

الاتحاد الدولي للاتصالات

ITU-R

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

التوصية **ITU-R M.1850**
(2010/01)

المواصفات التفصيلية للسطوح البنية الراديوية
للمكوّن الساتلي للاتصالات المتنقلة
الدولية-2000 (IMT-2000)

السلسلة **M**

الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع
وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة

تمهيد

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد مدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها. ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياساتية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

سياسة قطاع الاتصالات الراديوية بشأن حقوق الملكية الفكرية (IPR)

يرد وصف للسياسة التي يتبعها قطاع الاتصالات الراديوية فيما يتعلق بحقوق الملكية الفكرية في سياسة البراءات المشتركة بين قطاع تقييس الاتصالات وقطاع الاتصالات الراديوية والمنظمة الدولية للتوحيد القياسي واللجنة الكهترتقنية الدولية (ITU-T/ITU-R/ISO/IEC) والمشار إليها في الملحق 1 بالقرار ITU-R 1. وترد الاستثمارات التي ينبغي لحاملي البراءات استعمالها لتقديم بيان عن البراءات أو للتصريح عن منح رخص في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en> حيث يمكن أيضاً الاطلاع على المبادئ التوجيهية الخاصة بتطبيق سياسة البراءات المشتركة وعلى قاعدة بيانات قطاع الاتصالات الراديوية التي تتضمن معلومات عن البراءات.

سلاسل توصيات قطاع الاتصالات الراديوية

(يمكن الاطلاع عليها أيضاً في الموقع الإلكتروني <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

العنوان	السلسلة
البث الساتلي	BO
التسجيل من أجل الإنتاج والأرشفة والعرض؛ الأفلام التلفزيونية	BR
الخدمة الإذاعية (الصوتية)	BS
الخدمة الإذاعية (التلفزيونية)	BT
الخدمة الثابتة	F
الخدمة المتنقلة وخدمة التحديد الراديوي للموقع وخدمة الهواة والخدمات الساتلية ذات الصلة	M
انتشار الموجات الراديوية	P
علم الفلك الراديوي	RA
الخدمة الثابتة الساتلية	S
أنظمة الاستشعار عن بعد	RS
التطبيقات الفضائية والأرصاد الجوية	SA
تقاسم الترددات والتنسيق بين أنظمة الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة الثابتة	SF
إدارة الطيف	SM
التجميع الساتلي للأخبار	SNG
إرسالات الترددات المعيارية وإشارات التوقيت	TF
المفردات والمواضيع ذات الصلة	V

ملاحظة: تمت الموافقة على النسخة الإنكليزية لهذه التوصية الصادرة عن قطاع الاتصالات الراديوية بموجب الإجراء الموضح في القرار ITU-R 1.

النشر الإلكتروني

جنيف، 2011

© ITU 2011

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

التوصية ITU-R M.1850

المواصفات التفصيلية للسطوح البينية الراديوية للمكوّن الساتلي للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)*

(2010)

مجال التطبيق

تحدّد هذه التوصية مواصفات السطوح البينية الراديوية للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)، التي تقوم أصلاً على أساس الخصائص الأساسية المحددة في مخرجات الأنشطة خارج الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). وتدعم هذه السطوح البينية الساتلية ملامح ومعلومات تصميم النظام IMT-2000، بما في ذلك المقدرة على ضمان الملاءمة والتحوّل الدولي والنفوذ إلى خدمات البيانات عالية السرعة على نطاق العالم.

المحتويات

الصفحة

1	المقدمة.....	2
2	التوصيات ذات الصلة	3
3	الاعتبارات	4
1.3	السطوح البينية الراديوية للمكوّن الساتلي لأنظمة IMT-2000.....	4
2.3	تضمين المواصفات المطوّرة خارجياً	4
3.3	السطوح البينية للمكوّن الساتلي	5
1.3.3	السطوح البينية الراديوية	6
2.3.3	السطوح البينية الأخرى	6
4	التوصيات (المكوّن الساتلي)	7
1.4	السطح البيني للشبكة المركزية	7
2.4	السطح البيني بين الساتل والمطراف الأرضي	8
3.4	مواصفات السطح البيني الراديوي الساتلي.....	8
1.3.4	مواصفات السطح البيني الراديوي الساتلي ألف.....	8
2.3.4	مواصفات السطح البيني الراديوي الساتلي باء.....	21
3.3.4	مواصفات السطح البيني الراديوي الساتلي جيم.....	41

* ترد المواصفات التفصيلية الموصى بها للسطوح البينية الراديوية للاتصالات IMT-2000 في المواصفات العالمية الأساسية التي تشكل جزءاً من هذه التوصية من خلال الإشارات إلى محدّدات الموارد الموحّدة (URL) في موقع الويب التابع للاتحاد الدولي للاتصالات. وفي الحالات التي قامت بها منظمات خارجية معتمدة بتحويل تلك المواصفات العالمية الأساسية أو أجزاء منها إلى معايير معتمدة خاصة بها، ترد في هذه التوصية إشارة إلى النص الخارجي المقابل من خلال محدّدات الموارد الموحدة المحددة في مواقع الويب الخاصة بها. ولا تمنح هذه الإشارات النصوص الخارجية، بوصفها نصوصاً قائمة بذاتها، الوضعية الخاصة بتوصيات الاتحاد. وتُعتبر أية إشارة إلى نص خارجي إشارة دقيقة في الوقت الذي يتم فيه إقرار هذه التوصية. ونظراً لإحتمال مراجعة النص الخارجي، يُنصح المستخدمون لهذه التوصية بالاتصال بمصدر النص الخارجي لتحديد ما إذا كان المرجع لا يزال سارياً. وسوف تخضع هذه التوصية لعمليات تحديث دورية يتم تنسيقها مع المنظمات الخارجية المعتمدة المناسبة المسؤولة عن النصوص الخارجية التي وردت الإشارات إليها.

الصفحة

88	..... مواصفات السطح البيئي الساتلي دال (SRI-D)	4.3.4
103	..... مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي هاء	5.3.4
115	..... مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي او [F]	6.3.4
126	..... مواصفات السطح الراديوي الساتلي زاي	7.3.4
169	..... مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي حاء (SRI-H)	8.3.4
192	..... توصيات بشأن حدود البث غير المطلوب الوارد من مطاريف الأنظمة الساتلية للنظام IMT-2000	5
192	..... الملحق 1 المختصرات	

1 المقدمة¹

تعتبر أنظمة الاتصالات المتنقلة الساتلية IMT-2000 بمثابة أنظمة الجيل الثالث المتنقلة التي توفر النفاذ، بواسطة وصلة راديوية واحدة أو أكثر، إلى طائفة واسعة من خدمات الاتصالات بدعم من شبكات الاتصالات الثابتة (مثلاً، شبكة الهاتف العمومية بتبديل الرزم PSTN/الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات ISDN/المهاتفة بموجب بروتوكول الإنترنت IP)، وإلى خدمات أخرى محددة لمستعملي الخدمات المتنقلة.

ويشمل ذلك مجموعة من أنواع المطاريف المتنقلة، التي تتصل بشبكات أرضية و/أو بشبكات ساتلية، وقد تُصمّم المطاريف للاستخدام المتنقل أو الثابت.

أما السمات الأساسية للاتصالات IMT-2000 فهي:

- ارتفاع درجة الاشتراك بالتصميم على نطاق العالم؛
- توافق الخدمات ضمن النظام IMT-2000 ومع الشبكات الثابتة؛
- الجودة العالية؛
- المطراف الصغير للاستخدام على مدى نطاق العالم؛
- المقدرة على التحوال على مدى نطاق العالم؛
- المقدرة على توفير تطبيقات متعددة الوسائط، ومجموعة واسعة من الخدمات والمطاريف.

وتُعرّف أنظمة IMT-2000 بمجموعة من التوصيات التي تعتبر هذه واحدة منها.

وتشكل التوصية ITU-R M.1457 جزءاً من عملية تحديد السطوح البينية الأرضية للاتصالات IMT-2000 على النحو المعرّف في التوصية ITU-R M.1225. وهي تحدد المواصفات التفصيلية للسطوح البينية الراديوية الأرضية لأنظمة IMT-2000.

كما تشكل هذه التوصية الجزء الأخير من عملية تحديد السطوح البينية الراديوية لأنظمة IMT-2000، على النحو المعرّف في التوصية ITU-R M.1225. وهي تُحدد المواصفات التفصيلية للسطوح البينية الراديوية الأرضية لأنظمة IMT-2000.

إن عمليات التحديث والتحسين للسطوح البينية الراديوية الساتلية المتضمنة في هذه التوصية قد خضعت لعملية محددة من التطوير والمراجعة من أجل ضمان التوافق مع الغايات والأهداف الأصلية المعدّة لأنظمة IMT-2000 إلى جانب إقرار الالتزام باستيعاب المتطلبات المتغيرة للأسواق العالمية.

فمن خلال تحديث التكنولوجيات القائمة، وتوحيد السطوح البينية القائمة، وأخذ الآليات الجديدة بالاعتبار، تظل أنظمة IMT-2000 تحتل مرتبة الصدارة في التكنولوجيا الراديوية المتنقلة.

¹ ترد في الملحق 1 المختصرات المستخدمة في هذه التوصية.

2 التوصيات ذات الصلة

إن التوصيات المتعلقة بأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 القائمة، التي تعتبر ذات أهمية في إعداد هذه التوصية بالتحديد، هي على النحو التالي:

- التوصية ITU-R M.687: الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.816: إطار الخدمات التي تؤمنها الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.817: الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000) - معماريات الشبكة
- التوصية ITU-R M.818: التشغيل الساتلي داخل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.819: الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000) في خدمة البلدان النامية
- التوصية ITU-R M.1034: المتطلبات المفروضة على السطح أو السطوح البينية الراديوية للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1035: إطار وظائف السطح أو السطوح البينية الراديوية والنظام الفرعي الراديوي للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1036: الاعتبارات الطيفية لأغراض تنفيذ الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000) في النطاق MHz 2025-1885 والنطاق MHz 2200-2110
- التوصية ITU-R M.1167: إطار المكوّن الساتلي لأنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1224: معجم مصطلحات الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1225: المبادئ التوجيهية لتقييم تكنولوجيات الإرسال الراديوي الخاصة بالاتصالات IMT-2000
- التوصية ITU-R M.1308: تطوّر الأنظمة المتنقلة البرية تجاه الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1311: إطار التعديل والاشترك في التصميم الراديوي داخل الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1343: المتطلبات التقنية الأساسية للمحطات الأرضية المتنقلة في الأنظمة العالمية للخدمة الساتلية المتنقلة غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض العاملة في النطاق GHz 3-1
- التوصية ITU-R M.1457: المواصفات التفصيلية للسطوح البينية الراديوية للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- التوصية ITU-R M.1480: المتطلبات التقنية الأساسية للمحطات الأرضية المتنقلة في الأنظمة العالمية للخدمة الساتلية المتنقلة المستقرة بالنسبة إلى الأرض، التي تطبق الأنظمة الساتلية العالمية للاتصالات الشخصية المتنقلة (GMPCS) - الترتيبات المتصلة بمذكرة التفاهم في أجزاء نطاق الترددات MHz 3-1
- التوصية ITU-R SM.329: البث غير المطلوب في الميدان الهامشي
- ITU-T التوصية Q.1701: إطار شبكات الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- ITU-T التوصية Q.1711: النموذج الوظيفي للشبكات في الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- ITU-T التوصية Q.1721: تدفق المعلومات في المجموعة 1 لمقدرة الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- ITU-T التوصية Q.1731: المتطلبات المستقلة عن التكنولوجيا الراديوية للطبقة 2 من السطح البيني الراديوي في الاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000)
- الكتيب بشأن الاتصالات المتنقلة البرية (بما في ذلك النفاذ اللاسلكي)، المجلد 2 - المبادئ والنهج المتعلقة بالاتصالات المتنقلة الدولية-2000/أنظمة الاتصالات الأرضية المتنقلة العامة المرتقبة (IMT-2000/FPLMTS).

3 الاعتبارات

1.3 السطوح البينية الراديوية للمكون الساتلي لأنظمة IMT-2000

تتألف أنظمة IMT-2000 من كلٍّ من السطوح البينية الراديوية للمكون الأرضي والمكون الساتلي. كما أن جميع السطوح البينية الراديوية الساتلية لأنظمة IMT-2000 تشملها وتحدها المعلومات المزوّدة مع هذه التوصية.

وبالنظر إلى التقييدات المفروضة على تصميم النظام الساتلي ونشره، فسوف يستدعي الأمر وجود العديد من السطوح البينية الراديوية الساتلية لأنظمة IMT-2000 (للمزيد من الاعتبارات انظر التوصية ITU-R M.1167).

وبما أن النظام الساتلي هو نظام محدود الموارد (مثلاً، محدود القدرة والطيف)، لذلك فإن سطوحه البينية الراديوية محدّدة بالدرجة الأولى على أساس تحقيق الظروف المثلى للنظام بأكمله، مدفوعاً وفقاً لاحتياجات السوق وأهداف مجال الأعمال. ومن الناحية المتعلقة بمجال الأعمال، ليس من المجدي أو العملي عموماً أن تشترك المكونات الساتلية والأرضية لنظام IMT-2000 بالسطوح البينية الراديوية. ومع ذلك، فإنه من المستصوب تحقيق أكبر قدر ممكن من الاشتراك مع المكوّن الأرضي لدى تصميم ووضع النظام الساتلي للاتصالات المتنقلة الدولية-2000 (IMT-2000).

ويتطلب التبادل القوي بين التصميم التقني وأهداف مجال الأعمال للنظام الساتلي IMT-2000 نطاقاً كبيراً من المرونة في مواصفات السطوح البينية الراديوية الساتلية. ومع ذلك فقد يلزم إجراء المزيد من التعديلات والتحديثات لهذه المواصفات من أجل التكيف مع التغيرات في طلبات الأسواق، وأهداف مجال الأعمال، وتطورات التكنولوجيا، والاحتياجات التشغيلية، فضلاً عن رفع درجة الاشتراك مع أنظمة IMT-2000 الأرضية إلى حدها الأقصى، بحسب الاقتضاء.

ويرد في الفقرة 5 من التوصية ITU-R M.1457 وصف تفصيلي للسطوح البينية الراديوية للمكوّنات الأرضية. أما السطوح البينية الراديوية للمكونات الساتلية فيرد وصفها بشكل مفصّل في الفقرة 4 من هذه التوصية.

2.3 تضمين المواصفات المطوّرة خارجياً

إن نظام IMT-2000 هو نظام يرتبط بنشاط تنموي عالمي. وقد تم إعداد مواصفات السطوح البينية الراديوية المحددة في هذه التوصية من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات ITU بالتعاون مع المنظمات الداعمة لتكنولوجيات السطوح البينية ومشروعات الشراكات العالمية ومنظمات وضع المعايير الإقليمية (SDO). وقد اشترك الاتحاد الدولي للاتصالات مع هذه المنظمات في وضع الإطار والمتطلبات العالمية والشاملة للمواصفات العالمية الأساسية. وتم الاضطلاع بعملية التقييس المفصلة ضمن المنظمة الخارجية المعتمدة (انظر الملاحظة 1)، التي تعمل بالتنسيق مع المنظمات الداعمة لتكنولوجيات السطوح البينية الراديوية ومشروعات الشراكة العالمية. وعلى هذا الأساس تستفيد هذه التوصية إلى حد كبير من الإشارات إلى المواصفات المطوّرة خارجياً.

الملاحظة 1 – تُعرّف "المنظمة المعتمدة" في هذا السياق على أنها منظمة معتمدة لوضع المعايير تتصف بقدرة قانونية، ولديها أمانة دائمة، وممثل معيّن، وأساليب عمل واضحة ونزيهة وحسنة التوثيق.

وقد اعتُبر هذا النهج الحل الأنسب للتمكين من إتمام هذه التوصية ضمن الجداول الزمنية الصارمة التي يحددها الاتحاد الدولي للاتصالات، وما لدى الإدارات والمشغلين والمصنّعين من احتياجات.

وبناءً على ذلك، فقد تم إعداد هذه التوصية بحيث تستفيد استفادة تامة من طريقة العمل هذه وتسمح بالالتزام بالنطاقات الزمنية للتقييس العالمي. وقد قام الاتحاد الدولي للاتصالات بإعداد المتن الرئيسي لهذه التوصية، مع وجود إسنادات مرجعية داخل كل سطح بيئي تشير إلى موضع المعلومات الأكثر تفصيلاً. أما الأقسام الفرعية التي تحتوي على هذه المعلومات المفصلة فقد أعدها الاتحاد الدولي للاتصالات والمنظمات الخارجية المعتمدة. وبفضل هذه الاستفادة من الإسنادات المرجعية أمكن إنجاز العناصر الرفيعة المستوى من هذه التوصية في الوقت المناسب، مع تدابير التحكم بالتغيير، والنقل (تحويل المواصفات الأساسية إلى نتائج تحققها منظمة وضع المعايير)، وإجراءات استفسار الجمهور التي تم الاضطلاع بها داخل المنظمة الخارجية المعتمدة.

أما هيكل المواصفات التفصيلية المتلقاة من المنظمة الخارجية المعتمدة، فيتم اعتماده عموماً دون إجراء أي تغيير عليه، وذلك إدراكاً للحاجة إلى التقليل إلى الحد الأدنى من ازدواجية العمل، والحاجة إلى تيسير ومساندة عملية الصيانة والتحديث الجارية.

إن هذا الاتفاق العام، الداعي إلى وجوب تحقيق المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي إلى حد بعيد من خلال الإشارة إلى عمل المنظمات الخارجية المعتمدة، لا يُبرز الدور الهام الذي يضطلع به الاتحاد الدولي للاتصالات كمحفز لتنشيط وتنسيق وتيسير وضع تكنولوجيات الاتصالات المتقدمة فحسب، بل يُبرز أيضاً النهج الاستشراقي المرن الذي يتبعه حيال وضع هذا المعيار ومعايير الاتصالات الأخرى للقرن الحادي والعشرين.

3.3 السطوح البيئية للمكوّن الساتلي

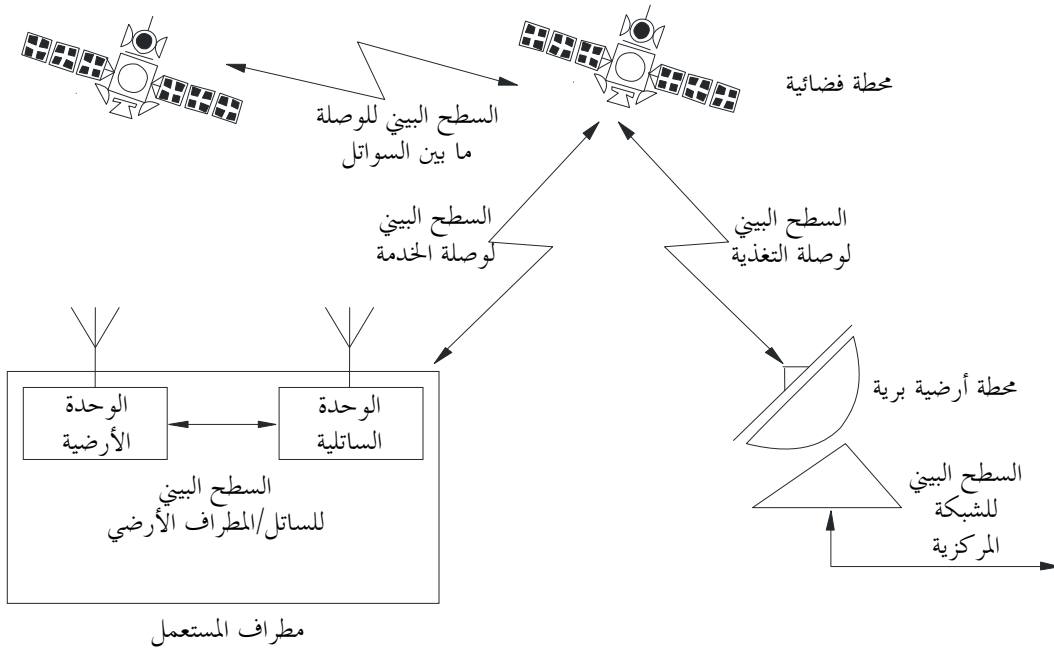
تعتبر المكونات الأرضية والساتلية متكاملة، حيث يوفر المكون الأرضي تغطية لمساحات من الأرض تكون فيها الكثافة السكانية من الكبر. بمكان للتوفير الاقتصادي للأنظمة القائمة على الأرض، فيما يوفر المكون الساتلي خدمات أخرى بتغطية عالمية تقريبية. فالتغطية الواسعة الانتشار لأنظمة IMT-2000 لا يمكن تحقيقها إلا باستخدام كل من السطوح البيئية الراديوية الساتلية والأرضية مجتمعة.

وتحقيقاً لهذا النطاق، تصف هذه التوصية تلك العناصر اللازمة للتوافق العالمي للتشغيل، مع الإشارة إلى أن الاستخدام الدولي مضمون أصلاً من خلال التغطية العالمية لنظام ساتلي ما. وينطوي هذا الوصف ضمناً على أخذ كل السطوح البيئية الراديوية للمكوّن الساتلي بالاعتبار.

ويظهر الشكل 1، الذي تمّ وضعه بالاستناد إلى الشكل 1 من التوصية ITU-R M.818، مختلف السطوح البيئية للمكون الساتلي لنظام IMT-2000.

الشكل 1

السطوح البيئية للمكون الساتلي لنظام IMT-2000



تنفيذ اختياري

1.3.3 السطوح البينية الراديوية

1.1.3.3 السطح البيئي لوصلة الخدمة

السطح البيئي لوصلة الخدمة هو السطح البيئي الراديوي بين محطة أرضية متنقلة (MES) (الوحدة الساتلية لمطراف المستعمل (UT)) ومحطة فضائية.

2.1.3.3 السطح البيئي لوصلة التغذية

السطح البيئي لوصلة التغذية هو السطح البيئي الراديوي بين المحطات الفضائية والمحطات الأرضية البرية (LES). وتكون وصلات التغذية مشابهة للسطوح البينية الراديوية التي تستخدم في وصلات التوصيل الثابتة من أجل نقل الحركة من المحطات القاعدية الأرضية (BS) وإليها. وعند تصميم نظام ساتلي، ينجم عن ذلك عمليات تنفيذ محددة لوصلات التغذية لأن:

- وصلات التغذية يمكن أن تعمل في أي عدد من نطاقات التردد، التي تقع خارج النطاقات المحددة لنظام IMT-2000؛
- كل وصلة من وصلات التغذية تعرض القضايا التي تنفرد بها، والتي يرتبط البعض منها بمعمارية النظام الساتلي، فيما يتصل البعض الآخر بنطاق تردد التشغيل.

من هنا يُعتبر السطح البيئي لوصلة التغذية إلى حد كبير إحدى المواصفات التي تكون من صلب النظام، ويمكن النظر إليها بوصفها قضية من قضايا التنفيذ. وقد تم التطرق لذلك في التوصية ITU-R M.1167 التي تفيد بأن "السطوح البينية الراديوية بين السواتل والمحطات الأرضية البرية (LES) (أي وصلات التغذية) لا تخضع لتقييم النظام IMT-2000". ولذلك فإن مواصفات هذا السطح البيئي تقع خارج نطاق هذه التوصية.

3.1.3.3 السطح البيئي للوصلة فيما بين السواتل

السطح البيئي للوصلة فيما بين السواتل هو السطح البيئي بين محطتين فضائيتين، مع الإشارة إلى أن بعض الأنظمة قد لا تنفذ هذا السطح البيئي. وتنطبق هنا أيضاً القضايا التي نوقشت أعلاه تحت السطح البيئي لوصلة التغذية، وبذلك فإن السطح البيئي للوصلة فيما بين السواتل يشكل إلى حد بعيد إحدى المواصفات التي تكون من صلب النظام، ويمكن اعتباره قضية من قضايا التنفيذ.

2.3.3 السطوح البينية الأخرى

من المعترف به أن الشبكة المركزية (CN) والسطوح البينية بين السواتل والمطاريق الأرضية الوارد شرحها أدناه ليست سطوحاً بينية راديوية. ومع ذلك فمن المعروف أيضاً أن لديها أثراً مباشراً على تصميم ومواصفات السطوح البينية الراديوية الساتلية وعلى توافق التشغيل على مدى نطاق العالم. كما تشير توصيات النظام IMT-2000 الأخرى إلى هذه السطوح البينية.

1.2.3.3 السطح البيئي للشبكة المركزية (CN)

السطح البيئي للشبكة المركزية هو السطح البيئي بين جزء النفاذ الراديوي للمحطة الأرضية البرية (LES) والشبكة المركزية (CN).

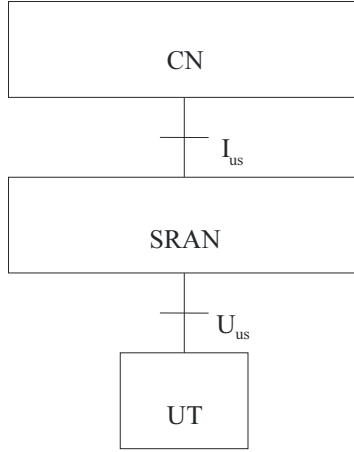
وفيما يلي وصف لإحدى المماريات الممكنة لكي يكون للمكوّن الساتلي سطح بيئي مع الشبكة المركزية على النحو المبين في الشكل 2. ومن شأن هذه المماريات أن توفر درجة من التوافق مع المكوّن الأرضي. وفي هذا المثال، يسمى السطح البيئي للشبكة المركزية للمكوّن الساتلي Ius. ويؤدي السطح البيئي Ius وظائف مشابهة للسطح البيئي Iu الوارد وصفه في الفقرتين 1.5 و 3.5 من التوصية ITU-R M.1457، وسوف يُصمّم لتحقيق أكبر درجة ممكنة من الاشتراك مع السطح البيئي Iu، وبحيث يكون متوافقاً مع هذا السطح البيئي Iu.

تتألف الشبكة الساتلية للنفاذ الراديوي (SRAN) من المحطة الأرضية البرية والساتل، إلى جانب وصلة التغذية ووصلات ما بين السواتل (إن وُجدت). وتستخدم الشبكة SRAN السطح البيئي Ius للتواصل مع الشبكة المركزية، والسطح البيئي Uus للتواصل مع مطراف المستعمل (UT) لتوفير الخدمة الساتلية. والمعروف أن السطح البيئي Uus هو السطح البيئي الراديوي لوصلة الخدمة الساتلية الوارد تحديدها في الفقرة 3.4.

وبما أن المكون الساتلي للنظام IMT-2000 هو عالمي الطابع بوجه عام، فليس من الضروري تأمين سطح بيني من الشبكة SRAN التابعة لشبكة ساتلية معينة إلى الشبكة SRAN التابعة لشبكة ساتلية أخرى. كذلك فإن السطح البيني بين المحطات الأرضية البرية للشبكة الساتلية ذاتها يمثل قضية من قضايا التنفيذ الداخلي للشبكة الساتلية، وبالتالي فلا حاجة إلى تقييس هذا السطح البيني.

الشكل 2

مثال على معمارية السطح البيني لشبكة ساتلية



1850-02

2.2.3.3 السطح البيني بين الساتل والمطراف الأرضي

السطح البيني بين الساتل والمطراف الأرضي هو السطح البيني بين الوحدات الساتلية والأرضية ضمن مطراف المستعمل. وفيما يتعلق بالمطاريق التي تتضمن كلاً من المكونات الساتلية والأرضية للنظام IMT-2000، فثمة حاجة إلى تحديد كل من طريقة عمل المكوّنين معاً وأي سطح بيني لازم فيما بينهما.

فعلى سبيل المثال، تؤكد التوصية ITU-R M.818 "ضرورة وضع بروتوكول لتحديد ما إذا كان ينبغي استخدام مكون ساتلي أو أرضي لنداء ما". كما تقرّ التوصية ITU-R M.1167 "بأنه ليس من الضروري للنظام IMT-2000 أن يطلب من المطراف النفاذ إلى المكون الساتلي أو المكون الأرضي"، وكذلك "بأنه من أجل تيسير التحوال، من المهم أن يتم التمكن من بلوغ المستعمل عن طريق طلب رقم منفرد، بغض النظر عما إذا كان المطراف المتنقل ينفذ إلى المكون الأرضي أو الساتلي في ذلك الوقت".

4 التوصيات (المكوّن الساتلي)

توصي جمعية الاتصالات الراديوية التابعة للاتحاد الدولي للاتصالات بأنه ينبغي أن تُطبّق المبادئ الوارد وصفها في الفقرتين 1.4 و2.4 عن طريق الأنظمة الساتلية التي توفر المكون الساتلي للنظام IMT-2000. وتصف هذه الأقسام الوظائف والسمات الأساسية للسطح البيني للشبكة المركزية والسطح البيني للساتل والمطراف الأرضي.

كما توصي جمعية الاتصالات الراديوية لدى الاتحاد بأن السطوح البينية الراديوية الوارد وصفها في الفقرة 3.4 يجب أن تكون تلك الخاصة بالمكون الساتلي للنظام IMT-2000.

1.4 السطح البيني للشبكة المركزية

يجب أن يكون السطح البيني بين المكون الساتلي والشبكة المركزية مائلاً للسطح البيني بين المكون الساتلي والمكون الأرضي. وبناءً على ذلك، يمكن أن يتم دعم المتطلبات الأساسية للنظام IMT-2000، من قبيل توجيه النداءات، والتحوال الآلي بين الشبكات، والفوترة المشتركة، ونحو ذلك، وفقاً للاعتبارات التقنية والاعتبارات المتعلقة بالسوق. ومع ذلك، قد يلزم وجود بعض الاختلافات من أجل دعم سطح بيني راديوي ساتلي محدد.

2.4 السطح البيئي بين الساتل والمطراف الأرضي

تقدم مطاريف مستعملي سواتل النظام IMT-2000 أسلوباً واحداً أو أكثر من أساليب التشغيل: أسلوباً ساتلياً واحداً وربما أسلوباً أو أكثر من الأساليب الأرضية. ففي حال تم تنفيذ أسلوب أرضي، يجب أن تكون المطاريف قادرة على انتقاء أساليب التشغيل الساتلية أو الأرضية إما آلياً أو بواسطة تحكّم من قبل المستعملين.

ويؤدي السطح البيئي بين الساتل والمطراف لأرضي الوظائف التالية:

- توفير قدرات التفاوض بشأن الخدمة الحاملة (خدمة الدعم) في كل من الشبكات الأرضية والساتلية؛
- دعم التجوال بين شبكات الأرض والشبكات الساتلية؛
- تنسيق إدارة الخدمات وتزويدها بتوصيات النظام IMT-2000.

ولا تعتبر عملية التمرير بين المكونات الأرضية والساتلية أحد الشروط المطلوبة من النظام IMT-2000؛ إذ إن قرار تنفيذ التمرير بين المكون الأرضي والمكون الساتلي يعود إلى مشغّل الشبكة. فإن لم يتم تنفيذ التمرير، يصبح التجوال بين المكون الساتلي والمكون الأرضي مجرد وظيفة تبديل، أي أنه إذا ما فقد مطراف المستعمل صلته بشبكة أرضية، فقد يسعى للبحث عن شبكة ساتلية.

ويتم تسجيل المواقع المطرافية وتحديثها بين قواعد البيانات الأرضية والساتلية باستخدام تدابير تحديث المواقع المعيارية من أجل تحديث المواقع بين الشبكات المتنقلة البرية العمومية (PLMN) المختلفة.

وبالنسبة للتجوال بين الشبكة الأرضية والشبكة الساتلية، يمكن تطبيق تدابير تحديث المواقع المعيارية المستخدمة من قبل الشبكات PLMN، نظراً لإمكانية النظر إلى الشبكتين باعتبارهما شبكتين متنقلتين بريتين عموميتين منفصلتين. فعلى سبيل المثال، حين يقوم المستعمل بالتجوال خارج حيز تغطية الشبكة الأرضية باتجاه التغطية الساتلية، تُستخدم تدابير معيارية لكشف واستحداث عمليات التجوال فيما بين الشبكات PLMN. وحين يقوم المستعمل بالتجوال داخل حيز تغطية الشبكة الأرضية وخارج حيز تغطية الشبكة الساتلية، وتكون الشبكة الأرضية متوافرة للمطراف بوصفها الشبكة المفضلة، يعمل المطراف على التسجيل داخل الشبكة الأرضية من خلال إطلاق التدابير لكشف واستحداث عمليات تحديث مواقع مشابهة لتلك المستخدمة للتجوال فيما بين الشبكات PLMN.

ويجب أن يكون من الممكن مخاطبة مطراف النظام IMT-2000 باستخدام رقم منفرد، بغض النظر عن نوع المكون (أرضي أو ساتلي) الذي يستعمله المطراف حالياً.

3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي

تقدّم الأقسام الفرعية التالية مواصفة كل سطح بيئي راديوي ساتلي. ولا تتضمن تلك الأقسام سوى العناصر المتصلة بالسطح البيئي لوصلة الخدمة؛ إذ إن السطوح البيئية لوصلة التغذية ووصلة ما بين السواتل لم يتم تحديدها في هذه التوصية.

وبالنظر إلى الاعتماد الشديد بين تصميم السطح البيئي الراديوي وتحقيق الظروف المثلى للنظام الساتلي بأكمله، فإن هذا القسم يتضمن الأوصاف المعمارية وأوصاف النظام، فضلاً عن مواصفات النطاق الراديوي ومواصفات النطاق الأساسي للسطوح البيئية الراديوية.

1.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي ألف

إن النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة الساتلي عريض النطاق (SW-CDMA) هو بمثابة سطح بيئي راديوي ساتلي مصمّم لتلبية متطلبات المكون الساتلي لأنظمة الاتصالات اللاسلكية من الجيل الثالث. وتتم حالياً معاينة السطح البيئي الراديوي لنظام النفاذ SW-CDMA من قبل اللجنة التقنية التابعة للاتحاد الأوروبي لمعايير الاتصالات لشبكات النفاذ الراديوية عريضة النطاق ETSI SES من بين طائفة السطوح البيئية الراديوية الساتلية للنظام IMT-2000 كمعيار طوعي.

ويستند النفاذ SW-CDMA إلى التكيف مع البيئة الساتلية للسطح البيئي الراديوي الأرضي الممتد المباشر للنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) التابع للنظام IMT-2000 (ازدواج الإرسال بتقسيم التردد (FDD) للنفاذ الراديوي الأرضي الشامل (UTRA) أو النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة عريض النطاق (WCDMA)) (انظر الفقرة 1.5 من التوصية ITU-R M.1475). ويتمثل الهدف هنا في إعادة استخدام الشبكة المركزية ذاتها وإعادة استخدام مواصفات السطح البيئي الراديوي للسطح البيئي Cu و Iu. وسيتم تكيف السطح البيئي Uu فقط دون غيره وفقاً للبيئة الساتلية.

ويعمل النفاذ SW-CDMA بأسلوب الازدواج بتقسيم التردد (FDD) بعرض نطاق لقناة التردد الراديوي يصل إما إلى 2,350 أو 4,700 MHz لكل اتجاه من اتجاهات البث. ويؤمّن خيار نصف المعدل 2,350 MHz تحبباً طيفياً أدقّ مؤدياً إلى تقاسم طيفي أسهل فيما بين الأنظمة المختلفة.

ويوفر النفاذ SW-CDMA مجموعة واسعة من الخدمات الحاملة (خدمات الدعم) تتراوح بين 1,2 و 144 kbit/s. ويمكن توفير الدعم لخدمة الاتصالات عالية الجودة، بما في ذلك نوعية المهاتفة وخدمات البيانات ضمن بيئة ساتلية ذات تغطية عالمية. ونجد فيما يلي تلخيصاً لانحرافات النفاذ SW-CDMA عن السطح البيئي الراديوي الأرضي المذكور أعلاه:

- المعدل الأقصى المدعوم للبتات محددًا عند 144 kbit/s.
- عمليات تمرير دائمة أكثر سلاسة للوصلة الأمامية بالنسبة للكوكبات التي توفر التنوع الساتلي.
- تجميع دائم لعمليات التنوع الساتلي للوصلة المعاكسة للكوكبات التي توفر التنوع الساتلي.
- تعويض دوبلري مسبق لمركز الحزمة بين وصلة التغذية (بين البوابة والساتل) والوصلة بين الساتل والمستعمل.
- إجراء من خطوتين (بدلاً من ثلاث خطوات كما هو بالنسبة إلى الأرضي) لإجراء حيازة الوصلة الأمامية.
- أسلوب اختياري لمعدل نصف الرزمة من أجل تحبب تردددي مُحسّن.
- تقديم قناة عالية القدرة للاستدعاء الراديوي داخل المباني.
- الاستعمال الاختياري (غير المعياري) للرموز الدليلية في قنوات الاتصال.
- خفض معدل التحكم بالقدرة بواسطة حلقة قدرة تنبؤية متعددة المستويات للتماشي مع تأخير أطول للانتشار.
- طول أقصر لتتابع التخليط (2 560 نبضة) في الوصلة الأمامية.
- استخدام اختياري في الوصلة الأمامية لتتابع تخليط قصير (256 نبضة) لإتاحة المجال للتخفيف من تداخل النفاذ CDMA عند مستوى مطراف مستعمل واحد.
- تتابع تمهيدي أطول للنفاذ العشوائي.

ويوفر النفاذ SW-CDMA درجة كبرى من الاشتراك مع السطح البيئي الراديوي الأرضي، مما يسهل من قابلية التشغيل البيئي بين المكونات الأرضية والساتلية للنظام IMT-2000.

1.1.3.4 وصف المعماريات

1.1.1.3.4 بنية القنوات

تتصل مواصفة السطح البيئي الراديوي هذه فقط بوصلة الخدمة، ولا تكون وصلة التغذية جزءاً منها. وتتألف وصلة الخدمة من وصلة أمامية بين المحطة الساتلية والمحطة الأرضية المتنقلة (MES)، ووصلة العودة في الاتجاه المعاكس. وعند الطبقة المادية، يتم نقل تدفق المعلومات من المحطة MES وإليها عن طريق قنوات منطقية على النحو المحدد في التوصية ITU-R M.1035. وتستفيد هذه القنوات المنطقية من الطبقات المادية كوسط حمال كما هو مبين في الجدول 1.

الجدول 1

التقابل بين القنوات المادية والمنطقية

الاتجاه	القنوات المادية	القنوات المنطقية
أمامي	أولية CCPCH	BCCH
أمامي	ثانوية CCPCH	FACH PCH
أمامي أمامي	PDSCH PDSCCH	DSCH
عكسي	PRACH	RACH RTCH
ثنائي الاتجاه	DPDCH	DCCH
ثنائي الاتجاه	DPDCH	DTCH
ثنائي الاتجاه	DPCCH	تشوير الطبقة 1

ويتوقع وجود قناتين ماديتين إذاعيتين في الاتجاه الأمامي، هما قناة التحكم المادية المشتركة الأولية والثانوية (CCPCH). تعمل القناة CCPCH الأولية على دعم قناة التحكم الإذاعية (BCCH) المستخدمة لنظام لإذاعة معلومات محددة عن النظام والحزمة. وتدعم القناة CCPCH الثانوية قناتين منطقيتين هما قناة النفاذ الأمامية (FACH) التي تنقل معلومات التحكم إلى محطة MES محددة حين يكون موقعها معلوماً، وقناة بحث أو استدعاء راديوي (PCH) تُستخدم كقناة استدعاء راديوي عالية الاختراق. وتقوم القناة المادية للنفاذ العشوائي (PRACH) بدعم قناة النفاذ العشوائي (RACH) التي تنقل معلومات التحكم، وقناة الحركة العشوائية (RTCH) التي تنقل حزم المستعملين القصيرة.

وتُستخدم قناة التحكم المادية المكرسة (DPCCH) لنقل بيانات تشوير الطبقة 1.

وتقوم قناة DPCCH بالتحكم بالمعلومات مثل تشوير الطبقات العليا، التي تنقل عبر قناة التحكم المكرسة (DCCH)، وبيانات المستعملين ثنائية الاتجاه التي تنقل عبر قناة الحركة المكرسة (DTCH).

ويمكن الاستفادة من الخدمات الحاملة (خدمات الدعم) أعلاه لتوفير خدمات بيانات الرزم وخدمات تبديل الدارات. فعلى الوصلة الأمامية، يتم دعم حركة الرزم إما على قناة FACH أو على القناة المتقاسمة للوصلة الهابطة (DSCH)، حيث يمكن أن تُدعم خدمات المستعمل المتعددة على نفس الوصلة باستخدام بنية متعددة الإرسال زمنياً، أو على قناة مكرّسة للوفاء بمتطلبات إنتاج صبيب أعلى. وعلى الوصلة المعكوسة، يمكن الاستفادة من قناة RACH من أجل بث رزم المستعملين القصيرة الظرفية أو غير المنتظمة. وفيما يتعلق بحركة الرزم غير الظرفية ولكن ذات الإنتاجية المعتدلة أو الدورة الخفيفة، يتم تعيين شفرات مخصصة للمستعمل من قبل المحطة LES من أجل تلافي تصادم الشفرات مع مستعملين آخرين للقناة RACH. وفي هذه الحالة يظل هناك تقابل بين القناة RTCH وقناة مادية شبيهة بقناة RACH. ومع ذلك قد يكون جزء البيانات متغير الطول (وفي جميع الأحوال مضاعف لطول أرتال الطبقة المادية). ومن أجل قنوات الرزم الأعلى إنتاجاً (صبيباً) على الوصلة المعكوسة، يمكن العمل على تخصيص قناة DPCCH/DPDCH. ويمكن بث قناة DPDCH حين لا يكون صف الرزم خالياً. وفي هذه الحالة أيضاً، قد تغطي الحزمة عدداً من أرتال الطبقة المادية، وفيها أيضاً يتم دعم مرونة المعدلات.

ويتوقع وجود خدمة تراسل عالية الاختراق بوصفها خدمة أحادية الاتجاه (في الاتجاه الأمامي، أي بين المحطة الساتلية والمحطة MES) تقوم بدعم معدلات البيانات المنخفضة برسائل تحتوي على بضع عشرات من البايت. ويتمثل نطاقها الأولي في خدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي أو في التنبيه الرنيني للمحطات الأرضية المتنقلة المتموضعة داخل المباني.

وإضافة إلى القنوات المحددة في التوصية ITU-R M.1035، فقد تم إيجاد قناة مادية مكرّسة لتشوير الطبقة 1. ويعمل هذا على نقل الرموز المرجعية لأغراض تقدير القنوات وتحقيق التزامن بينها.

2.1.1.3.4 الكوكبة

إن النفاذ SW-CDMA لا يُلزم باعتماد أية كوكبة معينة. فقد صمّم ليتلقى الدعم من كوكبات المدار الأرضي المنخفض (LEO)، أو المدار الأرضي المتوسط (MEO)، أو المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)، أو المدار الأرضي المرتفع (HEO). ومع أن التنوع الساتلي المتعدد سيضمن الأداء الأفضل للنظام، لكن ذلك لن يعتبر شرطاً إلزامياً للنظام.

3.1.1.3.4 السواتل

إن النفاذ SW-CDMA لا يُلزم باعتماد أية معمارية ساتلية معينة. فيمكن تشغيله إما فوق مرسل - مستجيب شفاف محي الأنبوب أو عن طريق معمارية جهاز مرسل - مستجيب متجددة. وبالنسبة إلى الوصلة المعكوسة، فإن استغلال تنوع المسير الساتلي يستدعي وجود جهاز مرسل - مستجيب محي الأنبوب نظراً إلى أن عملية إزالة التشكيل تتم على الأرض.

2.1.3.4 مواصفات النظام

1.2.1.3.4 سمات الخدمة

رهنًا بفئة المحطة الأرضية المتقلة، يعمل النفاذ SW-CDMA على دعم الخدمات الحاملة التي تتراوح بين 1,2 و 144 kbit/s، مع ما يقترن بذلك من نسبة خطأ في البتات (BER) تتراوح بين 10^{-3} و 10^{-6} . ويصل الحد الأقصى للتأخير المسموح إلى 400 ms، بما يتوافق مع أي من الكوكبات الساتلية المذكورة أعلاه.

2.2.1.3.4 سمات النظام

يتم في كل من الوصلة الأمامية ووصلة العودة دعم معدلين للتمديد، إما Mchip/s 3,840 (كامل معدل النبض) أو Mchip/s 1,920 (نصف معدل النبض).

ويكون البث منظمًا في أرتال. وتبلغ دورة الرتل 10 ms للخيار Mchip/s 3,840 و 20 ms للخيار Mchip/s 1,920. وتكون الأرتال منظمة في بنية تراتبية. ويتألف الرتل المتعدد من 8 أرتال (خيار المعدل الكامل) أو 4 أرتال (خيار نصف المعدل). وتبلغ دورة الرتل المتعدد 80 ms. ويكون الرتل المتعدد منظمًا في أرتال ثانوية. ويتألف الرتل الثانوي الواحد من 9 أرتال متعددة وتساوي دورته 720 ms.

يتم تنفيذ التحكم بالقدرة المغلق العروة لكل من الوصلة الأمامية ووصلة العودة. وتدار العروة من أجل جعل القيمة المقيسة للنسبة SNIR بعد أصابع المرشاح RAKE تتجمع مشكّلة القيمة المستهدفة. وتعديل القيمة المستهدفة بحد ذاتها بشكل تكييفي من خلال عروة تحكم خارجية أكثر بطئاً استناداً إلى قياسات معدل خطأ الأرتال (FER). ودعمًا لقياسات معدل خطأ الأرتال، يتم إلحاق البيانات في كل رتل بتحقيق من الإطباب الدوري قيمته 8 بتات (7 بتات لكل 2 400 bit/s). ويتوفر تحكم بالقدرة مفتوح العروة لبث الرزم والإعداد الأولي للقدرة أثناء مرحلة تهيئة النداء.

ويجري دعم ثلاث فئات للخدمة الأساسية من خلال تسلسل التشفير والتشذير:

- الخدمات المعيارية بتشفير (تلايفي) بمعدل 1/3، عدد الحدوديات 557، 663، 711) وتشذير داخلي فقط، مع استهداف نسبة خطأ في البتات (BER) قدرها 10^{-3} ؛
- الخدمات عالية النوعية بتشفير وتشذير داخلي بالإضافة إلى تشفير خارجي من نمط RS وتشذير. وتبلغ نسبة الخطأ في البتات (BER) المستهدفة 10^{-6} ؛
- الخدمات التي يتحدد التشفير فيها بحسب الخدمة. وبالنسبة إلى هذه الخدمات لا تُطبّق تقنية تشفير التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) من خلال السطح البيئي الراديوي. ويمكن إدارة التشفير FEC كلياً عند طبقة أعلى.

تتيح هذه الفئات المجال لمواءمة مختلف متطلبات نوعية الخدمة (QoS) للخدمات الساتلية المنتقاة والسماح بتحسين نوعية الخدمة إذا لزم الأمر عن طريق اختيار التشفير المحدد بحسب الخدمة.

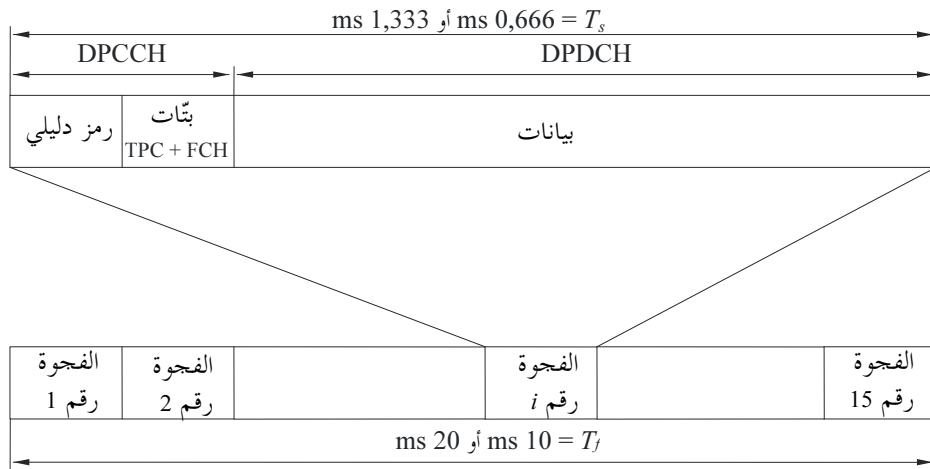
ويتم التفاوض بشأن خطة التشذير عند تهيئة النداء، وذلك رهناً بمعدل البيانات الفعلي. ويمتد عمق التشذير فوق دورة تساوي عدداً صحيحاً مضاعفاً لدورة الرتل. أما كتلة التشذير فتكتب لكل الصفوف فوق عدة أعمدة يكون عددها إحدى قوى العدد 2، على أن تتوقف قيمة الأس على معدل البيانات الفعلي. وعند الاستقبال، تتم قراءة كتلة التشذير بحسب الأعمدة بتتابع مختلط، أي بقراءة مؤشر العمود الثنائي بترتيب معكوس.

وصف النفاذ – الوصلة الأمامية

القناتان $DPDCH/DPCCH$ – يبين الشكل 3 بنية الرتل للقناتين $DPDCH/DPCCH$ ، ويكون كل رتل مقسوماً إلى 15 فجوة زمنية تنقل كل واحدة منها القناة $DPDCH$ وقناة $DPCCH$ المقابلة لها بطريقة تعدد الإرسال بتقسيم الزمن.

الشكل 3

بنية الرتل للقناة $DPDCH/DPCCH$



1850-03

تنقل القناة $DPDCH$ الرموز (الدليلية) المرجعية الاختيارية (انظر الملاحظة 1)، ومجال مراقبة القدرة (مراقبة قدرة الإرسال (TPC)) ورأسية ضبط الرتل (FCH)، التي تشير إلى النسق والسرعة الفعليين للقناة $DPDCH$. وتكون الرموز الدليلية المرجعية اختيارية.

وقد يتغير نسق ومعدل البيانات لقناة $DPDCH$ أثناء فترة الاتصال رتلاً بعد رتل: إذ يمكن للمحطة الأرضية المتنقلة أن تكشف نسق وسرعة الرتل الراهن انطلاقاً من رأسية ضبط الرتل (FCH). وقد تكون القناة $DPDCH$ غير موجودة في بعض الأرتال. وحيث إن معدل البيانات على القناة $DPDCH$ يتغير، كذلك يتغير مستوى القدرة النسبي للقناة $DPDCH$ والقناة $DPCCH$.

ويتألف مجال مراقبة قدرة الإرسال (TPC) من بتتين. وبالنسبة لوظيفة TPC فإن أمراً واحداً فقط بالزيادة/النقصان لكل الأرتال يُعتبر كافياً بسبب التأخير الكبير في الحلقة. ومع ذلك، فإن العروة المتعددة المستويات تسمح بتفاعل أسرع تجاه التغيرات في أوضاع القنوات. وبذلك يتم تخصيص بته إضافية لكل رتل من أجل ذلك الغرض.

ويتألف مجال رأسية ضبط الرتل (FCH) من ثلاث بتات. ويمكن لهذه البتات الثلاث أن تتصدى لثمانية أنساق مختلفة للقناة $DPDCH$: وبما أن أنساق القناة $DPDCH$ الممكنة تزيد على ثمانية، فإن FCH تعمل على انتقاء نسق بيانات في المجموعة الفرعية للأنساق المتوافرة والتي تحدد أثناء التفاوض بشأن تهيئة النداء.

ويتم تشفير بتات TPC و FCH معاً عن طريق إجراء تقابل بين الكلمة الناجمة المؤلفة من 5 بتات وتتابع طويل واحد مؤلف من 15 بته (كلمة شفوية) تنتمي إلى مجموعة مؤلفة من 32 تتابعاً. ويتم الحصول على مجموعة التتابعات المقترحة، البالغ طولها 15 بته، بواسطة جميع الإزاحات الدورية البالغ عددها 15 لتتابع من نوع ML طولها (1-24) زائد جميع التتابعات الصفرية زائد متقاطر جميع التتابعات السابقة. وبذلك يكون العدد الكلي للتتابع المتوافر 32. أما العلاقة المترابطة المتبادلة بين التتابعات فهي إما 1- أو 15-. وتكون التتابعات إما متعامدة أو متقاطرة.

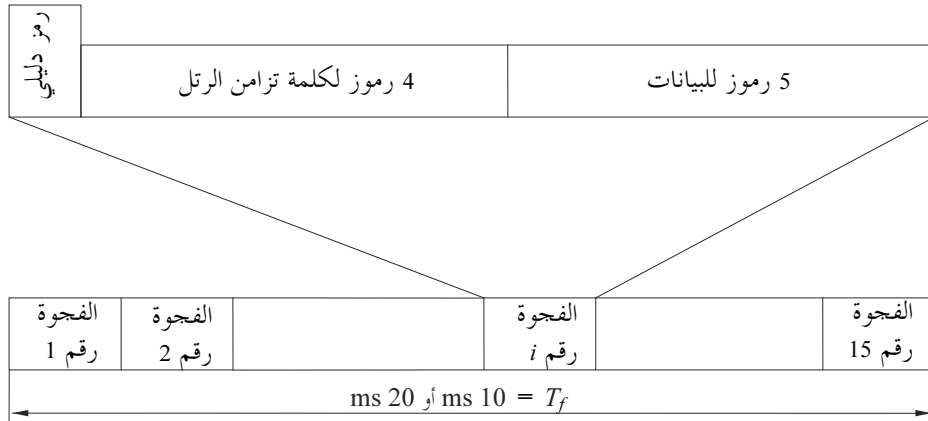
الملاحظة 1 - يجري تقدير القنوات بصورة نمطية من خلال قناة التحكم المادية المشتركة (CCPCH)، وبذلك لا يوجد حاجة إلى رموز دليلية في قناة DPCCH الإفرادية.

القناة CCPCH - يبين الشكل 4 بنية الرتل للقناة CCPCH الأولية والثانوية.

ويتم بث القناة CCPCH الأولية بصورة متواصلة بمعدل بث ثابت (15 kbit/s) في خيار كامل معدل النبض و 7,5 kbit/s في خيار نصف معدل النبض). وهي تُستخدم لنقل القناة الإذاعية (BCH) وكلمة تزامن الرتل (FSW).

الشكل 4

بنية الرتل للقناة CCPCH



1850-04

إن شفرة القناة CCPCH الأولية هي ذاتها على جميع الحزم والسواتل، وتكون معروفة من قبل جميع المحطات MES. وتستخدم كلمتان مختلفتان لتزامن الرتل. إحداهما تستخدم على كل الأرتال باستثناء أول رتل من كل رتل متعدد (MF) حيث يتم استعمال الكلمة FSW الأخرى. ويُلاحظ عدم استخدام رموز دليلية على القناة CCPCH. وتقضي الفرضية باستخدام رمز دليلي مشترك لهذه الأغراض.

أما القناة CCPCH الثانوية فتحمل قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي (PCH) وقناة النفاذ الأمامية (FACH). وتعتبر هذه القناة أيضاً قناة ذات معدل ثابت وثُبت فقط عند وجود حركة المستعمل. أما على القناة CCPCH الثانوية فتكون القناتان FACH و PCH متعددي الإرسال زمنياً على أساس رتل بعد رتل ضمن بنية الرتل الثانوية. ويتم بث مجموعة الأرتال المخصصة لقناتي FACH و PCH على التوالي على قناة التحكم الإذاعية (BCCH). ولا يتم تنفيذ استراتيجية التحكم بالقدرة في القناتين CCPCH الأولية والثانوية.

القناتان PDSCH/PDSCCH - تنقل القناة المادية المتقاسمة للوصلة الهابطة (PDSCH) بيانات الرزم إلى المحطات MES دون الحاجة إلى تخصيص قناة مكرسة (DCH) لكل مستعمل، والتي يُحتمل أن تؤدي إلى قصور في شفرة الوصلة الهابطة. وتستخدم القنوات PDSCCH فرعاً من شجرة شفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF). ويتم تقديم محطة أرضية متنقلة واحدة (MES) للرتل الواحد في حالة استعمال العقدة الأدنى للرتل الثانوي لشعبة الشفرات (أي الفرع الجذري). وقد يتم بدلاً من ذلك توفير قنوات MES متعددة للرتل الواحد من خلال تعدد إرسال الشفرة في حال استخدام عامل أعلى للرتل الثانوي (أي عقد أدنى في الشجرة المتفرعة). وتنقسم جميع القنوات PDSCH قناة PDSCCH واحدة تُبث بتعدد إرسال شفري وتنقل إلى جميع المستعملين معلومات عن تعيين الشفرات، ورأسية ضبط الرتل (FCH)، ومراقبة قدرة الإرسال (TPC).

التشكيل والتمديد

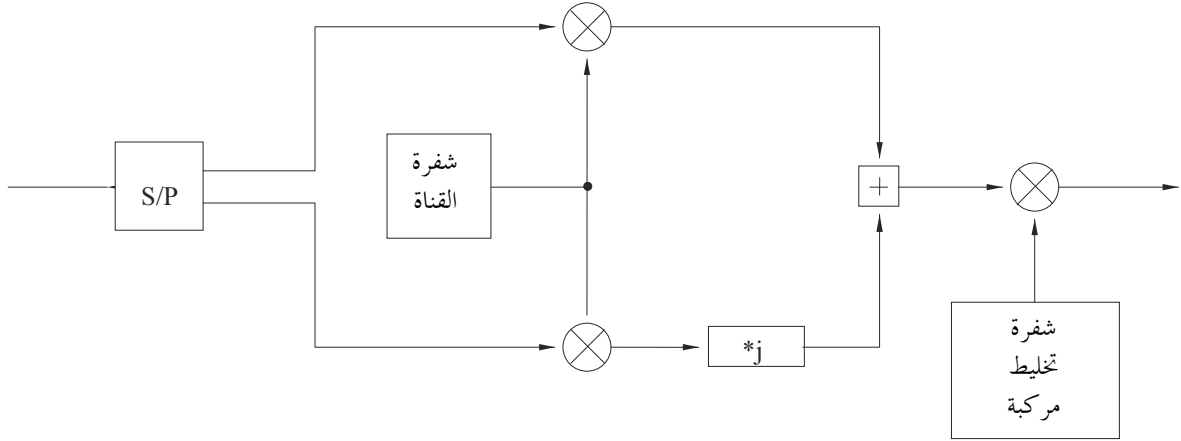
إن خطة التشكيل (انظر الشكل 5) هي عبارة عن إبراق تريبيعي بزحزحة الطور (QPSK) يتم فيه تقابل كل زوج من البتات مع الفرعين I و Q. ثم يتم تمديد هذه الأزواج إلى معدل النبض بنفس شفرة القناة (cch)، وتصبح لاحقاً مختلطة بنفس شفرة التخليط المركبة الخاصة بنفس الحزمة (cscramb).

وفيما يتعلق بالمعدلات الأدنى لبيانات المستعمل (≥ 4800 bit/s)، يتم استخدام تشكيل الإبراق بزحزة الطور ثنائي الحالة (BPSK) بدلاً من التشكيل QPSK من أجل خفض الحساسية تجاه أخطاء الطور.

ويتيح نوع شفرات التمديد القصيرة تنفيذ طاقة الخرج الدنيا (MOE) الخطية المتكيفة مع مشكل النفاذ CDMA في المحطة الأرضية المتنقلة. ويُقصد بالاستخدام الاختياري لوسائل كشف النفاذ CDMA MOE زيادة سعة النظام و/أو نوعية الخدمة دون وجود أثر للقطاع الفضائي.

الشكل 5

التشكيل QPSK/التمديد BPSK للقنوات المادية للوصلة الأمامية



1850-05

تخصيص الشفرات وتحقيق التزامن

شفرات التخليط - إن شفرة التخليط هي بمثابة تتابع تربيعي مركب يبلغ طوله 2560 نبضة. وبشكل اختياري، وفي حالة التخفيف من حدة التداخل للنفاذ CDMA القائم على أساس الطاقة MOE في المحطة الأرضية المتنقلة، يتوخى استخدام شفرة تخليط حقيقية أقصر (256 نبضة).

ويمكن إعادة استعمال شفرة التخليط ذاتها (بتخالف بمقدار ثابت من النبض) في كل حزمة من حزم سائل معين. وتُخصص مجموعات مختلفة من شفرات التخليط لكل مركبة فضائية. وإذا تم النفاذ إلى مركبة فضائية معينة من قبل محطة أرضية برية مختلفة على نفس نافذة التردد، فينبغي إما تحقيق التزامن بينهما بشكل متبادل أو استخدامهما لشفرات تخليط مختلفة. ووفقاً لمعلومات المدار، يمكن إعادة استعمال التتابعات المختلطة فيما بين السواتل التي لا تكون رؤيتها متزامنة في نفس المنطقة. ويمكن إنجاز تخصيص الشفرة المختلطة وفقاً لاستراتيجيات عدة، ورهناً بتجمع الكوكبات وأنواع الحمولة النافعة (الشفافة أو المتجددة) فضلاً عن الدرجة في دقة تزامن المحطات LES.

ويعتبر الرمز الدليلي المشترك للقناة CCPCH ضرورياً لدعم الشفرة الأولية وحياسة الترددات ومساندة عمليات التنوع الساتلي. وقد يستدعي الأمر الاستخدام الاختياري للرموز المرجعية بالإضافة إلى الرمز الدليلي المشترك من أجل دعم الهوائيات التكيفية.

شفرات القنوات - تنتمي شفرات القنوات إلى فصيلة شجرة عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF). وتحتفظ هذه الشفرات بالتعامد بين قنوات الوصلة الأمامية ذات المعدلات وعوامل التمديد المختلفة. وتجدر الملاحظة أنه نظراً لاختلاف القناة CCPCH عن القناة DPDCH من حيث شفرة القناة فقط (انظر الملاحظة 1)، فإن القناة CCPCH تكون متعامدة مع القناة DPDCH بشكل مختلف عن السطح البيئي الراديوي الأرضي المقابل.

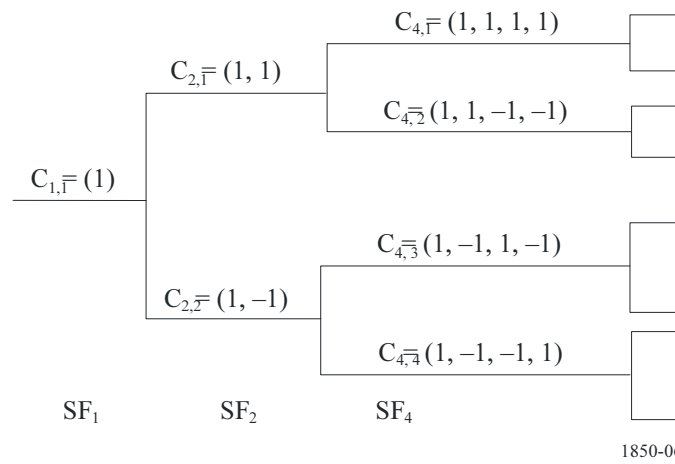
ويمكن تعريف شفرات OVSF باستخدام شجرة الشفرات الواردة في الشكل 6.

يحدد كل مستوى في شجرة الشفرات قنوات بطول SF_i. ولا يمكن استخدام جميع الشفرات في شجرة الشفرات بشكل تزامني ضمن الحزمة ذاتها. فلا يجوز استخدام شفرة في الحزمة إلا في حال عدم استعمال أية شفرة أخرى في المسير الممتد من الشفرة المحددة إلى الجذر أو في الشجرة الفرعية الكامنة. ويعني ذلك أن عدد شفرات القنوات المتاحة ليس ثابتاً لكنه يعتمد على معدل كل قناة مادية وعامل التمديد الخاص بها.

الملاحظة 1 - تتقاسم قناة CCPCH نفس التابع المختلط لقناة DPDCH.

الشكل 6

توليد شجرة الشفرة لرموز OVSF



الحيازة والتزامن

تتم الحيازة الأولية في المحطة MES بواسطة الرمز الدليلي المشترك. ويتم تشكيل الرمز الدليلي بنموذج معروف ذي معدل منخفض، وتكون شفرته الخاصة بتقسيم القنوات معروفة (عادة شفرة التابع الصفرية). ويكون للنموذج المعروف الذي يقوم بتشكيل الرمز الدليلي نطاق لتمديد دورة الإشارة الكلية من أجل دعم عملية التنوع الساتلي. وبعد وصل القدرة، تبحث المحطة MES عن شفرة التخليط المتعلقة بالرمز الدليلي المشترك.

وتتوقف كفاءة هذا البحث وبالتالي سرعة تقارب الحيازة الأولية على عدد الشفرات المقرر البحث عنها، ومعرفة المحطة MES الممكنة للسواتل المرشحة للتشغيل. ومن شأن الاستخدام المقترح لتتابع التخليط المتخالف للحزم الساتلية المختلفة أن يساهم في التقليل من وقت الحيازة الأولية. كما أن إعادة استخدام تتابع التخليط فيما بين السواتل يشكل وسيلة لخفض الأبعاد المكانية للبحث الأولي.

وبمجرد حيازة الرمز الدليلي، يمكن إزالة تمديد القناة CCPCH واستعادة قناة التحكم الإذاعية (BCCH). وينطوي ذلك على معلومات محددة عن قائمة السواتل المرشحة للتشغيل مع شفرات التخليط المصاحبة من أجل تسريع الحيازة بالنسبة إلى سواتل أخرى.

التمرير

ثمّة أربعة أوضاع تمرير ممكنة يمكن تصوّرها وهي: التمرير فيما بين الحزم، والتمرير فيما بين السواتل، والتمرير فيما بين المحطات الأرضية البرية، والتمرير فيما بين الترددات.

التمرير فيما بين الحزم - تعمل المحطة الأرضية المتنقلة (MES) دائماً على قياس النسبة الخاصة بالرمز الدليلي المزال تمديده $C/(N+I)$ المتلقاة من قبل الحزم المجاورة وتُبلّغ المحطة الأرضية البرية (LES) بنتائج القياس. وحين تقترب نوعية الحزمة الدليلية من مستوى عتبة النظام، تطلق المحطة LES عادة إجراء تمرير الحزم. ووفقاً للتقارير الريادية للمحطة MES، تبت المحطة LES بشأن

بث نفس القناة عن طريق حزمتين مختلفتين (تمرير الحزم السلس) وتأمّر المحطة MES بإضافة إصبع لإزالة تشكيل الإشارة الإضافية. وفور تلقي المحطة LES تأكيداً يثبت استقبال الإشارة الجديدة، فإنها تتخلص من وصلة الحزمة القديمة.

التمرير فيما بين السواتل - يكون الإجراء هنا مشابهاً لذلك الخاص بالتمرير بين الحزم. والفرق الوحيد يتمثل في أنه على المحطة MES أيضاً أن تبحث عن شفرات تخليط دليلية مختلفة. فإذا ما تمّ الكشف عن شفرة تخليط دليلية جديدة، يتم إبلاغ المحطة LES بنتائج القياس، والتي تقرّر عندئذ استغلال التنوع الساتلي عن طريق بث الإشارة ذاتها عبر سواتل مختلفة.

وحيث توفر الكوكبات الساتلية تنوعاً لمسير متعدد، فمن المفيد تشغيل المستعملين المتنقلين بأسلوب تمرير دائم أكثر سلاسة. وفي هذه الحالة، تعمل المحطة LES على إيجاد تقابل بين القناة ذاتها وأقوى مسيرات التنوع الساتلي. وتستغل المحطة MES تنوع المسير من خلال دمج النسب القصوى.

التمرير فيما بين المحطات الأرضية البرية - قد يلزم التمرير فيما بين المحطات LES تبعاً لخصائص الكوكبة. ويتم التفاوض بشأن التمرير فيما بين المحطات LES. وبشكل أكثر تحديداً، تبدأ المحطة LES الجديدة بثث الموجات الحاملة باتجاه المحطة المتنقلة التي تتلقى في الوقت ذاته أمراً من المحطة LES القديمة بالبحث عن إشارة المحطة LES الجديدة. وحين تؤكد المحطة MES للمحطة LES القديمة بأنها تتلقى أيضاً من المحطة الجديدة، تتوقف المحطة LES القديمة عن البث باتجاه المحطة المتنقلة.

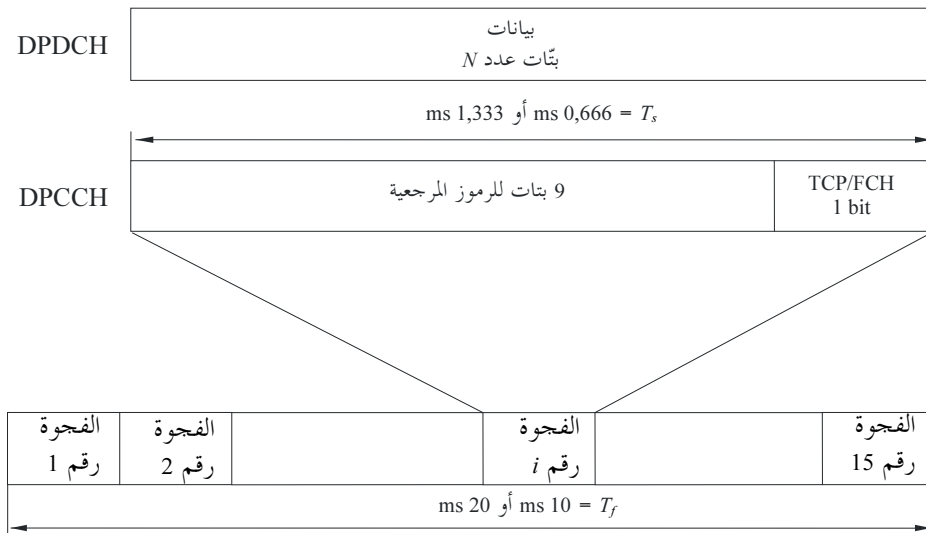
التمرير فيما بين الترددات - لا يتم سوى دعم التمرير الصعب فيما بين الترددات. ويكون هذا التمرير إما داخل البوابات أو فيما بينها.

وصف النفاذ - وصلة العودة

بنية الرتل للقناتين DPDCH/DPCCH - تكون بنية الرتل للقناتين DPDCH/DPCCH في وصلة العودة (انظر الشكل 7) مطابقة لتلك الخاصة بالوصلة الأمامية. ومع ذلك، وخلافاً للوصلة الأمامية، يكون تعدد الإرسال للقناتين DPDCH وDPCCH مقسماً تقسيماً شفرانياً وليس زمنياً.

