معرف فرز الموجات الحاملة الفرعية	الفقرة 9.9.2.3.2.1.7
GI_ID	5	[2:0]	معرف الفاصل الزمني الحارس	الفقرة 10.9.2.3.2.1.7
APSD_MAX-M		[7:3]	خارطة ارتباطات APSD_MAX-M لإطار BMSG	الفقرة 11.9.2.3.2.1.7
CONNECTION_ ID	6	[7:0]	معرف التوصيل	الفقرة 12.9.2.3.2.1.7
RPRQ	7	[1:0]	الرد مطلوب	الفقرة 13.9.2.3.2.1.7
BRSTCnt		[3:2]	تعداد أطر الرشقة	الفقرة 14.9.2.3.2.1.7
BEF		[4]	عَلَم نهاية الرشقة	الفقرة 15.9.2.3.2.1.7
AIFG_IND		[5]	مؤشر AIFG	الفقرة 16.9.2.3.2.1.7
MIMO_IND		[6]	مؤشر MIMO	الفقرة 25.9.2.3.2.1.7
EXTACKGR		[7]	منح ACK الموسَّع	الفقرة 26.9.2.3.2.1.7
ACE_SYM	8	[2:0]	عدد رموز ACE	الفقرة 17.9.2.3.2.1.7
CNN_MNGMT		[6:3]	إدارة التوصيل	الفقرة 18.9.2.3.2.1.7
APSD_MAX-M_EXT		[7]	توسعة APSD_MAX-M	الفقرة 28.9.2.3.2.1.7
BRURQ	9 و10	[15:0]	طلب تحديث حجز عرض النطاق	الفقرة 19.9.2.3.2.1.7 (الملاحظة 2)
START_SSN	9 و10	[15:0]	رقم تتابع قسم البدء	الفقرة 20.9.2.3.2.1.7 (الملاحظة 3)
CURRTS	11	[6:0]	المهلة الزمنية (TS) الحالية	الفقرة 21.9.2.3.2.1.7
محجوز		[7]	محجوز	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
محجوز	12 و13	[0]	محجوز	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
BTXGL		[8:1]	طول منح الإرسال ثنائي الاتجاه	الفقرة 22.9.2.3.2.1.7
BTXEF		[9]	عَلَم نهاية الإرسال ثنائي الاتجاه	الفقرة 23.9.2.3.2.1.7
P-DACK		[10]	الإشعار بالاستلام المؤخَر الملازم لإرسال البيانات	الفقرة 27.9.2.3.2.1.7
محجوز		[15:11]	محجوز	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
ACK_CE_CTRL	14	[7:0]	التحكم في تقدير قناة ACK	الفقرة 24.9.2.3.2.1.7

الملاحظة 1 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.

الملاحظة 2 – يعرَّف مجال BRURQ عندما لا يكون مجال START_SSN معرفاً

الملاحظة 3 – لا يعرّف المجال START_SSN إلا في حال CNN_MNGMT = 0001 أو CNN_MNGMT = 0011 أو CNN_MNGMT = 0101 أو CN_MNGMT = 0111. وبخلاف ذلك، فإن معنى هذا المجال هو BRURQ.

وترد في الجدول 7-54 من التوصية [ITU-T G.9960] مجالات رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) الخاصة بالجزء الموسع من نمط رأسية إطار الرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG).

1.9.2.3.2.1.7 مدة إطار الرسالة ثنائية الاتجاه (BMSG_DUR)

انظر الفقرة 1.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.9.2.3.2.1.7 مقاس الكتلة (BLKSZ)

انظر الفقرة 2.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.9.2.3.2.1.7 معدل تشفير تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (FEC_RATE)

انظر الفقرة 3.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

4.9.2.3.2.1.7 التكرارات (REP)

انظر الفقرة 4.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.9.2.3.2.1.7 عامل تسلسل تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (FCF)

انظر الفقرة 5.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.9.2.3.2.1.7 ابتداء المخلّط (SI)

انظر الفقرة 6.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.9.2.3.2.1.7 مؤشر ضابط مكتشَف (MDET)

انظر الفقرة 7.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

8.9.2.3.2.1.7 معرِّف BAT_ID/BMAT_ID

انظر الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

9.9.2.3.2.1.7 ~~خطة نطاق~~ معرف نطاق الترددات التشغيلي (OFB)/معرف فرز الموجات الحاملة الفرعية (~~BNDPL~~OFB_ID/GRP_ID)

انظر الفقرة 9.2.2.3.2.1.7.

10.9.2.3.2.1.7 معرف الفاصل الزمني الحارس (GI_ID)

انظر الفقرة 10.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

11.9.2.3.2.1.7 الكثافة الطيفية الفعلية القصوى للقدرة في إطار رسالة ثنائية الاتجاه (APSD_MAX-M)

انظر الفقرة 11.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

12.9.2.3.2.1.7 معرف التوصيل (CONNECTION_ID)

انظر الفقرة 12.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

13.9.2.3.2.1.7 الرد مطلوب (RPRQ)

انظر الفقرة 13.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

14.9.2.3.2.1.7 تعداد أطر الرشقة (BRSTCnt)

انظر الفقرة 14.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

15.9.2.3.2.1.7 عَلَم نهاية الرشقة (BEF)

انظر الفقرة 15.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

16.9.2.3.2.1.7 مؤشر محزوز الألياف البصرية المستحثَّة صوتياً (AIFG_IND)

انظر الفقرة 16.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

17.9.2.3.2.1.7 رموز تقدير القناة الإضافية (ACE_SYM)

انظر الفقرة 17.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

18.9.2.3.2.1.7 إدارة التوصيل (CNN_MNGMT)

انظر الفقرة 18.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

19.9.2.3.2.1.7 طلب تحديث حجز عرض النطاق (BRURQ)

انظر الفقرة 19.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

20.9.2.3.2.1.7 رقم تتابع قسم البدء (START_SSN)

انظر الفقرة 20.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

21.9.2.3.2.1.7 المهلة الزمنية (TS) الحالية (CURRTS)

انظر الفقرة 21.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

22.9.2.3.2.1.7 طول منح الإرسال ثنائي الاتجاه (BTXGL)

انظر الفقرة 22.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

23.9.2.3.2.1.7 عَلم نهاية الإرسال ثنائي الاتجاه(BTXEF)

انظر الفقرة 23.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

24.9.2.3.2.1.7 التحكم في تقدير قناة الإشعار بالاستلام (ACK_CE_CTRL)

يكون تفسير هذا المجال على النحو الموصَّف بشأن مجال ACK_CE_CTRL لإطار الإشعار بالاستلام (ACK) في الفقرة 1.3.2.3.2.1.7.

25.9.2.3.2.1.7 مؤشر الدخل المتعدد/الخرج المتعدد (MIMO_IND)

انظر الفقرة 24.2.2.3.2.1.7.

26.9.2.3.2.1.7 منح الإشعار بالاستلام الموسَّع (EXTACKGR)

انظر الفقرة 25.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

27.9.2.3.2.1.7 الإشعار بالاستلام المؤخَر الملازم لإرسال البيانات (P-DACK)

انظر الفقرة 26.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

28.9.2.3.2.1.7 توسعة الكثافة الطيفية الفعلية القصوى للقدرة في إطار رسالة ثنائية الاتجاه (APSD_MAX-M)

انظر الفقرة 27.9.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

10.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (BACK)

ترد في الجدول 7-11 المجالات الخاصة بالجزء الأساسي من رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) لنمط إطار الإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (BACK).

الجدول 7-11 – المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (BACK) – الجزء الأساسي

المجال	الأثمون	البتات	وصف	المرجع
BACK_DUR	0 و1	[15:0]	مدة إطار BACK	الفقرة 1.10.2.3.2.1.7
BLKSZ	2	[1:0]	مقاس كتلة كلمة شفرة FEC للحمولة النافعة لإطار BACK	الفقرة 2.10.2.3.2.1.7
FEC_RATE		[4:2]	معدل تشفير FEC للحمولة النافعة لإطار BACK	الفقرة 3.10.2.3.2.1.7
REP		[7:5]	عدد التكرارات المستعملة لتشفير الحمولة النافعة لإطار BACK	الفقرة 4.10.2.3.2.1.7
FCF	3	[2:0]	عامل تسلسل FEC	الفقرة 5.10.2.3.2.1.7
SI		[6:3]	ابتداء المخلّط	الفقرة 6.10.2.3.2.1.7
MDET		[7]	ضابط مكتشَف	الفقرة 7.10.2.3.2.1.7
BAT_ID/BMAT_ID	4	[4:0]	معرف جدول توزيع البتات/معرف جدول توزيع خارطة ارتباطات منفذ البتات وTx من أجل MIMO	الفقرة 8.10.2.3.2.1.7
~~BNDPL~~OFB_ID/GRP_ID		[7:5]	~~خطة~~ معرف نطاق الترددات التشغيلي/معرف فرز الموجات الحاملة الفرعية	الفقرة 9.10.2.3.2.1.7
GI_ID	5	[2:0]	معرف الفاصل الزمني الحارس	الفقرة 10.10.2.3.2.1.7
APSD_MAX-M		[7:3]	خارطة ارتباطات APSD_MAX-M لإطار BACK	الفقرة 11.10.2.3.2.1.7
CONNECTION_ID	6	[7:0]	معرف التوصيل	الفقرة 12.10.2.3.2.1.7
RPRQ	7	[1:0]	الرد مطلوب	الفقرة 13.10.2.3.2.1.7
BRSTCnt		[3:2]	تعداد أطر الرشقة	الفقرة 14.10.2.3.2.1.7
BEF		[4]	عَلَم نهاية الرشقة	الفقرة 15.10.2.3.2.1.7
AIFG_IND		[5]	مؤشر AIFG	الفقرة 16.10.2.3.2.1.7
MIMO_IND		[6]	مؤشر MIMO	الفقرة 21.10.2.3.2.1.7
APSD_MAX-M_EXT		[7]	توسعة APSD_MAX-M	الفقرة 22.10.2.3.2.1.7
ACE_SYM	8	[2:0]	عدد رموز ACE	الفقرة 17.10.2.3.2.1.7
CNN_MNGMT		[6:3]	إدارة التوصيل	الفقرة 18.10.2.3.2.1.7
محجوز		[7]	محجوز	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
BTXRL	9	[7:0]	طول طلب الإرسال ثنائي الاتجاه	الفقرة 19.10.2.3.2.1.7
ACK_CE_CTRL	10	[7:0]	التحكم في تقدير قناة ACK	الفقرة 20.10.2.3.2.1.7
محجوز	11 إلى 14	[31:0]	محجوز	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.				

وترد في الجدول 7-54 من التوصية [ITU-T G.9960] مجالات رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) الخاصة بالجزء الموسع من نمط رأسية إطار الإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (BACK).

1.10.2.3.2.1.7 مدة إطار الإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (BACK_DUR)

انظر الفقرة 1.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.10.2.3.2.1.7 مقاس الكتلة (BLKSZ)

انظر الفقرة 2.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.10.2.3.2.1.7 معدل تشفير تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (FEC_RATE)

انظر الفقرة 3.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

4.10.2.3.2.1.7 التكرارات (REP)

انظر الفقرة 4.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.10.2.3.2.1.7 عامل تسلسل تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (FCF)

انظر الفقرة 5.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.10.2.3.2.1.7 ابتداء المخلّط (SI)

انظر الفقرة 6.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.10.2.3.2.1.7 مؤشر ضابط مكتشَف (MDET)

انظر الفقرة 7.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

8.10.2.3.2.1.7 معرِّف BAT_ID/BMAT_ID

انظر الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

9.10.2.3.2.1.7 ~~خطة~~ معرف نطاق الترددات التشغيلي (OFB)/معرف فرز الموجات الحاملة الفرعية (~~BNDPL~~OFB_ID/GRP_ID)

انظر الفقرة 9.2.2.3.2.1.7.

10.10.2.3.2.1.7 معرف الفاصل الزمني الحارس (GI_ID)

انظر الفقرة 10.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

11.10.2.3.2.1.7 الكثافة الطيفية الفعلية القصوى للقدرة في إطار الإشعار بالاستلام ثنائي الاتجاه (APSD_MAX-M)

انظر الفقرة 11.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

12.10.2.3.2.1.7 معرف التوصيل (CONNECTION_ID)

انظر الفقرة 12.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

13.10.2.3.2.1.7 الرد مطلوب (RPRQ)

انظر الفقرة 13.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

14.10.2.3.2.1.7 تعداد أطر الرشقة (BRSTCnt)

انظر الفقرة 14.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

15.10.2.3.2.1.7 عَلَم نهاية الرشقة (BEF)

انظر الفقرة 15.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

16.10.2.3.2.1.7 مؤشر محزوز الألياف البصرية المستحثَّة صوتياً (AIFG_IND)

انظر الفقرة 16.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

17.10.2.3.2.1.7 رموز تقدير القناة الإضافية (ACE_SYM)

انظر الفقرة 17.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

18.10.2.3.2.1.7 إدارة التوصيل (CNN_MNGMT)

انظر الفقرة 18.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

19.10.2.3.2.1.7 طول طلب الإرسال ثنائي الاتجاه (BTXRL)

انظر الفقرة 19.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

20.10.2.3.2.1.7 التحكم في تقدير قناة الإشعار بالاستلام (ACK_CE_CTRL)

يكون تفسير هذا المجال على النحو الموصَّف بشأن مجال ACK_CE_CTRL لإطار الإشعار بالاستلام (ACK) في الفقرة 1.3.2.3.2.1.7.

21.10.2.3.2.1.7 مؤشر الدخل المتعدد/الخرج المتعدد (MIMO_IND)

انظر الفقرة 24.2.2.3.2.1.7.

22.10.2.3.2.1.7 توسعة APSD_MAX-M

انظر الفقرة 21.10.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

11.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية للإشعار باستلام رسالة تحكُّم (ACTMG)

انظر الفقرة 11.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

12.2.3.2.1.7 محجوز

يحجزه قطاع تقييس الاتصالات.

13.2.3.2.1.7 محجوز

يحجزه قطاع تقييس الاتصالات.

14.2.3.2.1.7 محجوز

يحجزه قطاع تقييس الاتصالات.

15.2.3.2.1.7 محجوز

يحجزه قطاع تقييس الاتصالات.

16.2.3.2.1.7 المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية لتوسعة نمط الإطار (FTE)

انظر الفقرة 16.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.3.2.1.7 مجالات الرأسية الموسَّعة

انظر الفقرة 3.3.2.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

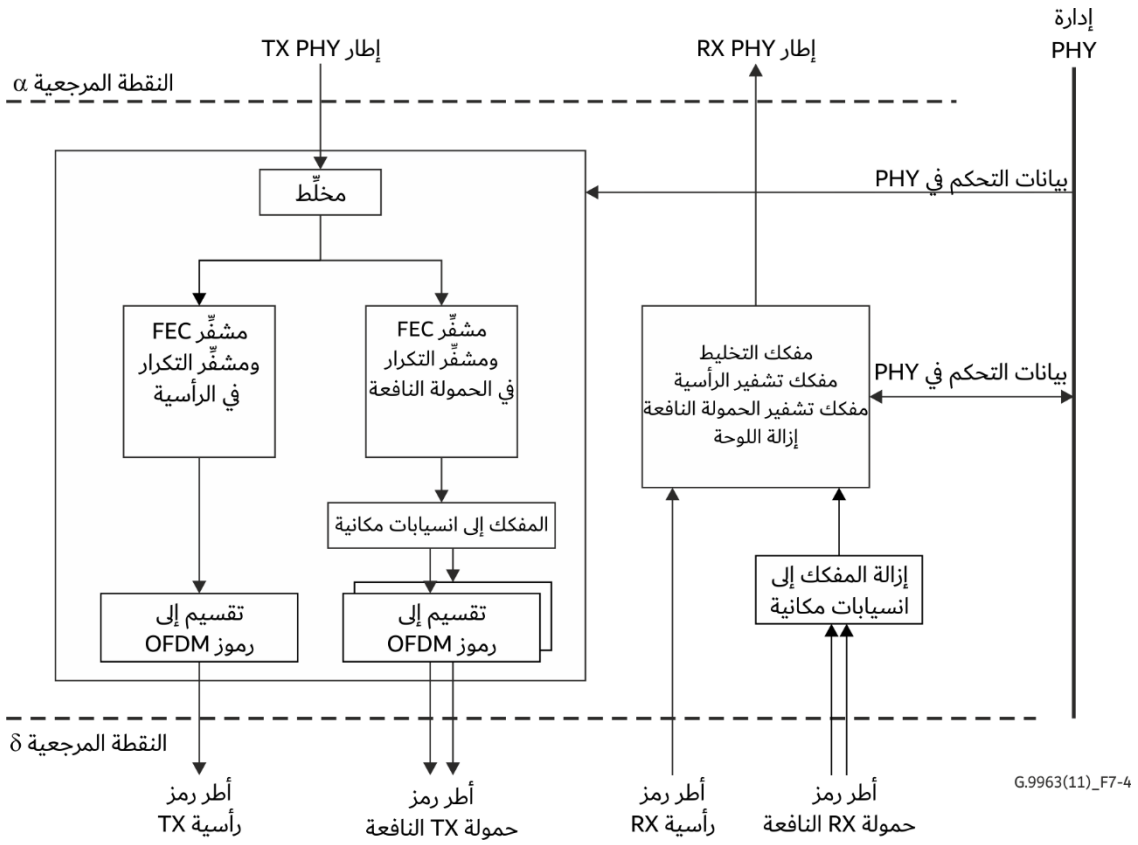
3.1.7 الطبقة الفرعية لمُرفق الواسطة المادية (PMA)

يرد النموذج الوظيفي للطبقة الفرعية PMA في الشكل 7-4. والهدف منه هو وصف الكتلة الوظيفية للطبقة الفرعية PMA الواردة في الشكل 7-1 بمزيد من التفصيل.

وفي اتجاه الإرسال، يكون نسق إطار الطبقة المادية (PHY) (عدا التمهيد ورموز تقدير القناة) الوارد عند النقطة المرجعية α على النحو المعرف في الفقرة 2.1.7. ويتم تخليط بتات الرأسية وبتات الحمولة النافعة للإطار الوارد 1.3.1.7. وتشفّر بتات رأسية الإطار الوارد على النحو الموصوف في الفقرة 4.3.1.7. وتشفّر بتات الحمولة النافعة على النحو الموصوف في الفقرة 3.3.1.7. ويتحكم كيان إدارة الطبقة المادية في معلمات مشفر الحمولة النافعة.

وبعد التشفير، تؤوَّل الحمولة النافعة إلى انسيابات مكانية متعددة على النحو الموصوف في الفقرة 5.3.1.7. ثم تقسَّم الرأسية والحمولة النافعة إلى عدد صحيح من أُطر الرموز على النحو الموصوف في الفقرة 6.3.1.7. وتقدَّم أُطر الرموز الناتجة للرأسية والحمولة النافعة إلى PMD (عند النقطة المرجعية δ) لتشكيلها وإرسالها عبر الواسطة.

وفي اتجاه الاستقبال، تنفَّذ جميع العمليات العكسية لإزالة التأويل وفك التشفير وفك التخليط لأُطر الرموز الواردة. وتقدَّم رأسية الإطار والحمولة النافعة المستعادة إلى النقطة المرجعية α لمواصلة معالجتها في PCS.



الشكل 7-4 – النموذج الوظيفي للطبقة الفرعية لمُرفق الواسطة المادية (PMA)

1.3.1.7 التخليط

انظر الفقرة 1.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.3.1.7 تشفير تصحيح الخطأ في اتجاه الذهاب (FEC)

انظر الفقرة 2.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.3.1.7 تشفير الحمولة النافعة

انظر الفقرة 3.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]. وعندما تستعمل عقدة [ITU-T G.9963] أسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، تُستحدث الحمولة النافعة كانسياب مكاني وحيد باستعمال مخطط RCM الموصوف في الفقرة 3.3.1.7 من التوصية [ITU T G.9960].

4.3.1.7 تشفير الرأسية

انظر الفقرة 4.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]. تُستحدث رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) كانسياب مكاني وحيد.

5.3.1.7 المؤوِّل إلى انسيابات مكانية

تمثل كتلة الحمولة النافعة المشفرة دخل المؤوِّل إلى انسيابات مكانية. وكلما كان إنشاء الحمولة النافعة مطلوباً في شكل انسيابين مكانيين، تخرج هذه الكتلة الانسيابين المكانيين اللذين يقسَّمان فيما بعد إلى رموز OFDM. وكلما وجب استحداث الحمولة النافعة كانسياب مكاني وحيد، تسلّم كتلة الحمولة النافعة المشفَّرة إلى خرج هذه الكتلة كما هي (أي، لا يعمل المؤوِّل إلى انسيابات مكانية في هذه الحالة).

وستخصص عملية التأويل بدلاً من ذلك بتات لكل انسياب على مستوى الموجة الحاملة الفرعية. وبتعريف $b_j^{(i)}$ كعدد بتات البيانات المزمع تحميلها على الموجة الحاملة الفرعية j في الانسياب المكاني *i*، يتصرف المؤوِّل إلى انسيابات مكانية على النحو التالي:

- يخصص البتات الأولى $b_0^{(1)}$ قي دخله إلى الانسياب المكاني 1
- يخصص البتات التالية $b_0^{(2)}$ إلى الانسياب المكاني 2
- يخصص البتات التالية $b_1^{(1)}$ إلى الانسياب المكاني 1
- يخصص البتات التالية $b_1^{(2)}$ إلى الانسياب المكاني 2
- وهكذا دواليك ...

ملاحظة – إذا كانت بتات $b_j^{(i)}$ صفراً، لا تخصَص أي بتات بيانات للموجة الحاملة الفرعية j في الانسياب المكاني *i*.

6.3.1.7 التقسيم إلى أُطر رموز

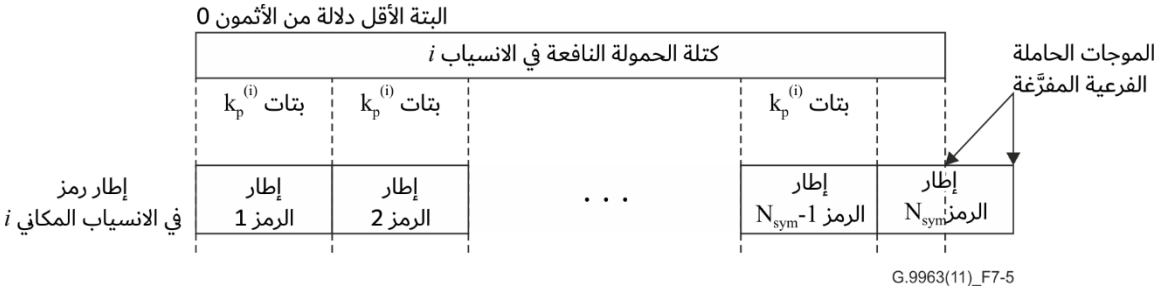
تقسَّم كتل الحمولة النافعة المؤوَّلة للانسيابين المكانيين 1 و2 وكتلة الرأسية المشفرة الناتجة عن خرج مشفر الرأسية إلى أُطر رموز. ويجب ألا يتجاوز أقصى عدد من البتات في إطار رمز الحمولة النافعة في الانسياب المكاني 1 قيمة $k_P^{(1)}$. وبالمثل، لا يتجاوز العدد الأقصى للبتات في إطار رمز الحمولة النافعة في الانسياب المكاني 2 قيمة $k_P^{(2)}$. و$k_P^{(i)}$ هو مجموع عدد البتات التي يمكن تحميلها على رمز تشكيل OFDM للحمولة النافعة في الانسياب المكاني i وفق جدول BAT الحالي لهذا الانسياب المكاني. ويكون عدد البتات في إطار رمز الرأسية k_H. وتمرَر أُطر رموز الحمولة النافعة والرأسية إلى المعتمد على الواسطة المادية (PMD)، على النحو المبين في الشكل 7-4.

1.6.3.1.7 تقسيم الحمولة النافعة

بعد تأويل كتلة الحمولة النافعة المشفَّرة، تقسَّم مجموعة البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 ومجموعة البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 إلى واحد أو أكثر من أُطر الرموز، ويشار إليها فيما يلي باسم "أُطر الرموز في الانسياب المكاني 1" و"أُطر الرموز في الانسياب المكاني 2".

وفي الأسلوب العادي (انظر الشكل 7-8 من التوصية [ITU-T G.9960]) وفي كل انسياب مكاني، يجب أن يحتوي إطار الرمز الأول للانسياب المكاني *i* *i*) هو رقم الانسياب المكاني وهو إما 1 أو 2) على أولى بتات $k_P^{(i)}$ من كتلة الحمولة النافعة في الانسياب المكاني i. ويجب أن يحتوي إطار الرمز الثاني في الانسياب المكاني *i* على ثاني بتات $k_P^{(i)}$ في كتلة الحمولة النافعة في الانسياب المكاني i، وهكذا حتى آخر إطار رمز في الانسياب المكاني *i*. وإذا كان عدد البتات في إطار الرمز الأخير أقل من $k_P^{(i)}$، فإن الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة لرمز OFDM في إطار الرمز الأخير تشكَّل بتتابع بتات شبه عشوائي، على النحو الوارد وصفه في الفقرة 5.2.4.1.7. ويرد بيان تقسيم الحمولة النافعة في الشكل 7-5.

وتُستحدَث الحمولة النافعة بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM) كانسياب مكاني وحيد. وفي هذه الحالة، يجب أن يكون تقسيم الحمولة النافعة على النحو المبين لأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل في الفقرة 1.5.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].



الشكل 7-5 – تقسيم الحمولة النافعة لكتلة الحمولة النافعة في الانسياب المكاني *i* (*i*=1,2)

2.6.3.1.7 تقسيم الرأسية

انظر الفقرة 2.5.3.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

7.3.1.7 إطار المسبار (PROBE)

الغرض من إطار المسبار (PROBE) هو إجراء تقدير القناة. وتكون رأسية إطار PROBE على النحو المعرَّف في الفقرة 3.2.1.7. وبعد رأسية إطار الطبقة المادية (PFH)، يمكن أن يتضمن إطار PROBE رموز تقدير قناة إضافية (ACE) على النحو المحدد في الفقرتين 4.4.2.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات النغمات) و2.4.4.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات منفذ المرسِل (Tx)). ويجب أن تحتوي الحمولة النافعة لإطار PROBE على عدد من رموز المسبار، أي أُطر الرموز دون بيانات، والتي يمكن أن تكون من ثلاثة أنواع:

- الرموز الصامتة، وهي رموز تعتبر فيها جميع الموجات الحاملة الفرعية موجات حاملة فرعية مقنعة (MSC).
- رموز مسبار لتقدير قناة انسياب مكاني (1 SS) وهي تُستحدث كانسياب مكاني واحد وتعتبر فيها جميع الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) موجات حاملة فرعية غير نشطة (ISC) وتشكَّل بتتابع شبه عشوائي.
- رموز مسبار لتقدير قناة انسيابين مكانيين (2 SS)، وهي تُستحدث كانسيابين مكانيين وتعتبر فيها جميع الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) موجات حاملة فرعية غير نشطة (ISC) وتشكَّل بتتابع شبه عشوائي.

ويرد العدد الإجمالي لرموز المسبار في كل إطار عبر مجال PRBSYM في الفقرة 3.1.7.2.3.2.1.7.

ويحدد المجال PRBYPE ثلاثة أنماط من أُطر PROBE على النحو الموصَّف في الفقرة 2.1.7.2.3.2.1.7 (الجدول 7-8):

- "إطار PROBE الصامت (PRBTYPE 00002)". ويتعين أن تتألف الحمولة النافعة لهذا النمط من رموز صامتة.
- "إطار PROBE لتقدير قناة انسياب مكاني (1 SS)" ($PRBTYPE\ 0001_2$). ويتعين أن تتألف الحمولة النافعة لهذا النمط من رموز مسبار لتقدير القناة.
- "إطار PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (2 SS)" ($PRBTYPE\ 1000_2$). ويتعين أن تتألف الحمولة النافعة لهذا النمط من رموز مسبار لتقدير قناة انسيابين مكانيين تتبعها رموز صامتة (يتراوح عدد الرموز الصامتة في الإطار بين 0 وPRBSYM على النحو الذي حدده مجال NUM_SQLENT_SYM، الموصَّف في الفقرة 3.3.2.7.2.3.2.1.7).

ويمكن تصنيف أنماط إطار PROBE هذه ضمن فئتين:

- أنماط إطار PROBE تتضمن رموز مسبار مستحدثة كانسياب مكاني وحيد (أي عندما يكون MIMO_IND=0). والغرض من أنماط الأُطر هذه هو إجراء تقدير القناة للوصلات مع عقد التوصية [ITU-T G.9960/G.9961] والوصلات مع عقد التوصية [ITU-T G.9963] باستعمال انسياب مكاني وحيد (انظر الفقرة 11.8). وتشمل هذه الفئة نمطي إطار

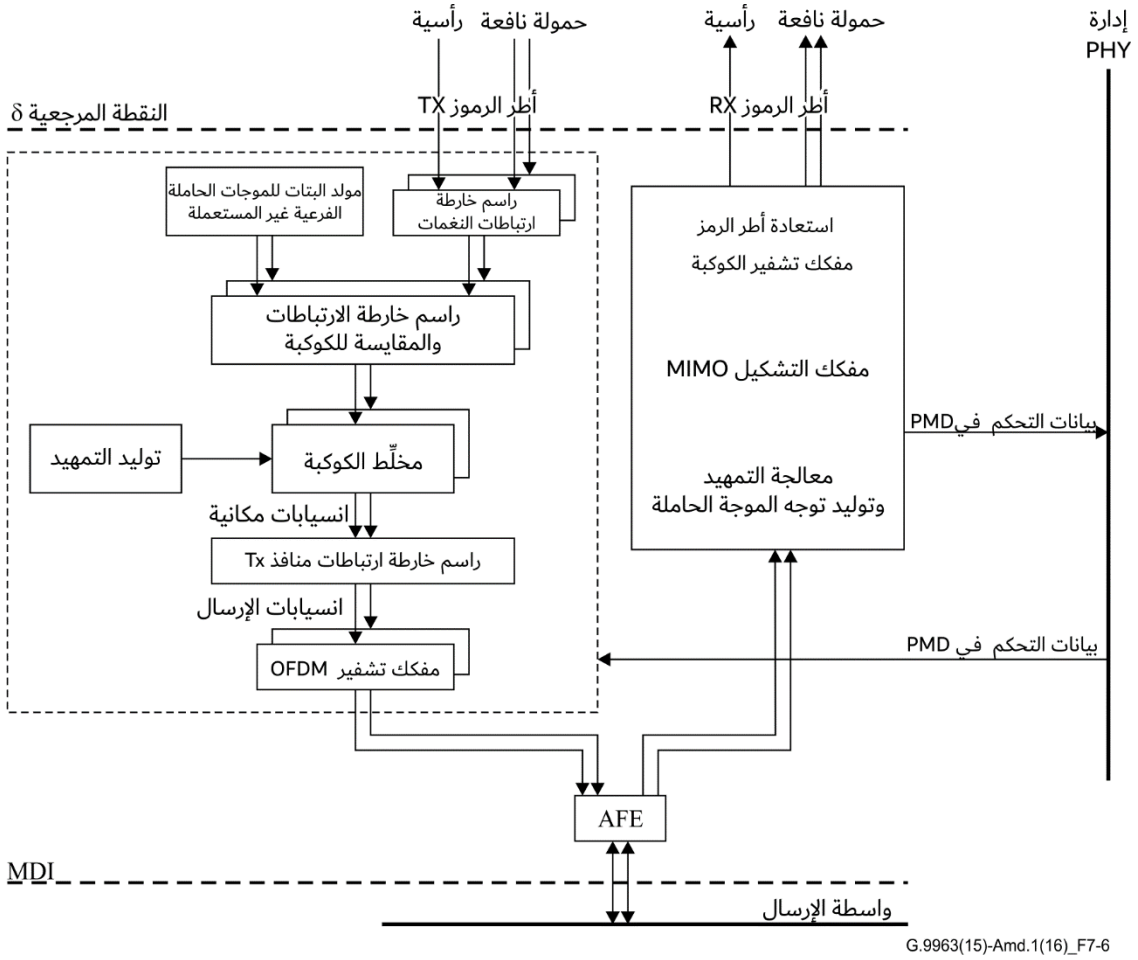
PROBE "إطار PROBE الصامت" (PRBTYPE 0002) و"إطار PROBE لتقدير قناة انسياب مكاني (SS 1)" (PRBTYPE 0001_2). وتشمل الحمولة النافعة لأنماط إطار PROBE هذه رموز مسبار يمكن توليدها بطريقتين هما:

- عند إرسال إطار PROBE باستعمال إرسال [ITU-T G.9960]، يتعين أن تتولد رموز المسبار على النحو المعرَّف في الفقرة 3.5.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].
- عندما يُرسل إطار PROBE باستعمال مخطط إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) (يإنشاء الحمولة النافعة كانسياب مكاني (SS) وحيد)، تتولد رموز المسبار على النحو المعرَّف في الفقرتين 3.4.2.4.1.7 و5.2.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات النغمات) وفي الفقرة 3.4.4.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx)).

- أنماط إطار PROBE تتضمن رموز مسبار مستحدثة كانسيابين مكانيين (أي عندما يكون MIMO_IND=1). والغرض من أنماط الأُطر هذه هو إجراء تقدير القناة للوصلات مع عقد التوصية [ITU-T G.9963] باستعمال انسيابين مكانيين على النحو الموصوف في الفقرة 1.11.8. وتشمل هذه الفئة نمط إطار PROBE "إطار PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (2 SS)" (PRBTYPE 1000_2). ويمكن أن تتضمن الحمولة النافعة لهذا النمط من أُطر PROBE رموز لتقدير قناة انسيابين مكانيين ورموز صامتة تتولد على النحو المعرَّف في الفقرتين 3.4.2.4.1.7 و5.2.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات النغمات) وفي الفقرة 3.4.4.4.1.7 (رسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx)).

4.1.7 الطبقة الفرعية المعتمدة على الواسطة المادية (PMD)

يرد النموذج الوظيفي للطبقة الفرعية PMD في الشكل 7-6. وفي اتجاه الإرسال، يقسِم راسم خارطة ارتباطات النغمات أُطر الرموز (لكل انسياب مكاني) في الرأسية والحمولة النافعة إلى زمر من البتات ويربط كل زمرة من البتات بموجة حاملة فرعية معينة تُحمّل عليها هذه الزمرة، على النحو المحدد في الفقرة 2.4.1.7. ويحول مشفّر الكوكبة كل زمرة بتات واردة إلى رقم معقَّد يمثل نقطة الكوكبة لهذه الموجة الحاملة الفرعية. ويرد وصف لعملية خارطة ارتباطات الكوكبة في الفقرة 1.3.4.1.7. وتُشكّل الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة بتتابع بتات شبه عشوائي يولد على النحو المحدد في الفقرة 5.2.4.1.7.



الشكل 7-6 – النموذج الوظيفي لطبقة PMD

ويقوم راسم خارطة ارتباطات مَنْفَذ المرسِل (Tx)، الوارد وصفه في الفقرة 4.4.1.7، برسم خارطة ارتباطات الانسيابات المكانية مع انسيابات الإرسال المخصصة للإرسال في كل من منافذ المرسِل. وتحوِّل كل من مُشكّلات OFDM، الموصوفة في الفقرة 5.4.1.7 والمخصصة لكل من منافذ المرسِل، الانسياب الوارد المكون من N من الأرقام المعقَّدة عند خرجه إلى انسياب N من العينات المعقَّدة في الميدان الزمني. وبعد إضافة التمهيد، تنزاح إشارة الإرسال صعوداً بواسطة F_{US}. ويرسَل الجزء الحقيقي من الإشارة الناتجة المخصصة لكل مَنفذ مرسل إلى الواسطة عبر مَنفذ مرسل محدد. وتحدَد معلمات التمهيد (الفقرة 5.4.1.7) بواسطة إدارة الطبقة المادية (PHY) وتعتمد على نمط إطار PHY المرسَل.

وتخرَّج الأُطر إلى الواسطة بفجوات بين الأُطر الموصوفة في التوصية [ITU-T G.9961].

وفي اتجاه الاستقبال، يُزال تشكيل الأُطر الواردة من الواسطة ويفك تشفيرها. وتحوّل أُطر الرموز المستعادة إلى PMA عن طريق النقطة المرجعية δ. ويعالَج التمهيد وتمرَر بيانات التمهيد إلى كيان إدارة PHY.

1.4.1.7 تباعد الموجات الحاملة الفرعية وفهرستها

انظر الفقرة 1.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]. تُستعمل قاعدة الفهرسة رقم 1 لربط المؤشر المادي بالمؤشر المنطقي. ولا تُستعمل القاعدة رقم 2.

2.4.1.7 راسم خارطة ارتباطات النغمات

يعمل راسم خارطة ارتباطات النغمات بشكل مستقل عن كل واحد من الانسيابات المكانية الواردة. ويقسِم راسم خارطة ارتباطات النغمات أُطر الرموز الواردة للرأسية والحمولة النافعة (لكل انسياب مكاني) إلى زمر من البتات (وفقاً لجداول توزيع البتات (BAT) المستعملة لذلك الانسياب المكاني) ويربط كل زمرة بتات بموجات حاملة فرعية محددة تُحمّل عليها هذه الزمر. وتمرّر هذه المعلومات،

إلى جانب قيم تدرج الكسب الخاص بالموجة الحاملة الفرعية (على النحو الموصوف في الفقرة 3.2.3.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960])، إلى مشفّر الكوكبة.

1.2.4.1.7 ملخص أنماط الموجات الفرعية الحاملة

لأغراض رسم خارطة ارتباطات النغمات، تُعرّف الأنماط التالية للموجات الحاملة الفرعية.

1) الموجات الحاملة الفرعية المقنَّعة (MSC) هي التي لا يسمح بالإرسال عليها، أي يوضع الكسب على هذه الموجة الحاملة الفرعية على صفر. وهناك نمطان معرفان لموجات MSC:

- موجات حاملة فرعية مقنعة دائماً (PMSC) – تلك المحظور استعمالها للإرسال في أي إقليم. وتشكل قائمة PMSC قناع PMSC الذي يتوقف على نمط الواسطة ويرد تعريفه في الفقرة 2.7. ولا تُرسَم خارطة ارتباطات بتات البيانات مع PMSC.
- موجات حاملة فرعية مقنعة إقليمياً (RMSC) – تلك المحظور استعمالها للإرسال في بعض الأقاليم، في حين يسمح باستعمالها في أقاليم أخرى. وتشكل قائمة RMSC قناع RMSC يتوقف على نمط الواسطة وعلى المنطقة/التطبيق. وتتألف مجموعة RMSC من الموجات الحاملة الفرعية المقابلة لأقنعة الموجات الحاملة الفرعية المحددة في واصف وسم الموجة الحاملة الفرعية (SM) ونطاقات راديو الهواة المقنعة المحددة في واصف النطاق الراديوي الخاص بالهواة (انظر الفقرة 5.5.8.8). وبالنسبة لرقم (#) RMSC، #RMSC = #MSC – #PMSC.

2) الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) هي المسموح بالإرسال عليها بموجب بعض القيود لقناع PSD ذي الصلة. وبالنسبة لرقم (#) SSC، #SSC = N – #MSC. وتعرَّف الأنماط التالية للموجات الحاملة الفرعية المدعومة في كل انسياب مكاني:

- الموجات الحاملة الفرعية النشطة (ASC) للانسياب المكاني i (رمزها $ASC^{(i)}$، حيث i = 1، 2) – هي تلك المحملة ببتات ($b \leq 1$) لإرسال البيانات. وتخضع ASC إلى خارطة ارتباطات الكوكبة وتدريجها وتخليطها على النحو المحدد في الفقرة 3.4.1.7. وتُرسم خارطة ارتباطات بتات البيانات مع ASC على النحو المحدد في الفقرة 2.2.4.1.7.
- الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة (ISC) للانسياب المكاني i (رمزها $ASC^{(i)}$، حيث i = 1,2) – هي تلك التي لا تُحمّل أي بتات البيانات (بسبب تدني نسبة SNR مثلاً). وبالنسبة لرقم (#) ISC للانسياب المكاني i (حيث i = 1,2)، $\#ISC^{(i)} = \#SSC - \#ASC^{(i)}$. ويمكن استعمال ISC لأغراض القياس أو لأغراض ثانوية أخرى. وتخضع ISC لقولبة قدرة الإرسال. ويرد تعريف الإشارات المرسَلة على ISC في الفقرة 5.2.4.1.7.

ملاحظة – على الرغم من تماثل MSC وSSC في كل من الانسيابات المكانية، يجوز اختلاف ASC وISC في انسيابات مكانية مختلفة.

2.2.4.1.7 جداول توزيع البتات (BAT)

يعرّف رسم خارطة ارتباطات النغمات بواسطة جدول توزيع البتات الذي يربط مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية بعدد البتات التي يتعين تحميلها على الموجة الحاملة الفرعية. ويعرّف رسم خارطة الارتباطات بمعزل عن كل انسياب مكاني. وتكون مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية في BAT (في كل انسياب مكاني) مرتبة تصاعدياً، من أصغر مؤشر إلى أكبر مؤشر. وتُحمّل بتات إطار رمز TX على الموجات الحاملة الفرعية بحسب ترتيب مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية الوارد في جدول BAT وعلى النحو المعرف في الفقرة 1.4.1.7.

وتشكِّل جداول BAT التي تستعملها العقدة في إطار معين للطبقة المادية (PHY)، لكل انسياب مكاني، جزءاً من جدول BMAT (الموصَّف في الفقرة 3.4.4.1.7) ويجب أن تبلَّغ إلى عقدة (أو عقد) الاستقبال في مجال BMAT_ID من المجالات الخاصة بنمط إطار طبقة MSG/BMSG/BACK/PROBE المادية في رأسية إطار الطبقة المادية، على النحو الموصوف في الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

1.2.2.4.1.7 جداول توزيع البتات (BAT) المعرَّفة مسبقاً

انظر الفقرة 1.2.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.2.2.4.1.7 جداول توزيع البتات (BAT) وقتَ التنفيذ

تربط جداول توزيع البتات (BAT) وقتَ التنفيذ الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) بعدد البتات التي يتعين تحميلها على كل موجة حاملة فرعية. وعندما تتألف الحمولة النافعة من انسيابين مكانيين وتُستعمل جداول توزيع البتات وقتَ التنفيذ، يرتبط كل انسياب مكاني بجدول توزيع البتات الخاص به وقتَ التنفيذ. والمجموعة الفرعية للمؤشرات في جدول توزيع البتات المصاحب لانسياب مكاني i بعدد البتات المحمَّلة $b > 0$ تحدد هوية $ASC^{(i)}$ (أي الموجات الحاملة الفرعية النشطة في انسياب مكاني i). وفي إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يصار إلى اختيار جدولي توزيع البتات إلى جانب جدول توزيع خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (MAT) الموصوف في الفقرة 2.4.4.1.7. وتسمى هذه التوليفة جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومنفذ المرسِل (BMAT) ويرد وصفها في الفقرة 3.4.1.7.

ولا يتجاوز عدد البتات المحملة على أي موجة حاملة فرعية أقصى عدد مسموح من البتات (انظر الفقرة 3.4.1.7). ويجب أن يفي عدد البتات أيضاً بقدرات تحميل البتات في عقد الاتصال، على النحو المعلن عنه قبل الاتصال.

3.2.4.1.7 جداول توزيع البتات (BAT) ذات زمر الموجات الحاملة الفرعية

يجب أن تكون أي عقدة قادرة على تعريف جداول توزيع البتات وقتَ التنفيذ باستعمال زمر الموجات الحاملة الفرعية $G = 1$ (دون زمر) و2 و4 و8 و16 موجة حاملة فرعية بترددات لاحقة. وينطبق الفرز إلى زمر، G، على كلا الانسيابين المكانيين (أي أن الانسيابين المكانيين يستعملان نفس الفرز إلى زمر). وقيمة G المبدئية هي 1. وإذا استُعمل الفرز إلى زمر ($G > 1$)، تستعمل جميع الموجات الحاملة الفرعية في الزمرة نفسها نفس تحميل البتات. غير أن تحميل البتات لتلك الزمرة يجوز أن يختلف في انسيابات مكانية مختلفة). ويجب أن تشتمل الزمرة الأولى على الموجات الحاملة الفرعية G بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجة الحاملة الفرعية المعرَّفة في الفقرة 1.4.1.7. وإذا تضمنت الزمرة موجات حاملة فرعية مقنَّعة (مثل MSC) أو توسعت إلى ما بعد مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المطبَّقة، تطبق العقدة تحميل البتات المخصص لهذه الزمرة فقط على مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المطبَّقة.

ويشار إلى مؤشر الزمرة G عند الإبلاغ عن جداول توزيع البتات (BAT) (انظر الفقرة 11.8).

4.2.4.1.7 خرائط الارتباطات الخاصة

1.4.2.4.1.7 خارطة ارتباطات النغمات لرأسية إطار الطبقة المادية (PHY)

انظر الفقرة 1.5.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.4.2.4.1.7 خارطة ارتباطات النغمات بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)

انظر الفقرة 2.5.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.4.2.4.1.7 خارطة ارتباطات النغمات لرموز المسبار

يتعين استحداث رموز مسبار تقدير قناة انسياب مكاني واحد كانسياب مكاني واحد وتشكيلها باستعمال تحميل منتظم لبتتين في كل موجة حاملة فرعية على كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC). وبالنسبة لهذه الرموز، تكون مجموعة الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة (ISC) مساوية لمجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة. وتشكَّل جميع الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة بتتابع شبه عشوائي من البتات، على النحو الموصوف في الفقرة 5.2.4.1.7.

ويتعين استحداث رموز مسبار تقدير قناة انسيابين مكانيين كانسيابين مكانيين وتشكيلها باستعمال تحميل منتظم لبتتين في كل موجة حاملة فرعية على كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) لكل انسياب مكاني. وبالنسبة لهذه الرموز، تكون مجموعة الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة (ISC) مساوية لمجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة. وتشكَّل جميع الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة بتتابع شبه عشوائي من البتات، على النحو الموصوف في الفقرة 5.2.4.1.7.

وبالنسبة للرموز الصامتة، تعتبر جميع الموجات الحاملة الفرعية بمثابة قنوات موجات حاملة فرعية مقنَّعة (MSC).

4.4.2.4.1.7 خارطة ارتباطات النغمات لرموز تقدير قناة إضافية (ACE)

يتعين تشكيل رمز تقدير قناة إضافية (ACE) باستعمال تحميل منتظم لبتتين في كل موجة حاملة فرعية على كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC). ويتعين استحداث رموز تقدير قناة إضافية كانسياب مكاني واحد. وبالنسبة إلى تقدير قناة إضافية، تكون مجموعة الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة (ISC) مساوية لمجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC). ويجب تشكيل جميع الموجات الحاملة الفرعية ISC بواسطة تتابع شبه عشوائي من البتات، على النحو الموصوف في الفقرة 5.2.4.1.7.

5.2.4.1.7 تشكيل الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة

إن الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) غير المحمَّلة ببتات حمولة نافعة مشفرة أو المحمَّلة جزئياً ببتات حمولة نافعة مشفَّرة لانسياب مكاني i (i=1,2) – أي، الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة ($ISC^{(i)}$)، والموجات الحاملة الفرعية النشطة في انسياب مكاني i ($ASC^{(i)}$) غير المحمَّلة أو غير المحمَّلة جزئياً (المشار إليها في هذا النص باسم الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) غير المحمَّلة ذات الانسياب المكاني i، $USSC^{(i)}$) – يجب تحميلها بتتابع شبه عشوائي يحدده مولد سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) بمتعدد الحدود $p(x)=x^{23}+x^{18}+1$ المبين في الشكل 7-7. ويجب تشغيل سجل LFSR على الموجات الحاملة الفرعية لكل انسياب مكاني بشكل منفصل. وبعبارة أخرى، يُستهل سجل LFSR بشكل مختلف في كل انسياب مكاني على النحو المبين فيما بعد، ويولد بتات لتحميل الموجات الحاملة الفرعية لكل انسياب مكاني بشكل منفصل. ويُسنَد رقم ابتدائي لمولد LFSR في بداية كل رمز لتعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) برقم ابتدائي يولده ضابط الميدان (DM) ويُستقبل أثناء تسجيل العقدة في الميدان بواسطة المجالين UnloadedSubcarrierInitialSeedStream1 وUnloadedSubcarrierInitialSeedStream2 في مجال المعلومات الفرعي المساعد لمعلومات ميدان MIMO الإضافية (انظر الفقرة 7.8.8) فيما يخص الانسيابين المكانيين 1 و2 على التوالي. ويجب أن يستعمل رمز الحمولة النافعة ذات الترتيب i الرقم الابتدائي S_k حيث k تساوي (i-1)، أساس القسمة 64) + 1، حيث i = 1، 2، 3، 4 .... ويتولد الرقم S_k بإزاحة سجل LFSR إلى الأمام بمقدار 8192*(k-1) من الرقم الابتدائي الأصلي الذي يولده ضابط الميدان (DM). ويرد في الجدولين 7-14 و7-15 مثال على أرقام LFSR الابتدائية للرقم الابتدائي الأولي من $7FFFFF_{16}$ (الانسياب 1) و$7FFFFC_{16}$ (الانسياب المكاني 2).

ملاحظة – تُستعمل الأرقام الابتدائية من S_1 إلى S_{64} لابتداء سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) في رموز الحمولة النافعة، 1-64، 65-128 وهكذا دواليك. وc_1 تقابل أقل البتات دلالة (LSB) للرقم الابتدائي S_k.

ويجب اختيار الأرقام الابتدائية الذي يولده ضابط الميدان (DM) من بين مجموعة الأرقام الابتدائية المسموح بها الواردة في الجدولين 7-12 و7-13، حسب قيمة معرف الميدان (DOD) والانسياب المكاني.

الجدول 7-12 – مجموعة الأرقام الابتدائية المسموحة المتولدة من ضابط الميدان (DM) للموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة لسجل LFSR في الانسياب المكاني 1

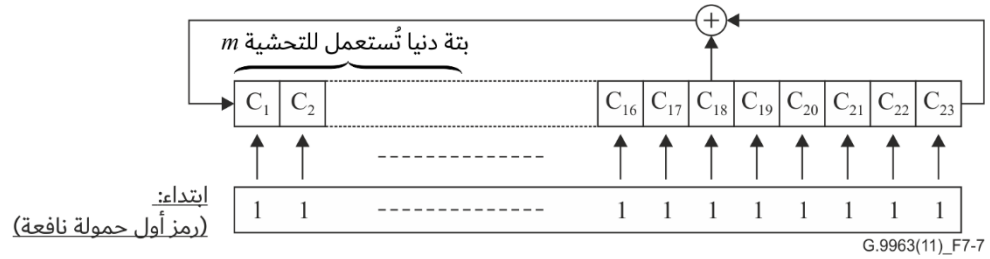
الأرقام الابتدائية المسموحة	DOD
$7FFFFF_{16}$; $003FE0_{16}$; $7FC060_{16}$; $7803F9_{16}$; $0FF813_{16}$; $7EFE80_{16}$; $01FCFC_{16}$; $40202F_{16}$; 038638_{16}	0
$7FFFFF_{16}$; $7DC2E0_{16}$; $70874D_{16}$; $401FB7_{16}$; $61F327_{16}$; $0F78B3_{16}$; $3FDFD7_{16}$; $0DC513_{16}$; $1E73E7_{16}$	1
$7FFFFF_{16}$; $1EB138_{16}$; $731F9B_{16}$; $057B41_{16}$; $4DE53C_{16}$; $7099A3_{16}$; $0080A6_{16}$; $07BC5A_{16}$; $0399C8_{16}$	2
$7FFFFF_{16}$; $3027C4_{16}$; $1F8F1B_{16}$; $30A762_{16}$; $1D8A1F_{16}$; $6FB79B_{16}$; $6E3675_{16}$; $78B9A1_{16}$; $65F92E_{16}$	3
$7FFFFF_{16}$; $5EED10_{16}$; $7F3F09_{16}$; $16E6B5_{16}$; $5FD0FF_{16}$; $1EB13C_{16}$; $6B8DD5_{16}$; $7795D2_{16}$; $3D222E_{16}$	4
$7FFFFF_{16}$; $0174B0_{16}$; $79903D_{16}$; $604F7B_{16}$; $38638D_{16}$; $698A2D_{16}$; $7CE688_{16}$; $50281F_{16}$; $48E4C4_{16}$	5
$7FFFFF_{16}$; $7ABE59_{16}$; 785321_{16}; $26D2B1_{16}$; $0207F8_{16}$; $0B6CAA_{16}$; 306764_{16}; $096B52_{16}$; $12757B_{16}$	6
$7FFFFF_{16}$; 734122_{16}; $1D29EE_{16}$; $4D67BC_{16}$; 073961_{16}; 763502_{16}; $7C58CE_{16}$; $7B4816_{16}$; $5E6F90_{16}$	7
$7FFFFF_{16}$; $0AFC72_{16}$; 198299_{16}; $5AABBE_{16}$; $1E8EDC_{16}$; $618E01_{16}$; $6E289F_{16}$; $5B22F8_{16}$; $416B07_{16}$	8
$7FFFFF_{16}$; 771574_{16}; 779791_{16}; $5D54B7_{16}$; $479BCE_{16}$; $1EBBF8_{16}$; $09EBF4_{16}$; $6926AD_{16}$; $3B5461_{16}$	9
$7FFFFF_{16}$; $06764F_{16}$; $2EC96F_{16}$; $3BFA45_{16}$; $316B09_{16}$; $6876D1_{16}$; $7FEF7B_{16}$; $0ABF31_{16}$; $600E3B_{16}$	10
$7FFFFF_{16}$; $5295BF_{16}$; $3C064C_{16}$; $48FB34_{16}$; $272E4D_{16}$; $32203C_{16}$; $478CF6_{16}$; $7330FC_{16}$; 098416_{16}	11
$7FFFFF_{16}$; $40E0C4_{16}$; $6A49F1_{16}$; 620823_{16}; $44153E_{16}$; $3BD438_{16}$; $0878EA_{16}$; $57EB86_{16}$; $3DA277_{16}$	12
$7FFFFF_{16}$; $12CF23_{16}$; 730171_{16}; 164544_{16}; $1AB7C9_{16}$; $74191A_{16}$; $33A4AA_{16}$; $68843A_{16}$; $3CC639_{16}$	13
$7FFFFF_{16}$; $1A6FB3_{16}$; $068AF6_{16}$; $79DC09_{16}$; $2E8D44_{16}$; $0733A1_{16}$; $24E0D0_{16}$; $3F4001_{16}$; $1D56D2_{16}$	14
$7FFFFF_{16}$; $68BC83_{16}$; $612F91_{16}$; $6E76A9_{16}$; $51F4FC_{16}$; $2B2C4D_{16}$; $2C2B62_{16}$; $05A54A_{16}$; $28476E_{16}$	15

الجدول 7-13 – مجموعة الأرقام الابتدائية المسموحة المتولدة من ضابط الميدان (DM) للموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة لسجل LFSR في الانسياب المكاني 2

الأرقام الابتدائية المسموحة	DOD
$7FFFFC_{16}$;$23AA37_{16}$; $7DEB20_{16}$; $0E7807_{16}$; 422436_{16}; $300E1C_{16}$; 605098_{16}; $7FF53C_{16}$; $0862AD_{16}$;	0
$7FFFFC_{16}$;$18BC69_{16}$; $09ABAB_{16}$; $07F1C5_{16}$; $09E865_{16}$; $2DFE39_{16}$; $718D3B_{16}$; $78861D_{16}$; $6F8AD8_{16}$;	1
$7FFFFC_{16}$;575445_{16}; $02C263_{16}$; $1A717B_{16}$; $40DCAB_{16}$; $48F445_{16}$; $65B11B_{16}$; $4A639A_{16}$; $411C38_{16}$;	2
$7FFFFC_{16}$;$35F937_{16}$; $718D5C_{16}$; $65F51E_{16}$; $361B92_{16}$; $121AD0_{16}$; $2D4A2F_{16}$; $1A4B85_{16}$; 663275_{16};	3
$7FFFFC_{16}$;$2B63B6_{16}$; $50C875_{16}$; $57D522_{16}$; $37E76E_{16}$; $22E7A0_{16}$; $6BC6D9_{16}$; $638DB4_{16}$; $577E3A_{16}$;	4
$7FFFFC_{16}$;$1E2A46_{16}$; $28F7F3_{16}$; $1597A0_{16}$; $30FEA3_{16}$; $7B6B6F_{16}$; $5C5971_{16}$; $733A55_{16}$; $676D31_{16}$;	5
$7FFFFC_{16}$;$5979CF_{16}$; $36D313_{16}$; $47AD56_{16}$; $5A00C9_{16}$; $4636C2_{16}$; $6D49B2_{16}$; $4282E1_{16}$; $1B35FF_{16}$;	6
$7FFFFC_{16}$;$4DBB71_{16}$; $21C06E_{16}$; $187B99_{16}$; $3CE540_{16}$; $49CED1_{16}$; $43C4F6_{16}$; $1CED71_{16}$; $7CC353_{16}$;	7
$7FFFFC_{16}$;$56B9EE_{16}$; $6DC0FF_{16}$; $1143BD_{16}$; $6DA9B9_{16}$; $3D1B0B_{16}$; $3C8027_{16}$; $6878D1_{16}$; $796EE2_{16}$;	8
$7FFFFC_{16}$;$5730B7_{16}$; $07A508_{16}$; $5C950A_{16}$; $5AC4D5_{16}$; $332E0B_{16}$; $04B478_{16}$; 068575_{16}; 276853_{16};	9
$7FFFFC_{16}$;$32BC04_{16}$; $718EAA_{16}$; $2D7E9F_{16}$; $348B03_{16}$; $7FFD87_{16}$; $0CD6D5_{16}$; $411EBB_{16}$; $3FD43A_{16}$;	10
$7FFFFC_{16}$;$4225A7_{16}$; 782501_{16}; $33C567_{16}$; $337AC6_{16}$; $07C3D0_{16}$; $7615E2_{16}$; $053D21_{16}$; $1E0459_{16}$;	11
$7FFFFC_{16}$;$2C72B3_{16}$; $161AE5_{16}$; 495760_{16}; $11EE60_{16}$; $5F4D85_{16}$; $156B20_{16}$; $42F91A_{16}$; $78D261_{16}$;	12
$7FFFFC_{16}$;$753D0D_{16}$; $2F8603_{16}$; $29751B_{16}$; $29DE16_{16}$; $26AC1C_{16}$; $3193F4_{16}$; $1C5B5D_{16}$; $0D3447_{16}$;	13
$7FFFFC_{16}$;$34D324_{16}$; $7586CA_{16}$; $6F43D9_{16}$; $77FB03_{16}$; $1170EA_{16}$; $5D9297_{16}$; $249A77_{16}$; $1A76ED_{16}$;	14
$7FFFFC_{16}$;$127C77_{16}$; $532AD6_{16}$; $5ED02D_{16}$; $40C4AC_{16}$; $3CA7A7_{16}$; $589E59_{16}$; $41C05B_{16}$; $0881D6_{16}$;	15

وتكون أول قيمة مسموحة لكل انسياب مكاني مشتركة بين جميع معرفات الميدان (DOD) وتدعى الرقم الابتدائي المبدئي لمولدات الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة لسجل LFSR في ذلك الانسياب المكاني. والأثمون الذي يتألف من رقمين ابتدائيين مبدئيين يسمى القيمة المبدئية لمولدات الموجة الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة لسجل LFSR متعددة الدخل/متعددة الخرج (MIMO).