الشكل 7

بنية الرتل للقناة DPDCH/DPCCH في وصلة العودة



1850-07

في القناة DPCCH، يكون مجال مراقبة قدرة الإرسال (TPC)/رأسية ضبط الرتل (FCH) الوظيفة ذاتها في الوصلة الأمامية. وكما هو الحال في الوصلة الأمامية، يتم إجراء تقابل لهذه البتات مع تتابع ينتمي إلى عائلة مؤلفة من 32 تتابعاً. ويتم الحصول على العائلة المقترحة من التتابعات، وطولها 15 بتة، من خلال جميع الإزاحات الدورية لتتابع من نوع ML يبلغ طوله $(2^4 - 1)$ زائد جميع التتابعات الصفرية زائد المتقاطر لجميع التتابعات السابقة. وتكون التتابعات إما متعامدة أو متقاطرة.

ويرد في الجدول 2 وصف لنموذج البتات المرجعية. ويمكن استخدام الجزء المظلل بمثابة كلمات تزامن للرتل. أما قيمة البتة الدليلية ما عدا كلمة تزامن الرتل فتبلغ 1. وتُعكس كلمة تزامن الرتل لتشير إلى بداية رتل متعدد.

إن معدل بث الرموز المرجعية وبتات FCH/TPC هو معدل ثابت يبلغ 15 kbit/s لخيار كامل معدل النبض و7,5 kbit/s لخيار نصف معدل النبض.

وعلى غرار الوصلة الأمامية، يتم بث بتتان و3 بتات للرتل الواحد على التوالي من أجل الوظيفتين TPC وFCH.

- يرتبط عدد البتات لكل فجوة من فجوات القناة DPDCH بعامل التمديد SF للقناة المادية على النحو $(256/2^k = SF)$ حيث $k = 0, \dots, 4$. وبذلك فقد يتراوح عامل التمديد بين 256 نزولاً حتى 16.

الجدول 2

نمط البتات المرجعية للوصلة الصاعدة DPCCH

رقم البت	رقم الفجوة	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
2	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
3	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
6	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
10	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1
11	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
12	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
13	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
14	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
15	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1

بنية رتل القناة المادية للنفاز العشوائي PRACH - تظهر في الشكل 8 بنية الرتل للقناة PRACH.

الشكل 8

بنية الرتل للقناة المادية للنفاز العشوائي (PRACH)



1850-08

يتم تكوين الجزء التمهيدي عن طريق تشكيل 48 كلمة شفريّة للرموز فوق شفرة تمديد تبلغ دورتها 256 نبضة.

ويتم انتقاء تمهيد الكلمة الشفريّة للرموز البالغ عددها 48 من قبل الخطة MES في مجموعات صغيرة مؤلفة من كلمات شفريّة تربيعة. ويجري اختيار شفرة التمديد بطريقة عشوائية فيما بين شفرات التمديد المتاحة للنفاز العشوائي. وتقدم المعلومات حول شفرات التمديد المتوافرة على قناة التحكم الإذاعية (BCCH).

ويتألف جزء البيانات الخاص برشقة قناة النفاز العشوائي (RACH) فعلياً من قناة للبيانات على ذراع البث I وقناة مصاحبة للتحكم على ذراع البث Q مهمتهما نقل الرموز المرجعية من أجل عملية متماسكة لإزالة التشكيل، ومن رأسية ضبط الرتل

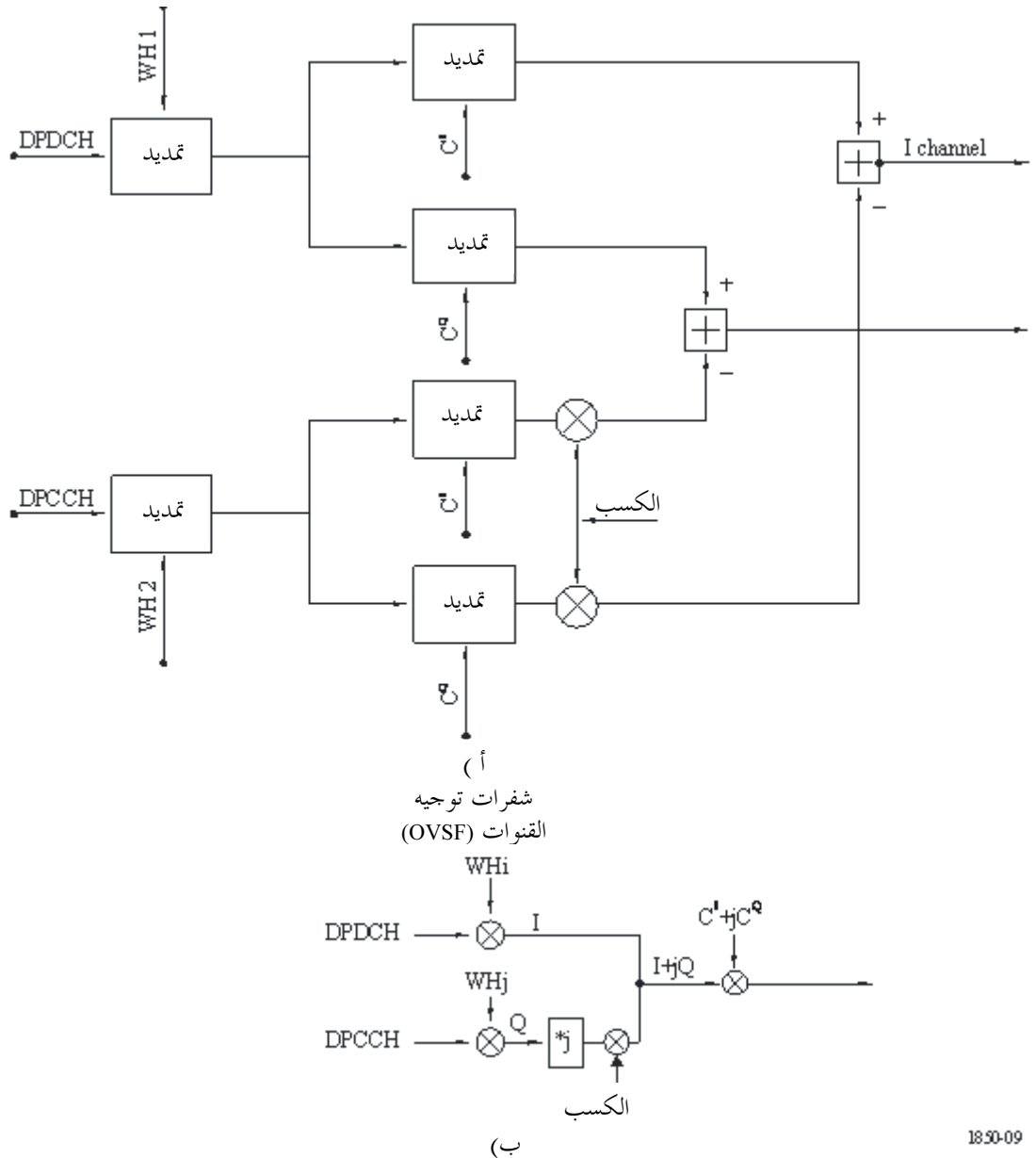
(FCH) التي تبلغ عن معدل ونسق بيانات الذراع I. أما معدل البيانات في الجزء التمهيدي فيكون ثابتاً ويساوي 15 أو 7,5 ksymbol/s وفقاً لخيار معدل النبض. ويساوي طول جزء البيانات الخاص برشقة القناة RACH رتلاً واحداً (أي 10 أو 20 ms، وفقاً لخيار معدل النبض).

ولا يتم دعم جمع التنوع على القناة RACH.

التشكيل والتمديد - يبين الشكل 9 شفرة التشكيل/التمديد المستخدمة في وصلة العودة. ويكون تشكيل البيانات من نوع الإبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة (BPSK)، حيث تجري عملية تقابل بين القنوات DPDCH و DPCCH وفرعي الموجة الحاملة I و Q على التوالي. وبعد ذلك يتم تمديد الفرعين I و Q إلى معدل النبض بواسطة شفرتي قناة مختلفتين c_D/c_C وتالياً إجراء تخطيط مركب لهما بواسطة شفرة تخطيط مركبة رباعية الحالة خاصة بالنوع MS.

الشكل 9

مخطط تشكيل تمديد وصلة العودة للقنوات المادية المكرسة (أ) وتمثيلها المركب (ب)



يبلغ طول شفرة التخليط رتلا واحداً (38 400 نبضة). ويجري تقييم أحد الخيارات ذات الشفرة القصيرة (256) لاستخدامه بالاقتران مع تقنية التخفيف من حدة التداخل القائمة على نظام MMSE. أما تتابعات التخليط فهي مطابقة لتلك المحددة في المواصفة TS25.213 (من إعداد 3GPP).

وتُعيّن شفرات التخليط للمحطة MES من قبل المحطة LES على أساس شبه دائم.

أما شفرات القناة فهي نفس شفرات العامل OVSF كما هو الحال بالنسبة إلى الوصلة الأمامية.

3.2.1.3.4 سمات المطارييف

يعمل النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة الساتلي عريض النطاق (SW-CDMA) على دعم أربع فئات من المحطات الأرضية المتنقلة (MES): المحملة باليد (H)، والمحملة على مركبة (V)، والقابلة للنقل (T)، والثابتة (F). ويعطي الجدول 3 تقابلاً بين سمات المطارييف وفئاتها.

الجدول 3

الخدمات الحاملة

معدل البيانات الحاملة (kbit/s)	جودة الخدمة المدعومة	فئة المحطة الأرضية المتنقلة
1,2	10^{-6}	F ، T ، V ، H
2,4	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V ، H
4,8	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V ، H
9,6	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V ، H
16	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V ، H
32	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V
64	10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T ، V
144	10^{-5} ، 10^{-6}	F ، T

4.2.1.3.4 مواصفات التردد الراديوي

5.2.1.3.4 المحطة الساتلية

تتوقف مواصفات التردد الراديوي للمحطة الساتلية على المعمارية الفعلية للقطاع الفضائي.

6.2.1.3.4 المحطة الأرضية المتنقلة (MES)

يرد في الجدول 4 مواصفات التردد الراديوي لمختلف فئات المحطات الأرضية المتنقلة.

الجدول 4

مواصفات التردد الراديوي للمحطة الأرضية المتنقلة

فئة المحطة الأرضية المتنقلة			معلمة التردد الراديوي
قابلة للنقل	محمولة على مركبة	محمولة باليد	
$4\,700^{(2)}$ ، $2\,350^{(1)}$	$4\,700^{(2)}$ ، $2\,350^{(1)}$	$4\,700^{(2)}$ ، $2\,350^{(1)}$	عرض نطاق القناة (kHz)
3	3	3	استقرار تردد الوصلة الصاعدة (ppm)
0,5	0,5	0,5	استقرار تردد الوصلة الهابطة (ppm)
16,0	16,0	3,0	القدرة المشعة المتناحية المكافئة القصوى (dBW)
(3)	(3)	(3)	متوسط القدرة المشعة المتناحية المكافئة لكل قناة (dBW)
$25,0^{(5)}$ ، $4,0^{(4)}$	$8,0^{(5)}$ ، $2,0^{(4)}$	1,0 –	كسب الهوائي (dBi)

الجدول 4 (تمة)

فئة المحطة الأرضية المتنقلة			معلمة التردد الراديوي
قابلة للنقل	محمولة على مركبة	محمولة باليد	
20,0	20,0	20,0	مدى تحكم القدرة (dB)
1-0,2	1-0,2	1-0,2	خطوة تحكم القدرة (dB)
100 ÷ 50	100 ÷ 50	100 ÷ 50	معدل تحكم القدرة (Hz)
169 <	169 <	169 <	عزل الإرسال/الاستقبال (dB)
⁽⁵⁾ 20,0-، ⁽⁴⁾ 23,5-	⁽⁵⁾ 20,0-، ⁽⁴⁾ 23,5-	⁽⁵⁾ 23,0-، ⁽⁴⁾ 23,0-	G/T عامل الجدارة (dB/K)
لا ينطبق	نعم	نعم	تعويض انزياح دوبلر
لا ينطبق	⁽²⁾ 500، ⁽¹⁾ 250	⁽²⁾ 500، ⁽¹⁾ 250	تقييد التنقل (السرعة القصوى) (km/h)

(1) Mchip/s 1,920 خيار نصف المعدل.

(2) Mchip/s 3,840 خيار كامل المعدل.

(3) رهنا بخصائص المحطة الساتلية.

(4) LEO قيمة نمطية لكوكبة.

(5) GEO قيمة نمطية لكوكبة.

مواصفات النطاق الأساسي

يرد في الجدول 5 مواصفات النطاق الأساسي.

الجدول 5

خصائص محطة القاعدة

	نفاذ متعدد	BB-1
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة وتسلسل مباشر	التقنية	BB-1,1
Mchip/s 1,920 أو Mchip/s 3,840	معدل النبض (عند الانطباق)	BB-1,2
15 فجوة زمنية بالرتل الواحد	فجوات زمنية (عند الانطباق)	BB-1,3
- BPSK ثنائي الشفرة في الوصلة الصاعدة - QPSK أو BPSK في الوصلة الهابطة	نمط التشكيل	BB-2
لا	تخصيص دينامي للقنوات (نعم/لا)	BB-3
FDD	طريقة الإرسال المزدوج (مثلاً FDD، TDD)	BB-4
- جودة معيارية: تشفير تلافي مع معدل شفرة 1/3 أو 1/2 طول التقييد $k = 9$. تكرار متغير للتقطيع لمواءمة معدل المعلومات المطلوب. - شفرة RS تسلسلية عالية الجودة فوق $GF(2^8)$ ، متسلسلة مع شفرة تلايفية داخلية بمعدل 1/3 أو 1/2، طول التقييد $k = 9$. مكوّن توربو اختياري.	FEC	BB-5
- تشذير على أساس رتل وحيد (مبدئيًا) - تشذير على أساس رتل متعدد (اختياري)	تشذير	BB-6
- التزامن بين محطات القاعدة التي تعمل على سواتل مختلفة غير مطلوب. - التزامن بين محطات القاعدة التي تعمل على الساتل نفسه مطلوب.	التزامن مطلوب بين السواتل (نعم/لا)	BB-7

المواصفات التفصيلية

تستند المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي للنفاز SW-CDMA إلى المجموعة التالية من الوثائق:

- الطبقة المادية: إن أحدث نسخة من الوثائق المتعلقة بالنفاز SW-CDMA مأخوذة من السلسلة 25.200 (انظر الملاحظة 1).
- البروتوكولات: أحدث النسخ لمشروع المواصفات 25.300 (انظر الملاحظة 2).
- الملاحظة 1 - يتم في الوقت الحاضر التوسع في هذه المواصفات التفصيلية داخل فريق العمل التابع للجنة التقنية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (النظام العالمي الشامل للاتصالات المتنقلة) ETSI TC-SES S-UMTS، من بين طائفة المعايير الطوعية للسطح البيئي الراديوي الساتلي للنظام IMT-2000. كما ستوفر هذه المواصفات وصفاً عاماً للطبقة المادية للسطح البيئي الهوائي للنفاز SW-CDMA.
- الملاحظة 2 - كما تم وضعها داخل 3GPP RAN TSG. ويمكن العثور على هذه الوثائق في موقع الإنترنت: <http://www.3gpp.org/RAN> والموقع <http://www.3gpp.org/RAN4-Radio-performance-and>. وتصف هذه المواصفة الوثائق التي أعدت من قبل 3GPP TSG RAN WG 4.

2.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي باء

- إن النفاز المتعدد بتقسيم الشفرة والزمن عريض النطاق W-C/TDMA هو عبارة عن سطح بيئي راديوي ساتلي مصمم لتلبية متطلبات المكون الساتلي لأنظمة الاتصالات اللاسلكية من الجيل الثالث (انظر الملاحظة 1).
- ويُفترض في السطح البيئي الراديوي للنفاز W-C/TDMA أن يتوافق مع السطح البيئي الراديوي للشبكة المركزية والمواصفات ذات الصلة للسطح البيئي Iu والسطح البيئي Cu.
- ويقوم النفاز W-C/TDMA على تقنية النفاز المتعدد بتقسيم الشفرة والزمن (C/TDMA) بقناة راديوية يبلغ عرض نطاقها إما 2,350 أو 4,700 MHz لكل اتجاه من اتجاهات البث.
- ويتميز النفاز W-C/TDMA ببنية ذات فجوات، وتشغيل شبه متزامن للوصلة الصاعدة، مما ينجم عنه تقسيم شبه متعامد لمعظم الموارد الراديوية لنظام ساتلي منفرد أو متعدد الحزم.
- ووفقاً لأحكام النطاق الساتلي ذات الصلة للنظام IMT-2000، فإن خطة الازدواج القاعدي هي الازدواج بتقسيم التردد (FDD): ومع ذلك فإن خطة TDD/FDD تحظى بالدعم حيث يحدث البث في فجوة زمنية مختلفة فيما يتعلق بالاستقبال، وفي نطاقات تردد مختلفة. ويوفر خيار نصف المعدل تحبباً طيفياً أدقّ ومتانة فيما يتعلق بتزامن النبضات وتعقبها في القنوات ذات الإزاحة الدوبلرية.
- ويوفر النفاز W-C/TDMA مجموعة واسعة من الخدمات الحاملة (خدمات الدعم) تتراوح بين 1,2 لتصل إلى 144 kbit/s. فيمكن أن يتم دعم خدمة الاتصالات عالية النوعية، بما في ذلك نوعية الصوت في الهاتف وخدمات البيانات في بيئة ساتلية عالمية التغطية. كما يوفر النفاز W-C/TDMA سمات إضافية محددة خاصة بالبيئة الساتلية مثل توفير قناة بحث أو استدعاء راديوي عالي الاختراق.

وفيما يلي تلخيص للسمات الجذابة للنفاز W-C/TDMA:

- يوفر النفاز W-C/TDMA إمكانية عليا للنظام فوق النفاز TDMA ضيق النطاق أو نظام النفاز المتعدد بتقسيم التردد (FDMA).
- يدعم تشغيل الأسلوب TDD/FDD الذي يقتضي استخدام مطاريف كهوائيات ثنائية الإرسال أقل تطلباً.
- يوفر قدرًا أكبر من المرونة في تخصيص الموارد بفضل التقسيم المتعامد (TDM/TDMA) لنسبة عالية من الموارد الراديوية فوق النفاز CDM/CDMA.
- يتيح المجال لإعادة الاستخدام التام للتردد مسهلاً تخطيط التردد.
- يوفر تحبباً أدقّ لمعدلات بيانات المستعمل قياساً بأنظمة النطاق الضيق، متلافياً قيمة عالية للنسبة بين قدرة الذروة والقدرة المتوسطة.

- يوفر تموضعاً دقيقاً للمستعمل دون سبل خارجية.

- يدعم خدمة توجيه الرسائل عالية الاختراق.

الملاحظة 1 - تتم حالياً معاينة السطح البيئي الراديوي للنفاز W-C/TDMA من قبل اللجنة التقنية التابعة للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ETSI SES من بين طائفة السطوح البيئية الراديوية الساتلية للنظام IMT-2000.

1.2.3.4 وصف المعمارية

1.1.2.3.4 بنية القنوات

تتصل هذه المواصفة للسطح البيئي الراديوي فقط بوصلة الخدمة دون أن تكون وصلة التغذية جزءاً منها.

تتألف وصلة الخدمة من وصلة أمامية بين المحطة الساتلية والمحطة MES، ومن وصلة العودة في الاتجاه المعاكس.

وعند الطبقة المادية، يتم نقل تدفق المعلومات من المحطة MES وإليها عبر قنوات منطقية على النحو المحدد في التوصية ITU-R M.1035.

وهذه القنوات المنطقية تستفيد من القنوات المادية كوسط للدعم.

ويعتمد النفاز W-C/TDMA على نفس البنية المادية للقناة كالسطح البيئي الراديوي الأرضي. ويُظهر الجدول 6 تقابلاً بين القنوات المادية والمنطقية.

ويتوقع وجود قناتين ماديتين إذاعيتين في الاتجاه الأمامي، وقناة تحكم مادية مشتركة أولية وثنائية P/S-CCPCH.

وتدعم القناة CCPCH الأولية قناة التحكم الإذاعية (BCCH) المستخدمة في إذاعة النظام وبث المعلومات المحددة.

أما القناة CCPCH الثانوية فتقدم الدعم لقناتين منطقيتين ولا سيمّا قناة النفاز الأمامية (FACH)، وتنقل معلومات التحكم إلى محطة MES محددة حين يكون موقعها معروفاً.

وتدعم القناة المادية للنفاز العشوائي (PRACH) قناة النفاز العشوائي RACH التي تنقل معلومات التحكم، وقناة الحركة العشوائية (RTCH) التي تنقل رزم المستعمل القصيرة.

الجدول 6

التقابل بين القنوات المنطقية والمادية

الاتجاه	القنوات المادية	القنوات المنطقية
أمامي	أولية CCPCH	BCCH
أمامي	ثنائية CCPCH	FACH
أمامي	PI-CCPCH	دليلية
أمامي	HP-CCPCH	PCH
عكسي	PRACH	RACH RTCH
ثنائي الاتجاه	DDPCH	DCCH
ثنائي الاتجاه	DDPCH	DTCH
ثنائي الاتجاه	DCPCH	تشوير الطبقة 1 والشفرات الدليلية

أما قناة التحكم المادية المكرّسة DPCCH فتستخدم لتشوير الطبقة 1.

وتستخدم القناة DDPCH في نقل معلومات التحكم مثل تشوير الطبقة العليا التي تُنقل عبر قناة تحكم مكرّسة DCCH، وبيانات المستعمل ثنائية الاتجاه التي تنقل عبر قناة الحركة المكرّسة (DTCH).
ويُستفاد من الخدمات الحاملة لتوفير خدمات تبديل الدارات ورزم البيانات.
ويمكن دعم خدمات المستعمل المتعددة على نفس الوصلة باستخدام بنية ذات إرسال متعدد زمني.

وبناءً على ذلك يتم تقديم قناة تحكم مادية مشتركة محددة عالية الاخرق، هي القناة HP-CCPCH، تدعم في الوصلة الأمامية قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي عالية الاخرق، وخدمة ذات معدل بيانات منخفض يكون نطاقها الأولي خدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي أو التنبيه الرنيني للمحطات المتموضعة داخل المباني.

2.1.2.3.4 الكوكبة

إن النفاذ W-C/TDMA لا يُلزم باعتماد أية كوكبة معينة. فقد صمّم ليتلقى الدعم من كوكبات المدار الأرضي المنخفض (LEO)، أو المدار الأرضي المتوسط (MEO)، أو المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)، أو المدار الأرضي المرتفع (HEO).
ومع أن التغطية بالحزمة النقطية المتعددة ستضمن أفضل أداء للنظام، لكن ذلك لن يعتبر بمثابة شرط إلزامي للنظام.

3.1.2.3.4 السواتل

إن النفاذ W-C/TDMA لا يُلزم باعتماد أية معمارية ساتلية معينة. فيمكن تشغيله إما فوق مرسل - مستجيب شفاف محي الأنبوب أو عن طريق معمارية جهاز مرسل - مستجيب متجددة.

2.2.3.4 أوصاف النظام

1.2.2.3.4 سمات الخدمة

رهنًا بفئة المحطة الأرضية المتنقلة، يعمل النفاذ W-C/TDMA على دعم الخدمات الحاملة التي تتراوح بين 1,2 و 144 kbit/s، مع ما يقترن بذلك من نسبة خطأ في البتات (BER) تتراوح بين $10^{-3} \times 1$ و 10^{-6} .
ويصل الحد الأقصى للتأخير المسموح به إلى 400 ms، بما يتوافق مع أي من الكوكبات الساتلية المذكورة أعلاه.

2.2.2.3.4 سمات النظام

يتم في كل من الوصلة الأمامية ووصلة العودة دعم معدلين للتمديد، إما Mchip/s 3,840 (كامل معدل النبض) أو Mchip/s 1,920 (نصف معدل النبض).

ويتم تنفيذ التحكم بالقدرة المغلق العروة لكل من الوصلة الأمامية ووصلة العودة. وتدار العروة من أجل تحديد القيمة المقيسة للنسبة SNIR بعد تجميع أصابع المرشاح RAKE لتشكيل القيمة المستهدفة. وتعديل القيمة المستهدفة بحد ذاتها بشكل تكيفي من خلال عروة تحكم خارجية أكثر بطئاً، بالاستناد إلى قياسات معدل خطأ الأرتال (FER). ودعمًا لقياسات FER يتم إلحاق البيانات في كل رتل بتحقيق من الإطناب الدوري قيمته 8 بتات (4 بتات لكل 400 bit/s).

ويتوفر تحكم بالقدرة مفتوح العروة لبتّ الرزم والإعداد الأولي للقدرة أثناء مرحلة تهيئة النداء.

ويجري دعم ثلاث فئات للخدمة الأساسية من خلال تسلسل التشفير والتشذير:

- الخدمات المعيارية بتشفير داخلي (تلافي) بمعدل 1/3، عدد الحدوديات 557، 663، 711) وتشذير فقط، مع استهداف نسبة خطأ في البتات (BER) قدرها 10^{-3} ؛
- الخدمات عالية النوعية بتشفير وتشذير داخلي بالإضافة إلى تشفير خارجي من نمط RS وتشذير. وتبلغ نسبة الخطأ في البتات (BER) المستهدفة 10^{-6} ؛

- الخدمات ذات التشفير المحدد بحسب الخدمة. وبالنسبة لهذه الخدمات لا تُطبَّق تقنية تشفير التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) من خلال السطح البيئي الراديوي. ويمكن إدارة التشفير FEC كلياً عند طبقة أعلى.

تتيح هذه الفئات المجال لمواءمة مختلف متطلبات نوعية الخدمة (QoS) للخدمات الساتلية المنتقاة، والسماح بتحسين نوعية الخدمة إذا ما لزم ذلك عن طريق اختيار التشفير المحدد بحسب الخدمة.

ويتم التفاوض بشأن خطة التشفير عند تهيئة النداء، وذلك رهناً بمعدل البيانات الفعلي. ويمتد عمق التشفير فوق دورة تساوي عدداً صحيحاً مضاعفاً لدورة الرتل. أما كتلة التشفير فتكتب لكل الصفوف فوق عدة أعمدة يكون عددها إحدى قوى العدد 2، على أن تتوقف قيمة الأسّ على معدل البيانات الفعلي. وعند الاستقبال، تتم قراءة كتلة التشفير بحسب الأعمدة بتتابع مختلط، أي بقراءة مؤشر العمود الثنائي بترتيب معكوس.

التنوع الساتلي

في إطار سيناريو لتغطية ساتلية متعددة، قد تقرر المحطة LES ضم إشارات وصلة العودة لسواتل التغطية المشتركة مع إشارة العودة المتلقاة عبر الساتل الأولي من أجل تحسين النسبة SNIR وخفض احتمال حجب الإشارات. وبما أن التشغيل شبه المتزامن محصور في الساتل الأولي، فإن نسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) الناجمة عند مزيل التشكيل في الساتل الثانوي حيث يتم تلقي خدمة المستعمل بشكل غير متزامن تكون أدنى بوجه عام. وبالرغم من عدم تعادل النسب SIR، يمكن إظهار حدوث كسب كبير من تقنيات دمج النسب القصوى التي قد تستخدم لزيادة كفاءة وسعة قدرة وصلة العودة.

وصف النفاذ

يتم في الوصلة الأمامية من المحطة الساتلية إلى المحطة MES اعتماد الإرسال CTDM المتعامد. أما في وصلة العودة، من المحطة MES إلى المحطة الساتلية، فيتم اعتماد النفاذ W-C/TDMA شبه المتزامن.

ويُنظَّم البث في شكل أرتال كما هو مبين في الشكل 10. وتبلغ فترة الرتل 20 ms وتقسّم إلى 8 فجوات زمنية. وتنظّم الأرتال في أرتال متعددة (دورة الرتل المتعدد 180 ms) تتألف من 8 أرتال عادية زائد رتل إضافي.

إن التعايش بين الحركة المتزامنة وغير المتزامنة (النفاذ الأولي) يتم معالجته باعتماد نهج مقسّم، حيث يتم فيه تقسيم الموارد المتوفرة زمنياً في رتلين يُخصّص كل رتل منهما لاستخدام محدد.

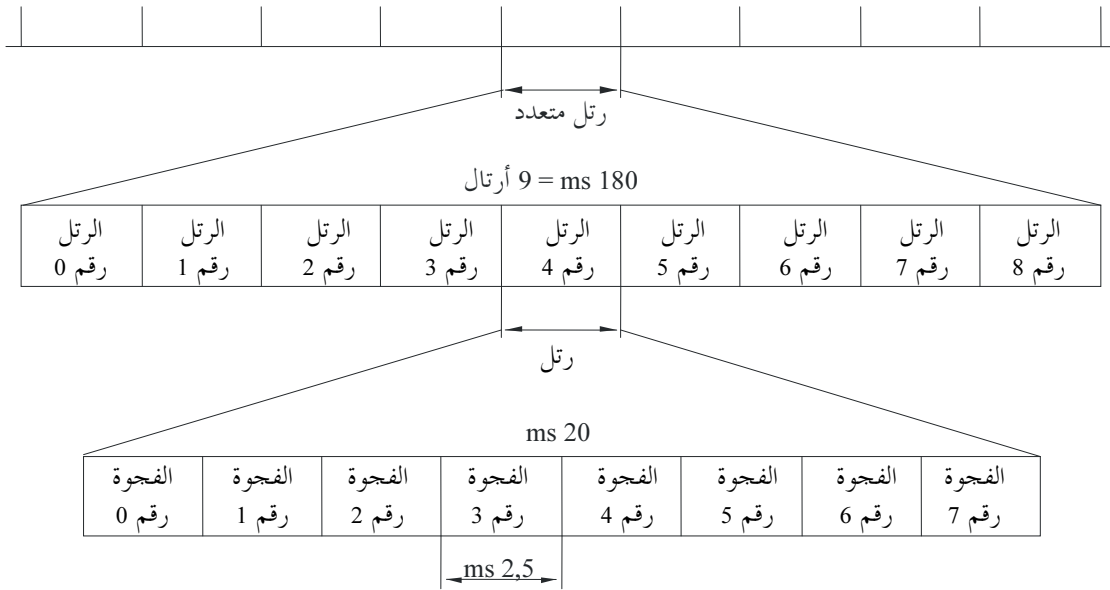
ويكون الرتل 0 في الوصلة الأمامية مكرّساً لإذاعة الوظائف المشتركة (الاستدعاء أو البحث الراديوي، قناة توجيه الرسائل عالية الاختراق، التزامن، ونحو ذلك).

ويُخصّص الرتل الأول في كل رتل متعدد (الرتل رقم 0) للحركة غير المتزامنة: وفي وصلة العودة، ترسل الرزم بصورة غير متزامنة من قبل المحطات MES في الرتل 0 من كل رتل متعدد، كما هو مبين في الشكل 11.

الرشقات - يحدث الإرسال في رشقات يمكن أن تكون مدتها مساوية لفجوة زمنية واحدة أو تمتد فوق عدد صحيح من الفجوات الزمنية.

الشكل 10

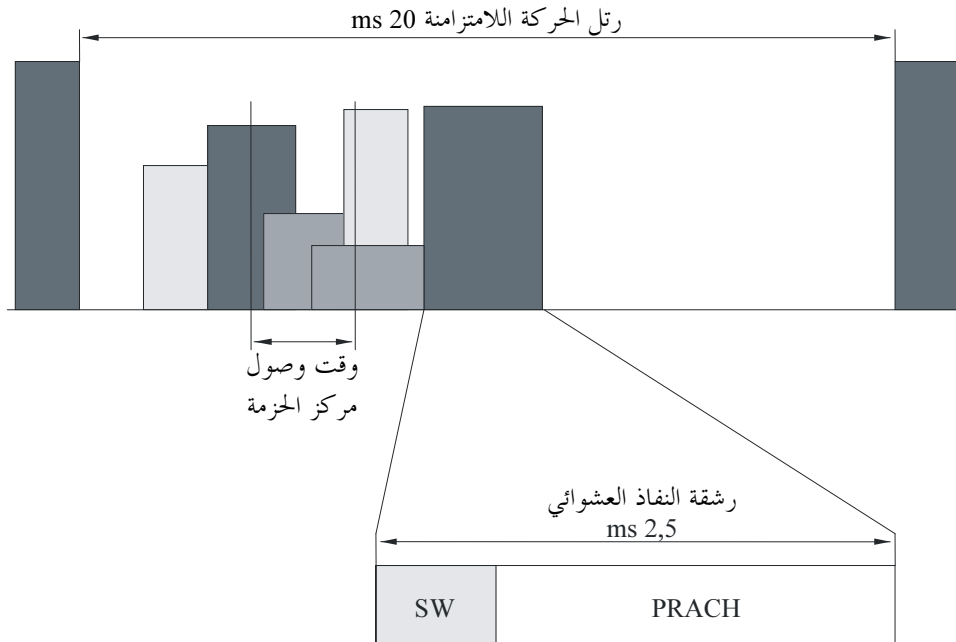
بنية الرتل في الوصلة الأمامية ووصلة العودة



1850-10

الشكل 11

الحركة اللامتزامنة في وصلة العودة، الرتل رقم 0



1850-11

وفي حالة الحركة المتزامنة، يمكن أن تمتد الرشقة فوق عدد صحيح من الفجوات الزمنية، دون أن تكون متلاصقة بالضرورة. أما في حالة الحركة غير المتزامنة، فإن الرشقات تُبث ضمن رتل خالٍ من الفجوات، وفي أوقات عشوائية مع مراعاة عدم غزو الأرتال المجاورة.

ويتم تصوّر حجمين للرشقة: قصيرة تحتوي على 160 بايت، وطويلة تحتوي على 320 بايت. وتتوقف فترة الرشقة على المعدل المختار للنبض وعامل التمدد.

وتتحكم المحطة LES بحجم الرشقة وعامل التمدد، ولا يمكن تعديلهما أثناء الدورة الواحدة. وقد يتفاوت معدل المعلومات بين رشقة وأخرى.

الوصلة الأمامية

القناتان $DCPCH/DDPCH$ - في الوصلة الأمامية، يتم تعدد إرسال القناتين $DCPCH$ و $DDPCH$ على نفس الرشقة (الرشقة المكرسة للوصلة الأمامية). ويُظهر الشكل 12 بنية الرشقة.

تنقل القناة $DPCCH$ الرموز (الدليلية) المرجعية، ومجال مراقبة قدرة الإرسال (TPC)، ورأسية ضبط الرتل (FCH) التي تشير إلى المعدل الفعلي للشفرة وإلى مجال التحكم بالزمن والتردد (TFC)، اللازمة للتشغيل شبه المتزامن.

الشكل 12

الرشقة المكرسة للوصلة الأمامية

DCPCH				DDPCH
FCH	TPC	TFC	رمز دليلي	بيانات المستعمل
n_{FFD}	n_{TPD}	n_{TFD}	$(n)_{PFD}$	n_{DFD}
n_{OFD}				
بيانات التحكم والمستعمل مشدرة، الرموز الدليلية متساوية التباعد				
1، 2 أو 4 فحوات				

1850-12

تنقل الرشقة المشتركة للوصلة الأمامية القناة $CCPCH$. وتظهر بنيتها في الشكل 13.

الشكل 13

الرشقة المشتركة للوصلة الأمامية

CCPCH	
FCH	بيانات
n_{FFC}	n_{DFC}
n_{OFC}	
بيانات التحكم والمستعمل مشدرة	
1 أو 2 أو 4 فجوات	

1850-13

وتنقل رشقة تزامن الوصلة الأمامية قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي عالية الاختراق HP-CCPCH. وتظهر بنيتها في الشكل 14.

الشكل 14

رشقة التزامن للوصلة الأمامية

HP-CCPCH		
SW	رمز دللي	بيانات
n_{SWS}	n_{PFS}	n_{DFS}
n_{OFS}		
SW	الرموز الدليلية متساوية التباعد	
فجوة واحدة		

1850-14

وصلة العودة

يتوقع وجود بنيتين للرشقة في وصلة العودة: رشقة النفاذ العشوائي والرشقة المكروسة لوصلة العودة. وتظهر بنيتهما في الشكلين 15 و 16 على التوالي.

الشكل 15

رشقة النفاذ العشوائي لوصلة العودة

PRACH		
SW	رمز دليلي	بيانات
n_{SRR}	n_{PRR}	n_{DRR}
n_{ORR}		
SW	الرموز الدليلية متساوية التباعد	
فجوة واحدة		

1850-15

الشكل 16

الرشقة المكرسة لوصلة العودة

DCPCH			DDPCH
FCH	TPC	رمز دليلي	بيانات المستعمل
n_{FRD}	n_{TRD}	$(n)_{PRD}$	n_{DRD}
n_{ORD}			
بيانات التحكم والمستعمل مشدرة، الرموز الدليلية متساوية التباعد			
1 أو 2 أو 4 فجوات			

1850-16

تعريف معلمات الرشقات

تُعرّف معلمات الرشقات على النحو المحدد في الجداول من 7 إلى 11.

الجدول 7

الرشقة المكرسة للوصلة الأمامية

رشقة طويلة		رشقة قصيرة			
النسبة المئوية	الرموز	النسبة المئوية	الرموز		
100	320	100	160	N_{OFD}	المجموع
80	256	70	112	N_{DFD}	البيانات
(10)	(32)	(10)	(16)	(N_{PFD})	(دليلية)
5	16	10	16	N_{FFD}	FCH
2,5	8	5	8	N_{TPD}	TPC
2,5	8	5	8	N_{TFD}	TFC
20	64	30	48		معدل البتات الإجمالي

الجدول 8

رشقة التحكم المشتركة للوصلة الأمامية

رشقة طويلة		رشقة قصيرة			
النسبة المئوية	الرموز	النسبة المئوية	الرموز		
100	320	100	160	N_{OFC}	المجموع
95	304	90	144	N_{DFC}	البيانات
5	16	10	16	N_{FFC}	FCH
5	16	10	16		معدل البتات الإجمالي

الجدول 9

رشقة التزامن للوصلة الأمامية

رشقة قصير			
النسبة المئوية	الرموز		
100	160	N_{OFS}	المجموع
70	112	N_{DFS}	البيانات
20	32	N_{SWS}	SW
10	16	N_{PFS}	دليلية
30	48		معدل البتات الإجمالي

الجدول 10

رشقة النفاذ العشوائي

رشقة قصير			
النسبة المئوية	الرموز		
100	160	N_{ORR}	المجموع
70	112	N_{DRR}	البيانات
20	32	N_{SRR}	SW
10	16	N_{PRR}	دليلية
30	48		معدل البتات الإجمالي

الجدول 11

الرشقة المكرسة لوصلة العودة

رشقة طويلة		رشقة قصيرة			
النسبة المئوية	الرموز	النسبة المئوية	الرموز		
100	320	100	160	N_{ORD}	المجموع
82,5	264	75	120	N_{DRD}	البيانات
10	32	10	16	N_{PRD}	دليلية
5	16	10	16	N_{FRD}	FCH
2.5	8	5	8	N_{TRD}	TPC
17,5	56	25	40		معدل البتات الإجمالي

تخصيص القنوات وأسلوب الإرسال

يعتبر دمج تخصيص عدد من شفرات التمديد مع الفجوات الزمنية في رتل متعدد بمثابة تخصيص افتراضي للقنوات. ويحتل أن يكون عدد الشفرات مساوياً للواحد لكنه قد يزيد على الواحد إذا ما أخذنا في الاعتبار قدرة المحطات MES على استقبال و/أو بث الشفرات المتعددة. وينحصر تخصيص الفجوات للقنوات المكرسة بالأرتال من رقم 1 إلى رقم 8 (رقم 5 في الأرتال الخمسة لخيار الرتل المتعدد). ويكون تخصيص القناة صالحاً لدورة استخدام واحدة.

ويسمح مبدأ شفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF) بتعايش قنوات متعامدة أو شبه متعامدة ذات شفرات ترتبط بعوامل تمديد مختلفة. فشفرات التمديد، والفجوات، وأنواع الرشقات، وغير ذلك من معلمات الوصلات الأخرى المتعلقة بالوصلة الأمامية أو وصلة العودة، تقوم بتعيينها المحطة LES أثناء إعداد دورة الاستخدام. ويُقترح عدم تغيير شفرة التمديد (عامل التمديد) أثناء الدورة. ويتم تحقيق معدلات البث المتغيرة بشكل حصري عن طريق تغيير معدل الشفرة.

ويتم النظر في أربعة أساليب مختلفة للبث وهي:

- أسلوب البث الانسيابي ذو الاتجاهين: تخصّص قناة اتصال على الوصلة الأمامية ووصلة العودة.
- أسلوب البث الانسيابي أحادي الاتجاه للوصلة الأمامية: تخصّص قناة اتصال فقط للوصلة الأمامية.
- أسلوب البث الانسيابي أحادي الاتجاه لوصلة العودة: يتم حظر هذا الأسلوب نظراً لعدم وجود إمكانية لتوجيه أوامر TFC على الوصلة الأمامية.
- نقل بيانات الرزم: إذا كان تردد الرزم إلى نفس الوجهة منخفضاً، فلن يتم تخصيص أي قناة، وتُنقل الرزم إلى الرتل رقم 0. وهذا يصلح بالنسبة للاتجاهين. (ومن المفضل استخدام المناطق المتواجدة عند أطراف الرتل رقم 0 لنقل

الرمز في اتجاه العودة، حيث يُفترض أن يكون الازدحام أقل حدة). وإذا كان تردد الرزم المتجهة إلى نفس الوجهة عالياً إلى حد كافٍ لتبرير عمل الدورة، يمكن تخصيص قناة مكرسة في الأرتال من رقم 1 إلى رقم 8.

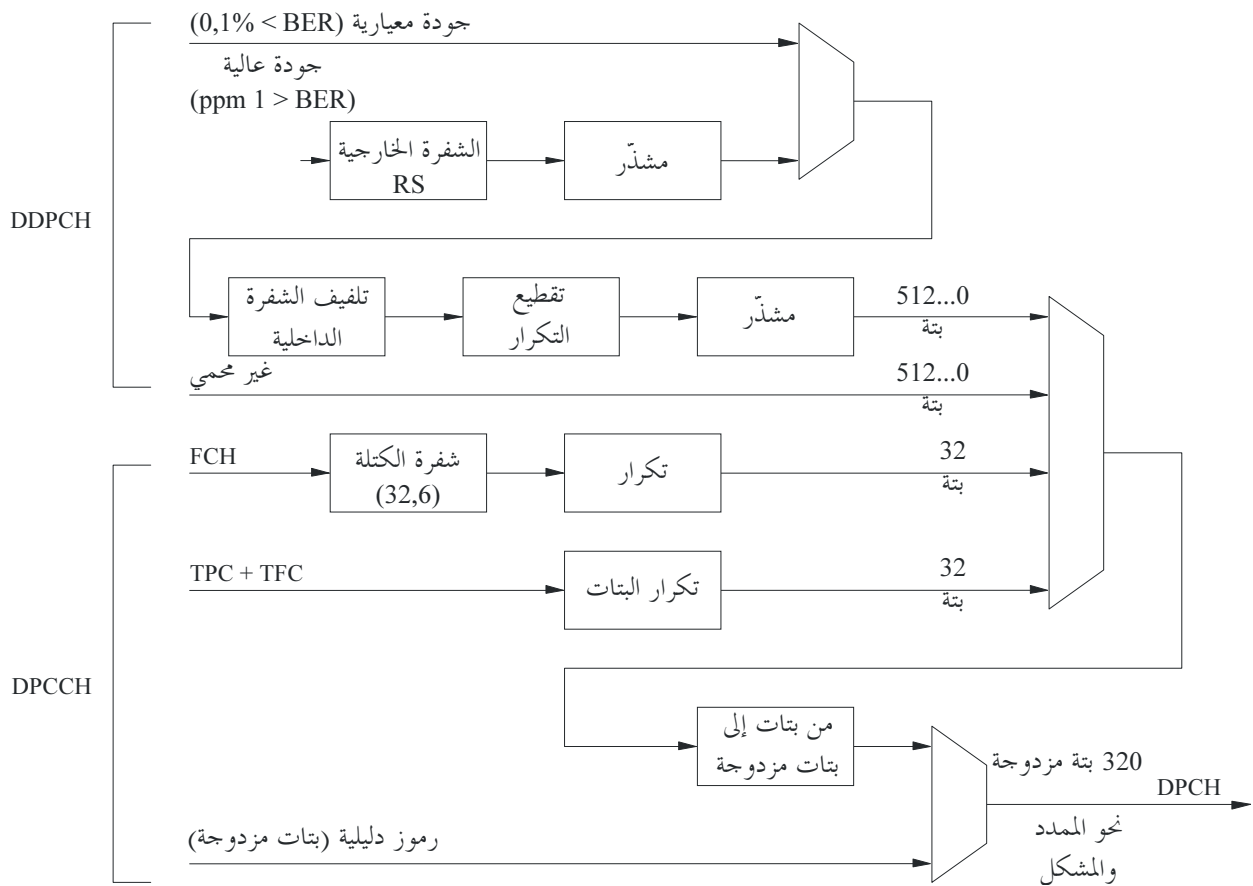
ويُعتبر الخيار الأمثل للعبء المريرة لتخصيص قناة مكرسة لنقل بيانات الرزم أمراً حاسماً. ويجب أن يحول دون زيادة الحمولة على الرتل 0، ولا سيّما لوصلة العودة، وأن يعمل على توفير القدرة الساتلية. فنقل بيانات الرزم دون وصلات لا يسمح بالتحكم بالقدرة. وبناءً عليه يجب توفير هوامش وصلات أعلى لبث الرزم تتطلب قدراً أكبر من القدرة الساتلية. ومن ناحية أخرى، تتطلب عمليات تخصيص القنوات معدل بتات للتشوير، مما يستدعي أيضاً المزيد من الطاقة الساتلية ويقلل من القدرة.

تشفير القنوات، وتكييف المعدلات، وتعدد إرسال الخدمة

يُبين الشكل 17 خطة لتشفير القنوات وتعدد إرسال الخدمة تنطبق على الوصلة الأمامية ووصلة العودة للقناة المادية المكرسة. والمخطط الموضح شامل وينطبق في الحالة البسيطة التي يتم فيها بث خدمة واحدة فقط بمعدل ونوعية محددين لرشقة مفردة ضمن قناة شفرية منفردة، فضلاً عن انطباقه على الحالة العامة ب صورة أكبر حيث يتم بث خدمات متعددة تتطلب معدلات وأنواعيات مختلفة للرشقة المفردة ضمن قناة شفرية مفردة.

الشكل 17

مخطط التشفير والإرسال المتعدد



أما خطط إزالة تعدد الإرسال وتفكيك التشفير المقرر تطبيقها على جانب الاستقبال فيشار إليها في رأسية ضبط الرتل (FCH).

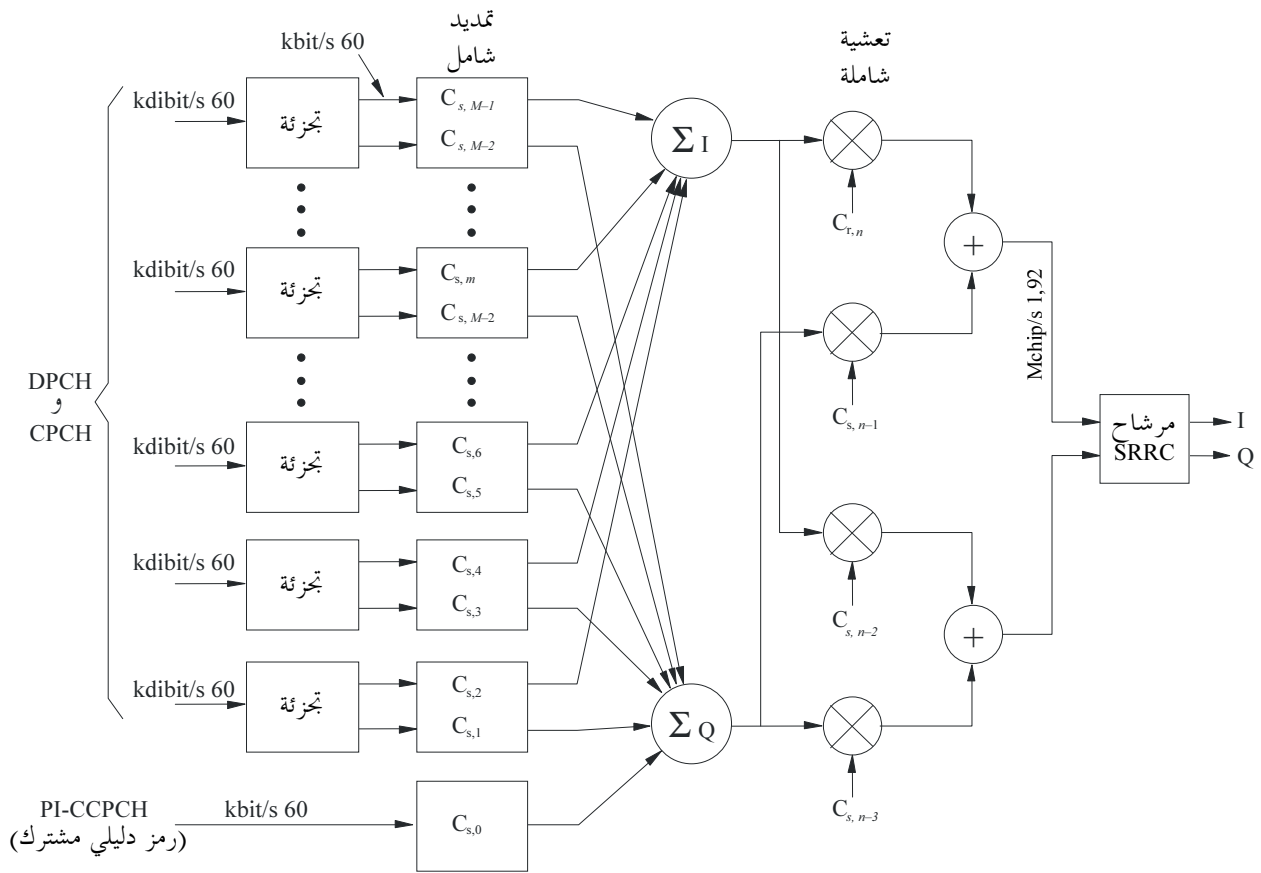
التشكيل والتمديد

يمثل الشكل 18 عامل التمديد وعامل التشكيل الشاملين المقترحين للوصلة الأمامية ووصلة العودة على التوالي. ويجري فيما يلي شرح لمبدأ خطة التمديد والتشكيل المقترحة للوصلة الأمامية ووصلة العودة: بعد إدراج (تعدد إرسال) الرموز الدلالية (البتات المزدوجة) (إن كان ذلك مطلوباً)، يجرأ انسياب البتات المزدوجة إلى انسيابين للبيانات ثنائية القطب، يعرفان باسم الانسياب I والانسياب Q. وهذه البيانات، التي تؤقت على معدل الرموز، يتم ضربها بالمكونات ثنائية القطب لمتجه شفرة التمديد التي يشار إليها باسم (cs,m) والمؤقتة على معدل النبض، بحيث تكون عينة البيانات ثنائية القطب عامل قياس لمتجه الشفرة. تعرف هذه العملية باسم التمديد أو التقسيم إلى قنوات.

الشكل 18

الممدد والمشكّل الشامل للوصلة الأمامية

(تشير المعدلات إلى الخيار Mchip/s 1,920 وعامل التمديد 32)



1850-18

بعد ذلك تخضع تتابعات البث الناجمة الخاصة بالفرع I الممدد والفرع Q الممدد إلى توزيع عشوائي إضافي باستخدام تتابعات ثنائية القطب من النمط PN، تعرف باسم شفرات التوزيع العشوائي ويشار إليها باسم (cr,n)، بحيث تبدو إشارة البث شبيهة بضوضاء مستقبّل غير متزامن أو يعيد استخدام شفرة التمديد ذاتها. وثمة ثلاث طرائق مختلفة للتوزيع العشوائي:

- توزيع عشوائي حقيقي باستخدام شفرة واحدة للتوزيع العشوائي؛
- توزيع عشوائي مركب باستخدام زوج من شفرات التوزيع العشوائي والتضاعف المركب التام؛
- توزيع عشوائي مستقل لكل من I و Q باستخدام زوج من شفرات التوزيع العشوائي، بحيث يتم ضرب شفرة واحدة بإشارة الفرع I وشفرة أخرى بإشارة الفرع Q.

وترد في الجدول 12 التشكيلات الشفرية المحتملة للإبراق التريبيعي بزحزة الطور (QPSK) والإبراق بزحزة الطور ثنائي الحالة (BPSK) المزدوج.

الجدول 12

تمديد وتعشية تشكيلات الشفرة

تشكيل البيانات	شفرات التمديد	شفرات التعشية	ملاحظات
QPSK	$c_{s,m} = c_{s,m-1}$	$c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$	تعشية حقيقية
QPSK	$c_{s,m} = c_{s,m-1}$	$c_{r,n} = c_{r,n-2} \neq c_{r,n-1} = c_{r,n-3}$	تعشية مركبة
ثنائي BPSK	$c_{s,m} = c_{s,m-1}$	$c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$	تعشية مختلفة على الفرعين I و Q
ثنائي BPSK	$c_{s,m} \neq c_{s,m-1}$	$c_{r,n} = c_{r,n-3}, c_{r,n-1} = c_{r,n-2} = 0$	تعشية حقيقية
ثنائي BPSK	$c_{s,m} \neq c_{s,m-1}$	$c_{r,n} = c_{r,n-2} \neq c_{r,n-1} = c_{r,n-3}$	تعشية مركبة

وتمشياً مع الخطة المنطبقة على السطح البيئي الراديوي الأرضي المناظر، يتم اقتراح شفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF) بالاستناد إلى مجموعة شفرة والش-هادامارد البالغ طولها 128 بته للخيار Mchip/s 1,920، وإلى مجموعة شفرة والش-هادامارد البالغ طولها 256 بته للخيار Mchip/s 3,840.

الوصلة الأمامية

يُبين الشكل 18 الشكل الشامل لأداة التمديد والتشكيل في الوصلة الأمامية. وباستثناء قناة التحكم المادية المشتركة الدليلية (PI-CCPCH)، فقد لا يتم استخدام تشكيلات مختلفة لشفرات التمديد والتوزيع العشوائي. وبما أن عملية التوزيع العشوائي ذاتها تنطبق على جميع قنوات الوصلة الأمامية التي تُبث بصورة متزامنة، فإن عملية الجمع تتم قبيل عملية التوزيع العشوائي.

ويُقترح استخدام إما الإبراق QPSK أو الإبراق BPSK المزدوج وتوزيع عشوائي حقيقي لكل القنوات المادية المكرسة (DPCH) وقنوات الرزمة المشتركة (CPCH). ومن المعتاد أن يتم بث عدد كبير من القنوات الشفرية بصورة متزامنة على الوصلة الأمامية، مما ينجم عنه توزيع اتساعي دائري I/Q في جميع الحالات. وبذلك فإن التوزيع العشوائي الحقيقي يكون كافياً ويتطلب حداً أدنى من التعقيد.

ومن شأن الإبراق BPSK المزدوج أن يحتزل عدد القنوات الشفرية المتعامدة إلى النصف، لأن شفرات التمديد المختلفة تُطبّق على الفرعين I و Q. والمعروف أن الإبراق BPSK المزدوج ذا شفرة التمديد الأحادية، والمزود بتوزيع عشوائي مستقل لكل من I و Q، يمثل طريقة لتجنب التقييد الشفري أعلاه على حساب زيادة الحساسية حيال أخطاء الطور في الموجة الحاملة.

ويُستخدم الإبراق BPSK المزدوج بتوزيع عشوائي حقيقي من أجل رشقة التزامن (قناة التحكم المادية المشتركة عالية الاختراق HP-CCPCH). أما قناة التحكم المادية المشتركة الدليلية (PI-CCPCH) فتقابلها شفرة التمديد رقم 0 التي تشكل تتابعاً من عدد لا نهائي من الآحاد. وتعتبر بيانات القناة PI-CCPCH مجرد تتابع لا نهائي من الآحاد لا يحدث انقطاع فيه إلا في الفجوات التي تُبث فيها رشقة التزامن. وبذلك فإن القناة PI-CCPCH هي بمثابة شفرة التوزيع العشوائي ذاتها.

وصلة العودة

يبين الشكل 19 الشكل الشامل لأداة التمديد والتشكيل في وصلة العودة. ويمكن تطبيق التشكيلات المختلفة لشفرات التمديد والتوزيع العشوائي على النحو المطبّق على الوصلة الأمامية.

ويُقترح استخدام إما تشكيل بيانات الإبراق QPSK أو الإبراق BPSK المزدوج وتوزيع عشوائي مركب للقناة المادية المكرسة (DPCH). ومن شأن الإبراق BPSK المزدوج المتعامد أن يحتزل عدد القنوات الشفرية إلى النصف. ويمكن استخدام الإبراق

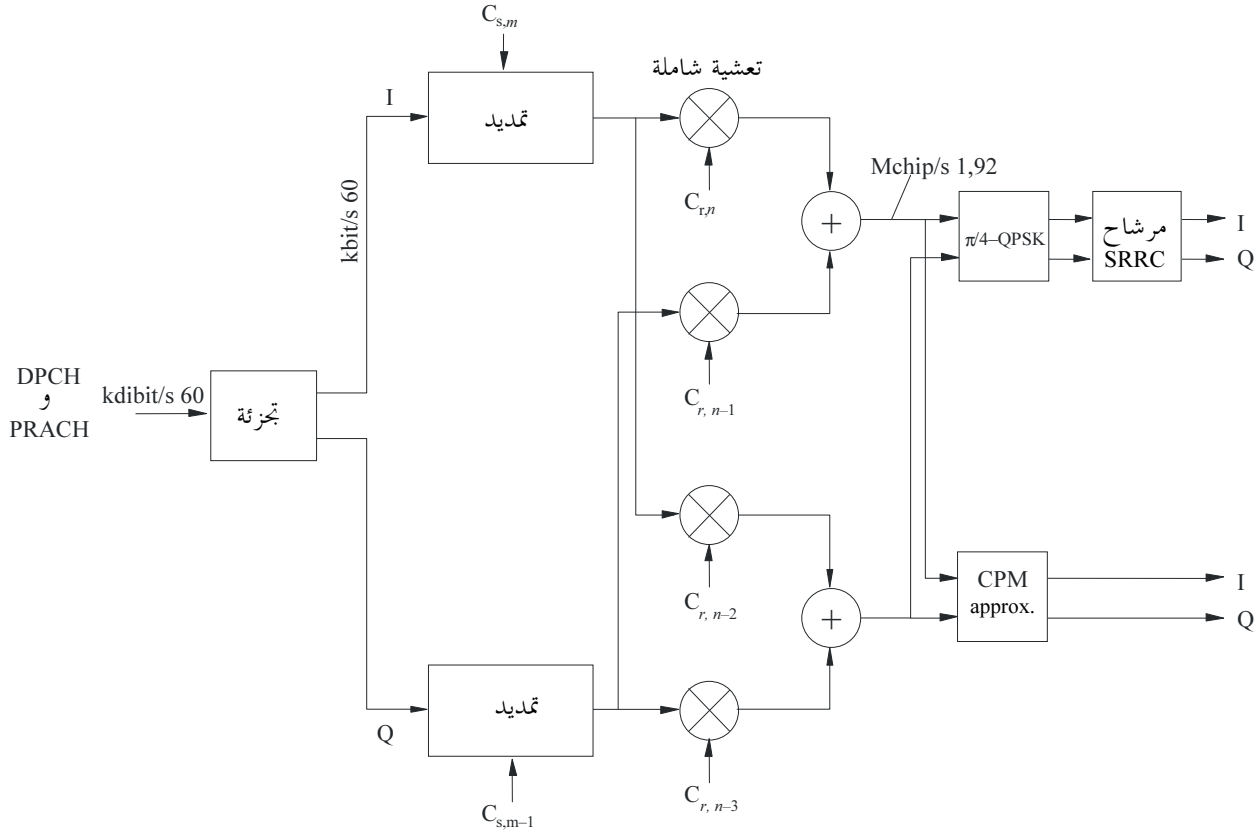
BPSK المزدوج المزود بتمديد مستقل لكل من I و Q (دون خفض قناة الشفرة) حين يشكل حجم الشفرة قضية هامة. ويُقترح استعمال الإبراق BPSK المزدوج الأكثر متانة بتوزيع عشوائي مركب من أجل رشقة النفاذ العشوائي (القناة المادية للنفاذ العشوائي PRACH).

ومقارنة بالوصلة الأمامية، يُقترح تشكيل التمديد للإبراق $\pi/4$ -QPSK من أجل التقليل من تراوحات الأغلفة. وبشكل اختياري، يمكن النظر في استعمال التشكيل الترددي مسبق التعويض (PFM). فالتشكيل PFM يمثل تقنية تشكيل ثابتة الغلاف يمكن تصميمها للعمل مع المستقبل المعياري الذي يعمل بالإبراق $\pi/4$ -QPSK والمزود بمرشاح نيكويست. ويمثل التشكيل PFM حلاً وسطياً بين تداخل القناة المجاورة (ACI) (نطاق التردد) ولغط قناة الشفرة والأداء المتعلق بنسبة الخطأ في البتات (BER) في أوضاع الضوضاء الغوسية البيضاء الإضافية (AWGN).

الشكل 19

الممدد والمشكّل الشامل لوصلة العودة

(تشير المعدلات إلى الخيار Mchip/s 1,920 وعامل التمديد 32)



1850-19

المرجع الزمني والترددي للنظام

يُفترض أن يقع المرجع الزمني والترددي للنظام عملياً في الساتل. ويعني ذلك أن الإشارات التي يبثها الساتل تناظر الترددات الاسمية والتوقيت الاسمي. وفي الحالة التي يكون فيها الجهاز المرسل - المستجيب شفافاً، تحدث المحطة LES تحالفاً في أوقات البث والترددات ومعدلات النبض، وغير ذلك من الأمور المتعلقة بوصلة التغذية الخاصة بها، بحيث تصل الإشارات إلى الساتل المقصود متزامنة مع الوقت والتردد الاسمي للنظام. ويمكن تطبيق الانزياحات الزمنية المحددة والتعويض الدوبلري المسبق بصورة إضافية على وصلات الخدمة. وفيما يتعلق بوصلة العودة، يُفترض بالمحطة LES أن تتحكم بتوقيت المطارييف المتنقلة بحيث تصل إشارات وصلة العودة إلى الساتل المقصود بشكل شبه متزامن مع الوقت والتردد الاسمي للنظام. ويمكن تطبيق انزياحات الوقت وتحالفات التردد الخاصة بالحزمة بصورة إضافية على وصلات العودة التابعة للخدمة.

لا تحتاج الوصلة الهابطة للتغذية إلى أي توصيف في هذا السياق، نظراً لتغير زمن انتشار وصلة التغذية لجميع الحزم بنفس الطريقة تماماً.

التزامن ضمن الساتل وفيما بين الحزم

يُقترح إبقاء أوقات البث (بنية الرتل) في جميع الحزم للساتل نفسه منضبطة. وسيكون هناك بعض التخالفات الزمنية الصغيرة المتعمدة والثابتة في ترتيب دورات نبضية قليلة من أجل السماح بإعادة استخدام نفس شفرة التوزيع العشوائي في جميع الحزم المتعلقة بالساتل نفسه.

كما أن التخالفات الزمنية للإشارات التي تصل إلى الساتل قادمة من حزم مختلفة ضرورية لبنية رتل وصلة العودة، وذلك إذا ما استُخدمت شفرة التوزيع العشوائي ذاتها لجميع حزم الساتل. ويُقترح التخالفات الزمنية ذاتها لبنية الرتل لوصلة العودة. وتتحكم المحطة LES بالمطاريف المتنقلة بطريقة تمكن التخالفات الواردة أعلاه من أن تحدث في مُستقبل المحطة LES.

وعموماً، يكون هناك تخالف ثابت بين بنية الرتل للوصلة الأمامية ووصلة العودة.

التزامن على مدى نطاق النظام وفيما بين السواتل

من المقترح الحفاظ على التزامن بين جميع السواتل التي تنتمي إلى شبكة النفاذ الراديوي الساتلي ذاتها (SRAN). ويعني ذلك أن يتم ضبط عمليات البث الواردة من مختلف السواتل مع بعضها البعض بالنسبة إلى البنية الرتل بدقة لا تتعدى المليثانية. وفي حالة الحمولات النافعة الشفافة وعدم وجود وصلات فيما بين السواتل، يمكن الحفاظ على التزامن على مدى نطاق النظام من قبل المحطات LES المترابطة عبر إحدى الشبكات الأرضية. فضبط الوقت يجد من الاختلافات في توقيت الأرتال بين أزواج السواتل إلى الحد الأدنى الممكن. ويُعتقد أن هذا الأمر هو لصالح تنوع وتمرير المسير الساتلي.

تخصيص شفرات التوزيع العشوائي

إن الغرض من تراكم التوزيع العشوائي لشفرة التمديد يتمثل في جعل الحزمة المجاورة والتداخل فيما بين السواتل أشبه ما يكون بالضوء التي تحدث في كل الحالات وفي مختلف الأوقات. ويُقترح اتباع نهج تخصيص شفرات التوزيع العشوائي العامة التالية:

- تخصيص تتابع محدد وتتابع مشترك لشفرة التوزيع العشوائي (توزيع عشوائي حقيقي) لكل ساتل من السواتل التي تنتمي إلى نفس الشبكة SRAN المقرر استخدامها على الوصلة الأمامية.
- تخصيص زوج محدد من شفرات التوزيع العشوائي (توزيع عشوائي مركب) لكل ساتل من السواتل التي تنتمي إلى نفس الشبكة SRAN المقرر استخدامها على وصلة العودة.
- تكون شفرة التوزيع العشوائي للوصلة الأمامية المحددة فريدة في الشبكة SRAN، وتطبق على جميع عمليات بث الوصلة الأمامية (باستثناء رشقة التزامن) لجميع الحزم العائدة للساتل نفسه.
- يكون الزوج المحدد من شفرات وصلة العودة فريداً في الشبكة SRAN، ويُطبق على جميع عمليات البث المتزامنة وغير المتزامنة في وصلة العودة لكل الحزم العائدة للساتل نفسه.
- تطبق الشفرة المشتركة على رشقات تزامن الوصلة الأمامية (القناة HP-CCPCH) لجميع الحزم العائدة لكل السواتل التي تنتمي إلى شبكة SRAN نفسها.
- تشير بداية شفرة التوزيع العشوائي المحددة والمشاركة إلى النبضة الأولى في الفجوة رقم 1 من الرتل رقم 0 إلى كل من الحركة المتزامنة للوصلة الأمامية وشبه المتزامنة لوصلة العودة. ويستمر توقيت شفرة التوزيع العشوائي طيلة أية فترة بث للقناة HP-CCPCH على الوصلة الأمامية، أو رتل الحركة غير المتزامنة على وصلة العودة حيث يتم قطع الحركة شبه المتزامنة.

- في حالة الحركة غير المتزامنة، تشير بداية تتابعات شفرة التوزيع العشوائي للزوج المحدد إلى النبضة الأولى من رشقة النفاذ العشوائي.

ويسهم استخدام شفرة التوزيع العشوائي المشتركة لرشقات التزامن في تبسيط حيازة الوصلة الأمامية، ويتيح تفكيك شفرة القناة HP-CCPCH بحد أدنى من معلومات النظام. ولدى اعتماد هذا النهج لا يمكن تجنب التداخل العرضي لإزالة التوزيع العشوائي في حالة استقبال القناة HP-CCPCH. ويهدف خفض احتمال حدوث قصور في الحيازة أو فقدان للرسائل في مناطق التأخير غير المتوقع لسيناريو السواتل المتعددة، يُقترح إحداث تغيير اصطناعي في قدرة رشقات التزامن التي تُبث من قبل السواتل المختلفة بما يقارب 6 dB، وبطريقة من شأنها أن تجعل ساتلاً واحداً فقط من سواتل الخدمة يث بقدره تامة في كل مرة. ولا يتم تطبيق تغير القدرة إلا في تلك الحزم التي تغطي مناطق التأخير غير المتوقع.

حيازة الوصلة الأمامية وتزامنها

تُقترح التدابير التالية لحيازة الوصلة الأمامية وتزامنها:

- تحوز المحطة MES بصورة أولية على تزامن الوصلة الأمامية (الوقت والتردد) بواسطة استخدام كلمات التزامن (SW) الدورية التي تُبث في الفجوة رقم 1 من الرتل رقم 0. ويبلغ طول كلمة التزامن الممتدة $32 \times 30 = 960$ نبضة (يشار إليها كخيار نصف المعدل) وتكون مشتركة لدى جميع الحزم والسواتل.
- عند كشف العديد من كلمات التزامن من حزم أو سواتل مختلفة، فإن الوصلة تختار تلك المقترنة بذروة الترابط الكبرى لتحديد تزامن الترددات والأرتال والرموز والنبضات.
- تستخدم المحطة MES القناة الدليلية المشتركة (PI-CCPCH) لاستخراج شفرة التوزيع العشوائي الفريدة بالنسبة إلى ساتل معين، وذلك من خلال ربط إشارة الاستقبال مع جميع تتابعات التوزيع العشوائي الممكنة المستخدمة في الشبكة SRAN.
- تحاول المحطة MES مواصلة تحسين تزامن الوقت والتردد باستخدام القناة PI-CCPCH.
- تقوم المحطة MES بقراءة قناة التحكم الإذاعية (BCCH) التي تُبث على القناة CCPCH الأولية في الرتل رقم 0، وذلك لحيازة كل عمليات التزامن رفيعة المستوى ذات الصلة ومعلومات تتعلق بالنظام.

حيازة تزامن وصلة العودة

تُقترح التدابير التالية للنفاذ الأولي وحيازة تزامن وصلة العودة وتعقبها:

- لا يُسمح للمحطة MES بالنفاذ إلى المحطة LES إلا بعد النجاح في تحقيق تزامن الوصلة الأمامية.
- تقوم المحطة MES بقراءة المعلومات عن معطيات دوبلر الآنية والتأخير الزمني في النقطة المركزية للحزمة التي تبثها المحطة LES في الرتل رقم 0.
- تطبق المحطة MES تعويض دوبلر المسبق والتقدم في الوقت، بحيث يتم تلقي رشقة النفاذ العشوائي بأدنى حد من الانزياح الدوبلري والخطأ في التوقيت عند الساتل. وبناءً على ذلك، تحسب المحطة MES التعويض المسبق للتردد وتوقيت الرشقات لتطبيقهما على وصلة العودة باستخدام المعلومات التي جُمعت في الوصلة الأمامية.
- تبث المحطة MES رشقة النفاذ العشوائي مسبق التعويض في الرتل رقم 0 في اللحظة الزمنية المحسوبة. (إن التوقيت المحسوب لرشقات النفاذ العشوائي قد يتم حسابه عشوائياً بشكل إضافي تلافياً لتداخل البقع الساخنة في حركة المرور غير المتزامنة. ومع ذلك لا بد من الإشارة إلى التحالفات في محتوى رشقة النفاذ العشوائي).
- إذا ما تمكنت المحطة LES من التقاط رشقة النفاذ العشوائي، فإنها تقدّر الوقت والتردد (تقيس الأخطاء الزمنية وأخطاء دوبلر المتبقية) وتبعث بتخصيص للقناة، فضلاً عن تصحيحات التوقيت والتردد، إلى المحطة MES باستخدام القناة CCPCH.