ويتقدم سجل LFSR، في كل انسياب مكاني *i*، ببتتين عن كل موجة حاملة فرعية (في SSC وMSC على السواء) لكل رمز من رموز الحمولة النافعة. وتكون بتتا LFSR اللتان تقابلان مؤشر 0 للموجة الحاملة الفرعية في كل انسياب مكاني (c_1, c_2) من رقم الابتداء. وتكون بتتا LFSR اللتان تقابلان مؤشر 1 للموجة الحاملة الفرعية في كل انسياب مكاني (c_1, c_2) بعد انزياحين وهكذا دواليك. وبالنسبة لتشكيل الموجات الحاملة الفرعية غير المحمَّلة، تعالَج رموز ACE بنفس الطريقة التي تعامل بها رموز الحمولة النافعة بفارق واحد مقارنة برموز الحمولة النافعة الأخرى: تُنشأ رموز ACE كانسياب مكاني واحد، بدلاً من انسيابين مكانيين. ويعني ذلك أن سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) الذي يعمل في الانسياب المكاني 1 هو وحده الذي يعمل على رموز ACE.



الشكل 7-7 – سجل LFSR لتشكيل الموجات الحاملة الفرعية غير المحمَّلة والمحمَّلة جزئياً في كل من الانسيابين المكانيين

الجدول 7-14 – مثال للأرقام الابتدائية لسجل LFSR في رقم ابتدائي أولي يولده ضابط الميدان (DM) هو $7FFFFF_{16}$ للانسياب المكاني 1

مؤشر الرقم الابتدائي k	الرقم الابتدائي (S_k)
1	$7FFFFF_{16}$
2	$26B489_{16}$
3	$278A91_{16}$
4	$15F4ED_{16}$
5	$5B4CB1_{16}$
6	$2F021F_{16}$
7	$7A64C1_{16}$
8	$414CD7_{16}$
9	$649D5E_{16}$
10	134826_{16}
11	$2A3DFC_{16}$
12	$2B9570_{16}$
13	$3C6777_{16}$
14	757986_{16}
15	103962_{16}
16	$0DB87B_{16}$
17	076287_{16}
18	$3E1A31_{16}$
19	$05DE6D_{16}$
20	$5C5B4E_{16}$
21	596413_{16}
22	$0613D9_{16}$
23	$19504A_{16}$
24	$50FDE0_{16}$
25	$5CD048_{16}$
26	$66C646_{16}$
27	$7169B3_{16}$
28	480497_{16}
29	$053FE3_{16}$
30	$51F1B1_{16}$
31	$7D2BA0_{16}$
32	$11E4D8_{16}$
33	037144_{16}
34	278587_{16}
35	$2CF7F7_{16}$
36	$027D46_{16}$
37	$70A7EB_{16}$
38	$4C622C_{16}$
39	$54DC68_{16}$

الجدول 7-14 – مثال للأرقام الابتدائية لسجل LFSR في رقم ابتدائي أولي يولده ضابط الميدان (DM) هو $7FFFFF_{16}$ للانسياب المكاني 1

مؤشر الرقم الابتدائي k	الرقم الابتدائي (S_k)
40	$01715E_{16}$
41	$274A7B_{16}$
42	$55238D_{16}$
43	$008B06_{16}$
44	$3FA255_{16}$
45	$777A6A_{16}$
46	$5154DD_{16}$
47	$55C203_{16}$
48	$0D21F9_{16}$
49	$1BEDE6_{16}$
50	$608D6B_{16}$
51	$4B75D3_{16}$
52	$22BA64_{16}$
53	$7D0646_{16}$
54	$7F56E6_{16}$
55	614333_{16}
56	$4F1368_{16}$
57	$7359EF_{16}$
58	$2D86A9_{16}$
59	$25373D_{16}$
60	258466_{16}
61	$4CE92A_{16}$
62	$6B7E3D_{16}$
63	$760B34_{16}$
64	$761EA6_{16}$

الجدول 7-15 – مثال للأرقام الابتدائية لسجل LFSR في رقم ابتدائي أولي يولده ضابط الميدان (DM) هو $7FFFFC_{16}$ للانسياب المكاني 2

مؤشر الرقم الابتدائي k	الرقم الابتدائي (S_k)
1	$7FFFFC_{16}$
2	$1AD227_{16}$
3	$1E2A46_{16}$
4	$57D3B5_{16}$
5	$6D32C5_{16}$
6	$3C087E_{16}$
7	699305_{16}
8	$05335F_{16}$

الجدول 7-15 – مثال للأرقام الابتدائية لسجل LFSR في رقم ابتدائي أولي يولده ضابط الميدان (DM) هو $7FFFFC_{16}$ للانسياب المكاني 2

مؤشر الرقم الابتدائي k	الرقم الابتدائي (S_k)
9	$12757B_{16}$
10	$4D209B_{16}$
11	$28F7F3_{16}$
12	$2E55C2_{16}$
13	$719DDD_{16}$
14	$55E61A_{16}$
15	$40E588_{16}$
16	$36E1ED_{16}$
17	$1D8A1F_{16}$
18	$7868C7_{16}$
19	$1779B5_{16}$
20	$716D3A_{16}$
21	$65904F_{16}$
22	$184F66_{16}$
23	654129_{16}
24	$43F782_{16}$
25	734122_{16}
26	$1B1919_{16}$
27	$45A6CE_{16}$
28	$20125E_{16}$
29	$14FF8D_{16}$
30	$47C6C7_{16}$
31	$74AE82_{16}$
32	479361_{16}
33	$0DC513_{16}$
34	$1E161E_{16}$
35	$33DFDD_{16}$
36	$09F51A_{16}$
37	$429FAF_{16}$
38	$3188B2_{16}$
39	$5371A2_{16}$
40	$05C579_{16}$
41	$1D29EE_{16}$
42	$548E37_{16}$
43	$022C18_{16}$
44	$7E8956_{16}$
45	$5DE9A8_{16}$
46	455377_{16}
47	$57080F_{16}$

الجدول 7-15 – مثال للأرقام الابتدائية لسجل LFSR في رقم ابتدائي أولي يولده ضابط الميدان (DM) هو $7FFFFC_{16}$ للانسياب المكاني 2

مؤشر الرقم الابتدائي k	الرقم الابتدائي (S_k)
48	$3487E5_{16}$
49	$6FB79B_{16}$
50	$0235AF_{16}$
51	$2DD74D_{16}$
52	$0AE993_{16}$
53	$74191A_{16}$
54	$7D5B98_{16}$
55	$050CCE_{16}$
56	$3C4DA1_{16}$
57	$4D67BC_{16}$
58	$361AA4_{16}$
59	$14DCF4_{16}$
60	161198_{16}
61	$33A4AA_{16}$
62	$2DF8F4_{16}$
63	$582CD1_{16}$
64	$587A99_{16}$

يكون تشكيل الموجات الحاملة الفرعية التي لا تحمل ببتات حمولة نافعة مشفرة، في كل انسياب مكاني *i*، على النحو التالي:

1) لدى البدء من أول رمز OFDM للحمولة النافعة، تشكَّل كل موجة حاملة فرعية من مجموعة $ISC^{(i)}$ (أي الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة في الانسياب المكاني *i*، *i*=1,2) ببتتين هما البتتان الأقل دلالة (LSB) من سجل LFSR، c_1 وc_2، باستعمال خارطة ارتباطات الكوكبة المؤلفة من بتتين والمعرَّفة في الفقرة 1.3.4.1.7 (تُرسل c_1 أولاً).

2) في كل رمز OFDM للحمولة النافعة، إذا كان عدد بتات الانسياب المكاني i، في إطار الرموز لا يملأ كامل الرمز، تُستعمل البتات من سجل LFSR لملء باقي إطار الرموز في ذلك الانسياب المكاني i، وذلك بأخذ زمر أقل بتات $m^{(i)}$ دلالة من سجل LFSR (البتات c_1 إلى $c_{m^{(i)}}$ من سجل LFSR، وتُرسَل c_1 أولاً) ورسم خارطة ارتباطاتها مع الموجات الحاملة الفرعية المتبقية، حيث $m^{(i)}$ هو عدد البتات الموزَّعة لموجة حاملة فرعية في الانسياب *i* على النحو المعرَّف في جدول BAT لهذا الانسياب المكاني. وبالنسبة لأول موجة حاملة فرعية محشوة في الانسياب المكاني *i*، إذا كانت بتات $n^{(i)}$ من بتات $m^{(i)}$ المحمّلة هي بتات بيانات ($n^{(i)} < m^{(i)}$)، يتعين تحميل بتات البيانات هذه كأقل البتات دلالة من زمرة البتات ذات خارطة الارتباطات مع نقطة الكوكبة، ويتعين استعمال بتات $m^{(i)}–n^{(i)}$ من سجل LFSR (البتات c_1 إلى $c_{m^{(i)}-n^{(i)}}$ من سجل LFSR، وتُرسَل c_1 أولاً) كأكثر البتات دلالة من زمرة البتات ذات خارطة الارتباطات مع نقطة الكوكبة، بدءاً من أقل البتات دلالة في سجل LFSR.

3) في حالة رموز مسبار تقدير قناة انسياب مكاني واحد (1 SS) أو رموز مسبار تقدير قناة انسيابين مكانيين (2 SS)، بدءاً من بداية رمز OFDM للحمولة النافعة الأولى، تشكَّل كل موجة حاملة فرعية من مجموعة $ISC^{(i)}$ (أي الموجات الحاملة الفرعية غير النشطة في الانسياب المكاني i، i=12) ببتتين هما البتتان الأقل دلالة (LSB) من سجل LFSR، c_1 وc_2، باستعمال خارطة ارتباطات الكوكبة المؤلفة من بتتين والمعرَّفة في الفقرة 1.3.4.1.7 (تُرسل c_1 أولاً).

وفي كل انسياب مكاني i، يجري تحميل بتات من سجل LFSR على حاملات فرعية بترتيب المؤشرات المنطقية (أي بنفس الطريقة التي يجري بها تحميل البيانات فوق رموز الحمولة النافعة)، وفقاً لفهرسة الموجة الحاملة الفرعية المعرَّفة في الفقرة 1.4.1.7. ويجب أن يبدأ تشكيل الموجات الحاملة الفرعية غير المحمَّلة من الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) غير المحمَّلة في الانسياب المكاني i، USSC$^{(i)}$، ذي أدنى مؤشر منطقي لرمز الحمولة النافعة الأولى، وأن يستمر بترتيب تصاعدي للمؤشرات المنطقية وصولاً إلى الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة في الانسياب المكاني i، USSC$^{(i)}$، ذي أعلى مؤشر منطقي لرمز الحمولة النافعة الأولى، وأن يتابع مع الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) غير المحمَّلة في الانسياب المكاني i، USSC$^{(i)}$، ذي أدنى مؤشر منطقي لرمز الحمولة النافعة الثانية، وأن يستمر بترتيب تصاعدي للمؤشرات المنطقية وصولاً إلى الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة في الانسياب المكاني i، USSC$^{(i)}$، ذي أعلى مؤشر منطقي لرمز الحمولة النافعة الثانية، وأن يتابع مع الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) غير المحمَّلة في الانسياب المكاني i، USSC$^{(i)}$، ذي أعلى مؤشر منطقي لرمز الحمولة النافعة الأخيرة.

ويجري تحميل الموجات الحاملة الفرعية النشطة في كل انسياب مكاني i (ASC$^{(i)}$) من مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) حسب جدول BAT المقابل للانسياب المكاني i على النحو المعرَّف في الفقرة 2.2.4.1.7.

3.4.1.7 مشفّر الكوكبة

1.3.4.1.7 خارطة ارتباطات الكوكبة

تُرسم خارطة ارتباطات الكوكبة بصورة مستقلة عن كل انسياب مكاني. وتربط خارطة ارتباطات الكوكبة كل زمرة من البتات المحمَّلة على موجة حاملة فرعية لانسياب مكاني معيَّن، بقيم I (العنصر ذو الطور المواكب) وQ (العنصر ذو الطور المتعامد) في مخطط الكوكبة. وتربط كل زمرة واردة من b بتات $\{d_{b-1}, d_{b-2}, \ldots d_0\}$ بقيم I وQ محددة ومحسوبة على النحو الموصوف في هذه الفقرة.

ويتعين رسم خارطة ارتباطات كل زمرة بتات $\{d_{b-1}, d_{b-2}, \ldots d_0\}$ مع خارطة ارتباطات الكوكبة بدءاً بأقل البتات دلالة، d_0.

1.1.3.4.1.7 كوكبات الأعداد الزوجية من البتات

انظر الفقرة 1.1.3.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.1.3.4.1.7 كوكبات الأعداد الفردية من البتات

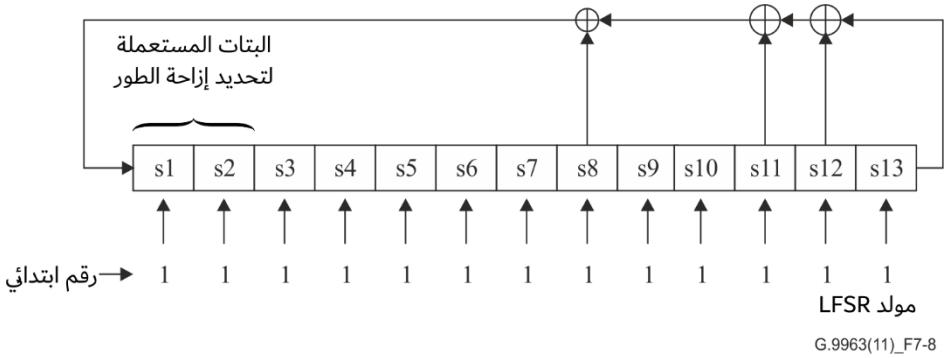
انظر الفقرة 2.1.3.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.3.4.1.7 تدريج الكوكبات

انظر الفقرة 2.3.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.3.4.1.7 مخلِّط الكوكبة

ينزاح طور نقاط الكوكبة المتولدة من خارطة ارتباطات الكوكبة وفقاً للتتابع شبه العشوائي المتولد بواسطة مولد سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR)، على النحو المبين في الشكل 7-8.



الشكل 7-8 – مخلِّط الكوكبة

ويجب ان ينفِّذ مولد LFSR متعدد الحدود $g(x) = x^{13}+ x^{12}+ x^{11}+x^{8}+1$.

ويتقدم سجل LFSR ببتتين عن كل موجة حاملة فرعية. وبالنسبة للرأسية وتقدير قناة إضافية (ACE) والحمولة النافعة، تخصَص بتات للموجات الحاملة الفرعية في الانسيابات المكانية بالترتيب التالي:

- بدءاً من الموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر المنطقي الأدنى، يجب القيام بما يلي:
  - تؤخذ البتتان الأقل دلالة، s1 وs2، من السجل لتحديد انزياح الطور المطبق على نقطة الكوكبة في الانسياب المكاني 1 المرتبط بهذه الموجة الحاملة الفرعية، وفقاً للجدول 7-16.
  - إذا تألف الرمز من انسيابين مكانيين، يجب استعمال نفس البتتين، s1 وs2، لتحديد انزياح الطور المطبق على نقطة كوكبة الانسياب المكاني 2 المرتبط بهذه الموجة الحاملة الفرعية، وفقًا للجدول 7-16؛ وإلا يصار إلى تخطي هذه الخطوة.
  - بعدئذ يتقدم سجل LFSR ببتتين.
- يُنتقل إلى الموجة الحاملة الفرعية التالية في ترتيب المؤشر المنطقي (انظر الفقرة 1.4.1.7). وتنفَّذ نفس العمليات الواردة في النقطة السابقة بالنسبة لهذه الموجة الحاملة الفرعية.
- يُنتقل إلى الموجة الحاملة الفرعية ذات المؤشر المنطقي الأعلى. وتنفَّذ أيضاً، بالنسبة لهذه الموجة الحاملة الفرعية، نفس العمليات الموصوفة في النقطة السابقة.

الجدول 7-16 – انزياح طور الكوكبة مقابل خرج سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR)

انزياح الطور (rad)	خرج LFSR	
	s1	s2
0	0	0
$\pi/2$	1	0
π	0	1
$3\pi/2$	1	1

وبالنسبة للرأسية وتقدير قناة إضافية (ACE) والحمولة النافعة، يكون انزياح LFSR في المؤشر i للموجة الحاملة الفرعية $2i$ (لكل من SSC وMSC). وتكون بتتا LFSR اللتان تقابلان المؤشر 0 للموجة الحاملة الفرعية (s_1, s_2) في الرقم الابتدائي. وتكون بتتا LFSR اللتان تقابلان المؤشر 1 للموجة الحاملة الفرعية (s_1, s_2) بعد انزياحين، وهكذا دواليك.

وبالنسبة للتمهيد، تكون إشارات INUSE وPR وNACK وIDPS، وانزياح LFSR لمؤشر الموجة الحاملة الفرعية $2i$ ($i \times k_m$) حيث يشير k_m إلى مضاعف مباعدة الموجة الحاملة الفرعية للمقطع m من التمهيد (انظر الفقرة 3.6.4.1.7).

ويُستهل مولد LFSR بالرقم الابتدائي $1FFF_{16}$ لكل رمز OFDM. وتقابل s1 أقل البتات دلالة في لرقم الابتدائي. ويجب تطبيق تخليط الكوكبة على رأسية إطار PHY وACE وجميع رموز الحمولة النافعة بتدوير خارطة ارتباطات نقطة الكوكبة $Z^0_{i,l}$ القائمة أصلاً بانزياح الطور بواقع θ للحصول على القيمة المعقدة لنقطة $Z^0_{i,l}$ في دخل تحويل فورييه المنفصل المعكوس (IDFT) (انظر الفقرة 1.5.4.1.7).

$$Z_{i,l} = Z^0_{i,l} \cdot \exp(j\theta).$$

4.4.1.7 خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx)

إن مدخلات خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx) هي الانسيابات المكانية عند مخرجات مشفر الكوكبة. والمخرجات هي انسيابات إرسال محولة إلى عينات الميدان الزمني بواسطة مشكِّل OFDM وموصولة بمنافذ المرسِل. ويعمل راسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل حسب كل موجة حاملة فرعية على حدة. وهو يرسم خارطة ارتباطات أزواج من نقاط الكوكبة، المخصصة لانسيابين مكانيين على نفس الموجة الحاملة الفرعية، مع زوج معدل من الإشارات الموصولة (بعد تشكيل OFDM، أي IDFT) بمنافذ المرسِل، وفقاً لجدول توزيع خارطة ارتباطات (MAT) مَنفذ المرسل. ويرد فيما يلي وصف تشغيل خارطة ارتباطات منفذ المرسل.

وتُعتمد الرموز التالية:

$S_{in,i}^{(j)}$ – نقطة إشارة الدخل، المرتبطة بالموجة الحاملة الفرعية i (i=0,…,N-1)، لانسياب مكاني j (j=1,2)

$S_{out,i}^{(k)}$ – نقطة إشارة الخرج، المرتبطة بالموجة الحاملة الفرعية i (i=0,…,N-1)، لانسياب إرسال k (k=1,2)

وفي الحالات التي لا يستعمل فيها إلا انسياب مكاني واحد، $S_{in,i}^{(2)} = 0$.

يُرمز إلى "خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx)" للموجة الحاملة الفرعية i بما يلي:

$$TPM_i = \begin{bmatrix} TPM_{11,i} & TPM_{12,i} \\ TPM_{21,i} & TPM_{22,i} \end{bmatrix}, i = 0,\ldots,N-1,$$

حيث يشير $TPM_{kj,i}$ إلى خارطة ارتباطات من الانسياب المكاني j مع انسياب الإرسال k في موجة حاملة فرعية i.

وتُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ الإرسال لكل موجة حاملة فرعية i وفقاً لما يلي:

$$\begin{bmatrix} S_{out,i}^{(1)} \\ S_{out,i}^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} TPM_{11,i} & TPM_{12,i} \\ TPM_{21,i} & TPM_{22,i} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S_{in,i}^{(1)} \\ S_{in,i}^{(2)} \end{bmatrix}, i = 0,\ldots,N-1$$

وتوصف خارطة ارتباطات معيَّنة بمصفوفات ارتباطات محددة، معرّفة في الفقرة 1.4.4.1.7 وجدول MAT، على النحو المعرف في الفقرة 2.4.4.1.7.

أما خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (أي انسياب إرسال) مع توليفة فعلية من الموصلات (كما في حالة الخط الكهربائي، حيث يصار إلى توصيل منفذ المرسِل 1 بمطراف P-N) حسب تقدير البائع. بيد أن خارطة الارتباطات هذه لن تتغيّر بمجرد تسجيل عقدة في ميدان ما.

1.4.4.1.7 مصفوفات خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) محدد

1.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "مباشرة"، *TPM* #0

تكون مصفوفة خارطة ارتباطات "مباشرة" لمنفذ مرسِل في انسيابين مكانيين هي مصفوفة الهوية:

$$TPM\ \#0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "الازدواج"، *TPM* #1

تكون مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل "الازدواج" لانسياب مكاني وحيد كما يلي:

$$TPM\ \#1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

3.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "الازدواج والإبطال"، *TPM* #2

تكون مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل "الازدواج والإبطال" لانسياب مكاني وحيد كما يلي:

$$TPM\ \#2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

4.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 1"، *TPM* #3

تكون مصفوفة خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 1" لانسيابين مكانيين كما يلي:

$$TPM\ \#3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

5.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 2"، *TPM* #4

تكون مصفوفة خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 2" لانسيابين مكانيين كما يلي:

$$TPM\ \#4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

6.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "التشفير المسبق"، *TPM* #5

تتحدد مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل "التشفير المسبق" لانسيابين مكانيين بالزاويتين θ وφ، ويجب أن تكون هذه المصفوفة على النحو التالي:

$$TPM\ \#5 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} e^{j\varphi}\cos\theta & -e^{j\varphi}\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}; \quad 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}; \quad 0 \le \varphi < 2\pi$$

وتمثَّل الزاويتان θ وφ كمياً ببتات B_1 وB_2 على التوالي. وتكون هذه القيم إما $B_1 = B_2 = 4$ بتات أو $B_1 = B_2 = 8$ بتات على النحو المبيّن في الفقرتين 3.7.1.11.8 و5.7.1.11.8. ويرد وصف اتصال مؤشرات الزاوية في الفقرة 11.8. وفي ضوء مؤشري الطور P_1 وP_2 للزاوتين θ وφ، على التوالي، $0 \le P_1 \le 2^{B_1} - 1$; $0 \le P_2 \le 2^{B_2} - 1$، لموجة حاملة فرعية ما، يستعمل المرسل خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل TPM#5 وفيها:

$$\theta = \frac{\pi \cdot (2P_1 + 1)}{2^{B_1+2}} \text{ and } \varphi = \frac{\pi \cdot (2P_2 + 1)}{2^{B_2}}.$$

ملاحظة – تدعو الحاجة لمراعاة متطلبات مطال متجه الخطأ (EVM) للمرسل عند إعادة توليد مصفوفة خارطة ارتباطات التشفير المسبق في المرسِل.

7.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "التشفير المسبق بدون دخل الانسياب المكاني 2 (SS 2)"، *TPM* #6

تتحدد مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل "التشفير المسبق بدون دخل الانسياب المكاني 2 (SS 2)"، بالزاويتين θ وφ، ويجب أن تكون هذه المصفوفة على النحو التالي:

$$TPM\ \#6 = \begin{bmatrix} e^{j\varphi}\cos\theta & 0 \\ \sin\theta & 0 \end{bmatrix}; \quad 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}; \quad 0 \le \varphi < 2\pi$$

ويرد وصف التمثيل الكمي للزاويتين θ وφ في الفقرة 6.1.4.4.1.7.

8.1.4.4.1.7 خارطة ارتباطات "التشفير المسبق بدون دخل الانسياب المكاني 1 (SS 1)"، *TPM* #7

تتحدد مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) للاستعمال في التشفير المسبق مع إرسال الانسياب المكاني 2 بالزاويتين θ وφ، ويجب أن تكون هذه المصفوفة على النحو التالي:

$$TPM\ \#7 = \begin{bmatrix} 0 & -e^{j\varphi}\sin\theta \\ 0 & \cos\theta \end{bmatrix}; \quad 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}; \quad 0 \le \varphi < 2\pi$$

ويرد وصف التمثيل الكمي للزاويتين θ وφ في الفقرة 6.1.4.4.1.7.

2.4.4.1.7 جدول توزيع خارطة ارتباطات (MAT) مَنفذ مرسِل

تُعرَّف خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل بجدول توزيع خارطة ارتباطات (MAT) مَنفذ مرسِل الذي يربط مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية بمصفوفات خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل المحددة المطبقة على هذه الموجات الحاملة الفرعية. يجب أن يكون ترتيب مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية في جدول MAT ترتيباً تصاعدياً، من أصغر مؤشر إلى أكبر مؤشر، وفق فهرسة الموجات الحاملة الفرعية المحددة في الفقرة 1.4.1.7 (كما هو الحال في جداول BAT).

ويشكِّل جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) الذي تستعمله العقدة في إطار معين للطبقة المادية (PHY) جزءاً من جدول BMAT (الموصَّف في الفقرة 3.4.4.1.7) ويبلَّغ إلى عقدة (أو عقد) الاستقبال في مجال BMAT_ID من المجالات الخاصة بنمط إطار الطبقة المادية MSG/BMSG/BACK/PROBE في رأسية إطار الطبقة المادية، على النحو الموصوف في الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

ويتعين أن يقتصر استعمال جدول MAT على خارطة ارتباطات انسيابين مكانيين وحصراً مع مصفوفات خارطة ارتباطات منفذ المرسل TPM#0 وTPM#3 وTPM#4 وTPM#5 وTPM#6 وTPM#7. وتُحدد مصفوفتا خارطة ارتباطات منفذ المرسل1TPM# وTPM#2 لتوصيف خارطة ارتباطات منفذ الإرسالات باستعمال انسياب مكاني وحيد. وفي هذه الحالة، تنطبق مصفوفة خارطة ارتباطات منفذ المرسل نفسها على جميع الموجات الحاملة الفرعية.

1.2.4.4.1.7 جداول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) المعرَّفة مسبقاً

تعرَّف جداول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) التالية المعرَّفة مسبقاً:

1) جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) المعرَّف مسبقاً من النمط 0: خارطة ارتباطات منتَظمة لمنفذ مرسِل باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 1" (*TPM*#3) المعرَّفة في الفقرة 4.1.4.4.1.7 على مجموعة الموجات الحاملة الفرعية التي تستعملها جداول BAT المقابلة للانسيابين المكانيين (أي على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة PMSC أو مجموعتي PMSC وRMSC).

2) جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) المعرَّف مسبقاً من النمط 1: خارطة ارتباطات منتَظمة لمنفذ مرسِل باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "مَنفذ المرسِل 2" (*TPM*#4)، المعرَّفة في الفقرة 5.1.4.4.1.7 على مجموعة الموجات الحاملة الفرعية التي تستعملها جداول BAT المقابلة للانسيابين المكانيين (أي على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة PMSC أو مجموعتي PMSC وRMSC).

3) جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) المعرَّف مسبقاً من النمط 2: خارطة ارتباطات منتَظمة لمنفذ مرسِل باستعمال مصفوفة خارطة الارتباطات المباشرة (*TPM*#0) المعرَّفة في الفقرة 1.1.4.4.1.7 على مجموعة الموجات الحاملة الفرعية التي تستعملها جداول BAT المقابلة للانسيابين المكانيين (أي على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة PMSC أو مجموعتي PMSC وRMSC).

ويتعين أن تدعم كل عقدة جداول توزيع خارطة الارتباطات المعرَّفة مسبقاً من النمط 0 و1 و2.

2.2.4.4.1.7 جداول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) وقتَ التنفيذ

إن جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) وقتَ التنفيذ يربط مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC) مع خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل المرتبط بكل موجة حاملة فرعية. وفي إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يُختار توزيع خارطة الارتباطات إلى جانب جداول توزيع البتات (BAT). ويسمى هذا التوزيع المجمع جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) ويرد وصفه في الفقرة 3.4.4.1.7.

3.2.4.4.1.7 جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) مع فرز التشفير المسبق للموجات الحاملة الفرعية

كلما استعمل الأسلوب متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) 1 أو 2 (انظر الفقرة 11.8)، يجوز أن يستعمل المستقبِل فرز التشفير المسبق للموجات الحاملة الفرعية $PG = 1$ (بدون فرز) أو 2 أو 4 أو 8 أو 16 من الموجات الحاملة الفرعية بترددات لاحقة لإبلاغ معلمات التمثيل الكمي للتشفير المسبق (الزوايا) إلى المرسل. وفي حال استعمال فرز التشفير المسبق ($PG > 1$)، يجب أن تستعمل جميع الموجات الحاملة الفرعية لنفس الزمرة (عدد الموجات الحاملة الفرعية في زمرة ما هو PG) معلمات التشفير المسبق (الزوايا) نفسها. ويجب أن تشتمل الزمرة الأولى على الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) بترتيب تصاعدي لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية المعرَّفة في الفقرة 1.4.1.7. وإذا تضمنت زمرة موجات حاملة فرعية مقنَّعة (مثل MSC) أو امتدت إلى ما أبعد من مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المطبَّقة، يجب أن تطبق العقدة معلمات التشفير المسبق (الزوايا) المخصصة لهذه الزمرة فقط على مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المطبَّقة. والقيمة المبدئية هي $PG = 1$.

ويمكن التفاوض بشأن فرز التشفير المسبق (PG) خلال ابتداء تقدير القنوات باستعمال رسائل MCE_Initiation.req وMCE_Initiation.cnf، على النحو المحدد في الفقرة 1.1.1.11.8. وبالإضافة إلى هذه الرسائل، يجب الإبلاغ عن فرز التشفير المسبق في رسالة MCE_ParamUpdate.req، عند الإبلاغ عن جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) (إذا تضمن جدول BMAT هذا معلمات التشفير المسبق)، على النحو الموصوف في الفقرة 1.11.8.

3.4.4.1.7 جداول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT)

يتألف جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) من توليفة من العناصر التالية:

- جداول توزيع بتات (BAT) الحمولة النافعة لإطار الطبقة المادية (PHY) (انظر الفقرة 2.2.4.1.7):
  - جدول توزيع بتات (BAT) الانسياب المكاني 1، BAT[1].
  - جدول توزيع بتات (BAT) الانسياب المكاني 2، BAT[2].
- جدول توزيع خارطة ارتباطات (MAT) مَنفذ مرسِل الحمولة النافعة لإطار الطبقة المادية (PHY) (الموصَّف في الفقرة 2.4.4.1.7).

ويجب أن يبلَّغ جدول BMAT، الذي تستعمله العقدة في إطار معين للطبقة المادية (PHY)، إلى عقدة (أو عقد) الاستقبال في مجال BMAT_ID من المجالات الخاصة بنمط إطار طبقة MSG/BMSG/BACK/PROBE المادية في رأسية إطار الطبقة المادية، على النحو الموصوف في الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

1.3.4.4.1.7 جداول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) المعرَّفة مسبقاً ووقتَ التنفيذ

يصف الجدول 7-3 توليفات مختلفة من جدولي BAT وجدول MAT تؤلف جدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT). ويتألف جدول BMAT من توزيعات معرَّفة مسبقاً (قيم معرفات BMAT_ID في المدى من 0 إلى 11) ومن توزيعات وقت التنفيذ (قيم معرفات BMAT_ID في المدى من 16 إلى 27).

ويمكن تعريف جداول BMAT وقتَ التنفيذ بعقدة الاستقبال (جدول BMAT المحدَد بالمستقبِل) لقناة محددة ترسِل إلى مقصد شبكي واحد، أو تختارها عقدة الإرسال (جدول BMAT المحدَد بالمرسِل) لقناة محددة ترسِل إلى مقاصد شبكية متعددة. ويجب الإبلاغ عن جداول BMAT وقتَ التنفيذ من العقدة التي تولد جدول BMAT إلى النظير (من قبيل عقدة تصدر إرسالاً إلى مقاصد شبكية متعددة ويصل إلى عدة عقد أخرى فيبلِّغ جميع العقد المستقبِلة بجدول BMAT قبل إرسال البيانات) (انظر الفقرة 11.8 والفقرة 16.8).

ويجب إنشاء جداول BMAT وقتَ التنفيذ بحيث ينقل تشفير جدولي BAT المكونين لجدول BMAT معلومات خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx) بالإضافة إلى معلومات تحميل البتات لكل موجة حاملة فرعية. ويجب تخصيص القيم إما في المدى من 0 إلى 12 أو قيمة 15 الخاصة لكل موجة حاملة فرعية في كل انسياب مكاني وفق القواعد التالية (انظر أيضًا الجدول 8-27):

- في الحالات التي يتعين أن تخصَص فيها، بالنسبة لموجة حاملة فرعية محددة، إما خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) واحد (أي *TPM*#3 أو *TPM*#4) أو تشفير مسبق بخارطة ارتباطات انسياب مكاني وحيد (أي *TPM*#6 أو *TPM*#7)، تخصَص قيمة 15 للانسياب المكاني الذي لا خارطة ارتباطات له في مَنفذ مرسِل. ويوزَّع هذا الانسياب بحمولة بتات صفرية ولا يُحمّل ببتات ينتجها سجل LFSR بصورة شبه عشوائية (رغم تقدم سجل LFSR خلال هذا الانسياب وهذه الموجة الحاملة الفرعية). ويخصص للانسياب المكاني الآخر قيمة في المدى من 0 إلى 12. وتشير القيمة 0 إلى أن البتات تؤخذ من سجل LFSR (سجل LFSR المستعمل لتحميل "موجات حاملة فرعية غير محمَّلة"، انظر الفقرة 5.2.4.1.7) وتحمَّل على هذا الانسياب المكاني.
- في الحالات التي يتعين أن تخصَص فيها، بالنسبة لموجة حاملة فرعية محددة، خرائط ارتباطات للانسيابين مكانيين لمنفذي مرسِلين (أي، *TPM*#0 أو *TPM*#5)، تخصَص قيم في المدى من 0 إلى 12 للانسيابين المكانيين. وتشير القيمة 0 إلى أن البتات تؤخذ من سجل LFSR تُستعمل لتحميل "موجات حاملة فرعية غير محمَّلة" (انظر الفقرة 5.2.4.1.7) وتحمَّل على الانسياب المكاني المحدد والموجة الحاملة الفرعية المحددة. وتشير القيم الأخرى في المدى من 1 إلى 12 إلى عدد البتات المحمَّلة على الموجة الحاملة الفرعية.

2.3.4.4.1.7 جداول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) المحدَدة بالمرسِل والمحدَدة بالمستقبِل

يُعرّف نمطان من خارطة الارتباطات: المحدَدة بالمرسِل والمحدَدة بالمستقبِل. وفي خارطة الارتباطات المحدَدة بالمرسِل، يعرّف جدول BMAT بالمرسِل ويكون إما جدول BMAT معرَّف مسبقاً أو يبلَّغ إلى جميع عقد المقصد قبل الإرسال باستعمال بروتوكول تقدير القناة للإرسال إلى مقصد شبكي واحد (انظر الفقرة 11.8) وبالإضافة إلى ذلك باستعمال بروتوكول الإسناد للإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة (انظر الفقرة 16.8). وفي حالة خارطة الارتباطات المحدَدة بالمستقبِل، يعرّف جدول BMAT بمستقبِل عقدة المقصد ويبلَّغ إلى المرسِل باستعمال بروتوكول تقدير القناة.

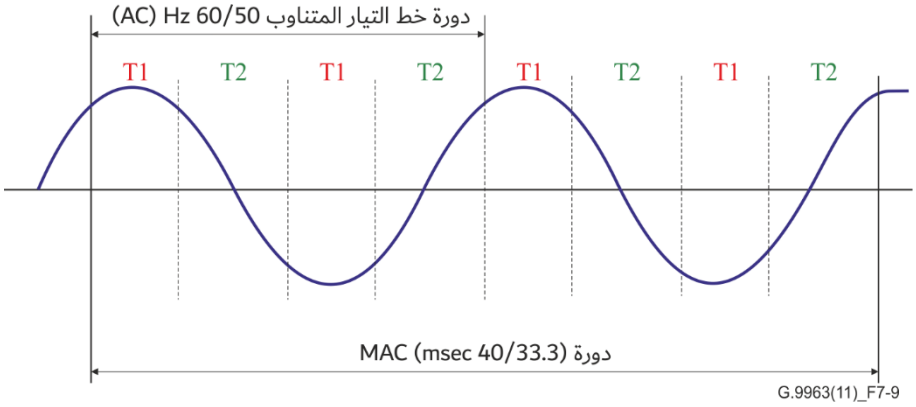
وللإرسال إلى مقصد شبكي واحد، تستعمل العقدة إما أحد جداول BMAT المعرَّفة مسبقاً أو BMAT وقتَ التنفيذ المحدَدة بالمستقبِل.

ويمكن لإرسالات الطبقة المادية (PHY) إلى مقاصد شبكية متعددة من عقدة [ITU-T G.9963] أن تستعمل أي من مخططي الإرسال التاليين (على النحو الموصَّف في الفقرة 16.8):

- إرسال [ITU-T G.9960].
- إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) ذو الحمولة النافعة المستحدثة في شكل انسياب مكاني (SS) واحد.

وبالنسبة إلى الإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة باستعمال أحد هذين المخططين، لا يعرَّف إلا جدول BAT (وليس BMAT). ويمكن استعمال جداول BAT المعرَّفة مسبقاً (المحدَدة بالمرسِل) وجدول BAT وقتَ التنفيذ على السواء. وإذا استُعمل جدول BAT وقت التنفيذ، يجب أن تحدده عقدة مصدر الإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة (المحدَدة بالمرسِل)؛ وتقوم هذه العقدة بتوليد جدول BAT وبإبلاغه إلى جميع مقاصد الإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة (انظر الفقرة 16.8).

ويمكن أن تعرَّف جداول BMAT المحدَدة بالمرسِل أو بالمستقبِل على السواء وهي صالحة لأجزاء معينة فقط من دورة التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC). ويسمى جزء دورة MAC الذي يكون فيه جدول BMAT صالحاً منطقة BMAT. وفي حالة جداول BMAT المحدَدة بالمستقبِل، تُنقل منطقة (مناطق) BMAT المطبَّقة بما في ذلك نقطة البداية ونقطة النهاية لكل منطقة من مناطق BMAT فيما يتعلق بدورة MAC إلى المرسِل كجزء من بروتوكول تقدير القناة.



الشكل 7-9 – مثال مناطق جداول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) في دورة التحكم في النفاذ إلى الوسائط (MAC) لخط كهربائي

يبين الشكل 7-9 مناطق BMAT متعددة لخط كهربائي. وفي هذا المثال، تكون مناطق BMAT دورية حول نصف دورة خط تيار متناوب (AC) ولها جدولا BMAT. وتُستعمل فترة BMAT T1 حول ذرى دورة خط AC وتُستعمل فترة BMAT T2 حول عبورات الصفر في دورة خط AC. ويجب ان يُعلم المستقبِلُ المرسِل بنقطة البداية ونقطة النهاية في كل منطقة من مناطق BMAT بالنسبة إلى دورة MAC كجزء من بروتوكول تقدير القناة.

ويجب أن تدعم العقدة نمطي خارطة الارتباطات المحدَدة بالمرسِل والمحدَدة بالمستقبِل على السواء.

4.4.4.1.7 خرائط ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) المحددة لعناصر إطار الطبقة المادية (PHY)

1.4.4.4.1.7 خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) لرأسية إطار الطبقة المادية (PHY)

عندما تستعمل عقدة [ITU-T G.9963] إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يجب أن تُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل لجميع رموز الرأسية باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM*#1)، المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7، على جميع الموجات الحاملة الفرعية باستثناء مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المقنعة دائماً (PMSC).

2.4.4.4.1.7 خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) لرموز تقدير قناة إضافية (ACE)

عندما تستعمل عقدة [ITU-T G.9963] إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يجب أن تُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل لرموز تقدير قناة إضافية (ACE) على النحو التالي:

- في حالة يتضمن فيها الإرسال حمولة نافعة مخصصة لعقدة [ITU-T G.9963] وتُستحدث هذه الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين (أي MIMO_IND = 1، الحالة "4a" في الجدول 7-1):
  - يجب أن تستعمل رموز ACE ذات الأرقام الفردية مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج والإبطال" (أي *TPM*#2)، المعرَّفة في الفقرة 3.1.4.4.1.7، على كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC).
  - يجب أن تستعمل رموز ACE ذات الأرقام الزوجية مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM*#1)، المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7، على كامل مجموعة SSC.

وفي هذه الحالة، يجب أن يكون رمز ACE واحد يلي الرأسية إلزامياً، وأن تكون رموز ACE الإضافية اختيارية.

- وفي جميع الحالات الأخرى التي يتضمن فيها الإرسال حمولة نافعة (أي MIMO_IND = 0 وحالات "4b" و"5" و"6" في الجدول 7-1):
  - يجب أن تستعمل رموز ACE مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM*#1)، المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7، على كامل مجموعة SSC.

وفي هذه الحالات، تكون جميع رموز ACE اختيارية.

3.4.4.4.1.7 خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) لرموز المسبار

يجب أن تُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل لرموز مسبار تقدير قناة انسياب مكاني واحد باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM#1*)، المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7، على كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية المدعومة (SSC).

ويجب أن تُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل لرموز مسبار تقدير قناة انسيابين مكانيين باستعمال جدول توزيع خارطة الارتباطات (MAT) المقابل للمعرف BMAT_ID المشار إليه في المجال PRB_BMAT_ID لإطار المسبار (PROBE).

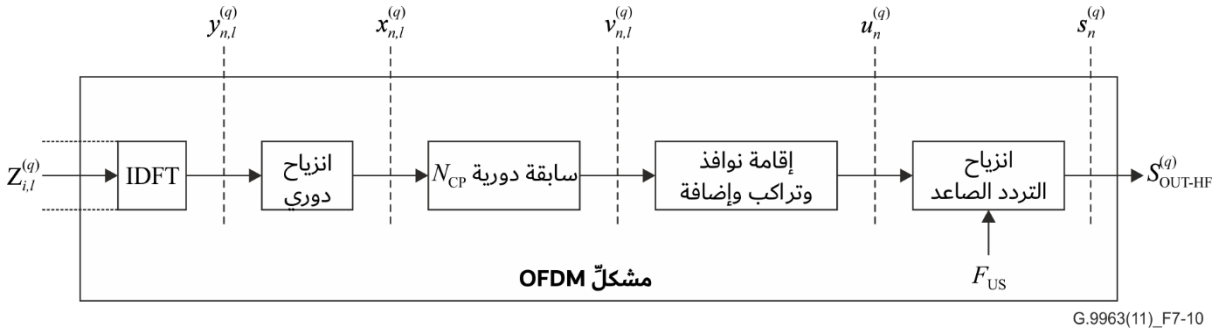
4.4.4.4.1.7 خرائط ارتباطات رموز الحمولة النافعة بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)

عندما تستعمل عقدة [ITU-T G.9963] إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل، يجب أن تُرسم خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل للحمولة النافعة باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM*#1)، المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7، على جميع الموجات الحاملة الفرعية للحمولة النافعة.

5.4.1.7 مُشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)

يتألف المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) من مشكِّلي OFDM، واحد لكل منفذ من منفذي المرسِل. ويتألف مُشكِّل OFDM من الأجزاء الرئيسية التالية: تحويل فوريه المنفصل المعكوس (IDFT) وانزياح دوري وتمديد دوري وإقامة نوافذ وتراكب وإضافة وانزياح التردد الصاعد. وتكون الإشارة الواردة إلى المشكِّل عند رمز OFDM رقم l في الإطار الحالي لموجة حاملة فرعية واحدة ذات مؤشر i قيمة معقدة $Z_{i,l}^{(q)}$ تولدها خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل، على النحو الوارد في الفقرة 4.4.1.7 (لرموز الرأسية والحمولة النافعة) أو مولد التمهيد، على النحو الوارد في الفقرة 3.6.4.1.7 (لرموز التمهيد).

وعينات الميدان الزمني التي يولدها تحويل فوريه المنفصل المعكوس (IDFT) ($y_{n,l}^{(q)}$) هي دخل للانزياح الدوري. وخرج الانزياح الدوري ($x_{n,l}^{(q)}$) هو دخل للسابقة الدورية. وخرج السابقة الدورية ($v_{n,l}^{(q)}$) هو دخل لإقامة نوافذ وتراكب وإضافة. ثم ينزاح صعوداً تردُّد خرج إقامة نوافذ وتراكب وإضافة ($u_n^{(q)}$) بمقدار F_{US} لتوليد $s_n^{(q)}$. ويرد المخطط الوظيفي لمشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM) في الشكل 7-10.



الشكل 7-10 – المخطط الوظيفي لمشكِّل تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)

ولا تعني المخططات الوظيفية أو الأشكال الأخرى الواردة في هذا القسم ضمناً أي تنفيذ بعينه. ويجب أن تمتثل جميع جوانب تجهيز الإشارات في المشّكِل للمعادلات والوصف النصي.

1.5.4.1.7 تحويل فوريه المنفصل المعكوس (IDFT)

تحويل فوريه المنفصل المعكوس (IDFT) يحوّل الانسياب المكون من عدد N من الأعداد المعقدة $Z_{i,l}^{(q)}$ عند دخله إلى انسياب من عينات معقدة عددها N في الميدان الزمني $y_{n,l}^{(q)}$. وتمثل قيم الدخل العدد N من كتل البيانات المتقابلة، حيث إن كتلة البيانات رقم i تمثل القيمة المعقدة $Z_{i,l}^{(q)}$ من الموجة الحاملة الفرعية لإشارة OFDM المُشكَّلة رقم i حيث $i = 0$، 1، ...$N-1$ هو مؤشر الموجة الحاملة الفرعية وl هو الرقم التتابعي لرمز OFDM في الإطار الحالي، بخلاف التمهيد و$q = 1$ أو 2 هو مؤشر مَنفذ المرسِل. ويتم التحويل وفق المعادلة:

$$y_{n,l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \frac{n}{N} \right) \cdot Z_{i,l}^{(q)} \qquad \text{for } n = 0 \text{ to } N-1, \quad l = 0 \text{ to } M_F - 1, \quad q = 1,2$$

حيث M_F يعبر عن مجموع عدد رموز OFDM في الإطار الحالي بخلاف رموز التمهيد، والقيمة N تمثل أقصى عدد ممكن من الموجات الحاملة الفرعية المشكَّلة في طيف OFDM وتكون أس 2: $N = 2^k$، ويجب أن يكون الأس k عدداً صحيحاً. وتضبط قيمة $Z_{i,l}^{(q)}$ لجميع الموجات الحاملة الفرعية المقنعة على 0. وفي حالة الموجات الحاملة الفرعية غير المقنعة ذات المؤشرات $N > i$ وغير المحمَّلة ببتات البيانات، فإن القيم المقابلة لقيم $Z_{i,l}^{(q)}$ تولد على النحو الموصوف في الفقرة 5.2.4.1.7.

2.5.4.1.7 الانزياح الدوري

الانزياح الدوري يزيح دورياً عينات رمز OFDM عند خرج IDFT، $y_{n,l}^{(q)}$ ، لتوليد نسخة مزاحة من هذا التتابع، $x_{n,l}^{(q)}$. ويعتمد هذا الانزياح على مؤشر مَنفذ المرسِل ونمط الرمز (التمهيد، ورأسية إطار PHY، وACE والحمولة النافعة) معاً. وتعرَّف هذه العملية بالمعادلة التالية:

$$x_{n,l}^{(q)} = y_{\left(n-CS_l^{(q)}\right) \bmod N,\, l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} Z_{i,l}^{(q)} \times \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \frac{n - CS_l^{(q)}}{N} \right), \text{ for } n = 0,1,\ldots,N\text{-}1 \text{ and } q = 1,2.$$

حيث $CS_l^{(q)}$ هو الانزياح الدوري لخطوط القدرة المستعمَل لرمز OFDM في مَنفذ المرسِل رقم q. وترد قيم الانزياح الدوري لمنفذي المرسل ومختلف رموز OFDM في الجدول 7-17.

الجدول 7-17 – قيم الانزياح الدوري لخطوط القدرة (ملف تعريف نطاق الترددات التشغيلي 1 (OFB 1))

نمط الرمز	عدد الموجات الحاملة الفرعية – (N)			الانزياح الدوري في مَنفذ المرسِل 1 ($q = 1$) [عينات]	الانزياح الدوري في مَنفذ المرسِل 2 ($q = 2$) [عينات]
	MHz 25	MHz 50	MHz 100		
التمهيد	128	256	512	0	$N/8$
إشارات INUSE، وPR، وNACK وIDPS	128	256	512	0	$N/8$
الرأسية	1024	2048	4096	0	$N/64$
رمز ACE	1024	2048	4096	0	$N/64$
الحمولة النافعة	1024	2048	4096	0	$N/64$

وفي حالة كبل خط الهاتف، لن يطبق الانزياح الدوري على أي من مَنفذي المرسِل (Tx).

ملاحظة – لا حاجة إلى الانزياح الدوري في كبلات الخطوط الهاتفية لأن اللغط بين زوجي الأسلاك يكون منخفضاً مقارنة بالإشارة المباشرة.

ويحتاج استعمال تعدد الدخل/تعدد الخرج (MIMO) في ملف تعريف نطاق الترددات التشغيلي 2 (OFB 2) لمزيد من الدراسة.

3.5.4.1.7 التمديد الدوري

يوفر التمديد الدوري فاصلاً حارساً بين رموز OFDM المتجاورة. والهدف من هذا الفاصل الزمني الحارس هو الحماية من التداخل بين الرموز (ISI). وتستعمل الرموز في مَنفذ المرسِل رقم 1 ومَنفذ المرسِل رقم 2 ذات الرقم نفسه (على النحو المعرَّف في الفقرة 1.5.4.1.7) نفس قيمة الفاصل الزمني الحارس (GI).

وفي تعدد الإرسال بتقسيم تعامدي للتردد (OFDM)، تُنفَّذ السابقة الدورية لرمز OFDM رقم l في الإطار عن طريق إرفاق آخر عينات $N_{CP}(l)$ من خرج IDFT مسبقاً بعينات خرجها البالغ عددها N لإنشاء رمز OFDM متراكب مسبقاً، على النحو الوارد في الشكل 7-11. ويكون ترتيب العينات في الرمز على النحو التالي:

- أول عينة من الرمز هي عينة خرج الانزياح الدوري، $N - N_{CP}(l)$؛
- آخر عينة من السابقة الدورية هي عينة خرج الانزياح الدوري $N–1$؛ والعينة التالية هي عينة خرج الانزياح الدوري 0.

ويتألف رمز OFDM متراكب مسبقاً رقم l من N عينات IDFT و$N_{CP}(l)$ عينات تمديد دوري، مجموعها:

$$N_W(l) = N + N_{CP}(l) \text{ [samples]}.$$

وبعد التمديد الدوري على النحو المذكور أعلاه، يجب أن تستوفي عينات الميدان الزمني عند النقطة المرجعية $\upsilon_{n,l}^{(q)}$ الواردة في الشكل 7-23 المعادلات التالية:

$$\upsilon_{n,l}^{(q)} = x_{n-N_{CP}(l),l}^{(q)} = \sum_{i=0}^{N-1} Z_{i,l}^{(q)} \times \exp\left(j \cdot 2\pi \cdot i \frac{n - CS_l^{(q)} - N_{CP}(l)}{N} \right) \cdot \quad \text{for } n = 0 \text{ to } N_W(l) - 1 = N + N_{CP}(l) - 1$$

ويجب أن يكون عدد عينات IDFT، N، مساوياً لعدد العينات في النوافذ، β، لجميع رموز إطار PHY نفسه. ويمكن أن تتغير قيمة $N_{CP}(l)$ (ومدة الرمز OFDM المتراكب مسبقاً $N_W(l)$، تبعاً لذلك) خلال الإطار على النحو التالي:

- يتعين أن تتخذ جميع رموز الرأسية قيمة $N_{GI\text{-}HD}+\beta$ المعرَّفة في الفقرة 7.4.1.7؛
- يتعين أن يتخذ أول رمزين يليان الرأسية قيمة $N_{GI\text{-}DF}+\beta$ المبدئية، المعرَّفة في الفقرة 7.4.1.7؛
- يتعين أن يتخذ جميع باقي رموز الحمولة النافعة قيمة $N_{GI}+\beta$ نفسها، حيث تُختار قيمة NIG من القيم الصالحة المعرَّفة في الفقرة 7.4.1.7 والمبينة في الرأسية، على النحو الموصوف في الفقرة 1.2.1.7.

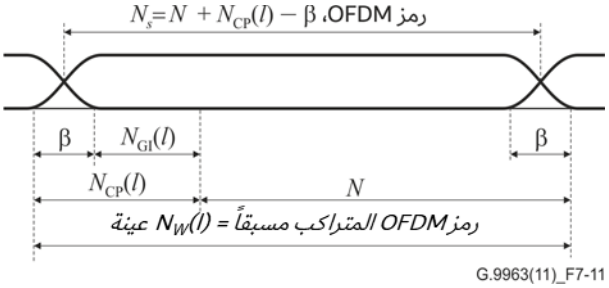
4.5.4.1.7 توقيت الرموز

يتألف إطار PHY من تمهيد يليه عدد صحيح، M_F، من رموز OFDM. ويكون تعداد أول رمز يلي التمهيد (أول رمز من رأسية PHY) بمقدار 0 ويكون تعداد آخر رمز من الإطار بمقدار $M_F - 1$. ويعرف الموقع الزمني لكل رمز في الإطار بتعداد العينة. ويكون تعداد أول عينة بتعداد الرمز 0 تعداد عينة $M(0) = N_{pr} - \beta$، حيث N_{pr} هو عدد العينات في التمهيد. ويكون تعداد أول عينة من الرمز l ($l = 1, 2, \ldots, M_F - 1$) في الإطار هو:

$$M(l) = N_{\mathrm{pr}} - \beta + \sum_{k=0}^{l-1} N_S(k),$$

حيث $N_S(k) = N + N_{CP}(k) - \beta$ و$N_S(k)$ مختلفان بالنسبة لرموز الرأسية والحمولة النافعة على النحو الموصوف في الفقرة 7.4.1.7.

5.5.4.1.7 إقامة النوافذ والتداخل والإضافة



الشكل 7-11 – هيكل رمز OFDM بتمديد دوري وإقامة نوافذ متراكبة

تُستعمل العينات β الأولى من السابقة الدورية والعينات β الأخيرة من خرج الانزياح الدوري لتشكيل غلاف الإشارة المرسلة (إقامة النوافذ). وتيسر وظيفة النافذة تشكيل PSD: إذ تسمح بتدريجات حادة في PSD المستعملة لإجراء تثليم (قطع حاد) طيفي عميق وخفض PSD خارج النطاق. ويكون عدد العينات الموضوعة في النوافذ، β، هو نفسه لجميع رموز الحمولة النافعة ورموز رأسية الطبقة المادية (PHY) ورموز التمهيد في نفس الإطار.

ولاختصار بتات التشكيل الخدمية، يجب أن تتراكب العينات الموضوعة في نوافذ للرموز المتجاورة على النحو المبين في الشكل 7-11. وتُكَّون قيمة $N_{CP}(l) - \beta = N_{GI}(l)$ الفاصل الزمني الحارس. وبالتالي، تكون مدة رمز OFDM رقم l بعد التراكب بمقدار $N_S(l) = N + N_{CP}(l) - \beta$.

وبعد إقامة النوافذ ووظيفتي التراكب والإضافة، على عينات الميدان الزمني عند النقطة المرجعية $u_n^{(q)}$ في الشكل 7-10 أن تستوفي المعادلة التالية:

$$u_n^{(q)} = u_n^{(pr,q)} + \sum_{l=0}^{M_F-1} w(n - M(l), l) \times \upsilon_{n-M(l),l}^{(q)} \qquad \text{for } n = 0 \text{ to } M(M_F - 1) + N_W(M_F - 1) - 1,$$

حيث $u_n^{(\mathrm{pr},q)}$ هي العينة رقم n من تمهيد مَنفذ المرسِل رقم q، على النحو المحدد في الفقرة 6.4.1.7 (تشتمل الإشارة $u_n^{(\mathrm{pr},q)}$ بالفعل على إقامة النوافذ حسب الحاجة)، و$w(n,l)$ هي وظيفة إقامة النوافذ المعرفة على عدد $N_W(l)$ عينات من رمز OFDM بالطريقة التالية:

$$w(n,l) = \begin{cases} w_\beta(n) & 0 \le n < \beta \\ 1 & \beta \le n < N_W(l) - \beta \\ w_\beta(N_W(l) - 1 - n) & N_W(l) - \beta \le n < N_W(l) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

حيث $w_\beta(n)$ هي الدالة التي تصف قسم تدرج نافذة. ويحدد المورد، حسب تقديره، دالة التدرج $w_\beta(n)$.

غير أن الدالة $w_\beta(n)$ يجب أن تستوفي القواعد التالية:

- $w_\beta(n) + w_\beta(\beta-n-1) = 1$ في حالة $0 \le n < \beta$.
- $0 \le w_\beta(n) \le 1$.

ويُحسب معدل الرموز f_{OFDM} (عدد الرموز في الثانية) ودور الرمز T_{OFDM} لقيمة معينة من N_{CP} وβ، على التوالي، كما يلي:

$$f_{OFDM} = \frac{N \times F_{SC}}{N + N_{CP} - \beta},$$

و$T_{OFDM} = 1/f_{OFDM}$.

6.5.4.1.7 انزياح التردد الصاعد

يعوّض انزياح التردد الصاعد طيف إشارة الإرسال بإزاحته صعوداً بمقدار F_{US}. وتكون قيمة F_{US} من مضاعفات تردد الموجة الحاملة الفرعية F_{SC}:

$$F_{US} = N/2 * F_{SC}$$

والعناصر الحقيقية والتخيلية للإشارة بعد انزياح التردد الصاعد (النقطة المرجعية $s_n^{(q)}$ في الشكل 7-10) تكون كما يلي:

$$s_n^{(q)} = u_{n/p}^{(q)} \times \exp\left(j\frac{\pi n}{p}\right) = \mathrm{Re}(s_n^{(q)}) + j\,\mathrm{Im}(s_n^{(q)}) \qquad \text{for } n = 0 \text{ to } \left[M(M_F - 1) + N_W(M_F - 1)\right] \times p - 1;$$

$$\mathrm{Re}(s_n^{(q)}) = \mathrm{Re}(u_{n/p}^{(q)})\cos\left(\frac{\pi n}{p}\right) - \mathrm{Im}(u_{n/p}^{(q)})\sin\left(\frac{\pi n}{p}\right)$$

$$\mathrm{Im}(s_n^{(q)}) = \mathrm{Re}(u_{n/p}^{(q)})\sin\left(\frac{\pi n}{p}\right) + \mathrm{Im}(u_{n/p}^{(q)})\cos\left(\frac{\pi n}{p}\right)$$

حيث $u_{n/p}^{(q)}$ هو $u_n^{(q)}$ بعد استكماله بعامل p. ويحدد المورّد حسب تقديره عامل الاستكمال الداخلي p، ويجب أن يساوي 2 أو أكثر.

الملاحظة 1 – يعتمد الحد الأدنى لقيمة p التي تكفي لتجنب التشوه على النسبة بين تردد الرفع إلى أعلى F_{US} وعرض نطاق إشارة الإرسال $BW = N * F_{SC}$. ويفترض إدراج مرشاح تمرير منخفض مناسب لتقليل تكوين الصور.

الملاحظة 2 – ينبغي أن يُستهل طور الانزياح الصاعد إلى الصفر عند العينة الأولى من التمهيد وأن يُقدم بمقدار $\frac{\pi}{p}$ لكل عينة (بعد الاستكمال الداخلي).