- على أثر استقبالها الناجح لرسالة الوصلة الأمامية، تقوم المحطة MES بتصحيح تعويض دوبلر المسبق وتوقيت النبض الخاصين بها وتبدأ بث الرشقات في الفجوات الزمنية المخصصة ضمن أرتال الحركة شبه المتزامنة. وعندئذ يمكن اعتبار البث على وصلة العودة شبه متزامن بالنسبة للحركة التي تصل إلى المحطة LES. أما وصلة العودة فيمكن اعتبارها ذات تعويض دوبلري مسبق بصورة تامة بالنسبة إلى تردد الموجات الحاملة وميقاتية النبض.
- تعمل المحطة MES باستمرار على تعقب تردد الموجات الحاملة للوصلة الأمامية وتوقيت النبض، وتقوم بتصحيح تردد الموجات الحاملة لوصلة العودة وتوقيت النبض عند تلقي أوامر قناة ونسق النقل (TFC) التي ترسلها المحطة LES باستمرار.
- وإدراكاً لإمكانية فقدان التزامن الدقيق من حين إلى آخر (نتيجة الحجب مثلاً)، فسوف يتم أيضاً تحديد تدبير إعادة الحيابة من أجل استعادة التزامن على وجه السرعة.
- وقد يتبين فقدان التزامن في المحطة LES أو المحطة MES عن طريق حقيقة مفادها أن نسبة الخطأ في البتات (BER) المقيسة فوق عدد من الرشقات المتلقاة تتجاوز عتبة معينة. وفي حال فقدان التزامن، قد تعمل المحطة LES على إطلاق إجراء إعادة الحيابة. ويكون إجراء إعادة الحيابة مماثلاً لإجراء الحيابة الخاص بالوصلة الأمامية ووصلة العودة، ويُقترح على النحو التالي:
- تطلب المحطة LES إعادة الحيابة باستخدام قناة التحكم المنطقية المكرسة فور فقدانها لزامن وصلة العودة.
- لدى استقبال المحطة MES لطلب إعادة الحيابة أو عند تبين فقدان التزامن المحلي، تتوقف هذه المحطة على الفور عن بث الحركة وتحاول، إذا اقتضت الضرورة، إعادة الحيابة على تزامن الوصلة الأمامية (وقد يكون استخدام القناة الدليلية المشتركة كافياً للوفاء بهذا الغرض).
- وفي كل الحالات، تبعث المحطة MES برسالة تتعلق بإعادة الحيابة فقط بناءً على طلب من المحطة LES باستخدام رشقة النفاذ العشوائي. (ونظراً لافتراض أن عدم التيقن الزمني قد يكون أصغر مقارنة بحالة النفاذ الأولي، فقد يتم لهذا الغرض استخدام أجزاء خاصة قريبة من حواف رتل الحركة غير المتزامنة تتسم بقدر أدنى من الازدحام).
- عقب استعادة التزامن التام، يتواصل بث الحركة. وتستمر المحطة LES بإرسال أوامر قناة ونسق النقل (TFC) لتعقب تزامن وصلة العودة.

وصلة عودة النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة والزمن عريض النطاق (W-C/TDMA) شبه المتزامنة

تتمثل حسنات وصلة العودة شبه المتزامنة في إبقاء التداخل ضمن الحزم عند حده الأدنى، الأمر الذي يسمح بقدر أكبر من التداخل فيما بين الحزم وفيما بين السواتل. ويكمن القصور هنا في الحاجة إلى تحكم زمني دقيق من قبل المحطة LES. ونظراً لتنوع المسير المتعدد السواتل، يتم تحقيق التزامن لنسبة فقط من السكان التابعين للمحطة MES مع ساتل واحد (أولئك المخصصين لهذا الساتل عن طريق الشبكة SRAN). أما إشارات وصلة العودة لما تبقى من المحطات MES، المخصصة لسواتل مختلفة، فيجب أن يتم استقبالها بشكل غير متزامن.

تشغيل أسلوب الإرسال المزدوج بتقسيم التردد (FDD)/الإرسال المزدوج بتقسيم الزمن (TDD)

ترمي الخطة المقترحة لنفاذ W-C/TDMA إلى دعم المطاريف العاملة وفق أسلوب الازدواج بتقسيم التردد (FDD)/الازدواج بتقسيم الزمن (TDD). أما أسلوب الازدواج TDD البحت، الذي يستخدم نفس تردد الموجة الحاملة في اتجاهي البث كليهما على النحو المقترح من المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) للمكوّن الأرضي، فلا يتم أخذه هنا في الاعتبار.

تبث المحطة MES الإشارات وتتلقاها على أساس تقسيم التردد/الزمن في فترات زمنية منفصلة وعلى ترددات موجات حاملة منفصلة، لكنها لا تفعل ذلك في الوقت نفسه. وتتطلب مثل هذه المحطات MES مُرسلات ثنائية أكثر بساطة عند بوابة الهوائي.

ومقارنة بالشبكات الأرضية، وبالنسبة إلى السواتل الواقعة في المدار غير المستقر بالنسبة إلى الأرض، قد يتفاوت زمن الانتشار داخل أثر الحزمة أثناء حدوث الاتصال. وتتحكم المحطة LES بتوقيت وصلة العودة بحيث يبقى توقيت الرتل الخاص بالإشارات التي تصل إلى الساتل عند تخالفٍ محدد بالحزمة.

وبشكل عام، سيكون هناك أيضاً تخالف غير معروف لكنه ثابت بين بنية الرتل للوصلة الأمامية ووصلة العودة للحزمة ذاتها. ومع أنه يتم الإبقاء على توقيت ثابت لوصلة العودة عند الساتل (LES)، فإن توقيت أرتال وصلة العودة ينساق باستمرار مقابل الوصلة الأمامية بالنسبة لمراقب من المحطة MES حين يتغير طول المسير. وأثناء الفترة التي تمكث فيها المحطة MES في أثر الحزمة ذاتها، قد يتغير تخالف الرتل ليصل إلى ما يقارب 12 ms، وذلك وفقاً للنظام الساتلي. وينطوي انسحاق الرتل النسبي في محطة MES تعمل بالازدواج FDD/TDD على شرط إعادة التخصيص من وقت إلى آخر، وذلك من أجل الحؤول دون حدوث تضارب في البث/الاستقبال. ويكون أسلوب الازدواج FDD/TDD ملائماً بشكل أساسي للمطاريف المحمولة باليد.

3.2.2.3.4 سمات المطاريف

يعمل النفاذ W-C/TDMA على دعم أربع فئات من المحطات MES: المحمولة باليد (H)، والمحمولة على مركبة (V)، والقابلة للنقل (T)، والثابتة (F). ويعطي الجدول 13 تقابلاً بين سمات المطاريف وفئاتها.

الجدول 13

الخدمات الحمّالة

فئة المحطة الأرضية المتنقلة	نوعية الخدمة المدعومة	معدل البيانات الحمّالة (kbit/s)
F ، T ، V ، H	10^{-6}	1,2
F ، T ، V ، H	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	2,4
F ، T ، V ، H	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	4,8
F ، T ، V ، H	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	9,6
F ، T ، V ، H	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	16
F ، T ، V	10^{-3} ، 10^{-5} ، 10^{-6}	32
F ، T ، V	10^{-5} ، 10^{-6}	64
F ، T	10^{-5} ، 10^{-6}	144

3.2.3.4 مواصفات التردد الراديوي

1.3.2.3.4 المحطة الساتلية

تتوقف مواصفات التردد الراديوي للمحطة الساتلية على المعمارية الفعلية للقطاع الفضائي.

2.3.2.3.4 المحطة الأرضية المتنقلة (MES)

يُحد في الجدول 14 مواصفات التردد الراديوي لمختلف أصناف المحطات الأرضية المتنقلة.

الجدول 14

مواصفات التردد الراديوي للمحطة الأرضية المتنقلة

فئة الخطة MES			معلمة التردد الراديوي
T	V	H	
⁽²⁾ 4 700 ، ⁽¹⁾ 2 350	⁽²⁾ 4 700 ، ⁽¹⁾ 2 350	⁽²⁾ 4 700 ، ⁽¹⁾ 2 350	عرض نطاق القناة (kHz)
3	3	3	جزء في المليون (استقرار تردد الوصلة الصاعدة)
0,5	0,5	0,5	جزء في المليون (استقرار تردد الوصلة الهابطة)
⁽⁴⁾ 20,0 ، ⁽³⁾ 20,0	⁽⁴⁾ 18,0 ، ⁽³⁾ 11,0	⁽⁴⁾ 12,0 ، ⁽³⁾ 8,0	القدرة المشعة المتناحية المكافئة القصوى (dBW)
⁽⁵⁾	⁽⁵⁾	⁽⁵⁾	متوسط القدرة المشعة المتناحية المكافئة لكل قناة (dBW)
⁽⁷⁾ 25,0 ، ⁽⁶⁾ 4,0	⁽⁷⁾ 8,0 ، ⁽⁶⁾ 2,0	2,0	كسب الهوائي (dBi)
20,0	20,0	20,0	مدى تحكم القدرة (dB)
0,2/1	0,2/1	0,2/1	خطوة تحكم القدرة (dB)
100 ÷ 50	100 ÷ 50	100 ÷ 50	معدل تحكم القدرة (Hz)
169 <	169 <	169 <	عزل الأرسال / الاستقبال (dB)
⁽⁷⁾ 20,0- ، ⁽⁶⁾ 23,5-	⁽⁷⁾ 20,0- ، ⁽⁶⁾ 23,5-	⁽⁷⁾ 22,0- ، ⁽⁶⁾ 23,0-	G/T عامل الجدارة (dB/K)
لا ينطبق	نعم	نعم	تعويض انزياح دوبلر
لا ينطبق	⁽²⁾ 500 ، ⁽¹⁾ 250	⁽²⁾ 500 ، ⁽¹⁾ 250	تقييد التنقل (السرعة القصوى) (km/h)

(1) عند Mchip/s 1,920.

(2) عند Mchip/s 3,840.

(3) أسلوب FDD/TDD.

(4) أسلوب FDD.

(5) رهناً بمواصفات المحطة الساتلية.

(6) قيمة نمطية لكوكبة LEO.

(7) قيمة نمطية لكوكبة GEO.

4.2.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

نجد في الجدول 15 جميع الخصائص المتعلقة بالنطاق الأساسي للنفذ المتعدد بتقسيم الشفرة والزمن العريض النطاق (W-C/TDMA).

الجدول 15

مواصفات محطة القاعدة

	نفاذ متعدد	BB-1
الوصلة الأمامية: تشكيل هجين CDM/TDM عريض النطاق متعامد (W-O-C/TDM) وصلة العودة: تشكيل هجين CDMA/TDMA عريض النطاق شبه متزامن شبه متعامد (W-QS-QO-C/TDMA)	التقنية	BB-1.1
Mchip/s 3,840 أو Mchip/s 1,920	معدل الرقاقات	BB-1.2
8 فجوات زمنية بالرتل الواحد	الفجوات الزمنية	BB-1.3
- BPSK أو QPSK ثنائي الشفرة في الوصلة الصاعدة - BPSK أو QPSK (معدل بيانات منخفض) في الوصلة الهابطة	نمط التشكيل	BB-2
لا	تخصيص دينامي للقنوات (نعم/لا)	BB-3
FDD أو TDD	طريقة الإرسال المزدوج (مثلاً FDD، TDD)	BB-4
- جودة معيارية: تشفير تلافيفي مع معدل شفرة 1/3 أو 1/2 طول التقييد $9=k$. تكرار متغير للتقطيع لمواءمة معدل المعلومات المطلوب. - شفرة RS تسلسلية عالية الجودة فوق GF(2 ⁸)، متسلسلة مع شفرة تلافيفية داخلية بمعدل 1/3 أو 1/2، طول التقييد $9=k$. مكوّن توربو اختياري.	تصحيح أمامي للأخطاء	BB-5
- تشذير على أساس رشقة وحيدة (مبدئي). - تشذير على أساس رشقة متعددة (اختياري).	تشذير	BB-6
- التزامن بين المحطات الأرضية البرية التي تعمل على القناة نفسها في سواتل مختلفة مطلوب. - التزامن بين المحطات الأرضية البرية التي تعمل على قنوات مختلفة في نفس الساتل غير مطلوب.	التزامن بين السواتل مطلوب	BB-7

5.2.3.4 المواصفات التفصيلية

تستند المواصفات التفصيلية للسطح البيئي الراديوي للنفذ W-C/TDMA إلى المجموعة التالية من الوثائق:

- الطبقة المادية: إن أحدث نسخة من الوثائق المتعلقة بالنفذ W-C/TDMA مأخوذة من السلسلة 25.200 (انظر الملاحظة 1).
- البروتوكولات: أحدث النسخ لمشروع المواصفات 25.300 (انظر الملاحظة 2).

الملاحظة 1 - يتم في الوقت الحاضر التوسع في هذه المجموعة التفصيلية داخل الفريق العامل للجنة التقنية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (النظام العالمي الشامل للاتصالات المتنقلة (ETSI TC-SES S-UMTS) من بين فصيلة المعايير الطوعية للسطح البيئي الراديوي الساتلي للنظام IMT-2000. وستوفر هذه المواصفات وصفاً عاماً للطبقة المادية للسطح البيئي الهوائي للنفاذ W-C/TDMA.

الملاحظة 2 - كما تم وضعها داخل 3GPP RAN TSG. ويمكن العثور على هذه الوثائق على موقع الإنترنت: <http://www.3gpp.org/RAN> والموقع <http://www.3gpp.org/RAN4-Radio-performance-and>. وتصف هذه المواصفة الوثائق التي أعدت من قبل 3GPP TSG RAN WG 4.

3.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي جيم

إن النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة الساتلي SAT-CDMA هو سطح بيئي راديوي ساتلي مصمم لتوفير خدمات الاتصالات المتنقلة المتطورة المختلفة المحددة للبيئة الساتلية للنظام IMT-2000. بمعدل بيانات أقصى يبلغ 144 kbit/s للمدار الأرضي المنخفض (LEO) و 384 kbit/s للمدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO).

ويمكن استخدام هذا النظام لساتل LEO وساتل GEO للاتصالات الدولية العالمية.

وتتمثل الخطة التقنية الرئيسية للنفاذ SAT-CDMA في النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة عريض النطاق (W-CDMA) الذي يبلغ معدل النبض فيه 3,84 Mcchip/s.

وسوف يُطور هذا النظام للحصول على قدر أكبر من الاشتراك مع المكون الأرضي للنظام IMT-2000.

1.3.3.4 وصف المعمارية

1.1.3.3.4 لسواتل المدار المنخفض بالنسبة إلى الأرض (LEO)

1.1.1.3.3.4 الكوكبة

تشمل الكوكبة الساتلية 48 ساتلاً تعمل على ارتفاع 1 600 km فوق سطح الأرض (LEO). ومن أجل الحصول على زاوية ارتفاع عالية، وتصميم اقتصادي للكوكبة الساتلية، وخدمات ذات معدل عال للبيانات، وقدرة منخفضة للمحطات الأرضية المتنقلة والسواتل، وجرعة إشعاع معقولة، تُعتبر السواتل LEO التي تدور على ارتفاع قدره 1 600 km أمراً معقولاً. وتكون السواتل مرتبة في 8 سطوح مدارية بزاوية ميل قدرها 54°. ويشمل كل سطح مداري 6 سواتل متباعدة بشكل متساوٍ. وتكمل السواتل مداراً كل 118,2 دقيقة. وتعمل تشكيلة الكوكبة الساتلية على التمكين من تغطية مناطق خدمة تمتد بين خط العرض 69° جنوباً وخط العرض 69° شمالاً بزاوية ميل دنيا قدرها 15° لوصلات المستعملين. أما زاوية الارتفاع الدنيا لوصلات التغذية فتبلغ 10°، بالإضافة إلى توافر وصلات ما بين السواتل. ويرد في الجدول 16 ملخص للمعلومات المقررة للتشكيلة.

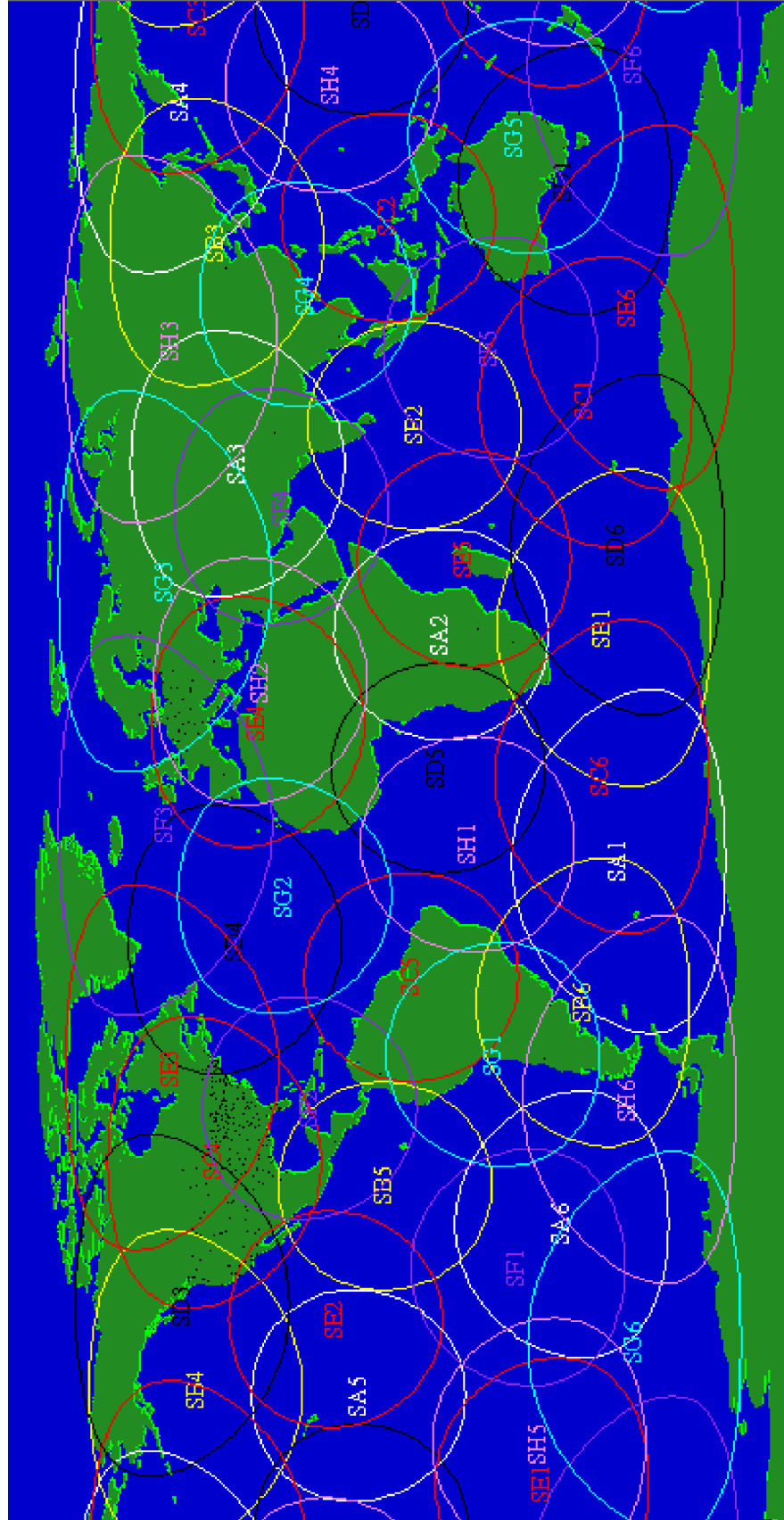
الجدول 16

تشكيلة كوكبة السواتل

التشكيلة المدارية	LEO
ارتفاع المدار (km)	1 600
ميل المدار (درجات)	54
عدد المستويات المدارية	8
عدد السواتل في المستوى المداري	6
تحالف الطور بين السواتل المدارية المتجاورة	7,5
دورة المدار (دقائق)	118,2

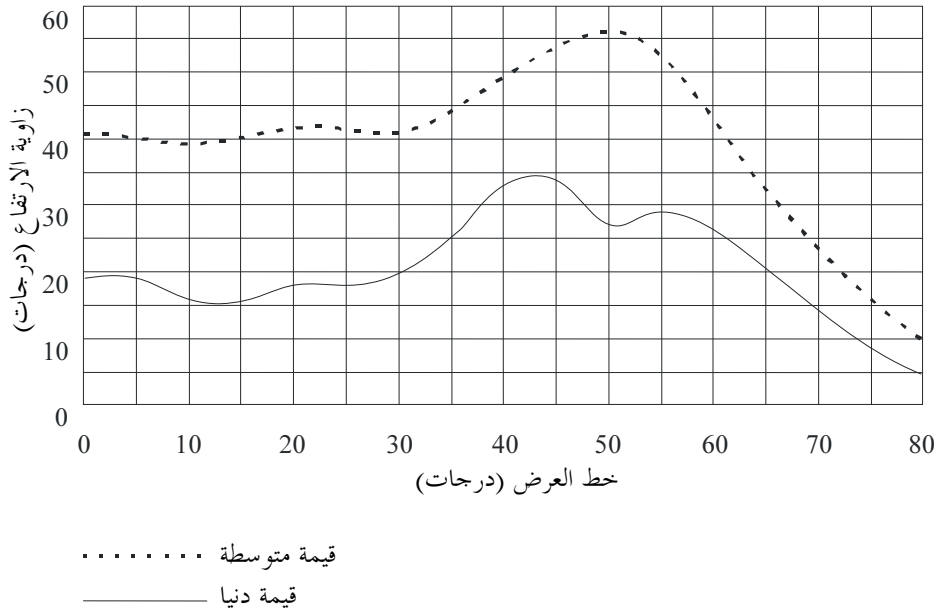
ويُظهر الشكل 20 تغطية وصلة المستعمل بالنسبة إلى السواتل حين تكون زاوية الارتفاع الدنيا 15°. أما زاوية الارتفاع الدنيا المستدامة في المناطق ذات الكثافة السكانية العالية، التي تتراوح بين خطي العرض 30° و 60°، فتكون أعلى من 20°، وتكون زاوية الارتفاع المتوسطة أعلى من 40° في هذه المنطقة كما هو مبين في الشكل 21.

الشكل 20
 منطقة التغطية لوصلة المستعمل بالنسبة إلى السواتل التي تبلغ زاوية ارتفاعها الدنيا 15°



الشكل 21

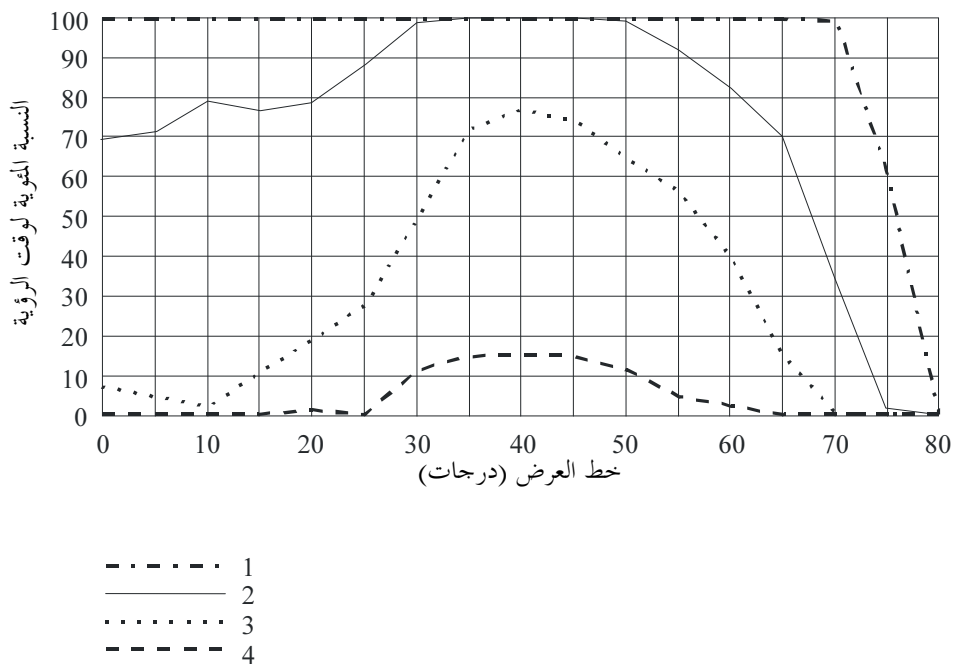
توزيع القيم الدنيا والمتوسطة لزوايا الارتفاع كدالة في خط العرض



1850-21

ويبين الشكل 22 النسبة المئوية لوقت رؤية الساتل بالنسبة إلى عدد السواتل (1-4) كلما زادت قيمة خط العرض، كما يُظهر أن زاوية الارتفاع الدنيا تبلغ 15° والنسبة المئوية للنفاد المتلازم (المتزامن) لأكثر من ساتلين تزيد على 98% في المناطق الواقعة بين خطي العرض 30° و 50° .

الشكل 22

النسبة المئوية لوقت رؤية السواتل التي تكون القيمة الدنيا لزوايا ارتفاعها أعلى من 15° 

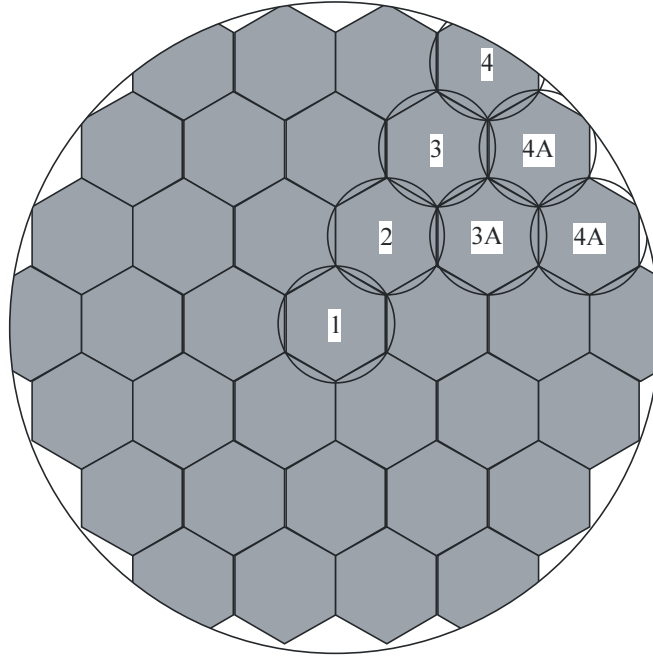
1850-22

السواتل 2.1.1.3.3.4

يوفر كل ساتل تغطية الوصلة المتنقلة لمطراف المستعمل عن طريق مجموعة مكونة من 37 حزمة نقطية ثابتة ذات تغطية تراكبية. ويُظهر الشكل 23 مجموعة من نماذج الحزم النقطية التي تم الحصول عليها من ساتل يبلغ نصف قطر تغطيته حوالي 2 721,4 km. ويرد وصف قطر كل حزمة في الجدول 17. ويستغرق اجتياز مسير تغطية الساتل حوالي 16 دقيقة.

الشكل 23

نموذج الحزم النقطية لساتل واحد



1850-23

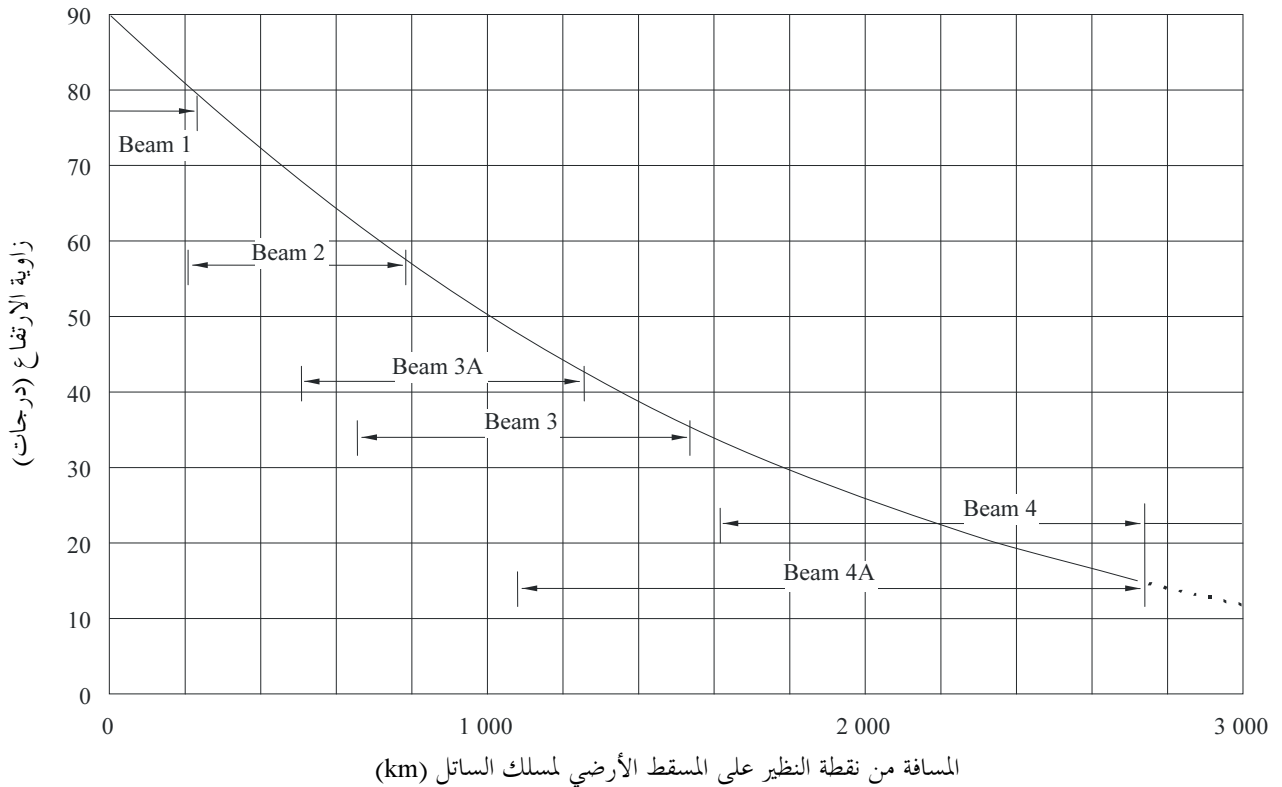
الجدول 17

حجم الحزمة النقطية

حجم الحزمة النقطية (km)	نقط الحزمة النقطية
519,6	1
584,6	2
763,8	3A
893,1	3
1 310,1	4
1 654,0	4A

الشكل 24

موقع الحزمة النقطية على الأرض نسبة إلى النظر وزاوية الارتفاع المعطاة



1850-24

2.1.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

تشمل البنى المعمارية لسواتل المدار GEO حزمة عالمية شاملة، أو تشكيلة متعددة الحزم مع ساتل واحد، أو تشكيلة متعددة الحزم مع سواتل متعددة.

2.3.3.4 وصف النظام

1.2.3.3.4 سمات الخدمة

1.1.2.3.3.4 الخدمات الحاملة الأساسية

تشمل الخدمات الحاملة الأساسية المقرر دعمها عن طريق النفاذ SAT-CDMA اتصالات صوتية وأخرى تتعلق بالبيانات تتراوح فيها معدلات البيانات بين 2,4 kbit/s و 64 kbit/s.

2.1.2.3.3.4 خدمات بيانات الرزم

تتوفر خدمات بيانات الرزم بمعدلات بيانات تتراوح بين 2,4 kbit/s و 144 kbit/s بالنسبة إلى السواتل LEO و 384 kbit/s بالنسبة إلى السواتل GEO.

3.1.2.3.3.4 الخدمات المقدمة عن بعد

تضمّ الخدمات المقدمة عن بعد (البعدية) بثّ الكلام مثل مكالمات الطوارئ، وخدمة الرسائل القصيرة، وإرسال الفاكس، وخدمة المهاتفة الفيديوية، وخدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي، ونحو ذلك.

4.1.2.3.3.4 خدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي العميق

يتم توفير خدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي العميق من أجل الاتصال بمستعمل المطراف المتنقل الموجود في مناطق توجد مثلاً في عمق المباني التي يتعدّد فيها توفير الخدمات الاعتيادية.

5.1.2.3.3.4 إذاعة الوسائط المتعددة وخدمة التوزيع المتعدد (MBMS)

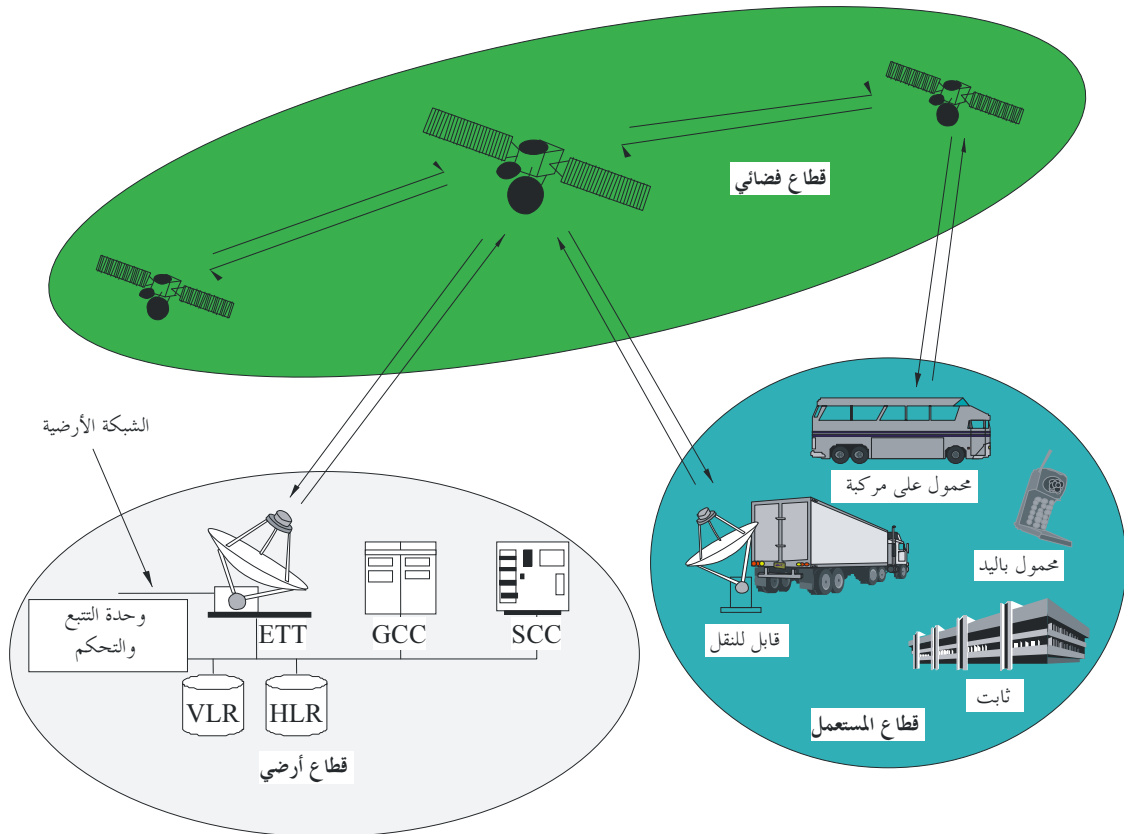
تضم خدمة إذاعة الوسائط المتعددة وخدمة التوزيع المتعدد (MBMS) الخدمات الأحادية الاتجاه من نقطة إلى عدة نقاط حيث تُبثّ البيانات من كيان ذي مصدر وحيد إلى مجموعة من المستعملين في منطقة معينة، مثل نقل الملفات وخدمة الانسياب وما إلى ذلك. وقد تستخدم وصلة العودة للتحكم بالمعلومات مثل طلبات المستعملين.

2.2.3.3.4 سمات النظام

يشمل النظام SAT-CDMA ثلاثة عناصر: القطاع الفضائي، وقطاع المستعمل، والقطاع الأرضي. ويُوضح الشكل 25 معمارية النظام.

الشكل 25

معمارية النظام



1850-25

يضم القطاع الفضائي لسواتل المدار LEO الكوكبة الساتلية التي تشمل 48 ساتلاً في مدار أرضي منخفض LEO يبلغ ارتفاعه 1 600 km. وتكون السواتل مرتبة في 8 سطوح مدارية بزوايا ميل قدرها 54°. ويشمل كل سطح مداري 6 سواتل متباعدة بشكل متساوٍ. وتكمل السواتل مداراً كل 118,2 دقيقة. ويشمل القطاع الفضائي لسواتل المدار GEO حزمة عالمية شاملة، أو تشكيلة متعددة الحزم مع ساتل، أو تشكيلة متعددة الحزم مع سواتل متعددة.

وتتألف الحمولة النافعة الساتلية من أجهزة مرسله-مستجيبة تحمل على متنها وحدات للمعالجة، وتوفّر وصلات متنقلة لمطارييف المستعملين تعمل على نطاق قدره 2,5 GHz، ووصلات تغذية للبوابات تعمل على نطاق قدره 4/6 GHz، ووصلات فيما بين السواتل تعمل على نطاق قدره 60 GHz.

ويشمل القطاع الأرضي محطة أرضية برية (LES)، ومراكز مراقبة السواتل (SCC)، ومركز التحكم الأرضي (GCC).

3.2.3.3.4 سمات المطارييف

1.3.2.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

يوجد في أنواع مطارييف المستعملين وحدات محمولة باليد، ووحدات قابلة للنقل، ووحدات محمولة على مركبات، ووحدات ثابتة.

الجدول 18

تقييدات التنقل لكل من أنواع المطارييف بالنسبة إلى سواتل LEO

تقييد التنقل الاسمي (km/h)	معدل البيانات المطبق في الخدمة (kbit/s)	نوع المطارييف
500	16-2,4	محمول باليد
500 (1 000 كحد أقصى)	32-2,4	محمول على مركبة
0	64-2,4	قابل للنقل
0	144-2,4	ثابت

2.3.2.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى لأرض (GEO)

يوجد في أنواع مطارييف المستعملين وحدات محمولة باليد، ووحدات محمولة، ووحدات محمولة على مركبات، ووحدات للطيران.

الجدول 18أ

تقييدات التنقل لكل من أنواع المطارييف بالنسبة إلى ساتل GEO

تقييد التنقل الاسمي (سا/km)	معدل البيانات المطبق في الخدمة (kbit/s)	نوع المطارييف
500	32-2,4	محمول باليد
500	64-2,4	محمول
500 (1 000 كحد أقصى)	144-2,4	محمول على مركبة
0	2,4-384	قابل للنقل
1 000	2,4-64	للطيران

4.2.3.3.4 التمرير

يعمل النفاذ SAT-CDMA على دعم تمرير الاتصالات من قناة راديوية ساتلية إلى أخرى. وتعتمد فيه استراتيجية التمرير المتنقل والمقرّر شبكياً.

1.4.2.3.3.4 التمرير فيما بين الحزم

يلزم هذا التمرير حين تنتقل المحطة MES من تغطية حزمة إلى أخرى بسبب حركة المحطة MES أو حركة الساتل. وترصد المحطة MES مستويات الإشارة الدليلية من الحزم المجاورة وتُبلغ الشبكة عن الإشارات الدليلية التي تعبر مجموعة معينة من العتبات أو تعلوها. وبلاستناد إلى هذه المعلومات ومعرفة التقويم الفلكي الساتلي، قد تقرّر الشبكة بث نفس المعلومات عبر حزمين مختلفتين، وتصدر أمراً إلى المحطة MES يقضي بإزالة تشكيل الإشارات الإضافية. وتتم تأدية الدمج المتناسك للإشارة المختلفة في المحطة MES من خلال تقنية دمج النسب القسوى (MRC). وبمجرد حصول الشبكة على تأكيد من المحطة MES يفيد باستقبال الإشارة الجديدة، فإنها تقوم بتحرير القناة القديمة.

2.4.2.3.3.4 التمرير فيما بين السواتل

يلزم التمرير فيما بين السواتل حين تكون كلا المحطتين MES وLES واقعتين في منطقة تراكب التغطية لساتلين إضافيين، وحين يستدعي الأمر نقل الاتصال من ساتل إلى آخر للإبقاء على استمرار التواصل بين المحطة MES والمحطة LES، وعلى تنوع المسير. ولدى المحطة MES موردان آخران مُخصّصان على سواتل مختلفة، وهي تعمل على رصد مستويات الإشارات الدليلية من السواتل المجاورة وتحيط الشبكة علماً بها. وبلاستناد إلى هذه المعلومات ومعرفة التقويم الفلكي الساتلي، قد تُقرّر الشبكة بث نفس المعلومات عبر ساتلين مختلفين، وتصدر أمراً إلى المحطة MES يقضي بإزالة تشكيل الإشارات الإضافية. وفي هذه الحالة تتم الاستفادة من تنوع المسير الساتلي. وحين تُفقد الرؤية الواضحة للسواتل الأول، يُصبح التمرير فيما بين السواتل أمراً لازماً، وعندئذٍ يمكن تحرير القناة الأولى بعد أن تكون قد تمت حيازة الساتل الجديد.

3.4.2.3.3.4 التمرير فيما بين المحطات LES

إذا دعت الحاجة إلى حدوث تمرير ساتلي دون أن يكون الساتل على اتصال مع المحطة LES ذاتها كما هو مع الساتل القديم، يستدعي الأمر حدوث تمرير بين محطة LES ومحطة LES أخرى.

ويجب أن يتم التفاوض بشأن التمرير فيما بين المحطات LES. فتبدأ المحطة LES الجديدة ببث موجاتها الحاملة باتجاه المحطة MES التي تتلقى بصورة متزامنة أمراً من المحطة LES القديمة يقضي بالبحث عن إشارة المحطة LES الجديدة. وحين تحصل المحطة LES القديمة على إثبات من المحطة MES يؤكد أن الإشارة الجديدة قد تم تلقيها من المحطة الجديدة، تتوقف المحطة LES القديمة عن البث باتجاه المحطة MES.

5.2.3.3.4 التنوع الساتلي

يكون لدى المحطة MES في الأوضاع الاعتيادية مشهد واضح لا يعترضه عائق للسواتل، وتحصل على إشارة مباشرة على خط البصر خلافاً للوصلات الأرضية النمطية. كما توجد إشارة متعددة المسارات تنعكس من الأرض والأشياء المجاورة، مما يجعل الإشارة الناجمة بمثابة إشارة مباشرة زائد إشارة "ريشيان" للانعكاس المنتثر. ومع ذلك، يكون هذا المسير المتعدّد مُنتشراً وينعكس بكامله من مسافة قصيرة نسبياً. ولا يمكن حلّ هذا المسار المتعدد بالطريقة المعروفة المتمثلة في النظام الخليوي الأرضي لوصلة المستقبل RAKE. ولحسن الحظ فإن طاقة المسير المتعدد المنتشرة هذه صغيرة نوعاً ما. وبالرغم من حقيقة كون المستقبل RAKE عديم الفعالية في مكافحة تعدد المسير، لكنه رغم ذلك ينطوي على قيمة هامة.

وانطلاقاً من حقيقة وجود مناطق تغطية من حزم ساتلين مختلفين على الأقل في نظام النفاذ SAT-CDMA، فقد يُخصّص كل ساتل لمستقبل محطة MES في الاتجاه الأمامي، ويتم دمج قدرة الساتلين عن طريق تقنية دمج النسب القسوى.

ويضطلع التنوع الساتلي المتعدد بدور ذي شقين. فهو أولاً يعمل على خفض احتمال الحجب بزيادة فرصة وجود ساتل واحد على الأقل في خط البصر الواضح. إضافة إلى ذلك، فإنه يقدم مسيراً اصطناعياً متعددًا، مما يمكن من استخدام ما يُدعى مُستقبل RAKE الاصطناعي في مُستقبل المحطة MES. وثمة حسنات تقليدية للتنوع لا تقتصر على زيادة متوسط القدرة المتلقاة بل أيضاً على نقصان التذبذبات حول القيمة المتوسطة.

3.3.3.4 مواصفات التردد الراديوي RF

1.3.3.3.4 مطراف المستعمل

1.1.3.3.3.4 لسواتل المدار المنخفض (LEO)

يوفر مطراف المستعمل (UT) المحمول باليد خدمات صوتية وخدمات بيانات منخفضة المعدل مستعملي الاتصالات الشخصية.

ولدى مطراف المستعمل المحمول باليد مظهر جانبي للكسب قريب من أن يكون شامل الاتجاهات فوق أحد نصفي الكرة الأرضية. ويتحدد الشرط المتعلق بالقدرة المشعة المتناحية المكافئة (e.i.r.p.) القصوى بمتطلبات سلامة المستعمل. ويُحدّد عامل الجدارة G/T بالحاجة إلى وجود هوائي قريب شامل الاتجاهات. ويمكن القول بأن قيمة المعدل الأقصى لبّات البيانات التي تُدعم بمطراف المستعمل المحمول باليد تبلغ 16 kbit/s.

أما المطاريف المحمولة على مركبات فيتم تركيبها داخل مركبة. ويُركّب الهوائي خارج المركبة حيث يتم تزويد المطراف بالطاقة بواسطة وصلة مادية متصلة بالمركبة. ويمكن استعمال المطاريف المحمولة باليد والقابلة للحمل داخل المركبات، وقد تُصمّم مطاريف معينة بحيث تتسم بأسلوب نقل مزدوج (محمولة باليد/محمولة على مركبة أو قابلة للحمل/محمولة على مركبة). وقد تكون المركبة عبارة عن سيارة أو دراجة نارية أو شاحنة أو حافلة أو قطار أو سفينة أو طائرة.

ويمكن القول بأن قيمة المعدل الأقصى لبّات البيانات التي تُدعم بمطراف المستعمل المحمول على مركبة تبلغ 32 kbit/s.

وتكون هذه المطاريف عبارة عن محطات متنقلة ثقيلة وكبيرة الحجم من المتعذر حملها باليد ويتم تزويدها بالطاقة بشكل عام من أحد المصادر الخارجية. وقد يعمل المطراف القابل للحركة كمطراف ثابت حيث يمكن أخذه إلى موقع معين وتشغيله. ويمكن القول إن قيمة المعدل الأقصى لبّات البيانات التي تُدعم بمطراف قابل للنقل تبلغ 64 kbit/s.

وتعمل هذه المطاريف من موقع ثابت وتُزوّد عادة بالطاقة من أحد المصادر الخارجية. ويمكن استخدام المطاريف الثابتة من أجل السماح بتوفير الخدمات لأجهزة مطرافية ثابتة، ولوصل البدالات الفرعية الخاصة (PBX). وقد تعمل المطاريف الثابتة أيضاً كمحطة ربط للحوايب الشخصية المحمولة.

الجدول 19

خصائص مطراف المستعمل بالنسبة لسواتل LEO

نوع المطراف	محمول باليد	محمول على مركبة	قابل للنقل	ثابت
القدرة المشعة المتناحية المكافئة القصوى (dBW)	2,0	15,8	21,0	36,0
القدرة القصوى (W)	1,0	14,8	17	20,0
كسب الهوائي (dBi)	2,0	2,0	4,0	23,0
درجة حرارة المستقبل (K)	300	300	300	500
G/T عامل الجدارة (dB/K)	22,8-	22,8-	20,8-	4,0-

2.1.3.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

إن استخدام الوحدات المحمولة باليد المقيّسة من الجيل الثالث ضمن بيئة ساتلية يستدعي التكيف مع مرونة التردد بالنسبة إلى نطاق المحطة MSS. وينص الافتراض الأساسي على أن تكون فئات القدرة الخاصة بتجهيزات المستعمل هي 1، 2، 3، وأن تكون مجهزة بهوائي معياري شامل الاتجاهات.

أما الوحدات المحمولة فيتم إنشاؤها مع حاسوب محمول يُلحق به هوائي خارجي.

ويتم الحصول على الوحدات المحمولة على مركبة عن طريق تركيب وحدة تردد راديوي فوق سطح السيارة وتوصيلها بتجهيزات المستعمل الموجودة في قمرة القيادة.

ويتم إنشاء الوحدات القابلة للنقل مع حاسوب محمول يحتوي غلافه على هوائي رقعى منبسط (موجه نحو الساتل بشكل متبادل).

ويتم إنشاء وحدات الطيران عن طريق تركيب الهوائي فوق هيكل الطائرة.

الجدول 19 أ

خصائص مطراف المستعمل بالنسبة إلى سواتل كوكبة GEO

نوع المطراف	محمول باليد			محمول	محمول على مركبة	قابل للنقل	جوي
	الفئة 1	الفئة 2	الفئة 3				
القدرة e.r.i.p. القصوى (dBW)	3,0	3,0-	6,0-	5,0	13,0	17,0	6,0
القدرة القصوى (W)	2,0	0,5	0,25	2,0	8,0	2,0	2,0
كسب الهوائي (dBi)	0	0	0	2,0	4,0	14,0	3,0
درجة حرارة المستقبل (K)	290	290	290	200	250	200	
G/T عامل الجدارة (dB/K)	33,6-	33,6-	33,6-	26,0-	25,0-	14,0-	

2.3.3.3.4 الساتل

1.2.3.3.3.4 لسواتل المدار المنخفض (LEO)

الجدول 20

معلومات عن الساتل

9,6	القدرة المشعة المتناحية المكافئة الاسمية (dBW)
20	كسب الهوائي Rx (dBi)
500	درجة حرارة الضوضاء (K)
7,0-	G/T عامل الجدارة (dB/K)

2.2.3.3.4 لسواتل المدار المنخفض بالنسبة إلى الأرض (GEO)

الجدول 20 أ

معلومات عن الساتل لحزمة عالمية مع ساتل

64	القدرة المشعة المتناحية المكافئة الاسمية (dBW)
30	كسب الهوائي Rx (dBi)
550	درجة حرارة الضوضاء (K)
2,6	عامل الجدارة G/T (dB/K)

الجدول 20 ب

معلومات عن الساتل لحزمة متعددة وساتل

74-64	القدرة المشعة المتناحية المكافئة الاسمية (dBW)
39-36	كسب الهوائي Rx (dBi)
550	درجة حرارة الضوضاء (K)
11,6-8,6	عامل الجدارة G/T (dB/K)

الجدول 20 ج

معلومات عن الساتل لحزمة متعددة وعدة سواتل

74	القدرة المشعة المتناحية المكافئة الاسمية (dBW)
47-42	كسب الهوائي Rx (dBi)
550	درجة حرارة الضوضاء (K)
19,6-14,6	عامل الجدارة G/T (dB/K)

3.3.3.3.4 عرض نطاق القناة

يبلغ عرض نطاق القناة قرابة 5 MHz.

4.3.3.3.4 التحكم بالقدرة

إن مقدار الخطوة المسبق التعريف للتحكم بالقدرة يبلغ 0,25 dB و 1 dB. وبالنظر إلى الحدود المفروضة على مضخم المطراف المحمول باليد، يُتوقع أن يكون المدى الدينامي للتحكم بالقدرة أقل من 20 dB. ويمكن لفترات التأخر الطويلة للرحلة ذهاباً وإياباً أن تحدّ من عمل التحكم السريع بقدرة العروة المغلقة. ومع ذلك فإن توفير أمر واحد للتحكم بالقدرة (2 بتة) يكون كافياً لكل رتل مدته 10 ms.

5.3.3.3.4 استقرار التردد

تبلغ قيمة استقرار التردد في الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة 1 و 0,1 جزء في المليون على التوالي.

6.3.3.3.4 تعويض دوبلر

1.6.3.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

في حالة النفاذ SAT-CDMA لسواتل المدار LEO، يتم التعويض بالنسبة إلى الإزاحة الدوبلرية بصورة آنية عند المرسل (تعويض مسبق) وعند المستقبل (تعويض لاحق).

ويُعتبر التعويض المسبق لازماً بسبب القيود المفروضة على التعويض اللاحق وهو يعمل على التخفيف من عبء التعويض اللاحق. ويتم التعويض عن الإزاحة الدوبلرية من خلال التحكم بتردد الإرسال وفقاً للتوقعات المستندة إلى معرفة مواقع المرسل والمستقبل فضلاً عن موقع الساتل وسرعته.

ويتطلب التعويض اللاحق مرحلتين من تدابير استرداد تردد الموجات الحاملة: التعويض التقريبي والتعويض الدقيق.

يُنْفَذُ التعويض التقريبي بشكل متزامن مع حيازة توقيت الشفرة PN حيث تتم معالجة أحدهما بسهولة بعد تحقيق الآخر. ويُوصى باستخدام لوغاريتم للبحث ثنائي البعد لحيازة كل من توقيت الشفرة PN والإزاحة الدوبلرية. ويقوم اللوغاريتم بحساب طيف الإشارة المزال تمديدها باستخدام محول فورييه السريع (FFT)، ويُقدَّرُ بشكل تقريبي الإزاحة الدوبلرية من خلال كشف تردد قدرة الإشارة القصوى عند خرج المحوّل FFT. وتتم حيازة توقيت الشفرة PN من خلال البحث عن توقيت لهذه الشفرة تكون قدرة الإشارة القصوى بالنسبة إليه أعلى من عتبة معينة.

وفيما يتعلق بالتعويض الدقيق للإزاحة الدوبلرية، يُوصى باعتماد بنية مغلقة العروة، كما يُوصى باستخدام لوغاريتم لكشف التردد يقوم على أساس محوّل FFT، وذلك لأنه يقلّل إلى الحد الأدنى من تعقيد الدارة واستهلاك القدرة لدى دمج مع لوغاريتم البحث ثنائي البعد الآنف الذكر.

2.6.3.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

تكون الإزاحة الدوبلرية الناجمة عن حركة ساتل المدار GEO ذات قيمة لا تُذكر قياساً بتلك الناتجة عن حركة تجهيزات المستعمل (UE). وبناءً عليه، فإن التعويض عن إزاحة دوبلر في النفاذ SAT-CDMA مع نوع الكوكبة الساتلية GEO يصبح سهلاً بواسطة تعويض لاحق فقط عند المستقبل.

ويتطلب التعويض اللاحق مرحلتين من إجراءات استرداد تردد الموجات الحاملة: التعويض التقريبي والتعويض الدقيق.

يُنْفَذُ التعويض التقريبي بشكل متزامن مع حيازة توقيت الشفرة PN حيث تتم معالجة أحدهما بسهولة بعد تحقيق الآخر. ويُوصى باستخدام لوغاريتم للبحث ثنائي البعد لحيازة كل من توقيت الشفرة PN والإزاحة الدوبلرية. ويقوم اللوغاريتم بحساب طيف الإشارة المزال تمديدها باستخدام محول فورييه السريع (FFT)، ويُقدَّرُ بشكل تقريبي الإزاحة الدوبلرية من خلال كشف تردد قدرة الإشارة القصوى عند خرج المحوّل FFT. وتتم حيازة توقيت الشفرة PN من خلال البحث عن توقيت لهذه الشفرة تكون قدرة الإشارة القصوى بالنسبة إليه أعلى من عتبة معينة.

وفيما يتعلق بالتعويض الدقيق للإزاحة الدوبلرية، يُوصى باعتماد بنية مغلقة العروة، كما يُوصى باستخدام لوغاريتم لكشف التردد يقوم على أساس محوّل FFT، وذلك لأنه يقلّل إلى الحد الأدنى من تعقيد الدارة واستهلاك القدرة لدى دمج مع لوغاريتم البحث ثنائي البعد الآنف الذكر.

7.3.3.3.4 عزل المرسل/المستقبل المطرافي

قد يصل مستوى العزل اللازم لتشغيل الجزء المستقبل والجزء المرسل للمطراف بشكل مستقل إلى أعلى من 110 dB.

8.3.3.3.4 هامش الخبوّ

1.8.3.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

عند الارتفاعات المنخفضة يتفاوت مستوى الإشارة عموماً بين -7 dB أقل من المستوى الاسمي وبين +4 dB فوق هذا المستوى نتيجة وجود مجموعة من المكونات المنتشرة (الناشئة عن الانعكاسات المتعددة) والمكونات المرآوية (الناشئة عن انعكاس واحد على الأرض). ويقل التفاوت كلما زاد الارتفاع. وتعتبر مدة الخبوّ التي تبلغ 100-200 ms بالنسبة إلى سيارة متحركة مدة نظمية. وتحدث أحياناً عند زوايا ارتفاع منخفضة جداً (10° إلى 20°) حالات خبوّ تبلغ -10 dB أقل من المستوى الاسمي، ولا سيما في بيئات الضواحي حيث يسود المسير المتعدد المرآوي. وفي مثل هذه الحالة قد يواجه المستعمل الثابت بصورة مطلقة حالات خبوّ تبلغ مدتها 10 إلى 20 ثانية.

2.8.3.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

يجب النظر في هامش الخبوّ الملائم لسواتل المدار GEO مع الأخذ بالحسبان زاوية الارتفاع والمسار المتعدّد وحركة مطراف تجهيزات المستعمل.

4.3.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

1.4.3.3.4 بنية القناة

1.1.4.3.3.4 القناة المنطقية

1.1.1.4.3.3.4 القناة المشتركة

قناة التحكم الإذاعية (BCCH)

إن القناة BCCH هي قناة للوصلة الهابطة مهمتها إذاعة معلومات التحكم بالنظام.

قناة التحكم بالبحث أو الاستدعاء الراديوي (PCCH)

إن القناة PCCH هي قناة للوصلة الهابطة تقوم بنقل معلومات الاستدعاء الراديوي. وتستخدم هذه القناة حين لا تعرف الشبكة موقع خلية المستعمل، أو حين تكون تجهيزات المستعمل في حالة اتصال بالخلية (بالاستفادة من إجراءات أسلوب السكون في تجهيزات المستعمل).

قناة التحكم المشتركة (CCCH)

إن القناة CCCH هي قناة ثنائية الاتجاه تبثّ معلومات التحكم بين الشبكات وتجهيزات المستعملين. ومن الشائع أن هذه القناة تُستخدم من قبل تجهيزات المستعملين التي ليس لديها وصلة لمراقبة المورد الراديوي (RRC) مع الشبكة، ومن قبل تجهيزات المستعملين التي تستخدم قنوات نقل مشتركة لدى النفاذ إلى خلية جديدة بعد إعادة انتقاء الخلايا.

قناة التحكم المكرّسة (DCCH)

القناة DCCH هي قناة ثنائية الاتجاه بين نقطة ونقطة تبثّ معلومات التحكم المكرّسة بين تجهيزات المستعمل والشبكة. وتُنشأ هذه القناة من خلال إجراء إعداد وصلة لمراقبة المورد الراديوي (RRC).

قناة مراقبة التبليغات (NCCH)

القناة NCCH هي قناة معدّة لنقل التبليغات. وقد تحلّ هذه القناة محل قناة التحكم بخدمة إذاعة الوسائط المتعددة/خدمة التوزيع المتعدد (MBMS) في الحالة التي تكون التبليغات وحدها لازمة لمعلومات التحكم.

قناة التحكم بخدمة إذاعة الوسائط المتعددة/خدمة التوزيع المتعدد (MCCH)

القناة MCCH هي قناة معدة لنقل معلومات التحكم المتصلة بخدمات MBMS إلى تجهيزات المستعمل.

2.1.1.4.3.3.4 قناة الحركة

قناة الحركة المكرّسة (DTCH)

القناة DTCH هي قناة بين نقطة ونقطة تكون مكرّسة لتجهيزات مستعمل واحد من أجل نقل معلومات المستعمل. وقد توجد القناة DTCH في كل من الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة.

قناة الحركة المشتركة (CTCH)

القناة CTCH هي قناة أحادية الاتجاه بين نقطة وعدة نقاط تنقل معلومات المستعمل المكرّسة لجميع تجهيزات المستعملين المحددة أو لمجموعة منها.

قناة حركة خدمة إذاعة الوسائط المتعددة (MTCH)

القناة MTCH هي قناة معدة لنقل خدمة إذاعة الوسائط المتعددة/خدمة التوزيع المتعدد (MBMS).

2.1.4.3.3.4 قناة النقل

1.2.1.4.3.3.4 القناة المشتركة

القناة الإذاعية (BCH)

القناة BCH هي قناة للوصلة الهابطة مهمتها إذاعة معلومات التحكم بالنظام بالنسبة إلى كل حزمة إلى المحطة الأرضية المتنقلة (MES).

قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي (PCH)

القناة PCH هي قناة للوصلة الهابطة تستخدم لنقل معلومات التحكم إلى المحطة MES حين لا يعرف النظام الحزمة التي تنتمي إليها المحطة MES. وترتبط القناة PCH بمؤشرات بحث أو استدعاء راديوي متولّدة عن طبقة مادية من أجل دعم كفاءة إجراءات أسلوب السكون.

قناة النفاذ الأمامية (FACH)

القناة FACH هي قناة للوصلة الهابطة تستخدم لنقل معلومات المستعمل أو معلومات التحكم إلى المحطة MES. وتُستخدم هذه القناة حين يعرف النظام الحزمة التي تنتمي إليها المحطة MES.

القناة المتقاسمة للوصلة الهابطة (DSCH)

القناة DSCH هي قناة للوصلة الهابطة تتقاسمها عدة محطات MES، وترتبط بواحدة أو أكثر من القنوات المكرّسة للوصلة الهابطة.

قناة النفاذ العشوائي (RACH)

القناة RACH هي قناة للوصلة الصاعدة تستخدم لنقل معلومات المستعمل أو معلومات التحكم من المحطة MES إلى المحطة LES.

قناة الرزمة المشتركة (CPCH)

القناة CPCH هي قناة للوصلة الصاعدة تستخدم لنقل معلومات المستعمل من المحطة MES إلى المحطة LES. وترتبط القناة CPCH بقناة التحكم المشتركة للوصلة الهابطة التي توفر الأوامر المتعلقة بالتحكم بالقدرة والتحكم بالقناة CPCH.

2.2.1.4.3.3.4 القناة المكرسة (DCH)

القناة DCH هي قناة للوصلة الهابطة أو للوصلة الصاعدة تُبث على مدى حزمة بكاملها أو فوق جزء من الحزمة فقط.

3.1.4.3.3.4 القناة المادية

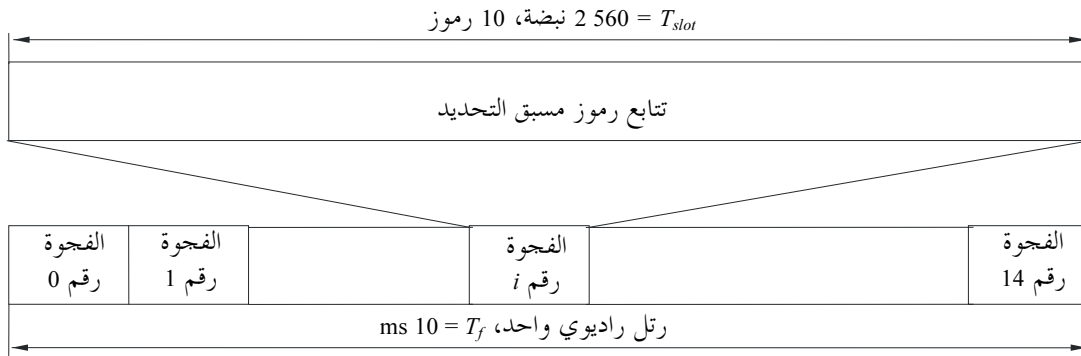
1.3.1.4.3.3.4 القناة المادية للوصلة الهابطة

1.1.3.1.4.3.3.4 القناة الدليلية المشتركة (CPICH)

إن القناة CPICH هي قناة مادية للوصلة الهابطة (30 kbit/s، عامل التمديد SF = 256) ذات معدل ثابت تنقل تتابعاً من الرموز مسبق التعريف. يتمثل كل رمز في التتابع بالكمية (j+1). ويُظهر الشكل 26 بنية الرتل للقناة CPICH. وهناك نوعان من القنوات الدليلية المشتركة CPICH، الأولى والثانوية (S-CPICH). تكون القناة الأولى CPICH مختلطة بشفرة التخليط الأولى وتمثل مرجع الطور للقنوات المادية التالية للوصلة الهابطة: قناة التزامن (SCH)، قناة التحكم المادية المشتركة الأولى (P-CCPCH)، قناة مبيّن الحيازة (AICH)، القناة الدليلية (PICH)، القناة APA/CD/CA-ICH، قناة مبيّن حالة قناة الرزمة المشتركة (CSICH)، قناة التحكم المادية المشتركة الثانوية (S-CCPCH). وتستخدم للقناة P-CPICH نفس شفرة توجيه القنوات ذات عامل التمديد SF = 256. وثمة قناة P-CPICH واحدة فقط لكل حزمة. وتكون القناة CPICH الثانوية مختلطة إما بشفرة التخليط الأولى أو الثانوية وقد تشكل المرجع للقناة المادية المكرسة (DPCH). وتستخدم للقناة الدليلية المشتركة الثانوية (S-CPICH) شفرة توجيه عشوائية للقنوات ذات عامل التمديد SF = 256. وقد يوجد للحزمة الواحدة قناة واحدة أو عدة قنوات S-CPICH أو لا يوجد لها أي قناة.

الشكل 26

بنية الرتل للقناة OPICH



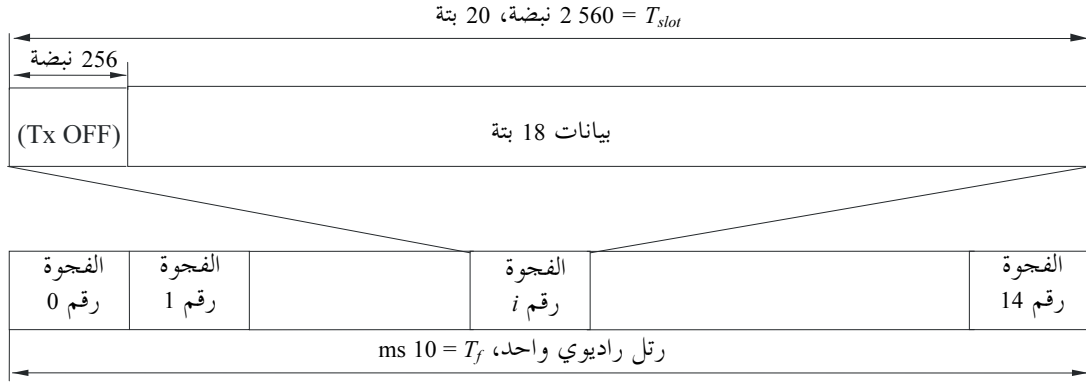
1850-26

2.1.3.1.4.3.3.4 قناة التحكم المادية المشتركة الأولى (P-CCPCH)

إن القناة P-CCPCH هي قناة للوصلة الهابطة ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تستخدم لنقل القناة الإذاعية. ويُظهر الشكل 27 بنية الرتل للقناة CCPCH الأولى. ولا يتم إرسال القناة P-CCPCH أثناء الـ 256 نبضة الأولى من كل فجوة. ويتم بدلاً من ذلك إرسال قناة التزامن الأولى وقناة التزامن الثانوية أثناء هذه الفترة.

الشكل 27

بنية الرتل للقناة P-CCPCH



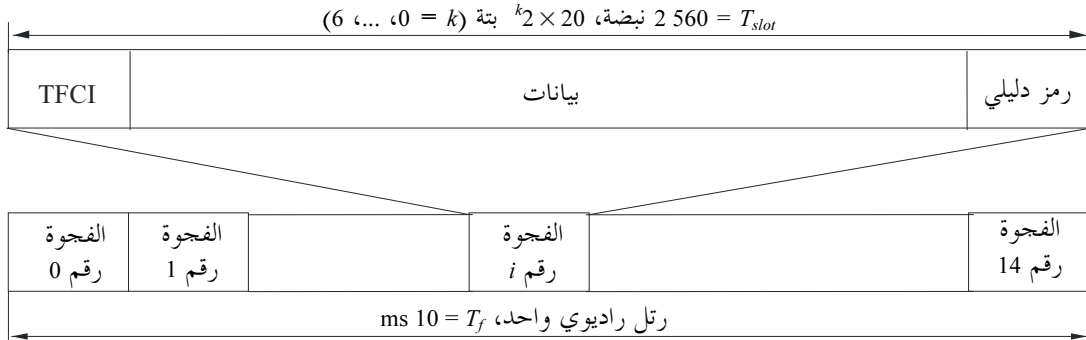
1850-27

3.1.3.1.4.3.3.4 قناة التحكم المادية المشتركة الثانوية (S-CCPCH)

تُستخدم القناة S-CCPCH لنقل قناة البحث الراديوي (PCH) وقناة النفاذ الأمامية (FACH). ويظهر في الشكل 21 بنية الرتل للقناة CCPCH الثانوية. ويعمل مبيّن توليفة نسق النقل (TFI) على إبلاغ المستقبل بتوليفية نسق النقل الآني لقنوات النقل بعد تطبيقها على الرتل الراديوي للقناة S-CCPCH. ويحدد المعلم k في الشكل 28 العدد الكامل للبتات لكل فجوة من فجوات القناة CCPCH الثانوية للوصلة الهابطة. وهو يرتبط بعامل تمديد القناة المادية على النحو $256/k^2 = SF$. وتمتد قيمة عامل التمديد من 256 نزولاً حتى 4. أما القناة FACH والقناة PCH فيمكن تطبيقهما على نفس قناة التحكم المادية المشتركة الثانوية أو على قنوات CCPCH ثانوية منفصلة.