6.5.4.1.7 إشارة الخرج

تكون إشارة خَرج المشكِّل مكوناً حقيقياً من $s_n^{(q)}$:

$$S_{\mathrm{OUT-HF}}^{(q)} = \mathrm{Re}(s_n^{(q)}).$$

6.4.1.7 إشارات التمهيد وINUSE وPR وNACK وIDPS

1.6.4.1.7 الهيكل العام للتمهيد

انظر الفقرة 1.5.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.6.4.1.7 الهيكل العام لإشارات INUSE وPR وNACK وIDPS

انظر الفقرة 2.5.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.6.4.1.7 توليد إشارات التمهيد وINUSE وPR وNACK وIDPS

انظر الفقرة 3.5.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960] وفقراتها الفرعية. وعندما تستعمل عقدة [ITU-T G.9963] إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يتعين استحداث كل من إشارات التمهيد وINUSE وPR وNACK وIDPS كانسياب مكاني واحد. وفي هذه الحالة، يتعين رسم خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx) باستعمال مصفوفة خارطة ارتباطات "الازدواج" (أي *TPM#1*) المعرَّفة في الفقرة 2.1.4.4.1.7 على جميع الموجات الحاملة الفرعية للإشارة.

7.4.1.7 معلمات التحكم المعتمدة على الواسطة المادية (PMD)

انظر الفقرة 6.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

8.4.1.7 تعزيز الرمز

انظر الفقرة 6.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

5.1.7 قناع الكثافة الطيفية لقدرة (PSD) الإرسال

انظر الفقرة 5.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

6.1.7 المواصفات الكهربائية

انظر الفقرة 6.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

2.7 التوصيف المعتمد على الواسطة

1.2.7 توصيف الطبقة المادية

انظر الفقرة 1.2.7 من التوصية [ITU-T G.9960] والفقرة 1.6 من التوصية [ITU-T G.9964] بشأن كبلات الخط الهاتفي.

وانظر الفقرة 2.2.7 من التوصية [ITU-T G.9960] والفقرة 2.6 من التوصية [ITU-T G.9964] بشأن خطوط الكهرباء.

2.2.7 متطلبات مطال متجه خطأ (EVM) المرسِل

انظر الفقرة 4.2.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

3.2.7 معاوقة التسيير إلى المقصد النهائي

انظر الفقرة 4.6 من التوصية [ITU-T G.9964].

4.2.7 القدرة الإجمالية للإرسال

انظر الفقرة 5.6 من التوصية [ITU-T G.9964].

5.2.7 معاوقة دخل المستقبِل

انظر الفقرة 6.6 من التوصية [ITU-T G.9964].

6.2.7 خسارة التحويل على خط الطول

انظر الفقرة 8.2.7 من التوصية [ITU-T G.9960].

8 توصيف طبقة وصلة بيانات المرسل المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)

1.8 النموذج الوظيفي وأنساق الإطار

انظر الفقرة 1.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

2.8 النفاذ إلى الواسطة المضبوط بخطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 2.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

3.8 فرص الإرسال (TXOP) والمهل الزمنية (TS)

انظر الفقرة 3.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

4.8 معلمات التحكم من أجل APC وLLC وMAC

انظر الفقرة 4.8 من التوصية [ITU-T G.9961] ولكن مع الاستثناءات التالية بالنسبة للنطاق الأساسي لخطوط القدرة الكهربائية وكبل الخط الهاتفي:

- بالنسبة للإرسالات التي تستعمل انسيابين مكانيين (أي MIMO_IND = 1)، تكون قيمة MIN_SYM_VAR_AIFG_DEFAULT هي 3.
- بالنسبة للإرسالات التي تستعمل انسياب مكاني واحد، تكون قيمة MIN_SYM_VAR_AIFG_DEFAULT هي 2.

5.8 وظائف عقدة النقطة الطرفية

انظر الفقرة 5.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

6.8 القدرات الوظيفية لعقدة ضابط الميدان

انظر الفقرة 6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

1.6.8 قبول الشبكة

انظر الفقرة 1.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

1.1.6.8 بروتوكول قبول الشبكة

انظر الفقرة 1.4.1.1.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961] بعد الاستعاضة عن الإحالات إلى الجدول 8-8.16 بالجدول 8-0 التالي.

الجدول 8-0 – دعم ضغط طول التنفيذ

المجال	الأثمون	البتات	وصف
ضغط BAT	0	[0]	انظر الجدول 8-8.16 في التوصية [ITU-T G.9961]
ضغط BMAT	0	[1]	إذا أُسندت إليه قيمة واحد، فهو يبين قدرة العقدة على ضغط وفك ضغط مجالات BMAT (جدول BAT ومعلمات التشفير المسبق) لرسائل MCE_ParamUpdate.req التي تستعمل آلية ضغط طول التنفيذ الموصوفة في الفقرة 8-23 من التوصية [ITU-T G.9963]، ويبين بقيمة صفر خلاف ذلك. وإذا أُسندت إلى هذه البتة قيمة واحد تُسنَد إلى مجال ضغط BAT قيمة واحد أيضاً.
محجوز	0	[7:2]	انظر الجدول 8-8.16 في التوصية [ITU-T G.9961]

2.1.6.8 القبول عن طريق الوكيل

انظر الفقرة 2.1.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

3.1.6.8 صيانة معلومات الميدان بعد قبول العقدة

بالإضافة إلى الإجراءات الموصَّفة في الفقرة 3.1.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961]، عند قبول عقدة جديدة في الميدان، يتعين أن يحدِّث ضابط الميدان (DM) المعلومات ذات الصلة بمجمل الميدان متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) لكي تؤخذ في الاعتبار مسائل التوافق بأثر رجعي.

فإذا دعت الحاجة إلى تحديث أي معلومات واردة في المجال الفرعي للمعلومات الإضافية المساعدة لمعلومات ميدان خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP) على أساس معلومات العقدة للعقدة المسجلة (انظر الجدول 8-1.16 من التوصية [ITU-T G.9961])، يرسل ضابط الميدان (DM) رسالة MAP-A بمجال فرعي لمعلومات إضافية مساعدة لميدان متعدد الدخل/متعدد الخرج. ويستعمل ضابط الميدان التحديث القائم على عداد الصلاحية (AUX_VALID = 3 و1 = ModificationFlag).

وكلما بينت عقدة مسجِّلة في معلومات عقدتها أثناء التسجيل أنها لا تدعم الرقم الابتدائي المعرَّف برسالة البيانات (انظر الفقرة 6.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]) يجب على رسالة البيانات أن تحدِّث بالقيمة المبدئية المجالين الفرعيين UnloadedSubcarrierInitialDepream1 وUniloadedSubcarrierInitialSequeDream2 للمعلومات الإضافية المساعدة في ميدان المعلومات الإضافية متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO).

2.6.8 إدارة عرض النطاق

انظر الفقرة 2.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

3.6.8 التزامن مع مصدر خارجي

انظر الفقرة 3.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

4.6.8 إدارة التسيير والطوبولوجيا

انظر الفقرة 4.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

5.6.8 ضابط الميدان الرديف

انظر الفقرة 5.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

6.6.8 اختيار ضابط الميدان

انظر الفقرة 6.6.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

7.8 مخطط العنونة

انظر الفقرة 7.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

8.8 إطار خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

1.8.8 توليد وتوزيع خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 1.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

2.8.8 إرسال إطار خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 2.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

3.8.8 رأسية خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 3.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

4.8.8 واصف فرص الإرسال (TXOP)

انظر الفقرة 4.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961] وجميع فقراتها الفرعية.

5.8.8 مجال المعلومات المساعدة

انظر الفقرة 5.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

وبالإضافة إلى ذلك، يقدم الجدول 8-1 أنماطاً إضافية من المجالات الفرعية للمعلومات المساعدة، الصالحة لعُقد متعددة الدخل/متعددة الخرج (MIMO).

الجدول 8-1 – أنماط المجالات الفرعية للمعلومات المساعدة

النمط	القيمة	وصف
معلومات إضافية عن ميدان MIMO	11_{16}	مجال فرعي يشير إلى معلومات إضافية عن ميدان MIMO. انظر الفقرة 7.8.8.

6.8.8 منشور استمرار الجدول الزمني لخطة النفاذ إلى الوسائط (MAP)

انظر الفقرة 6.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

7.8.8 مجال فرعي إضافي لمعلومات ميدان متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)

يجب أن يكون نسق المجال الفرعي لمعلومات ميدان على النحو الوارد في الجدول 8-2. ويبلغ طول بيانات المجال الفرعي 8 أثمونات.

الجدول 8-2 – نسق المجال الفرعي الإضافي لمعلومات ميدان متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)

المجال	الأثمون	البتات	وصف
النمط	0	[6:0]	تُسنَد إليه قيمة 11_{16}
ModificationFlag		[7]	يتعين إسناد قيمة واحد لهذا العلم.
الطول	1	[7:0]	تُسنَد إلى طول المجال الفرعي لمعلومات ميدان MIMO (باستثناء النمط وعلم التعديل (ModificationFlag) والطول) بالأثمونات (انظر الجدول 8-72 من التوصية [ITU-T G.9961]).
UnloadedSubcarrierInitialSeedStream1	2 to 5	[22:0]	قيمة الرقم الابتدائي التي تولدها رسالة DM بغية استعمالها أثناء تشكيل الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة في الانسياب المكاني 1 (انظر الفقرة 5.2.4.1.7).
محجوز		[31:23]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات
UnloadedSubcarrierInitialSeedStream2	6 to 9	[22:0]	قيمة الرقم الابتدائي التي تولدها رسالة DM بغية استعمالها أثناء تشكيل الموجات الحاملة الفرعية المدعومة غير المحمَّلة في الانسياب المكاني 2 (انظر الفقرة 5.2.4.1.7).
محجوز		[31:23]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

9.8 بروتوكول إعادة الإرسال والإشعار بالاستلام

انظر الفقرة 9.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

10.8 نسق رسالة الإدارة والتحكم

1.10.8 نسق رسالة الإدارة

انظر الفقرة 1.10.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

1.1.10.8 شفرات تشغيل (OPCODE) رسائل الإدارة

يعد نسق شفرات تشغيل (OPCODE) رسائل الإدارة كأعداد صحيحة غير جبرية بطول 12 بتة. وترد القيم الصالحة لشفرات التشغيل في الجدول 8-3 وكذلك الجدول 8-88 من التوصية [ITU-T G.9961]. وتصنف شفرات التشغيل (عادة بحسب البروتوكول أو الإجراء المرتبط بها) وفق قيمة بتاتها الثماني الأكثر دلالة (MSB).

الجدول 8-3 – شفرات تشغيل (OPCODE) رسائل الإدارة

الفئة	اسم الرسالة	OPCODE (سِتَّ عَشَرِيّة)	وصف	مراجع MMPL
تقدير قناة MIMO (80X-89X)	MCE_ProbeSlotAssign.req	800	طلب تخصيص عرض نطاق تقدير قناة MIMO	الفقرة 1.7.11.8
	MCE_ProbeSlotRelease.req	801	طلب تحرير عرض نطاق تقدير قناة MIMO	الفقرة 2.7.11.8
	MCE_ParamUpdate.req	802	طلب تحديث معلمات تقدير قناة MIMO	الفقرة 3.7.11.8
	MCE_ParamUpdateRequest.ind	803	طلب تحديث معلمة تقدير قناة MIMO	الفقرة 4.7.11.8
	MCE_PartialBmatUpdate.req	804	طلب تحديث جزئي لجدول BMAT	الفقرة 5.7.11.8
	MCE_ACESymbols.ind	805	طلب إرفاق رمز ACE	الفقرة 6.7.11.8
	MCE_ProbeSlotAssign.cnf	806	تأكيد تخصيص عرض نطاق تقدير قناة MIMO	الفقرة 7.7.11.8
	MCE_ProbeSlotRelease.cnf	807	تأكيد تحرير عرض نطاق تقدير قناة MIMO	الفقرة 8.7.11.8
	MCE_ParamUpdate.cnf	808	تأكيد تحديث معلمات تقدير قناة MIMO	الفقرة 9.7.11.8
	MCE_PartialBmatUpdate.cnf	809	تأكيد تحديث جزئي لجدول BMAT	الفقرة 10.7.11.8
	MCE_Request.ind	80A	إطلاق تقدير قناة MIMO	الفقرة 11.7.11.8
	MCE_Initiation.req	80B	طلب ابتداء تقدير قناة MIMO	الفقرة 12.7.11.8
	MCE_Initiation.cnf	80C	تأكيد ابتداء تقدير قناة MIMO	الفقرة 13.7.11.8
	MCE_ProbeRequest.ind	80D	طلب إرسال إطار PROBE	الفقرة 14.7.11.8
	MCE_Cancellation.req	80E	طلب إلغاء تقدير قناة MIMO	الفقرة 15.7.11.8
	MCE_BmatIdMaintain.ind	80F	صيانة معرف BMAT	الفقرة 16.7.11.8
	MCE_Cancellation.cnf	810	تأكيد إلغاء تقدير قناة MIMO	الفقرة 17.7.11.8
محجوزة	محجوز	820-9FF	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات	

2.1.10.8 إدارة أرقام تتابع الرسائل وتقسيمها

انظر الفقرة 2.1.10.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

2.10.8 نسق رسالة التحكم

انظر الفقرة 2.10.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

11.8 بروتوكول تقدير القناة

يتعين أن تستعمل عقد التوصية ITU-T G.9963 بروتوكول تقدير القناة الموصَّف في الفقرة 11.8 من التوصية [ITU T G.9961] بالنسبة للوصلات ذات عُقد التوصية [ITU-T G.9960/G.9961] والوصلات ذات عُقد التوصية [ITU-T G.9963] باستعمال انسياب مكاني (SS) واحد.

يتعين أن تستعمل عُقد التوصية ITU-T G.9963 بروتوكول تقدير القناة الموصَّف في الفقرة 1.11.8 بالنسبة للوصلات ذات عُقد التوصية [ITU-T G.9963] باستعمال انسيابين مكانيين.

1.11.8 تقدير القناة بواسطة مرسلات مستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] باستعمال انسيابين مكانيين

يصف بروتوكول تقدير القناة إجراء قياس خصائص القناة بين عُقد المرسِل (المصدر) والمستقبِل (المقصد). وينطوي الإجراء على ابتداء تقدير القناة وإرسال أُطر PROBE واختيار المعلمات.

ويمكن إجراء تقدير القناة على مرحلتين:

- اكتشاف القناة – تقدير القناة الأولي.
- تكييف القناة – تقدير القناة لاحقاً للتكيف مع قناة متغيرة.

ويمكن أن يبدأ المرسِل أو المستقبِل البروتوكولات المستعملة لاكتشاف القناة وتكييف القناة. ويتماثل الجزء الأساسي من بروتوكول تقدير القناة في هاتين الحالتين ويبادر المستقبل دائماً بذلك (تقدير القناة بمبادرة من المستقبِل). ويمكن أن يطلب المرسِل من المستقبِل بدء تقدير القناة (تقدير القناة بطلب من المرسِل).

وأثناء عملية الابتداء، يحدد المرسِل والمستقبِل معاً معلمات الدخل من أجل تقدير القناة، مثل نافذة تقدير القناة (جزء من دورة التحكم في النفاذ إلى الوسائط التي ينبغي أن ينفَّذ عبرها تقدير القناة)، وقيمة G (انظر الفقرة 3.2.4.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960])، وقيمة PG (انظر الفقرة 3.2.4.4.1.7)، ومعلمات إطار PROBE. ويختار المستقبِلُ المعرف BMAT_ID المصاحب لثلاثي جدولي BAT (يرتبط كل منهما بانسياب مكاني مختلف) وجدول MAT وجدول BMAT ذي الأجَل المسمى الواجب تحديثه. ويُستعمل المعرف BMAT_ID هذا كمعرف لعملية تقدير قناة معيَّنة طوال بقية مراحل العملية. ويتعين أن يأخذ المستقبِل في الاعتبار معلومات ~~خطة نطاقه~~ ترددات (أي StartSubCarrier وStopSubCarrier) ومعلومات تردد المرسل عند حساب جدول BMAT. وبعبارة أدق، ينبغي أن يقع مدى الموجات الحاملة الفرعية لجدول BMAT المرسَلة في الرسالة MCE_ParamUpdate.req ضمن تقاطع مديات الموجة الحاملة الفرعية التي تحددها StartSubcarrier وstopSubcarrier لكل من المستقبِل والمرسِل.

وبمجرد ابتداء عملية تقدير القناة، يمكن أن يطلب المستقبِل من المرسِل إرسال إطار PROBE واحد أو أكثر. ويمكن للمستقبِل أن يغير معلمات إطار PROBE عند كل طلب. وإذا طلب المستقبل إطار PROBE دون توصيف معلماته (من قبيل طلب إرسال إطار PROBE عن طريق ACK_CE_CTRL على النحو الموصوف في الفقرة 4.1.11.8)، يرسل المرسِل إطار PROBE باستعمال معلمات سبق أن اختارها المستقبِل. ولا يُتطلب من المستقبِل طلب أُطر PROBE إذا اختار وسائل أخرى مثل أُطر MSG أو أُطر PROBE ترسَل إلى عُقد أخرى لتقدير القناة.

ويُنهي المستقبِل عملية تقدير القناة بإرسال نتيجة تقدير القناة إلى المرسِل. ويمكن أن يشمل ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، المعلمات التالية:

- جداول توزيع البتات (BAT). بواقع جدول توزيع بتات لكل من الانسيابين المكانيين الممكنين.
- مؤشر أسلوب متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، الذي يبين أسلوب MIMO المستعمَل (انظر الجدول 8-6).
- مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق.
- معلمات التشفير المسبق.
- معدل تشفير FEC ومقاس الكتلة.
- الفاصل الزمني الحارس للحمولة النافعة.
- سقف الكثافة الطيفية للقدرة (PSD).

ويمكن للمستقبِل إلغاء عملية تقدير القناة دون توليد معلمات جديدة لتقدير القناة.

ويقدم البروتوكول عدة خيارات للتعجيل بعملية تقدير القناة من أجل تكييف أسرع للقناة. فعلى سبيل المثال، يمكن حذف عملية ابتداء تقدير القناة (الفقرة 1.1.1.11.8) في حالة تكييف القناة حيث لا حاجة إلى تفاوض بشأن معلمات دخل جديد. ويمكن للمستقبِل استحداث جدول BMAT جديداً بإرسال رسالة MCE_ParamUpdate.req غير مطلوبة (الفقرة 1.3.1.11.8) أو تحديث أداة BMAT القائمة بإرسال طلب MCE_PartialBmatUpdate.req (الفقرة 2.3.1.11.8). ويمكن للمستقبِل طلب إرسال الإطار PROBE دون المرور عبر عملية ابتداء تقدير القناة (الفقرة 4.1.11.8).

1.1.11.8 تقدير القناة بمبادرة من المستقبِل

يصف الإجراء التالي عملية تقدير القناة بمبادرة من المستقبِل:

1) يبدأ المستقبِل عملية تقدير القناة بإرسال طلب MCE_Initiation.req للمرسِل. ويمكن للمستقبِل طلب إرسال إطار PROBE في هذه الرسالة (ابتداء تقدير القناة، انظر الفقرة 1.1.1.11.8).

2) عند استقبال طلب ابتداء تقدير القناة، إن لم تُتَح للمرسِل فرص إرسال نافذة تقدير قناة معينة، ينبغي أن يطلب من ضابط الميدان توزيع عرض نطاق لإرسال إطار PROBE بإرسال طلب MCE_ProbeSlotAssign.req. ويجب أن يؤكد ضابط الميدان أنه استلم طلب عرض النطاق بالرد برسالة MCE_ProbeSlotAssign.cnf (عرض النطاق، انظر الفقرة 2.1.1.11.8).

3) تبعاً لتيسر عرض النطاق، يمكن للمرسِل أن يمنح أو يرفض طلب ابتداء تقدير القناة بإرسال رسالة MCE_Initiation.cnf (تأكيد ابتداء تقدير القناة، انظر الفقرة 3.1.1.11.8).

4) عند استقبال رسالة MCE_Initiation.cnf تبين تأكيد ابتداء تقدير القناة، يمكن أن يطلب المستقبِل من المرسِل إرسال أُطر PROBE إضافية بإرسال رسالة MCE_ProbeRequest.ind أو من خلال مجال ACK_CE_CTRL في رأسية إطار الطبقة المادية (PFH) لإطار ACK (طلب إرسال إطار PROBE، انظر الفقرة 4.1.1.11.8).

5) يقوم المرسِل فور استقبال طلب إرسال إطار PROBE بإرسال إطار PROBE كما طلب المستقبِل (إرسال إطار PROBE، انظر الفقرة 5.1.1.11.8).

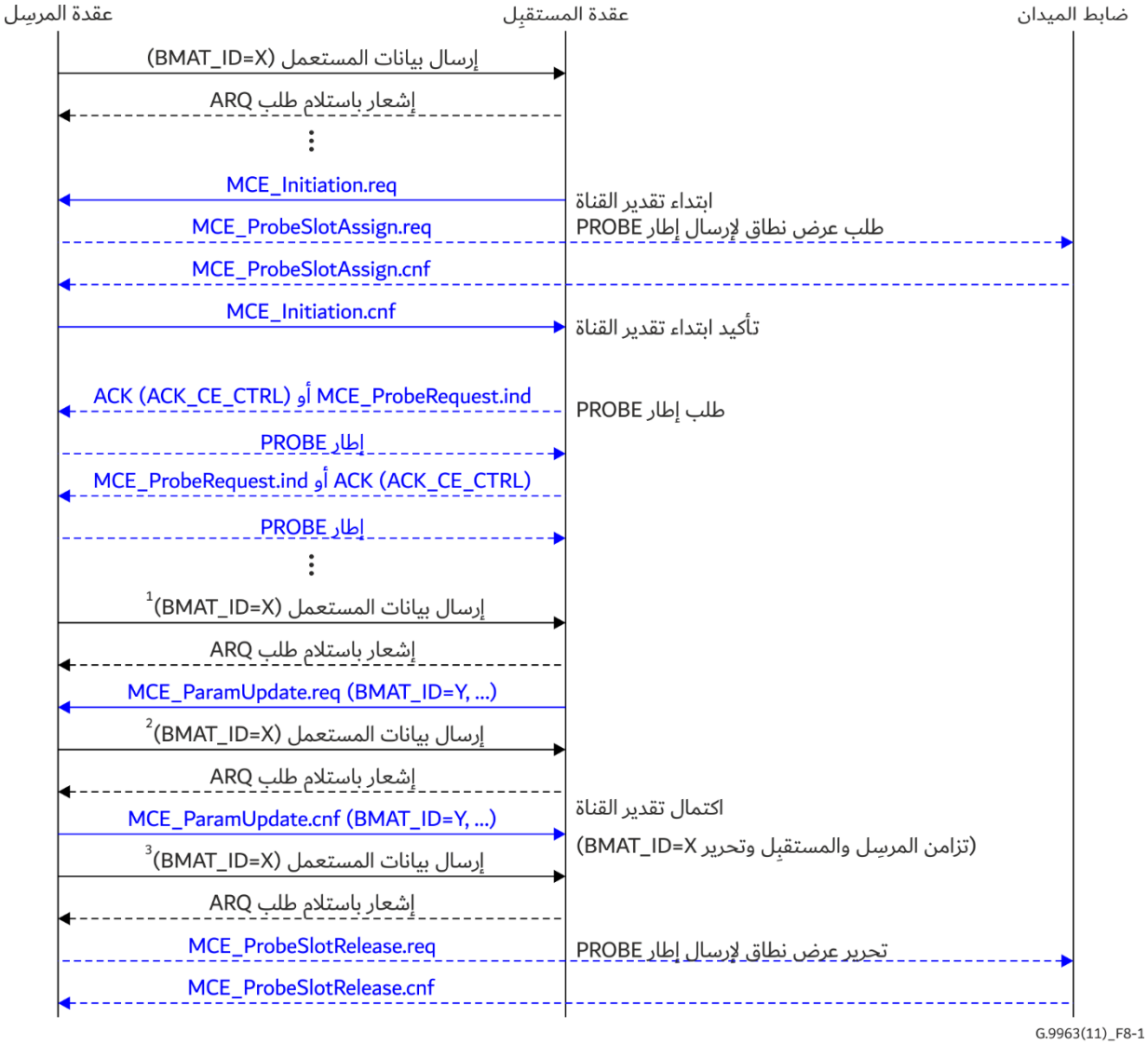
6) يمكن أن تتكرر الخطوتان 4 و5 إلى أن يرسل المستقبِل النتيجة النهائية لتقدير القناة باستعمال رسالة MCE_ParamUpdate.req. ويجب أن يؤكد المرسِل استقبال المعلمات الجديدة بإرسال رسالة MCE_ParamUpdate.cnf (اكتمال تقدير القناة، انظر الفقرة 6.1.1.11.8). ويمكن تخطي الخطوتين 4 و5 تماماً إن لم يحتَج المستقبِل إلى أُطر PROBE إضافية.

7) يجوز للمستقبِل إلغاء عملية تقدير القناة في أي وقت بعد تلقيه تأكيد ابتداء تقدير القناة بإرسال رسالة MCE_Cancelation.req (إلغاء تقدير القناة، انظر الفقرة 7.1.1.11.8).

8) عند استلام رسالة MCE_ParamUpdate.req، وإذا كان المرسِل قد وزع عرض نطاق إضافي لإرسال إطار PROBE، عليه أن يرسل رسالة MCE_ProbeSlotRelease.req إلى ضابط الميدان لكي يحرر عرض النطاق المستعمل لإرسال إطار PROBE. ويجب أن يؤكد ضابط الميدان طلب تحرير عرض النطاق من خلال الرد برسالة MCE_ProbeSlotRelease.cnf (تحرير عرض النطاق، انظر القسم 8.1.1.11.8).

ويمكن للمرسِل أن يرسل أُطراً تحمل حمولة نافعة مع الإعدادات القائمة (مثل أي جدول BMAT صالح وقتَ التنفيذ أو جدول BMAT معرَّف مسبقاً) في أي وقت خلال هذه العملية.

ويبين الشكل 8-1 عملية تقدير القناة بمبادرة من المستقبِل.



تبين الخطوط المتقطعة الاتصالات الاختيارية

[1] يمكن للمرسل أن يرسل بيانات باستعمال جدول BMAT القائم في أي وقت أثناء عملية تقدير القناة

[2] لا يجوز لإرسال بيانات المستعمل بعد طلب MCE_ParamUpdate.req أن يستعمل المعلمات المحدَّثة لتقدير القناة

[3] يقرر المرسِل متى تطبَّق المعلمات المحدَّثة لتقدير القناة ضمن قيود معيَّنة

الشكل 8-1 – تقدير القناة بمبادرة من المستقبِل

1.1.1.11.8 ابتداء تقدير القناة

يبدأ المستقبِل عملية تقدير القناة بإرسال رسالة MCE_Initiation.req إلى المرسِل.

ويتعين أن يختار المستقبِل فرز CE_BAT_GRP (*G*) الذي يبين قيمة المعرف GRRP_ID (*G*) المصاحب لجداول BAT الواجب تحديثها (عند استعمال أي انسيابين مكانيين، ينطبق الفرز نفسه على الانسيابين). ويجب أن يختار المستقبِل أيضاً فرز CE_PR_GRP الذي يبين قيمة فرز التشفير المسبق (PG) المرتبط بمعلمات التشفير المسبق المقرَر تحديثها. ويتعين أن يختار المستقبِل وقتي CE_STIME وCE_TIME اللذين يحددان وقتي البدء والانتهاء لنافذة تقدير القناة. وخلال بقية عملية تقدير القناة، يرسل المرسِل أُطر PROBE داخل هذه النافذة. ويتعين أن يختار المستقبِل معرف CE_BMAT_ID من المعرفات غير الصالحة حالياً. وستُستعمل هذه القيمة للتمييز بين عمليات تقدير القناة المتعددة التي يجري تنفيذها في الوقت نفسه. ويجوز أن يطلب المستقبِل إرسال إطار PROBE عن طريق ضبط مجال CE_PRB_RQST. ويوصِّف مجال MCE_PRB_PARM معلمات إطار PROBE المبدئي. وإذا لم تُسنَد إلى المجال CE_RB_RQST قيمة واحد، يتعين أن تكون معلمات إطار PROBE المبدئي على النحو التالي: $CE_PR_PRBTYPE = 1000_2$; $CE_PR_PRBFN = 0000_2$; $CE_PR_PRBSYM = 0011_2$; $CE_PR_PRBGI = 111_2$, CE_PR_APSD_MAX = 31, CE_PR_APSD_MAX_EXT=0 and PRB_BMAT_ID = 11.

ويجوز للمستقبِل أن يعيد إرسال الرسالة MCE_Initiation.req في حال عدم استقباله رسالة MCE_Initation.cnf في غضون 200 ms.

2.1.1.11.8 طلب عرض نطاق تقدير القناة

وإذا لم يكن لدى المرسِل فرص إرسال داخل نافذة تقدير قناة معينة، يتعين أن يطلب من ضابط الميدان توزيع عرض النطاق لإرسال إطار PROBE عن طريق إرسال رسالة MCE_ProbeSlotAssign.req.

ويجب أن يزود المرسِلُ ضابط الميدان بمعرف تقدير القناة (أي CE_BMAT_ID وsender_ID وreceive_ID) ونافذة تقدير القناة (CE_STIME وCE_TIME) ومعلمات الإطار (CE_PRB_PARM) PRBE على النحو الوارد في رسالة MCE_Initation.req.

ويجب أن يقدم المرسِل أولوية طلب عرض النطاق في الرسالة MCE_ProbeSlotAssign.req بإيلاء أعلى أولوية في مجال CE_PRRIORITY لحركة بيانات المستعمل التي يتعين على المرسِل إرسالها إلى المستقبِل المحدد.

ويجب أن يؤكد ضابط الميدان طلب عرض النطاق بالرد على المرسِل بتأكيد MCE_ProbeSlotAssign.cnf يبين ما إذا كان الطلب قد نال الموافقة أم لا في غضون 100 ms بعد تلقيه رسالة MCE_ProbeSlotAssign.req.

وينبغي أن يخصص ضابط الميدان عرض النطاق بحيث يمكن إرسال إطار PROBE واحد على الأقل مع المعلمات المطلوبة خلال نافذة تقدير القناة. ويجب أن يقتصر استعمال المهل الزمنية (TS) أو فرص الإرسال (TXOP) الإضافية على إرسالات أطر PROBE (انظر الفقرة 1.1.4.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961]). وإذا منح ضابط الميدان عرض نطاق إضافي لإرسال إطار PROBE، ينبغي أن يحتفظ بعرض النطاق هذا إلى أن يستقبل طلب تحرير عرض النطاق من المرسِل (انظر الفقرة 8.1.1.11.8).

وإذا لم يستلم المرسِل رسالة MCE_ProbeSlotAssign.cnf، يمكنه أن يعيد إرسال رسالة MCE_ProbeSlotAssign.req عدة مرات قبل أن يرسل تأكيد ابتداء تقدير القناة.

3.1.1.11.8 تأكيد ابتداء تقدير القناة

يجب أن يؤكد المرسِل طلب ابتداء تقدير القناة عن طريق إرسال رسالة MCE_Initiation.cnf للمستقبِل.

ويجب أن يبين المرسل ما إذا كان يقر أو يرفض طلب ابتداء تقدير القناة. ويجب أن يسند المرسِل إلى معرف CE_BMAT_ID القيمة التي اختارها المستقبِل في رسالة MCE_Initiation.req. ويتعين أن يستكمل المرسل فرز CE_BAT_GRP الذي ينبغي أن يساوي الفرز الذي يوعز به المستقبِل عن طريق طلب ابتداء تقدير القناة وفرز CE_PG_GRP الذي يجب أن يكون أكبر من أو يساوي الفرز الذي يوعز به المستقبِل عن طريق طلب ابتداء تقدير القناة.

ويجب أن يرسل المرسِل رسالة MCE_Initiation.cnf خلال 100 ms بعد استقباله رسالة MCE_Initiation.req. وإذا احتاج المرسِل أن يطلب عرض النطاق من أجل إرسال إطار PROBE، يرسل المرسِل رسالة MCE_Initiation.cnf في غضون 200 ms.

4.1.1.11.8 طلب إرسال إطار PROBE

بمجرد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، يجوز للمستقبِل أن يطلب من المرسِل إرسال أُطر PROBE إضافية عن طريق إرسال رسالة MCE_ProbeRequest.ind.

ويمكن للمستقبِل طلب معلمات محددة لإطار PROBE عن طريق مجال CE_PCARM في رسالة MCE_ProbeRequest.ind.

وبدلاً من ذلك، يجوز للمستقبِل أن يطلب أُطر PROBE باستعمال المجال ACK_CE_CTRL في رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) لإطار إشعار باستلام (ACK) موجه إلى عقدة المرسِل (انظر الفقرة 4.1.11.8).

ويجوز أن لا يطلب المستقبِل أُطر PROBE مطلقاً إذا استعمل أُطراً أخرى تحمل حمولة نافعة (مثل MSG وBMSG وBACK) لتقدير القناة.

5.1.1.11.8 إرسال إطار PROBE

عندما يستلم المرسل طلب إرسال إطار PROBE، يقوم بإرسال أُطر PROBE في أسرع وقت ممكن على النحو الموصوف في الفقرة 4.1.11.8.

6.1.1.11.8 اكتمال تقدير القناة

في أي وقت بعد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، يمكن للمستقبِل أن يرسل إلى المرسِل نتيجة تقدير القناة باستعمال رسالة MCE_ParamUpdate.req. ويجب أن يؤكد المرسِل استقبال المعلمات الجديدة بالرد برسالة MCE_ParamUpdate.cnf في غضون 100 ms.

وعند استقبال الرسالة MCE_ParamUpdate.req، يجب أن يدرج المرسِل معلمات تقدير القناة الجديدة (جداول BMAT جديدة، وما إلى ذلك) بأسرع ما يمكن.

وإذا لم يستلم المرسل رسالة تتعلق بتقدير القناة (أي MCE_ProbeRequest أو MCE_ParamUpdate.req) أو لم يستقبل طلباً لإرسال إطار PROBE عبر إطار ACK خلال 200 ms بعد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، يمكن أن يرسل المستقبِل رسالة MCE_ParamUpdateRequest.ind لكي يطلب من المستقبِل إعادة إرسال نتيجة تقدير القناة المحددة.

وإذا لم يستقبل المرسل رسالة MCE_ParamUpdate.req أو MCE_Cancelation.req في غضون 400 ms بعد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، عليه أن يجهض عملية تقدير القناة.

7.1.1.11.8 إلغاء تقدير القناة

وفي أي وقت بعد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، يمكن للمستقبِل إلغاء عملية تقدير القناة باستعمال رسالة MCE_Cancelling.req. ويؤكد المرسِل استقبال طلب الإلغاء خلال 100 ms بالرد على رسالة MCE_Cancelation.cnf. وإذا لم يستقبل المستقبِل رسالة MCE_Cancelation.cnf خلال 200 ms، يجوز له أن يعيد إرسال رسالة MCE_Cancellllation.req.

وإذا لم يستلم المستقبِل تأكيد MCE_ParamUpdate.cnf أو MCE_Cancelation.cnf خلال 400 ms بعد تأكيد طلب ابتداء تقدير القناة، عليه أن يجهض عملية تقدير القناة وأن يعتبر معرف CE_BMAT غير صالح (انظر الفقرة 5.1.11.8).

وفي هذه الحالة، ينتهي تقدير القناة دون توليد جدول BMAT جديد (أي جداول BAT وMAT جديدة).

8.1.1.11.8 تحرير عرض نطاق تقدير القناة

وعند استلام رسالة MCE_PaamUpdate.req أو MCE_Cancelation.req، يجب أن يطلب المرسِل من ضابط الميدان تحرير أي عرض نطاق مخصص سابقاً لإرسال الإطار PROBE عن طريق إرسال رسالة MCE_ProbeSlotRelease.req.

ويجب أن يزود المرسل ضابط الميدان بمعرف تقدير القناة (أي CE_BMAT_ID وsender_ID وreceive_ID) ونافذة تقدير القناة (CE_STIME وCE_ETIME) المصاحبين لعملية تقدير القناة.

ويجب أن يؤكد ضابط الميدان استقبال رسالة MCE_ProbeSlotRelease.req خلال 100 ms بالرد برسالة MCE_ProbeSlotRelease.cnf. وإذا لم يستلم ضابط الميدان رسالة CE_ProbeSlotRelease.req من المرسِل في غضون 800 ms بعد تخصيص عرض النطاق، يجب أن يحرر عرض النطاق الموزَّع للمرسِل من أجل أطر PROBE. ولا يحرر ضابط الميدان سوى عرض نطاق إضافي مخصَص للمرسل من أجل إرسال إطار PROBE لمعرف تقدير القناة المصاحب.

2.1.11.8 تقدير القناة المطلوب من المرسِل

يصف الإجراء التالي عملية تقدير القناة المطلوب من المرسِل:

1) يطلب المرسِل تقدير القناة بإرسال رسالة MCE_Request.ind (طلب تقدير القناة، انظر الفقرة 1.2.1.11.8).

2) باقي الإجراء هو نفسه الموصوف في الفقرة 1.1.11.8 (من الخطوة 1 حتى الخطوة 8).

ويمكن للمرسِل أن يرسل أُطراً تحمل حمولة نافعة بالإعدادات القائمة (مثل أي جدول BMAT صالح وقتَ التنفيذ أو جدول BMAT معرَّف مسبقاً) في أي وقت خلال هذه العملية.

1.2.1.11.8 طلب تقدير القناة

يطلق المرسِل عملية تقدير القناة بإرسال رسالة MCE_Request.ind للمستقبِل.

ويمكن أن يحدد المرسِل نافذة تقدير القناة (CE_STIME وCE_TIME). وفي هذه الحالة يجب أن يستعمل المستقبِل نفس نافذة تقدير القناة التي طلبها المرسِل في رسالة MCE_Initiation.req. وخلاف ذلك، يمكن للمستقبِل تحديد نافذة تقدير القناة حسب تقديره الخاص.

ويتعين أن يجيب المستقبِل على رسالة MCE_Request.ind من المرسل في غضون 100 ms إما برسالة MCE_Initation.req أو برسالة MCE_ParamUpdate.req.

وإذا لم يستلم المرسِل رسالة MCE_Initiation.req أو رسالة MC_ParamUpdate.req في غضون 200 ms بعد إرسال رسالة MCE_Request.ind، يجوز له أن يعيد إرسال رسالة طلب تقدير القناة.

3.1.11.8 العمليات المختصَرة لتقدير القنوات

1.3.1.11.8 Unsolicited MCE_ParamUpdate.req

لا يلزم تبادل أُطر PROBE بين المرسِل والمستقبِل من أجل تبادل جدول BMAT جديد بينهما. ويجوز للمستقبِل أن يرسل جدول BMAT جديد في أي وقت إلى المرسِل بإرسال رسالة MCE_ParamUpdate.req، شريطة أن يكون معرف BMAT_ID غير صالح في وقت إرسال جدول BMAT الجديد. ويمكن للمستقبِل أن يستعمل أُطر PROBE أو أُطر أخرى تحمل حمولة نافعة (مثل MSG وBMSG وBACK) مرسَلة إلى عقد أخرى لتقدير القناة.

وعند استقبال رسالة MCE_ParamUpdate.req، يجب أن يرد المرسِل بإرسال رسالة MCE_ParamUpdate.cnf في غضون 100 ms سواءَ اعتمد المرسِل جدول BMAT الجديد أو رفض جدول BMAT الجديد بسبب نقص الموارد.

وإذا لم يستلم المستقبِل رسالة MCE_ParamUpdate.cnf في غضون 200 ms، يجوز له أن يحاول مجدداً بنفس رسالة MCE_ParamUpdate.req أو برسالة MCE_ParamUpdate.req مختلفة.

2.3.1.11.8 التحديث الجزئي لجدول BMAT

يجوز للمرسِل والمستقبِل اللذين يتواصلان معاً بإقامة جدول مشترَك لتوزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (BMAT) وقت التنفيذ أن يقوما بتحديث جزء من جدول BMAT في أي وقت أثناء استعماله. ويجوز للمستقبِل أن يبدأ التحديث الجزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (PBMU) بإرسال معلومات PBMU في رسالة الإدارة.

وتوصف عملية التحديث الجزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل على النحو التالي:

1) يجوز للمستقبِل في أي وقت أثناء الاتصال أن يرسل طلب PBMU لأي جدول BMAT صالح يستعمله المرسِل. ويحتوي طلب PBMU على معرف BMAT_ID صالح جديد (N_BMAT_ID)، ومعرف BMAT_ID القديم (O_BMAT_ID) المصاحب لجدول BMAT الواجب تحديثه وتغييرات في توزيع البتات (انظر الفقرة 1.2.3.1.11.8).

2) عندما يستلم المرسِل طلب PBMU، يتعين أن يقوم بتحديث جدول BMAT المصاحب لمعرف O_BMAT_ID وبتخصيص معرف N_BMAT_ID لجدول BMAT المحدَّث والرد بتأكيد PBMU. وبعد استقبال أول إطار يحمل الحمولة النافعة باستعمال معرّف N_BMAT_ID، يتعين أن يعتبر المستقبِل معرف O_BMAT_ID غير صالح (انظر الفقرة 5.1.11.8).

3) يجوز للمستقبِل أن يرسل طلب PBMU آخر بعد التأكد من أن المرسِل أدرج طلب PBMU السابق أو بعد أن يستنتج أن طلب PBMU السابق قد فُقد.

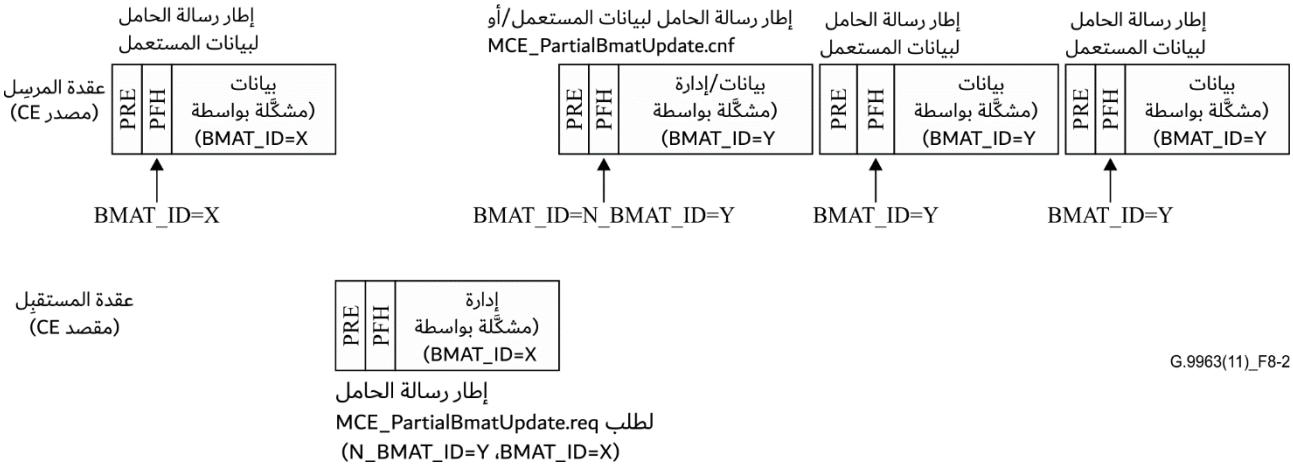
1.2.3.1.11.8 طلب التحديث الجزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (PBMU)

يجوز أن يرسل المستقبِل طلب PBMU باستعمال رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req يمكن للمستقبِل أن يطلب فيها توزيعات بتات، وتوزيعات لخارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل وتغييرات معلمة التشفير المسبق لما يصل إلى 1024 موجة حاملة فرعية. ويوضح الشكل 8-2 مثالاً على تحديث جدول BAT الجزئي باستعمال هذا النهج؛ علماً بأن الإشعار بالاستلام معطَّل في هذا المثال.

وإذا لم يستلم المستقبِل رسالة MCE_PartialBmatUpdate.cnf خلال 200 ms، يجوز له يحاول مجدداً بنفس رسالة MCE_ParamUpdate.req أو برسالة MCE_ParamUpdate.req مختلفة.

2.2.3.1.11.8 تأكيد التحديث الجزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (PBMU)

عند استقبال رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req، ينبغي أن يدرج المرسِل المعلمات الجديدة لتقدير القناة في أقرب وقت ممكن وأن يرسل بعد ذلك رسالة MCE_PartialBmatUpdate.cnf لتأكيد رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req المستقبَلة في غضون 100 ms. ويتعين أن يستنتج المستقبِل فقدان طلب PBMU إذا لم يستلم تأكيد تحديث PBMU في غضون 200 ms بعد إرساله لطلب MCE_PartialBmatUpdate.req. ويمكن أن يبدل المرسِل إلى معرف N_BMAT_ID قبل إرسال رسالة MCE_PartialBmatUpdate.cnf.



الشكل 8-2 – مثال على التحديث الجزئي لجدول BMAT باستعمال رسالة إدارة

4.1.11.8 تقدير القناة باستعمال أُطر PROBE

يمكن للمستقبِل أن يطلب من المرسِل إرسال إطار PROBE في أي وقت بعد التسجيل دون اللجوء إلى عملية ابتداء تقدير القناة.

ولطلب أُطر PROBE، يجوز أن يستعمل المستقبِل رسائل MCE_ProbeRequest.ind أو مجال ACK_CE_CTRL في رأسية إطار الطبقة المادية (PFH) لإطار ACK (انظر الفقرة 1.3.2.3.2.1.7). وعند استلام طلب لإرسال إطار PROBE، ينبغي للمرسِل أن يرسل أُطر PROBE في أسرع وقت ممكن.

وإذا طلب المستقبِل إطار PROBE من خلال رسالة إدارة محددة، ينبغي أن يرسل المرسِل إطار PROBE باستعمال معلمات يختارها المستقبِل، أي المعلمات المختارة في آخر طلب لإرسال إطار PROBE (MCE_ProbeRequest.ind) أو ابتداء تقدير القناة (MCE_Initiation.req).

وعندما يطلب المستقبِل إطار PROBE من خلال إطار ACK، يتعين أن يستعمل المرسِل إطار PROBE المبدئي. ويتعين أن يستعمل المرسِل إطار PROBE المبدئي لجميع الطلبات القائمة على إطار ACK في إرسال المستقبِل لإطار PROBE بغض النظر عن معرّف BAT_ID. ويجوز للمرسِل في هذه الحالة أن يرسل أُطر PROBE في أي موضع خلال دورة MAC بغض النظر عن نافذة تقدير قناة معينة مرتبطة بمعرف BMAT_ID بموجب تقدير القناة.

ويحدد المستقبِل معلمات إطار PROBE المبدئي من خلال رسالة MCE_Initiation.req على النحو الوارد في الفقرة 1.1.2.11.8. وبدلاً من ذلك، يمكن تحديثها بضبط بتة في رسالة MCE_ProbeRequest.ind على النحو الموصوف في الجدول 8-19.

وعندما يتلقى المرسِل طلباً لإرسال إطار PROBE من مستقبِل فيما يتناول الطلبات السابقة لإرسال إطار PROBE من نفس المستقبِل، ينبغي أن يتجاهل الطلب الجديد إذا كانت المعلمات المطلوبة هي نفس المعلمات القديمة بغض النظر عن قيمة BMAT_ID قيد التقدير.

ملاحظة – ينبغي أن يحاول المرسِل تغطية أكبر قدر ممكن من نافذة تقدير القناة عند توليد أطر PROBE.

وعندما يطلب المستقبِل إطار PROBE عبر أُطر ACK، يجوز أن يطلب عدة مرات بإرسال أُطر ACK عن طريق ضبط ACK_CE_CTRL إلى أن يستقبل إطار PROBE. وينبغي أن يتجاهل المرسِل الطلبات الجديدة لإرسال إطار PROBE الواردة من المستقبِل تجنباً لإرسالات إطار PROBE غير الضرورية.

وبعد إرسال إطار PROBE، يمكن للمستقبِل أن يرسل نتيجة تقدير القناة للمرسِل في حالة الحاجة إليها، وذلك باستعمال تحديث MCE_ParamUpdate (الفقرة 1.3.1.11.8) غير مطلوب أو تحديث جزئي لجدول BMAT (الفقرة 2.3.1.11.8).

وينبغي اعتبار أن لإطار PROBE أولوية MPDU تساوي 7.

1.4.1.11.8 تقدير القناة باستعمال أُطر PROBE التي ترسلها عقدة حسب طلب ضابط الميدان

بما أن ضابط الميدان (DM) مسؤول عن الجدولة الزمنية وهو أيضاً على دراية بالمسارات بين أي عقدتين من عقد الميدان، يجوز أن يوزع ضابط الميدان أطر فرصة الإرسال الخالية من التنازع (CFTXOP) الخاصة المخصصة لعقدة مصدر واحدة بأدنى أولوية للمستعمل معرّفة بالأثمون (SID, PRI) (انظر الفقرة 4.3.8 من التوصية [ITU-T G.9961]) بقيمة استبانة الأولوية (PRI) التي يحددها ضابط الميدان حيث يتعين أن ترسل العقدة المخصصَة أُطر PROBE (إذا لم تكن لديها بيانات للإرسال)، والتي يمكن للعقد المجاورة أن تستعملها عندئذ لتقدير نسبة الإشارة إلى الضوضاء (SNR) وقياس الصبيب. ويمكن أن تكون هذه المعلومات مفيدة للتشخيص. ويسمح ذلك بقياس نسب SNR والصبيب حتى على الوصلات التي لا تُستعمل في إيصال الحركة، حيث لا توجد حاجة إلى توليد وتبادل جداول BAT.

ويبين ضابط الميدان (DM) فرصة الإرسال الخاصة الخالية من التنازع (CFTXOP) من خلال إعداد مجال "قيود فرص الإرسال (TXOP)" في واصف "النعوت الإضافية لفرص الإرسال (TXOP)" الذي أُسندت إليه قيمة 2 (انظر الجدول 8-1.65 من التوصية [ITU-T G.9961])، وإعداد مجال "قيود الحركة" في واصف "نعوت TXOP" الذي أُسندت إليه قيمة 0 (انظر الجدول 8-65 من التوصية [ITU-T G.9961]).

ويجوز أن يوزع ضابط الميدان (DM) عرض نطاق لعقد محددة (في شكل فرص إرسال (TXOP) خاصة لإرسالات المسبار، انظر الفقرة 1.1.4.8.8 من التوصية [ITU-T G.9961]) بحيث يمكن إرسال إطار المسبار (PROBE) واحد على الأقل بالمعلمات المبدئية أثناء النافذة الزمنية لتقدير القناة التي تسترعي الاهتمام. ويجب استعمال فرص الإرسال الخاصة هذه لإرسالات إطار PROBE ما لم تكن هناك بيانات يلزم أن ترسلها العقدة المخصَصة بفرصة الإرسال الخاصة. ويجب على العقدة المخصَصة بفرصة الإرسال الخاصة أن:

- ترسل حركة البيانات العادية أثناء فرصة الإرسال (TXOP)، إذا كانت لدى العقدة بيانات يتعين إرسالها، أو
- ترسل أُطر المسبار (PROBE) إن لم تكن لدى العقدة بيانات يتعين إرسالها.

ويتعين أن ترسَل أُطر المسبار بمستوى القدرة الأقصى الذي تستعمله العقدة في إرسال البيانات. وتُسنَد قيمة FF_{16} إلى المعرف DID في رأسية إطار الطبقة المادية (PHY) لإطار المسبار.

5.1.11.8 صيانة المعرِّف BMAT_ID

يتولى المستقبِل مسؤولية تتبع قائمة معرفات BMAT_ID الصالحة وغير الصالحة. ويبلغ المستقبِل مرسِل بمعرفات BMAT_ID الصالحة في مجال VALID_BMAT_ID بإرسال رسالة MCE_BmatIdMain.ind. ويتعين أن يكف المرسل عن استعمال معرفات BMAT_ID التي يوسمها المستقبِل على أنها غير صالحة بأسرع ما يمكن. وإذا وُسمت جميع معرّفات BMAT_ID على أنها غير صالحة، يجوز للمرسِل أن يستعمل أسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). وفي هذه الحالة، ينبغي أن يستعمل المرسِل المعلمات المبينة في رسالة MCE_BmatIdMain.ind.

وإذا وَسم المستقبِلُ معرّف BMAT_ID على أنه صالح ولكن المرسِل لم يمتلك جدول BMAT (جداول BAT وMAT) المصاحب له (كأن يعجز المرسِل عن استقبال طلب MCE_ParamUpdate.req)، يتعين أن يرسل المرسِل رسالة MCE_ParamUpdateRequest.ind ليطلب إرسال جدول BMAT.

ويجوز أن يكلف المستقبِلُ المرسِل بالتوقف عن استعمال معرّف BMAT_ID عن طريق المجال ACK_CE_CTRL في إطار ACK (انظر الفقرة 1.3.2.3.2.1.7). ويعتبر المرسِل عندئذ معرّف BMAT_ID غير صالح.

ويجوز للمستقبل إلغاء معرّف BMAT_ID كجزء من عملية إلغاء تقدير القناة (انظر الفقرة 7.1.1.11.8).

6.1.11.8 إدراج رمز تقدير قناة إضافية (ACE)

إن الإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) لأنماط أُطر PHY MSG وBMSG وBACK حيث تكون الحمولة النافعة موجهة إلى مستقبلات التوصية [ITU-T G.9963] (أي الحالة 4a في الجدول 7-1، التي يبينها عَلم MIMO_IND في مجموعة PFH ذو قيمة واحد) والإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج لأطر PROBE ($PRBTYPE\ 1000_2$) يجب أن يتضمنا دائماً رمزاً واحداً على الأقل لتقدير قناة إضافية (ACE) في الإطار. وفي هذه الحالة، يجوز إرفاق ما يصل إلى 6 رموز ACE إضافية علاوة على رمز ACE هذا. وفي جميع حالات الإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج الأخرى، حيث يتضمن الإرسال حمولة نافعة (أي الحالات 4b و5 و6 الواردة في الجدول 7-1)، يجوز إرفاق ما يصل إلى 7 رموز ACE.

ويجوز يطلب المستقبِل من المرسِل إرفاق ما يصل إلى 7 رموز ACE (انظر الفقرة 1.2.1.7) في أي وقت بعد التسجيل وذلك بإرسال رسالة MCE_ACESymbols.ind بشأن الحالة 4a في الجدول 1 (التي يبينها عَلم MIMO_IND في PFH ذو قيمة واحد) ورسالة CE_ACESymbols.ind بشأن الحالات 4b و5 و6 في الجدول 7-1. وخلال 100 ms من استقبال هذه الرسالة، يتعين أن يرفق المرسِل رموز ACE حسب طلب المستقبِل بجميع الأُطر المرسِلة إلى المستقبل والمسموح لها حمل رموز ACE. ويجوز أن يستعمل المستقبِل نفس الإجراء لتغيير عدد رموز ACE.

7.1.11.8 أنساق رسائل الإدارة لتقدير القناة

1.7.1.11.8 نسق MCE_ProbeSlotAssign.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotAssign.req على النحو المبين في الجدول 8-4.

الجدول 8-4 – نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotAssign.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرف المرسِل	0	[7:0]	معرف DEVICE_ID للعقدة التي تطلب توزيع عرض النطاق لإرسالات إطار PROBE.
معرف المستقبِل	1	[7:0]	معرف DEVICE_ID لعقدة المستقبِل DEVICE في إجراء تقدير القناة.
CE_BMAT_ID	2	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT وقتَ التنفيذ المقرر تحديثه بتقدير القناة. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
CE_STIME	3	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يمكن فيه للمرسل أن يبدأ إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-98 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME	4	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يتعين أن ينهي فيه المرسل إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_PRB_PARM	5 إلى 9	[39:0]	يوصَّف هذا المجال مجموعة معلمات إطار PROBE، ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-23.
CE_PRIORITY	10	[2:0]	يحدد هذا المجال أعلى أولوية لمستعمل الحركة التي يتعين على المرسِل إرسالها إلى المستقبل المحدَد.
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

8.7.1.11.2 نسق MCE_ProbeSlotRelease.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotRelease.req على النحو المبين في الجدول 8-5.

الجدول 8-5 – نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotRelease.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرف المرسِل	0	[7:0]	معرف DEVICE_ID للعقدة التي تطلب توزيع عرض النطاق لإرسالات إطار PROBE.
معرف المستقبِل	1	[7:0]	معرف DEVICE_ID للمستقبِل الذي بدأ تقدير القناة.
CE_BMAT_ID	2	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT وقتَ التنفيذ المقرر تحديثه بتقدير القناة. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
CE_STIME	3	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يمكن فيه للمرسل أن يبدأ إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-98 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME	4	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يتعين أن ينهي فيه المرسل إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

8.7.1.11.3 نسق MCE_ParamUpdate.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req على النحو المبين في الجدول 8-6.

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرف BMAT ID الجديد	0 و1	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المصاحب لجدول BMAT جديد (CE_BMAT_ID). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
~~هوية خطة النطاق~~ المدى الترددي		[7:5]	يبين هذا المجال نمط ~~خطة النطاق~~ المدى الترددي الذي تُعرَّف على أساسه مداخل جدول BAT التالية. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-10 من التوصية [ITU-T G.9960].
CE_BAT_GRP		[10:8]	يبين هذا المجال فرز (*G*) جدول BAT المصاحب لجداول BAT الجديدة والمحدد عند تأكيد ابتداء تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-8.
مؤشر أسلوب MIMO		[12:11]	يبين هذا المجال استعمال أحد أساليب MIMO التالية لمعرف BMAT_ID المصاحب لجدول BMAT الجديد (CE_BMAT_ID) (الملاحظة 10): 0 – الأسلوب 0 1 – الأسلوب 1 2 – الأسلوب 2 3 – محجوز لدى قطاع تقييس الاتصالات انظر الفقرة 2.11.8 للاطلاع على وصف الأساليب المذكورة أعلاه.
مؤشر تحديث BAT		[13]	0 عندما لا تكون جداول BAT في الانسياب المكاني 1 (SS 1) والانسياب المكاني 2 (SS 2) محدَّثة في الرسالة، أي عندما لا تكون مجالات $B_1^{(1)},\ldots, B_Z^{(1)}$ و$B_1^{(2)},\ldots, B_Z^{(2)}$ موجودة في الرسالة. 1 عندما تكون جداول BAT في الانسياب المكاني 1 (SS 1) والانسياب المكاني 2 (SS 2) محدَّثة في الرسالة، أي عندما تكون مجالات BAT موجودة في الرسالة. ويعرَّف Z في مجال $TIDX_{MAX}$.
مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق		[14]	0 عندما لا تُحدَّث معلمات التشفير المسبق في الرسالة، أي عند غياب مجالات معلمات التشفير المسبق، $P_{1,\theta}$, $P_{1,\varphi},\ldots, P_{K,\theta}$ و$P_{K,\varphi}$ في الرسالة. 1 معلمات التشفير المسبق محدَّثة في الرسالة، أي عند وجود مجالات معلمات التشفير المسبق في الرسالة. ويتعين أن تُسنَد إلى هذا المجال قيمة 0 إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال "مؤشر أسلوب MIMO". ويعرَّف K في مجال $TIDX_{MAX}$.
مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق		[15]	0 عند التمثيل الكمي لمعلمتي $P_{i,\theta}$ و$P_{i,\varphi}$ بقيم بطول 4 بتات 1 عند التمثيل الكمي لمعلمتي $P_{i,\theta}$ و$P_{i,\varphi}$ بقيم بطول 8 بتات وكلما أُسندت قيمة 0 لمجال "مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق" يجب أن يتجاهل مستقبِل الرسالة هذا المجال.
CE_PR_GRP	2	[2:0]	يبين هذا المجال فرز التشفير المسبق (PG) المرتبط بمؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق ومعلمات التغذية الراجعة $P_{i,j}$، والمحدد في تأكيد ابتداء تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-8 – نسق CE_PR_GRP. وكلما أُسندت قيمة 0 لمجال "مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير" يجب أن يتجاهل مستقبِل الرسالة هذا المجال.
BAT_COMPRESSION	3		تبين هذه البتة ما إذا كانت آلية ضغط طول التنفيذ تُستعمل لنقل معلومات BAT (المجالات من $B_1^{(1)}$ إلى $B_Z^{(1)}$ والمجالات من $B_1^{(2)}$ إلى $B_Z^{(2)}$) وعند إسناد قيمة صفر لهذه البتة، لا تُستعمل آلية ضغط طول التنفيذ لضغط جدول BAT. وعند إسناد قيمة واحد لهذه البتة، تُستعمل آلية ضغط طول التنفيذ لضغط جدول BAT. ويتعين عدم إسناد قيمة واحد لهذه البتة إذا كانت قيمة واحد مسنَدة لمجال ضغط جدول BMAT (انظر الجدول 8-0) أيضاً.