الشكل 28

بنية الرتل للقناة S-CCPCH



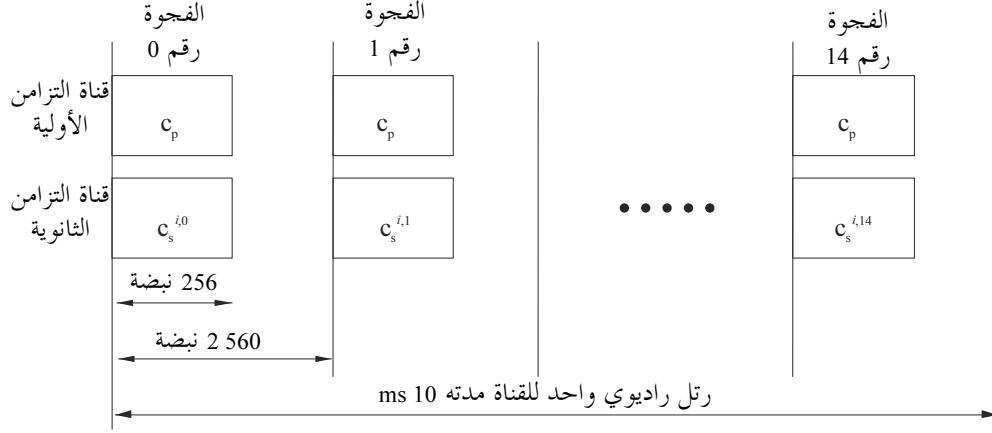
1850-28

4.1.3.1.4.3.3.4 قناة التزامن (SCH)

إن القناة SCH هي بمثابة إشارة للوصلة الهابطة تستخدم للبحث عن الحزمة. وتتألف القناة SCH من قناتين فرعيتين هما قناة التزامن الأولية وقناة التزامن الثانوية. وتُقسم الأرتال الراديوية البالغة مدتها 10 ms التابعة للقناتين الأولية والثانوية إلى 15 فجوة زمنية يبلغ طول كل منها 2560 نبضة. ويوضح الشكل 29 بنية الرتل الراديوي للقناة SCH. وتتألف القناة SCH الأولية من شفرة مُشكّلة طولها 256 نبضة، ومن شفرة تزامن أولية (PSC) يشار إليها بالرمز cp في الشكل 29، ويتم بثها مرة واحدة في كل فجوة. وتكون الشفرة PSC هي ذاتها لكل حزمة في النظام. وتتألف القناة SCH الثانوية من تتابع من 15 شفرة مشكّلة، طول الواحدة منها 256 نبضة تُبث بصورة متكررة، ومن شفرات التزامن الثانوية (SSC).

الشكل 29

بنية قناة التزامن SCH



1850-29

يشار إلى شفرة التزامن الثانوية (SSC) في الشكل 29 بالرمز $c_s^{i,k}$ ، حيث $i = 0, 1, \dots, 63$ هو رقم مجموعة الشفرات المختلطة، و $k = 0, 1, \dots, 14$ هو رقم الفجوة. ويتم اختيار كل شفرة SSC من مجموعة من 16 شفرة يبلغ طول الواحدة منها 256. ويبين هذا التابع على القناة SCH الثانوية مجموعة الشفرات التي تنتمي إليها الشفرة المختلطة للحزمة في الوصلة الهابطة.

5.1.3.1.4.3.3.4 القناة المادية المتقاسمة للوصلة الهابطة (PDSCH)

تُستخدم القناة PDSCH لنقل القناة DSCH.

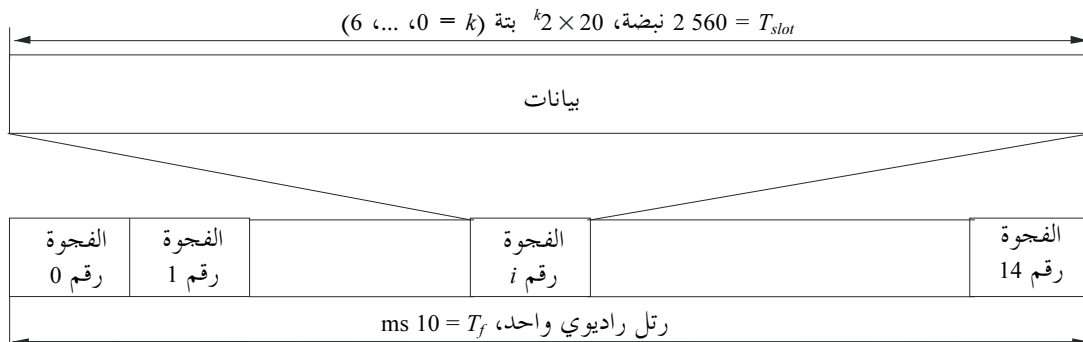
وتُخصّص القناة PDSCH على أساس رتل راديوي لمحطة MES واحدة. ويمكن أن تُخصّص شبكة النفاذ الراديوي الساتلي SRAN ضمن إطار رتل راديوي واحد قنوات PDSCH مختلفة. بموجب شفرة توجيه القنوات الجذرية ذاتها لمختلف محطات MES، استناداً إلى تعدد الإرسال الشفري. ويمكن ضمن الرتل الراديوي نفسه، وبنفس عامل التمديد، تخصيص عدة قنوات PDSCH متوازية لمحطة MES واحدة.

ويبين الشكل 30 بنية الرتل والفجوة للقناة PDSCH. وقد يتراوح عامل التمديد بين 4 و 256.

وبالنسبة لكل رتل راديوي، تكون كل قناة من القنوات PDSCH مرتبطة بقناة واحدة من القنوات DPCH التابعة للوصلة الهابطة. ويتم بث جميع المعلومات ذات الصلة الخاصة بتحكم الطبقة 1 على الجزء الخاص بالقناة DPCH من القناة المادية المكرسة (DPCH) المرتبطة بها.

الشكل 30

بنية الرتل للقناة PDSCH



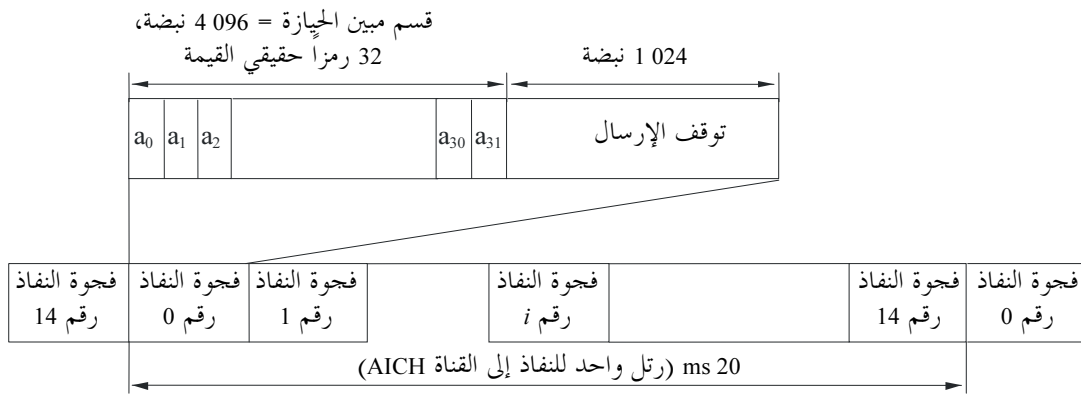
1850-30

6.1.3.1.4.3.3.4 قناة مُبَيَّن الحيازة (AICH)

إن قناة مُبَيَّن الحيازة (AICH) هي قناة مادية ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تُستخدم لنقل مُبَيَّنات الحيازة (AI). وينظر مُبَيَّن الحيازة الأثر الموجود على القناة PRACH. ويبين الشكل 31 بنية القناة AICH. وتتألف القناة من تتابع متكرر من 15 فجوة نفاذ (AS) متتالية يبلغ طول كل منها 5 120 نبضة. وتتألف كل فجوة نفاذ من جزأين: الجزء AI ومدته 4 096 نبضة وجزء آخر طوله 1 024 نبضة من دون بث. وحين لا تُستخدم أرتال النفاذ الفرعي من أجل القناة PRACH، يتم فقط بث جزء مُبَيَّن الحيازة للقناة PRACH من فجوة النفاذ الأولى (AS رقم 0). أما القناة AICH فلا يتم بثها أثناء فجوات النفاذ المتبقية وعددها 14. وعندما تُستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، فإن جزء مُبَيَّن الحيازة AI يُبث فقط من فجوة النفاذ الأولى (AS رقم 0) وفجوة النفاذ التاسعة (AS رقم 8). فيقوم جزء مُبَيَّن الحيازة الخاص بفجوة النفاذ الأولى بنقل مبيّن الحيازة المناظر لأثر الجزء التمهيدي للقناة PRACH الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الزوجي. أما جزء مُبَيَّن الحيازة الخاص بفجوة النفاذ التاسعة، فيقوم بنقل مُبَيَّن الحيازة المناظر لأثر الجزء التمهيدي للقناة PRACH الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الفردي.

الشكل 31

بنية القناة AICH



1850-31

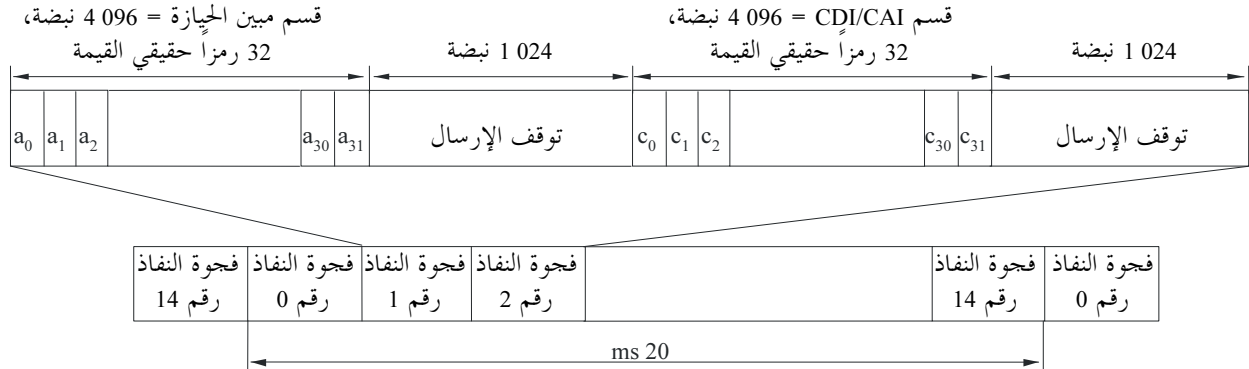
7.1.3.1.4.3.3.4 قناة مُبَيَّن تخصيص القناة/كشف التصادم/حيازة تمهيد النفاذ لقناة الرزمة المشتركة (APA/CD/CA-ICH)

القناة APA/CD/CA-ICH هي قناة مادية ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تستخدم لنقل مُبَيَّنات حيازة تمهيد النفاذ (API) ومبيّن كشف التصادم ومبيّن تخصيص القناة (CDI/CAI) لقناة الرزمة المشتركة (CPCH). وقد تستخدم القناة APA/CD/CA-ICH والقناة AICH شفرات توجيه القنوات ذاتها أو شفرات مختلفة. ويبين الشكل 32 بنية القناة APA/CD/CA-ICH. ولدى القناة APA/CD/CA-ICH جزء تبلغ مدته 4 096 نبضة يُبث فيه إما المبيّن API أو المبيّن CDI/CAI، يليه جزء بطول 1 024 نبضة بدون بث. وحين لا تُستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، لا يتم بث القناة APA/CD/CA-ICH على فجوة النفاذ الأولى (AS رقم 0). ويتم بث زوج من المبيّنات API وCDI/CAI على الجزء API/CDI/CAI فوق فجوتي نفاذ متتاليتين بعد فجوة النفاذ الأولى. ويمكن بث زوج واحد أو عدة أزواج (حتى سبعة) من المبيّنات API وCDI/CAI على كل رتل من أرتال القناة AICH. وحين تستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، لا يتم بث القناة APA/CD/CA-ICH على فجوة النفاذ الأولى (AS رقم 0) وفجوة النفاذ الثامنة (AS رقم 7) وفجوة النفاذ التاسعة (AS رقم 8). ويتم بث زوج من المبيّنات API وCDI/CAI على الجزء API/CDI/CAI فوق فجوتي نفاذ متتاليتين. ويوجد ثلاثة أزواج من فجوات النفاذ هي AS رقم 1/AS رقم 2، وAS رقم 3/AS رقم 4، وAS رقم 5/AS رقم 6، تحمل المبيّنات API وCDI/CAI المناظرة للجزء التمهيدي للقناة PRACH الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الزوجي. كذلك يوجد ثلاثة

أزواج هي AS رقم 9/AS رقم 10، وAS رقم 11/AS رقم 12، وAS رقم 13/AS رقم 14، تحمل المينيات API وCDI/CAI المناظرة للجزء التمهيدي للقناة PCPCH الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الفردي.

الشكل 32

بنية القناة APA/CD/CA-ICH



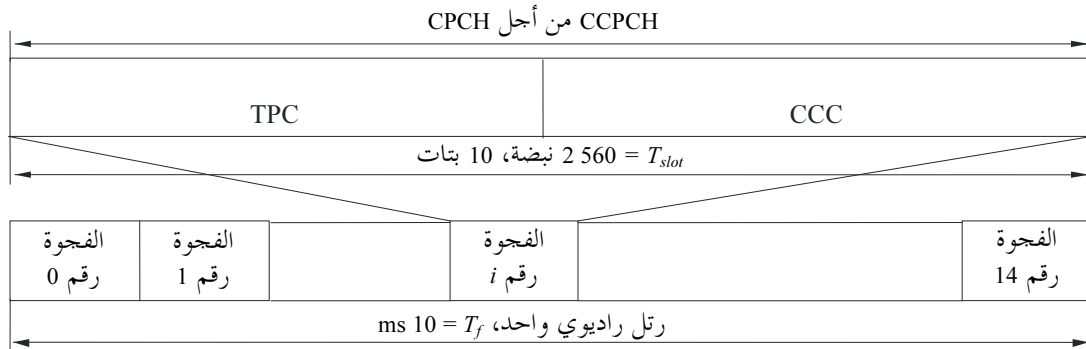
1850-32

8.1.3.1.4.3.3.4 قناة التحكم المادية المشتركة لقناة الرزمة المشتركة (CPCH-CCPCH)

إن قناة التحكم المادية المشتركة (CCPCH) لقناة الرزمة المشتركة (CPCH) هي قناة مادية للوصلة الهابطة ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تستخدم للتحكم بالقناة PCPCH للوصلة الصاعدة في إحدى مجموعات القناة CPCH. ويبلغ عامل التمديد للقناة CPCH-CCPCH للوصلة الهابطة 256. ويُظهر الشكل 33 بنية الرتل للقناة CPCH-CCPCH.

الشكل 33

بنية الرتل للقناة CPCH-CCPCH في الوصلة الهابطة



1850-33

تكون كل فجوة في الرتل الراديوي للقناة CPCH-CCPCH مرتبطة بإحدى قنوات PCPCH للوصلة الصاعدة ضمن مجموعة القنوات CPCH. وثمة تقابل واحد لواحد بين الفجوة رقم i والقناة PCPCH رقم i في مجموعة القنوات CPCH، حيث $i = 0, 1, \dots, 14$. ولا يتم بث الفجوة إذا لم تُستخدم القناة PCPCH المرافقة على الوصلة الصاعدة.

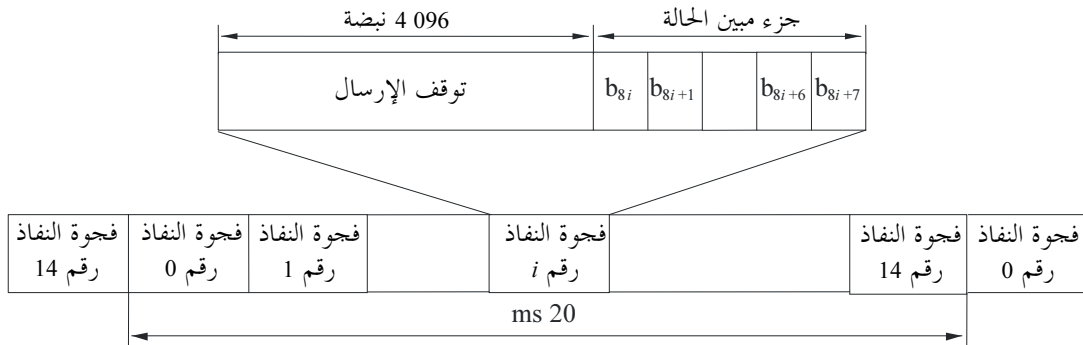
وتتألف كل فجوة في القناة CPCH-CCPCH من أمر مراقبة قدرة الإرسال (TPC) وأمر مراقبة التحكم بالقناة CPCH (CCC). وتتألف مجال الأمر CCC ومجال الأمر TPC في كل فجوة من 12 بتة و8 بتات على التوالي. أما نموذج الأمر CCC البالغ طوله 4 بتات والمستخدم في دعم إرسال الإشارات من القناة CPCH إلى القناة PCPCH المرافقة فيتكرر بحسب موضع البتات ويقرن بمجال الأمر CCC. وأما الأمر TPC البالغ طوله بتتان فيتكرر بحسب موضع البتات ويقرن بمجال الأمر TPC.

9.1.3.1.4.3.3.4 قناة مُبَيَّن حالة قناة الرزمة المشتركة (CSICH)

إن القناة CSICH هي قناة مادية ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تُستخدم لنقل المعلومات عن حالة قناة الرزمة المشتركة (CPCH). وتكون القناة CSICH مرتبطة دائماً بالقناة المادية المستخدمة لبث القناة APA/CD/CA-ICH وتستخدم شفرات توجيه القنوات والتخليط ذاتها. ويوضح الشكل 34 بنية الرتل للقناة CSICH. يتكون رتل القناة CSICH من 15 فجوة نفاذ (AS) متتالية يبلغ طول الواحدة منها 40 بته. وتتألف كل فجوة نفاذ من جزأين: جزء مدته 4 096 نبضة دون بث، وجزء مبيّن الحالة (SI) المؤلف من 8 بتات. وفي كل رتل من أرتال القناة CSICH يتم بث عدة مُبينات للحالة يبلغ عددها N .

الشكل 34

بنية قناة مبيّن حالة القناة CPCH (CSICH)



1850-34

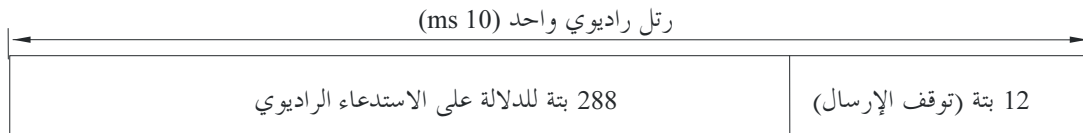
10.1.3.1.4.3.3.4 قناة مُبَيَّن الاستدعاء الراديوي (PICH)

إن قناة مُبَيَّن الاستدعاء الراديوي (PICH) هي قناة مادية ذات معدل ثابت (30 kbit/s) تُستخدم لنقل مُبينات الاستدعاء الراديوي (PI). وترتبط القناة PICH بصورة دائمة بقناة التحكم المادية المشتركة الثانوية (S-CCPCH) التي يوجد تقابل بينها وبين قناة الاستدعاء الراديوي (PCH).

ويُوضح الشكل 35 بنية الرتل للقناة PICH. يتألف الرتل الراديوي الواحد للقناة PICH، الذي يبلغ طوله 10 ms، من 300 بته. من بين هذه البتات هناك 288 بته تستخدم لنقل مُبينات الاستدعاء الراديوي. أما البتات المتبقية والبالغ عددها 12 فلا تشكل رسمياً جزءاً من القناة PICH ولا يتم بثها.

الشكل 35

بنية القناة PICH



1850-35

10.1.3.1.4.3.3.4 القناة المادية المكروسة (DPCH) للوصلة الهابطة

تُستخدم القناة المادية المكروسة للوصلة الهابطة من أجل قناة النقل المكروسة (DCH). وقد تتراوح قيمة عامل التمديد بين 4 و512. وضمن قناة DPCH واحدة للوصلة الهابطة، يتم بث القناة DCH بأسلوب تعدد الإرسال بتقسيم الزمن مع توليد معلومات التحكم عند الطبقة 1 (بتات دلالية معروفة وبتات مُبَيَّن توليفة نسق النقل/مراقبة قدرة الإرسال TFCI/TPC).

ويُظهر الشكل 36 بنية الرتل للقناة DPCH للوصلة الهابطة. ويُجزأ كل رتل طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها 2 560 نبضة ($T_{slot} = 2 560$). ويقابل كل رتل راديوي دورة تحكّم واحدة بالقدرة.

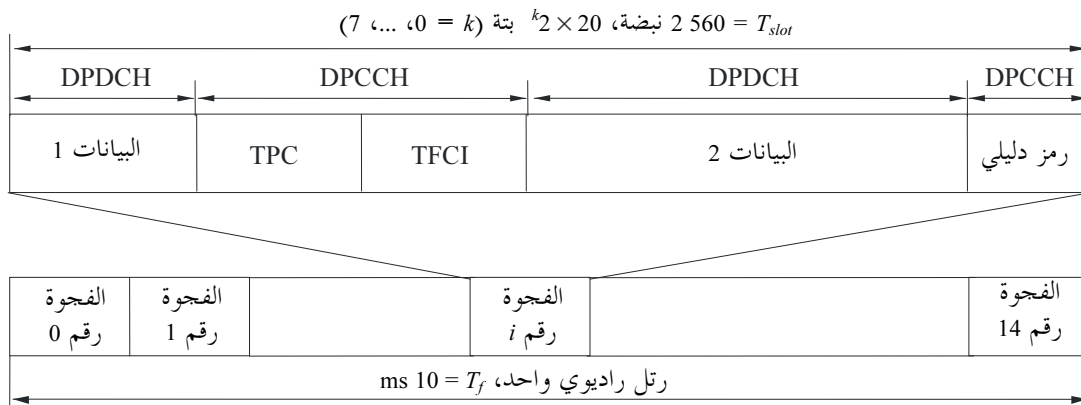
2.3.1.4.3.3.4 القناة المادية للوصلة الصاعدة

1.2.3.1.4.3.3.4 القناة المادية للنفاز العشوائي (PRACH)

تُستخدم القناة المادية للنفاز العشوائي (PRACH) لنقل قناة النفاز العشوائي (RACH). ويستند بثّ النفاز العشوائي إلى النهج ALOHA. وقد تبدأ المحطة MES ببثّ عشوائي النفاز في مستهل عدد من الفترات الزمنية المحددة بدقة، والتي يشار إليها بأرتال النفاز. ويساوي طول كل رتل من أرتال النفاز طول رتلين راديويين كما هو مبين في الشكل 37. وقد يتألف كل رتل من أرتال النفاز من رتلي نفاز فرعيين: رتل نفاز فرعي زوجي ورتل نفاز فرعي فردي. ويُعتبر استخدام أرتال النفاز الفرعي اختيارياً. فعندما تُستخدم أرتال النفاز الفرعي، يمكن أن تبدأ المحطة MES ببثّ عشوائي النفاز في مستهل إما رتل نفاز فرعي زوجي أو رتل نفاز فرعي فردي. والمعروف أن عمليات بثّ النفاز العشوائي عند رتل النفاز الفرعي الزوجي ورتل النفاز الفرعي الفردي تُستخدم شفرات مختلفة للتخليط.

الشكل 36

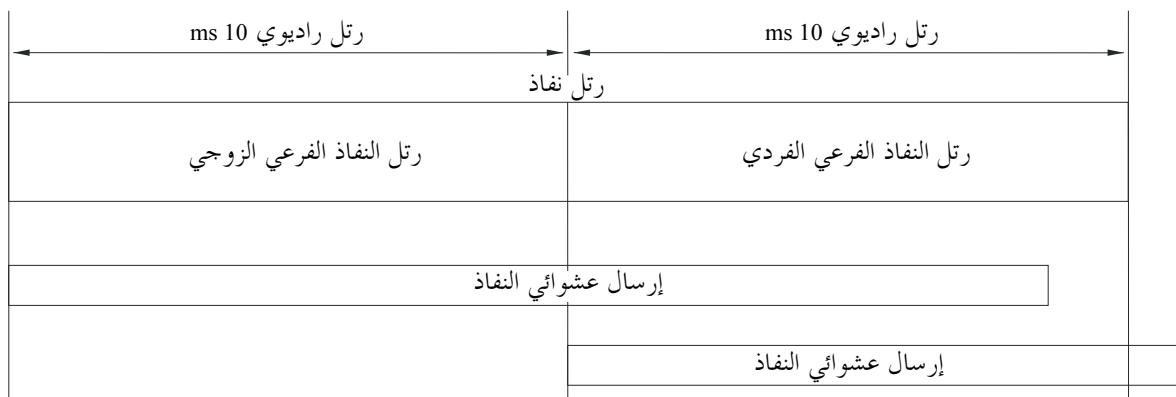
بنية الرتل لقناة DPCH في الوصلة الهابطة



1850-36

الشكل 37

رتل النفاز العشوائي

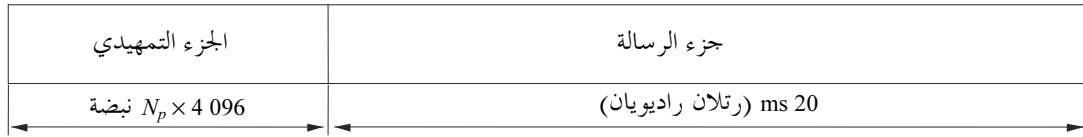
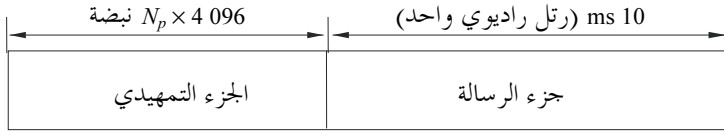


1850-37

ويتكون البث العشوائي للنفاز من جزء تمهيدي طوله $4\ 096 \times N_p$ نبضة ومن رسالة طولها 10 ms أو 20 ms كما هو موضح في الشكل 38.

الشكل 38

بنية الإرسال العشوائي للنفاز



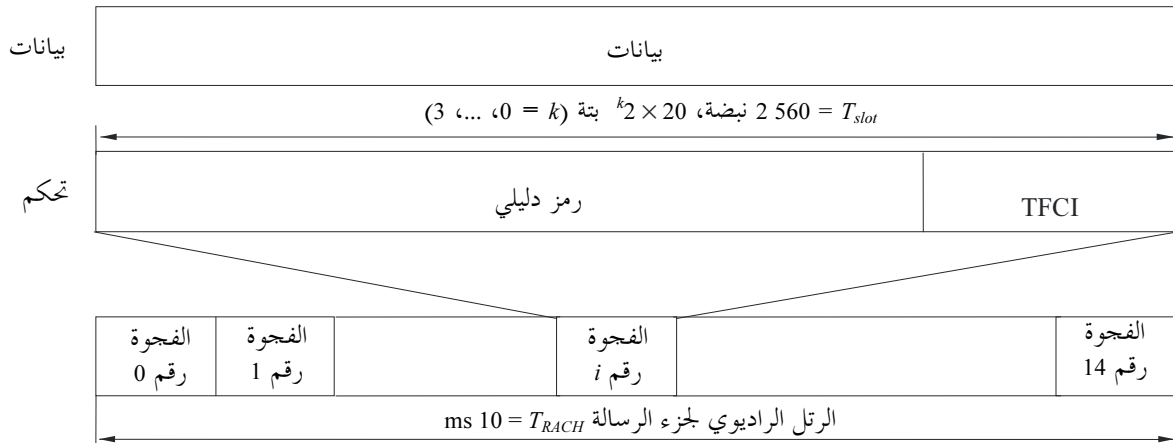
1850-38

يتألف الجزء التمهيدي من عدة أجزاء تمهيدية فرعية يبلغ عددها N_p . وتتوفر قيمة N_p بواسطة الطبقات العليا. ويبلغ طول الجزء التمهيدي الفرعي 4 096 نبضة ويتألف من تكرار للأثر. ويتميز كل جزء تمهيدي فرعي بطول وأثر وشفرة تخطيط متطابقة. أما شفرة الجزء التمهيدي الفرعي الأخير فتمثل العدد المرافق للشفرة المستخدمة في الأجزاء الفرعية التمهيدي السابقة.

ويوضح الشكل 39 بنية جزء رسالة النفاز العشوائي. وتتألف الرسالة من 15 فجوة يتكون كل منها من جزأين، جزء خاص ببيانات المعلومات المتعلقة بالطبقة 2 وجزء خاص بالتحكم بالطبقة 1. ويتكون جزء البيانات من 2×10^k بته، حيث $k = 0, 1, 2, 3$. ويقابل ذلك عامل تمديد قيمته 256، 128، 64، 32، على التوالي بالنسبة إلى جزء بيانات الرسالة. أما جزء التحكم فيتألف من ثماني بتات دليلية معروفة ومن بتتين لمبين توليفة نسق النقل (TFCI). ويبلغ عامل التمديد لجزء التحكم المتعلق بجزء الرسالة للقناة CPCH مقدار 256. ويدل المبين TFCI لرتل راديوي ما على نسق النقل المتعلق بقناة النقل RACH بعد تطبيقه على الرتل الراديوي لجزء الرسالة الذي يتم بثه بصورة مترامنة.

الشكل 39

بنية جزء الرسالة في النفاز العشوائي



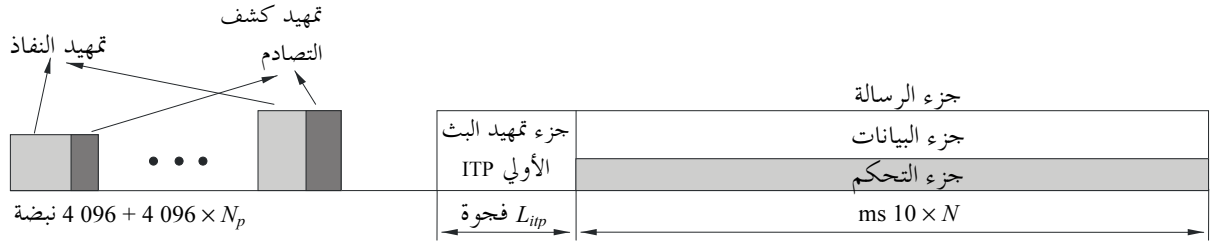
1850-39

2.2.3.1.4.3.3.4 القناة المادية للرزمة المشتركة (PCPCH)

تُستخدم القناة المادية للرزمة المشتركة (PCPCH) لنقل القناة CPCH. ويكون توقيت وبنية رتل النفاذ الخاص بها مطابقين لتوقيت وبنية رتل النفاذ للقناة PRACH. ويُبين الشكل 40 بثّ النفاذ للقناة CPCH. ويتكوّن بثّ النفاذ للقناة PCPCH من زوج أو عدة أزواج من أجزاء تمهيد النفاذ (AP) البالغ طولها $4096 \times N_p$ نبضة، وتمهيد لكشف التصادم (CDP) يبلغ طوله 4096 نبضة، وتمهيد للبثّ الأولي (ITP) يبلغ طوله L_{itp} فجوة، ورسالة ذات طول متغير قدره $10 \times N$ ms.

الشكل 40

بنية بثّ النفاذ للقناة CPCH



1850-40

أما بنية الجزء AP فهي مطابقة لجزء التمهيد الخاص بالقناة PRACH. ويمكن اختيار شفرة التخليط بحيث تختلف عن شفرة التخليط المتعلقة بأجزاء التمهيد للقناة RACH، أو بحيث تكون نفس شفرة التخليط ذاتها التي توجد في الحالة التي يكون فيها الأثر متقاسماً.

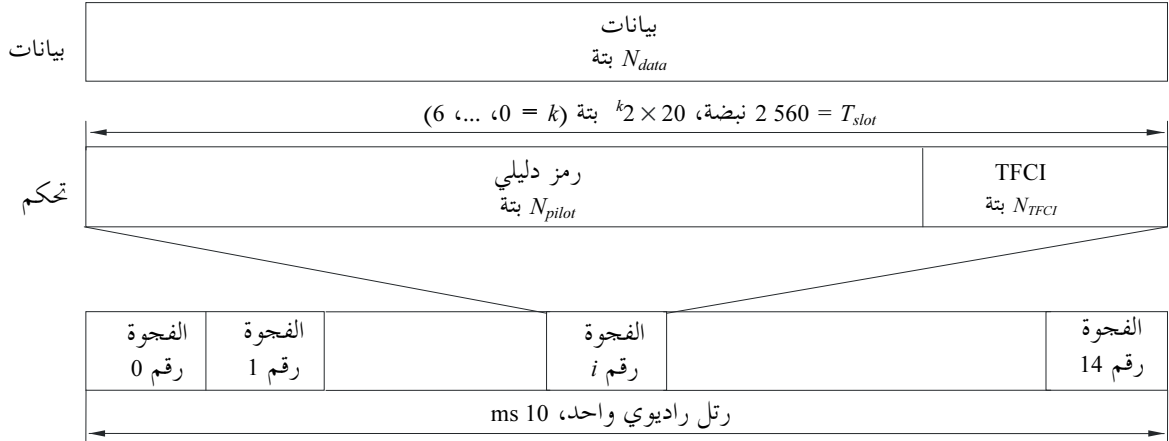
وتكون بنية الجزء CDP مطابقة لبنية التمهيد الفرعي للقناة PRACH. أما شفرة التخليط فهي نفس الشفرة المستخدمة لجزء تمهيد النفاذ للقناة CPCH.

ويتألف جزء تمهيد البث الأولي (ITP) من عدد من الفجوات يساوي L_{itp} ويعتبر معلمة لطبقة أكثر علواً. أما نسق الفجوة فهو نفسه النسق الخاص بجزء الرسالة التالية.

ويُظهر الشكل 41 بنية جزء الرسالة للقناة CPCH. وتتألف كل رسالة من عدد من الأرتال يصل إلى N_{Max_frames} ، حيث يمثل العدد N_{Max_frames} معلمة خاصة بطبقة أكثر علواً. ويقسم كل رتل طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها $T_{slot} = 2560$ نبضة. وتتألف كل فجوة من جزأين: جزء للبيانات وجزء للتحكم. ويكون نسق الفجوة في الجزء المتعلق بالتحكم من جزء رسالة القناة CPCH مطابقاً لنسق الجزء المتعلق برسالة القناة RACH. ويتكون الجزء المتعلق بالبيانات من 10×2^k من البتات، حيث $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$. ويقابل ذلك عوامل التمديد 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 16, 32, 64, 128, 256، على التوالي.

الشكل 41

بنية الرتل لأجزاء البيانات والتحكم المرتبطة بالقناة PCPCH في الوصلة الصاعدة



1850-41

3.2.3.1.4.3.3.4 القناة المادية المكرّسة للوصلة الصاعدة

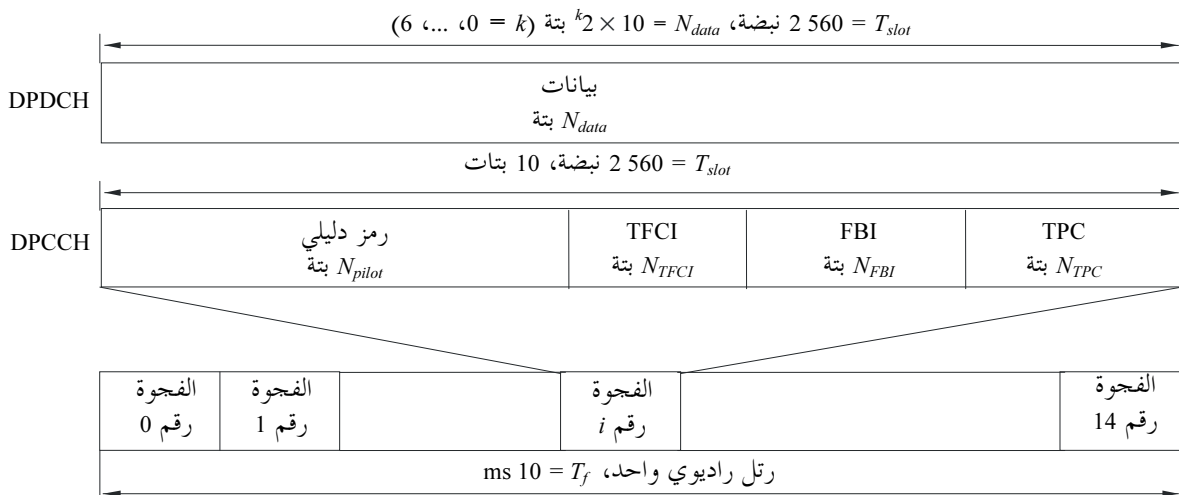
تتألف القناة المادية المكرّسة (DPCH) للوصلة الصاعدة من القناة المادية المكرّسة للبيانات (DPDCH) للوصلة الصاعدة وقناة التحكم المادية المكرّسة (DPCCH) للوصلة الصاعدة. وتعمل القناتان DPDCH و DPCCH داخل كل رتل راديوي بأسلوب تعدد الإرسال بموجب الشفرة I/Q.

وتُستخدم القناة DPDCH لنقل البيانات المتولدة عند الطبقة 2 وما فوق، فيما تستخدم القناة DPCCH لنقل معلومات التحكم المكرّسة المتولدة عند الطبقة 1. وقد يتراوح عامل التمديد للقناة DPDCH بين 256 نزولاً حتى 4، فيما يساوي عامل التمديد للقناة DPCCH للوصلة الصاعدة 256 بصورة دائمة.

ويُظهر الشكل 42 بنية الرتل للقناة DPCH للوصلة الصاعدة. ويقسم كل رتل راديوي طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها 2560 نبضة. وينظر كل رتل راديوي دورة واحدة للتحكم بالقدرة. وتحدد المعلمة k في الشكل 42 عدد البتات لكل فجوة من فجوات القناة DPDCH للوصلة الصاعدة. وهي ترتبط بعامل التمديد SF للقناة DPDCH على النحو $SF = 256/2^k$.

الشكل 42

بنية الرتل للقناة DPCH في الوصلة الصاعدة



1850-42

تتألف معلومات التحكم المتعلقة بالطبقة 1 من بيانات دلييلة معلومة لدعم تقدير القناة لكل من الكشف المتناسك، ومبين توليفة نسق النقل (TFCI)، وأوامر مراقبة قدرة الإرسال (TPC)، وإحدى المعلومات الراجعة الاختيارية (FBI). وتستخدم بيانات المعلومات FBI من أجل دعم تقنية إرسال تنوع انتقاء الحزمة (BSDT) التي تتطلب تغذية مرتدة من المحطة MES إلى الشبكة SRAN.

4.1.4.3.3.4 علاقة التوقيت بين القنوات المادية

تستخدم القناة الأولية P-CCPCH، التي تُبثّ عليها حزمة رقم رتل النظام (SFN) كإشارة مرجعية للتوقيت بالنسبة لجميع القنوات المادية، وذلك بصورة مباشرة للوصلة الهابطة وغير مباشرة للوصلة الصاعدة. ويصف الشكل 43 التوقيت الرتلي للقنوات المادية للوصلة الهابطة.

وتتسم القنوات SCH (الأولية والثانوية)، و CPICH (الأولية والثانوية)، و P-CCPCH، و CPCH-CCPCH، و PDSCH بتوقيت رتلية متطابقة. وقد يختلف توقيت القناة الثانوية S-CCPCH باختلاف القنوات S-CCPCH، علماً بأن التحالف عن التوقيت الرتلي للقناة الأولية P-CCPCH يمثل عدة أضعاف القيمة 256 نبضة. ويحدث توقيت القناة PICH قبيل التوقيت الرتلي للقناة الثانوية المناظرة S-CCPCH بما مقداره 7 680 نبضة، أي قبيل توقيت القناة S-CCPCH التي تنقل قناة النقل PCH بالإضافة إلى معلومات الاستدعاء الراديوي المقابلة. ويمتاز رتل النفاذ الفرعي الزوجي للقناة AICH بتوقيت مطابق لأرتال القناة P-CCPCH مع (رقم رتل النظام بمقاس 2) = 0، ويمتاز رتل النفاذ الفرعي الفردي للقناة AICH بتوقيت مطابق لتوقيت أرتال القناة P-CCPCH مع (رقم رتل النظام بمقاس 2) = 1. وتبدأ فجوات النفاذ رقم 0 للقناة AICH في الوقت نفسه الذي تبدأ به أرتال القناة الثانوية P-CCPCH (رقم رتل النظام بمقاس 2) = 0. وقد يختلف توقيت القناة DPCH باختلاف القنوات DPCH، علماً بأن التحالف عن التوقيت الرتلي للقناة الأولية P-CCPCH يمثل عدة أضعاف القيمة 256 نبضة.

1.4.1.4.3.3.4 علاقة التوقيت بين القناتين PRACH/AICH

1.1.4.1.4.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

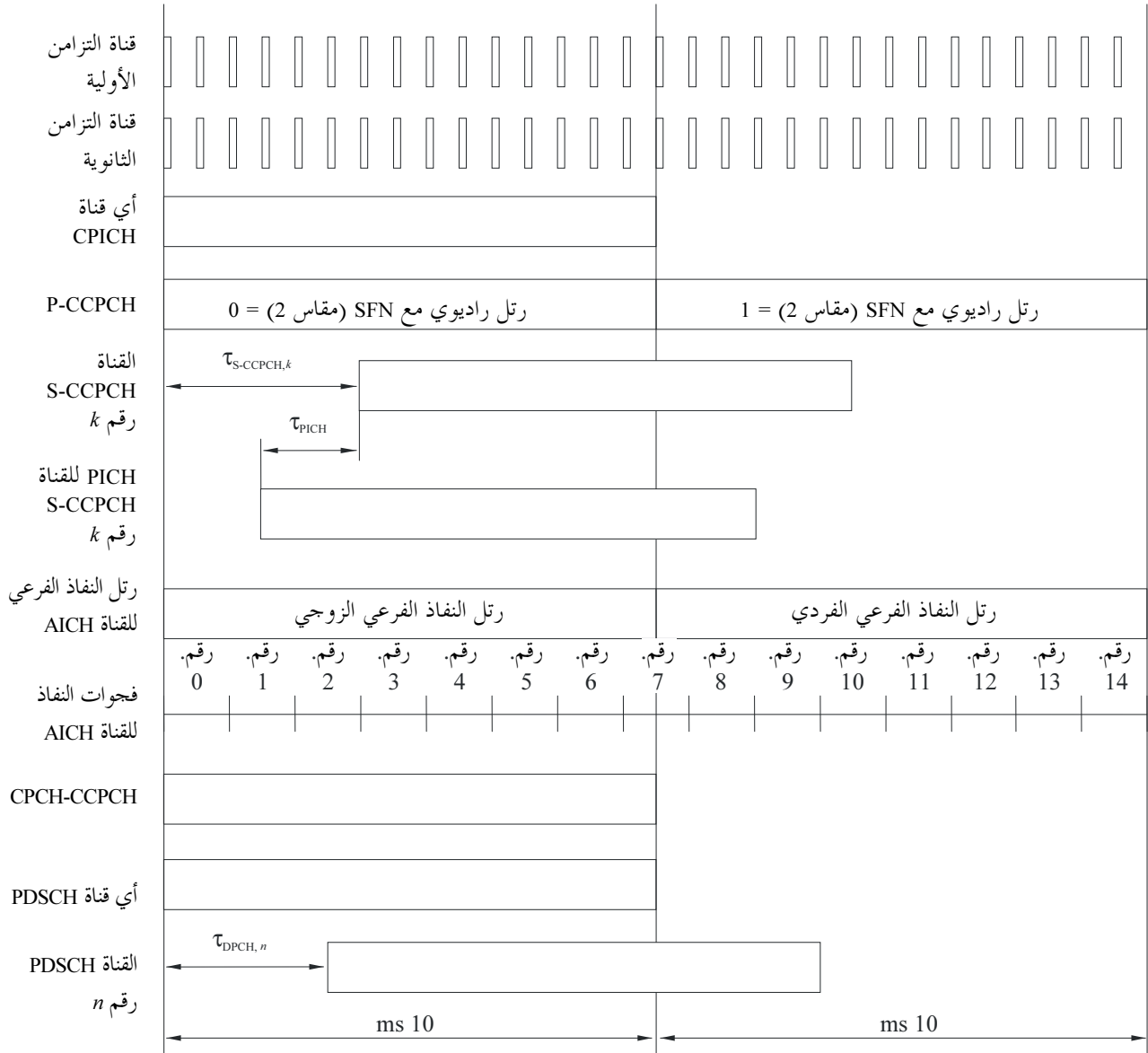
تكون أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة AICH للوصلة الهابطة مضبوطة زمنياً مع القناة الأولية P-CCPCH. كما أن أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH للوصلة الهابطة تكون مضبوطة زمنياً مع استقبال رتل النفاذ ورتل النفاذ الفرعي للقناة AICH للوصلة الهابطة. ويُبثّ رقم رتل النفاذ n من المحطة الأرضية المتنقلة (MES) قبيل استقبال رقم رتل النفاذ الفرعي للوصلة الهابطة n بقيمة τ_{p-a} نبضة، حيث $n = 0, 1, \dots, 15$. ويبين الشكل 43 علاقة التوقيت بين القناتين PRACH/AICH. أما التحالف في الإرسال τ_{off} فيمثل قيمة معينة بين $\tau_{off,max}^-$ و $\tau_{off,max}^+$ ، حيث $\tau_{off,max}$ هي القيمة القصوى للتحالف في الإرسال وتُرسل كإشارة من قبل طبقات أعلى. وتكون المسافة بين التمهيد والتمهيد التالي τ_{p-p} أكبر من المسافة الدنيا بين التمهيد والتمهيد $\tau_{p-p,min}$ أو مساوية لها. وبالإضافة إلى $\tau_{p-p,min}$ ، فإن المسافة τ_{p-a} بين التمهيد ومبين الحيازة (AI) تحدّد على النحو التالي:

- حين يتم ضبط توقيت إرسال القناة AICH على الصفر، فإن $\tau_{p-p,min} = 230\ 400$ نبضة (سته أرتال راديوية) و $\tau_{p-a} = 153\ 600$ نبضة (أربعة أرتال راديوية)؛
- حين يتم ضبط توقيت إرسال القناة AICH على 1، فإن $\tau_{p-p,min} = 307\ 200$ نبضة (ثمانية أرتال راديوية) و $\tau_{p-a} = 230\ 400$ نبضة (سته أرتال راديوية)؛

ويتم إرسال إشارة معلمة توقيت إرسال القناة AICH (AICH_Transmission_Timing) من قبل الطبقات الأعلى.

الشكل 43

توقيت الأرتال وتوقيت فجوات النفاذ للقنوات المادية للوصلة الهابطة



1850-43

2.1.4.1.4.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

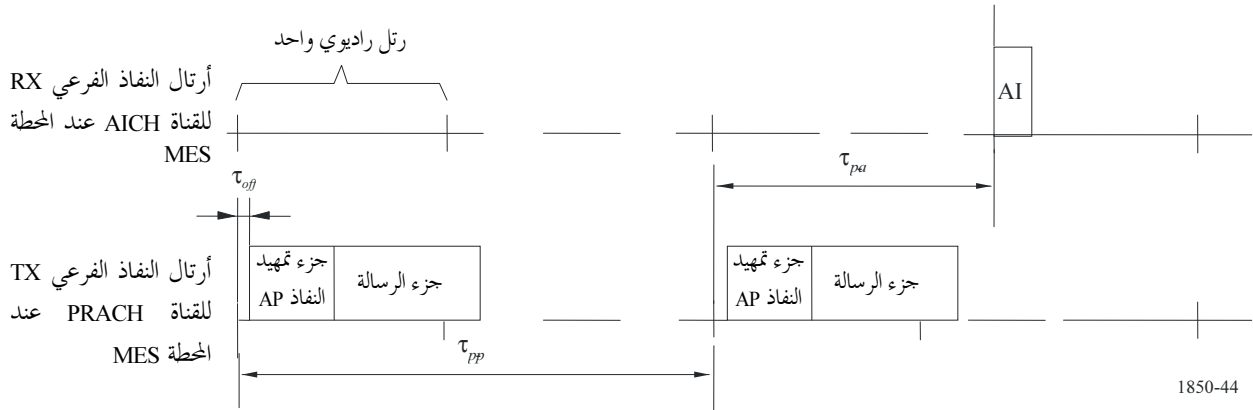
تكون أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة AICH للوصلة الهابطة مضبوطة زمنياً مع القناة الأولية P-CCPCH. كما أن أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH للوصلة الهابطة تكون مضبوطة زمنياً مع استقبال رتل النفاذ ورتل النفاذ الفرعي للقناة AICH للوصلة الهابطة. ويُبتَّ رقم رتل النفاذ n من المحطة الأرضية المتنقلة (MES) قبيل استقبال رقم رتل النفاذ الفرعي للوصلة الهابطة n بقيمة τ_{p-a} نبضة، حيث $n = 0, 1, \dots, 15$. ويبين الشكل 44 علاقة التوقيت بين القناتين PRACH/AICH. أما التخالف في الإرسال τ_{off} فيمثل قيمة معينة بين $\tau_{off,max}$ و $\tau_{off,max} + \tau_{off,max}$ ، حيث $\tau_{off,max}$ هي القيمة القصوى للتخالف في الإرسال وتُرسل كإشارة من قبل طبقات أعلى. وتكون المسافة بين التمهيد والتمهيد التالي τ_{p-p} أكبر من المسافة الدنيا بين التمهيد والتمهيد $\tau_{p-p,min}$ أو مساوية لها. وبالإضافة إلى $\tau_{p-p,min}$ ، فإن المسافة τ_{p-a} بين التمهيد ومبين الحيازة (AI) تحدّد على النحو التالي:

- حين يتم ضبط توقيت إرسال القناة AICH على الصفر، فإن $\tau_{p-p,min} = 1\ 520\ 000$ نبضة (سنة أرتال راديوية)
- $\tau_{p-a} = 1\ 075\ 200$ نبضة (أربعة أرتال راديوية)؛

- حين يتم ضبط توقيت إرسال القناة AICH على 1، فإن $\tau_{p-p,min} = 2\ 150\ 400$ نبضة (ثمانية أرتال راديوية) و $\tau_{p-a} = 2\ 073\ 600$ نبضة (سنة أرتال راديوية)؛
ويتم إرسال إشارة معلمة توقيت إرسال القناة AICH (AICH_Transmission_Timing) من قبل الطبقات الأعلى.

الشكل 44

علاقة التوقيت بين القناة PRACH والقناة AICH كما ترى عند المحطة الأرضية المنقلة



2.4.1.4.3.3.4 علاقة التوقيت بين القناتين PCPCH/AICH

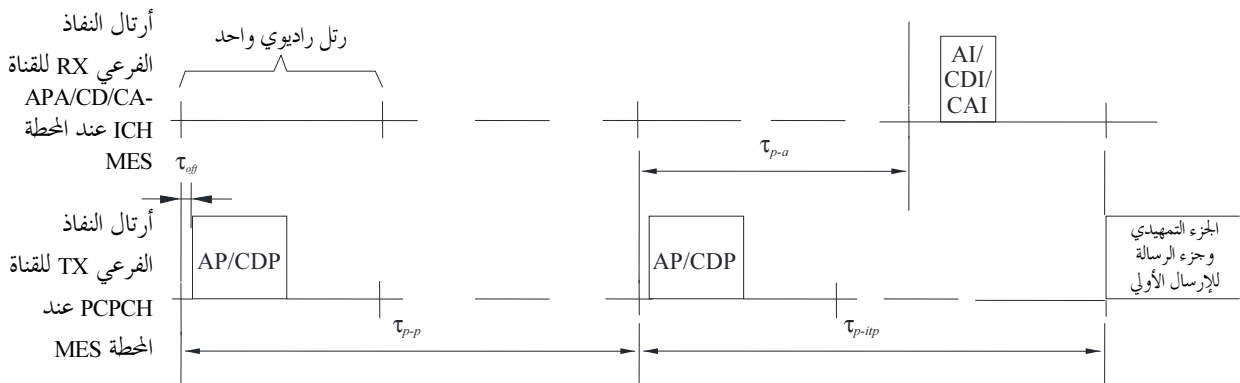
1.2.4.1.4.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

تكون أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة APA/CD/CA-ICH للوصلة الهابطة مضبوطة زمنياً مع قناة التحكم المادية المشتركة الأولية (P-CCPCH). كما أن أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة PCPCH للوصلة الهابطة تكون مضبوطة زمنياً مع استقبال رتل النفاذ ورتل النفاذ الفرعي للقناة APA/CD/CA-ICH للوصلة الهابطة.

وتكون علاقات التوقيت بين تمهيد النفاذ/تمهيد كشف التصادم (AP/CDP) و APA/CD/CA-ICH مطابقة للعلاقات بين تمهيد القناة RACH والقناة AICH. وتجدر الملاحظة أن تمهيد استبانة التصادم يلي بشكل متعاقب تمهيد النفاذ دون وجود أي ثغرة. ويوضح الشكل 45 التوقيت الخاص بالقناتين PCPCH/AICH.

الشكل 45

علاقة التوقيت بين القناة PCPCH والقناة APA/CD/CA-ICH كما ترى عند المحطة الأرضية المنقلة



وبالإضافة إلى $\tau_{p-p,min}$ ، فإن المسافة τ_{p-a} بين التمهيد ومبين الحيازة (AI)، والمسافة τ_{p-ipt} بين التمهيد وITP، تحدّدان على النحو التالي:

- حيث يتم ضبط T_{cpch} على الصفر، فإن $\tau_{p-p,min} = 230\ 400$ نبضة (سنة أرتال راديوية)، و $\tau_{p-a} = 153\ 600$ نبضة (أربعة أرتال راديوية)، و $\tau_{p-ipt} = 230\ 400$ نبضة (سنة أرتال راديوية)؛
 - حين يتم ضبط T_{cpch} على 1، فإن $\tau_{p-p,min} = 307\ 200$ نبضة (سنة أرتال راديوية)، و $\tau_{p-a} = 230\ 400$ نبضة (سنة أرتال راديوية)، و $\tau_{p-ipt} = 307\ 200$ نبضة (ثمانية أرتال راديوية).
- وتكون معلمة التوقيت T_{cpch} مطابقة لمعلمة توقيت إرسال القناة PRACH/AICH.

2.2.4.1.4.3.3.4 لسواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

تكون أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة APA/CD/CA-ICH للوصلة الهابطة مضبوطة زمنياً مع قناة التحكم المادية المشتركة الأولية (P-CCPCH). كما أن أرتال النفاذ وأرتال النفاذ الفرعي للقناة PCPCH للوصلة الهابطة تكون مضبوطة زمنياً مع استقبال رتل النفاذ ورتل النفاذ الفرعي للقناة APA/CD/CA-ICH للوصلة الهابطة.

وتكون علاقات التوقيت بين تمهيد النفاذ/تمهيد كشف التصادم (AP/CDP) والقناة APA/CD/CA-ICH مطابقة للعلاقة بين تمهيد القناة RACH والقناة AICH. وتجدر الملاحظة أن تمهيد استبانة التصادم يلي بشكل متعاقب تمهيد النفاذ دون وجود أي ثغرة. ويوضح الشكل 45 التوقيت الخاص بالقناة PCPCH/AICH.

إضافة إلى $\tau_{p-p,min}$ ، تعرف المسافة بين الحاشية وAI، τ_{p-a} ، والمسافة بين الحاشية وITP، τ_{p-ipt} ، على النحو التالي:

- حين يتم ضبط T_{cpch} على الصفر، فإن $\tau_{p-p,min} = 1\ 152\ 000$ نبضة (ثلاثون رتلاً راديوياً)، و $\tau_{p-a} = 1\ 075\ 200$ نبضة (ثمانية وعشرون رتلاً راديوياً) و $\tau_{p-ipt} = 1\ 152\ 000$ نبضة (ثلاثون رتلاً راديوياً)؛
 - حيث يتم ضبط T_{cpch} على 1، فإن $\tau_{p-p,min} = \tau_{p-p,min} = 2\ 150\ 400$ نبضة (سنة وخمسون رتلاً راديوياً)، و $\tau_{p-a} = 2\ 073\ 600$ نبضة (أربعة وخمسون رتلاً راديوياً)، و $\tau_{p-ipt} = 2\ 150\ 400$ نبضة (ثمانية أرتال راديوية).
- وتكون معلمة توقيت T_{cpch} مطابقة لمعلمة توقيت إرسال القناة PRACH/AICH.

3.4.1.4.3.3.4 علاقة التوقيت بين القنوات PCPCH/CPCH-CCPCH

يتم استقبال بداية رتل القناة CPCH-CCPCH المرافقة قبيل بث تمهيد الإرسال الأولي للقناة PCPCH بمدة 38 400 نبضة. ويُشار إلى بداية رتل القناة CPCH-CCPCH بالاسم TCPCH-CCPCH، ويشار إلى بداية رتل رسالة القناة PCPCH المرتبط به بالرمز T_{PCPCH} . ويرتبط أي رتل من أرتال القناة CPCH-CCPCH برتل رسالة واحد للقناة PCPCH بواسطة العلاقة:

$$T_{PCPCH} - T_{CPCH-CCPCH} = 38\ 400 + L_{ipt} \times 2\ 560 \text{ chips}$$

4.4.1.4.3.3.4 علاقة التوقيت بين القناتين DPCH/PDSCH

يُشار إلى بداية رتل القناة DPCH بالاسم TCPCH، فيما يشار إلى رتل القناة PDSCH بالرمز T_{PDSCH} . ويرتبط أي رتل من أرتال القناة DPCH برتل واحد للقناة PDSCH بواسطة العلاقة: $46\ 080 \text{ chips} \leq T_{PDSCH} - T_{DPCH} < 84\ 480 \text{ chips}$.

5.4.1.4.3.3.4 علاقات التوقيت للقناة DPCCH/DPDCH

عند المحطة MES، يتم بث رتل القناة DPCCH/DPDCH للوصلة الصاعدة بعد حوالي T_0 نبضة من استقبال أول مسير ملحوظ للرتل المناظر للقناة DPCCH/DPDCH للوصلة الهابطة. و T_0 هو ثابت يُعرّف بأنه يساوي $1\ 024 + 38\ 400$ نبضة.

2.4.3.3.4 تشفير القناة وتعدد إرسالها

1.2.4.3.3.4 خطوة المعالجة

يبين الشكل 46 خطوات التشفير وتعدد الإرسال، حيث يشير الرمز TrBk إلى كتلة الإرسال والرمز DTX إلى الإرسال المتقطع.

2.2.4.3.3.4 كشف الأخطاء

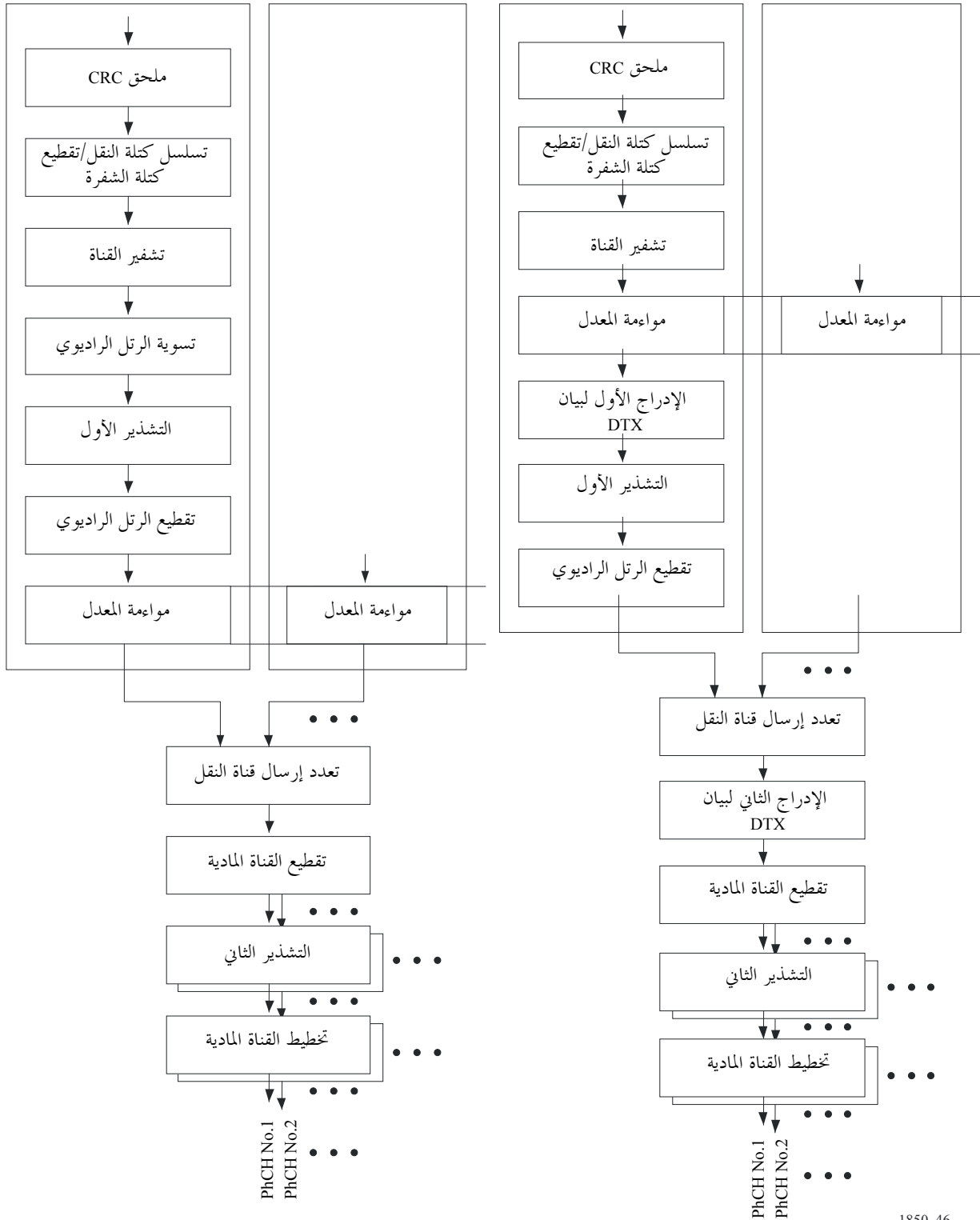
يتم تنفيذ كشف الأخطاء على كتل قناة النقل من خلال التحقق من الإطناط الدوري (CRC). وتبلغ عملية التحقق 24 أو 16 أو 12 أو 8 أو 0 بتة ويتم إرسال إشارته من طبقات أعلى مع تحديد طول عملية التحقق من الإطناط الدوري الذي ينبغي استخدامه لكل قناة من قنوات النقل.

وتُستخدم كتلة النقل بكاملها لحساب بتات تكافؤ عملية التحقق CRC لكل كتلة من كتل النقل. ويتم توليد بتات التكافؤ بواسطة الحدوديات المولدة الدورية التالية:

$$\begin{aligned} 1 + X + X^5 + X^6 + X^{23} + X^{24} &= G_{CRC24}(X) & - \\ 1 + X^5 + X^{12} + X^{16} &= G_{CRC16}(X) & - \\ 1 + X + X^2 + X^3 + X^{11} + X^{12} &= G_{CRC12}(X) & - \\ 1 + X + X^3 + X^4 + X^7 + X^8 &= G_{CRC8}(X) & - \end{aligned}$$

الشكل 46

خطوات المعالجة من قناة الإرسال (TrCH) إلى القناة المادية (PhCH)
(يسار: الوصلة الصاعدة، يمين: الوصلة الهابطة)



3.2.4.3.3.4 تشفير القناة

يمكن تطبيق مخططين لتشفير القناة في النفاذ SAT-CDMA، وهما:

- التشفير التلافيقي.
- تشفير توربو.

ويُستدل على اختيار تشفير القناة بواسطة الطبقات الأعلى. وبغية جعل أخطاء البث عشوائية، تتم إضافة إلى ذلك عملية تشفير الرموز.

الجدول 21

مخططات تشفير القنوات المنطقية

معدل التشفير	مخطط التشفير	قناة النقل
1/2	تشفير تلافيقي	BCH
		PCH
		RACH
1/2 ، 1/3		FACH ، DSCH ، DCH
1/3	تشفير توربو	

1.3.2.4.3.3.4 التشفير التلافيقي

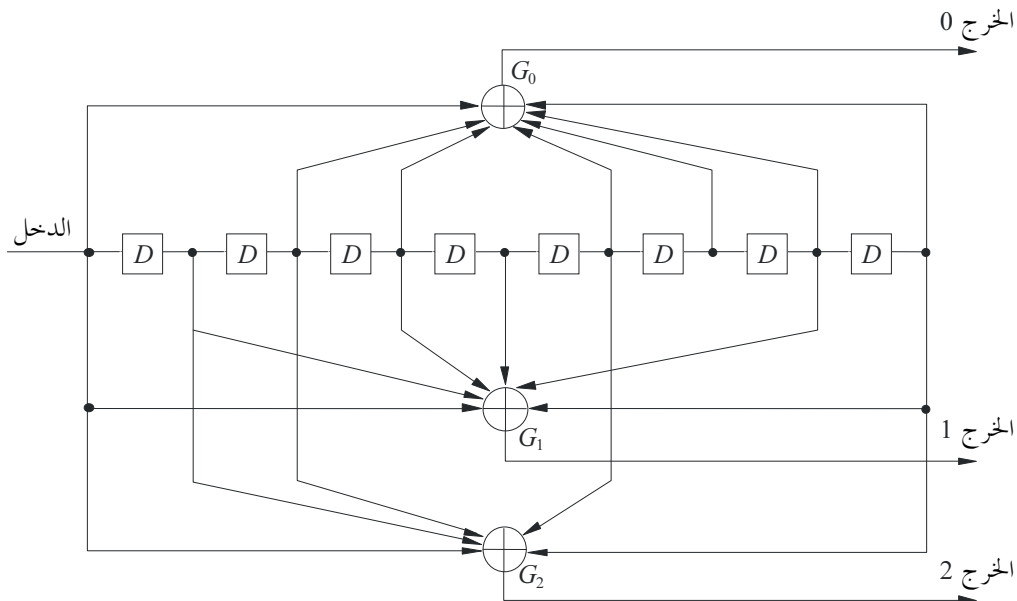
يتم تحديد الشفرات التلافيقية بتقييد طوله 9 ومعدلات تشفير قدرها 1/3 و 1/2.

أما دوال توليد الشفرة ذات المعدل 1/3 فهي $G_0 = 557$ (OCT) و $G_1 = 663$ (OCT) و $G_2 = 711$ (OCT).

وأما دوال توليد الشفرة ذات المعدل 1/2 فهي $G_0 = 561$ (OCT) و $G_1 = 753$ (OCT).

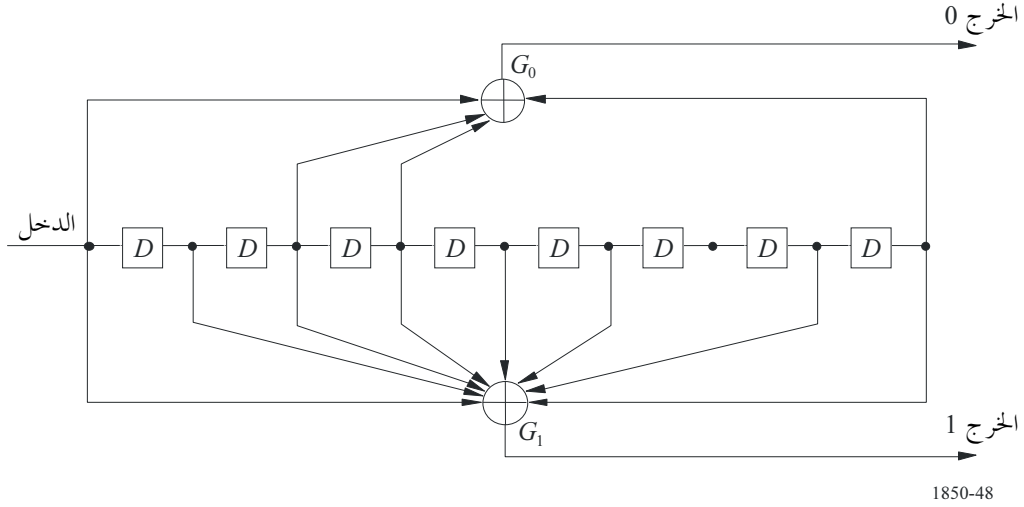
الشكل 47

مولد الشفرة التلافيقية بمعدل 1/3 وطول التقييد = 9



الشكل 48

مولد الشفرة التلافيفية بمعدل 1/2 وطول التقييد = 9



2.3.2.4.3.3.4 تشفير توربو

إن مخطط المشفر توربو هو بمثابة شفرة تلافيفية تسلسلية متوازية (PCCC) ذات مشفرين مكونين ثمانية الحالات ومُشدر داخلي لشفرة توربو. ويبلغ معدل التشفير لمشفر توربو 1/3.

أما دالة النقل للشفرة المكونة الثمانية الحالات للشفرة PCCC فهي :

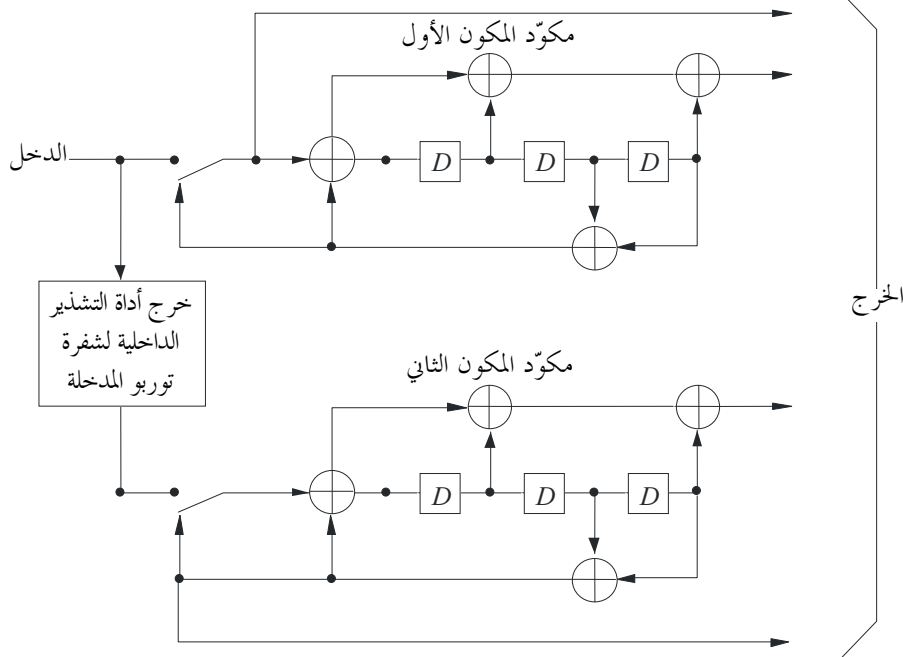
$$G(D) = \begin{bmatrix} 1, & g_1(D) \\ & g_0(D) \end{bmatrix}$$

حيث:

$$\begin{aligned} D^3 + D^2 + 1 &= g_0(D) \\ .D^3 + D + 1 &= g_1(D) \end{aligned}$$

الشكل 49

مولد شفرة توربو بمعدل 1/3 (تنطبق الخطوط المنقطة على نهايات الشبكة وحدها)



خرج أداة التشدير
الداخلية لشفرة
توربو المدخلة

4.2.4.3.3.4 التشدير

يكون المشدّر الأول عبارة عن مشدّر كتلي (M صف $\times N$ عمود) مع تباديل فيما بين الأعمدة. ويبلغ حجم المشدّر الأول $M \times N$ ، وهو عدد مضاعف صحيح للفترة الزمنية للإرسال (TTI).