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
PRECODING_ COMPRESSION		4	تبين هذه البتة ما إذا كانت آلية ضغط طول التنفيذ تُستعمل لنقل معلومات التشفير المسبق (المجالات من $P_{1,\theta}$ إلى $P_{K,\theta}$ والمجالات من $P_{1,\varphi}$ إلى $P_{K,\varphi}$) وعند إسناد قيمة صفر لهذه البتة، لا تُستعمل آلية ضغط طول التنفيذ لضغط التشفير المسبق. وعند إسناد قيمة واحد لهذه البتة، تُستعمل آلية ضغط طول التنفيذ لضغط التشفير المسبق. ويتعين عدم إسناد قيمة واحد لهذه البتة إذا كانت قيمة واحد مسنَدة لمجال ضغط جدول BMAT (انظر الجدول 8-0) أيضاً.
NUM_VALID_ DUR_EXT		[6:5]	يحتوي هذا المجال على البتات الموسعة في عدد NUM_VALID_DUR وتُضاف وتُستعمل في البتة الأكثر دلالة في عدد NUM_VALID_DUR. ولهذا التوسيع، يتراوح المدى الصالح لقيم NUM_VALID_DUR بين 0 (V=1) و31 (V=32) (الملاحظة 16).
APSD_MAX_EXT		[7]	هذا المجال هو قيمة APSD_MAX_EXT في رأسية إطار PHY المصاحبة لجدول BMAT الجديد. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو الوارد في الفقرة 25.2.2.3.2.1.7 من التوصية [ITU T G.9960]. (الملاحظة 15)
VALID_BMAT_ ID	3 و4	[15:0]	يحتوي هذا المجال على صفيفة بتات تبين جداول BMAT الصالحة وقتَ التنفيذ (بما في ذلك معرف BMAT الجديد) لهذه العقدة (SID) عند الاستقبال من عقدة المقصد (DID). وترتبط كل بتة بجدول BMAT واحد وقتَ التنفيذ. ويتعين إسناد قيمة واحد إلى البتة 0 للمعرّف VALID_BMAT_ID إذا كان معرّف BMAT_ID 16 وقتَ التنفيذ صالحاً. ويتعين إسناد قيمة واحد إلى البتة 11 للمعرّف VALID_BMAT_ID إذا كان معرّف BMAT_ID 27 وقتَ التنفيذ صالحاً.
NUM_TX_AVAIL_ BMATS_NO_ PREC	5	[3:0]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض G = 1 وPG = 1 (بتمثيل كمي طوله 8 بتات لمعلمات التشفير المسبق)، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
NUM_TX_AVAIL_ BMATS_PREC		[7:4]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض G = 1 وعدم وجود تشفير مسبق، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
مقاس الكتلة الجديد	6	[1:0]	يبين هذا المجال مقاس BLKSZ المقترح المرتبط بجدول BMAT الجديد. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-7 من التوصية [ITU-T G.9960] (الملاحظة 2).
معدل FEC الجديد		[4:2]	يبين هذا المجال معدل FEC_RATE المقترح المرتبط بجدول BMAT الجديد. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-12 من التوصية [ITU-T G.9960] (الملاحظة 3).
GI الجديد		[7:5]	يبين هذا المجال معرّف GI_ID المقترح المرتبط بجدول BMAT الجديد. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو الوارد في الجدول 7-14 من التوصية [ITU-T G.9960] (الملاحظة 4).
APSD_MAX	7	[4:0]	يبين هذا المجال قيمة APSD_MAX في رأسية إطار PHY المرتبطة بجدول BMAT الجديد. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو الوارد في الفقرة 11.2.2.3.2.1.7. (الملاحظة 15)
NUM_VALID_DUR		[7:5]	يبين هذا المجال عدد المدد الصالحة المحددة لجدول BMAT الجديد (V). ويتراوح المدى الصالح لقيم هذا المجال بين 0 (V=1) و7 (V=8) بدون توسعة (الملاحظة 5).

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_STIME_1	8	[7:0]	يبين هذا المجال وقت بدء أول مدة يكون فيها جدول BMAT الجديد صالحاً. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو الوارد في الجدول 8-98 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME_1	9	[7:0]	يبين هذا المجال نهاية أول مدة يكون فيها جدول BMAT صالحاً. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو الوارد في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
…	…	…	…
CE_STIME_v	$2V+6$	[7:0]	يبين هذا المجال وقت بدء آخر مدة يكون فيها جدول BMAT الجديد صالحاً. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو الوارد في الجدول 8 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME_v	$2V+7$	[7:0]	يبين هذا المجال نهاية آخر مدة يكون فيها جدول BMAT صالحاً. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو الوارد في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
$TIDX_{MIN}$ لنطاقات OFB في ملف التعريف 1	($2V+8$) إلى ($2V+10$)	[11:0]	عدد صحيح غير جبري بطول 12 بتة يبين أدنى: 1) أول مؤشر للموجات الحاملة الفرعية في زمرة BAT التي تخصَص لها بتات غير صفرية في الانسياب المكاني 1، 2) أول مؤشر للموجات الحاملة الفرعية في زمرة BAT التي تخصَص لها بتات غير صفرية في الانسياب المكاني 2، ويتعين أن يكون مضاعفاً صحيحاً لقيمة G (الملاحظة 6). ويتعين أن تتصاحب قيمة هذا المجال مع جدول BMAT وأن تُستعمل أثناء تحديثات جدول BMAT الجزئية (انظر الجدول 8-9).
$TIDX_{MAX}$ لنطاقات OFB في ملف التعريف 1		[23:11]	عدد صحيح غير جبري بطول 12 بتة يبين أقصى: 1) أول مؤشر للموجات الحاملة الفرعية في زمرة BAT التي تخصَص لها بتات غير صفرية في الانسياب المكاني 1، 2) أول مؤشر للموجات الحاملة الفرعية في زمرة BAT التي تخصَص لها بتات غير صفرية في الانسياب المكاني 2، ويتعين أن يكون مضاعفاً صحيحاً لقيمة G (الملاحظة 6)، وفي حال استعمال فرز تحميل البتات ($G>1$) يجب أن يفي بالمتراجحة التالية: $TIDX_{MAX}+G-1 \leq$ StopSubCarrier، حيث يرد توصيف StopSubcarrier في الجدول 8-16.6 ("مجال قيمة قدرات معلومات خطة النطاق") في التوصية [ITU-T G.9961]. ويُفترض أن W يدل على عدد مداخل جدول BAT أي، $(TIDX_{MAX} - TIDX_{MIN})/G + 1$. ويُفترض أن Z يدل على أصغر عدد صحيح أكبر من W/2 أو يساويه. ويُفترض أن K يدل على عدد مداخل التشفير المسبق (أي عدد زمر التشفير المسبق)، وهو أصغر عدد صحيح أكبر من $(TIDX_{MAX} + G - TIDX_{MIN})/PG$ أو يساويه.
B_1(1)	$2V+11$	[3:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN}$ إلى $TIDX_{MIN} + G - 1$ (الملاحظتان 6 و7). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
		[7:4]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN} + G$ إلى $TIDX_{MIN} + 2G - 1$ (الملاحظات 6 و7 و8). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
…	…	…	…

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
$B_Z^{(1)}$	$2V+10+Z$	[3:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX} - G$ إلى $TIDX_{MAX} - 1$ إذا كان W رقماً زوجياً، أو لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX}$ إلى $TIDX_{MAX} + G - 1$ إذا كان W رقماً فردياً (الملاحظتان 6 و7). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
		[7:4]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX}$ إلى $TIDX_{MAX} + G - 1$ إذا كان W رقماً زوجياً (الملاحظات 6 و7 و8). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
COMPRESSED_BAT$^{(1)}$	متغير	متغيرة	معلومات مضغوطة تتضمن مجالات Z من $B_i^{(1)}$. ويتعين ملء هذا المجال باستعمال الآلية الموصوفة في الفقرة 23.8 من التوصية [ITU-T G.9961] بمجال نمط يتخذ نسق المجال $B_i^{(1)}$ لهذه الرسالة (N=8). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال BAT_COMPRESSION
$B_1^{(2)}$	متغير	[3:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN}$ إلى $TIDX_{MIN} + G - 1$ (الملاحظتان 6 و7). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
		[7:4]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN} + G$ إلى $TIDX_{MIN} + 2G - 1$ (الملاحظات 6 و7 و8). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
…	…	…	…
$B_Z^{(2)}$	متغير	[3:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX} - G$ إلى $TIDX_{MAX} - 1$ إذا كان W رقماً زوجياً، أو لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX}$ إلى $TIDX_{MAX} + G - 1$ إذا كان W رقماً فردياً (الملاحظتان 6 و7). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION
		[7:4]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT". ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 بالنسبة لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MAX}$ إلى $TIDX_{MAX} + G - 1$ إذا كان W رقماً زوجياً (الملاحظات 6 و7 و9). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال BAT_COMPRESSION

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
COMPRESSED_BAT$^{(2)}$	متغير	متغيرة	معلومات مضغوطة تتضمن مجالات Z، $B_i^{(2)}$. ويتعين ملء هذا المجال باستعمال الآلية الموصوفة في الفقرة 23.8 من التوصية [ITU-T G.9961] بمجال نمط يتخذ نسق المجال $B_i^{(2)}$ لهذه الرسالة (N=8). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال BAT_COMPRESSION
$P_{1,\theta}$	متغير	متغيرة	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث معلمات التشفير المسبق" (الملاحظة 13). ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات (الملاحظة 12) أو 8 بتات يبين الزاوية θ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لأول زمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN}$ إلى $TIDX_{MIN} + PG - 1$. وقيمة الزاوية θ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) إما: • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/64$ حيث $P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \ldots 15$ (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/1024$ حيث $P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.
…	…	…	…
$P_{K,\theta}$	متغير	متغيرة	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث معلمات التشفير المسبق" (الملاحظة 13). ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات (الملاحظة 12) أو 8 بتات يبين الزاوية θ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لآخر زمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN} + PG \times (K\text{-}1)$ إلى $TIDX_{MIN} + PG \times (K\text{-}1) + 1$. وقيمة الزاوية θ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) إما: • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/64$ حيث $P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \ldots 15$ (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/1024$ حيث $P_\theta = P_{1,\theta} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.
COMPRESSED_θ	متغير	متغيرة	معلومات مضغوطة تتضمن مجالات K، $P_{i,\theta}$. ويتعين ملء هذا المجال باستعمال الآلية الموصوفة في الفقرة 23.8 من التوصية [ITU-T G.9961] بمجال نمط يتخذ نسق المجال $P_{i,\theta}$ لهذه الرسالة (N=4 أو N=8 استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.
$P_{1,\varphi}$	متغير	متغيرة	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث معلمات التشفير المسبق" (الملاحظة 13). ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات (الملاحظة 12) أو 8 بتات يبين الزاوية φ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لأول زمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN}$ إلى $TIDX_{MIN} + PG - 1$. وقيمة الزاوية φ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) (الملاحظة 11) إما: • $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/16$ حيث $P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \ldots 15$ (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
			• $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/256$ حيث $P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.
…	…	…	…
$P_{K,\varphi}$	متغير	متغيرة	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث معلمات التشفير المسبق" (الملاحظة 13). ويتعين أن يمثَّل بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات (الملاحظة 12) أو 8 بتات يبين الزاوية φ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لآخر زمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من $TIDX_{MIN} + PG \times (K\text{-}1)$ إلى $TIDX_{MIN} + PG \times (K\text{-}1) + PG - 1$. وقيمة الزاوية φ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) (الملاحظة 11) إما: • $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/16$ حيث $P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \ldots 15$ (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو • $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/256$ حيث $P_\varphi = P_{1,\varphi} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.
COMPRESSED_φ	متغير	متغيرة	معلومات مضغوطة تتضمن مجالات K، $P_{i,\varphi}$. ويتعين ملء هذا المجال باستعمال الآلية الموصوفة في الفقرة 23.8 من التوصية [ITU-T G.9961] بمجال نمط يتخذ نسق المجال $P_{i,\varphi}$ لهذه الرسالة (N=4 أو N=8 استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق). ولا يوجد هذا المجال إلا إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال PRECODING_COMPRESSION.

ملاحظة 1 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.

ملاحظة 2 – يستعمل المرسل مقاس الكتلة المقترح أو مقاس كتلة أكبر لتوصيل جديد. وبمجرد اختيار مقاس الكتلة من أجل توصيل ما، لا يجوز تغييره طوال فترة حياة التوصيل (الفقرة 2.3.1.8 من التوصية [ITU-T G.9960]).

ملاحظة 3 – يجب أن يستعمل المرسِل معدل FEC المقترح أو معدل FEC أقل.

ملاحظة 4 – يجب أن يستعمل المرسِل الفاصل الزمني الحارس (GI) المقترح أو الفاصل الزمني الحارس الأطول.

ملاحظة 5 – يجب ألا يُستعمل جدول BMAT جديد إلا عبر مدد غير متراكبة محددة (بما يصل إلى 8 منها) ضمن دورة MAC، التي يحددها وقتا CE_STIME_i وCE_TIME_i بدون تمديد.

ملاحظة 6 – يمثل مؤشر الموجة الحاملة الفرعية الدليل المادي (الفقرة 1.4.1.7). ويجب اعتبار جميع مداخل جداول BMAT خارج $[TIDX_{MIN}, TIDX_{MAX} + G - 1]$ غير محتّملة.

ملاحظة 7 – في حال عدم تحميل موجة حاملة فرعية، تُسنَد قيمة 0 أو 15 إلى المجال.

ملاحظة 8 – في حال $W = 1$، يتعين إسناد الصفر إلى هذا المجال.

ملاحظة 9 – إذا كان W عدداً فردياً، يتعين إسناد الصفر إلى هذا المجال.

ملاحظة 10 – يبين تشفير البتات في جداول BAT المخصصة للانسيابات المكانية لموجة حاملة فرعية ومؤشر أسلوب تعدد الدخل/تعدد الخرج (MIMO)، مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (*TPM*) التي تستعملها كل موجة حاملة فرعية، وفقاً للجدول 8-2.

ملاحظة 11 – في واسطة خط الكهرباء، تدخل الإزاحة الدورية نقصاً قدره $2*\pi*T_{CS}*F_{SC}=0.098175$ راديان (التقريب بمقدار π/32 راديان) للزاوية φ من موجة حاملة فرعية واحدة إلى الموجة الحاملة التالية. وفي حال $PG>1$ تتعين إحالة قيمة P_φ إلى الموجة الحاملة ذات أدنى تردد في الزمرة. ويتعين أن يحسب المرسِل قيمة φ لكل موجة حاملة فرعية في الزمرة (i = 0 ... PG-1) على النحو التالي:

- $\varphi = \pi(2P'_\varphi + 1)/16$، حيث $P'_\varphi = (4P_\varphi - i)/4$ لحالة التمثيل الكمي بطول 4 بتات
- $\varphi = \pi(2P'_\varphi + 1)/256$، حيث $P'_\varphi = P_\varphi - 4i$ لحالة التمثيل الكمي بطول 8 بتات.

ملاحظة 12 – ترزَّم قيمتان في كل أثمون يضم البتات الأربع الأقل دلالة ويقابل مؤشر الموجة الحاملة الفرعية الأدنى. وإذا كان رقم K فردياً، يتعين إسناد الصفر إلى البتات الأربع الأكثر دلالة من الأثمون الذي يحتوي على $P_{K,\theta}$ و$P_{K,\varphi}$.

ملاحظة 13 – ترد معلمات التشفير المسبق لجميع زمر التشفير المسبق حتى تلك التي تتضمن موجات حاملة فرعية مرتبطة بخارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) دون تشفير مسبق.

الجدول 8-6 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
ملاحظة 14 – تتعين إزالة دوران الطور الثابت (انظر الملاحظة 11) من زمرة إلى الزمرة التالية من المجال $P_{i,\varphi}$، قبل تطبيق آلية الضغط. وتعتبر الزمرة الأولى (من زمر K) الزمرة المرجعية (لا حاجة لإزالة طور ثابت).			
ملاحظة 15 – تقع على عاتق المستقبِل مسؤولية إعداد APSD_MAX وAPSD_MAX_EXT مع مراعاة حدود الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) وقدرات المرسِل المعروفة لدى المستقبِل (انظر الفقرة 5.1.7 من التوصية [ITU-T G.9960]).			
ملاحظة 16 – يجب ألا يُستعمل جدول BAT جديد إلا على عبر مدد غير متراكبة محددة (يصل عددها إلى 32) ضمن دورة MAC، المعرّفة بوقتي CE_STIMEi وCE_TIMEi مع تمديد NUM_VALID_DUR.			

الجدول 8-7 – نسق CE_BAT_GRP

قيمة CE_BAT_GRP ($b_{10}b_9b_8$)	وصف
000	قيمة مبدئية – دون فرز للموجة الحاملة الفرعية لجدول توزيع البتات (BAT) (G = 1)
001	فرز إلى موجتين حاملتين فرعيتين لجدول BAT (G = 2)
010	فرز إلى 4 موجات حاملة فرعية لجدول BAT (G = 4)
011	فرز إلى 8 موجات حاملة فرعية لجدول BAT (G = 8)
100	فرز إلى 16 موجة حاملة فرعية لجدول BAT (G = 16)
101 إلى 111	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات

الجدول 8-8 – نسق CE_PR_GRP

قيمة PR_GRP_ID ($b_2b_1b_0$)	وصف
000	قيمة مبدئية – دون فرز للموجة الحاملة الفرعية لتشفير مسبق (PG = 1)
001	فرز إلى موجتين حاملتين فرعيتين لتشفير مسبق (PG = 2)
010	فرز إلى 4 موجات حاملة فرعية لتشفير مسبق (PG = 4)
011	فرز إلى 8 موجات حاملة فرعية لتشفير مسبق (PG = 8)
100	فرز إلى 16 موجة حاملة فرعية لتشفير مسبق (PG = 16)
101 إلى 111	يحجزها قطاع تقييس الاتصالات

4.7.1.11.8 نسق Format of MCE_ParamUpdateRequest.ind

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdateRequest.ind على النحو المبين في الجدول 8-9.

الجدول 8-9 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdateRequest.ind

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرِّف BMAT المطلوب	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID الذي يطلب المرسل من أجله إعادة إرسال نتيجة تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

5.7.1.11.8 نسق MCE_PartialBmatUpdate.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_PartialBmatUpdate.req على النحو المبين في الجدول 8-10.

الجدول 8-10 – نسق MMPL لرسالة MCE_PartialBmatUpdate.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
O_BMAT_ID	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المصاحب لجدول BMAT المزمع تحديثه عملاً بطلب تحديث جزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (PBMU). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
N_BMAT_ID	1	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المصاحب لجدول BMAT المزمع تحديثه عملاً بطلب تحديث جزئي لجدول توزيع خارطة ارتباطات البتات ومَنفذ المرسِل (PBMU). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
مجال NUM_BAT_ENT لنطاقات OFB في ملف التعريف 1	2 و3	[9:0]	يبين هذا المجال عدد مداخل جدول BAT المزمع تحديثها (*V*). ويتراوح المدى الصالح لهذا المجال بين 0 (*V*=1) و1023 (*V*=1024). ويتعين إسناد صفر لهذا المجال بالنسبة لنطاقات الترددات التشغيلية (OFB) في ملف التعريف 2.
محجوز		[15:10]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
NUM_PG_ENT	4 و5	[9:0]	يبين هذا المجال عدد مدخلات زمرة التشفير المسبق التي يتعين تحديثها (Q). ويتراوح المدى الصالح لهذا المجال بين 0 (Q=1) و1023 (Q=1024). وكلما أُسندت قيمة 0 لمجال "مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق" يجب أن يتجاهل مستقبِل الرسالة هذا المجال.
مؤشر تحديث BAT SS 1		[10]	0 عندما لا يكون جدول BAT في الانسياب المكاني 1 (SS 1) محدَّثاً في الرسالة، أي عندما لا تكون مجالات BAT، $B_{T1}^{(1)}$,…, $B_{Tv}^{(1)}$ (بما في ذلك المجالات المحجوزة في الأثمونات ذات الصلة)، موجودة في الرسالة. 1 عندما تكون جداول BAT في الانسياب المكاني 1 (SS 1) محدَّثة في الرسالة، أي عندما تكون مجالات BAT موجودة في الرسالة.
مؤشر تحديث BAT SS 2		[11]	0 عندما لا يكون جدول BAT في الانسياب المكاني 2 (SS 2) محدَّثاً في الرسالة، أي عندما لا تكون مجالات BAT، $B_{T1}^{(2)}$,…, $B_{Tv}^{(2)}$ (بما في ذلك المجالات المحجوزة في الأثمونات ذات الصلة)، موجودة في الرسالة. 1 عندما تكون جداول BAT في الانسياب المكاني 2 (SS 2) محدَّثة في الرسالة، أي عندما تكون مجالات BAT موجودة في الرسالة.
مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق		[12]	0 عندما لا تُحدَّث معلمات التشفير المسبق في الرسالة، أي عند غياب مجالات معلمات التشفير المسبق، PT_1, $P_{\theta,\,PT1}$, $P_{\varphi,\,PT1}$,…, PT_Q, $P_{\theta,\,PTQ}$, $P_{\varphi,\,PTV}$ في الرسالة. 1 معلمات التشفير المسبق محدَّثة في الرسالة، أي عند وجود مجالات معلمات التشفير المسبق في الرسالة. ويتعين أن تُسنَد إلى هذا المجال قيمة 0 إذا أُسندت قيمة 0 إلى مجال "مؤشر أسلوب MIMO".
مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق		[13]	0 عند التمثيل الكمي لمعلمتي $P_{i,\theta}$ و$P_{i,\varphi}$ بقيم بطول 4 بتات 1 عند التمثيل الكمي لمعلمتي $P_{i,\theta}$ و$P_{i,\varphi}$ بقيم بطول 8 بتات وكلما أُسندت قيمة 0 لمجال "مؤشر تحديث التغذية الراجعة للتشفير المسبق" يجب أن يتجاهل مستقبِل الرسالة هذا المجال. ويتعين أن تكون قيمة التمثيل الكمي نفس تلك المرتبطة بمعرف O_BMAT_ID.
محجوز		[15:14]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
واصف مدخل 2SS BAT [*V*]	متغير	[23:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى كلا مجالي "مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 1" و"مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 2". ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-10.
واصف مدخل 1SS BAT [*V*]	متغير	[15:0]	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى أحد مجالي "مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 1" و"مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 2" حصراً. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-11.
واصف مدخل التشفير المسبق [*Q*]	متغير	متغيرة	يتعين أن يكون هذا المجال حاضراً إذا، وفقط إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث معلمات التشفير المسبق". ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-12.
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

الجدول 8-11 – نسق واصف مدخل جدول توزيع البتات (BAT) لانسيابين مكانيين

المجال	الأثمون	البتات	وصف
T_i	0 إلى 2	[11:0]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 12 بتة يبين مؤشر الموجة الحاملة الفرعية (الملاحظة 1). ويجب أن يكون مضاعفاً صحيحاً لرقم *G*. T_i=TIDXmin+max(G,PG)*I؛ حيث I هو عدد صحيح (الملاحظة 2) وTIDXmin هي القيمة المرتبطة بمعرِّف O_BMAT_ID (انظر الجدول 8-9).
$B_{Ti}^{(1)}$		[15:12]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 1 لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من T_i إلى T_i+G-1
$B_{Ti}^{(2)}$		[19:16]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني 2 لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من T_i إلى T_i+G-1
محجوز		[23:20]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 3).
الملاحظة 1 – – يمثل مؤشر الموجة الحاملة الفرعية المؤشر المادي (انظر الفقرة 1.4.1.7).			
الملاحظة 2 – يمكن اختيار قيم T_i الأقل من قيمة TIDXmin باستعمال قيمة سالبة للعدد الصحيح I.			
الملاحظة 3 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

الجدول 8-12 – نسق واصف مدخل جدول توزيع البتات (BAT) لانسياب مكاني

المجال	الأثمون	البتات	وصف
T_i	0 إلى 1	[11:0]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 12 بتة يبين مؤشر الموجة الحاملة الفرعية (الملاحظة 1). T_i=TIDXmin+max(G,PG)*I؛ حيث I هو عدد صحيح (الملاحظة 2) وTIDXmin هي القيمة المرتبطة بمعرِّف O_BMAT_ID (انظر الجدول 8-5)
$B_{Ti}^{(k)}$		[15:12]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات يبين عدد البتات المخصصة للانسياب المكاني k لمؤشرات الموجات الحاملة الفرعية من T_i إلى T_i+G-1 وقيمة k هي: 1 إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 1". 2 إذا أُسندت قيمة واحد إلى مجال "مؤشر تحديث BAT في الانسياب المكاني 2"
الملاحظة 1 – يمثل مؤشر الموجة الحاملة الفرعية المؤشر المادي (انظر الفقرة 1.4.1.7).			
الملاحظة 2 – يمكن اختيار قيم Ti الأقل من قيمة TIDXmin باستعمال قيمة سالبة للعدد الصحيح I.			

الجدول 8-13 – نسق واصف مدخل التشفير المسبق

المجال	الأثمون	البتات	وصف
PT_i	0 و1	[11:0]	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 12 بتة يبين مؤشر الموجة الحاملة الفرعية (الملاحظة 1). T_i=TIDXmin+max(G,PG)*I؛ حيث I هو عدد صحيح (الملاحظة 2) وTIDXmin هي القيمة المرتبطة بمعرِّف O_BMAT_ID (انظر الجدول 8-5)
محجوز		[15:12]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات
$P_{\theta, PTi}$	متغير	متغيرة	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات أو 8 بتات يبين الزاوية θ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لزمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PT_1 to PT_1+PG-1.وقيمة الزاوية θ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) (الملاحظة 3) إما: • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/64$ حيث: $P_\theta = P_{\theta, PTi} = 0 \ldots 15$: (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو • $\theta = \pi(2P_\theta + 1)/1024$ حيث: $P_\theta = P_{\theta, PTi} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات)
$P_{\varphi, PTi}$	متغير	متغيرة	يتعين تمثيل هذا المجال بعدد صحيح غير جبري مكون من 4 بتات أو 8 بتات يبين الزاوية φ التي تمثل إحدى معلمات مصفوفة التشفير المسبق المخصصة لزمرة من الموجات الحاملة الفرعية لفرز التشفير المسبق (PG) ذات مؤشرات الموجات الحاملة الفرعية PT_1 to PT_1+PG-1. وقيمة الزاوية φ، بوحدات الراديان، تساوي (استناداً إلى مجال مؤشر التمثيل الكمي للتغذية الراجعة للتشفير المسبق) (الملاحظتان 3 و4) إما: • $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/16$ حيث: $P_\varphi = P_{\varphi, PTi} = 0 \ldots 15$ (بتمثيل كمي طوله 4 بتات)، أو • $\varphi = \pi(2P_\varphi + 1)/256$ حيث: $P_\varphi = P_{\varphi, PTi} = 0 \ldots 255$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات)

الملاحظة 1 – يمثل مؤشر الموجة الحاملة الفرعية المؤشر المادي (انظر الفقرة 1.4.1.7).

الملاحظة 2 – يمكن اختيار قيم PTالأقل من قيمة TIDXmin باستعمال قيمة سالبة للعدد الصحيح I.

ملاحظة 3 – في التمثيل الكمي بطول 4 بتات، يبلغ مقاس واصف مدخل في التشفير المسبق 3 بايتات. وفي التمثيل الكمي بطول 8 بتات، يبلغ مقاس واصف مدخل في التشفير المسبق 4 بايتات.

ملاحظة 4 – في واسطة خط الكهرباء، تدخل الإزاحة الدورية نقصاً قدره $2*\pi*T_{CS}*F_{SC}=0.098175$ راديان (التقريب بمقدار π/32 راديان) للزاوية φ من موجة حاملة فرعية واحدة إلى الموجة الحاملة التالية. وفي حال $PG>1$ تتعين إحالة قيمة P_φ إلى الموجة الحاملة ذات أدنى تردد في الزمرة. ويتعين أن يحسب المرسِل قيمة φ لكل موجة حاملة فرعية في الزمرة ($i = 0 \ldots PG-1$) على النحو التالي:

- $\varphi = \pi(2P'_\varphi + 1)/16$، حيث $P'_\varphi = (4P_\varphi - i)/4$ لحالة التمثيل الكمي بطول 4 بتات
- $\varphi = \pi(2P'_\varphi + 1)/256$، حيث $P'_\varphi = P_\varphi - 4i$ لحالة التمثيل الكمي بطول 8 بتات.

6.7.1.11.8 نسق MCE_ACESymbols.ind

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ACESymbols.ind على النحو المبين في الجدول 8-13.

الجدول 8-14 – نسق MMPL لرسالة MCE_ACESymbols.ind

المجال	الأثمون	البتات	وصف
رموز ACE	0	[2:0]	يبين هذا المجال عدد رموز ACE المضافة إلى بداية الحمولة النافعة لجميع الأُطر المسموح لها حمل رموز ACE حيث تُسنَد قيمة واحد إلى عَلم MIMO_IND في رأسية PFH. ويتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-16 من التوصية [ITU-T G.9960]. وبالنسبة لإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)، يتراوح المدى الصالح بين 1 و7 (في إرسال MIMO، يُرفق رمز ACE واحد على الأقل، على النحو الموصوف في الفقرة 3.4.4.4.1.7).
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

7.7.1.11.8 نسق MCE_ProbeSlotAssign.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotAssign.cnf على النحو المبين في الجدول 8-15.