ويكون المشدّر الثاني عبارة عن مشدّر كتلي (M صف $\times N$ عمود) مع تباديل فيما بين الأعمدة. ويبلغ حجم المشدّر الثاني $M \times N$ ، وهو يساوي عدد البتات الموجودة في رتل راديوي واحد لقناة مادية واحدة، في حين أن عدد الأعمدة N يساوي 30. أما نمط التباديل فيما بين الأعمدة فهو $\{0, 20, 10, 5, 15, 25, 3, 13, 23, 8, 18, 28, 1, 11, 21, 6, 16, 26, 4, 14, 24, 19, 9, 29, 12, 2, 7, 22, 27, 17\}$.

5.2.4.3.3.4 مواعمة المعدلات

يمكن أن يتفاوت عدد البتات على قناة النقل بين الفترات الزمنية المختلفة للإرسال. ففي الوصلة الصاعدة، يتم تكرار أو تقطيع البتات على قناة النقل لضمان أن معدل البتات الكلي بعد تعدد إرسال قناة النقل يتطابق مع معدل بتات القناة الكلي للقناة DPCH المخصصة. وفي الوصلة الهابطة، يكون معدل البتات الكلي بعد تعدد إرسال قناة النقل أقل من أو يساوي معدل بتات القناة الكلي الذي تعطيه شفرة (شفرات) توجيه القنوات المعينة من قبل الطبقات الأعلى. وينقطع الإرسال إذا كان عدد البتات أقل من الحد الأقصى.

6.2.4.3.3.4 تعدد إرسال قناة النقل

يتم خلال كل 10 ms إيصال رتل راديوي واحد من كل قناة نقل إلى عملية تعدد إرسال قناة النقل. ويتعدد إرسال هذه الأرتال الراديوية بشكل متسلسل باتجاه قناة نقل مركبة مشفرة.

7.2.4.3.3.4 تشفير مابين توليفة نسق النقل (TFCI)

يتم تشفير مابين توليفة نسق النقل (TFCI) باستخدام إحدى الشفرات الفرعية (32، 10) لشفرة ريد-مولر من المرتبة الثانية. وتكون الكلمات الشفرية عبارة عن تركيبة خطية من 10 تتابعات أساسية. ويجب أن تكون بتات معلومات المابين TFCI مناظرة لمؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي (RRC) من أجل الإشارة إلى المؤشر TFC للرتل الراديوي للقناة DPCH ذات الصلة.

وحيث تكوي إحدى القنوات المكرّسة (DCH) مرتبطة بالقناة DSCH، يمكن تقسيم الكلمة الشفرية للمبين TFCI بطريقة تقضي بعدم بثّ الكلمة الشفرية المتعلقة بالدلالة على نشاط المابين TFCI لكل حزمة من الحزم. ويدل تشوير الطبقات العليا على استخدام خاصية وظيفية من هذا القبيل. ويجري تشفير المابين TFCI باستخدام شفرة (16، 5) ثنائية التعامد (أو شفرة ريد-مولر من المرتبة الأولى). وتكون الكلمات الشفرية للشفرة الثنائية التعامد (16، 5) عبارة عن تركيبات خطية من 5 تتابعات أساسية. ويجب أن تقابل المجموعة الأولى من بتات معلومات المابين TFCI المؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي (RRC) من أجل الإشارة إلى المؤشر TFC للقناة DCH CCTrCH في الرتل الراديوي للقناة DPCH ذات الصلة. ويجب أن تقابل المجموعة الثانية من بتات معلومات المابين TFCI المؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي من أجل الإشارة إلى المؤشر TFC للقناة DSCH ذات الصلة في الرتل الراديوي المقابل للقناة DPSCH ذات الصلة.

ويتم إقران بتات الكلمة الشفرية بصورة مباشرة بفجوات الرتل الراديوي. وتُقرن البتات المشفرة b_k بالبتات الجاري بثها d_k للمبين TFCI، وذلك وفقاً للصيغة $d_k = b_{k \bmod 32}$ ، حيث $k = 0, \dots, K-1$. ويتوقف عدد البتات K ، المتوافرة في مجالات المابين TFCI المتعلقة برتل راديوي، على نسق الفجوة المستخدم للرتل.

8.2.4.3.3.4 تشفير أمر مراقبة قدرة الإرسال (TPC)

يتم تشفير أمر مراقبة قدرة الإرسال (TPC) المؤلف من 2 بتة بطريقة التكرار. ويجب أن تقابل مجموعة بتات أمر المراقبة TPC (a_0, a_1) الأمر TPC المحدد بواسطة إجراء مراقبة القدرة. وتعطى بتات الكلمة الشفرية الناتجة (b_k) على النحو التالي حيث $a_{k \bmod 2} = b_k$ ، $0, \dots, 15$.

وفيما يتعلق بقنوات الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة، تُقرن بتات الكلمة الشفرية بـ 15 فجوة من رتل راديوي معين. أما البتات المشفرة b_k فيتم إقرانها بالبتات d_k الجاري بثها المتعلقة بالأمر TPC، وذلك وفقاً للصيغة $d_k = b_{k \bmod 15}$ ، حيث $0 = k, \dots, 1 - K$. ويتوقف عدد البتات K ، المتوافرة في مجالات الميين TFCI لرتل راديوي، على نسق الفجوة المستخدم للرتل.

3.4.3.3.4 التشكيل والتمديد

1.3.4.3.3.4 تمديد الوصلة الصاعدة

يستخدم تشكيل التمديد طريقة الإبراق التربيعي بزحزحة الطور المركب والمتعامد (OCQPSK) لقنوات الوصلة الصاعدة.

وتتألف عملية التمديد من عمليتين: تمديد قصير الشفرة لتوجيه القنوات وتمديد طويل الشفرة للتخليط.

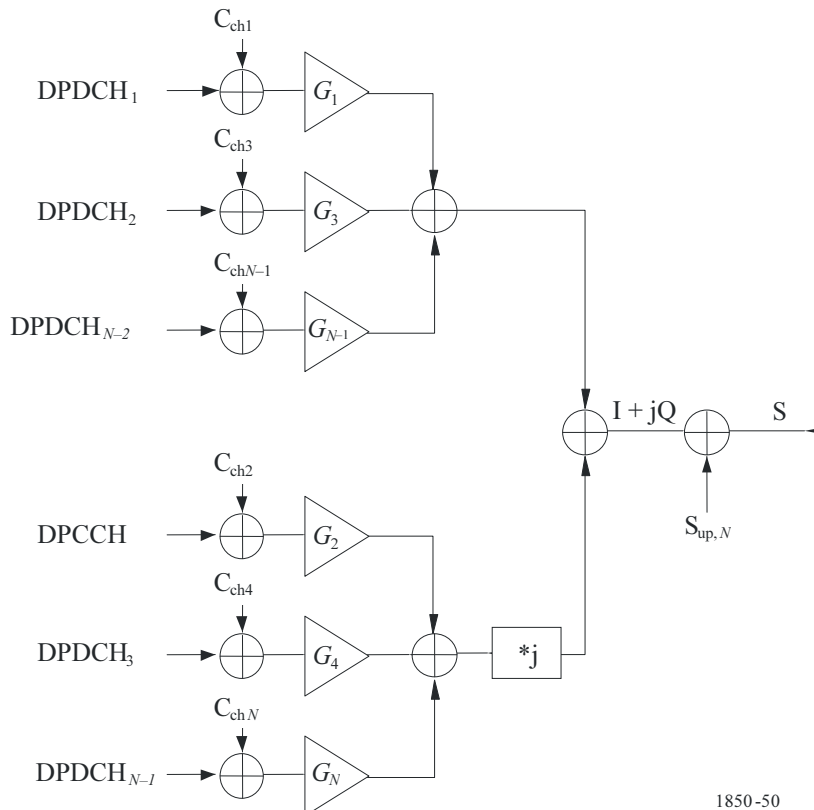
ويتم على قناة الوصلة الصاعدة تطبيق تمديد التابع المباشر الذي يستخدم الشفرة الطويلة.

ويبين الشكل 50 تشكيلة تمديد الوصلة الصاعدة. وتعمل شفرات توجيه القنوات $C_{ch\ i}$ ، حيث $i = 1, 2, \dots, N$ ، أولاً على تمديد قناة DPCCH واحدة وجميع القنوات DPDCH. ثم يتم تعديل الإشارات بعوامل كسب القدرة G_i ، ثم تجمع معاً في الفرعين I و Q، ويتم ضربها بشفرة التخليط المركبة $S_{up,N}$.

وعند الحاجة إلى قناة DPDCH واحدة، يتم بث القناة DPDCH1 والقناة DPCCH فقط. وفي الإرسال المتعدد الشفرات، يتم بث العديد من القنوات DPDCH باستخدام الفرعين I و Q.

الشكل 50

التمديد الخاص بالقناة DPDCH/DPCCH للوصلة الصاعدة



وتتكون شفرات توجيه القنوات في القناة DPCH للوصلة الصاعدة من شفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF). ويتم إنشاء شفرة التخليط الطويلة من التتابعين المكونين الطويلين $c_{\text{long},1,n}$ و $c_{\text{long},2,n}$. ويتم الحصول على هذين التتابعين بعملية جمع بحسب الموضع وبمقاس 2 للقطع النبضية البالغ عددها 38 400 والمتعلقة بتتابعين ثنائيين من المرتبة m هما x_n و y_n . ويتم الحصول على التتابع x_n ، الذي يعتمد على رقم تتابع التخليط المنتقى n ، بواسطة الحدودية المولدة للتتابع من المرتبة m وهي $1 + X^3 + X^{25}$ ، فيما يتم الحصول على التتابع y من الحدودية المولدة $1 + X + X^2 + X^3 + X^{25}$. ويعرض الشكل 51 تشكيلة مولد الشفرة الطويلة للوصلة الصاعدة.

ويتم تحديد تتابع غولد الثنائي z_n بالصيغة التالية:

$$z_n(i) = y(i) + x_n(i) \text{ modulo } 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2$$

وتُحوّل هذه التتابعات الثنائية إلى تتابعات حقيقية القيمة Z_n . ويتم تعريف تتابعي التخليط الطويلين الحقيقيين القيمة $c_{\text{long},1,n}$ و $c_{\text{long},2,n}$ على النحو التالي:

$$Z_n(i) = c_{\text{long},1,n}(i) \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2$$

$$Z_n((i + 16\,777\,232) \text{ modulo } (2^{25} - 1)) = c_{\text{long},2,n}(i) \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2$$

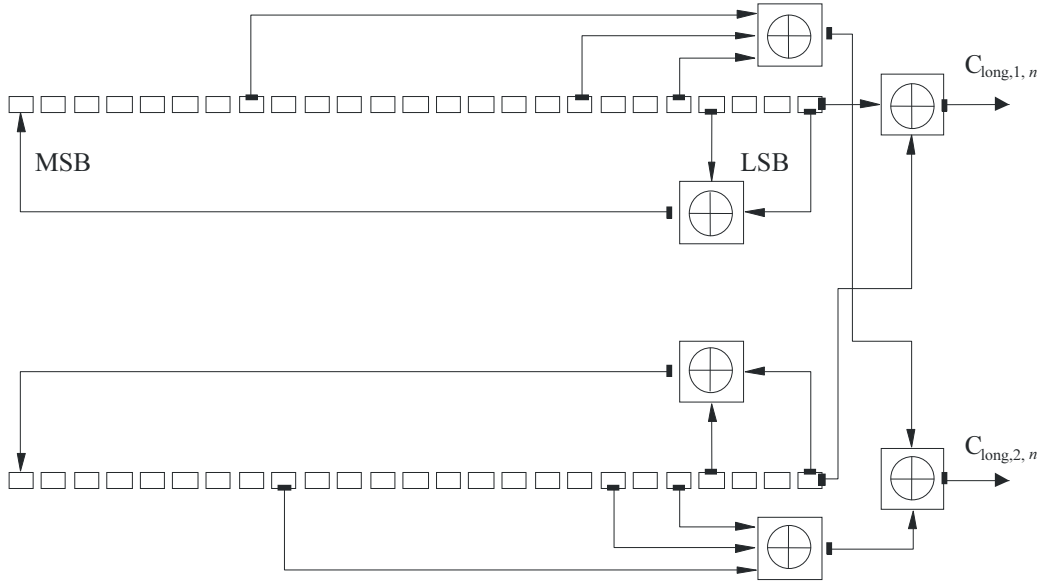
أخيراً يتم تعريف التخليط الطويل المركب القيمة $C_{\text{long},n}$ على النحو التالي:

$$C_{\text{long},n}(i) = c_{\text{long},1,n}(i) \left(1 + j(-1)^i c_{\text{long},2,n}(2 \lfloor i/2 \rfloor) \right)$$

حيث $i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2$ و $\lfloor \cdot \rfloor$ تدل على التقريب إلى أقرب أدنى عدد صحيح.

الشكل 51

مولد الشفرة الطويلة للوصلة الصاعدة



1.1.3.4.3.3.4 شفرات القناة PRACH والقناة PCPCH

يبلغ طول شفرة تمهيد النفاذ $N_p \times 4096$ نبضة، وهي تتألف من العدد N_p من شفرات التمهيد الفرعي. وتعتبر شفرة التمهيد الفرعي $C_{pre,n,s,i}$ بمثابة تتابع ذي قيمة مركبة. ويتم تكوينها من شفرة تخليط التمهيد $S_{r-pre,n}$ ومن أثر التمهيد $C_{sig,s}$ ، وذلك على النحو التالي:

- حين يتم وضع N_p يساوي 1، يكون لدينا:

$$C_{pre,n,s,0}(k) = S_{pre,n,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

- وحين يكون ضبط N_p أكبر من 1 يكون لدينا:

$$C_{pre,n,s,i}(k) = S_{pre,n}(k) \times C_{sig,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095, i = 0, 1, \dots, N_p - 2$$

$$C_{pre,n,s,N_p-1}(k) = S_{pre,n}(k) \times C_{sig,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

حيث $k = 0$ تقابل النبضة التي تم بثها أولاً.

ويتألف أثر التمهيد المناظر للأثر s من 256 عملية تكرار بطول 16 أثراً. ويؤخذ الأثر من مجموعة مؤلفة من 16 شفرة من شفرات هادامارد البالغ طولها 16.

يتم تكوين شفرة التخليط للجزء التمهيدي من تتابعات التخليط الطويلة. وتُعرف شفرة تخليط التمهيد رقم n على النحو التالي:

$$S_{pre,n}(i) = c_{long,1,n}(i)$$

حيث $i = 0, 1, \dots, 4095$. وحين تستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، فإن شفرة تخليط التمهيد رقم n ، حين يكون n عدداً زوجياً، تستخدم للتمهيد الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الزوجي. وتُستخدم شفرة تخليط التمهيد رقم n ، حين يكون n عدداً فردياً، للتمهيد الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الفردي.

وترتكز شفرة تخليط جزء الرسالة رقم n للقناة PRACH، التي يشار إليها بالرمز $S_{r-msg,n}$ ، حيث $n = 0, 1, \dots, 8191$ ، إلى تتابع تخليط طويل، وتُعرف على النحو التالي:

$$S_{r-msg,n}(i) = C_{long,n}(i + 4096), i = 0, 1, \dots, 38399$$

أما شفرة تخليط جزء الرسالة رقم n للقناة PCPCH، التي يشار إليها بالرمز $S_{c-msg,n}$ ، حيث $n = 8192, 8193, \dots, 4095$ ، فترتكز إلى تتابع التخليط وتُعرف على النحو التالي:

$$S_{c-msg,n}(i) = C_{long,n}(i), i = 0, 1, \dots, 38399$$

2.3.4.3.3.4 تشكيل الوصلة الصاعدة

يبلغ معدل نبضات التشكيل Mchip/s 3,84.

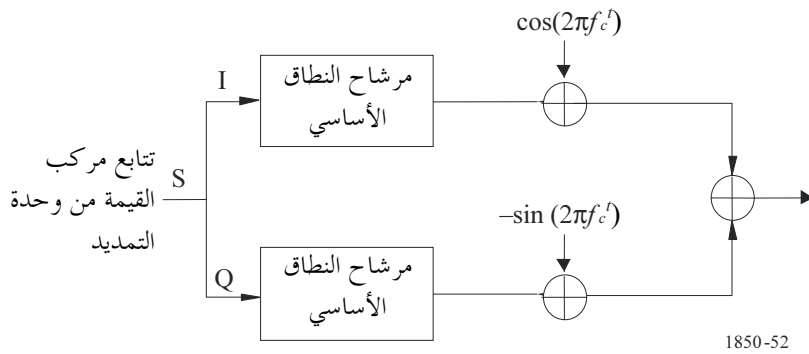
وفي الوصلة الصاعدة، يكون التشكيل عبارة عن إبراق تريبيعي بزحزحة الطور (QPSK) مزدوج القناة.

ويتم إقران القناة المشكّلة DPCCH بالقناة-Q، فيما يتم إقران القناة DPDCH الأولى بالقناة-I.

وتبعاً لذلك، يتم إجراء تطبيق بين القنوات DPCCH والقناة Q أو I على أساس التناوب.

ويُظهر الشكل 52 تشكيلة تشكيل الوصلة الصاعدة. ويكون مرشاح النطاق الأساسي (مرشاح تشكيل النبض) من نوع مرشاح جذر جيب التمام بقطع متدرج قدره $\alpha = 0,22$ في مجال التردد.

الشكل 52
تشكيل الوصلة الصاعدة



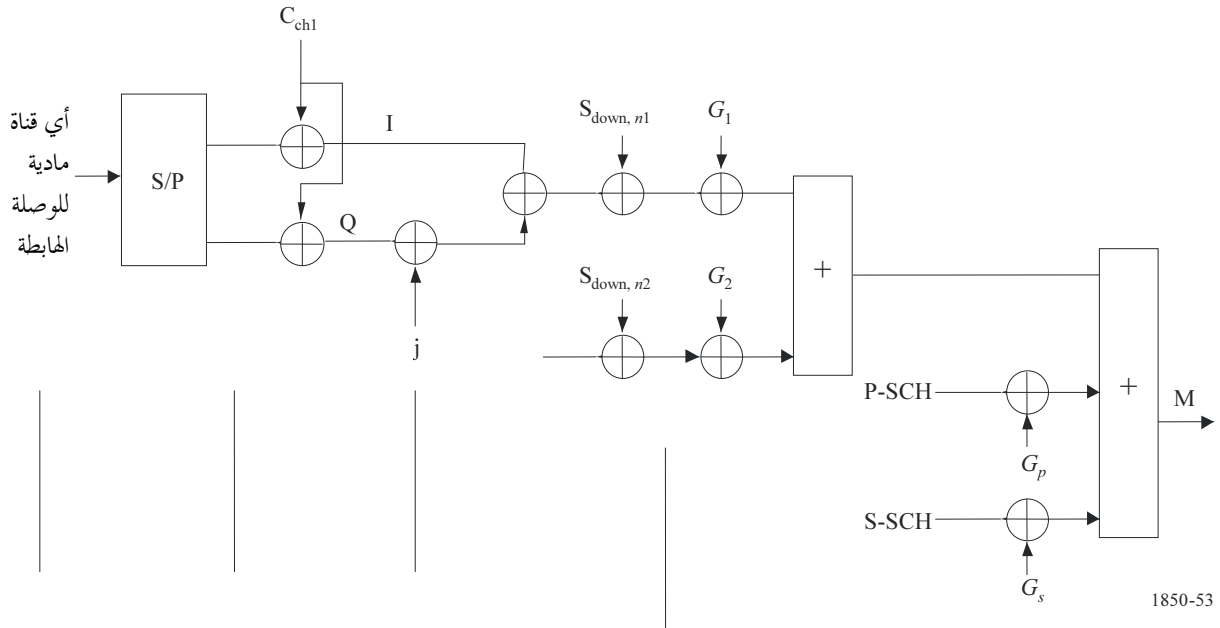
3.3.4.3.4 تمديد الوصلة الهابطة

لا يستخدم الإبراق التريبيعي بزحزة الطور المركب والمتعامد (OCQPSK) في الوصلة الهابطة. وتتكون عملية التمديد من عمليتين: تمديد قصير الشفرة لتوجيه القنوات وتمديد طويل الشفرة للتخليط. ويُطبق تمديد التتابع المباشر باستخدام الشفرة الطويلة على قناة الوصلة الهابطة. وبالنسبة لقناة الوصلة الهابطة، تكون هذه الشفرة الطويلة دورية يساوي طول دورتها 38 400 نبضة. ويساوي طول الشفرة الطويلة طول رتل قدره 10 ms.

ويبين الشكل 53 تشكيلة تمديد الوصلة الهابطة.

الشكل 53

التمديد الخاص بالقنوات المادية للوصلة الهابطة



وتكون شفرة توجيه القنوات للقنوات المادية للوصلة الهابطة مطابقة لشفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF) التي استُخدمت في الوصلة الصاعدة.

ويتم تكوين شفرة التخليط بدمج تتابعين حقيقيين في تتابع مركب واحد. ويتم الحصول على كل من التتابعين الحقيقيين بعملية جمع بحسب الموضع وبمقاس 2 للقطع النبضية البالغ عددها 38 400 والمتعلقة بتتابعين ثنائيين من المرتبة m هما x و y . ويتم الحصول على التتابع x بواسطة الحدودية المولدة وهي $X^{18} + X^7 + 1$. ويتم الحصول على التتابع y بواسطة الحدودية المولدة $X^{18} + X^{10} + X^7 + X^5 + 1$. ويكون الموضع الأولي للتتابع x هو (00...1)، حيث يرمز 1 إلى البتة الأقل دلالة. أما الموضع الأولي للتتابع y فهو (11...1). ويبين الشكل 54 تشكيلة مولد شفرة التخليط للوصلة الهابطة.

بعد ذلك يُعرّف تتابع الشفرة غولد z_n رقم n على النحو التالي:

$$z_n(i) = x((i + n) \text{ modulo } (2^{18} - 1)) + y(i) \text{ modulo } 2, i = 0, \dots, 2^{18} - 2$$

ويتم تحويل هذه التتابعات الثنائية إلى تتابعات حقيقية القيمة Z_n . وأخيراً يُعرّف تتابع شفرة التخليط المركبة $S_{dl,n}$ رقم n على النحو التالي:

$$S_{dl,n}(i) = Z_n(i) + j Z_n((i + 131\ 072) \text{ modulo } (2^{18} - 1)), i = 0, 1, \dots, 38\ 399$$

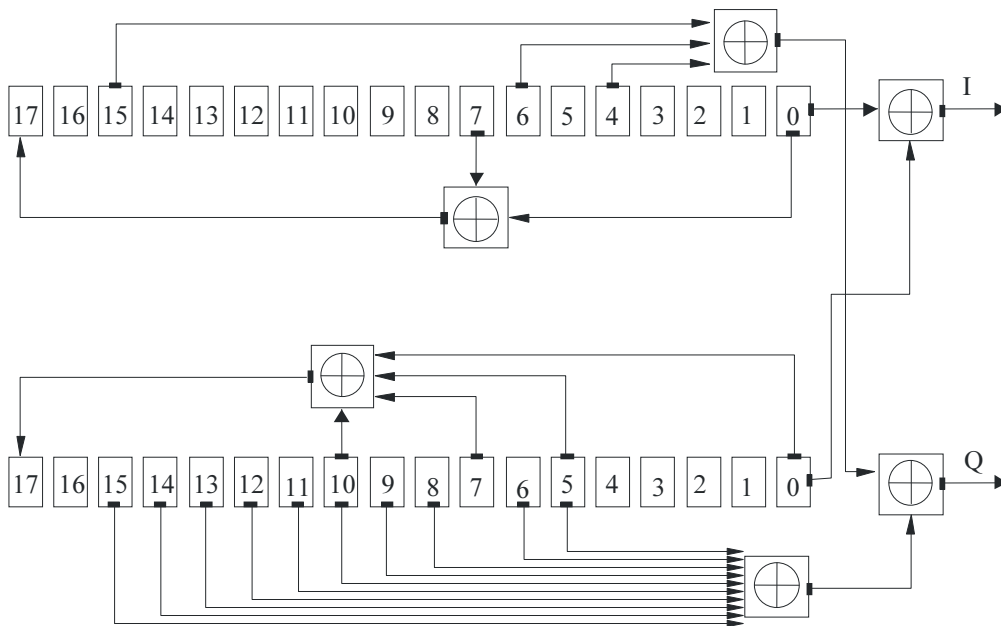
ويلاحظ تكرار النمط بدءاً من الطور 0 وحتى الطور 38 399.

وتُقسم شفرات التخليط إلى 512 مجموعة تتألف كل منها من شفرة تخليط أولية ومن 15 شفرة تخليط ثانوية. وتتألف شفرات التخليط الأولية من شفرات التخليط $n = 16 \times i$ ، حيث $i = 0 \dots 511$. أما المجموعة رقم i من شفرات التخليط الثانوية فتتألف من شفرات التخليط $(16 \times i + k)$ حيث $k = 1 \dots 15$. وثمة تقابل واحد لواحد بين كل شفرة تخليط أولية وشفرات التخليط الثانوية البالغ عددها 15 ضمن مجموعة ما، بحيث إن شفرة التخليط الأولية i تقابل المجموعة i من شفرات التخليط الثانوية. وبذلك يتم استخدام شفرات التخليط $n = 0, 1, \dots, 8\ 191$

وتُقسّم مجموعة شفرات التخليط الأولية مجدداً إلى 64 مجموعة من شفرات التخليط، تتألف كل منها من ثماني شفرات تخليط أولية. وتتألف المجموعة z من شفرات التخليط من عدد من شفرات التخليط يساوي $16 \times 8 \times z + k$ ، حيث $z = 0 \dots 63$ و $k = 0 \dots 7$.

الشكل 54

مولد شفرة التخليط للوصلة الهابطة



1.3.3.4.3.3.4 شفرات التزامن

1.1.3.3.4.3.3.4 لسواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO)

تُنشأ شفرة التزامن الأولية (PSC)، ورمزها C_{psc} ، بشكل تتابعين تراتبيين مُعممين من نمط غولاي. وإذا عرفنا:

$$a_1 = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1 \rangle \quad -$$

$$a_2 = \langle y_1, y_2, y_3, \dots, y_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1 \rangle \quad -$$

فإن توليد الشفرة PSC يتم بتكرار التتابعين a_1 و a_2 بعد تشكيلهما بحسب تتابع غولاي التكميلي، ثم إنشاء تتابع مركب القيمة يكون مكوّناته الحقيقي والتخيلي متطابقين. وتُحدد الشفرة C_{psc} على النحو التالي:

$$C_{psc} = (1 + j) \times \langle a_1, -a_1, -a_1, -a_1, -a_1, a_1, -a_1, -a_1, a_2, a_2, -a_2, a_2, -a_2, a_2, a_2, a_2 \rangle \quad -$$

إن شفرات التزامن الثانوية (SSC) البالغ عددها 16، وهي $\{C_{ssc,1}, \dots, C_{ssc,16}\}$ ، هي ذات قيمة مركبة ولها مكوّنات حقيقي وتخيلي متطابقان، ويتم إنشاؤها بحساب حاصل الضرب بحسب الموقع لتتابع هادامارد مع التتابع z المعروف على النحو التالي:

$$z = \langle b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, -b_1, -b_1, b_2, -b_2, -b_2, b_2, b_2, -b_2, b_2, -b_2 \rangle \quad -$$

حيث $b_1 = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle$ و $x_1, x_2, \dots, x_{15}, x_{16}$ هما على نفس النحو الوارد في تعريف التتابع a_1 أعلاه.

على نفس النحو الوارد في تعريف التتابع a_2 أعلاه. $b_2 = \langle y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, -y_9, -y_{10}, -y_{11}, -y_{12}, -y_{13}, -y_{14}, -y_{15}, -y_{16} \rangle$ و $y_1, y_2, \dots, y_{15}, y_{16}$ هما

ويتم الحصول على تتابعات هادامارد بشكل صفوف في مصفوفة H_8 يتم إنشاؤها بشكل تكراري. ويشار إلى تتابع هادامارد رقم n بوصفه صفّاً للمصفوفة H_8 المرقمة من الأعلى، $0 = n, 1, 2, \dots, 255$ ، على التسلسل. وعلاوة على ذلك، يدل $h_n(i)$ و $z(i)$ على الرمز رقم i من التتابع h_n وعلى z على التوالي، حيث $0 = i, 1, 2, \dots, 255$.

أما شفرة التزامن الثانوية رقم k ، ورمزها $C_{ssc,k}$ ، حيث $1 = k, 2, 3, \dots, 16$ ، فتحدد عندئذ على النحو التالي:

$$C_{ssc,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$$

$$\text{حيث } (1 - k) \times 8 = m$$

وثمة 64 تتابعاً من تتابعات قنوات التزامن الثانوية (SCH) يتألف كل منها من 15 شفرة تزامن ثانوية (SSC). ويتم إنشاء تتابعات قنوات التزامن الثانوية البالغ عددها 64 بحيث تكون انزياحاتها الدورية فريدة، أي إن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات الـ 64 لا يعادل أي انزياح دوري لأي تتابع آخر من التتابعات الـ 64 الأخرى. كما أن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات لا يعادل ذاته بعد أي انزياح دوري آخر يقل عن 15.

2.1.3.3.4.3.3.4 شفرات التزامن لكوكبة سواتل المدار المستقر بالنسبة إلى الأرض (GEO)

تُنشأ شفرة التزامن الأولية (PSC)، ورمزها C_{psc} ، بشكل تتابعين تراتبيين مُعممين من نوع غولاي. كما يتم اختيار الشفرة PSC أيضاً بحيث يكون لديها خصائص جيدة للترابط الذاتي غير الدوري.

وإذا عرفنا:

$$a = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1 \rangle \quad -$$

فإن توليد الشفرة PSC يتم بتكرار التتابع a بعد تشكيله بحسب تتابع غولاي التكميلي، ثم إيجاد تتابع مركب القيمة يكون مكوّناته الحقيقي والتخيلي متطابقين. وتُحدد الشفرة C_{psc} على النحو التالي:

$$C_{psc} = (1 + j) \times \langle a, a, a, -a, -a, a, -a, -a, a, a, a, -a, a, -a, a, a \rangle \quad -$$

حيث تكون النبضة التي تقع في أقصى يسار التابع مناظرة للنبضة التي يتم بثها في أول الأمر.

إن شفرات التزامن الثانوية (SSC) البالغ عددها 16، وهي $\{C_{SSC,1}, \dots, C_{SSC,16}\}$ ، هي ذات قيمة مركبة ولها مكونان حقيقي وتخليفي متطابقان، ويتم إنشاؤها بحساب حاصل الضرب بحسب الموقع لتتابع هادامارد والتتابع z المعرف على النحو التالي:

$$- \quad z = \langle b, b, b, -b, b, b, -b, -b, b, -b, b, -b, -b, -b, -b, -b \rangle \quad \text{حيث:}$$

$$- \quad b = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle \quad \text{هما على}$$

نفس النحو الوارد في تعريف التابع a أعلاه.

ويتم الحصول على تتابعات هادامارد بوصفها صفوف المصفوفة H_8 التي يتم إنشاؤها بشكل تكراري بواسطة:

$$H_0 = (1)$$

$$H_k = \begin{pmatrix} H_{k-1} & H_{k-1} \\ H_{k-1} & -H_{k-1} \end{pmatrix}, \quad k \geq 1$$

حيث ترقم الصفوف من الأعلى بدءاً من الصف 0 (التتابعات المؤلفة من آحاد فقط).

ويشار إلى تابع هادامارد رقم n بوصفه صفّاً في المصفوفة H_8 المرقمة من الأعلى، $n = 0, 1, 2, \dots, 255$ على التسلسل. وعلاوة على ذلك، يدل $h_n(i)$ على الرمز رقم i من التابع h_n و z على التوالي، حيث $i = 0, 1, 2, \dots, 255$ ، وحيث $i = 0$ يقابل الرمز الذي يقع في أقصى اليسار.

أما شفرة التزامن الثانوية رقم k ، ورمزها $C_{SSC,k}$ ، حيث $k = 1, 2, 3, \dots, 16$ ، فتحدد عندئذ على النحو التالي:

$$- \quad C_{SSC,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$$

- حيث $m = 16 \times (1 - k)$ وحيث تكون النبضة التي تقع في أقصى يسار التابع مناظرة للنبضة التي يتم بثها في أول الأمر.

ويتم إنشاء تتابعات قنوات التزامن الثانوية البالغ عددها 64 بحيث تكون انزياحاتها الدورية فريدة، أي إن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات الـ 64 لا يعادل أي انزياح دوري لأي تابع آخر من التتابعات الـ 64 الأخرى. كما أن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات لا يعادل ذاته بعد أي انزياح دوري آخر يقل عن 15. ويصف الجدول 6 تتابعات الشفرات SSC المستخدمة في تشفير مجموعات شفرات التخليط المختلفة البالغ عددها 64. وتحدد المداخل الواردة في الجدول 6 الشفرة SSC التي يجب استخدامها في الفجوات المختلفة لفئات شفرات التخليط المختلفة؛ مثلاً، يعني المدخل "7" أن شفرة التزامن الثانوية رقم 7، أي $C_{SSC,7}$ ، تستخدم لمجموعة وفجوة شفرة التخليط المناظرة.

4.3.4.3.3.4 تشكيل الوصلة الهابطة

يبلغ معدل نبضات التشكيل Mchip/s 3,84.

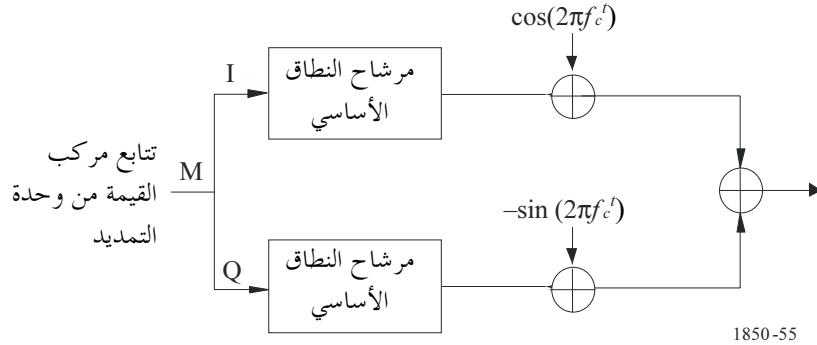
وفي الوصلة الهابطة، يكون تشكيل البيانات للقناة DPCH عبارة عن إبراق تريبي بزرحة الطور (QPSK).

وتكون القنوات المشكّلتان DPDCH وDPCCH متعددي الإرسال بتقسيم الزمن.

ويُظهر الشكل 55 تشكيلة الوصلة الهابطة. ويكون مرشاح النطاق الأساسي (مرشاح تشكيل النبض) عبارة عن مرشاح جذر جيب التمام بقطع متدرج قدره $\alpha = 0,22$ في مجال التردد.

الشكل 55

تشكيل الوصلة الهابطة



4.4.3.3.4 الإجراءات

1.4.4.3.3.4 البحث عن الحزم

تُنَفَّذُ عملية البحث عن الحزم في ثلاث خطوات:

الخطوة 1: تُستخدم المحطة MES شفرة التزامن الأولية لقناة التزامن SCH للحياسة على خانة تزامن للحزمة.

الخطوة 2: تُستخدم المحطة MES تتابعات شفرة التزامن الثانوية لقناة التزامن SCH من أجل العثور على تزامن الرتل وتحديد مجموعة الشفرات للحزمة التي تم العثور عليها في الخطوة الأولى.

الخطوة 3: تحدد المحطة MES بدقة شفرة التخليط الأولية المستخدمة من قبل الحزمة التي تم العثور عليها.

وأثناء الخطوتين الأولى والثانية، قد يستدعي الأمر وجود تقنية بحث تقريبي عن التردد و/أو تقنية كشف تفاضلية، وذلك بسبب خطأ تردد الموجة الحاملة الناجم عن إزاحة دوبلر.

وأثناء الخطوتين الثانية والثالثة، قد تُستخدم المحطة MES معلومة مختزنة محلياً عن الكوكبة الساتلية وموقعها. ويمكن أن يقلل ذلك من مدة البحث عن الحزمة.

2.4.4.3.3.4 النفاذ العشوائي

1.2.4.4.3.3.4 الإجراءات الخاص بالقناة RACH

في طبقة مراقبة النفاذ المتوسط (MAC)، وعند وجود بيانات يتعين بثها، تختار المحطة MES فئة القناة RACH وتبدأ بدورة إعادة البث. فإذا كان عدد دورات إعادة البث أكبر من العدد الأقصى لدورات إعادة البث، تقوم المحطة MES بإيقاف الإجراء وتُبلغ بذلك الطبقة العليا من مراقبة الوصلة الراديوية (RLC) ومراقبة المورد الراديوي (RRC).

وفي بداية كل دورة من دورات إعادة البث، تعمل المحطة MES على إنعاش المعلومات المتصلة بإجراء القناة RACH بأحدث ما توافر لديها من قيم، بما في ذلك رسائل معلومات النظام داخل القناة الإذاعية (BCH). ومن ثم تقرر المحطة MES ما إذا كانت ستبدأ بث القناة RACH في الرتل الحالي استناداً إلى قيمة بقاء الأثر. فإن لم يُسمح بالبث، تُكرَّر المحطة MES العملية انطلاقاً من التدقيق في بقاء الأثر في الرتل التالي. وحين يُسمح بالبث، تستهل المحطة MES فترة إعادة بث مكثفة. وإذا كان عدد الفترات المكررة أكبر من عمليات إعادة البث المكثفة القصوى، فإن المحطة MES تُعيد البدء بدورة إعادة البث في الرتل الذي يلي.

وأثناء فترة تكثيف عمليات إعادة البث، تنفذ المحطة الإجراءات المادي للنفاز العشوائي على النحو التالي:

الخطوة 1: استخراج رتل النفاذ للوصلة الصاعدة المتوفرة في مجموعة رتل النفاذ التام التالي، من خلال استخدام القنوات الفرعية المتاحة للقناة RACH ضمن فئة القناة RACH المتوفرة، ومن ثم القيام بانتقاء عشوائي لرتل نفاذ واحد من بين تلك المحددة سابقاً. وعند استخدام أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تنتقي المحطة MES بشكل عشوائي رتل نفاذ فرعي من أرتال النفاذ الفرعي الفردية والزوجية ضمن رتل النفاذ الذي تم اختياره.

الخطوة 2: الانتقاء العشوائي لأثر من مجموعة الآثار المتوفرة ضمن فئة القناة RACH المعينة.

الخطوة 3: ضبط عدّاد إعادة بثّ التمهيدي على القيمة القصوى لإعادة بث التمهيدي.

الخطوة 4: ضبط قدرة التمهيدي على قدرة التمهيدي الأولية (Preamble_Initial_Power).

الخطوة 5: الانتقاء العشوائي للتخالف الزمني للبث، τ_{off} ، ضمن مجموعة تتراوح بين $-\tau_{off,max}$ إلى $\tau_{off,max}$ نبضة.

الخطوة 6: بث الجزء التمهيدي وجزء الرسالة باستخدام رتل النفاذ المختار (أو رتل النفاذ الفرعي)، والتخالف الزمني للبث، والأثر، وقدرة بثّ الجزء التمهيدي. ويجب أن تكون قدرة البث المتعلقة بجزء التحكم برسالة النفاذ العشوائي أعلى من قدرة الجزء التمهيدي بمقدار $Pp-m$ (dB).

الخطوة 7: إذا لم يتم الكشف عن وجود مَبِين حيازة إيجابي أو سلبى مناظر للأثر المنتقى في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ قناة مَبِين الحيازة AICH للوصلة الهابطة المناظر لرتل (أو رتل النفاذ الفرعي) النفاذ للوصلة الصاعدة الذي تم بثه، عندئذ يتم ما يلي :

الخطوة الفرعية 1.7: اختيار رتل النفاذ المتاح التالي في مجموعة القنوات الفرعية للقناة RACH ضمن الفئة المعينة للقناة RACH. وعندما تُستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تقوم المحطة بشكل عشوائي باختيار رتل نفاذ فرعي من أرتال النفاذ الفرعي الزوجية والفردية ضمن رتل النفاذ الذي تم اختياره.

الخطوة الفرعية 2.7: الانتقاء العشوائي لأثر جديد من الآثار المتوفرة.

الخطوة الفرعية 3.7: زيادة قدرة الجزء التمهيدي بمقدار ΔP_0 = خطوة منحدر القدرة.

الخطوة الفرعية 4.7: خفض عدّاد إعادة بث التمهيدي بقيمة واحد.

الخطوة الفرعية 5.7: إذا كان عدّاد إعادة بث التمهيدي < 0 ، عندئذ تكرر الخطوات بدءاً من الخطوة 5؛ وإلا تُبَلَّغ حالة الطبقة 1 "No ack on AICH" إلى الطبقة العليا (MAC)، ويتم الخروج من تدبير النفاذ العشوائي المادي.

الخطوة 8: إذا تم الكشف عن وجود مَبِين حيازة سلبى مناظر للأثر المختار، وذلك في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ الوصلة الهابطة المناظر لرتل (أو رتل النفاذ الفرعي) النفاذ للوصلة الصاعدة الذي تم اختياره، تُبَلَّغ حالة الطبقة 1 "Nack on AICH received" إلى الطبقة العليا (MAC)، ويتم الخروج من تدبير النفاذ العشوائي المادي.

الخطوة 9: الإبلاغ عن حالة الطبقة 1 "Ack on AICH received" إلى الطبقة العليا (MAC)، والخروج من تدبير النفاذ العشوائي المادي.

وتقوم إحدى القنوات الفرعية لقناة النفاذ العشوائي RACH بتحديد أرتال نفاذ الوصلة الصاعدة التي تكون مضبوطة زمنياً مع أرتال القناة الأولية P-CCPCH.

وفي سياق بث تمهيدي ورسالة القناة RACH، يمكن أن تُستخدم المحطة MES تقنية تعويض دوبلر المسبق، استناداً إلى تقدير الإزاحة الدوبلرية على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة.

وفي طبقة مراقبة النفاذ المتوسط (MAC)، وحين تشير الطبقة 1 أنه قد تم تلقي إقرار على القناة AICH، تتم الإشارة إلى طبقة أعلى بنجاح إنجاز تدبير التحكم ببث MAC. وحين تشير الطبقة 1 إلى عدم تلقي أي إقرار على القناة AICH، يتم تنفيذ

دورة بث جديدة. وحين تشير الطبقة 1 إلى تلقي إقرار سلبي، تعمل المحطة MES على إعادة ضبط الوقت (اقتطاع الوقت). وتبدأ دورة إعادة بث جديدة بعد الوقت المقتطع.

وإذا ما تم تلقي رسالة ردّ مناظرة لرسالة القناة RACH التي تم بثها في الطبقة العليا (RLC أو RRC) في أي وقت أثناء تنفيذ تدبير النفاذ العشوائي، فيجب أن تتوقف المحطة MES عن تنفيذ تدبير القناة RACH.

2.2.4.4.3.3.4 الإجراء الخاص بالقناة CPCH

لكل قناة CPCH مادية ضمن مجموعة قنوات CPCH المخصصة لحزمة، يتم تضمين معلمات الطبقة المادية في رسائل معلومات النظام داخل القناة الإذاعية (BCH). وتؤدي الطبقة المادية لإجراء الخاص بالقناة CPCH على النحو التالي:

الخطوة 1: فور تلقي طلب النفاذ من الطبقة MAC، تقوم المحطة باختبار قيم مُبيّنة الحالة (SI) لمعظم عمليات البث الأخيرة. فإن دلّ هذا على أن المعدل الأقصى للبيانات المتوفرة يقل عن معدل البيانات المطلوب، تعمل المحطة MES على إجهاض محاولة النفاذ.

الخطوة 2: تقوم المحطة MES بضبط قدرة بث التمهيد على القدرة الأولية للتمهيد.

الخطوة 3: تضبط المحطة MES عدّد إعادة البث لتمهيد النفاذ على القيمة $N_{AP_Retrans_Max}$.

الخطوة 4: تستخرج المحطة MES أرتال النفاذ المتوفرة عن طريق استخدام مجموعة أرتال النفاذ للقنوات الفرعية من تركيبة موارد النفاذ المناظرة لمعدل البيانات المطلوب. وتختار المحطة MES عشوائياً من تلك الأرتال المستخرجة المتوفرة رتل نفاذ واحداً للوصلة الصاعدة. ولدى استخدام أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تنتقي المحطة MES عشوائياً رتل نفاذ فرعي من أرتال النفاذ الفرعي الزوجية والفردية ضمن رتل النفاذ الذي تم اختياره.

الخطوة 5: تختار المحطة MES أثر تمهيد النفاذ (AP) من مجموعة الآثار المتوفرة في تركيبة موارد النفاذ المناظرة لمعدل البيانات المطلوب.

الخطوة 6: تنتقي المحطة MES أثر كشف التصادم (CD) من مجموعة آثار كشف التصادم.

الخطوة 7: يتم عشوائياً انتقاء تخالف زمني للبت τ_{off} يتراوح بين $-\tau_{off,max}$ و $\tau_{off,max}$.

الخطوة 8: تقوم المحطة MES باختبار قيمة مُبيّن الحالة. فإذا ما دلّ ذلك على أن المعدل الأقصى للبيانات المتوفرة يقل عن معدل البيانات المطلوب، تُجهض المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل. وإلا فإن المحطة تعمل على بث تمهيد النفاذ باستخدام الرتل (أو رتل نفاذ فرعي) المختار لنفاذ الوصلة الصاعدة، والتخالف الزمني للبت، والقدرة الأولية لبث التمهيد، وتبث بشكل متتابع تمهيد كشف التصادم (CD) بنفس القدرة المعتمدة في تمهيد النفاذ (AP).

الخطوة 9: إذا لم تكشف المحطة MES مؤشر الحياة الإيجابي أو السلبي لتمهيد النفاذ (AP) والمبيّن CDI المناظر لأثر AP المختار ولأثر تمهيد كشف التصادم (CDP) على التوالي، انطلاقاً من القناة APA/CD/CA-ICH في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ الوصلة الهابطة الذي يناظر رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) النفاذ المختار للوصلة الصاعدة، يتم تنفيذ الخطوات التالية:

الخطوة الفرعية 9: اختيار رتل النفاذ المتوفر التالي في مجموعة القنوات الفرعية المعتمدة. وعند استخدام أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تنتقي المحطة MES عشوائياً رتل نفاذ فرعي من بين أرتال النفاذ الفردية والزوجية ضمن رتل النفاذ الذي تم اختياره.

الخطوة الفرعية 9ب: الاختيار العشوائي لأثر كشف التصادم (CD) من مجموعة آثار كشف التصادم.

الخطوة الفرعية 9ج: زيادة قدرة بث التمهيد بمقدار تخالف محدد ΔP . ويستخدم التخالف في القدرة ΔP_0 ما لم يكن مؤقت القناة AICH السلبي قيد العمل، وفي مثل هذه الحالة يُستخدم التخالف ΔP_1 .

الخطوة الفرعية 9د: خفض عدّد إعادة بث التمهيد بقيمة واحد.

الخطوة الفرعية 9هـ: إذا كان عدّاد إعادة بث التمهيدي > 0 ، تُجهّض المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل. وإذا كان عدّاد إعادة بث التمهيدي AP يساوي 0 أو أكبر من الصفر، تُكرّر المحطة العملية بدءاً من الخطوة 7.

الخطوة 10: إذا كشفت المحطة MES مابين الحيازة السليبي للتمهيدي AP الذي يناظر أثر التمهيدي AP المختار انطلاقاً من القناة APA/CD/CA-ICH في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ الوصلة الهابطة المناظر لرتل النفاذ (أو رتل النفاذ الفرعي) المختار للوصلة الصاعدة، تُجهّض المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل. وتقوم المحطة MES بضبط مؤقت القناة AICH السليبي بحيث يشير إلى استخدام الكمية ΔP_1 . بمثابة تخالف في قدرة التمهيدي إلى حين توقف المؤقت عن العمل.

الخطوة 11: إذا تلقت المحطة MES مؤشر الحيازة الإيجابي للتمهيدي AP المناظر لأثر التمهيدي AP المختار، ومُبين كشف التصادم CDI مع أثر لا يتواءم مع الأثر الموجود في تمهيدي كشف التصادم CD، تُجهّض المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل.

الخطوة 12: إذا تلقت المحطة MES مابين حيازة إيجابي للتمهيدي AP ومُبين كشف التصادم (CDI) انطلاقاً من القناة APA/CD/CA-ICH بآثار متوائمة، وإذا كانت رسالة CA تشير إلى إحدى القنوات PCPCH التي أشير إليها بأنها خالية من قبل البث الإذاعي السخير المستقبل للقناة CSICH، تقوم المحطة MES بإرسال تمهيدي البث الأولي بعد مدة τ_{p-ip} مليثانية بدءاً من استحداث التمهيدي AP/CDP. وتكون قدرة البث الأولي أعلى بمقدار ΔP_{p-m} (dB) من تلك الخاصة بالتمهيدي AP/CDP. ويبدأ بث الجزء الخاص بالرسالة في الرشقة فوراً بعد تمهيدي البث الأولي. ويتم التحكم بالقدرة في جزء الرسالة وفقاً للأمر TPC في فجوة الوصلة الهابطة المرتبطة بالقناة PCPCH على القناة CPCH-CCPCH.

الخطوة 13: أثناء بثّ بيانات الرزمة للقناة CPCH، تنفّذ المحطة MES والساتل التابع لشبكة SRAN تحكماً بقدرة العروة الداخلية على جزء الرسالة من القناة PCPCH.

وأثناء بث التمهيدي والرسالة قد تستخدم المحطة MES تقنية دوبلر المسبقة التعويض، وذلك استناداً إلى تقدير الإزاحة الدوبلرية على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة.

3.4.4.3.3.4 التحكم بالقدرة

1.3.4.4.3.3.4 التحكم بقدرة الوصلة الصاعدة

ترمي عملية التحكم بالقدرة إلى التغلب على المصاعب الوشبكة والبعيدة. ويكون التحكم بالقدرة مفتوح العروة أو مغلق العروة رهناً بوجود معلومات مرتجعة.

1.1.3.4.4.3.3.4 التحكم بالقدرة المفتوح العروة

يستخدم التحكم بالقدرة المفتوح العروة من أجل تعديل وضبط قدرة البث في القناة DPCH. وباستطاعته خفض مدى تعقيد التجهيزات مقارنة بالتحكم بالقدرة المغلق العروة. ويتعين على المحطة MES أن تقيس القدرة المتلقاة للقناة الأولية P-CCPCH للوصلة الهابطة قبل بث القناة DPCH. وتُحدّد قدرة البث للقناة DPCH من قبل مُبيّن حالة قناة الرزمة المشتركة (CSI) ونسبة الإشارة إلى التداخل SIR في الوصلة الصاعدة.

وتنفذ المحطة MES بصورة مستمرة الإجراءات OPLC على النحو التالي:

الخطوة 1: إذا تلقت المحطة MES البيانات من الساتل SRAN في حالة حاملة، فإنها تتحقق عندئذٍ من المجال الدليلي للقناة DPCCH و/أو القناة DPICH و/أو القناة S-CCPCH.

الخطوة 2: تحوز المحطة MES على مُبيّن حالة قناة الرزمة المشتركة (CSI) عن طريق إجراء تقدير للقناة.

الخطوة 3: تعمل المحطة MES على تقدير نسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) المتلقاة للقناة DPCCH/DPDCH للوصلة الهابطة.

الخطوة 4: تُجري المحطة MES مقارنة للنسبة SIR المستهدفة مع النسبة SIR المتلقاة.

الخطوة 5: تحدد المحطة MES قدرة البث للقناة DPCH على النحو التالي:

$$P_{DPCH}(i) = P_{DPCH}(i-1) \pm \Delta_\epsilon(i-1) \quad \text{dBm}$$

حيث:

$$\Delta_\epsilon(i) = SIR_{est}(i) - SIR_{target}(i)$$

2.1.3.4.4.3.3.4 التحكم بالقدرة المغلق العروة

يعمل إجراء التحكم بالقدرة المغلق العروة للوصلة الصاعدة بصورة متزامنة على التحكم بقدرة القناة DPCCCH والقنوات المناظرة لها DPDCH (إن وجدت). ويتم تحديد التخالف النسبي في قدرة البث بين القناة DPCCCH والقنوات DPDCH من قبل الشبكة، وترسل إشارته (تشويره) إلى المحطة MES بواسطة تشوير الطبقة العليا.

ويقوم التحكم بقدرة العروة الداخلية للوصلة الصاعدة بضبط قدرة بث المحطة MES من أجل إبقاء نسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) المتلقاة للوصلة الصاعدة عند نسبة مستهدفة معينة هي SIR_{target} . ويُنفذ التحكم بالقدرة للوصلة الصاعدة حين تكون قدرة بث المحطة MES أدنى من الحد الأقصى لخرج القدرة المسموح به.

ويُجرى أي تغيير في قدرة بث القناة DPCCCH للوصلة الصاعدة مباشرة قبل بداية الرتل على القناة DPCCCH. ويتم استنتاج قيمة التغير في قدرة القناة DPCCCH مقارنة بقيمتها السابقة بواسطة المحطة MES ويُرمز إليه بالكمية Δ_{DPCCCH} (dB).

ويتعين على الساتل SRAN إجراء تقدير لنسبة الإشارة إلى التداخل (SIR_{est}) للقناة DPCH المتلقاة للوصلة الصاعدة، وتوليد أوامر المراقبة TPC، وبث الأوامر مرة واحدة لكل رتل راديوي وفقاً للقاعدة التالية:

يتم تعريف الكميات التالية:

$$SIR_{est} - SIR_{target} = \Delta_\epsilon$$

$\Delta_p(i)$ = خطوة التحكم بالقدرة التي يتقرر أن تكون قيمتها إحدى القيم $\{\Delta_L, -\Delta_S, \Delta_S, \Delta_L\}$ وفقاً للكمية

TPC_cmd للرتل i-h، حيث تكون أحجام الخطوة Δ_S و Δ_L تحت سيطرة الساتل Satellite-RAN

$$Nf_{frame} = \text{التأخر الذي تسببه العروة مُعبّرًا عنه بعدد الأرتال.}$$

بعد ذلك، يتم توليد $\Delta_p(i)$ باستخدام Δ_ϵ وخطوات التحكم بالقدرة $\Delta_p(k)$ التابعة لقيمة Nf_{frame} السابقة حيث $1 - i, \dots, 1 - Nf_{frame} - i = k$ وذلك على النحو الآتي:

نحسب أولاً:

$$\Delta_{\epsilon,c} = \Delta_\epsilon + \chi \sum_{k=i-Nf_{frame}}^{i-1} \{\Delta_p(k) - \alpha \Delta_p(k-1)\}$$

حيث يتم ضبط مَبِين تعويض تأخير العروة χ على "1" حين تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس، و"0" حين لا تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس. ويكون عامل خفض التراكم α ($0 < \alpha < 1$) بمثابة معلم الطبقة الأعلى، ويكون متطابقاً بالنسبة إلى جميع المحطات MES في الحزمة ذاتها.

- if $|\Delta_{\epsilon,c}| < \epsilon_T$ and $\Delta_{\epsilon,c} < 0$, $\Delta_p(i) = \Delta_S$
- if $|\Delta_{\epsilon,c}| < \epsilon_T$ and $\Delta_{\epsilon,c} > 0$, $\Delta_p(i) = -\Delta_S$
- if $|\Delta_{\epsilon,c}| < \epsilon_T$ and $\Delta_{\epsilon,c} < 0$, $\Delta_p(i) = \Delta_L$
- if $|\Delta_{\epsilon,c}| < \epsilon_T$ and $\Delta_{\epsilon,c} > 0$, $\Delta_p(i) = -\Delta_L$

تقوم المحطة MES بضبط قدرة بث القناة DPCCH للوصلة الصاعدة بخطوة قيمتها Δ_{DPCCH} (dB) باستخدام أحدث خطوتين من خطوات التحكم بالقدرة التي تم تلقيها، $\Delta_p(i)$ و $\Delta_p(i-1)$ ، وذلك على النحو التالي:

- حين لا تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس:

$$\Delta_{DPCCH} = \Delta_p(i) \alpha \Delta_p(i-1)$$

حيث تتطابق α مع تلك المستخدمة مع حزمة الخدمة وترسل كإشارة بواسطة طبقة أعلى.

- حين تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس:

$$\Delta_{DPCCH} = \kappa \Delta_p(i)$$

حيث κ هو عامل خفض خطوة التحكم بالقدرة الذي يُرسل كإشارة من قبل طبقة أعلى.

ويعرض الجدول 22 العلاقة بين $\Delta_p(i)$ والأمر TPC_cmd المتعلق بالتحكم بالقدرة البث.

الجدول 22

العلاقة بين $\Delta_p(i)$ و TPC_cmd

$\Delta_p(i)$	TPC_cmd
Δ_L-	2-
Δ_S-	1-
Δ_S	1
Δ_L	2

وحين لا تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس، يتم استقبال أمر TPC واحد فقط في كل رتل راديوي. وفي هذه الحالة يتم استخراج قيمة TPC_cmd على النحو التالي:

- إذا كان الأمر TPC المتلقى مساوياً 00، فإن قيمة TPC_cmd بالنسبة إلى ذلك الرتل تساوي 2-
- إذا كان الأمر TPC المتلقى مساوياً 01، فإن قيمة TPC_cmd بالنسبة إلى ذلك الرتل تساوي 1-
- إذا كان الأمر TPC المتلقى مساوياً 10، فإن قيمة TPC_cmd بالنسبة إلى ذلك الرتل تساوي 1.
- إذا كان الأمر TPC المتلقى مساوياً 11، فإن قيمة TPC_cmd بالنسبة إلى ذلك الرتل تساوي 2.

وعندما تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس، فقد يتم استقبال عدة أوامر TPC في كل رتل راديوي من حزم مختلفة في المجموعة الفاعلة. وفي حال وجود أكثر من وصلة راديوية واحدة في نفس مجموعة الوصلة الراديوية، يتم تجميع الأوامر TPC من مجموعة الوصلة الراديوية ذاتها ضمن أمر TPC واحد يتم ضمه لاحقاً إلى الأوامر TPC الصادرة عن مجموعات الوصلات الراديوية الأخرى. وتنفذ المحطة MES قراراً رمزياً سلساً W_i على كل أمر من أوامر التحكم بالقدرة TPC_i ، حيث $i = 1, 2, \dots, N$ ، وحيث يكون N أكبر من 1 ويساوي عدد الأوامر TPC الصادرة عن الوصلات الراديوية لمختلف مجموعات الوصلات الراديوية. وتستخرج المحطة MES أمراً مجمّعاً TPC، هو TPC_cmd، يكون بمثابة دالة γ في القرارات N الرمزية السلسلة جميعها W_i ، أي أن $TPC_cmd = \gamma(W_1, W_2, \dots, W_N)$ ، حيث يمكن أن يكون للأمر TPC_cmd القيم 2 أو 1 أو 1- أو 2- . ويجب أن تستوفي الدالة γ المعايير التالية:

إذا كانت الأوامر TPC، البالغ عددها N ، عشوائية وغير مترابطة، مع وجود احتمال متساو لبثها بالشكل "00" أو "01" أو "10" أو "11"، فإن احتمال أن يكون خرج الدالة γ أكبر من 1 أو يساويه سيكون أكبر من $1/(2N)$ أو مساوياً له، واحتمال أن يكون خرج الدالة γ أصغر من 1 أو يساويه سيكون أكبر من القيمة 0,5 أو مساوياً لها. وإضافة إلى ذلك، يكون خرج γ مساوياً للقيمة 2 إذا كان من المؤكد أن الأوامر TPC الصادرة عن جميع مجموعات الوصلات الراديوية هي "11"، ويكون خرج الدالة γ مساوياً للقيمة 2- إذا كان من المؤكد أن أي أمر TPC من أي مجموعة من مجموعات الوصلات الراديوية هو "00".

أما بالنسبة إلى التحكم بقدرة الوصلة الصاعدة للقناة PCPCH، فإن أي تغيير في قدرة بث القناة PCPCH سيحدث مباشرة قبل بداية الرتل على الجزء المتعلق بالرسالة. ويجب على الشبكة أن تُجري تقديراً لنسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) للقناة PCPCH المتلقاة. ومن ثم يتعين على الشبكة أن تقوم بتوليد الأوامر TPC وبث كل تلك الأوامر مرة واحدة في كل رتل وفقاً لنفس القاعدة الوارد وصفها بالنسبة للقناة DPDCH/DPCCCH. وتستخرج المحطة أحد الأوامر TPC، أي TPC_cmd، لكل رتل راديوي من الأرتال الراديوية وفقاً لنفس القاعدة الوارد وصفها بالنسبة للقناة DPDCH/DPCCCH. وبعد أن تستخرج الأمر TPC_cmd، تعمل المحطة MES على ضبط قدرة البث الخاص بجزء التحكم للقناة PCPCH للوصلة الصاعدة باعتماد الخطوة (dB) $\Delta_{PCPCH-CP}$ التي تُحدد بموجب نفس القاعدة المتبعة والوارد وصفها بالنسبة إلى القناة DPDCH/DPCCCH.

2.3.4.4.3.3.4 التحكم بقدرة الوصلة الهابطة

يعمل إجراء التحكم بقدرة بث الوصلة الهابطة بصورة متزامنة على التحكم بقدرة القناة DPCCCH والقنوات المناظرة لها DPDCH. وتقوم عروة التحكم بالقدرة بتعديل قدرة القناة DPCCCH والقنوات DPDCH بنفس المقدار. وتحدد الشبكة التخالف النسبي في قدرة البث بين القناة DPCCCH والقنوات DPDCH.

ويقوم التحكم بقدرة العروة الداخلية للوصلة الهابطة بضبط قدرة بث الشبكة من أجل إبقاء نسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) المتلقاة للوصلة الهابطة عند نسبة مستهدفة معينة هي SIR_{target} ويتعين على المحطة MES أن تجري تقديراً لنسبة الإشارة إلى التداخل للقناة DPDCH/DPCCCH، وهي SIR_{est} . ومن ثم يُستخدم تقدير النسبة SIR الذي تم الحصول عليه، وهو SIR_{est} ، من قبل المحطة MES من أجل توليد الأوامر TPC وفقاً للقاعدة التالية:

- if $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est} > SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "00"
- if $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est} < SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "01"
- if $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est} > SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "10"
- if $|SIR_{est} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est} < SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "11".

وحيث تكون المحطة MES في حالة تمرير سلس دون أن تكون تقنية الإرسال بتنوع انتقاء الحزمة (BSDT) مُفعّلة، يتعين على المحطة أن تجري تقديراً للقيمة SIR_{est} انطلاقاً من إشارات الوصلة الهابطة لكل الحزم المتضمنة في مجموعة فاعلة.

ويمكن للمحطة MES أن تستخدم لوغاريتم التنبؤ الذي يقدر قيمة النسبة SIR المرتقبة بعد حدوث تأخير في الرحلة ذهاباً وإياباً. ويمكن التنبؤ بالتغير في النسبة SIR من خلال مراقبة أثر التغيرات السابقة في النسبة SIR للقنوات CPICH/S-CCPCH/DPCCCH ضمن مجموعة فاعلة. وبهدف دعم المحطات MES التي تستخدم لوغاريتم التنبؤ، يتم إرسال إشارة من الطبقة العليا بشأن التأخير في الرحلة الإسمية الكلية للحزمة التي تنتمي إليها المحطة MES. ويُستخدم التغير المتنبأ به في النسبة SIR، Δ_{pred} ، من قبل المحطة MES لتوليد الأوامر TPC وفقاً للقاعدة التالية:

يتم أولاً تعريف: $SIR_{est,pred} = SIR_{est} + \Delta_{pred}$ ومن ثم:

- if $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est,pred} > SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "00"
- if $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est,pred} < SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "01"
- if $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est,pred} > SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "10"
- if $|SIR_{est,pred} - SIR_{target}| > \epsilon_T$ and $SIR_{est,pred} < SIR_{target}$, then the TPC command to transmit is "11".

وبمجرد حصول الشبكة SRAN على الأوامر TPC، فإنها تعمل على ضبط قدرة القناة الخاصة بها DPCCCH/DPDCH للوصلة الهابطة وفقاً لذلك. وتجري الشبكة SRAN تقديراً للأمر TPC الذي تم بثه، أي TPC_{est} ، وتقوم بتحديث القدرة لكل رتل من الأرتال. وبعد تقدير الأمر TPC رقم k ، تعمل الشبكة SRAN على ضبط قدرة الوصلة الهابطة (dB) $P(k-1)$ بالنسبة إلى القدرة $P(k)$ (dB) وفقاً للصيغة التالية:

$$P(k) = P(k-1) + P_{TPC}(k) + P_{bal}(k)$$

حيث $P_{TPC}(k)$ هو التعديل رقم k للقدرة الناجم عن عملية التحكم بقدرة العروة الداخلية، و $P_{bal}(k)$ (dB) هو التصحيح الذي يتم وفقاً لإجراء التحكم بقدرة الوصلة الهابطة من أجل الموازنة بين قدرات الوصلات الراديوية وقدرة مرجعية مشتركة. ويجري حساب $P_{TPC}(k)$ على النحو التالي:

$$P_{TPC}(k) = \begin{cases} -\Delta_L & \text{if } TPC_{est}(k) = 00 \\ -\Delta_S & \text{if } TPC_{est}(k) = 01 \\ +\Delta_S & \text{if } TPC_{est}(k) = 10 \\ +\Delta_L & \text{if } TPC_{est}(k) = 11 \end{cases}$$

4.4.4.3.3.4 الإرسال بتنوع انتقاء الحزمة (BSDT)

يعتبر الإرسال بتنوع انتقاء الحزمة (BSDT) بمثابة طريقة تنوع كلي في أنماط التمرير السلس. وتعتبر هذه الطريقة اختيارية في الشبكة SRAN. وتتقي المحطة MES إحدى الحزم من مجموعتها الفاعلة لتكون "أولية"، فيما تُصنف باقي الحزم الأخرى بوصفها "غير أولية". ويتم بث القناة DPDCH للوصلة الهابطة من الحزمة الأولية، فيما لا يتم بث القناة DPDCH للوصلة الهابطة من الحزم غير الأولية.

ومن أجل انتقاء حزمة أولية، يُخصص لكل حزمة هوية مؤقتة (ID)، وتقوم المحطة MES بإبلاغ الحزم الموصولة بهوية الحزمة الأولية (ID). ويتم تسليم هوية الحزمة الأولية من قبل المحطة MES إلى الحزم الفاعلة عن طريق مجال المعلومات الراجعة (FBI) على القناة DPCCH للوصلة الصاعدة.

وتمنح كل حزمة هوية مؤقتة أثناء الإرسال بتنوع انتقاء الحزمة (BSDT)، ويُستفاد من الهوية ID بوصفها إشارة انتقاء الحزمة. وتُثبت شفرة واحدة قدرها 15 بته ضمن الرتل الراديوي الواحد.

وتقوم المحطة MES بتوليد الأوامر TPC للتحكم بقدرة بث الشبكة في مجال الأوامر TPC للقناة DPCCH للوصلة الهابطة استناداً إلى إشارات الوصلة الهابطة الواردة من حزمة أولية فقط. وتتقي المحطة MES دورياً حزمة أولية عن طريق قياس قدرة الإشارة المتلقاة للقنوات CPICH التي يتم بثها بواسطة حزم فاعلة. ويُكشف عن الحزمة ذات القدرة الأعلى للقناة CPICH بوصفها حزمة أولية.

وتتعرف الحزمة على حالتها بوصفها غير أولية إذا ما تم الوفاء بالشروط التالية بشكل متزامن:

- عدم تلاؤم شفرة الهوية ID المتلقاة مع شفرة الهوية الخاصة بها؛

- نوعية إشارة الوصلة الصاعدة المتلقاة تفي بعتبة النوعية المحددة من الشبكة.

ويتم بصورة متزامنة تحديث حالة الحزم (أولية كانت أم غير أولية) في المجموعة الفاعلة. فإن استقبلت الحزمة الهوية ID المشفرة في رتل الوصلة الصاعدة رقم j ، يتم تحديث حالة الحزمة في رتل الوصلة الهابطة رقم $(j + 1 + T_{os})$ حيث تتوفر قيمة T_{os} بواسطة الطبقات العليا (وتُحدد قيمة T_{os} من قبل الشبكة وفقاً لتأخير الرحلة ذهاباً وإياباً في الحزمة).

4.3.4 مواصفات السطح البيئي الساتلي دال (SRI-D)

لقد تم تحسين السطح البيئي الساتلي دال (SRI-D) إلى الحد الأمثل من أجل تشغيله مع نظام ساتلي معين. ويتألف هذا النظام من كوكبة من السواتل تقع في المدار الأرضي المتوسط (MEO) وتعمل مع 12 محطة أرضية برية (MEO) منتشرة حول العالم وتتصل ببعضها بواسطة إحدى الشبكات الأرضية. وقد صُممت التشكيلة بحيث يتسنى بموجبها تغطية سطح الأرض بكامله في شتى الأوقات. ويعمل النظام على تسيير الحركة من الشبكات الأرضية من خلال إحدى المحطات LES، التي تتقي ساتلاً يتم عبره توصيل النداء إلى المستعمل. وتوجه الحركة من مطراف المستعمل (UT) عبر كوكبة ساتلية باتجاه الشبكة الثابتة أو المتنقلة المناسبة. ويقوم هذا النظام بتزويد المستعملين في شتى الأماكن على الأرض بسبل النفاذ إلى خدمات الاتصالات. ويدعم السطح البيئي SRI-D الاتصالات المتينة والمرنة، الصوتية منها والمتعلقة بالبيانات، بمعدلات تصل إلى 38,4 kbit/s، بأسلوب

طيفي وكفاء من حيث القدرة. ومن المتوقع أن تكون الغالبية العظمى من مطاريف المستعملين UT المستخدمة مع النظام مطاريف يمكن فعالاً حملها باليد وقادرة على التشغيل المزدوج الأسلوب (الأرضي والساتلي). ويتم دعم طائفة واسعة من مطاريف المستعملين الأخرى، بما في ذلك المحمولة على مركبات، والمتنقلة عن طريق الطيران والبحرية، والمطاريف شبه الثابتة. وتحدد الأقسام الفرعية التالية تلك العناصر فقط التي تتصل بهذه التوصية، وبالتالي تتناول بالدرجة الأولى جانب الملاءمة على مدى نطاق العالم والاستخدام على الصعيد الدولي.

1.4.3.4 وصف المعمارية

يستخدم القطاع الأرضي العديد من المكونات المعيارية التي تسمح بمطابقة النظام لمعايير الاتصالات الأرضية. وتشمل المعمارية (الموضحة في الشكل 56) ما يلي:

- 12 محطة أرضية برية (LES) متصلة فيما بينها ومنتشرة حول العالم؛
- مراكز مزدوجة لإدارة الشبكة؛
- مراكز الشؤون الإدارية والفوترة المزدوجة.

وتشمل كل محطة LES ما يلي:

- خمسة هوائيات والمعدات ذات الصلة للتواصل مع السواتل؛
- مراكز وسجلات التبديل المتنقلة، بما في ذلك سجلات الموقع المحلي HLR والجهات المسجلة VLR؛
- التوصيلات البينية مع الشبكات الأرضية.

وتتصل المحطات LES ببعضها البعض عن طريق الوصلات الأرضية، فُتُنشَىء بذلك المنصة الأساسية التي توفر خدمات الاتصالات المتنقلة العالمية. ويتم توفير السطوح البينية لكل من شبكة الهاتف العمومية بتبديل الرزم (PSTN)، والشبكة المتنقلة البرية العمومية (PLMN)، وشبكات البيانات. ومع ذلك تتم مساندة عملية التمرير فقط ضمن شبكة واحدة. وتنفذ وظائف التشغيل البيني عملية التحوال الآلي مع شبكات أرضية متنقلة أخرى (من الجيل الثاني والثالث).

1.1.4.3.4 الكوكبة

يلخص الجدول 23 تشكيلة الكوكبة الساتلية.

ويشكل الاستخدام العالمي للنظام IMT-2000 أحد سماته الأساسية، وتوفر الكوكبة الوارد وصفها تغطية عالمية حقيقية، في الوقت الذي يتم فيه الاحتفاظ بزوايا ارتفاع دنيا عالية للسواتل المرئية، كما هو مبين في الشكلين 57 و58.

ويوفر كل ساتل لكل من مطاريف المستعملين (UT) والمحطات الأرضية البرية (LES) تغطية راديوية تصل إلى زاوية ارتفاع قدرها 50°. ويُظهر الشكل 57 النسبة المئوية من الوقت التي يكون فيها عدد من السواتل مرئياً كدالة في خط العرض. وبالنسبة إلى جميع مناطق الأرض يوجد دوماً ساتلان أو أكثر مرئية لمدة 90% من الوقت على الأقل.

ويتسم النظام بمتانة بالغة في وجه حالات القصور الفردية للسواتل و/أو المحطات LES، وذلك لأن:

- الحفاظ على تغطية عالمية كاملة ممكن لدى وجود أربعة سواتل على الأقل في كل سطح مداري؛
- تعرّض المحطة LES لحالة قصور لا يؤدي في العادة إلى فقدان الخدمة حول المحطة LES.

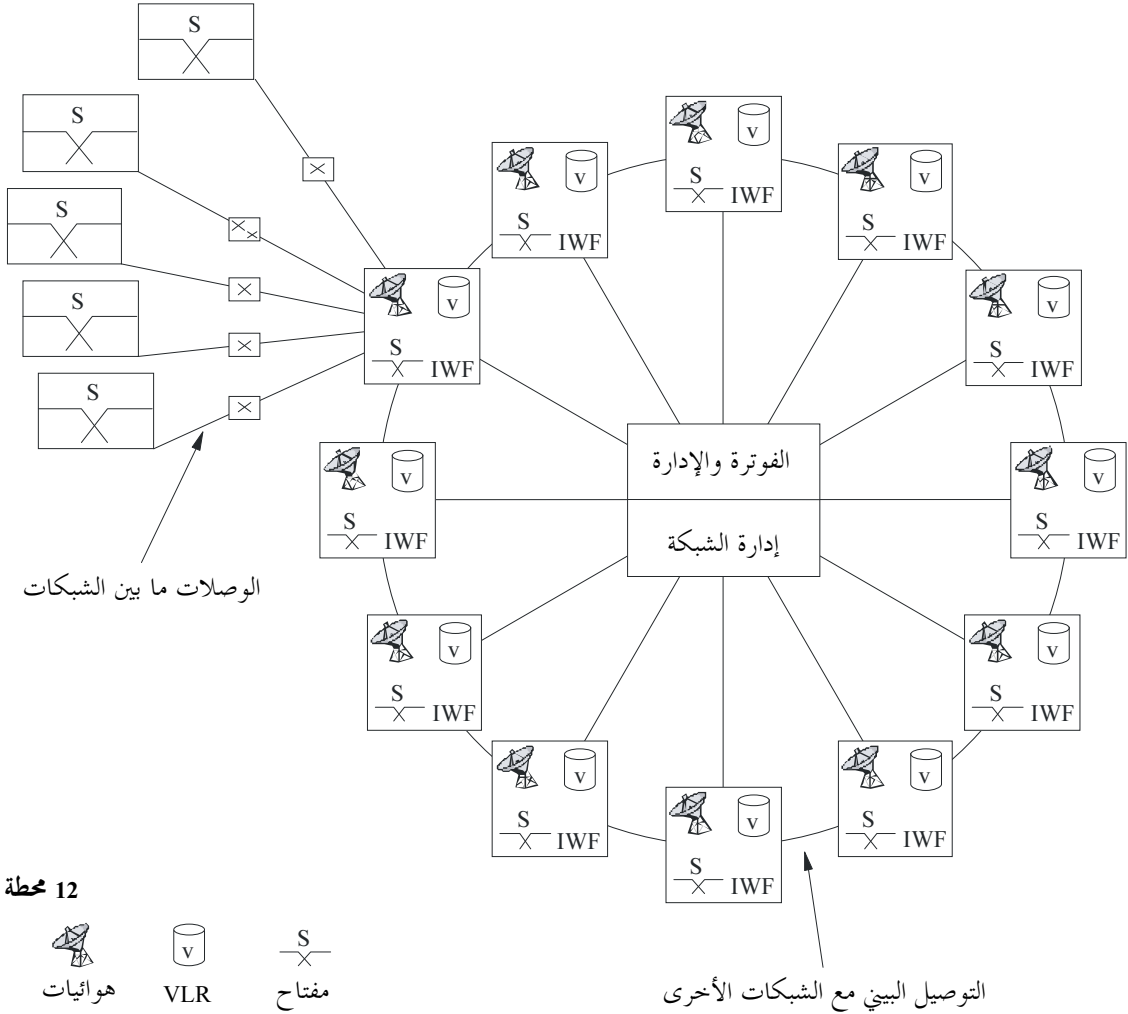
ويُظهر الشكل 58 زوايا الارتفاع الدنيا والمتوسطة لأقرب ساتل يعطي أعلى زاوية ارتفاع من بين السواتل المرئية كدالة في خط العرض. وتتجاوز زوايا الارتفاع الدنيا والمتوسطة القيمة 20° و40° على التوالي في معظم المناطق. وبالنسبة إلى المناطق الواقعة بين خطي العرض 20° و40°، توفر الكوكبة زاوية ارتفاع دنيا تصل إلى ما هو أفضل من 25°، وزاوية ارتفاع متوسطة تزيد على 50°.

الشكل 56

الشبكة الأرضية

التوصيل البيني مع الشبكات الأخرى

- نقاط التوصيل البيني بين النظام والشبكات PSTN و PLMN و PSDN المتصلة فيما بينها



12 محطة أرضية برية:

- × PoI
- هوائيات
- VLR
- مفتاح

PoI: نقطة التوصيل البيني
IWF: دالة التشغيل البيني

1850-56

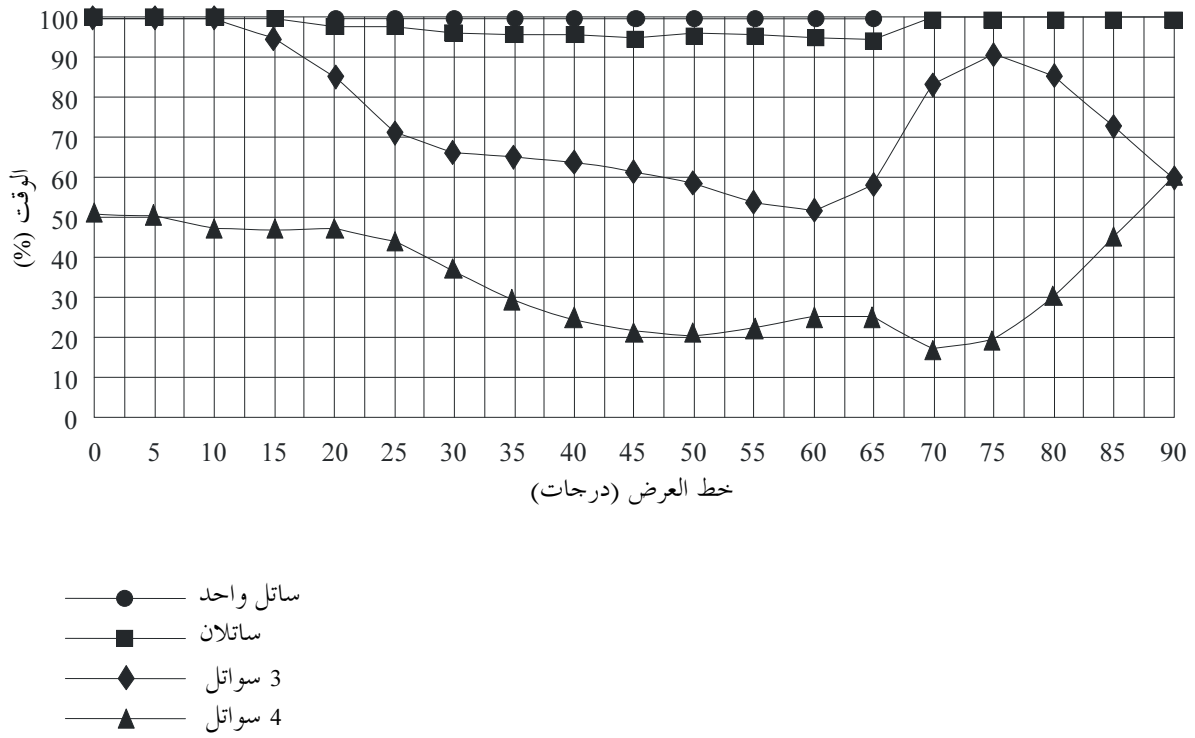
الجدول 23

تشكيلة كوكبة السواتل

نوع المدار	MEO
ارتفاع المدار	اسمياً 10 390 km
زاوية ميل المدار	°45
عدد المستويات المدارية	2
مطاطرة المستوي	180
عدد السواتل في المستوي المداري	6-5
مطاطرة السواتل في المستوي	تبلغ مطاطرة السواتل في المستوي لكوكبة من 10 سواتل (5 سواتل في كل مستوى من مستويين) °72. إذا أطلقت السواتل الـ 12 جميعها بنجاح (6 سواتل في كل مستوى من مستويين) تكون مطاطرة السواتل في المستوي °60.

الشكل 57

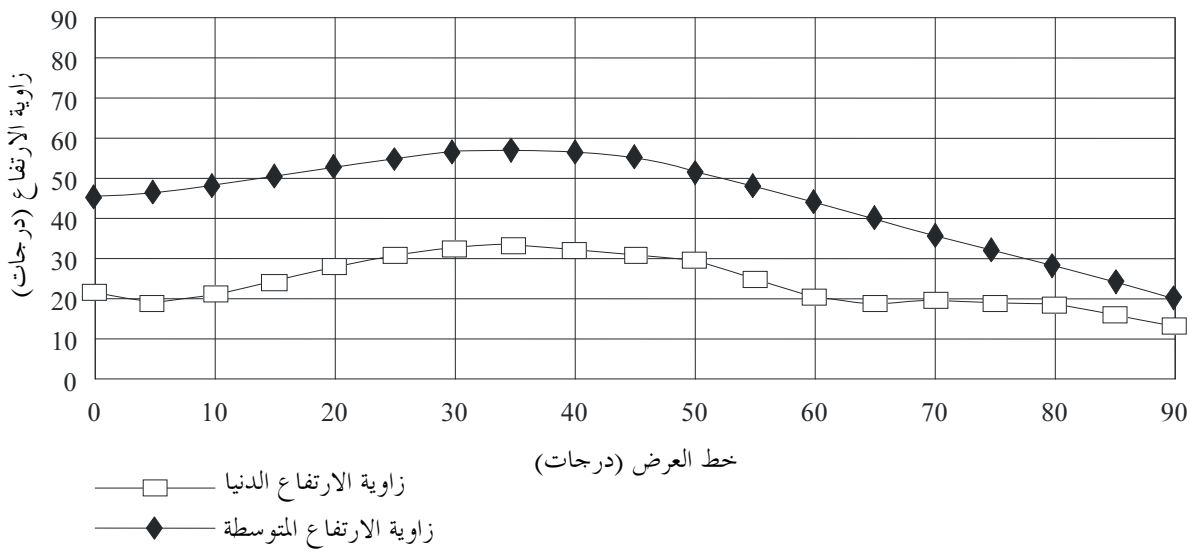
إحصائيات الرؤية النموذجية للكوكبة الساتلية (10 سواتل)



1850-57

الشكل 58

القيم الدنيا والمتوسطة النموذجية لزاوية الارتفاع لأقرب ساتل (10 سواتل)



1850-58

2.1.4.3.4 السواتل

المركبة الفضائية

- لقد تم إدخال سمات محددة للسواتل بغية الوفاء بالمتطلبات الفريدة للمهمات في المدار الأرضي المتوسط (MEO)، بما في ذلك:
- حزمة توفر تغطية تامة لمجال الرؤية على وصلة الخدمة للمستعملين المتنقلين، يتم تنفيذها بوجود هوائيات منفصلة تابعة لصيف مشع مباشر (DRA) مؤلف من 127 عنصراً للإرسال والاستقبال.
 - يتم تحقيق تكوين الحزم وتوجيه القنوات الأجهزة المرسل - المستجيبية بفضل التكنولوجيا الرقمية التي تمكن 490 قناة من قنوات الترشيح الساتلية من التبديل بين 163 حزمة من الحزم المتولدة بشكل فاعل. ومن شأن ذلك أن يمكن السواتل من الاستجابة لمقتضيات الحركة والتداخل في سياق تغييرها عبر المدار.
 - وجود خدمة للمعايرة الذاتية على متن لرصد أداء هوائي وصلة الخدمة على المدار، وتصحيح هذا الأداء إذا ما لزم الأمر. ويعمل ذلك على الحفاظ على كسب الهوائي وأداء إعادة استخدام التردد طيلة فترة حياة المركبة الفضائية.

النظام الفرعي للاتصالات

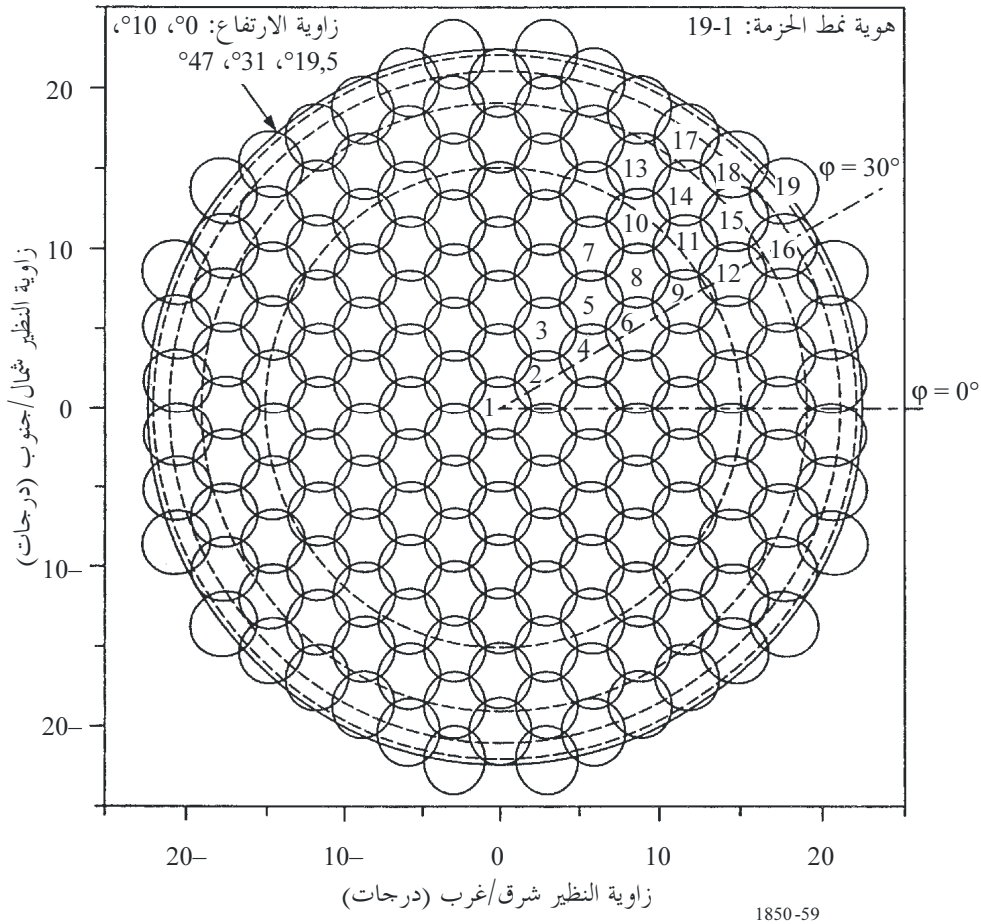
- تشكل الحمولة النافعة تصميمًا رقميًا تاماً يستخدم عملية تشكيل الحزم الضيقة النطاق وتشكيل الحزم الرقمية والتوجيه الرقمي للقنوات. وفي وصلة الخدمة، تعمل الحمولة النافعة على توليد شبكة ثابتة مكونة من 163 حزمة نقطية تغطي كامل مجال الرؤية انطلاقاً من هوائي DRA للإرسال والاستقبال معاً مثبت على اللوحة الأرضية للمركبة الفضائية.
- ويتسم المعالج الرقمي الموجود على متن المركبة بالشفافية من حيث قيامه بتوجيه وتسيير الإشارات نحو الحزم النقطية لوصلة الخدمة البالغ عددها 163، في حين أنه لا يزال تشكيل الإشارات أو يعيد توليدها. وينشأ في المعالج 490 قناة للترشيح بعرض 170 kHz، وكل قناة يمكن تسييرها نحو أية حزمة من الحزم الـ 163 عند أي تردد على شبكة بعرض 150 kHz ضمن عرض نطاق وصلة الخدمة البالغ 30 MHz. وتعتبر كل قناة من القنوات الـ 490 مكافئة للمرسل-المستجيب الاصطلاحي.
- ويمكن تغيير مسير القناة إلى الحزمة بصورة متواصلة عبر المدار من أجل تمكين السواتل من الاستجابة لمتطلبات الحركة والتداخل على أساس مسبق التخطيط ومُتنبأ به. ومن شأن ذلك أن يمكن من الاستخدام المرن المزمع للطيف المتوافر.
- وإضافة إلى ذلك، يُشكّل المعالج الرقمي جميع الحزم النقطية لوصلة الخدمة البالغ عددها 163 عن طريق توليد معاملات الاتساع والطور لكل عنصر من العناصر الـ 127 التابعة لكل حزمة. ويمكن التحقق من سلامة معاملات إثارة العناصر باستخدام نظام المعايرة الذاتية الساتلي الموجود على متن المركبة، حيث تستشعر وسيلة التغذية الخارجية الموجودة على الذراع معامل الإثارة داخل كل عنصر. ويعمل ذلك على التمكين من الحفاظ على أداء الحزم النقطية طيلة فترة عمر الساتل لكل من الفلقة الرئيسية والفلقة الجانبية على السواء، الأمر الذي يكفل استمرار إعادة استخدام الترددات بين الحزم النقطية.

الحزم النقطية

- يتم ترتيب الحزم المتنقلة المرسل والمستقبلة المتطابقة الـ 163 للسواتل الواحد ضمن نموذج خلوي شعاعي ودائري حول خلية الساتل الفرعي كما هو مبين في الشكل 59. وتُزال تعرجات الحزم إلكترونياً من أجل الحفاظ على النموذج بالنسبة إلى متجه سرعة المركبة الفضائية. وتتغير اتجاهية الحزم بمقدار 2 dB بين نقطة النظير (السمت) وحافة التغطية.

الشكل 59

شبكة سداسية يظهر فيها 19 نمطاً من الحزم



وتُعرّف مراكز الخلايا على أنها النقاط الوسطى للمنحنيات الكفافية -3 dB للحزم الإفرادية. وهناك 19 نمطاً من الحزم مرقّمة وفقاً لترتيب تزايد المسافة الزاوية بدءاً من زاوية النظر. ولكل نمط من الحزم نفس مدى تأخير المسير (ضمن حدود $\pm 10\%$) ونفس المدى الدوبلري.

ويلخص الجدول 24 المعلمات الخليوية الاسمية.

الجدول 24

المعلمات الاسمية للخلايا

3,343°	حجم الخلية
3,860°	عرض النطاق
4	إعادة استعمال الخلية
9,678°	منطقة الخلية
38,714°	منطقة إعادة استعمال الخلية
6,686°	المباعدة بين مراكز إعادة الاستعمال
5,015°	المباعدة بين الفلقات الجانبية لإعادة الاستعمال

إعادة استخدام الترددات

تتمثل وظيفة خطة الترددات في زيادة استخدام طيف الوصلة المتنقلة إلى حده الأقصى، في الوقت الذي تضمن فيه عدم حدوث تداخل ضار ضمن النظام. وتُنَفَّذ خطة الترددات للكوكبة الساتلية بكاملها بطريقة مركزية في مركز إدارة الشبكة.

تعمل خطة الترددات على تحديد الطيف المخصَّص لكل حزمة في الكوكبة كدالة في الوقت، بطريقة مفادها أن أي تردد معين لا يكون متوافراً على الإطلاق بصورة متزامنة لحزمتين إذا كان العزل بينهما غير كاف. ويتم التحكم بالفلقات الجانبية للحزمة من أجل إتاحة نموذج رباعي الخلايا لإعادة استخدام التردد داخل الحزم النقطية الـ 163. وتكون خطة الترددات قابلة للتكيف مع تغير الحركة وتطور الكوكبة.

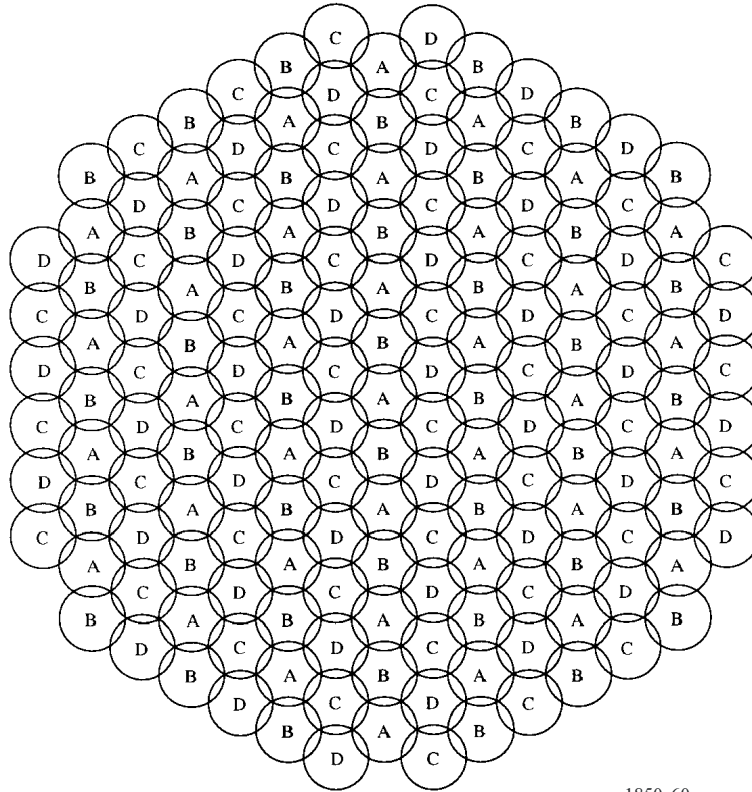
إن خطة الترددات هي بمثابة خطة لتخصيص الترددات موجهة نحو الساتل. وفيها تظل الترددات المستخدمة في كل حزمة ثابتة نوعاً ما عندما يتحرك الساتل في المدار. وتُعتبر المطاريق المتنقلة بشكل عام ضرورية لتغيير التردد عند تمرير الحزم.

وقد أعدّ المثال المعروض هنا لخطة الترددات من أجل كوكبة مؤلفة من 10 سواتل في سطحين مداريين، لكل ساتل منها 163 حزمة نقطية ثابتة تغطي كامل مجال الرؤية وتتسم بنموذج رباعي الخلايا لإعادة استخدام التردد كذلك المبين في الشكل 60. ومن المفترض أن تنطبق على الكوكبة المكونة من 12 ساتلاً خطة ترددات مشابهة.

وتتم تجزئة طيف الوصلة المتنقلة إلى 16 كتلة ترددية على النحو المبين في الشكل 61. ويُخصَّص لكل سطح ساتلي ثماني كتل: الكتل من 1 إلى 8 للسطح 1، والكتل من 9 إلى 16 للسطح 2.

الشكل 60

مخطط نموذجي رباعي الخلايا لإعادة استعمال التردد



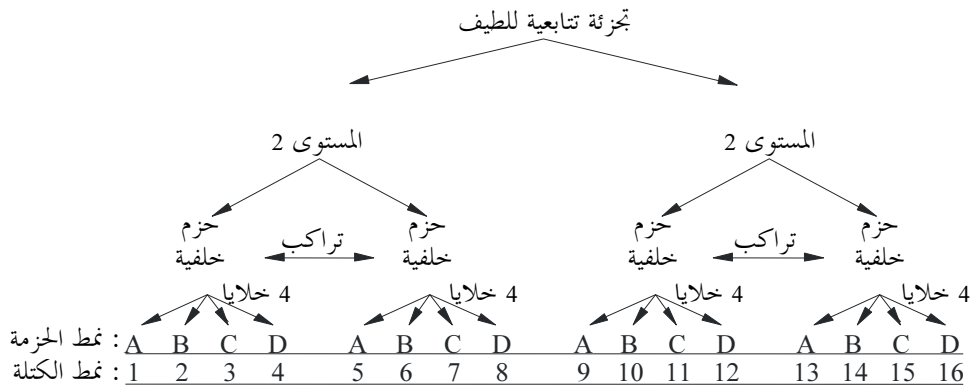
1850-60

ويظل الموقع النسبي للسواتل الخمسة كلها ضمن أحد السطوح الساتلية ثابتاً. وتُقسم الحزم الـ 163 الخاصة بكل ساتل إلى مجموعتين تناظران الحواف الأمامية والخلفية لمجال الرؤية. وكما هو مبين في الشكل 62، فإن الحواف الأمامية لتغطيات

السواتل الخمسة كلها لا تكون متراكبة، وكذلك الأمر بالنسبة للحواف الخمسة الخلفية كلها. وبناءً على ذلك، يتم ترتيب الكتل الثمان المخصصة اسماً للسطح 1 ضمن خطتين فرعيتين منفصلتين من 4 كتل: الأولى للحزم الأمامية للسواتل الخمسة كلها (الكتل 1 و 2 و 3 و 4)، والثانية للحزم الخلفية (الكتل 5 و 6 و 7 و 8). ويتم عمل تقسيم مماثل في السطح 2. ويُظهر الشكل 63 خطة الترددات للسواتل الواقعة في السطح 1. أما الخطط الفرعية للحزم الأمامية والخلفية فتكون متراكبة مع الحزم الوسطى، لأن الخطط الفرعية مُصممة لتشمل أكبر عدد ممكن من الحزم الذي تسمح به تقييدات عزل الحزم.

الشكل 61

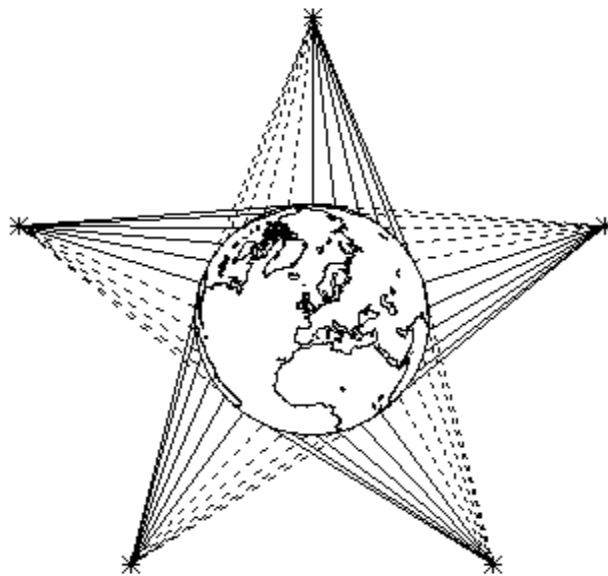
مثال على تجزئة طيف وصلة الخدمة إلى كتل الترددات



1850-61

الشكل 62

مثال على المستويات الفرعية للحزم الأمامية والخلفية

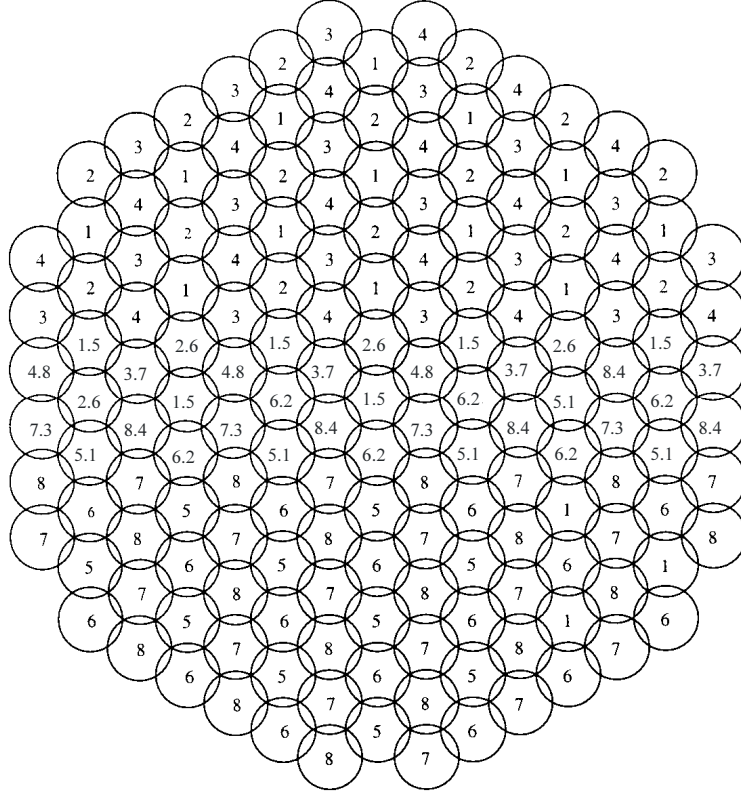


— حزم أمامية
- - - حزم خلفية

1850-62

الشكل 63

مثال على خطة الترددات للسوائل الواقعة في المستوى 1



1850-63

2.4.3.4 أوصاف النظام

1.2.4.3.4 سمات الخدمة

يعمل هذا النظام على دعم الاتصالات الشخصية العالمية (UPT) من خلال وسائل من بينها إمكانية نقل الخدمة التي تُيسّر النفاذ إلى الخدمات المتوقعة على شبكة منزلية من داخل شبكة الضيافة، وشفافية الخدمة التي يخوض المستعمل بموجها نفس الرؤية والشعور بغض النظر عن الموقع، وذلك عن طريق عملية توصيل الخدمات الشفافة.

وفي وسع النظام دعم طائفة من الخدمات عن بعد، والخدمات الحاملة، والخدمات البديلة، والخدمات التكميلية، وخدمات التراسل:

- الخدمات عن بعد: وتشمل المهاتفة، ومخابرات الطوارئ، وخدمة الفاكس من المجموعة 3 (بمعدلات تصل إلى 14,4 kbit/s).

وقد تم تحقيق الظروف المثلى لخطة التشفير الصوتي الاسمي للسطح البيئي الراديوي الساتلي دال (SRI-D). فقيمة معدل التشفير تبلغ 4,8 kbit/s. كما أن مشفر الصوت الاسمي يعمل على دعم الإرسال الشفاف للتردد المتعدد بنغمة مزدوجة (DTMF) في الاتجاه الأمامي واتجاه العودة. ويمكن للسطح البيئي الراديوي أن يدعم مشفرات أخرى.

- الخدمات الحاملة (خدمات الدعم): يتم دعم مختلف معدلات البيانات والاستفادة منها وفقاً لنوع التطبيقات. وقد تتفاوت سرعة القناة وفقاً لموارد النظام ومتطلبات المستعمل. ولا تُستخدم هذه الإمكانية الوظيفية للتعويض عن حالات توهين الإرسال المتوسطة. كما لا يُستخدم تشفير مصادر معدلات متغيرة. ويمكن استخدام عمليات الإرسال غير المتناظرة لخدمات تتعلق بالبيانات بواسطة التخصيص اللامتناظر لفجوات النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) على الوصلات الأمامية ووصلات العودة. ويجري دعم معدلات البيانات المتوسطة (التي تصل إلى 38,4 kbit/s) باعتماد تجميع الفجوات الزمنية. بما في ذلك قائمة معدلات البيانات التالية غير الشاملة (تجدر الإشارة إلى أن الفجوات الزمنية

المتعددة و/أو قنوات التردد الراديوي المتعددة تُستخدم لتحقيق معدلات بيانات أعلى من تلك المتاحة من فجوة زمنية منفردة (2,4 kbit/s قبل التشفير):

- بيانات تحويل الدارة الشفافة وغير الشفافة غير المتزامنة: 0,3، 1,2، 2,4، 4,8، 9,6، 14,4، 19,2، 28,8، 38,4 kbit/s.
- بيانات تحويل الدارة الشفافة وغير الشفافة المتزامنة: 1,2، 2,4، 4,8، 9,6، 14,4، 19,2، 28,8، 38,4 kbit/s.
- بيانات تبديل الرزم: في وسع هذا النظام وسطحه البيئي الراديوي تقدم الدعم لخدمات تبديل الرزم؛ والتنفيذ هو قيد المراجعة حالياً.
- الخدمات التكميلية: وتتضمن خدمات تحديد هوية الخطوط، وتوجيه الخدمات، وخدمات انتظار المكالمات، والخدمات متعددة الأطراف، وخدمات حصر المكالمات، وخدمات الإبلاغ بالرسوم، والخدمات المتعلقة بالمواقع.
- خدمات التراسل: وتتضمن الرسائل الصوتية، والرسائل بالفاكس، والرسائل القصيرة (SMS) المتنقلة المنشأ والمقصد.

2.2.4.3.4 سمات النظام

التمرير

تحظى عملية التمرير بالدعم داخل النظام فيما بين حزم الساتل نفسه، وبين حزم السواتل المختلفة، وبين المحطات الأرضية البرية. وقد تلزم مطاريف المستعملين (UT) لتغيير التردد عند عملية التمرير. وتُعمد عملية التمرير المدعومة بمطراف المستعمل باستخدام قياسات UT والتبديل المراقب. ويتلقى الدعم كل عمليات التمرير العسيرة والسلسة. وتُفضّل عملية التمرير السلسة التي لا تنطوي على تقطع في التمرير، حيثما يقرر مطراف المستعمل عملية التمرير. وحين يتعذر تنفيذ التمرير السلس، يُستخدم إجراء التصحيح قبل حدوث التقطع.

تعويض دوبلر

توفّر معرفة حركة الساتل وموقع المطراف (UT) المعلومات التي تسمح بتنفيذ تعويض دوبلر. ويعمل التعويض المسبق على الحدّ من الإزاحة الدوبلرية إلى ما دون 1,1 kHz في الوصلة الأمامية و 40 Hz في وصلة العودة.

تخصيص القنوات

يسمح توجيه القنوات الرقمي على متن المركبة بتبديل قنوات المرشاح الساتلية البالغ عددها 490 بين الحزم المتولدة بشكل فاعل البالغ عددها 163. وبناءً عليه فإن تخصيص القنوات المتنبأ به يُستخدم من أجل تمكين السواتل من الاستجابة لمقتضيات الحركة والتداخل حسبما هو ممكن عملياً في سياق تغييرها على مدى المدار. كما أنه يساعد في الاستخدام المرن للطيف المتوافر.

التنوع

يتم دعم التنوع الزمني والمكاني والتردد:

- يتم دعم التنوع الزمني لحركة البيانات باستخدام بروتوكول الوصلة الراديوية (RLP)، وإرسال الإشارة (التشوير) بواسطة إعادة بث الطبقة 2 والبحث الراديوي/الإبلاغ/الإذاعة لقناة النفاذ العشوائي (RACH) عن طريق التكرار.
- يتم دعم التنوع المكاني للحركة وإرسال الإشارات بالسماح لمطراف المستعمل (UT) بالتواصل مع الشبكة عن طريق أي ساتل من السواتل المرئية (تنوع المسير الساتلي). وتوفر كوكبة النظام في معظم الوقت التغطية لمنطقة معينة من خلال مسيرين تنوعيين أو أكثر لساتلين أو أكثر كما هو مبين في الشكل 57. وقد صُمّم النظام لزيادة احتمال وجود خط بصر مباشر من الساتل من خلال الاستفادة التامة من إمكانية تنوع المسير الساتلي للكوكبة بالنسبة إلى كافة الخدمات.

- يتم دعم التنوع الترددي لقناة التحكم الإذاعية (BCCH) وقنوات التحكم المشتركة.

إن العدد الأدنى لمستقبلات/هوائيات التردد الراديوي لكل مطراف UT الذي يسمح بتنوع المسير الساتلي يبلغ 1. وتتوقف درجة التحسين المحققة على الظروف الكامنة، ومع ذلك، وحيث إن المسارات غير مترابطة بصورة نمطية، فمن المتوقع حدوث تحسن بمقدار يتراوح بين 5 dB و 8 dB.

تفعيل الصوت

يكون الإرسال المفعل صوتياً لازماً على الوصلة الأمامية ووصلة العودة للسماح بتحقيق وفورات في القدرة الساتلية من أجل زيادة القدرة على الوصلة الأمامية، وللسماح بحدوث وفورات في القدرة الساتلية وقدرة مطراف المستعمل على وصلة العودة. ويستخدم التفعيل الصوتي من أجل تحقيق زيادة قصوى في هامش وصلة العودة المتوفرة، وزيادة مدة التحدث الخاصة بالمطراف UT إلى الحد الأقصى، على التوالي. ويبلغ عامل تفعيل الصوت عادة النسبة 40%.

3.2.4.3.4 سمات المطاريف

يُعتبر توفير خدمات النظام IMT-2000 عبر السواتل، وبالتحديد للمطاريف المحمولة يدوياً، عملاً متطلباً للغاية. ولا بد من استخدام تشفير كاف للمصادر بقدرات بث أعلى وخطط تشكيل ذات مستوى أقل (ثنائي الحالة أو رباعي الحالة) من أجل الحصول على نسبة للخطأ في البتات (BER) على الوصلة الساتلية مساوية لتلك التي نحصل عليها في الشبكات الأرضية. وبالنسبة للمطاريف المحمولة باليد بوجه خاص، ينبغي إيجاد توازن بين هذه المتطلبات (التشفير والقدرة والتشكيل التي تؤثر تأثيراً مباشراً على الاستخدام الطيفي) وضرورة أن تكون المطاريف مشابهة للمطاريف الأرضية من حيث الحجم والوزن وأداء البطاريات.

وتتوفر الخدمة لطائفة واسعة من أنواع المطاريف. ويُتوقع أن تكون الغالبية العظمى من مطاريف المستعملين (UT) قادرة على القيام بالعمليات الساتلية والأرضية على السواء، والعمل بحسب الاقتضاء على دعم إمكانية نقل الخدمة، مما يُيسر النفاذ إلى الخدمات على الشبكات المترلية من داخل شبكة الضيافة، وعلى شفافية الخدمة، التي يخوض المستعمل بموجبها نفس الرؤية والشعور، بغض النظر عن الموقع، وذلك عن طريق عملية توصيل الخدمات الشفافة. ويعطي الجدول 25 تلخيصاً لبعض أمثلة المطاريف وخصائصها التقنية والخدمات التي توفرها.

الجدول 25

أمثلة على أنواع المطاريف

معدل خطأ البتات ⁽¹⁾	معدل البتات (kbit/s)	الخدمة	المطراف
4%	4,8	صوت	محمول باليد
10 ⁻⁵	9,6-2,4	بيانات	
4%	4,8	صوت	متين وقابل للنقل
10 ⁻⁵	9,6-2,4	بيانات	
4%	4,8	صوت	محمول على مركبة خصوصية
10 ⁻⁵	38,4-8,0	بيانات	
4%	4,8	صوت	محمول على مركبة تجارية
10 ⁻⁵	38,4-8,0	بيانات	
4%	4,8	صوت	شبه ثابت
10 ⁻⁵	38,4-8,0	بيانات	

⁽¹⁾ معدل خطأ البتات في خدمات الصوت قبل تصحيح الأخطاء

وَيُتَوَقَّع أيضاً أن يتم إدخال التكنولوجيا المستخدمة في هذه المطارييف إلى مجموعة واسعة من أنواع مطارييف المستعملين الأخرى، بما فيها المطارييف المحمولة على مركبات، والمطارييف المتنقلة الطيرانية والبحرية، والمطارييف شبه الثابتة، من قبيل حجيرات الهاتف الريفية، وهواتف المجتمعات المحلية.

2.4.3.4 مواصفات التردد الراديوي (RF)

التحكم بالقدرة

يعمل مطراف المستعمل (UT) على التحكم بخرجه وفق ما تتطلبه الشبكة، فيما تتحكم الشبكة بخرج قدرة المحطة الأرضية البرية لكل قناة من القنوات. ويتمثل الهدف من التحكم بالقدرة في تمكين المحطة LES والمطراف UT والساتل من استخدام قدرة البث الدنيا لكل قناة راديوية بحيث تكون كافية للحفاظ على نوعية مقبولة للإشارة المستقبلية. ويُستخدم التحكم بالقدرة المغلق العروة لقنوات الحركة في الاتجاهين الأمامي والعكسي على السواء. ويمكن أيضاً استخدام التحكم بالقدرة المفتوح العروة. وتسفر عملية التحكم بالقدرة عما يلي:

- زيادة في قدرة النظام؛
- إطالة عمر بطارية المطراف UT؛
- تحقيق خفض في التداخل.

ويتم هنا استخدام حجم لخطوة التحكم بالقدرة مقداره 1 dB. بمدى دينامي قدره 16 dB. ويبلغ عدد دورات التحكم بالقدرة في الثانية 2. ويتغير معدل بتات التحكم بالقدرة من 2 إلى 10 بتات كل 0,5 ثانية لكل مسارين.

عرض نطاق القناة، ومعدل البتات، ومعدل الرموز

تبلغ قيمة المابعدة بين قنوات التردد الراديوي 25 kHz. ويعتمد كل من معدل بتات قناة التردد الراديوي ومعدل الرموز على نوع القناة والتشكيل المرتبط بها. ويقدم الجدول 40 المزيد من المعلومات عن أنواع القنوات والتشكيلات المرتبطة بها.

وفيما يتعلق بالقنوات التي تستخدم تشكيل الإبراق التريبيعي بزحزة الطور (QPSK) أو تشكيل الإبراق الغاوسي بزحزة دنيا المعدل (GMSK)، فإن معدل بتات قناة التردد الراديوي يبلغ 36 kbit/s. وبالنسبة للقنوات التي تستخدم تشكيل الإبراق بزحزة الطور ثنائي الحالة (BPSK)، فإن معدل بتات قناة التردد الراديوي يبلغ 18 kbit/s.

وبالنسبة إلى القنوات التي تستخدم تشكيل الإبراق QPSK أو تشكيل الإبراق BPSK، يبلغ معدل رموز القناة (بعد التشكيل) 18 ksymbol/s. وأما بالنسبة إلى القنوات التي تعتمد تشكيل الإبراق GMSK، فإن معدل رموز القناة (عقب التشكيل) يبلغ 36 ksymbol/s.

القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) وعامل الجدارة (G/T) لمطراف المستعمل

ترد في الجدول 26 القيم الاسمية للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لمطراف المستعمل (UT) وعامل الجدارة (G/T) لكل مثال من أنواع المطارييف.

الجدول 26

لمطراف المستعمل G/T القدرة المشعة المتناحية المكافئة الاسمية وعامل الجدارة

المطراف	الكسب (dBi)	G/T (dB/K)	الذروية e.i.r.p. (dBW)	e.i.r.p. الذروية الدنيا ⁽¹⁾ (dBW)	المتوسط الزمني للقدرة e.i.r.p. ⁽²⁾ (dBW)
محمول باليد	2	23,8-	$7 \geq$	9 -	$4 - \geq$
متين وقابل للنقل	3,5	21,5-	$7 \geq$	9 -	$4 - \geq$
على مركبة خصوصية	3,5	21,5-	$10 \geq$	6 -	$1 - \geq$
على مركبة تجارية	6,5	18,0-	$10 \geq$	6 -	$1 - \geq$
شبه ثابت	10,5	14,0-	$10 \geq$	6 -	$1 - \geq$

(1) تأخذ بالحسبان تحكم القدرة.

(2) تم حساب المتوسط الزمني بافتراض استعمال فجوة صوتية واحدة عند القدرة e.i.r.p. الذروية مع إرسال متقطع.

القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) وعامل الجدارة (G/T) للساتل

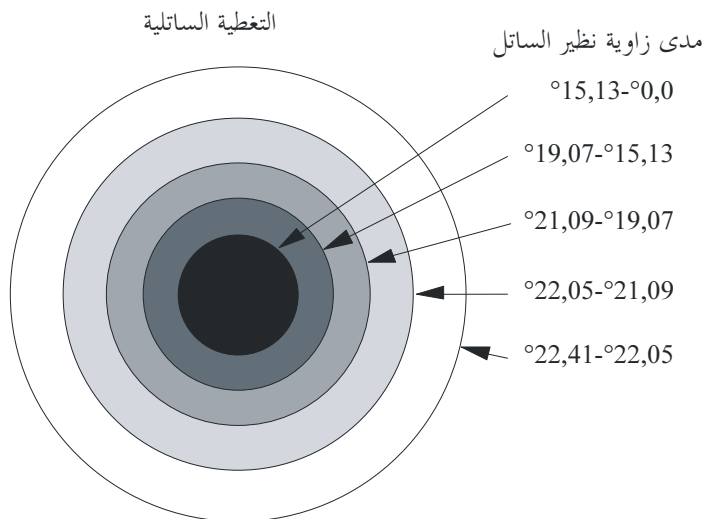
للمساعدة على وصف الأداء المتعلق بالقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) وعامل الجدارة (G/T) للساتل، يحدّد الشكل 64 النطاقات المختلفة لزاوية النظر الساتلية (المقابلة لمساحات مناطق سطحية متساوية على الأرض).

ويمكن تخصيص موارد القدرة e.i.r.p. الخاصة بوصلة الخدمة بشكل مرّن لأي حزمة من الحزم النقطية البالغ عددها 163 من خلال الانتقاء المناسب لتردد الوصلة الصاعدة (وصلة التغذية) الذي يناظر قناة مرشاح الساتل الموجه نحو الحزمة النقطية المنشودة. ويبيّن الجدول 27 القيمة الاسمية القصوى للقدرة e.i.r.p. في كل حلقة فيما لو تم توجيه جميع القدرات e.i.r.p. نحو تلك الحلقة وحدها واستبعاد الحزم في الحلقات الأخرى. وفي التطبيقات الواقعية للحركة، يتم توزيع القدرة e.i.r.p. في جميع الحلقات على أن تكون القدرة e.i.r.p. لكل حلقة أقل من القدرة الذروية.

ويرد في الجدول 28 التخصيص الاسمي لعامل جدارة الخاص بوصلة الخدمة بالنسبة إلى كل حلقة من الحزم النقطية.

الشكل 64

تعريف مناطق تحديد القدرة e.i.r.p. انطلاقاً من الساتل



الجدول 27

القيمة القصوى الاسمية للقدرة e.i.r.p الخاصة بوصلة الخدمة بالنسبة إلى كل حلقة

الحلقة 5	الحلقة 4	الحلقة 3	الحلقة 2	الحلقة 1	
28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	قدرة الخرج المدججة لمضخمات القدرة (dBW)
0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	فقد الخرج (dB)
28,2	28,7	28,9	29,6	30,6	متوسط كسب الهوائي (dB)
56,1	56,6	56,7	57,4	58,2	القدرة المشعة المكافئة المتاحة (dBW)
0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	سرقة القدرة عند أسوأ إعداد للكسب (dB)
55,4	55,9	56,1	56,9	58,1	المفيدة e.i.r.p. القدرة (dBW)

الجدول 28

القيمة الاسمية في أسوأ الحالات لعامل الجدارة الخاص بوصلة الخدمة بالنسبة إلى كل حلقة

الحلقة 5	الحلقة 4	الحلقة 3	الحلقة 2	الحلقة 1	
28,1	28,5	28,7	29,4	30,4	متوسط كسب الهوائي (dB)
23,8	23,9	24,3	25,0	25,5	درجة حرارة ضوضاء النظام (dB/K)
4,3	4,6	4,4	4,4	4,9	بدون فقد G/T عامل الجدارة (dB/K)
2,8	2,8	2,6	2,4	2,3	الفقد عند الكسب المنخفض للمعالج (dB)
1,5	1,9	1,8	2,0	2,6	عند الكسب المنخفض للمعالج G/T عامل الجدارة (dB/K)

التزامن واستقرار التردد

من المطلوب تحقيق التزامن بين محطة أرضية برية (LES) وأخرى. والمعروف أن الدقة في التوقيت 2σ تساوي $1\mu s$ ، وأن المرجع الخارجي للنظام هو نظام تحديد المواقع العالمي (GPS).

وتتحكم الشبكة بتوقيت رشقة مطراف المستعمل (UT). ويتزامن عمل مطراف المستعمل مع توقيت الوصلة الأمامية، وتقيس المحطة LES مدى التخالف عن القيمة المتوقعة فيما يتم إرسال أي تصحيح يتقرر إجراؤه إلى المطراف UT عبر قناة التحكم. وتبلغ دقة الميقاتية المرجعية لتوقيت المطراف UT عادة 3 أجزاء في المليون.

ويبلغ مقدار استقرار التردد لإشارة البث الساتلي 0,5 جزء في المليون.

وتتحكم الشبكة بتردد بثّ المطراف UT. ويتزامن المطراف مع تردد وصلة الشبكة الأمامية، وتقيس الشبكة SRAN قيمة التخالف عن القيمة المتوقعة، فيما يتم إرسال أي تصحيح يتقرر إجراؤه إلى المطراف UT عبر قناة التحكم. ويبلغ مقدار استقرار التردد لبثّ مطراف المستعمل 3 أجزاء في المليون (غير محكم) و0,1 جزء في المليون (محكم).

الاستقطاب

يكون الاستقطاب على الوصلة الصاعدة (أرض-فضاء) والوصلة الهابطة (فضاء-أرض) عبارة عن استقطاب دائري ميامن (RHCP).

إعادة استخدام التردد

يستخدم عادة نموذج رباعي الخلايا لإعادة استخدام التردد كأساس لخطة التردد. انظر الفقرة 2.1.4.3.4 للحصول على المزيد من التفاصيل.

4.4.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

النفاز المتعدد

يعمل النظام بأسلوب الازدواج بتقسيم التردد (FDD)، ومع ذلك لا يوجد عموماً علاقة ترددية ثابتة (تباعداً الإرسال المزدوج) بين الترددات أرض-فضاء والترددات فضاء-أرض المستخدمة للاتصالات من مطاريف المستعملين وإليها. ويتم فيه استخدام مزيج من النفاز المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) والنفاز المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA). وتعمل كل موجة حاملة بتردد راديوي قدره 25 kHz على دعم أرتال يبلغ طولها 40 ms. ويدعم كل رتل 6 فجوات زمنية للنفاز TDMA، فيكون بذلك طول كل فجوة زمنية حوالي 6,67 ms (6/40 ms). كما تحتوي كل فجوة زمنية على رموز حارسة في بدايتها ونهايتها على السواء.

التشكيل

يتوقف مُخطط التشكيل المستخدم على نوع القناة. ويقدم الجدول 29 معلومات عن أنواع الموجات الحاملة والتشكيلات المرتبطة بها.

الجدول 29

أنواع الموجة الحاملة والتشكيلات المرافقة

التشكيل	نوع الموجة الحاملة
على وصلة العودة QPSK (GMSK)	صوت (TCH)
على وصلة العودة QPSK (GMSK)	بيانات (TCH)
BPSK	BCCH
على وصلة العودة BPSK (S-BPSK)	RACH
BPSK	SDCCH

التشفير

يعتمد معدل التشفير التاليفي المستخدم على نوع الموجة الحاملة. ويقدم الجدول 30 معلومات عن معدلات التشفير المستخدمة.

الجدول 30

معدلات التشفير

معدل التشفير	نوع الموجة الحاملة
1/3	صوت (TCH)
1/2	بيانات (TCH)
1/2	BCCH
1/6	RACH
1/4	SDCCH

ويتم استخدام تفكيك التشفير بقرار مبرمج.

معدلات بتات الموجات الحاملة

تعمل كل فجوة زمنية على دعم معدل بتات قدره 6 kbit/s (معدل بتات القناة البالغ 36 kbit/s بوجود 6 فجوات زمنية للرتل الواحد). ويوفر ذلك وجود 4,8 kbit/s من البيانات و 1,2 kbit/s للأرتال والتشوير داخل النطاق.

وبالنسبة للقناة TCH، فإن كل فجوة زمنية تدعم معدلات بتات اسمية لمعلومات المستعمل تبلغ 2,4 kbit/s للبيانات (قبل التشفير) و4,8 kbit/s للصوت (بعد التشفير).

أما بالنسبة للقناة BCCH والقناة RACH، فيتم دعم معدل بتات مُشفر قدره 18 kbit/s.

وفيما يتعلق بقنوات التحكم ذات الصلة، يتم دعم معدلات بتات قصوى قدرها 160 bit/s (القناة SACCH) و80 bit/40 ms (القناة FACCH).

التشدير

وبالنسبة إلى الصوت (القناة TCH)، يتم استخدام التشدير ضمن الرشقة. أما بالنسبة إلى البيانات (القناة TCH) فيستخدم التشدير ضمن الرشقة والتشدير على مدى 4 رشقات.

5.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي هاء

لقد تم تحقيق الظروف المثلى للسطح البيئي الراديوي الساتلي هاء (SRI-E) لاستخدامه مع كوكبة من السواتل المستقرة بالنسبة إلى الأرض من أجل تأمين تغطية عالمية النطاق للمطاريق المتعددة الوسائط. بما يتوافق مع أهداف النظام IMT-2000. ومع أن السطح البيئي SRI-E قد حُسن إلى الحد الأمثل بالنسبة إلى المكوّن الساتلي، فقد تمت أيضاً مراعاة الحاجة إلى قدر أكبر من الملاءمة في سياق روح وأهداف النظام IMT-2000. ويتمثل النوع الأولي للمطاريق المتوقع استخدامه مع السطح البيئي SRI-E بكمبيوتر محمول أو كمبيوتر يدوي موصول بوحدة اتصالات صغيرة محمولة تتضمن هوائياً اتجاهياً. ويمكن باستخدام مطاريق السطح البيئي SRI-E هذه تحقيق معدلات بث تصل إلى 512 kbit/s. ويمكن للسطح البيئي SRI-E تلبية احتياجات كل البيئات المطرافية بدءاً بالمتوقفة منها (بما فيها النفاذ اللاسلكي الثابت FWA) وحتى تلك التي تتحرك بسرعات الطائرات.

ويتمثل الهدف الأولي للحركة في البيانات، ولا سيما من أجل القدرة التوصيلية بالإنترنت العمومية وشبكات الإنترنت الخاصة، وذلك دعماً للتطبيقات النمطية المستخدمة على هذه الشبكات مثل الرسائل الإلكترونية ومتصفحات المعلومات. كما يتم دعم خدمات الاتصالات التقليدية مثل الخدمة الصوتية وخدمة الفاكس. ومع أن معدل البتات للموجة الحاملة الواحدة يبلغ 512 kbit/s، إلا أنه من الممكن تحقيق معدلات بتات أعلى عن طريق المطاريق المتخصصة بواسطة مراسلات-مستقبلات متعددة عبر تجمعات الموجات الحاملة. ويتعين على السواتل المستخدمة لدعم السطح البيئي SRI-E أن تعتمد أحدث التكنولوجيات المستقرة بالنسبة إلى الأرض، حيث يعمل كل ساتل على نشر عدد كبير من الحزم النقطية التي تغطي مجتمعةً مناطق بحجم قاري وتُحقق إعادة استخدام للتردد بأسلوب مناظر لذلك الخاص بالأنظمة الخليلوية الأرضية.

ويتمثل الهدف الأساسي في تصميم السطح البيئي SRI-E في جعله مستقلاً بصورة تامة عن أنواع الخدمات والحركة التي ينقلها. ويُعتبر ذلك خاصية أساسية للنظام المتعدد الوسائط.

إن حمّالات النفاذ المشترك هو المصطلح الذي يشير إلى قنوات ساتلية محدّدة تدعم نقل البيانات بين النظام الفرعي للشبكة الراديوية (RNS) ومطراف المستعمل (UE). فحمّالات النفاذ المشترك، من حيث التعريف، تعمل على دعم أكثر من وصلة واحدة كل مرة. وتتضمن الآليات العاملة على تقاسم الموارد مجموعة من التقنيات، حيث يكون لكل رزمة فردية تُنقل على حمّالة النفاذ المشترك عنوان يحدد هوية اتصالها.

ويساعد نظام إدارة الموارد في دعم تشغيل أنواع الحمّالات المتعددة في النظام. فبروتوكولات السطح البيئي الهوائي تستخدم نظام تشوير واحداً. وتكون الحمّالات المادية مستقلة بشكلٍ كافٍ عن الطبقات العليا من أجل دعم أي نظام تشوير على وجه التقريب.

ويتمثل النهج الأمثل لإدارة الموارد لهذه التشكيلة في الاستفادة من القنوات على أساس تعدد الإرسال بتقسيم الزمن/النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDM/TDMA).

1.5.3.4 أوصاف المعمارية

1.1.5.3.4 الكوكبة

كما ورد ذكره آنفاً، يتم تحقيق الشروط المثلى لتنفيذ لسطح البيئي SRI-E باعتماد نظام ساتلي مستقر بالنسبة إلى الأرض. ويُلخص الجدول 31 المعلومات الخاصة بالكوكبة.

الجدول 31

مواصفات كوكبة السواتل التابعة للسطح البيئي SRI-E

ارتفاع الساتل	km 36 000
زاوية ميل المدار	$\geq 3^\circ$
عدد المستويات المدارية	1
عدد السواتل في المستوي المداري	3 للتغطية العالمية
طريقة التنوع الساتلي	التنوع الساتلي غير مستعمل

السواتل

إن مدى تعقيد المعدات المحمولة على متن الساتل والمتوقع استخدامها مع السطح البيئي SRI-E يقع عند حدود التكنولوجيا القابلة للنشر حالياً. فهي تسمح باستخدام حزم نقطية متعددة، وتوفر القدرة الترددية الراديوية اللازمة لتمكين نقل خدمات المعلومات عالية المعدل إلى المطاريف الصغيرة المتنقلة.

ويبين الجدول 32 الخصائص الساتلية المثالية للاستخدام مع السطح البيئي SRI-E.

الجدول 32

مواصفات كوكبة السواتل بالنسبة إلى السطح البيئي SRI-E

عدد الحزم النقطية لكل ساتل	حتى 300، رهناً بالتغطية المطلوبة
تشكيلات الحزم النقطية	يفترض أن تكون الحزم النقطية مخاريط بسيطة. ويجب أن تكون التشكيلة مرنة وقابلة لإعادة التشكيل خلال عمر النظام نتيجة للأتمات المتبدلة للحركة
حجم الحزمة النقطية	عرض الحزمة حوالي 1° ، أي بقطر 800 km عند مسقط الساتل
إعادة استعمال التردد	يرتكز مخطط إعادة استعمال التردد إلى مجموعات من 7 حزم. في البيئة الساتلية يتبع تخصيص الترددات للحزم النقطية نمطاً بسيطاً ومنظماً. لا يؤثر تخطيط التردد على باقي جوانب النظام، مثل التشوير والتزامن والتشغيل البيئي مع الشبكات الأرضية
عامل جدارة G/T وصلة الخدمة الخاص بحزمة الساتل	متوسط: dB/K 10 أدن: dB/K 9,5
قدرة الإشباع e.i.r.p. لكل حزمة في وصلة الخدمة	دنبا: dBW 38 قصوى: dBW 53
قدرة الإشباع الكلية e.i.r.p. لكل ساتل في وصلة الخدمة	dBW 67
قدرة e.i.r.p. للساتل في كل موجة حاملة: dBW 43	قصوى: dBW 43 متوسطة: dBW 42
الاستقرار المطلوب للتردد	ppm 1
التحكم بالقدرة	يسمح بتوفير حوالي 3 dB بالمتوسط في قدرة الساتل؛ يتيح ذلك مضاعفة سعة الحركة
تحكم القدرة بالحجم	dB 0,5
عدد دورات التحكم بالقدرة في الثانية	1
المدى الدينامي للتحكم بالقدرة	dB 8
أقصى سوية لقدرة الإرسال مع تحكم بالقدرة	dBW 7

2.5.3.4 أوصاف النظام

1.2.5.3.4 سمات الخدمة

لقد تم تصميم الشكل الأساسي للنظام الساتلي SRI-E من أجل تنفيذ وتوفير قابلية التشغيل البيئي بتطبيقات من نوع أنظمة الاتصالات المتنقلة العالمية (UMTS).

والسطح البيئي الهوائي هو نظام رزم بيانات ينطوي على أن الحمّالات هي حمّالات نفاذ مشترك، وبالتالي فإن معدل بيانات المستعمل أثناء عملية التوصيل يتفاوت وفقاً لحمولة الحركة. ويمكن دعم التطبيقات من نوع الدارات التبديلية (الصوت، الشبكة الرقمية المتكاملة للخدمات ISDN)، من خلال نوعية محددة من معلمات الخدمة المعدة لضمان معدل بيانات المستعمل.

1.1.2.5.3.4 المقدرة على أداء خدمات الوسائط المتعددة

تختلف خدمات الوسائط المتعددة عن خدمات الاتصالات التقليدية بطرق شتى، على النحو الوارد وصفه في الأقسام التالية. وقد صُمم السطح البيئي SRI-E لهذا النوع من الحركة كما هو مشروع تحت كل موضوع من الموضوعات.

استقلالية النقل عن التطبيقات

ترتبط الشبكات المتنقلة من الجيل الثاني بشكل وثيق بالنقل الراديوي وبخصائص التطبيق الرئيسي، أي حركة الصوت. ويكون هذا الاقتران غير مرغوب فيه إلى حد كبير بالنسبة إلى شبكة متعددة الوسائط. وينبغي بدلاً من ذلك تصميم سطح بيئي راديوي يتسم بالعمومية قدر الإمكان، ويدعم مجموعة واسعة ومتنوعة من الحركة، بما في ذلك تلك التي لم يتم توقعها في الوقت الحاضر. ويمكن هذا المبدأ تحت تصميم أسلوب النقل للاتزامي (ATM).

ويدعم السطح البيئي SRI-E هذا الهدف بصورة تامة. ولا يطرح أية افتراضات بشأن البروتوكولات أو الخدمات التي تُستخدم فوقه. فالتوافق مع أسلوب النقل للاتزامي (ATM) الأرضي يضمن بأن أية حركة يمكن تنفيذها من قبل الأسلوب ATM يمكن أن ينفذها كذلك السطح البيئي SRI-E (ما دام عرض النطاق كافياً).

دعم الخدمات القائمة على أساس المهاتفة باستعمال بروتوكول الإنترنت (IP)

سوف تكتسب الإنترنت في غضون العقد المقبل أهمية تضاهي الأهمية التي تتسم بها شبكة الهاتف الدولية، وذلك بوصفها العمود الفقري العالمي لتقاسم المعلومات وتبادلها، فضلاً عن توزيع البيانات في الوقت الحقيقي. وبالفعل، فثمة من يدعي بأنها سوف تستولي على دور شبكة الهاتف لنقل الصوت، بالرغم من أن هذا الادعاء سيظل محط إثارة للجدل. فبالإضافة إلى تقاسم خدمة الإنترنت، تعمل الشركات والمنظمات الأخرى الآن على إسناد تقاسم معلومتها الداخلية حول تكنولوجيا الإنترنت، مما يؤدي إلى ما يُسمى بالإنترانت (Intranet)، ومجموعات المستعملين المغلقة، أي الإكسترانت (Extranet).

ينبغي على أي تكنولوجيا للاتصالات مصممة للاندماج مع العالم الواقعي للقرن الحادي والعشرين أن تتضمن الإنترنت والبروتوكولات المقترنة بها كأسلوب أولي في الأداء. كما أن القدرة على معالجة هذه الحركة بكفاءة قصوى ستشكل المعيار المميز لتكنولوجيات الاتصالات التي تم نشرها بنجاح.

وتتمثل إحدى الخصائص الرئيسية لحركة الإنترنت، مقارنة بالاتصالات التقليدية، في طبيعتها الرشقية (النبضية). فالمستعمل يتطلب عادة معلومات ضمن رشقات مركزة نسبياً، مثلاً حين يقوم بتحميل صفحة ويب أو استمارة، ثم تكون متطلباته في الفترة التي تلي ذلك ذات عرض نطاق منخفض. وهذه خاصية معروفة للشبكة القائمة حالياً تسمح بتعدد إرسال إحصائي لما يمثل عادة خمسة أضعاف عدد المستعملين الذي يفترض أن يسمح به عرض النطاق الساكن. فالشبكات التقليدية، بما تتسم به من تشديد على عرض النطاق الثابت لفترة المكاملة، تكون مجهزة بشكل رديء للتعامل مع حركة من هذا القبيل. وتتمثل الخاصية الأخرى لهذه الحركة في اللاتناظر. فكمية المعلومات التي تتدفق عادة في اتجاه واحد (نحو المستعمل في العادة) تتجاوز تلك المتدفقة في اتجاه آخر بما يوازيها رتبة.

لقد تم تصميم السطح البيئي SRI-E لتحقيق هدف رئيسي هو دعم الإنترنت. فالخدمة العريضة النطاق المتغيرة التي يوفرها تعطي استجابة فورية للحركة المتغيرة، ولا سيما تلك المتجهة نحو المستعمل المتواجد في منطقة بعيدة. ولا تفرض إعادة التفاوض أو أية مهلة أخرى فيما بين وصول الحركة وبين تخصيص عرض النطاق المناظر، علماً أن هذا الأخير متوافر. وفي حال حدوث تنازع على عرض النطاق (أي عدم وجود عرض نطاق كاف لتلبية الطلب الفوري)، يعمل هذا السطح البيئي تلقائياً على تقاسم ما هو متوافر بأسلوب مُنصف. وبالرغم من عدم احتواء المقترح الحالي على هامش معين، إلا أن من الممكن إتاحة مثل هذا الهامش لمخططات أكثر تفصيلاً، حيث يمكن، على سبيل المثال، أن تتلقى بعض المكالمات قدراً أكبر من عرض النطاق لدى حدوث التزاحم استناداً إلى نوعية خدمة يجري تسعيرها بشكل تجاري.

ومن الطبيعي أيضاً أن يسمح تخصيص عرض نطاق دينامي بحدوث حركة لا تناظرية. فوجود خليط من مستعملي الإنترنت النمطيين إلى جانب حدوث حركة عكسية الاتجاه، مثل تحميل النبذات التعريفية عن التعاملات أو معطيات القياس عن بعد، سوف يعمل على تحقيق الظروف المثلى لاستخدام عرض النطاق بطريقة آلية.

وتتمثل إحدى الخصائص الأخرى لاستخدام الإنترنت (بما في ذلك الخدمات الشبيهة بخدمات الإنترنت كالإنترنت)، في أن المستعملين يتوقعون الاتصال بشكل دائم، ودون حدوث تدخل فاعل من جانبهم مثلاً لإجراء مكالمة تتعلق بالأنشطة التي يقومون بها أو وقفها. (وهذا الأسلوب في الأداء مدعوم على مضم من قبل المستعملين الذين يطلبون الأرقام، لكنه لا يحدث في بيئات الشركات ويشكل في الواقع حدثاً مصطنعاً يُجسد عدم ملاءمة الشبكة PSTN لهذا النوع من الحركة). لذلك فإنه من المستصوب أن توفر تكنولوجيا النفاذ أسلوب اتصال منخفض الكلفة على أساس دائم، على أن يتم إشغال عرض النطاق الفعلي فقط عند اللزوم استجابة للحركة.

ويوفر السطح البيئي SRI-E خياراً يناظر معدل البتات غير المؤكد (UBR) في شبكات أسلوب النقل اللاتزامني (ATM). فحين يكون هؤلاء المستعملون غير ناشطين (كما يحدد ذلك رصد الحركة)، لا يتم استخدام أية موارد راديوية. أما حين يصبحون ناشطين، أي حين يتم تلقي الحركة في المحطة القاعدة أو من مطراف المستعمل، فإن الموارد الراديوية تُخصّص من خلال إجراء استعادة المكالمة.

الدعم اللازم للمكالمات المتلازمة المتعددة

تتطلب الحركة المتعددة الوسائط في كثير من الأحيان مكالمات متعددة إلى وجهات مختلفة أو إلى الوجهات ذاتها، وبشروط متباينة فيما يتعلق بالنوعية. وعلى سبيل المثال، فإن التوصية ITU-T H.323 بشأن المعايير لخدمة المؤتمرات متعددة الوسائط تفترض وجود مثل هذه المقدرة.