الجدول 8-15 – نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotAssign.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرِّف المرسِل	0	[7:0]	معرف DEVICE_ID للعقدة التي تطلب توزيع عرض النطاق لإرسالات إطار PROBE.
معرِّف المستقبِل	1	[7:0]	معرف DEVICE_ID لعقدة المستقبِل DEVICE في إجراء تقدير القناة.
CE_BMAT_ID	2	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT وقتَ التنفيذ والذي طُلب له عرض نطاق للسبر.
حالة الطلب		[7:5]	0 – تأكيد طلب عرض النطاق (ملاحظة) 1 – رفض الطلب من 2 إلى 7 – محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات
ملاحظة – يُحدد توزيع عرض النطاق في خطة النفاذ إلى الوسائط (MAP) باستعمال مجموعة بيان معرِّف المرسل (SID) ومعرّف المستقبل (DID) وتقدير القناة فقط في توسع نعوت فرصة الإرسال (TXOP) (انظر الفقرة 1.1.4.8.8).			

8.7.1.11.8 نسق MCE_ProbeSlotRelease.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotRelease.cnf على النحو المبين في الجدول 8-16.

الجدول 8-16 – نسق MMPL لرسالة MCE_ProbeSlotRelease.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرِّف المرسِل	0	[7:0]	معرف DEVICE_ID للعقدة التي تطلب توزيع عرض النطاق لإرسالات إطار PROBE.
معرِّف المستقبِل	1	[7:0]	معرف DEVICE_ID لعقدة المستقبِل DEVICE في إجراء تقدير القناة.
CE_BMAT_ID	2	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT وقتَ التنفيذ والذي سيحرَر له عرض نطاق.
حالة الطلب		[7:5]	0 – تأكيد طلب عرض النطاق (ملاحظة) 1 – رفض الطلب من 2 إلى 7 – محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات
ملاحظة – ليس هناك عرض نطاق موزَّع لإجراء تقدير القناة المحدد. ويعرَّف تحديد الهوية بمعرِّف المرسِل (Transmitter_ID) ومعرِّف المستقبِل (Receiver_ID) ومعرّف CE_BMAT_ID.			

9.7.1.11.8 نسق MCE_ParamUpdate.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.cnf على النحو المبين في الجدول 8-17.

الجدول 8-17 – نسق MMPL لرسالة MCE_ParamUpdate.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
معرّف جدول BMAT الجديد	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID الموصَّف في رسالة MCE_ParamUpdate.req المستقبَلة.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
NUM_AVAIL_BMATS_NO_PREC	1	[3:0]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ وعدم وجود تشفير مسبق، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وهو يستبعد جدول BMAT المرتبط بالمعرّف CE_BMAT_ID. وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12؟
NUM_AVAIL_BMATS_PREC		[7:4]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ و$PG = 1$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات لمعلمات التشفير المسبق)، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وهو يستبعد جدول BMAT المرتبط بمعرّف جدول BMAT الجديد. وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
حالة الطلب	2	[2:0]	0 – تحديث جدول BMAT بنجاح 1 – رفض التحديث (استنفاد الموارد) 2 – رفض التحديث (معرف جدول BMAT الجديد موجود أصلاً) من 3 إلى 7 – محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

10.7.1.11.8 نسق MCE_PartialBmatUpdate.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_PartialBmatUpdate.cnf على النحو المبين في الجدول 8-18.

الجدول 8-18 – نسق MMPL لرسالة MCE_PartialBmatUpdate.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف CE_BMAT_ID الموصَّف في رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
NUM_AVAIL_BMATS_NO_PREC	1	[3:0]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ وعدم وجود تشفير مسبق، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وهو يستبعد جدول BMAT المرتبط بالمعرّف CE_BMAT_ID. وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12؟
NUM_AVAIL_BMATS_PREC		[7:4]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ و$PG = 1$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات لمعلمات التشفير المسبق)، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وهو يستبعد جدول BMAT المرتبط بمعرّف جدول BMAT الجديد. وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
حالة الطلب	2	[2:0]	0 – تحديث جدول BMAT بنجاح 1 – رفض التحديث (استنفاد الموارد) 2 – رفض التحديث (معرف O_BMAT_ID غير موجود) 3 – رفض التحديث (معرف N_BMAT ID موجود أصلاً) من 4 إلى 7 = محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات.
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

11.7.1.11.8 نسق MCE_Request.ind

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Request.ind على النحو المبين في الجدول 8-19.

الجدول 8-19 – نسق MMPL لرسالة MCE_Request.ind

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_WINDOW_SEL	0	[0]	يتعين إسناد قيمة واحد لهذا المجال إذا اختار المرسل نافذة تقدير القناة، وإسناد قيمة الصفر له خلاف ذلك. وإذا أُسندت قيمة الصفر لهذا المجال، تُسنَد قيمة 00_{16} لوقتي CE_STIME و_CE_ETIME ويتجاهل المستقبِل هذه القيم.
محجوز		[7:1]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
CE_STIME	1	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يمكن فيه للمرسل أن يبدأ إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-98 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME	2	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يتعين أن ينهي فيه المرسل إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

12.7.1.11.8 نسق MCE_Initiation.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.req على النحو المبين في الجدول 8-20.

الجدول 8-20 – نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0 و1	[4:0]	يبين هذا المجال معرِّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT المقرر إنشاؤه بواسطة تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
CE_BAT_GRP		[7:5]	يبين هذا المجال قيمة فرز الموجات الحاملة الفرعية لجدول BAT. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-8.
CE_PR_GRP		[10:8]	يبين هذا المجال قيمة فرز الموجات الحاملة الفرعية للتشفير المسبق. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-8.
محجوز		[15:11]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
CE_STIME	2	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يمكن فيه للمرسل أن يبدأ إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-98 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_ETIME	3	[7:0]	يبين هذا المجال الوقت الذي يتعين أن ينهي فيه المرسل إرسالات إطار PROBE ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-99 من التوصية [ITU-T G.9961].
CE_PRB_RQST	4	[0]	يتعين إسناد قيمة واحد لهذا المجال إذا رغب المستقبِل في أُطر PROBE إلى جانب تأكيد ابتداء تقدير القناة. ويتعين إسناد قيمة صفر له خلاف ذلك.
محجوز		[7:1]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
CE_PRB_PARM	5 إلى 9	[39:0]	يوصَّف هذا المجال مجموعة معلمات إطار PROBE، ويتعين أن يُشفَّر على النحو المبين في الجدول 8-23. ويتعين إسناد قيمة 0000000_{16} لهذا المجال في حال إسناد قيمة صفر إلى طلب CE_PRB_RQST.
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

13.7.1.11.8 نسق MCE_Initiation.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.cnf على النحو المبين في الجدول 8-21.

الجدول 8-21 – نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0 و1	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BAT المقرر إنشاؤه بواسطة تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
CE_BAT_GRP		[7:5]	يبين هذا المجال قيمة فرز الموجات الحاملة الفرعية لجدول BAT. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-7.
CE_PR_GRP		[10:8]	يبين هذا المجال قيمة فرز الموجات الحاملة الفرعية للتشفير المسبق. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 8-8.
محجوز		[15:11]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
NUM_AVAIL_BMATS_NO_PREC	2	[3:0]	يحتوي هذا الحقل على عدد وقت التشغيل المتاح BMAT، بافتراض $G = 1$ وعدم وجود تشفير مسبق، يمكن أن تدعمه هذه العقدة (SID) عند الإرسال إلى العقدة الوجهة (DID). يستثني BMAT المرتبط بـ CE_BMAT_ID. القيم الصالحة من 0 إلى 12.
NUM_AVAIL_BMATS_PREC		[7:4]	يحتوي هذا الحقل على عدد وقت التشغيل المتاح BMAT، بافتراض أن $G = 1$ و$PG = 1$ (مع معلمات التشفير المسبق التي تم قياسها إلى 8 بتات)، والتي يمكن أن تدعمها هذه العقدة (SID) عند الإرسال إلى العقدة الوجهة (DID). يستثني BMAT المرتبط بـ CE_BMAT_ID. القيم الصالحة من 0 إلى 12.
حالة الطلب	3	[2:0]	0 – تأكيد ابتداء تقدير القناة 1 – مرفوض (معرف CE_BMAT_ID) صالح ويُستعمل حالياً 2 – مرفوض (عرض النطاق اللازم لإرسال أُطر PROBE غير متاح) 3 – مرفوض (يُنتظر البت في طلب عرض النطاق لإرسال إطار المسبار) 4 – مرفوض (نافذة تقدير القناة غير متاحة حالياً) 5 إلى 7 – محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة).
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

14.7.1.11.8 نسق MCE_ProbeRequest.ind

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.cnf على النحو المبين في الجدول 8-22.

الجدول 8-22 – نسق MMPL لرسالة MCE_Initiation.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID المرتبط بجدول BMAT المقرر إنشاؤه بواسطة تقدير القناة. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
CE_PRB_DEFAULT_IND		[5]	عند إسناد قيمة واحد إلى هذا المجال، تحل المعلمات الواردة في هذه الرسالة (CE_PRB_PARM) محل المعلمات الموجودة لإطار PROBE المبدئي في هذه العقدة (SID) عند الاستقبال من عقدة المقصد (DID).
محجوز		[7:6]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
CE_PRB_PARM	1 إلى 5	[39:0]	انظر الجدول 8-23.
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

الجدول 8-23 – نسق مجال CE_PRB_PARM

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_PR_PRBTYPE	0	[3:0]	يبين هذا المجال نمط PRBTYPE المطلوب من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-8.
CE_PR_PRBFN		[7:4]	يبين هذا المجال عدد أُطر PROBE التي يتعين أن يرسلها المرسل بناءً على كل طلب لإرسال إطار PROBE. ويتعين أن يشفَّر المجال على النحو المبين في الجدول 8-103 من التوصية [ITU-T G.9961]. ويجوز للمرسل أن يرسل أُطر PROBE متعددة ضمن نافذة تقدير قناة واحدة.
CE_PR_PRBSYM	1	[3:0]	يبين هذا المجال رمز PRBSYM المطلوب من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-41 من التوصية [ITU-T G.9960].
CE_PR_PRBGI		[6:4]	يبين هذا المجال مؤشر PRBGI المطلوب من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-14 من التوصية [ITU-T G.9960].
محجوز		[7]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
CE_PR_APSD_MAX	2	[4:0]	يبين هذا المجال معلمة APSD_MAX-P المطلوبة من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو الموصوف في الفقرة 4.7.2.3.2.1.7 (الملاحظة 3)
CE_PR_APSD_MAX_EXT		[5]	يبين هذا المجال معلمة APSD_MAX_EXT-P المطلوبة من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو الموصوف في الفقرة 7.1.7.2.3.2.1.7 (الملاحظة 3)
محجوز		[7:6]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
PRB_BMAT_ID	3	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف BMAT_ID (المعرَّف مسبقاً أو وقتَ التنفيذ) الذي يتعين على مرسِل إطار PROBE أن يستعمل جدولَ توزيع حارظة ارتباطاته (MAT) في راسم خارطة ارتباطات منفذ المرسِل (Tx) في حالة طلب إطار PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS) في مجال CE_PR_PRBTYPE. ويتعين أن يكون معرّف BMAT_ID في هذا المجال معرّف BMAT_ID صالحاً. وإذا نقل هذا المجال معرِّف BMAT_ID المعرَّف مسبقاً، تكون القيم الصالحة لتقدير القناة هي 3 و7 و11. ولا يكون هذا المجال صالحاً إلا في حال طلب PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS) في مجال CE_PR_PRBTYPE ($PRBTYPE = 1000_2$). وخلاف ذلك، يتعين أن تُسنَد قيمة صفر إلى هذا المجال، وأن يتجاهله المستقبِل.
محجوز		[7:5]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
CE_PR_NUM_SILENT_SYM	4	[5:0]	يبين هذا المجال عدد الرموز الصامتة المطلوبة من المستقبِل. ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو الموصوف في الفقرة 3.3.2.7.2.3.2.1.7. ولا يكون هذا المجال صالحاً إلا في حال طلب PROBE لتقدير قناة انسيابين مكانيين (SS) في مجال CE_PR_PRBTYPE ($PRBTYPE = 1000_2$). وخلاف ذلك، يتعين أن تُسنَد قيمة صفر إلى هذا المجال، وأن يتجاهله المستقبِل.
محجوز		[7:6]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)

الملاحظة 1 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.

الملاحظة 2 – الرموز الأولى (PRBSYM – NUM_SILET_SYM) في إطار المسبار لتقدير قناة انسيابين مكانيين هي رموز مسبار عادية (غير صامتة).

الملاحظة 3 – تقع على عاتق المستقبِل مسؤولية إعداد APSD_MAX وAPSD_MAX_EXT مع مراعاة حدود الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) وقدرات المرسِل المعروفة لدى المستقبِل (انظر الفقرة 5.1.7).

15.7.1.11.8 نسق MCE_Cancellation.req

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.req على النحو المبين في الجدول 8-24.

الجدول 8-24 – نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرّف تقدير القناة الذي أُلغي. ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-3.
USE_RCM		[5]	عند إسناد قيمة واحد لهذا المجال، فإن ذلك يعني أن المرسِل يجوز له أن يستعمل أسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM) بالمعلمات المبلَّغة في مجالات مقاس الكتلة الجديد ومعدل FEC الجديد ومعرف خطة النطاق والتكرارات. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة صفر خلاف ذلك.
محجوز		[7:6]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
مقاس الكتلة الجديد	1	[1:0]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين مقاس BLKSZ المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-7 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
معدل FEC الجديد		[4:2]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين معدل FEC_RATE المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-12 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
~~Bandplan~~ OFB ID		[7:5]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين ~~خطة النطاق~~ نطاق OFB الذي تُقترح بناءً عليه معلمات الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-11 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
التكرارات	2	[2:0]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين عدد التكرارات المقترحة المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-9 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
RCM_BAT_ID		[3]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين جدول BAT المعرَّف مسبقاً والمرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن تُسنَد إليه القيمة التالية: صفر، عند استعمال جدول BAT من النمط 1 المعرَّف مسبقاً واحد، عند استعمال جدول BAT من النمط 2 المعرَّف مسبقاً
محجوز		[7:4]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
RCM_GI_ID	3	[2:0]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين معرِّف GI_ID المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-14 من التوصية [ITU-T G.9960].
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة)
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

16.7.1.11.8 نسق MCE_BmatIdMaintain.ind

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.req على النحو المبين في الجدول 8-25.

الجدول 8-25 – نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.req

المجال	الأثمون	البتات	وصف
VALID_BMAT_ID	0 و1	[15:0]	يحتوي هذا المجال على صفيفة بتات تبين جداول BMAT الصالحة وقتَ التنفيذ (بما في ذلك معرف BMAT الجديد) لهذه العقدة (SID) عند الاستقبال من عقدة المقصد (DID). وترتبط كل بتة بجدول BMAT واحد وقتَ التنفيذ. ويتعين إسناد قيمة واحد إلى البتة 0 للمعرّف VALID_BMAT_ID إذا كان معرّف BMAT_ID 16 وقتَ التنفيذ صالحاً. ويتعين إسناد قيمة واحد إلى البتة 11 للمعرّف VALID_BMAT_ID إذا كان معرّف BMAT_ID 27 وقتَ التنفيذ صالحاً.
NUM_TX_AVAIL_BMATS_NO_PREC	2	[3:0]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ و$PG = 1$ (بتمثيل كمي طوله 8 بتات لمعلمات التشفير المسبق)، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
NUM_TX_AVAIL_BMATS_PREC		[7:4]	يتضمن هذا المجال عدد جداول BMAT المتاحة وقتَ التنفيذ بافتراض $G = 1$ وعدم وجود تشفير مسبق، ويمكن لهذه العقدة (SID) أن تدعم عند الإرسال إلى عقدة المقصد (DID). وتتراوح القيم الصالحة بين 0 و12.
مقاس الكتلة الجديد	3	[1:0]	يبين هذا المجال مقاس BLKSZ المقترح المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن يتخذ هذا المجال نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-7 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 0 خلاف ذلك.
معدل FEC الجديد		[4:2]	يبين هذا المجال معدل FEC_RATE المقترح المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-12 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 0 خلاف ذلك.
~~هوية خطة النطاق~~ OFB ID		[7:5]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين ~~خطة النطاق~~ OFB الذي تُقترح بناءً عليه معلمات الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-11 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
التكرارات	4	[2:0]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين عدد التكرارات المقترحة المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7- 9 من التوصية [ITU-T G.9960]. ويتعين أن تُسنَد إليه قيمة 000_2 خلاف ذلك.
RCM_BAT_ID		[3]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين جدول BAT المعرَّف مسبقاً والمرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن تُسنَد إليه القيمة التالية: صفر، عند استعمال جدول BAT من النمط 1 المعرَّف مسبقاً واحد، عند استعمال جدول BAT من النمط 2 المعرَّف مسبقاً
محجوز		[7:4]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
RCM_GI_ID	5	[2:0]	عند إسناد قيمة واحد لمجال USE_RCM فهو يبين معرِّف GI_ID المرتبط بأسلوب الاتصال المقاوم للتداخل (RCM)، في حال عدم تيسر جدول BAT وقتَ التنفيذ (الملاحظة 2). ويتعين أن يتخذ نسقاً على النحو المبين في الجدول 7-14 من التوصية [ITU-T G.9960].
محجوز		[7:3]	يحجزه قطاع تقييس الاتصالات (الملاحظة 1)
الملاحظة 1 – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل. **الملاحظة 2** – قد لا تتيسر جداول BAT وقتَ التنفيذ إلا لفترات زمنية محددة (انظر الجدول 8-93).			

17.7.1.11.8 نسق MCE_Cancellation.cnf

يتعين أن يكون نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.cnf على النحو المبين في الجدول 8-26.

الجدول 8-26 – نسق MMPL لرسالة MCE_Cancellation.cnf

المجال	الأثمون	البتات	وصف
CE_BMAT_ID	0	[4:0]	يبين هذا المجال معرِّف BMAT_ID الموصَّف في رسالة MCE_Cancellation.req المستقبَلة.
حالة الطلب		[7:5]	0 –نجاح إلغاء تقدير القناة. 1 – لا يوجد تقدير قناة مستمر لمعرف CE_BMAT_ID هذا. 2 – 7 محجوزة لدى قطاع تقييس الاتصالات (ملاحظة).
ملاحظة – يسند المرسِل قيمة الصفر للبتات التي يحجزها قطاع تقييس الاتصالات ويتجاهلها المستقبِل.			

12.8 إدارة التوصيل

انظر الفقرة 12.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

13.8 الإغراق بالرسائل

انظر الفقرة 13.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

14.8 التشغيل بوجود الميادين المجاورة – تنسيق الميادين الموزعة (NDIM)

انظر الفقرة 14.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

15.8 التعايش مع شبكات خطوط القدرة الكهربائية المغايرة

انظر الفقرة 15.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

16.8 بروتوكول الإسناد للإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في الطبقة المادية (PHY)

يوصَّف الإسناد للإرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في الطبقة المادية (PHY) بشأن حالة انسياب مكاني (SS) واحد. ويجوز للمرسل أن يستعمل أحد مخططي الإرسال التاليين عند الإرسال إلى زمرة إرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في الطبقة المادية (انظر الملاحظة في الجدول 7-1):

- الإرسال وفق التوصية ITU-T G.9960
- إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) مع الحمولة النافعة المستحدَثة كانسياب مكاني (SS) واحد

أما الإرسالات إلى زمرة إرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في الطبقة المادية باستعمال انسيابين مكانيين (أي أساليب تعدد الدخل/تعدد الخرج (MIMO) 0 و1 و2) فهي تحتاج لمزيد من الدراسة.

انظر الفقرة 16.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

17.8 انسياب إرسال إلى مقاصد شبكية متعددة في طبقة وصلة البيانات (DLL)

انظر الفقرة 17.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

18.8 قابلية التشغيل البيني ما بين خطط النطاقات

انظر الفقرة 18.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

19.8 تبادل معلومات وقدرات العقدةالتحكم في الصيغة

انظر الفقرة 19.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

20.8 تحصيل المقاييس

انظر الفقرة 20.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

21.8 التشغيل بأساليب توفير القدرة

انظر الفقرة 21.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

22.8 بروتوكول تشكيل وإدارة الطبقة 2 (LCMP)

انظر الفقرة 22.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

23.8 الإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)

كما جاء في الفقرات السابقة، يجب أن يكون المرسل–المستقبل متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) قادراً على الإرسال باستعمال مخططي الإرسال التاليين:

- إرسال [ITU-T G.9960] قائم على المعرَّف في التوصية [ITU-T G.9960] من النماذج المرجعية ونسق إطار الطبقة المادية (PHY).
- إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) قائم على المعرَّف في التوصية [ITU T G.9963] من النماذج المرجعية ونسق إطار الطبقة المادية (PHY).

وتتناول الفقرات الفرعية التالية إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) حصراً وتصف أساليب التشغيل المختلفة في حالتين من الإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج: الحالة التي تستحدث فيها الحمولة النافعة كانسياب مكاني (SS) واحد والحالة التي تستحدث فيها الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين.

1.23.8 إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسياب مكاني واحد

يمكن إجراء إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسياب مكاني واحد (الحالات 4b و5 و6 و7 في الجدول 7) إما باستعمال جداول BAT معرَّفة مسبقاً أو باستعمال جداول BAT وقتَ التنفيذ. وتجرى الإرسالات باستعمال مخطط إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج بانسياب مكاني واحد على النحو الموصوف في الفقرة 1.2.1.7 وباستعمال *TPM*#1 على النحو المعرَّف في الفقرة 2.1.4.4.1.7.

2.23.8 إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين

يمكن إجراء إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين بإحدى طريقتين: إما باستعمال جداول BMAT معرَّفة مسبقاً (تستعمل جدول BAT معرَّف مسبقاً وخارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx) معرَّفة مسبقاً)، أو باستعمال جداول BMAT وقتَ التنفيذ، على النحو الموصوف في الفقرة 8.2.2.3.2.1.7.

ويحدد الجدول 7-3 الوارد في الفقرة 8.2.2.3.2.1.7 الخيارات المختلفة لإرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين باستعمال جداول BMAT معرَّفة مسبقاً. ويشمل ذلك ما يلي:

- إرسالات عبر مَنفذ واحد، بواسطة *TPM*#3 (لإرسالات عبر مَنفذ المرسِل (Tx) 1) أو TPM#4 (لإرسالات عبر مَنفذ المرسِل (Tx) 2)، معرفات BMAT_ID 0 إلى 7.
- إرسالات عبر مَنفذي المرسِل بواسطة TPM#0، معرفات BMAT_ID 8 إلى 11.

ويجرى إرسال متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO) تستحدث فيه الحمولة النافعة كانسيابين مكانيين ويستعمل جداول BMAT وقتَ التنفيذ باستعمال واحد من ثلاثة أساليب تشغيل محددة فيما يلي. وتحدد أساليب التشغيل هذه معلمات الإرسال المستعملة لتوليد الإشارة المرسَلة. وتشير هذه الأساليب إلى كامل مجموعة الموجات الحاملة الفرعية وليس إلى موجة حاملة فرعية محددة. ويتطلب أسلوبان من الأساليب المحددة تغذية راجعة من المستقبِل إلى المرسِل، ومن ثَم يشار إليهما بأسلوبي "العروة المغلقة"، في حين أن هناك أسلوب واحد لا يتطلب مثل هذه التغذية الراجعة، ومن ثم يشار إليه بأسلوب "العروة المفتوحة".

وتعرَّف أساليب التشغيل التالية:

1) الأسلوب 0:

- العروة المفتوحة
- خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx): في هذه الحالة لا يطبَّق تشفير مسبق للموجات الحاملة الفرعية ذات بتات من كتلة الحمولة النافعة المشفَّرة أو سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) المحمَّل على انسيابين مكانيين،
  - إذا استعمل كلا جدولي BAT قيماً تتراوح بين 0 و12 لكلا الانسيابين المكانيين، تُستعمل خارطة الارتباطات TPM#0. أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 1 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #4؛ أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 2 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #3.

2) الأسلوب 1:

- العروة المغلقة
- خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx): في هذه الحالة لا يطبَّق تشفير مسبق للموجات الحاملة الفرعية ذات بتات من كتلة الحمولة النافعة المشفَّرة أو سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) المحمَّل على انسيابين مكانيين،
  - إذا استعمل كلا جدولي BAT قيماً تتراوح بين 0 و12 لكلا الانسيابين المكانيين، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM#5*. أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 1 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #7؛ أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 2 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #6.

3) الأسلوب 2:

- العروة المغلقة
- خارطة ارتباطات مَنفذ مرسِل (Tx): في هذه الحالة لا يطبَّق تشفير مسبق للموجات الحاملة الفرعية ذات بتات من كتلة الحمولة النافعة المشفَّرة أو سجل الإزاحة الخطي للتغذية الراجعة (LFSR) المحمَّل على انسيابين مكانيين،
  - إذا استعمل كلا جدولي BAT قيماً تتراوح بين 0 و12 لكلا الانسيابين المكانيين، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM#5*. أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 1 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #4؛ أو
  - إذا استعمل جدول BAT للانسياب المكاني 2 القيمة الخاصة 15، تُستعمل خارطة الارتباطات *TPM* #3.

ويبيِّن أسلوب التشغيل المرتبط بمعرف BMAT_ID عبر مجال "مؤشر الأسلوب متعدد الدخل/متعدد الخرج (MIMO)" في الرسالة MCE_ParamUpdate.req (انظر الجدول 8-6).

وتُستعمل جداول BAT الخاصة بجميع أساليب تشفير معلومات مَنفذ المرسِل (Tx) هذه لكل موجة حاملة فرعية، والموصوفة أعلاه، للأساليب التشغيلية الثلاثة على النحو الوارد وصفه في الجدول التالي:

الجدول 8-27 – مصفوفة خارطة ارتباطات مَنفذ المرسِل (Tx) لموجة حاملة فرعية محددة

تشفير تحميل البتات في جدول BAT		أسلوب MIMO		
الانسياب المكاني 1	**الانسياب المكاني 2**	**الأسلوب 0**	**الأسلوب 1**	**الأسلوب 2**
$0 \le x1 \le 12$	$0 \le x2 \le 12$	*TPM* #0	*TPM* #5	*TPM* #5
15	$0 \le x2 \le 12$	*TPM* #4	*TPM* #7	*TPM* #4
$0 \le x1 \le 12$	15	*TPM* #3	*TPM* #6	*TPM* #3
ملاحظة – إن توليفات $x1$ و$x2$ غير المدرَجة في الجدول ليست صالحة.				

ويحدد المستقبِل أسلوب التشغيل. ويصاحب هذا الأسلوب معرّف BMAT_ID محدد.

وعند التشغيل بالأسلوب 0، يرسل المستقبِل إلى المرسِل رسالة MCE_ParamUpdate.req أو رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req (كجزء من إجراء تقدير القناة، انظر الفقرة 1.11.8)، تتضمن المعلمات التالية:

- "مؤشر أسلوب MIMO" (الوارد في رسالة MCE_ParamUpdate.req حصراً).
- جداول BAT للانسيابين المكانيين.
- فرز جدول BAT (G).

وعند التشغيل بالأسلوب 1 أو الأسلوب 2، يرسل المستقبِل إلى المرسِل رسالة MCE_ParamUpdate.req أو رسالة MCE_PartialBmatUpdate.req تتضمن المعلمات التالية بالإضافة إلى المعلمات المذكورة سابقاً للأسلوب 0:

- زوايا التشفير المسبق.
- فرز التشفير المسبق (PG).

24.8 ضغط طول التنفيذ في مجالات رسائل الإدارة

انظر الفقرة 23.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

25.8 ضغط الحمولة النافعة في رسائل الإدارة

انظر الفقرة 24.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

26.8 مجموعة النمط–الطول–القيمة (TLV)

انظر الفقرة 25.8 من التوصية [ITU-T G.9961].

9 الأمن

انظر الفقرة 9 من التوصية [ITU-T G.9961].

الملحق A

المتطلبات الإقليمية لأمريكا الشمالية

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق A بالتوصية [ITU-T G.9960].

الملحق B

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق B بالتوصية [ITU-T G.9960].

ملاحظة – ترك الملحق B بالتوصية [ITU-T G.9960] خالياً عن عمد.

الملحق C

المتطلبات الإقليمية لليابان

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق C بالتوصية [ITU-T G.9960].

الملحق D

النطاقات الدولية لراديو الهواة

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق D بالتوصية .[ITU-T G.9964].

الملحق E

تأثير التوصية ITU-T G.9960 على خدمة الخط الرقمي فائق السرعة للمشترك 2 (VDSL2)

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق E بالتوصية [ITU-T G.9964].

الملحق F

(تُرِك هذا الملحق خالياً عن عمد.)

الملحق G

متجهات الاختبار

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق G بالتوصية [ITU-T G.9960].

ملاحظة – إن متجهات الاختبار لملف التعريف 2 لنطاق الترددات التشغيلي (OFB) تحتاج إلى مزيد من الدراسة.

الملحق H

الطبقة الفرعية لتقارب بروتوكولات التطبيق

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق A بالتوصية [ITU-T G.9961].

الملحق I

قابلية التشغيل البيني بين إرسالات ملف التعريف 1 وملف التعريف 2 لنطاق الترددات التشغيلي (OFB)

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق J بالتوصية [ITU-T G.9960].

الملحق J

التحكم في النفاذ إلى الشبكة القائم على منفذ IEEE 802.1X

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية.)

انظر الملحق D بالتوصية [ITU-T G.9961].

الملحق K بالملحق W

تُرِك الملحق K بالملحق W خالياً عن عمد.

الملحق X

متجهات الاختبار

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

انظر الملحق X بالتوصية [ITU-T G.9961].

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة والمحاسبة والقضايا الاقتصادية والسياساتية المتصلة بالاتصالات/تكنولوجيا المعلومات والاتصالات على الصعيد الدولي
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	البيئة وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتغير المناخ، والمخلفات الإلكترونية، وكفاءة استعمال الطاقة، وإنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير، والقياسات والاختبارات المرتبطة بهما
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي وإنترنت الأشياء والمدن الذكية
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2023