ويقدم السطح البيئي SRI-E الدعم لأي مزيج من المكالمات، لكل منها وجهة ونوعية خدمة خاصة بها، ضمن حدود القدرة الكاملة للقناة (512 kbit/s). كما أن السطح البيئي SRI-E يعمل بصورة آلية على تعدد إرسال المكالمات لمختلف المطاريف مضمن قناة واحدة، علماً بأن في وسعه تكريس قناة بكاملها لمطراف واحد إذا ما دعت الضرورة إلى ذلك.

ولا تُستخدم مقدرة التمرير من أجل دعم التنقلية الجغرافية فحسب، بل لتحقيق الظروف المثلى لاستخدام القناة. وقد يبدأ المطراف نشاطه بمكالمة ذات عرض نطاق منخفض (مثل الصوت)، ومن ثمّ يضيف المزيد من المكالمات إلى أن تصبح القدرة المتقاسمة للقناة غير كافية. وعند هذه اللحظة يتم استدعاء آلية التمرير لتحريك المطراف (أو مطراف آخر بالفعل) نحو قناة أخرى لديها القدرة المطلوبة. وبالمثل، عند انتهاء المكالمات، قد يتطلب الاستخدام الفعّال لعرض النطاق رصّ المطاريف العاملة في قنوات مختلفة لتشكيل قناة واحدة، مما يحرر الموارد لاستخدامها في مواقع أخرى.

دعم تحديد المواقع

لقد أصبح الشرط المتعلق بالأنظمة المتنقلة، القاضي بالإبلاغ عن خدمات الأمن والطوارئ للموقع المادي للمطراف، شرطاً ذا طابع قانوني بصورة متزايدة. فتوفير هذه المقدرة سيكون شرطاً مرهوناً بالحصول على رخصة تشغيل في العديد من البلدان. وعلاوة على ذلك، فإن الاختلافات التنظيمية فيما بين البلدان، والتي قد تؤثر في استخدام المطاريف أو الخدمات الأخرى، تتطلب معلومات تتعلق بالمواقع.

ويتعين على النظام الذي يستخدم السطح البيئي SRI-E أن يستخدم مُستقبلاً مستقلاً لنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) للحصول على معلومات دقيقة (100 m) بشأن المواقع. ويتضمن بروتوكول التشوير السبل للبت إلى المحطة القاعدة. وفي حال استخدام السطح البيئي SRI-E ضمن بيئة أرضية، يجوز عندئذٍ استبدال مُستقبل النظام GPS بوسائل تحديد المواقع الراديوية.

2.1.2.5.3.4 الجوانب المتعلقة بالتنوع

لا يفرض السطح البيئي SRI-E بحد ذاته أي نوعية صوتية خاصة. ومن المتوخى أن يتم استخدام التوصية ITU-T G.729، وإدراج تحديد النوعية فيها. ويحتمل وجود نوعيات أدنى أو أعلى (بما يُقابل ذلك من تأثير على متطلبات عرض النطاق) دون التأثير على السطح البيئي الراديوي.

وتُعتبر نوعية البث أحد مواطن القوة للسطح البيئي SRI-E. وقد تم تحديد معدلات الأخطاء في كتلة التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC). وسوف يسعى تكييف الوصلة إلى توفير معدل خطأ ثابت يقل عن 10^{-3} . وهذا كاف لجميع التطبيقات المتعددة الوسائط، دون إجراء المزيد من التحسينات في السطح البيئي الراديوي أو في طبقات السطح البيئي. (أما التطبيقات التي تستدعي درجة من السلامة تفوق تلك، فستشغل بصورة دائمة بروتوكولات سلامة البيانات الخاصة بما الأعلى طبقة).

ويستخدم السطح البيئي SRI-E تشفير توربو التكميبي، الذي يتم بموجبه تعديل معدل التشفير (وبالتالي معدل بيانات المستعمل) في الوقت الحقيقي فيما تتغير أوضاع القناة للحفاظ على معدل خطأ ثابت للكتلة قدره 10^{-3} .

وإضافة إلى ذلك، يتضمن السطح البيئي SRI-E على الفقرة الساتلية بروتوكولاً يقوم على التحكم العالي المستوى في وصلة البيانات (HDLC)، يتم تطويره إلى الحد الأمثل من أجل البيئة الساتلية. وتعمل التوصيلات المبدلة رزماً (من الصنف التفاعلي أو من صنف ينتمي إلى الخلفية) بأسلوب تشغيل معتمد (مع إشعار استلام) ويُعاد بث الرزم المفقودة. أما التوصيلات المبدلة الدارة والمبدلة الرزم من الصنف الانسيابي فتستخدم أسلوب تشغيل غير معتمد (دون إشعار استلام)/شفافاً، وتعرض لاحتمال الفقدان.

ولا يفرض السطح البيئي SRI-E تقييدات على بروتوكولات الخدمة المستعملة، ويعتمد المشفر التكميبي الجديد للإشارة المتعدد النطاقات الذي يبلغ معدله 4 kbit/s ($AMBE+2^{TM}$) والذي حققت قياساته نوعية صوتية ذاتية تفوق البث الصوتي التقليدي الوارد ذكره في التوصية ITU-T G.729. وفي ذلك، تتطلب النظام IMT-2000.

وفي بعض أساليب التشغيل مثل أسلوب التشغيل المعتمد (مع إشعار استلام)، لا يتوقع حدوث خسارة في الرزم أثناء عملية التمرير نتيجة إيقاف كل أشكال الحركة. وفيما يتعلق بأسلوب التشغيل غير المعتمد (دون إشعار استلام)، قد يتم إيقاف الحركة، لكن ذلك قد يترك بعض التأثير الملحوظ على تطبيقات الانسياب الفيديوي فقط على سبيل المثال. ويؤدي أسلوب التشغيل الشفاف، وأبرزها الصوتي، إلى فقدان بعض الأرتال، مما قد يؤثر في نوعية الصوت. وفيما يتعلق بالخدمات خلاف خدمات الوقت الحقيقي، كالنفاذ إلى الإنترنت، فإن الخسارة في الخلايا قد يتم استردادها من خلال بروتوكول تعزيز السلامة الوارد في التوصية ITU-T V.42، وتكون بذلك شفافة بالنسبة إلى التطبيق. وتظهر الخسارة بنفس الطريقة كخطأ في البث، والذي يكون أكثر شيوعاً من الناحية الإحصائية.

وتتم معالجة التغيرات في نوعية الإشارة بصورة أساسية باستخدام الإدارة الفعالة لمعدل التشفير، وبناء على ذلك، يكون معدل البيانات النهائي الذي يراه المستعمل مدفوعاً بنوعية الوصلة بالرغم من تقييد معدل الخطأ. ويعتبر ذلك مناسباً بصورة أكبر للبيئة المتعددة الوسائط، حيث تكون التطبيقات عادة على درجة من الحساسية للأخطاء في البيانات أو للتأثيرات الناجمة عن استرداد الأخطاء تفوق درجة الحساسية الشائعة في حالة الخدمات التقليدية المتداولة مثل الخدمات الصوتية.

2.2.5.3.4 سمات النظام

البوابات

تتوجه المكالمات نحو البوابات الساتلية المسؤولة عن الحزمة النقطية التي يوجد فيها المطراف. وقد تعمل محطات الأنظمة الفرعية للشبكة الراديوية (RNS) على خدمة حزمة نقطية منفردة. وتجري معالجة إدارة التنقلية باستخدام الشبكة المركزية

GSM/UMTS. وتعمل كل حزمة نقطية كمنطقة تسيير/منطقة مواقع لإدارة التنقلية، ويجري اقتفاء أثر الهواتف المتنقلة (الخليوية) على هذا الأساس. وينبغي أن تكون كل السواتل مرئية من بوابة تشغيل واحدة على الأقل. وبناءً عليه، لا يلزم سوى عدد صغير من البوابات في البيئة الساتلية المستقرة بالنسبة إلى الأرض - بوابة واحدة لكل ساتل كحد أدنى أو ثلاث بوابات للنظام العالمي.

السطح البيئي للشبكات

لا يفرض السطح البيئي SRI-E أية تقييدات على السطح البيئي للشبكة. ولا تبرز الحاجة إلى عنصر وظيفي إضافي للتشغيل البيئي للشبكات ISDN أو PSTN. وبالمثل، لا تُفرض أية تقييدات على مُسَيِّرات الإنترنت. ومع ذلك، ففي وسع السطح البيئي SRI-E الاستفادة من سمات الإنترنت الناشئة مثل حجز عرض النطاق.

ويمكن استخدام السطوح البنينة التقليدية للشبكات، وفقاً للمعايير المعتمدة كتلك الواردة في التوصيات ITU-T Q.761 و ITU-T Q.931 و ITU-T Q.2931. ولا تكون السمات الساتلية أو المتنقلة المحددة، مثل التمرير وإدارة التنقلية، مرئية عند السطح البيئي للشبكة.

ولا يلزم إجراء تعديلات على شبكة الخط الأرضي لجعل السطح البيئي SRI-E يجتاز المعايير المحددة للخدمات الحاملة للشبكة ISDN. فكل الخطوط الأرضية للشبكة ISDN والخدمات والمعالج الأخرى يتم تمريرها داخل السطح البيئي SRI-E. كما أن السطح البيئي SRI-E يؤمن الأنوب فقط لبروتوكولات التشوير للنظام UMTS، ولا يعمل على تفسير تلك الرسائل.

التمرير/النقل الأوتوماتي للوصلة الراديوية (ALT)

من المتوقع أن تتم إدارة المستعملين بكفاءة، مما قد يؤدي إلى نقلهم من حزمة إلى أخرى. وترد هنا بعض التصورات الممكنة:

- الانتقال إلى حزمة مختلفة من النوع نفسه على الساتل ذاته، يتم التحكم بها من قبل نفس مراقب الشبكة الراديوية (RNC).
- الانتقال إلى حزمة مختلفة من النوع نفسه على الساتل ذاته، يتم التحكم بها من قبل مراقب مختلف للشبكة الراديوية RNC.
- الانتقال إلى حزمة مختلفة من النوع نفسه على ساتل آخر.

وتتم معالجة عملية التمرير برمتها ضمن طبقات مختلفة للسطح البيئي SRI-E. وتُستحدث عملية التمرير من قبل إدارة المورد الراديوي (RRM)، فتعمل طبقة التحكم بالحملات على تشكيل العملية المستهدفة للتحكم بالخدمة الحاملة لكنها تترك مصادر الدعم سليمة. ومن شأن إرسال الإشارات عبر مطراف المستعمل أن يساعد العملية المستهدفة للتحكم بالخدمة الحاملة على إعادة التشكيل والاتصال مع الشبكة RNC. وعقب إعادة الانضمام وإرسال إشارة الإشعار بالاستلام، يتم فصل الاتصال القديم.

وقد تسفر عملية التمرير عن فقدان بعض البيانات. ففيما يتعلق بالصوت، ولدى استخدام التوصية ITU-T G.729، فإن ذلك ينطوي على فترة وجيزة دون وجود أي تأثير مسموع. وبالنسبة إلى البيانات، تعمل آلية طلب التكرار أوتوماتياً (ARQ) على ضمان سلامة البيانات.

وتؤثر عملية التمرير على مدى تعقيد النظام بطريقتين:

- الحاجة إلى آليات بروتوكولية إضافية - وتؤثر هذه على البرمجيات فقط، ولا تؤثر بالتالي في كلفة الوحدة المطرافية؛
- وجوب أن تكون وحدات قناة محطة القاعدة BS قادرة على تجزئة وضم الحركة الواردة من قنوات قديمة وجديدة إبان عملية التمرير - ولا يؤثر ذلك على المطاريف.

التخصيص الدينامي للقنوات

يمكن تخصيص الترددات للحزم النقطية بشكل دينامي وفقاً للحمولة المتعلقة بالحركة. فالمكوّن الساتلي يخضع لبيئة لا توجد فيها تباينات بارزة في ظروف الانتشار. وبالتالي يتسم السطح البيئي SRI-E بدرجة من الكفاءة الطيفية (وكفاءة أكبر في استخدام القدرة الساتلية الحرجة) تفوق الدرجة التي تسود الحالة التي يتعين فيها استيعاب تباينات أكثر اتساعاً.

استهلاك القدرة

لقد صُمم السطح البيئي SRI-E لاستخدامه في الأوضاع التي قد يتعدّر فيها النفاذ إلى الشبكة الكهربائية. وبناءً على ذلك، فهو يحقق الظروف المثلى لاستهلاك الطاقة، متيحاً المجال لأقصى حدّ ممكن من الوفر في كل من الأساليب الاحتياطية والتشغيلية. فعمليتا الاستقبال والإرسال كالتاهما تعملان بصورة متقطعة وفقاً لمقتضيات الحركة. وحتى في حال استخدام مكالمات ذات عروض نطاق متغيرة (مثل حركة الإنترنت)، يُعتمد الاستقبال المتقطع إلا في حالة استقبال رشقة من الحركة.

وبسبب التباين في المواقع الجغرافية لمطاريّف المستعملين (UE) بالنسبة إلى مركز الحزمة النقطية، والتغيرات في تغذية القدرة والتفاوتات المسموح بها لدى المصنّعين، يمكن استقبال عمليات البثّ من مطراف المستعمل ضمن مدى كبير من نسب الإشارة إلى الضوضاء عند الأنظمة الفرعية للشبكة الراديوية (RNS). ومن أجل الحدّ من التداخل، وضمان أن يعمل المستقبل في مداه الأمثل، والحفاظ على قدرة البطارية في الجهاز المتنقل، تُجري الأنظمة الفرعية للشبكة الراديوية RNS تصحيحاً لعمليات البث الواردة من كل مطراف بحسب الاقتضاء. وقد يحدث ذلك في أي وقت أثناء عملية الاتصالات.

تصحيح التوقيت

تتمثل طبيعة الاتصالات الساتلية في اختلاف طول مسار الانتشار للإشارات الراديوية إلى حد كبير، وذلك نتيجة التباين في المواقع الجغرافية للهواتف المتنقلة التي تتواصل معاً. وعادة لا يشكل ذلك مشكلة في نظام القناة الوحيدة لكل موجة حاملة (SCPC) للنفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) الصرف، ولكن في نظام النفاذ المتقاسم، حين تستخدم المرسلات المتنقلة المتعددة نفس المورد المادي، يكون من المهم ضمان عدم حدوث تداخل فيما بين الهواتف المتنقلة. ويتحقق ذلك إما باستخدام الموقع الساتلي وموقع النظام GPS، أو من خلال الجمع بين تأمين وقت الحراسة بين عمليات البثّ المتنقلة وتوفير معلومات تتعلق بالتصحيح الزمني لكل مرسل متنقل، وذلك نسبة إلى نقطة مرجعية في مُستقبل الأنظمة الفرعية RNS. وتكون الطبقة الفرعية للتحكم بالحملات مسؤولة عن رصد الأخطاء في التوقيت وتصحيحها.

وترقن الدقة في قياس التوقيت ومتطلبات التصحيح بالطبقة المادية المعينة المعتمدة في التشغيل.

وبمجرد تصحيح التخالفات الأولية في التوقيت، يتم رصد توقيت عمليات البثّ من كل جهاز متنقل على حدة بصورة مستمرة، والقيام، عند الاقتضاء، بتوفير آلية تصحيح تفاضلية.

تصحيح الترددات

يُقلّ مطراف المستعمل (UE) على الخدمة الحاملة الأمامية ويقوم بتصحيح استقراره الترددي الطويل الأمد.

3.5.3.4 مواصفات التردد الراديوي

نطاق التردد

لا يفرض السطح البيئي SRI-E أية تقييدات على النطاق الترددي. ويمكن استخدامه من حيث المبدأ على أي نطاق ترددي، علماً بأن شروط الانتشار والقيود المفروضة على تكنولوجيا الهوائيات تجعل منه السطح الأنسب للاستخدام على الترددات التي تتراوح بين 1 و 3 GHz.

النفاذ المتعدد

يقوم السطح البيئي SRI-E على أساس تقنيات مفهومة وثابتة. ويتضمن ذلك استخدام النفاذ TDM/TDMA/FDMA.

ويتألف نظام النفاذ المتعدد من قناة أمامية وقناة للعودة يتقاسمهما العديد من المستخدمين. فبالسماح لعدة مستعملين بتقاسم نفس القناة، يتم حدوث توازن بين عدم نشاط أحد المستعملين مقابل تفعيل نشاط مستعمل آخر. ويقوم المستعملون معاً بنقل البيانات في الاتجاهين، وبذلك تنشغل القناة الأمامية وقناة العودة.

طريقة الازدواج

لقد صُمم السطح البيئي SRI-E من أجل الازدواج بتقسيم التردد (FDD). فالفصل الأدنى بين التردد العلوي والسفلي هو أحد العوامل المرهونة بكلفة التنفيذ.

التشكيل والتشفير

يدعم السطح البيئي SRI-E طائفة واسعة من فتحات الهوائيات الطرفية المتنقلة وإمكانات القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.)، وبذلك فإنه من المتعدّد تقديم حل واحد من شأنه تحقيق الظروف المثلى لمعدل البثّ والحفاظ في الوقت عينه على التواصل عبر جميع أنواع المطاريف. وتُحلّ المشكلة في هذه الحالة بتقديم مجموعة من أنواع الحمّالات، التي تُشغل كل من التشكيلات 16-QAM والتشكيلات الرباعية في اتجاه العودة. ففي الاتجاه الأمامي يستخدم الدعم 16-QAM والإبراق التربيعي بزحزحة الطور (QPSK) من أجل التشوير (توجيه الإشارة). ولتعظيم الكفاءة ومعدل البتّات الذي يمكن الحصول عليه من قبل كل مطراف، تُستخدم تكنولوجيا تُعرف بالتشفير المتغيّر. وتُعتبر هذه ضرورية لتحقيق الكفاءة الطيفية العالية.

وتتضمن تقنيات التشفير المتغيّر تقطيع الانسيابات التعادلية المتولدة عن شفرة توربو باستخدام واحدة من عدة مصفوفات التقطيع المسبقة التحديد، بحيث يكون مستوى الإطباب الذي توفره الشفرة متغيّراً. ويتيح ذلك المجال لزيادة بثّ المعلومات إلى الجهاز المتنقل ومنه فوق قناة وحيدة حين يعمل الجهاز في ظروف مؤاتية للقناة، وبالمقابل خفض ذلك البثّ للسماح بالحفاظ على وصلة الاتصالات حين يعمل الجهاز في ظروف رديئة للقناة.

متطلبات تتعلق بنسبة قدرة الموجة الحاملة إلى الضوضاء (C/N)

لقد صُمم النظام بحيث توفر الخطوات المتضمنة في معدل التشفير خطوات بقدر 1 dB اسماً في المتطلبات المتعلقة بالنسبة C/N_0 لتحقيق أداء معدل خطأ الرشقات المطلوب البالغ 10^{-3} . ويمكن أيضاً اعتماد هذا النهج لمقاومة تأثير الحبوّ البطيء. وتتحكم البوابة الساتلية بمعدل التشفير رهناً بقيم النسبة C/N_0 للوصلة المبلّغ عنها.

تباعد الموجات الحاملة وتوجيه القنوات

إن خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) الأمامية للسطح البيئي SRI-E قادرة على نقل معدلات بيانات اسمية يتراوح مداها بين 4,5 kbit/s و 512 kbit/s، وتستند إلى البثّ المتواصل للموجات الحاملة لتعدد الإرسال بتقسيم الزمن (TDM). وتُثبت خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) الأمامية بمستوى ثابت لمتوسط القدرة.

وتكون خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) في العودة قادرة على نقل معدلات بيانات اسمية يتراوح مداها بين 8,4 kbit/s و 492,8 kbit/s، وتستند إلى بثّ الرشقات باستخدام خطة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA). وتُثبت الرشقات في فجوات يبلغ طولها إما 5 ms أو 20 ms، ويرد وصفها في جدول العودة الذي يُبثّ على الخدمة الحاملة (خدمة الدعم) الأمامية. كما تصف جداول العودة معدل الرموز والتشكيل الذي من المقرر استخدامه من أجل عملية البثّ.

كفاءة الطيف

يحقق السطح البيئي SRI-E أعلى كفاءة طيفية ممكنة باعتماد التكنولوجيا السائدة حالياً، وذلك للنظام الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض. أما مدى كفاءة التشكيل الأساسية التي توفرها التكنولوجيا المتطورة للتشكيل والتشفير فيبلغ مقداره 1,4 bit/s/Hz. ويؤدي استخدام تعدد الإرسال الإحصائي الحساس للحركة إلى مواصلة زيادة الكفاءة الطيفية. وفي حالة حركة البيانات وحركة الإنترنت، وبسبب آلية عرض النطاق المتغيّرة الشديدة المرونة، يكون المعدل الفعال، مع مراعاة كسب تعدد الإرسال الإحصائي المحتمل، ضمن المدى 3-7 bit/s/Hz. أما فيما يتعلق بحركة الصوت، فمن المتوقع أن يُضاعف التنشيط الصوتي من كفاءة القنوات الخام الأساسية.

خصائص المحطات الأرضية المتنقلة

يقدم السطح البيئي SRI-E الدعم لمجموعات متعددة من مطارييف المستعمل. ومع ذلك لا يتم هنا سوى تضمين بيانات لثلاثة أنواع فقط، يكون لكل منها كسب هوائي يقع في المدى الممتد من 7,7 dBi إلى 14 dBi. وتتراوح القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) لهذه المطارييف المتنقلة بين 10 dBW و 20 dBW.

مُرْكَب ترددات تجهيزات المستعمل (UE)

تُدرج في الجدول 33 المتطلبات اللازمة لمُرْكَب ترددات تجهيزات المستعمل.

الجدول 33

متطلبات مركب التردد

حجم الخطوة	kHz 1,25
سرعة التبديل	80 ms (بما في ذلك معالجة البروتوكول)
مدى التردد	يعتمد فقط على تخصيص الطيف
استقرار التردد	جزء واحد في المليون (1 ppm)

طريقة تعويض دوبلر

لا حاجة هنا إلى تعويض دوبلر صريح لأن السطح البيئي SRI-E مُصمَّم للنظام المستقر بالنسبة إلى الأرض. ويُعتبر التحكم الأوتوماتي في تردد (AFC) المستقبل كافيًا لكل السرعات المطرافية المتنقلة، بما فيها تلك المعتمدة في الطائرات. ويتحدّد تخالف التردد المتبقي عند النطاق الأساسي باستخدام تقنيات المعالجة الرقمية للإشارات (DSP).

عوامل الانتشار

يكون للتداخل المتعدد المسير تأثير محدود فقط على البيئة المستهدفة. ويتم تعليله في إطار ميزانية الوصلة. ويكون معدل الخبؤ أكثر بطئًا بكثير من معدل الرموز، لذلك فإن التداخل فيما بين الرموز الناجم عن تغير شكل تمديد التأخير ليس ذا قيمة تذكر.

4.5.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

معدلات البتات

الوصلة الأمامية

يمكن لبيانات الوصلة الأمامية أن توصل من 21,6 kbit/s إلى 512 kbit/s رهناً بنوع خدمة الدعم (الخدمة الحاملة) التي تتلقى الدعم من الجهاز المنقل ومن أوضاع القناة. وقد يتفاوت معدل بيانات المستعمل استجابة للتغيرات في النسبة C/N_0 الخاصة بالقناة حين يتحرك المستعمل في مركز الحزمة النقطية. ويمكن ضبط معدل البيانات بشكل دينامي من قبل الأنظمة الفرعية للشبكة الراديوية (RNS) على أساس كل رشقة على حدة، ويتم تشوير ذلك بكلمة فريدة وأزواج قيم النعت (AVP) في الكتلة الأولى للتصحيح الأمامي للأخطاء (FEC)، حين لا يكون معدل التشفير مطابقاً للرتل بكامله.

وصلة العودة

وبشكل مماثل، تتوقف معدلات البيانات المدعومة في اتجاه العودة على مقدرات الجهاز المنقل وأوضاع القناة. وتكون خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) لاتجاه العودة قادرة على توصيل ما يتراوح بين 19,2 kbit/s وحتى 512 kbit/s. ومجدداً،

يمكن ضبط معدل البيانات من قبل الأنظمة الفرعية RNS على أساس كل رشقة على حدة، وبشكل جزئي من قبل مطراف المستعمل ذاته.

بنية الرتل

بنى الرتل الأمامية

- لقد تمّ من أجل الاتجاه الأمامي اعتماد بنية الرتل الأمامي والتركيبية المؤلفة من الكلمة الفريدة الأولية والرموز الدليلية الموزعة. وتبلغ مدة الرتل 80 ms. وقد صُممت ثلاثة أنواع من خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) الأمامية :
- يعمل النوع الأول على أساس 8,4 ksymbol/s، ويُستخدم بصورة أولية في حزمة التغطية العالمية، فيما تُستخدم الخدمة الحاملة للإبراق QPSK. ويشغل كل رتل 10,5 kHz.
 - ويعمل النوع الثاني على أساس 33,6 ksymbol/s (يشغل 42 kHz)، ويُستخدم للتشوير (توجيه الإشارة) والخدمة المطاريف ذات الفتحات الصغيرة. ويُقسم كل رتل إلى أربع كتل للتصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) يبلغ طول كل منها 20 ms. وتُستخدم خدمة الدعم للإبراق QPSK والتشكيل الاتساعي 16-QAM.
 - والنوع الثالث هو عبارة عن خدمة حاملة أو خدمة دعم "واسعة" تعمل على أساس 151,2 ksymbol/s (189 kHz). وتنقل خدمة الدعم (الخدمة الحاملة) هذه بيانات الحركة. ويُقسم كل رتل إلى ثماني كتل للتصحيح الأمامي للأخطاء (FEC) يبلغ طول كل منها 10 ms. ويسفر ذلك عن خفض التأخير في الاتجاه الأمامي من 20 ms إلى 10 ms. ويتسم ذلك بأهمية بالغة بالنسبة إلى التطبيقات الحساسة لحالة الكمون مثل الصوت.

بنى رشقة العودة

- لقد تمّ في اتجاه العودة اختيار فترتين للرشقات وهما: 5 ms و 20 ms. وفيما يتعلق بالخدمة الحاملة (خدمة الدعم) ذات المعدل الأعلى، فقد تمت زيادة عدد الكتل في الرشقة من واحدة إلى اثنتين تلافياً للزيادة المفرطة في متطلبات ذاكرة مشفر توربو. وجرى مجدداً اختيار فترة الرشقة البالغة 5 ms للتقليل من الكمون إلى حده الأدنى.
- وتبلغ قيمة أصغر حمولة نافعة صالحة لكل المشفر توربو حوالي 20 من البايتات الثمانية (octet)، مما يفرض حدّ إلزام أقل على استخدام الفجوة البالغ قدرها 5 ms - ولا يمكن استخدامها إلا للخدمات الحاملة (خدمات الدعم) ذات المعدل الاسمي البالغ 33,6 ksymbol/s على الأقل لدى استخدام التشكيل الاتساعي 16-QAM أو معدل رموز قدره 67,2 ksymbol/s لدى استخدام التشكيلات الاتساعية الرباعية.

التسميات

الجدول 34 أ

تعريف أسماء الخدمة الحاملة

الاتجاه	مدة الرتل/الرشقة (ms)	معدل الرموز (مضاعف) (ksymbol/s)	التشكيل	كتل التصحيح الأمامي للأخطاء لكل رتل
F: أمامي	80	33,6 × 0,25	16-QAM :X	1B
		33,6 × 1	QPSK :Q	4B
		33,6 × 4,5		8B
R: عودة	20 5	33,6 × 0,5	16-QAM :X	1B
		33,6 × 1	$\pi/4$ QPSK :Q	2B
		33,6 × 2		
		33,6 × 4,5		

الجدول 34 ب

لحظة عن الأنماط الحاملة الأمامية

المعرف	مدة الرتل (ms)	معدل الرموز (مضاعف) (ksymbol/s)	التشكيل	كتل التصحيح الأمامي للأخطاء لكل رتل
F80T0.25Q1B	80	$33,6 \times 0,25$	QPSK	1
F80T1X4B	80	33,6	16-QAM	4
F80T4.5X8B	80	$33,6 \times 4,5$	16-QAM	8
F80T1Q4B	80	33,6	QPSK	4

الجدول 34 ج

موجز الأنماط الحاملة العكسية

المعرف	مدة الرشقة (ms)	معدل الرموز (مضاعف) (ksymbol/s)	التشكيل	كتل التصحيح الأمامي للأخطاء لكل رتل
R5T1X	5	33,6	16-QAM	1
R5T2X	5	$33,6 \times 2$	16-QAM	1
R5T4.5X	5	$33,6 \times 4,5$	16-QAM	1
R20T1X	20	33,6	16-QAM	1
R20T2X	20	$33,6 \times 2$	16-QAM	1
R20T4.5X	20	$33,6 \times 4,5$	16-QAM	2
R5T2Q	5	$33,6 \times 2$	$\pi/4$ QPSK	1
R5T4.5Q	5	$33,6 \times 4,5$	$\pi/4$ QPSK	1
R20T0.5Q	20	$33,6 \times 0,5$	$\pi/4$ QPSK	1
R20T1Q	20	33,6	$\pi/4$ QPSK	1
R20T2Q	20	$33,6 \times 2$	$\pi/4$ QPSK	1
R20T4.5Q	20	$33,6 \times 4,5$	$\pi/4$ QPSK	1

التشفير

من أجل زيادة الكفاءة ومعدل البتات إلى الحد الأقصى الذي يمكن الحصول عليه من قبل كل جهاز متنقل، يتم اعتماد تكنولوجيا تعرف بتكنولوجيا التشفير المتغير. وتتضمن تقنيات التشفير المتغير تقطيع الانسيابات التعادلية المتولدة من شفرة توربو باستخدام واحدة من عدد من مصفوفات التقطيع المسبقة التحديد، بحيث يكون مستوى الإطباب الذي توفره الشفرة متغيراً.

يتيح ذلك المجال لزيادة بث المعلومات إلى الجهاز المتنقل ومنه فوق قناة وحيدة، حين يعمل الجهاز في ظروف مؤاتية للقناة، وبالمقابل خفض ذلك البث للسماح بالحفاظ على وصلة الاتصالات حين يعمل الجهاز في ظروف رديئة للقناة.

وتوفر الخطوات المتضمنة في معدل التشفير خطوات بقيمة 1 dB اسماً في المتطلبات المتعلقة بالنسبة C/N_0 لتحقيق أداء معدل خطأ الرشقات المطلوب البالغ 10^{-3} . كما يمكن اعتماد هذا النهج لمقاومة تأثير الخبث البطيء. وتتحكم البوابة الساتلية بمعدل التشفير رهناً بقيم النسبة C/N_0 للوصلة المبلّغ عنها.

الجدول 35

متغيرات السطح البيئي الهوائي

معدل التشفير	معدل الرموز (ksymbol/s)	التشكيل
0,84، 0,8، 0,7، 0,6، 0,5، 0,4، 0,34	151,2، 67,2، 33,6، 16,8، 8,4	16-QAM، $\pi/4$ QPSK، QPSK

التصميم الخوارزمي للمعلومات

ثمة عدد كبير من معدلات التشفير اللازمة لتحقيق النطاق التشغيلي التام، لكن متطلبات الذاكرة للأجهزة المتنقلة تبقى عند حدها الأدنى. ويجري وصف الدوال الخاصة بمشفر ومفكك تشفير التحكم، ومصفوفات التقطيع ومصفوفات تشفير القناة، بأسلوب خوارزمي بدلاً من اعتماد الشكل الجدولي. ومن شأن هذه المنهجية أن تكفل الحد الأدنى من إمكانية حدوث أخطاء في التوصيف والتحديد والتنفيذ.

الكلمات الفريدة

تم الإشارة إلى معدل التشفير بواسطة الكلمة الفريدة المستخدمة للرشقة، مما يقلل إلى الحد الأدنى من القيود المفروضة على تصميم النظام، ويضمن إزالة تشكيل وفك تشفير كل رتل أو رشقة بشكل صحيح، دون معرفة مسبقاً بمعدل التشفير الذي يطبقه المرسل على البث لرشقة محددة أو لرتل معين.

تزامن توربو

يؤدي التشفير باستخدام الكلمات الفريدة والتشفير بمستوى متدنٍ للنسبة E_s/N_0 إلى خلق مشكلات فيما يتعلق بآليات كشف الرشقات والتزامن فيما لو استخدمت التقنيات التقليدية. ويتضمن السطح البيئي SRI-E تقنية جديدة ترمي إلى تحسين الأداء بشكل كبير للغاية.

إن التأخير في معالجة البث الراديوي، الناجم عن العملية الكاملة لتشفير القناة، وتشذير البتات، والترتيل (تكوين الأرتال)، ونحو ذلك، والذي لا يتضمن تشفير المصادر، والمقدم كتأخير خاص بالمرسل ناجم عن مدخلات مشفر القناة إلى الهوائي زائد التأخير الخاص بالمستقبل من الهوائي إلى خرج مشفر القناة، يبلغ 55 ms للصوت عند المعدل 8 kbit/s و 10 ms للبيانات عند المعدل 144 kbit/s.

التحكم بالصدى

إن التأخير ذهاباً وإياباً للسطح البيئي SRI-E يبلغ 100 ms، ولا يشمل ذلك وقت الانتشار. ومن الواضح أن هذا الأخير يكون سائداً بالنسبة إلى النظام الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض، فيضيف ما يقارب 600 ms ويجعل من عملية التحكم بالصدى عملية لا غنى عنها.

متطلبات الرسائل الخطية

يكون تشغيل مطراف المستعمل (UE) متوافقاً مع المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI) والأقنعة الطيفية الأخرى.

متطلبات المستقبلات

يتم تحديد المدى الدينامي للمستقبل بمقدار 10 dB. وبما أن نسبة القدرة الذروية إلى المتوسطة بعد ترشيح النطاق الأساسي تبلغ 3 dB، فإنها تعتبر كافية بصورة تامة للوفاء بالتغيرات في مستويات الإشارة المتوقعة.

العزل المطلوب بين المرسل والمستقبل

يبلغ مقدار هذا العزل 40 dB.

6.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي واو [F]

يوفر السطح البيئي الراديوي الساتلي واو (Satcom2000) مواصفات السطح البيئي الهوائي للنظام الساتلي المتنقل الشخصي الذي يستخدم بنية معمارية وتكنولوجيات متطورة لدعم مجموعة متنوعة من تطبيقات الخدمة في بيئات متنوعة للمستخدمين.

ويعمل النظام الساتلي المتنقل الشخصي الذي يستخدم السطح البيئي الراديوي Satcom2000 كامتدادٍ عالمي للشبكات الأرضية وكمكمل لها، مُقدِّماً ما هو متوخى لأنظمة IMT-2000 من نوعية وتنوع في الخدمات. ويستطيع هذا النظام، بالتنسيق مع مُشغلي الشبكات الأرضية، أن يُزوّد المشتركين بهاتف واحد و برقم واحد لجميع احتياجات الاتصالات الخاصة بهم تقريباً. كما أنه يوفر طائفة من الخدمات الصوتية والمتعلقة بالبيانات، بما في ذلك مجموعة من التطبيقات المتعلقة بنقل الصوت، والبيانات، وخدمة الفاكس، والنفاذ إلى الإنترنت، والرسائل الإلكترونية، وخدمة البريد الصوتي، والاستدعاء الراديوي، والتراسل (توجيه الرسائل).

1.6.3.4 أوصاف البنية المعمارية

بوجود هوائي ذكي، ومخططات هجينة (مختلطة) للنفاذ المتعدد، وعمليات معالجة وتبديل على المتن، وغير ذلك من التكنولوجيات المتقدمة، يُصمّم النظام الساتلي المتنقل الشخصي الذي يستخدم السطح البيئي الراديوي Satcom2000 بهدف تحقيق الظروف المثلى للموارد الطيفية والمكانية والمتعلقة بالقدرة. فالقدرة على انتقاء مخططات بديلة للنفاذ المتعدد تسمح باختيار الطريقة الأنسب للخدمة والبيئة. أما تبديل النطاق الأساسي فيوفر مستوى عالياً من التحكم على المسير لبيانات مستعملين محددين. كما أن معالجة وتشفير النطاق القاعدي يتيحان المجال لحدوث نسبة خطأ أقل في البتات (BER) على قنوات المستعملين.

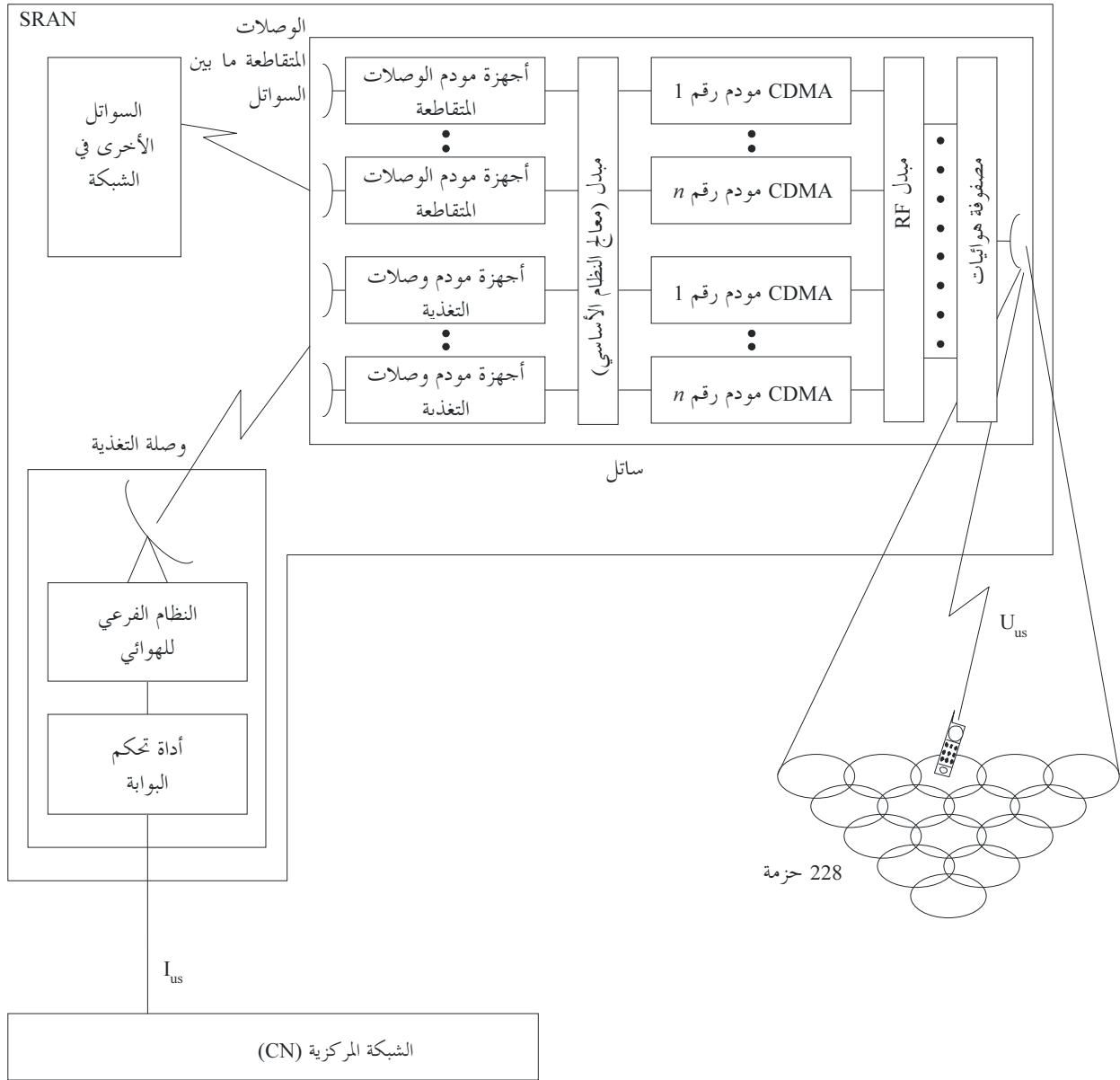
ويرد في الشكل 65 المخطط الإجمالي للبنية المعمارية للسطح البيئي الراديوي Satcom2000. وقد تم في هذا الشكل تجميع المعدّات البوابية (أداة التحكم بالبوابة والنظام الفرعي للهوائي) والكوكبة الساتلية معاً بشكل شبكة النفاذ SRAN. وتشكل وصلة التغذية والوصلات فيما بين السواتل تفاصيل تتعلق بالتنفيذ الداخلي للشبكة SRAN. أما السطح البيئي مع الشبكة المركزية (CN) فيعرف بالسطح البيئي Ius، بينما يعرف السطح البيئي مع مطاريف المستعملين باسم السطح البيئي Uus. ويتضمن التنفيذ المادي لهذا النظام كوكبة من سواتل الاتصالات المبدلة، مع عدد كبير من الحزم النقطية عالية الكسب لكل ساتل من السواتل.

وتؤدي الشبكة SRAN الوظائف التالية:

- التحكم بتوزيع الرسائل - تحدد الشبكة SRAN مقصد التسيير المناسب للرسائل المستقبلية من الكوكبة. وتتضمن هذه الوظيفة تسيير الرسائل باتجاه الشبكة المركزية (CN) فضلاً عن شبكات النفاذ الأخرى.
- التفاوض بشأن القبول أو الانضمام للشبكة المركزية.
- الاستدعاء - توفر الشبكة SRAN توزيع الاستدعاء لأي طلب استدعاء.
- الوظائف المتعلقة بإدارة موارد الشبكة الساتلية. وتتضمن ما يلي:
- تسيير وظائف شبكة النفاذ، بما في ذلك توزيع الموارد وتخصيصها، من أجل القيام بإعداد عملية المهاتفة وإطلاقها،
- إدارة عملية التمرير، بما في ذلك التمرير بين الحزم في ساتل واحد، والتمرير فيما بين سواتل مختلفة في الكوكبة، والتمرير بين الساتل والشبكات الأرضية،
- التفاوض بشأن نوعية الخدمة QoS (وقد تتطلب التفاعل مع الشبكة المركزية)،
- جمع البيانات الإحصائية للاستفادة من الموارد الساتلية.

الشكل 65

معمارية النظام ساتكوم 2000



1850-65

1.1.6.3.4 الكوكبة

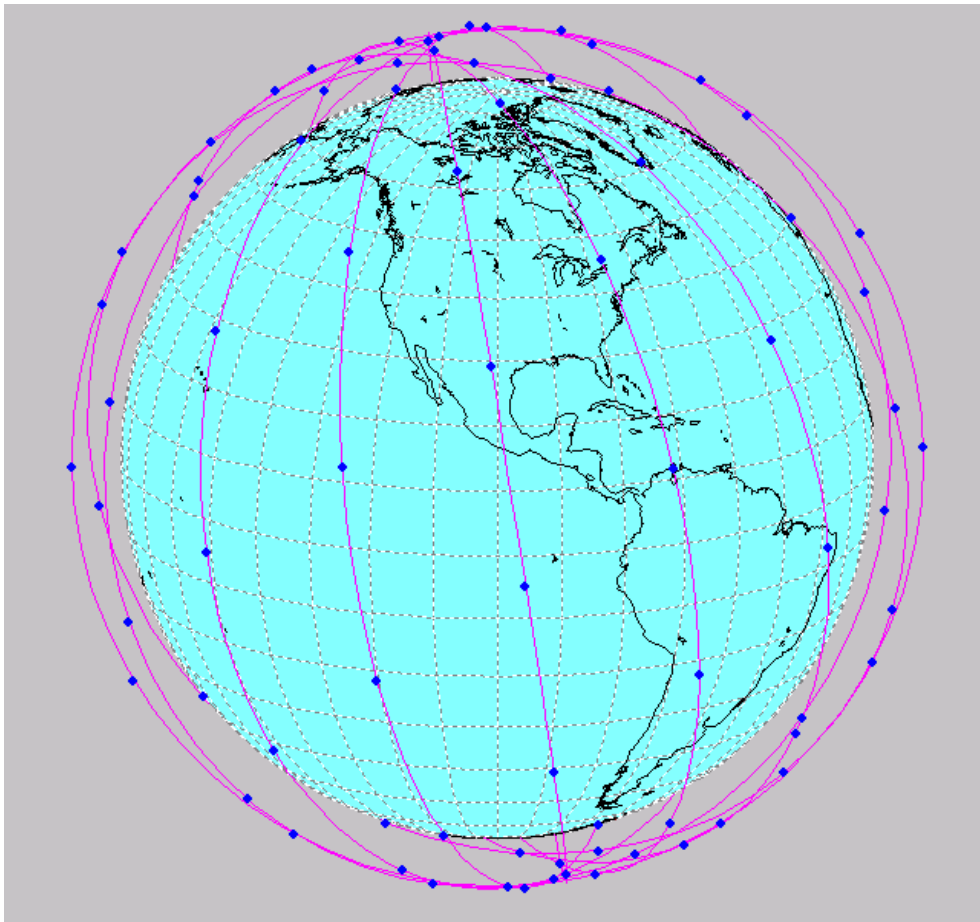
يتألف النظام الساتلي المتنقل الشخصي الخاص بالسطح البيئي Satcom2000 من كوكبة مؤلفة من 96 ساتلاً من سواتل المدار الأرضي المنخفض (LEO) في ثمانية مدارات قريبة من القطب، واثنى عشر ساتلاً في كل سطح مداري تتباعد بشكل متساوٍ عن بعضها البعض (باستثناء الاحتياطي منها). أما معايير انتقاء المدار، التي يُعتبر كل منها جوهرياً لتوفير الخدمة التجارية والجدوى التكنولوجية للنظام، فهي على النحو التالي:

- الحاجة إلى تأمين تغطية عالمية فوق السطح الكامل للأرض في جميع الأوقات؛
- الشرط القاضي بأن تكون المبعادات النسبية وعلاقات خط البصر مع السواتل المجاورة ثابتة أو بطيئة التغير، مما يسمح بتبسيط الأنظمة الفرعية المحمولة على المتن التي تتحكم بالوصلات فيما بين السواتل؛
- الميل إلى التقليل إلى الحد الأدنى من كلفة الكوكبة برمتها؛

- تأثيرات الارتفاع على تكاليف المعدات والعتاد (أي اعتماد الحلول الوسطية التي تأخذ في الاعتبار أن بيئة إشعاعية عالية الارتفاع تؤدي إلى زيادة التكاليف بشكل ملحوظ، في حين أن الارتفاعات المنخفضة تتطلب قدرًا أكبر من الوقود ومن عمليات الحفاظ على المحطات وحمايتها).
- توفر هذه الكوكبة الساتلية، الموضحة في الشكل 66، تغطية لسطح الأرض بأكمله. ويمكن تعديل هذا المدار المختار لتحقيق الحل الأمثل في تصميم النظام.
- ويُظهر الجدول 36 معلمات الكوكبة الرئيسية لهذا النظام الساتلي.

الشكل 66

كوكبة ساتلية



الجدول 36
معلومات الكوكبة

LEO	نوع المدار
96	عدد السواتل
8	عدد المستويات المدارية
12	عدد السواتل في المستوى
قطبي	نوع الميل
°98,8	الميل
119,6 6 ثانية	دورة المدار
km 862,4	ارتفاع الأوج
km 843,5	ارتفاع الحضيض
°270	زاوية طور الحضيض
لا ينطبق - منطقة التغطية عالمية	قوس (أفواس) الخدمة الفعّالة
°160، °183,5، °207، °230,5، °254، °277,5، °301، °324,5	الصعود المستقيم للعقد الصاعدة

2.1.6.3.4 السواتل

تقدم السواتل البالغ عددها 96 والتابعة للقطاع الفضائي للنظام، خدمة شاملة من خلال التغطية العالمية من الفضاء. وترتبط كل السواتل في الكوكبة ببعضها البعض كشبكة اتصال رقمية تبديلية في السماء، وتستخدم المبادئ الخاصة بالشبكة الخليوية الأرضية لتوفير إعادة استخدام قصوى للتردد. ويستخدم كل ساتل حزمًا نقطية لتكوين الخلايا فوق سطح الأرض. وتوفر الحزم المتعددة والصغيرة نسبيًا كسبًا عاليًا لهوائي الساتل، وبذلك تقلل من قدرة التردد الراديوي المطلوبة من الساتل ومن تجهيزات اشتراك المستعمل. ويمكن تعديل عدد الحزم النقطية لتحقيق الأداء الأمثل للنظام حتى حين يكون الساتل في المدار.

ويبين الجدول 37 الخصائص الرئيسية لكل حمولة نافعة للاتصالات الساتلية.

الجدول 37

المواصفات الرئيسية للحمولة النافعة للاتصالات الساتلية

228 (يمكن تعديلها لتحسين الأداء)	عدد الحزم النقطية لكل ساتل
°15	أدنى زاوية ارتفاع للمستعمل
نعم	وصلات ما بين السواتل (نعم/لا)
نعم	المعالجة على المتن للنطاق الأساسي (نعم/لا)
عالمية	التغطية الجغرافية (مثلاً، عالمية، تقريباً عالمية، خط عرض أقل من عدد محدد من الدرجات، مناطقية)
نعم	توزيع دينامي لحركة الحزم (نعم/لا)

إن الفصل المكاني المحقق بواسطة الحزم النقطية الساتلية يسمح بزيادة الكفاءة الطيفية على مر الزمن، ومن خلال إعادة استخدام التردد داخل الحزم المتعددة. ويمكن أن يُعاد تشكيل نموذج إعادة استخدام التردد استناداً إلى الأوضاع الفعلية للحركة، حتى وإن كانت السواتل في المدار.

ولدى كل سائل المقدره على توزيع موارد قدرته وعروض نطاقه من حزمة إلى أخرى بصورة دينامية استجابةً لمتطلبات الحركة الفعلية. فعلى سبيل المثال، إذ ارتفع الطلب على الحركة في إحدى الحزم وزاد عن حركتها الاسمية من جراء عملية إغاثة في حال وقوع كارثة، يستطيع السائل إعادة توزيع ما وُزِع أصلاً على حزم أخرى من قدرات وعروض نطاق على النقطة الساخنة هذه بحيث يتسنى استيعاب قدر أكبر من الحركة.

تتلقى متطلبات الاتصال بوحدات المشتركين الدعم من قبل هوائي مركب ساتلي يشكل حزماً شبيهة بالخلايا. وتقوم مجموعة مؤلفة من صفيح هوائيين مطاورين على المركبة الفضائية، أحدهما للبث والآخر للاستقبال، بدعم الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة. وتنتج أزواج صفيح الهوائيات المطاورة حزماً متماثلة متطابقة تقريباً للوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة. ويُقسم أثر كل سائل إلى مجموعات من الحزم من أجل تيسير إعادة استخدام القناة. ومن الممكن تفعيل أي منفذ من منافذ الحزم لهوائي البث بصورة متزامنة عن طريق إثارته بإشارة موجة حاملة أو أكثر. وتُخصّص لكل حزمة مجموعة من القنوات المناظرة للترددات والفجوات الزمنية المحددة في نطاق التردد، تتوافق مع عدد واستخدامات وحدات المشترك التي تتم خدمتها. ويهدف استيعاب التباينات في الحركة بكفاءة، تسمح المعدات لعدد التوصيلات لكل حزمة بأن يتكيف أو توماتياً مع الطلب.

ومن الممكن أيضاً تشغيل الحزم أو إيقافها، بحسب المقتضى، لكي تستوعب أوضاع الحركة وحالات التراكب المتغيرة للتغطية. فللتقليل مثلاً إلى الحد الأدنى من احتمال التداخل الناجم عن الآثار الساتلية المتراكبة، والحفاظ على القدرة الساتلية، يعمل النظام على استخدام معمارية الإدارة الخلوية التي تُوقف عمل الحزم لدى عبور كل سائل من خط الاستواء باتجاه المناطق القطبية.

ويكون النظام الفرعي لهوائي وصلة الخدمة مثبتاً في جسم السائل، وتتوقف دقة تسديده على نظام تثبيت التحكم بتوجيه السائل. وتقوم الوصلات فيما بين السوائل بوصل السوائل في المدار من أجل خلق شبكة اتصالات عالمية في السماء. وتوفر هذه الوصلات قدرة توصيلية داخل المستويات المدارية وغيرها.

ولدى كل سائل المقدره على إنشاء وصلات مع البوابات على الأرض عن طريق وصلات التغذية. ويستوعب النظام أعداداً مختلفة من البوابات. أما الأعداد الفعلية للبوابات التي يتم نشرها فيقوم على أساس اعتبارات تقنية فضلاً عن أخرى تتعلق بمجال الأعمال.

وبالإضافة إلى وصلات الاتصالات أعلاه، يكون لدى السائل المقدره على إنشاء وصلات القياس عن بعد، والتتبع والتحكم مع محطات القياس عن بعد، ومحطات التحكم عن بعد والضبط (TT&C) الموجودة في شتى أنحاء العالم. ويُظهر الشكل 67 تغطية ممثلة داخل المدار لسائل وحيد فوق الولايات المتحدة الأمريكية، على ارتفاع قدره 853 km.

2.6.3.4 أوصاف النظام

صمّم النظام الساتلي المتنقل الشخصي Satcom2000 لتلبية النمو المتوقع في الطلب الإجمالي على الاتصالات المتنقلة العالمية، وتأمين النفاذ إلى خدمات تتطلب مقدرات عالية ومتنوعة من معدلات البيانات، والتمكين من زيادة توسع ودمج الخدمات الساتلية مع الشبكات الأرضية الثابتة والمتنقلة.

وفي وسع هذا النظام أن يوفر خدمات الاتصالات الثنائية الاتجاه المتعلقة بالصوت، والبيانات، والتراسل (توجيه الرسائل)، والاتصالات المتعددة الوسائط، فيما بين مجموعة متنوعة من تجهيزات المستخدمين في أي مكان في العالم، وربط أي من تجهيزات المستخدمين هذه بالشبكات PSTN و PSDN و PLMN وغيرها من الشبكات الأرضية، بما في ذلك التجوال العالمي وقابلية التشغيل البيئي مع المكون الأرضي لشبكات النظام IMT-2000.

ومن أجل توفير هذه الطائفة من الخدمات، يستخدم النظام Satcom2000 كل من تكنولوجيات النفاذ الراديوي TDMA و CDMA، وهي تشمل قنوات النفاذ FDMA/CDMA و FDMA/TDMA العاملة على كل سائل. ومن شأن مخطط النفاذ الراديوي المتعدد الهجين هذا المتضمن في نظام ساتلي وحيد أن يفي باحتياجات الاتصالات الشخصية المتنوعة لمستخدمي الخدمة اللاسلكية في القرن الحادي والعشرين، وأن يؤمّن استفادة طيفية كفؤة لهذه المجموعة المتنوعة من عروض الخدمات.

الشكل 67

منطقة التغطية لساتل واحد، km 853، زاوية الارتفاع 15°



1850-67

- وثمة خمسة قطاعات تؤلف هذا النظام الساتلي المتنقل الشخصي Satcom2000، وهي:
 - قطاع فضائي يتألف من كوكبة مكونة من 96 ساتلاً عاملاً في المدار الأرضي المنخفض LEO البالغ علوه 854 km، مع 8 مستويات مدارية ووجود 12 ساتلاً في كل مستوى؛
 - قطاع التحكم بالنظام الذي يؤمن محطات التحكم عن بعد والضبط (TT&C) المركزية للكوكبة الساتلية بكاملها؛
 - قطاع أرضي يتألف من محطات بوابية ومرافق مرتبطة بها، بما في ذلك البنية التحتية للتواصل مع الشبكات الأرضية وتوزيع الخدمات؛
 - قطاع المشترك الذي يتميز بالنمط المزدوج (خدمات ساتلية/أرضية متوافقة)، ومطارييف المستعملين متعددة المعايير ومتعددة النطاق؛
 - قطاع يتعلق بدعم مجال الأعمال والزبائن، يتألف من نظام الفوترة ومركز العناية بالزبائن وما إلى ذلك.
- ولا يتعذر على نظام ساتلي يستخدم السطح البيئي Satcom2000 أن يتواصل شبكياً مع المكوّن الأرضي للنظام IMT-2000 الوارد وصفه في الفقرة 5 من التوصية ITU-R M.1457. كما أن التحوال بين الشبكة الأرضية والشبكة الساتلية يحظى بالدعم. وفي معظم الحالات، يحظى التميرير الأتوماتي بين الشبكة الأرضية والشبكة الساتلية بالدعم أيضاً.

1.2.6.3.4 سمات الخدمة

يقدم هذا النظام الساتلي المتنقل الشخصي خدمات صوتية، وأخرى تتعلق بالبيانات وتوجيه الرسائل، ضمن سبل اتصالات مزدوجة بالكامل. ويتم دعم عرض النطاق حسب الطلب، ومعدل البتات حسب الطلب، وخدمة البحث أو الاستدعاء

الراديوي (التنبيه) عبر السواتل. ومن أجل استيعاب الطبيعة المتأصلة لحركة الإنترنت اللاسلكية، يتسم النظام بما يمكنه من البث اللاسلكي للبيانات. كما أن البث اللاسلكي للبيانات يحظى بالدعم أيضاً. ويلخص الجدول 38 سمات الخدمة الأساسية التي يدعمها هذا النظام الساتلي المتنقل الشخصي.

الجدول 38

السمات الأساسية للخدمة

نعم	عرض النطاق بحسب الطلب (نعم/لا)
نعم	معدل بثات بحسب الطلب (نعم/لا)
نعم	بيانات لا مترامنة (نعم/لا)
نعم	بيانات لا متناظرة (نعم/لا)

2.2.6.3.4 سمات النظام

يرد في الجدول 39 موجز بالسمات الأساسية لهذا النظام الساتلي المتنقل الشخصي.

الجدول 39

السمات الأساسية للنظام

خطط النفاذ المتعدد	FDMA/TDMA و FDMA/CDMA
تقنية الترميز (مثلاً داخل الساتل وفيما بين السواتل، سلس أو صعب أو هجين)	داخل الساتل وما بين السواتل، باستخدام الترميز السلس/غير السلس
التنوع (مثلاً الوقت، التردد، الفضاء)	الوقت، المكان، الخ
تحديد القنوات الساتلية الدنيا	TDMA : 27,17 kHz CDMA : 1,25 MHz
ITU-R M.1034 بيئات التشغيل الراديوي الساتلية التابعة للتوصية	بيئة ساتلية حضرية بيئة ساتلية ريفية بيئة ساتلية ثابتة الموقع بيئة ساتلية داخل المباني

يقدم النظام Satcom2000 سطحين بينيين راديويين منفصلين لوصلة الخدمة: يقوم أحدهما على تكنولوجيا النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)، والآخر على تكنولوجيا النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA). ويستخدم السطحان البيئان خطة تردد بموجات حاملة فردية منفصلة ضمن خطة أساسية للنفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA). ويتم تحقيق الظروف المثلى لتقسيم العمل بين عمليات النفاذ TDMA و CDMA لكي تتلاءم مع نمط الخدمة وبيئة المستعمل، وتلبي الطلب على الحركة، وتعزز فعالية النظام إلى حده الأقصى.

ويمكن للنظام الفرعي للنفاذ CDMA أن يحقق كفاءة طيفية عالية تكون عندها تقنيات التحكم بالقدرة فعالة في جعل جميع المستعملين عند مستويات قدرة متماثلة. بيد أن الأنظمة الساتلية تشكل من تأخير طويل نسبياً في المسير يعمل على إعاقة فعالية حلقات التغذية الراجعة للتحكم بالقدرة. وحين تتعدم فعالية التحكم بالقدرة، تقل الكفاءة الطيفية للنفاذ CDMA.

وبالنسبة إلى التطبيقات التي تتغير فيها بيئة المستعمل وبالتالي مستوى الإشارة بشكل سريع، كالخدمات الصوتية المتنقلة، يحقق مخطط النفاذ TDMA أداء أفضل من حيث الكفاءة الطيفية ونوعية الخدمة على السواء. أما بالنسبة إلى التطبيقات من قبيل خدمات البيانات العالية السرعة التي تتغير في إطارها بيئة المستعمل ببطء، وبالتالي يكون التحكم بالقدرة فعالاً، يُعتبر مخطط النفاذ CDMA مناسباً بصورة أكبر. ويسمح هذا التنفيذ المهجن لكل أنواع الخدمة بأن تحظى بالدعم مع استخدام أمثل للموارد الساتلية.

وتوفر وصلات النفاذ TDMA هوامش كبيرة للحماية من الخبث لمختلف بيئات المستعملين من أجل الوفاء بمتطلبات التوافر أو تجاوزها. وتشمل وصلات النفاذ CDMA طائفة واسعة من معدلات البيانات، مع هوامش للوصلات مناسبة لخدمات محددة.

ويقدم النظام Satcom2000 الدعم للتمرير فيما بين الحزم على ساتل واحد، والتمرير بين الحزم على سواتل مختلفة، فضلاً عن التمرير فيما بين شبكة النظام IMT-2000 وهذه الشبكة الساتلية. وتتم معالجة إدارة عمليات التمرير، بما في ذلك الحفاظ على المكالمات، من قبل شبكة النفاذ الراديوي الساتلي (SRAN).

1.2.2.6.3.4 السطح البيئي الراديوي للنفاذ TDMA/FDMA

يتم بث كل من القنوات الصوتية الفردية الأساسية للنفاذ TDMA/FDMA عند معدل رشقات قدره 34,545 kbit/s، وتشغل كل منها عرض نطاق قدره 27,17 kHz باستخدام تشكيل الإبراق QPSK. ويسمح ذلك بوجود كثافة ذروة لكل حزمة تبلغ 147 قناة صوتية لكل 1 MHz، و184 قناة صوتية لكل 1,25 MHz.

ويعتمد النظام Satcom2000 أحدث تكنولوجيات التشفير الصوتي في تصميم مشفر الصوت الخاص به بهدف الحصول على أفضل نوعية صوتية من أقل عدد من البتات. ويُدرج في مشفر الصوت معدل تصحيح أمامي للأخطاء (FEC) قدره 2/3.

ويرد في الجدول 40 ملخص للمعلومات الأساسية لمخطط النفاذ TDMA/FDMA.

الجدول 40

TDMA/FDMA خصائص قناة الصوت

4	عدد الفجوات الزمنية للصوت بالرتل
kbit/s 34,545	معدل الرشقات
kHz 27,17	المباعدة بين القنوات
kbit/s 2,4-4	معدل المعلومات
المعدل = 2/3	(مدمج مع مكوّد الصوت) FEC
QPSK	نمط التشكيل

2.2.2.6.3.4 السطح البيئي الراديوي للنفاذ FDMA/CDMA

تُقسم نسبة النفاذ CDMA لنطاق التردد المخصص إلى نطاقات فرعية قدرها 1,25 MHz. ويتيح مخطط النفاذ CDMA المستخدم داخل كل نطاق فرعي إمكانية تقاسم الطيف من قبل عدة مستعملين بصورة متزامنة. ويمكن إعادة استخدام الطيف على كل حزمة ساتلية، مما ينجم عنه عامل كبير لإعادة استخدام التردد لهذا النظام الفرعي للنفاذ CDMA. وتوفر وصلات النفاذ CDMA معدلات بيانات متغيرة للمستعملين تصل قيمتها إلى 144 kbit/s.

ويستند السطح البيئي الراديوي للنفاذ CDMA إلى معيار متوافق مع النظام الأرضي IMT-2000. ولديه عرض نطاق قدره 1,25 MHz، ويستخدم مخطط النفاذ بتمديد الطيف في تتابع مباشر. ويبلغ معدل البتات الذروي للقناة 9,6 kbit/s. ويستخدم السطح البيئي تشفيراً تلافيفياً بمعدل 1/3 للوصلة الصاعدة ومعدل 1/2 للوصلة الهابطة. وتُضاف قناة تحكم بالقدرة إلى كل وصلة تستخدم الشفرة التلافيفية المتقطعة.

ويُلخص الجدول 41 المعلومات الأساسية لمخطط النفاذ FDMA/CDMA.

الجدول 41

FDMA/CDMA خصائص قناة البيانات

الأرتال الفرعية/الرتل	2
معدل التمديد	Mbit/s 4,096 إلى 1,228
المباعدة بين القنوات	MHz 1,25
معدل المعلومات	حتى 9,6 kbit/s (وقد يصل إلى 144 kbits/s باستعمال عدة قنوات)
FEC	المعدل 1/2 للوصلة الهابطة؛ 1/3 للوصلة الصاعدة
نمط التشكيل	16-QAM/QPSK

وفي وسع وصلة البيانات التي تستخدم قنوات متعددة أن توفر خدمات تتعلق بالبيانات تصل قيمتها إلى 144 kbit/s.

3.2.6.3.4 سمات المطاريف

توفر تجهيزات المستعمل للجزء الساتلي من هذا النظام الخدمة لمجموعة متنوعة من التطبيقات. وتشمل أنواع تجهيزات المستعمل التي ستحظى بالدعم المطاريف الثابتة، والجوالة، والمحمولة، والمتنقلة، والبحرية، والطيرانية. وتكون معظم هذه المطاريف مجهزة بمقدرات خدماتية متعددة (مثل مطراف موحد للهاتف والرسائل والبيانات). وتتوقف أنواع تجهيزات المستعمل الفعلية المقرر تطويرها والمقدرة على الخدمة المتعددة المزمع تضمينها على الطلب السائد في السوق.

وتتولى بعض أشكال تجهيزات المستعمل التعامل مع قناة وحيدة فقط، فيما يكون بعضها الآخر مجهزاً بمقدرة تمكنه من التعامل مع قنوات متعددة. فيمكن للمطراف المحمول باليد، على سبيل المثال، أن يستخدم قناة وحيدة فقط، في حين يستطيع المطراف الثابت التعامل مع قناة وحيدة أو قنوات متعددة، يتعدد إرسالها معاً عن طريق جهاز تعدد الإرسال. وتعمل مطاريف البيانات عالية السرعة باستخدام عدة قنوات أساسية للبيانات لتوفير الخدمات عالية السرعة.

وترد في الجدول 42 السمات الأساسية للمطاريف.

الجدول 42

سمات المطاريف

أنواع المطاريف	- محمول باليد - محمول - جوال - ثابت - للطيران - بحري - غير ذلك
المقدرة على الخدمة المتعددة (مثلاً، مطراف موحد للهاتف والاستدعاء الراديوي والبيانات)	نعم
القيود على التنقلية لكل نوع من المطاريف (مثلاً حتى xy km/h أو yy m/s)	حتى 500 km/h للمحمول باليد حتى 500 km/h للخاص بالطيران

3.6.3.4 مواصفات التردد الراديوي (RF)

يعمل النظام الساتلي المتنقل الشخصي Satcom2000 في النطاق 2 GHz، ويولد حزمًا شبه خلوية تغطي كل حزمة منها منطقة صغيرة نسبياً على الأرض لتوفير هامش كبير لوصلة الخدمة الساتلية. أما معالم التردد الراديوي المحددة في هذا القسم فتقع قيمها ضمن النطاق 2 GHz. كما يمكن تعديلها لتعمل ضمن نطاقات ترددية أخرى مُخصصة للمكون الساتلي للاتصالات المتنقلة الدولية (IMT-2000).

ويتطلب النظام Satcom2000 أن يعمل النظامان الفرعيان الراديويان للنفاذ TDMA و CDMA على قطعتين منفصلتين من الطيف. وبناءً عليه، فإن أي طيف يُخصص للنظام الساتلي سوف تتم تجزئته إلى قطعة للنفاذ TDMA وقطعة للنفاذ CDMA.

ويوفر النظام Satcom2000 خدمات الصوت والبيانات على حد سواء. وتؤمّن خدمات الصوت الأساسية هامش وصلة مرتفعاً وتنوعاً من أجل دعم التشغيل في بيئات الخبؤ. وفي مناطق خط البصر الواضح (CLOs)، يتم تبادل هامش وصلة أدنى مقابل استخدام أكفأ لعرض النطاق. وفي المناطق ذات الهامش الأعلى للحماية من الخبؤ، تعمل خدمات البيانات بمعدلات أدنى. ويوفر تراكم قنوات النفاذ المتعدد TDMA و CDMA داخل بنية النفاذ FDMA خطة النفاذ الأنسب بالاستناد إلى ما هو مطلوب من أنواع ونواتج خدمات المستعمل، إلى جانب بيئات التشغيل.

ونتيجة تأخر المسير بما يقارب 20 ms، فإن المعدل الأقصى للتحكم بالقدرة في هذا النظام الساتلي للمدار الأرضي المنخفض (LEO) يبلغ 50 Hz. ويعمل ذلك على الحد من فعالية تكنولوجيا النفاذ CDMA في بيئة الخبؤ البطيء للمستعمل، مثل تطبيقات البيانات أو الخدمات الثابتة التي تكون مسيرات الإشارة فيها نحو السواتل بحسب خط بصر واضح CLOs. وتتمكن هذه التطبيقات من الاستفادة من مقدرة معالجة البيانات للبروتوكولات الأرضية للاتصالات المتنقلة الدولية (IMT-2000)، إضافة إلى المكاسب التي تحققها لناحية المقدرة. ومن أجل التقليل من التداخل إلى الحد الأدنى، يكون حجم خطوة التحكم بالقدرة محددًا بالقيمة 0,5 dB. وتستخدم مهتفة النفاذ CDMA نمط الازدواج بتقسيم التردد (FDD) للإرسال والاستقبال بصورة متزامنة، وتتطلب عزلاً مقداره 63 dB تقريباً بين الاستقبال والإرسال. أما نوع التشكيل فيتم اختياره بحيث يتسنى تحقيق أكبر قدر ممكن من الاشتراك مع التكنولوجيا المناسبة المستخدمة من قبل الأنظمة الأرضية للنظام IMT-2000. ولأن هذه التطبيقات عادةً ما تُستخدم ضمن بيئة ذات خط بصر واضح، فقد يتم اعتماد مخططات تشكيل برتبة أعلى، مثل التشكيل الاتساعي 16-QAM من أجل مواصلة تحسين الكفاءة الطيفية.

وتتأثر القدرة للنظام الفرعي للنفاذ TDMA بقدر أقل بتطبيقات الخبؤ المرتفع، وبالتالي يتم حجزها للاتصالات الصوتية المتنقلة في بيئات سريعة التغيير. ويُستخدم التحكم بالقدرة حصرياً من أجل الحد من استهلاك القدرة في كل من تجهيزات المستعمل والسواتل. ويمكن استخدام حجم خطوة تقريبي بشكل أكبر للتحكم بالقدرة في النظام الفرعي للنفاذ TDMA. ويُعتبر معدل التحكم بالقدرة دالةً في كل من تأخر المسير وحجم الرتل. وفي وسع مطاريف مستعملي النفاذ TDMA تشغيل أسلوب الازدواج TDD للتقليل من متطلبات العزل بين الإرسال والاستقبال.

ويتم تصميم كسب الهوائي ومستويات القدرة لكل من تجهيزات المستعمل والسواتل لتحقيق الظروف المثلى لأداء الخدمة وتنفيذ النظام. وترد في الجدول 54 القيم الأولية لمعلمات التصميم تلك. وتستطيع السواتل التعامل مع العديد من مختلف فئات مطاريف المستعملين. ويكون لدى تلك المطاريف مستويات مختلفة للقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) استناداً إلى تطبيقاتها وأحجامها، وبالتالي فهي قادرة على دعم الخدمات في مختلف هوامش الحماية من الخبؤ. وتكون هذه القرارات متأثرة بأحوال الطلب في السوق.

وترد في الجدول 43 معلمات التردد الراديوي للنظام Satcom2000.

الجدول 43

مواصفات التردد الراديوي

القدرة e.i.r.p. لمرسل مطراف المستعمل - الحد الأقصى للقدرة e.i.r.p. لكل نوع من المطارييف - متوسط القدرة e.i.r.p. لكل نوع من المطارييف	2- حتى 4 dBW للمحمول باليد تحددها الأسواق بالنسبة لأنواع المطارييف الأخرى 8- حتى 2 dBW للمحمول باليد تحددها الأسواق بالنسبة لأنواع المطارييف الأخرى
عامل الجدارة G/T بحسب نوع المطراف	للأنواع المحمولة باليد -24,8 dB/K تحددها الأسواق بالنسبة إلى أنواع المطارييف الأخرى
كسب الهوائي بحسب نوع المطراف	للأنواع المحمولة باليد 2 dBi تحددها الأسواق بالنسبة إلى أنواع المطارييف الأخرى
الحد الأقصى للقدرة e.i.r.p. للساتل	29,6 dBW
الحد الأقصى للعامل G/T للساتل	0,1 dB/K
عرض نطاق القناة	27,17 kHz : TDMA 1,25 إلى 5 MHz : CDMA
إمكانية تعدد القنوات (نعم/لا)	نعم
تحكم القدرة: المدى حجم الخطوة المعدل	25 dB 2 dB : TDMA 0,5 dB : CDMA 50 Hz
استقرار التردد الوصلة الصاعدة الوصلة الهابطة	0,375 جزء في المليون (تحكم أوتوماتي بالتردد) 1,5 جزء في المليون (حراري)
تعويض دوبلري (نعم/لا)	نعم
عزل مطراف المرسل/المستقبل	63 dB
الحد الهامشي الأقصى للخبو بحسب نمط الخدمة	الصوت: 15 إلى 25 dB التراسل/الاستدعاء الراديوي: 45 dB

4.6.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

مخطط النفاذ المتعدد

تتضمن مخططات النفاذ المتعدد للسطح الراديوي البيئي Satcom2000 كلاً من النفاذ FDMA/TDMA و FDMA/CDMA، على النحو المشروح في الفقرة 2.2.6.3.4. ويكون كلاً من أسلوبي الازدواج TDD و FDD متوافرين.

طول الرتل

يبلغ طول الرتل 40 ms. ويتألف كل رتل من 4 فجوات زمنية طول الواحدة 8,88 ms، يضاف إليه نطاق للحراسة يبلغ طوله 4,48 ms.

تشفير القنوات

يكون تشفير القنوات المستخدم لقناة الحركة عبارة عن تشفير سلسالي يتألف من شفرة خارجية من نمط RS وشفرة داخلية تلافيفية متقطعة للسماح بحماية معدلات البتات المتغيرة. ويتمثل الغرض من الشفرة الخارجية في توفير المقدر على كشف الخطأ في الرشقات الذي لا توفره الشفرة التلافيفية. وتستخدم مجموعة متنوعة من الشفرات التلافيفية المتغيرة رهناً بنوعية الخدمة المطلوبة.

طلب التكرار أوتوماتياً (ARQ)

بالإضافة إلى التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC)، تشمل بعض الخدمات غير الحقيقية طلب التكرار أوتوماتياً (ARQ) أيضاً. فالمخططات الخاصة بالطلب ARQ لا تُنفذ لخدمات الوقت الحقيقي مثل عقد المؤتمرات الفيديوية عن بعد، وذلك نتيجة لاشتراط الأداء في الوقت الحقيقي ونسبة أعلى يمكن السماح بها للخطأ في البتات (BER). ومع ذلك، فإن التطبيقات من قبيل بروتوكول نقل الملفات (FTP) قد تتطلب درجة أعلى من سلامة البث، وذلك وفقاً لأنواع الملفات التي يجري نقلها، وقد تستدعي الضرورة تنفيذ مخطط ARQ. ولأسباب واضحة، تتطلب الملفات القابلة للتنفيذ عدم وجود أخطاء على الإطلاق في البيانات المنقولة، وبالتالي فلا بد من وجود مخطط ARQ. وتشتمل مخططات ARQ المتضمنة في النظام Satcom2000 على خطة الانتقاء ثم التكرار وخطة العودة-N، ويتوقف اختيار أي من هذين على عملية التطبيق الفعلية.

التشذير

يُضمّن التشذير في النظام Satcom2000 لتمديد الأثر الناجم عن أخطاء الرشقات في عدة قطع للبيانات، وذلك لكي تكون الأخطاء الناتجة ضمن قطعة بيانات معينة مستقلة عن غيرها. ويتم اختيار بنية التشذير بحيث لا تسفر عن أي تأثير على تأخر النظام بكامله.

وترد في الجدول 44 معالم النطاق الأساسي للنظام Satcom2000.

الجدول 44

مواصفات النطاق الأساسي

FDMA/CDMA و FDMA/TDMA	تقنيات النفاذ المتعدد
TDD/FDD	طريقة ازدواج الإرسال
kbit/s 34,545	معدل الرشقات (أسلوب TDMA)
4 فجوات زمنية/الرتل	الفجوات الزمنية (أسلوب TDMA)
ms 40	طول الرتل
TDMA :kbit/s 4-2,4 CDMA : 0,048 إلى 9,6 kbit/s معدل معلومات يصل إلى 144 kbit/s يمكن تحقيقه بواسطة التشكيل متعددة القنوات	معدل المعلومات
4,096 إلى Mchip/s 1,228	معدل النبض (أسلوب CDMA)
TDMA :QPSK CDMA :16-QAM/QPSK	نمط التشكيل
2/3 معدل :TDMA CDMA : معدل 1/2 للوصلة الهابطة، معدل 1/3 للوصلة الصاعدة	المعدل الأمامي للأخطاء
نعم	التخصيص الدينامي للقنوات (نعم/لا)
نعم	تشذير (نعم/لا)
نعم	التزامن بين السواتل مطلوب (نعم/لا)

7.3.4 مواصفات السطح الراديوي الساتلي زاي

يقوم هذا السطح البيئي الراديوي الساتلي على أساس السطح البيئي الراديوي للنفاذ والتمديد المباشر (CDMA DS) للنظام IMT-2000، على النحو الوارد وصفه في الفقرة 1.5 من التوصية ITU-R M.1457. وتتناول الأنظمة الساتلية المتنقلة الرامية إلى استخدام هذا السطح البيئي تجهيزات المستعمل (UE) المتوافقة بصورة تامة مع النفاذ والتمديد CDMA DS للنظام IMT-2000، مع التكيّف من أجل المرونة بالنسبة إلى نطاق تردد خدمة ساتلية متنقلة (MSS) مجاورة.

إن استخدام التكنولوجيا المقيّسة فضلاً عن النطاق الترددي للنظام IMT-2000 الساتلي المجاور للنطاق الترددي للنظام IMT-2000 الأرضي يتيح المجال لاستيعاب سمات النظام المتعلقة بالخدمة MSS في مهتفات الجيل الثالث، وذلك دون تعديل في شكل الموجة وبالتالي انخفاض الكلفة، مما يعمل على تحسين دخول السوق واختراقه إلى حد كبير.

والسمات الأساسية الخدمائية والأخرى التشغيلية لهذا السطح البيئي الراديوي هي على النحو التالي:

- دعم خدمات معدل البيانات المنخفض (مثلاً 1,2 kbit/s) وحتى البث بمعدل بيانات عالٍ (384 kbit/s) مع تغطية لمنطقة واسعة.
- مرونة مرتفعة في الخدمة مع تقديم الدعم لخدمات متغيرة المعدل ومتوازية ومتعددة على كل توصيل.
- النفاذ الرزمي الكفؤ.
- سبل الدعم المدججة للتكنولوجيات المستقبلية لتعزيز القدرات/التغطية، كاهوائيات التكميلية، وبني الاستقبال المتطورة، وتنوع أجهزة الإرسال.
- دعم التمرير فيما بين الترددات للتشغيل مع البنى الخلوية التراتبية والتمرير إلى أنظمة أخرى، بما في ذلك التمرير إلى النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM).

1.7.3.4 أوصاف البنية المعمارية

ترد البنية المعمارية للنظام في الشكل 68.

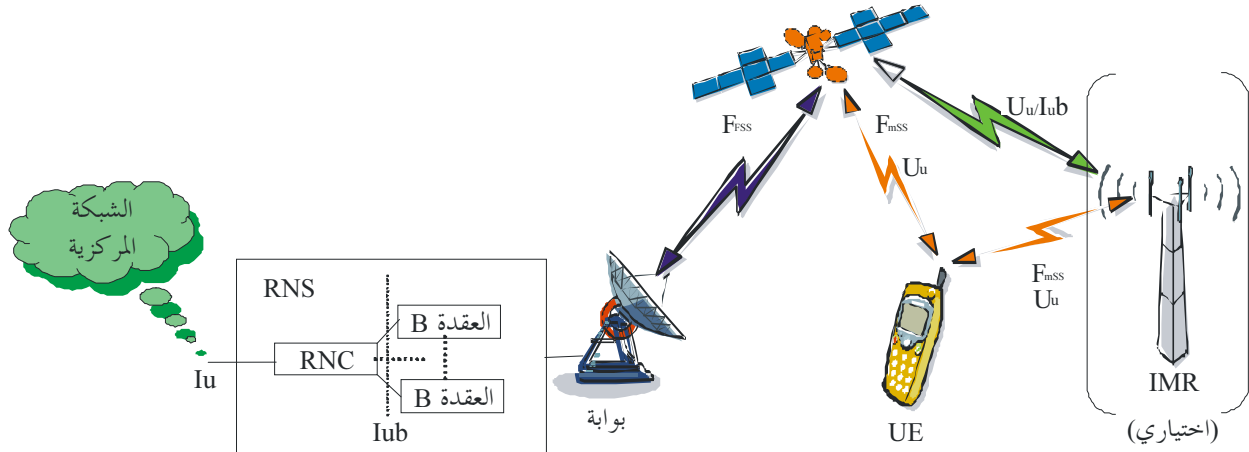
وقد يقدم النظام إما كوكبة ساتلية وحيدة أو كوكبة ساتلية متعددة، على أن يوفر كل ساتل تغطية أحادية البقعة أو تغطية متعددة البقع.

ويمكن أن تمثل منطقة الموقع في بقعة أو مجموعة من البقع للمستخدمين الجوالين.

وتتصل تجهيزات المستعمل (UE) بالشبكة عن طريق ساتل أو عدة سواتل تعمل على إعادة توجيه الإشارة الراديوية نحو البوابات أو منها. ويسمح النظام بوجود إما بوابة مركزية أو مجموعة من البوابات الموزعة جغرافياً، وذلك رهناً بمتطلبات المستعمل. وتعمل البوابة على ربط الإشارة بالأنظمة الفرعية للشبكة الراديوية (RNS)، أي العقدة باء (B) ومراقب الشبكة الراديوية (RNC). أما قرار دمج العقدة باء (B) و/أو المراقب RNC داخل البوابة أو خارجها فيخضع لنوع التنفيذ الذي يختاره المصنّعون.

وقد يتعرض بث الإشارة ضمن بيئة ساتلية للتدهور بسبب وجود المباني والجبال وما شابه ذلك. فاستمرار التغطية في المناطق المحجوبة إلى حد كبير يُحتمل أن يستكمل بأنظمة تكرار النماذج الوسيطة (IMR)، وذلك بإعادة استخدام نفس التردد الخاص بالساتل من أجل تكبير وتكرار الإشارة الواردة من الساتل وإليه. وتعتبر الأنظمة IMR بمثابة نشر للنظام وقضية متعلقة بالتنفيذ، وبالتالي لا تشكل جزءاً من السطح البيئي الراديوي الساتلي. ولم يتم حتى الآن تقييم القضايا التقنية والتشغيلية والتنظيمية المتصلة بالأنظمة IMR.

الشكل 68
معمارية النظام



1850-68

1.1.7.3.4 الكوكبية

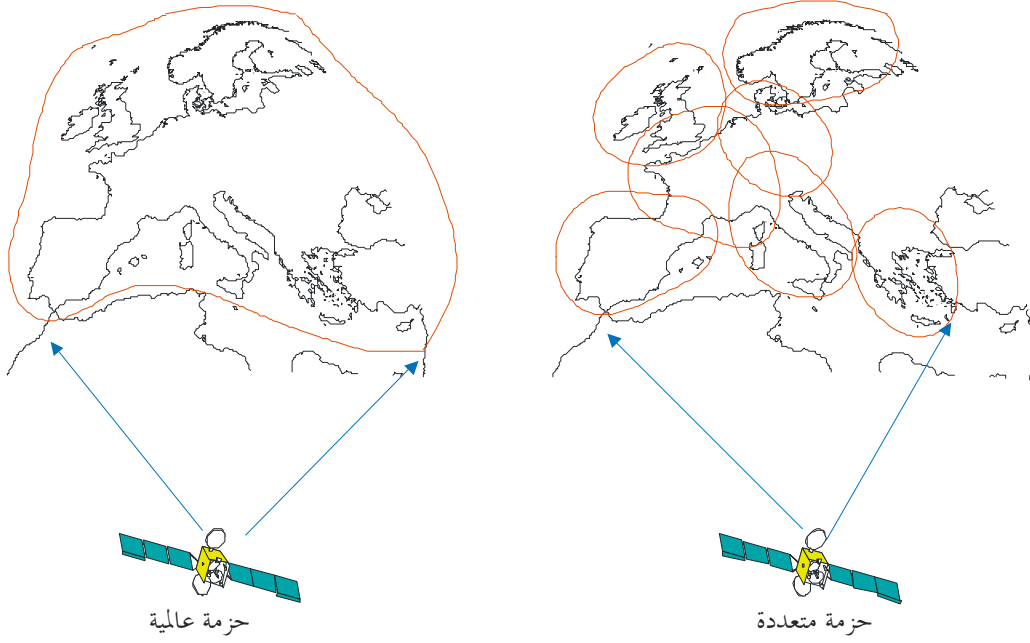
في وسع هذا السطح البيئي التعامل مع عدة أنواع من الكوكبات الساتلية، أي المدار الأرضي المنخفض (LEO)، أو المدار الساتلي الإهليلجي شديد الانحناء (HEO)، أو المدار الأرضي المتوسط (MEO)، أو المدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO). ومع ذلك يعرض هذا القسم البنية المعمارية والأداء المفصلين لنوع كوكبة المدار GSO.

2.1.7.3.4 السواتل

يتم تصوّر العديد من البنى المعمارية وفقاً لمتطلبات الصبيب. وتفترض الأمثلة أدناه التغطية الأوروبية. وتنطوي تشكيلة الحزمة العالمية ضمناً على وجود بقعة وحيدة تغطي منطقة أوروبا بأكملها. وتعني التشكيلة متعددة الحزم أن الساتل يقوم بخدمة بقع عدة، مثلاً بقعة واحدة لكل منطقة تنفرد بلغة (التشكيلة السباعية الحزم)، أو بقعة واحدة لكل منطقة إقليمية (تشكيلة ممددة متعددة الحزم). وثمة تشكيلة أخرى محتملة تتمثل بنظام مبني مع العديد من السواتل، يعمل كل ساتل منها على خدمة بقع عدة.

الشكل 69

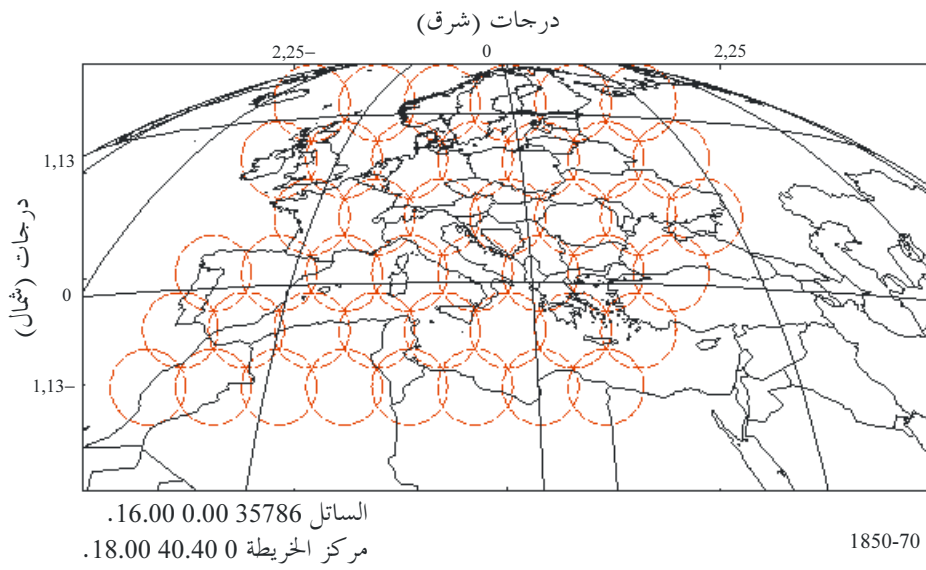
تشكيلة ساتلية ذات حزمة عالمية وحزمة متعددة سباعية



1850-69

الشكل 70

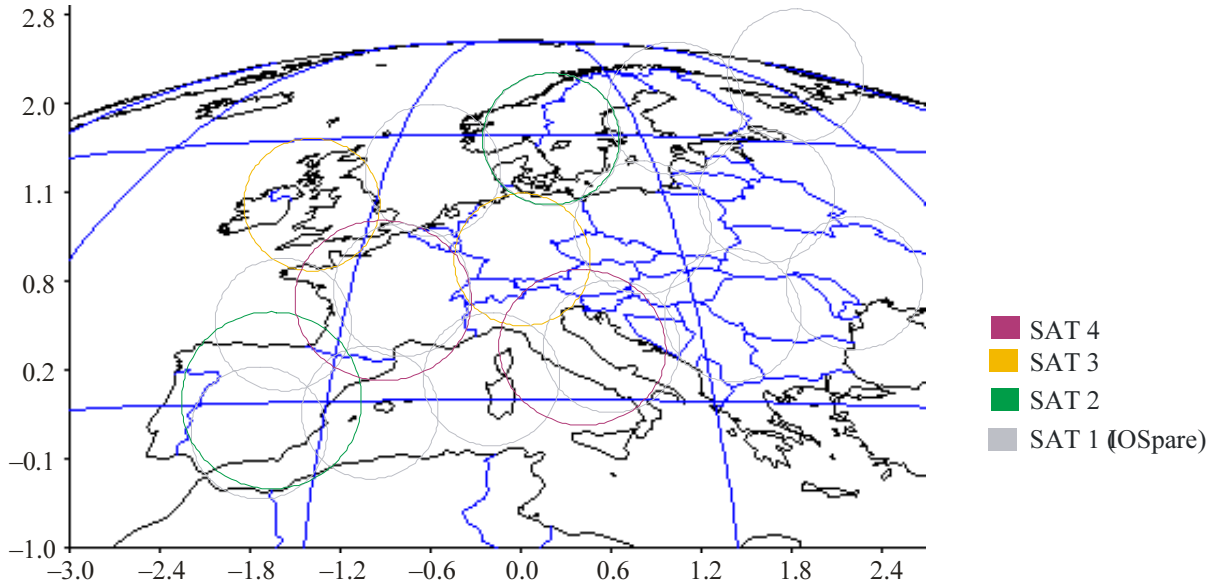
تشكيلة ممددة متعددة الحزم



1850-70

الشكل 71

تشكيلة متعددة السواتل ومتعددة الخزم



1850-71

2.7.3.4 أوصاف النظام

1.2.7.3.4 سمات الخدمة

1.1.2.7.3.4 الخدمات الحاملة (خدمات الدعم) الأساسية

تتضمن الخدمات الحاملة الأساسية المقرر دعمها من قبل هذا السطح البيئي الراديوي خدمات الصوت التي تتراوح معدلات البيانات فيها بين 2,4 kbit/s و 12,2 kbit/s، والبيانات بين 1,2 kbit/s و 384 kbit/s.

2.1.2.7.3.4 خدمات بيانات الرزم

يتم توفير خدمات بيانات الرزم عند معدلات بيانات تتراوح بين 1,2 kbit/s و 384 kbit/s.

3.1.2.7.3.4 الخدمات عن بُعد

تتضمن الخدمات عن بُعد بث الكلام مثل نداءات الطوارئ، وخدمة الرسائل القصيرة، وإرسال الفاكس، وخدمة الهاتفية الفيديوية، وخدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي.

4.1.2.7.3.4 خدمة الاستدعاء الراديوي العميق

يتم توفير خدمة البحث أو الاستدعاء الراديوي العميق للاتصال بمطراف مستعمل متنقل يقع في مناطق مثل مناطق التغلغل العميق في المباني، حيث يتعدّد تأمين الخدمات العادية.

5.1.2.7.3.4 خدمات الإذاعة المتعددة

يتم توفير خدمات الإذاعة المتعددة لمطاريق المستعمل المحلية الخفية من خلال وصلة توزيع ساتلية مباشرة تستفيد من خدمة الدفع فوق MBMS (خدمة إذاعة الوسائط المتعددة الوارد وصفها في الفقرة 1.5 من التوصية ITU-R M.1457). ويتراوح معدل البتات لخدمات إذاعة الوسائط المتعددة بين 1,2 kbit/s و $384 \times n$ kbit/s (حيث $n = 2$ أو 3 أو أكثر وفقاً للتشكيلات).

2.2.7.3.4 سمات النظام

يقوم هذا السطح البيئي الراديوي على أساس الخصائص التقنية الرئيسية المدرجة في الجدول 45.

الجدول 45

المواصفات التقنية الأساسية للسطح البيئي الراديوي SRI-G

DS-CDMA	مخطط النفاذ المتعدد
FDD	مخطط ازدواج الإرسال
Mchip/s 3,840	معدل النبض
MHz 5	المباعدة بين الموجات الحاملة
ms 10	طول الرتل
لا حاجة إلى التزامن دقيق	التزامن بين النقاط
عامل تمديد متغير + شفرة متعددة	مخطط المعدل المتعدد/المعدل المتغير
تشفير تلافي (معدل 1/2 - 1/3) تشفير توربو 1/3	مخطط تشفير القنوات
أسلوب مزدوج (قناة مشتركة ومكرسة)	نفاذ الرزم

3.2.7.3.4 سمات المطراف

قد توجد أنواع متنوعة لتجهيزات المستعمل وهي: المحمولة باليد، أو المحمولة، أو المحمولة على مركبة، أو القابلة للنقل، أو الطيرانية. ويرد في الجدول 46 وصف لمعدل البيانات وتقييد التنقلية لكل نوع من المطارييف. ولتقييم القدرة القصوى، من الضروري التمييز بين الوصلة الأمامية ووصلة العودة.

الجدول 46

تقييدات التنقلية بحسب نوع المطراف

نوع المطراف	معدل البيانات المطبق للخدمة (وصلة العودة) (kbit/s)	معدل البيانات المطبق للخدمة (الوصلة الأمامية) (kbit/s)	التقييد الاسمي على التنقلية (سا/km)
محمول باليد	12,2-1,2	384-1,2	500
محمول	384-1,2	384-1,2	500
على مركبة	384-1,2	384-1,2	500 (1 000 كحد أقصى)
قابل للنقل	384-1,2	384-1,2	ستاتيكية
للطيران	384-1,2	384-1,2	5 000

4.2.7.3.4 التمير

يدعم هذا السطح البيئي عملية تمرير الاتصالات من قناة راديوية ساتلية إلى أخرى. وتنطوي استراتيجية التمير على التمير المنفذ بمساعدة من الخدمة المتنقلة والمقرر بواسطة الشبكة.

ويحظى بالدعم التمير السلس والتمير الأكثر سلاسة.

وتعتبر أنواع التمير التالية الأنواع الأكثر شيوعاً في النظام.

التمرير فيما بين الحزم

تقيس تجهيزات المستعمل (UE) بصورة دائمة مستوى الإشارة الدليلية $C/(N + I)$ الواردة من حزم مجاورة، وتبلغ المحطة الأرضية البرية (LES) بهذه المعلومات. وعندئذ قد تقرّر المحطة LES أن تبث نفس القناة عبر حزمتين مختلفتين (التمرير الحزمي السلس)، وتأمّر التجهيزات UE بأن تضيف إصبعاً لإزالة تشكيل الإشارة الإضافية. وفور تلقي المحطة LES إشاراتاً يؤكد أنه قد تم تلقي إشارة جديدة، فإنها تتخلى عن الوصلة القديمة. وفي الحقيقة أنه لا مجال لعملية تمرير مُطوّلة فيما بين الحزم نظراً لعدم إدخال تنوع المسير فعلياً.

التمرير فيما بين السواتل

يعد هذا الإجراء مناظراً لذلك المتعلق بالتمرير فيما بين الحزم. ويتمثل الفرق الوحيد في ضرورة قيام تجهيزات المستعمل أيضاً بالبحث عن شفرات تخليط دليلية ساتلية محددة مختلفة. وفي حال الكشف عن شفرة تخليط دليلية جديدة ومنتية بما فيه الكفاية، تُفاد بذلك المحطة LES التي قد تقرّر الاستفادة من التنوع الساتلي عن طريق بث نفس الإشارة عبر سواتل مختلفة.

وخلافاً للحالة السابقة، فإن ميزة تنوع المسير موجودة الآن ومن المفيد بمكان أن يتم استغلال كل مسيرات التنوع المتسمة بقدر كافٍ من المتانة.

ومن الممكن دمج النسب القصوى (استبانة الالتباس الزمني تتم عن طريق تزامن قنوات التحكم المادية الأولية متعددة الرتل (CCPCH MF)).

التمرير فيما بين الترددات

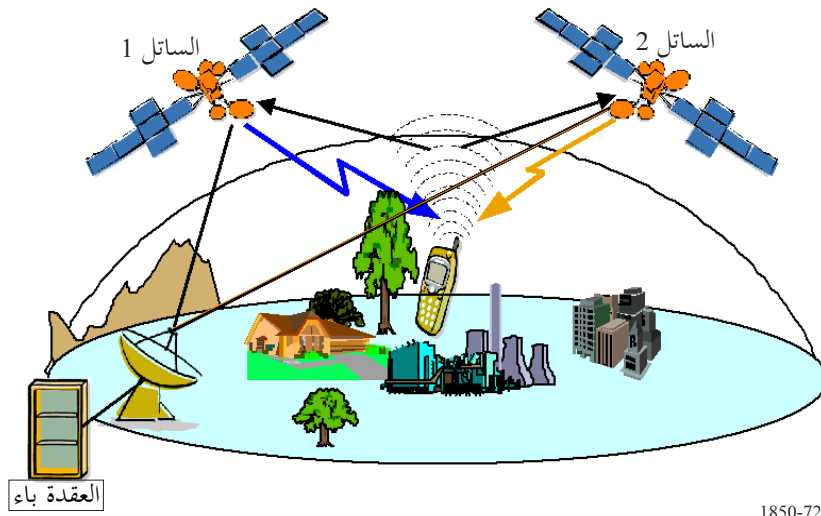
لا يتم دعم سوى عملية تمرير صعب فيما بين الترددات. وقد تتم عملية التمرير هذه إما داخل البوابات أو فيما بينها. وعموماً لا حاجة إلى عملية تمرير فيما بين الترددات. فهذا النوع من التمرير تقرّره المحطة LES دون أية مساندة من تجهيزات المستعمل (UE) (بمعنى آخر، إن هذا النوع من التمرير يُنفذ بمساعدة من الخدمة المتنقلة). وعلى الوصلة العكسية، تعمل المحطة LES بدلاً من ذلك على ضمّ كل الإشارات المتلقاة من تجهيزات المستعمل (UE) ذاتها من خلال مختلف الحزم و/أو السواتل.

5.2.7.3.4 التنوع الساتلي

يمكن توفير التنوع الساتلي حين يكون النظام مُقَاماً بسواتل عدة، وتمثل السمات هنا فيما يلي:

- حل مشكلة انسداد المسير الملازمة للأنظمة الساتلية؛
- خفض هامش الوصلة المطلوب للأوضاع التي يتم فيها توهين الإشارة الساتلية بشكل قوي (دون إعاقتها بصورة تامة)؛
- تسهيل عملية التمرير بتجهيزات المستعمل (UE) عند الانتقال عبر مناطق التغطية. وتنطبق هذه الطريقة أيضاً على البقع التي تنتمي لساتل معين (تنوع البقع). ويُفترض فيما يلي أن يكون عدد السواتل التي توفر التنوع محصوراً بالرقم 2.

الشكل 72
التنوع الساتلي



ولدى تحول تجهيزات المستعمل إلى نمط التنوع الساتلي، تكون التجهيزات متصلة راديوياً بصورة متزامنة بالساتلين معاً فوق تردد الموجة الحاملة نفسه.

وفي وصلة العودة، تبت تجهيزات المستعمل إشارة وحيدة (شفرة تخطيط وحيدة وواحدة). ويتم تلقي إشارة الوصلة الصاعدة هذه من قبل كلا الساتلين، ويُعاد توجيهها نحو البوابة وتجميعها عند المستقبل المشطي للعقدة باء.

أما في الوصلة الأمامية، فإن كل ساتل يبتّ بواسطة شفرة تخطيط مميزة، وتضم المستقبلات المشطية لتجهيزات المستعمل كلا الإشارتين.

وقد تم توجيه عمليات المحاكاة للعديد من أوضاع تجهيزات المستعمل بالنسبة لكلا الساتلين:

- ساتل واحد في خط البصر (LoS)، والساتل الآخر خارج خط البصر (NLoS): يكون الساتل الذي في خط البصر مهماً بحيث تكون عمليات الأداء معادلة لساتل وحيد في خط البصر. وتسمح آلية الإرسال بتنوع انتقاء البقعة (SSDT) بوقف الساتل الثاني من أجل الحؤول دون هدر قدرة البث الساتلي الشحيحة.
- الساتلان في خط البصر.
- الساتلان خارج خط البصر.

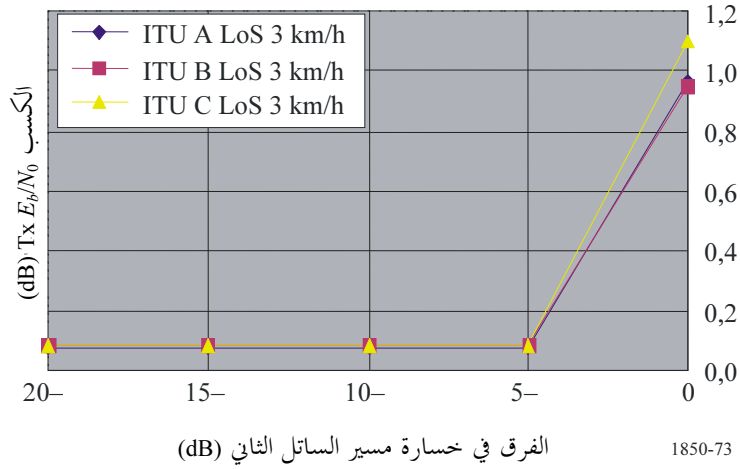
وتبرز نتائج عمليات المحاكاة المعروضة فيما بعد الكسب E_b/N_0 Tx الناتج عن التنوع الساتلي، أي الفرق في قيمة الدالة Tx التي تم الحصول عليها مع تنوع ساتلي أو من دون تنوع ساتلي للوصول إلى نسبة خطأ في الفدرات مستهدفة (BLER) قدرها 1% مقابل الفرق في خسارة المسير. وترد النتائج كدالة في الفرق في خسارة مسير الساتل الثاني، أي أن خسارة المسير بين تجهيزات المستعمل والساتل الأول تُعتمد كمرجع. ويجري اختبار نماذج القنوات ألف وباء وجيم للاتحاد الدولي للاتصالات (على النحو الوارد في التوصية ITU-R M.1225).

1.5.2.7.3.4 كلا الساتلين في خط البصر

يُقصد بالفرق في خسارة المسير بأنه كسب الهوائي Rx المميز للساتل (الوصلة الصاعدة)/مقدرة القدرة الساتلية Tx (الوصلة الهابطة).

الشكل 73

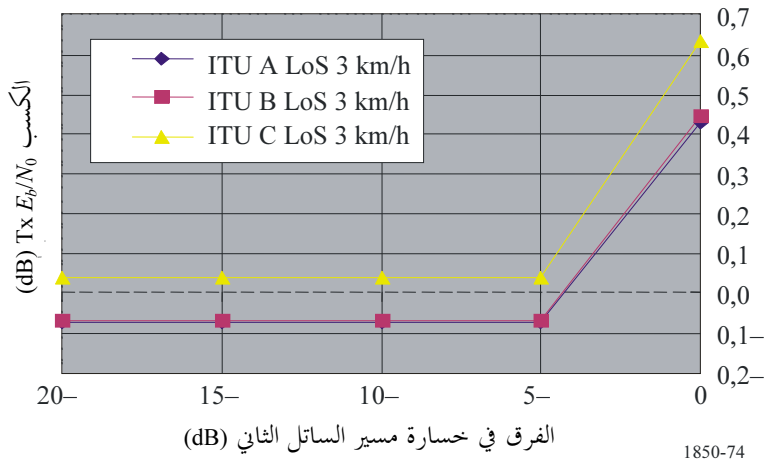
كسب التنوع الساتلي؛ في خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 12,2 kbit/s



وعملياً يكون كسب التنوع متطابقاً بالنسبة لسرعة تجهيزات المستعمل التي تتراوح بين 0 km/h و 50 km/h. ويكون محدوداً بقيمة قصوى قدرها حوالي 1 dB (12,2 kbit/s).

الشكل 74

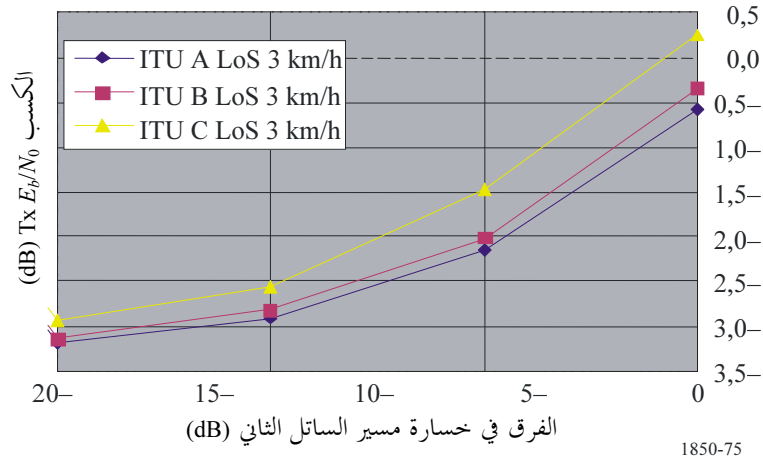
كسب التنوع الساتلي؛ في خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 64/144 kbit/s



أما في اتجاه الوصلة الهابطة، فإن الكسب $Tx E_b/N_0$ يكون سلبياً ومتطابقاً على وجه التقريب مهما اختلف معدل بيانات الخدمة. وينخفض كسب القدرة Tx مع الزيادة في التداخل بسبب عدم تعامد شفرات التخليط لكلا الساتلين. ومع ذلك، يمكن توخي التنوع الساتلي للسماح بتوزيع دينامي للقدرة فيما بين السواتل في أوضاع الحمولة المرتفعة للحركة.

الشكل 75

كسب التنوع الساتلي؛ في خط البصر؛ وصلة هابطة

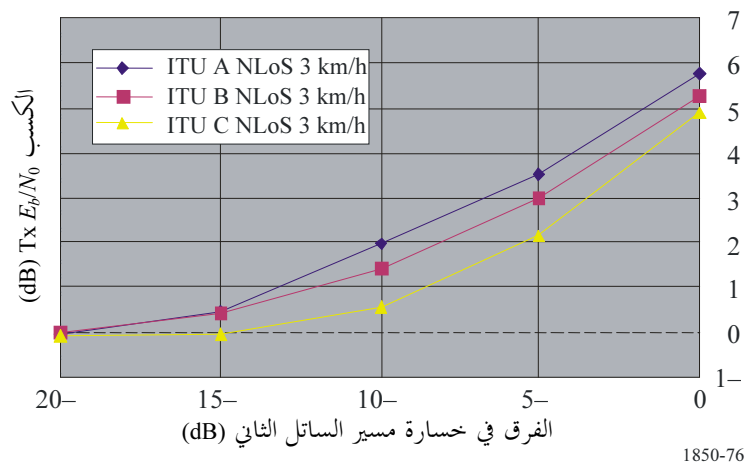


2.5.2.7.3.4 الساتلان خارج خط البصر

يكون كسب التنوع الساتلي بارزاً حين تشكو تجهيزات المستعمل من عدم وجودها على خط البصر (NLoS) مع أي من السواتل. وعلاوة على ذلك، تبدو الحالة التي يبلغ فيها فرق خسارة مسير الساتل الثاني 0 dB بمثابة الافتراض الأكثر احتمالاً. ويتم بلوغ الكسب الأقصى $Tx E_b/N_0$ عند تجهيزات المستعملين المنخفضة السرعة. أما في اتجاه الوصلة الهابطة، فيكون الكسب مستقلاً عن معدل بيانات الخدمة.

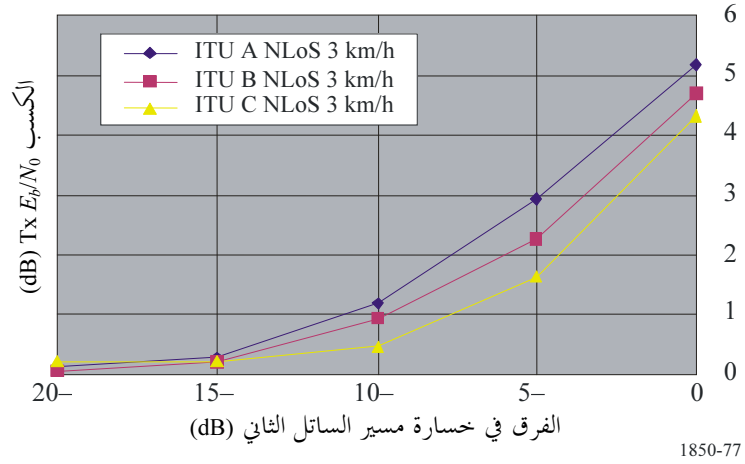
الشكل 76

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 3 km/h؛ 12,2 kbit/s



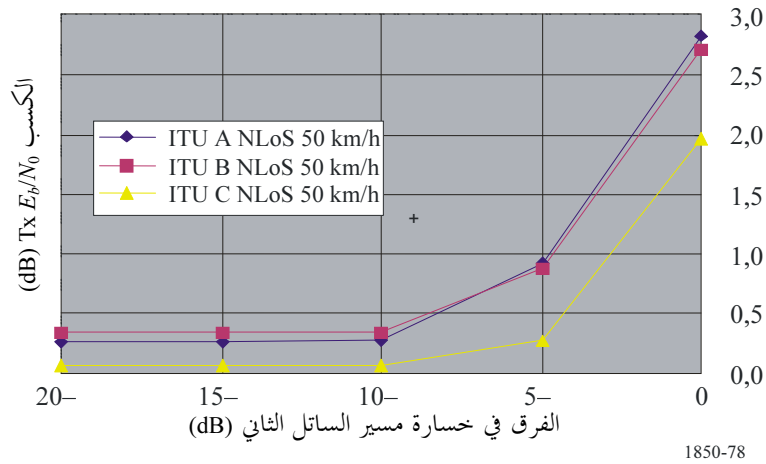
الشكل 77

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 64/144 kbit/s؛ 3 km/h



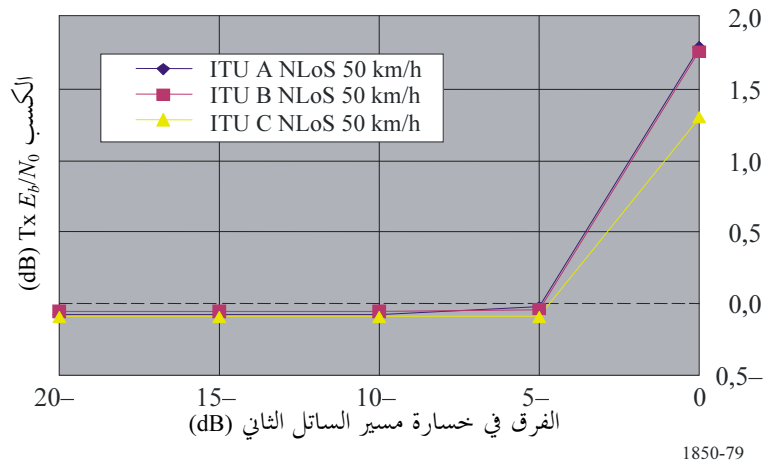
الشكل 78

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 12,2 kbit/s؛ 50 km/h



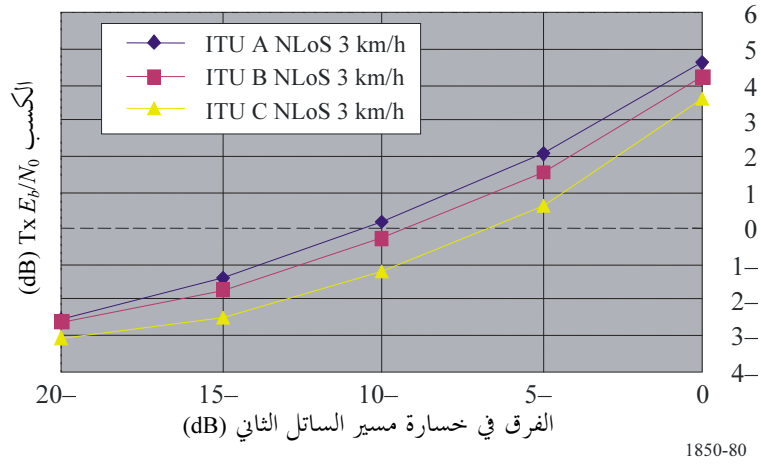
الشكل 79

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة صاعدة؛ 64/144 kbit/s؛ 50 km/h



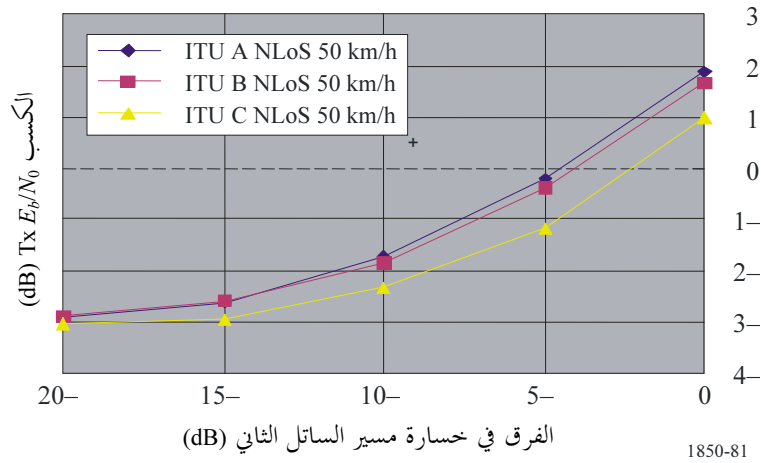
الشكل 80

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة هابطة؛ 3 km/h



الشكل 81

كسب التنوع الساتلي؛ خارج خط البصر؛ وصلة هابطة؛ 50 km/h



3.7.3.4 مواصفات التردد الراديوي (RF)

1.3.7.3.4 الخطة الساتلية

أ) معمارية الحزمة العالمية

تقدم معمارية الحزمة العالمية صبيهاً كلياً قدره 3,84 Mbit/s فوق أوروبا متقاسماً بين عمليتي إرسال متعدد بتقسيم التردد (FDM). فمثلاً إذا تم توفير خدمة بمعدل 384 kbit/s، تقوم كل عملية من عمليات الإرسال المتعدد بتقسيم التردد (FDM) بحمل 5 شفرات للقنوات كحد أقصى.

وتشغل كل عملية إرسال FDM عرض نطاق قدره 5 MHz ضمن النطاق الترددي للمحطات الساتلية المتنقلة (MSS).

ويرد في الجدول 47 ملخص لعمليات الأداء الساتلي.

الجدول 47

معمارية الحزمة العالمية الساتلية

الحزمة العالمية	عدد الحزم النقطية
1	الوصلة الهابطة (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.r.i.p) على المتن بالموجة الحاملة (dBW)
2 200-2 170 RHCP أو LHCP 64	الوصلة الصاعدة التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب Rx كسب الهوائي (dB)
2 010-1 980 LHCP أو RHCP 30~	

(ب) معمارية الحزم المتعددة

يرد في الجدول 48 ملخص لعمليات الأداء الساتلية.

الجدول 48

معمارية الحزمة المتعددة 7 الساتلية

حزمة متعددة سباعية	عدد الحزم النقطية
7	الوصلة الهابطة (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.r.i.p) على المتن لكل موجة حاملة (dBW)
2 200-2 170 RHCP أو LHCP من 64 إلى 74 (انظر الملاحظة 1)	الوصلة الصاعدة التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب Rx كسب الهوائي (dB)
2 010-1 980 LHCP أو RHCP 39-36	

الملاحظة 1 - رهنا بالحزمة النقطية المأخوذة ونمط إعادة استعمال التردد.

(ج) معمارية الحزمة المتعددة الممتدة

يرد في الجدول 49 ملخص لعمليات الأداء الساتلية.

الجدول 49

معمارية الحزمة المتعددة الممتدة الساتلية

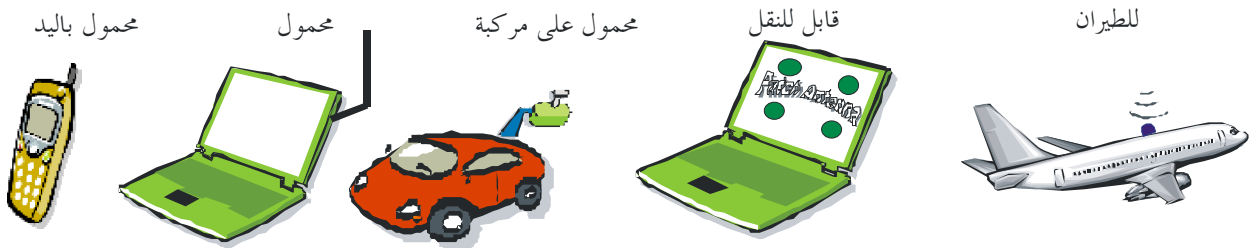
الحزمة المتعددة الممدودة	عدد الحزم النقطية
30	الوصلة الهابطة (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.r.i.p) على المتن لكل موجة حاملة (dBW)
2 200-2 170 RHCP أو LHCP 74	الوصلة الصاعدة التردد (من الساتل إلى تجهيزات المستعمل) (MHz) الاستقطاب Rx كسب الهوائي (dB)
2 010-1 980 LHCP أو RHCP 47-42	

2.3.7.3.4 الخطة الأرضية المتنقلة (MES)

تعرف الخطة الأرضية المتنقلة أيضاً باسم تجهيزات المستعمل (UE). وقد تكون بعدة أنواع:
 المهتفة المقيّسة من الجيل الثالث: يتطلب استخدامها في البيئة الساتلية التكيف مع مرونة التردد بالنسبة إلى نطاق الخطة MES.
 ويقوم الافتراض الأساسي على أن تجهيزات المستعمل هي من الفئة 1 و 2 و 3، وأنها مجهزة بهوائي معياري شامل الاتجاهات.
 المحمولة: تُنشأ التشكيلة المحمولة بواسطة كمبيوتر شخصي محمول يُلحق به هوائي خارجي.
 المحمولة على مركبة: يتم الحصول على التشكيلة المحمولة على مركبة من خلال تركيب وحدة تردد راديوي على سطح سيارة ووصلها بتجهيزات المستعمل في قمرة القيادة.
 القابلة للنقل: تقوم التشكيلة القابلة للنقل على أساس كمبيوتر محمول يحتوي غلافه على هوائيات رقعية منبسطة (موجهة يدوياً نحو الساتل).
 الطائرة: تُبنى التشكيلة الطائرة بتركيب هوائي فوق جسم الطائرة.

الشكل 82

تشكيلة تجهيزات المستعمل



1850-82

ويرد في الجدول 50 ملخص لخصائص القدرة والكسب للتشكيلات الأربعة من تجهيزات المستعمل.

الجدول 50

قدرة الإرسال القصوى وكسب الهوائي والقدرة EIRP لتجهيزات المستعمل

نوع تجهيزات المستعمل	قدرة الإرسال القصوى	كسب الهوائي المرجعي (انظر الملاحظة 1)	القدرة EIRP القصوى	درجة حرارة الهوائي	G/T عامل الجدارة
محمول باليد من الجيل الثالث	الفئة 1 الفئة 2 الفئة 3	dBm 33) W2 (dBm 27) mW 500 (dBm 24) mW 250	dBm 0	dBW 3 dBW 3- dBW 6-	K 290 dB/K 33,6-
محمول		(dBm 33) W 2	dBm 2	dBW 5	K 200 dB/K 26-
على مركبة		(dBm 39) W 8	dBm 4	dBW 13	K 250 dB/K 25-
قابل للنقل		(dBm 33) W 2	dBm 14	dBW 17	K 200 dB/K 14-
للطيران		(dBm 33) W 2	dBm 3	dBW 6	

الملاحظة 1 - القيم النموذجية.

4.7.3.4 مواصفات النطاق الأساسي

1.4.7.3.4 بنية القناة

1.1.4.7.3.4 قناة النقل

1.1.1.4.7.3.4 القناة المشتركة

القناة الإذاعية (BCH)

إن القناة BCH هي قناة الوصلة الهابطة المستخدمة لإذاعة معلومات التحكم بالنظام بالنسبة إلى كل حزمة إلى المحطة الأرضية المتنقلة (MES).

قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي (PCH)

القناة PCH هي قناة الوصلة الهابطة المستخدمة لنقل معلومات التحكم إلى المحطة MES، حين يبدي النظام عدم معرفة بنوع الحزمة التي تنتمي إليها المحطة MES. وترتبط القناة PCH بمُبيِّنات الاستدعاء الراديوي المتولدة عن الطبقة المادية، وذلك لدعم إجراءات الأسلوب الساكن الكفوءة.

قناة النفاذ الأمامية (FACH)

القناة FACH هي قناة الوصلة الهابطة المستخدمة لنقل معلومات المستعمل أو معلومات التحكم إلى المحطة MES. وتُستخدم هذه القناة حين يبدي النظام عدم معرفة بنوع الحزمة التي تنتمي إليها المحطة MES.

القناة المتقاسمة للوصلة الهابطة (DSCH)

القناة DSCH هي قناة للوصلة الهابطة يتقاسمها العديد من المحطات MES، التي تنقل بيانات التحكم أو بيانات الحركة المكرّسة، وترتبط بوحدة أو بالعديد من القنوات المكرّسة DCH للوصلة الهابطة.

قناة النفاذ العشوائي (RACH)

القناة RACH هي قناة الوصلة الصاعدة المستخدمة لنقل معلومات المستعمل أو معلومات التحكم من المحطة MES إلى المحطة LES.

قناة الرزمة المشتركة (CPCH)

القناة CPCH هي قناة الوصلة الصاعدة التي تُستخدم لنقل معلومات المستعمل من المحطة MES إلى المحطة LES. وترتبط القناة CPCH بقناة التحكم المشتركة للوصلة الهابطة التي توفر مراقبة القدرة وأوامر التحكم الخاصة بالقناة CPCH.

2.1.1.4.7.3.4 القناة المكرّسة (DCH)

القناة DCH هي قناة للوصلة الهابطة أو للوصلة الصاعدة التي تُبثّ فوق الحزمة بكاملها أو فوق جزء من الحزمة فقط، وتكون مكرّسة لمحطة MES واحدة.

2.1.4.7.3.4 القناة المادية

1.2.1.4.7.3.4 القناة المادية للوصلة الهابطة

1.1.2.1.4.7.3.4 القناة الدليلية المشتركة (CPICH)

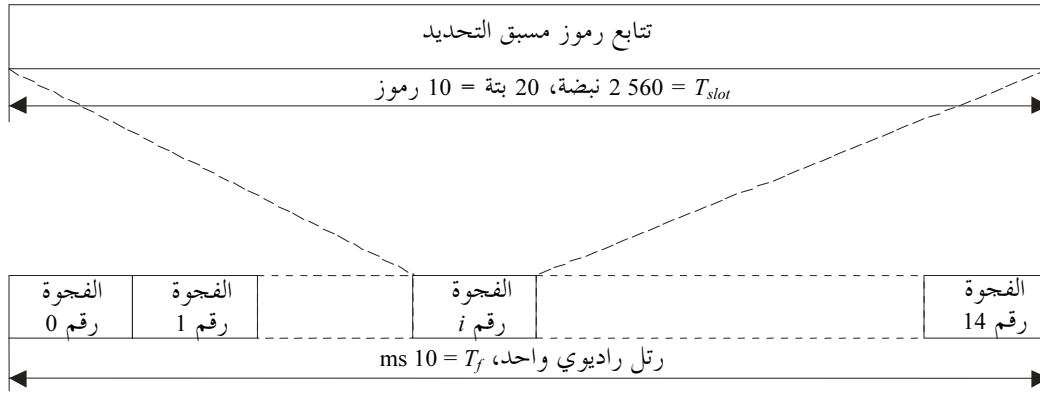
القناة CPICH هي قناة مادية للوصلة الهابطة بمعدل ثابت (30 kbit/s، عامل التمديد SF = 256)، تنقل تبعاً للبتات/الرموز مسبق التعريف.

وقد تم تحديد نوعين من القناة CPICH، القناة الأولى والقناة الثانوية. وهما تختلفان من حيث الاستخدام والتقييدات المفروضة على سماتهما المادية:

- القناة الدليلية المشتركة الأولى (P-CPICH):
 - تُستخدم دائماً نفس شفرة التوجيه للقناة الأولى P-CPICH؛
 - يتم تخطيط القناة الأولى P-CPICH بواسطة شفرة التخليط الأولى؛
 - توجد قناة P-CPICH واحدة فقط لكل بقعة؛
 - يتم البث الإذاعي للقناة الأولى P-CPICH فوق البقعة بكاملها؛
 - تُعتبر القناة الأولى CPICH مرجع الطور للقنوات المادية للوصلة الهابطة.
- القناة الدليلية المشتركة الثانوية (S-CPICH):
 - تُستخدم للقناة S-CPICH شفرة اعتبارية لتوجيه القنوات مع عامل تمديد $SF = 256$ ؛
 - يتم تخطيط القناة الثانوية S-CPICH إما بواسطة شفرة التخليط الأولى أو الثانوية؛
 - قد يوجد صفر أو 1 أو العديد من القنوات الثانوية S-CPICH للبقعة الواحدة؛
 - قد يتم بث القناة الثانوية S-CPICH فوق البقعة بكاملها أو فوق جزء من البقعة؛
 - قد تُعتبر القناة الثانوية S-CPICH مرجعاً للطور بالنسبة للقناة المادية المكرّسة (DPCH) للوصلة الهابطة.

الشكل 83

بنية الرتل للقناة CPICH



1850-83

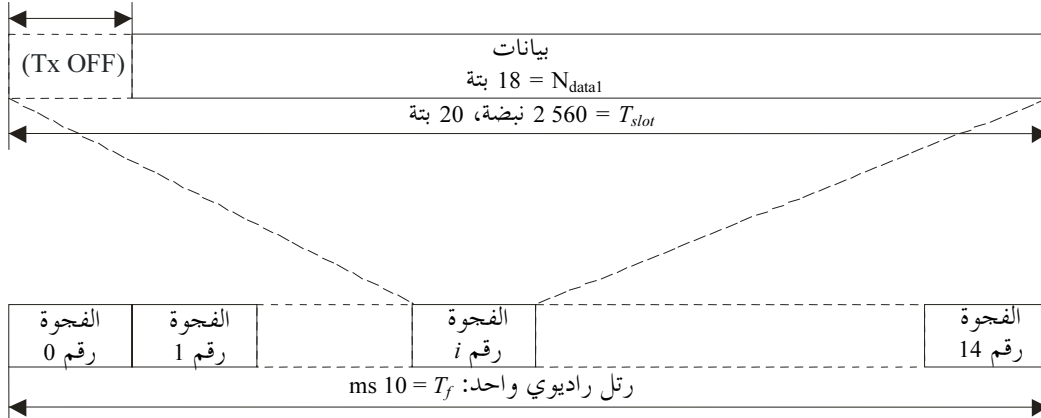
2.1.2.1.4.7.3.4 قناة التحكم المادية المشتركة الأولى (P-CCPCH)

إن القناة الأولى P-CCPCH هي عبارة عن قناة مادية للوصلة الهابطة بمعدل ثابت (30 kbit/s، عامل التمديد $SF = 256$)، تُستخدم لنقل قناة نقل القناة الإذاعية (BCH).

ولا تُبث القناة الأولى CCPCH أثناء النبضات الأولى البالغ عددها 256 نبضة من كل فجوة. ويتم بدلاً من ذلك أثناء هذه الفترة بث قناة التزامن (SCH) الأولى وقناة التزامن الثانوية.

الشكل 84

بنية الرتل للقناة P-CCPCH



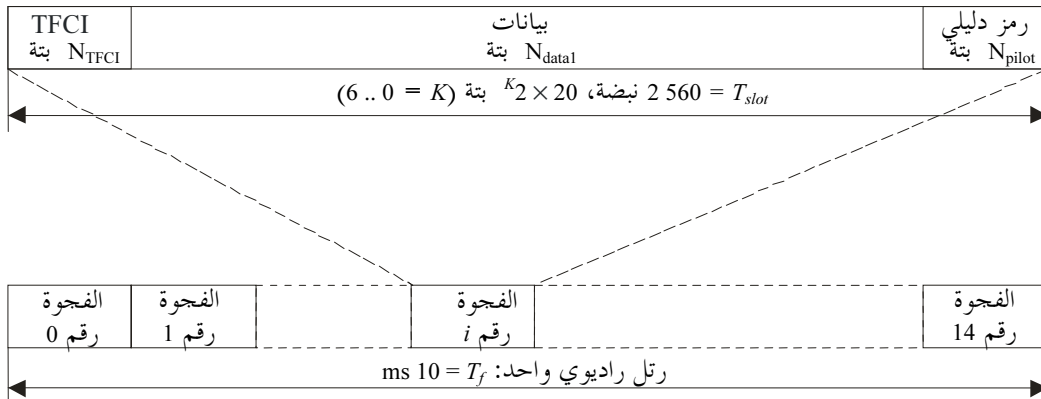
1850-84

3.1.2.1.4.7.3.4 قناة التحكم المادية المشتركة الثانوية (S-CCPCH)

تُستخدم القناة الثانوية CCPCH لنقل القناة FACH والقناة PCH. وهناك نوعان من القناة الثانوية CCPCH: تلك التي تتضمن مُبَيَّن توليفة نسق الرتل (TFCI)، وتلك التي لا تحتوي على المبيِّن TFCI. وتكون مجموعة المعدلات المحتملة للقناة الثانوية CCPCH مطابقة لتلك الخاصة بالقناة DPCH.

الشكل 85

بنية الرتل للقناة S-CCPCH



1850-85

وتحدد المعلمة k الواردة في الشكل 85 العدد الكلي للبتات لكل خانة في القناة الثانوية CCPCH. وهي ترتبط بعامل التمديد SF الخاص بالقناة المادية على النحو $256 / 2^k = SF$. أما مدى عامل التمديد فيتراوح من 256 نزولاً حتى 4.

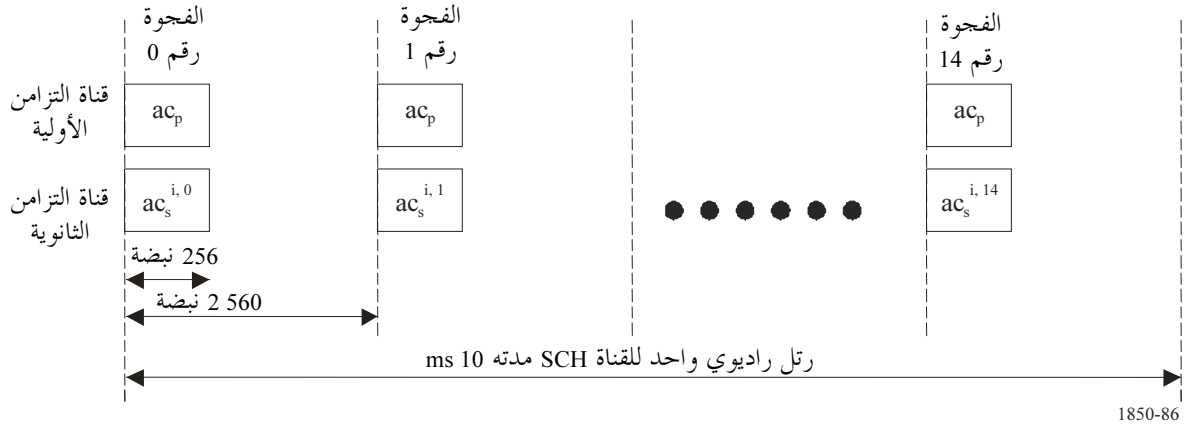
ويمكن إجراء تقابل بين القناة FACH والقناة PCH مع القنوات الثانوية CCPCH نفسها أو قنوات CCPCH منفصلة. فإن جرى التقابل بين القناة FACH والقناة PCH مع نفس القناة الثانوية CCPCH، فمن الممكن إقرانهما بنفس الرتل. ويتمثل الفرق الرئيسي بين القناة CCPCH والقناة المادية المكرّسة للوصلة الهابطة في أن التحكم بقدررة القناة CCPCH ليس تحكماً داخلي العروة. ويتمثل الفرق الرئيسي بين القناة الأولية والقناة الثانوية CCPCH في أن قناة النقل التي أقرنت بالقناة الأولية CCPCH (BCH) لديها فقط تركيبة مسبقة التعريف لنسق للنقل، في حين أن القناة الثانوية CCPCH تدعم تركيبات نسق النقل المتعدد التي تستخدم المبيِّن TFCI.

4.1.2.1.4.7.3.4 قناة التزامن (SCH)

إن قناة التزامن SCH هي عبارة عن إشارة للوصلة الهابطة المستخدمة للبحث عن البقع. وتتألف القناة SCH من قناتين فرعيتين، القناة SCH الأولية والثانوية. وتُقسم الأرتال الراديوية للقناتين SCH الأولية والثانوية، وقدرها 10 ms، إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها 256 نبضة.

الشكل 86

بنية قناة التزامن (SCH)



تتألف القناة الأولية SCH من شفرة مُشكَّلة طولها 256 نبضة، حيث يشار إلى شفرة التزامن الأولية (PSC) بالرمز c_p الوارد في الشكل 86، وتُبتّ مرة واحدة في كل فجوة. وتكون الشفرة PSC هي ذاتها بالنسبة إلى جميع بقع النظام.

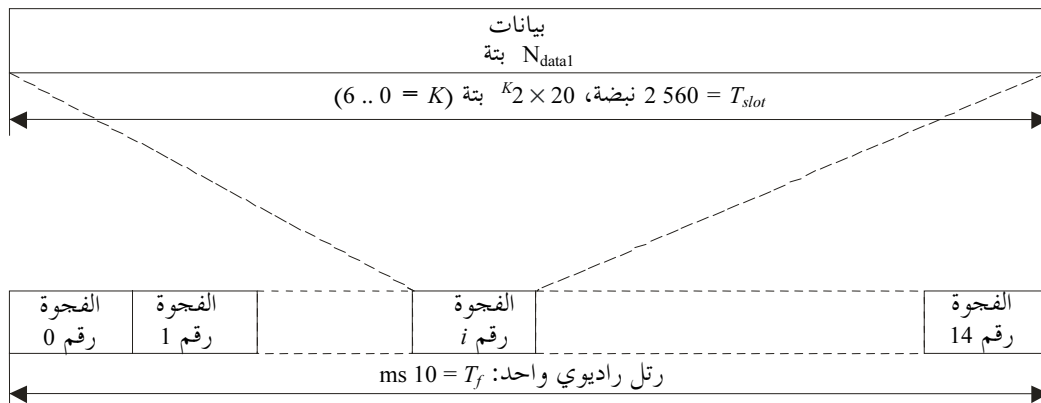
وتتألف القناة الثانوية SCH من بثّ متكرر لـ 15 تتابعاً من الشفرات المشكَّلة يبلغ طول الواحد منها 256 نبضة، علماً بأن شفرات التزامن الثانوية (SSC) تُبتّ بالتوازي مع قناة التزامن الأولية. ويُشار إلى الشفرة SSC بالرمز $c_s^{i,k}$ الوارد في الشكل 79، حيث $i = 0, 1, \dots, 63$ تمثل عدد مجموعة شفرات التخليط، $k = 0, 1, \dots, 14$ تمثل رقم الفجوة. ويتم اختيار كلٍّ من الرموز SSC من مجموعة مؤلفة من 16 شفرة مختلفة طول الواحد 256. ويشير هذا التتابع على القناة الثانوية SCH إلى مجموعة الشفرات التي تنتمي إليها شفرة التخليط للوصلة الهابطة للبقعة.

5.1.2.1.4.7.3.4 القناة المادية المتقاسمة للوصلة الهابطة (PDSCH)

تُستخدم القناة PDSCH لنقل القناة المتقاسمة للوصلة الهابطة (DSCH)

الشكل 87

بنية الرتل للقناة PDSCH



وُخصّص القناة PDSCH على أساس الرتل الراديوي لتجهيزات مستعمل (UE) وحيد. ويمكن، ضمن الرتل الراديوي الواحد، أن تقوم شبكة النفاذ الراديوي الأرضي الشامل (UTRAN) بتخصيص قنوات PDSCH مختلفة. بموجب نفس شفرة توجيه القنوات الجذرية للقناة PDSCH إلى مختلف تجهيزات المستعملين استناداً إلى تعدد إرسال الشفرة. كما يمكن، ضمن نفس الرتل الراديوي، تخصيص قنوات PDSCH متوازية متعددة، لها نفس عامل التمديد، إلى تجهيزات مستعمل واحد. ويُعتبر ذلك بمثابة حالة خاصة للبث متعدد الشفرات. وتعمل كل القنوات PDSCH بتزامن رتلي راديوي.

وقد يكون لقنوات PDSCH المخصصة لنفس تجهيزات المستعمل على أرتال راديوية مختلفة عوامل تمديد مختلفة.

وبالنسبة لكل رتل راديوي، تقترن كل قناة PDSCH بقناة DPCH واحدة للوصلة الهابطة. وليس من الضروري أن يكون لدى القناة PDSCH والقناة DPCH المصاحبة نفس عامل التمديد، ولا أن تكون مترافقة رتلياً بالضرورة.

وُثبّت معلومات التحكم بالطبقة 1 ذات الصلة على الجزء DPCCH من القناة المصاحبة DPCH، أي أن القناة PDSCH لا تنقل معلومات الطبقة 1. ومن أجل إبلاغ تجهيزات المستعمل بوجود بيانات يلزم فك تشفيرها على القناة DSCH، يجري استخدام المبيّن TFCI للقناة DPCH المصاحبة.

ويقوم المبيّن TFCI بإعلام تجهيزات المستعمل بمعلومات نسق النقل الآنية المتصلة بالقناة PDSCH، فضلاً عن شفرة توجيه القنوات الخاصة بالقناة PDSCH.

وفيما يتعلق بالقناة PDSCH، قد تتراوح عوامل التمديد المسموح بها بين 256 و4.

6.1.2.1.4.7.3.4 قناة مبيّن الحيازة (AICH)

إن القناة AICH هي قناة مادية بمعدل ثابت (عامل التمديد SF = 256) تُستخدم لنقل مبيّنات الحيازة (AI) التي تناظر الآثار الموجودة على القناة PRACH.

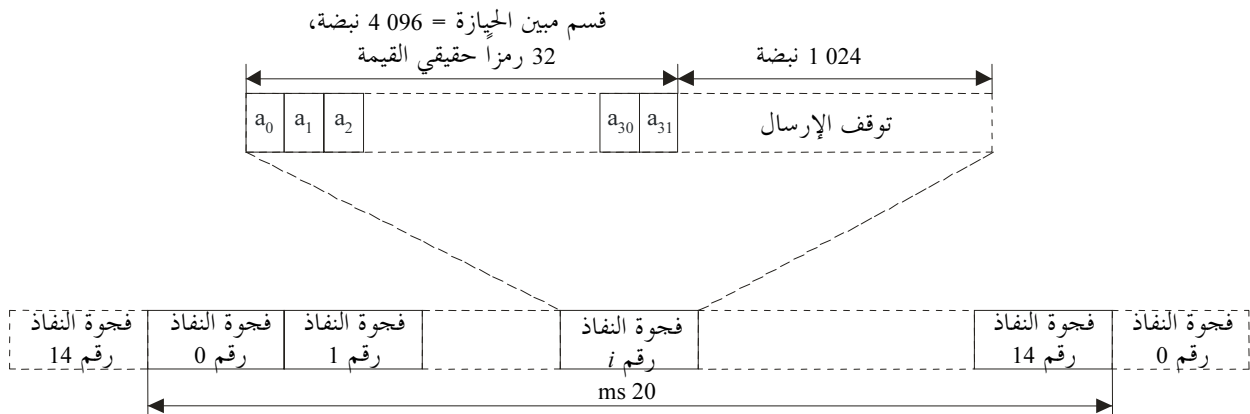
وتتألف القناة AICH من تتابع متكرّر من 15 فجوة نفاذ (AS) متتالية يبلغ طول كل منها 120 نبضة. وتتكون كل فجوة نفاذ من جزأين: جزء مبيّن الحيازة (AI) المؤلف من 32 رمزاً حقيقي القيمة a_0, \dots, a_{31} ، وجزء طوله 1 024 نبضة بدون بث ولا يشكل رسمياً جزءاً من القناة AICH. ويتم حجز الجزء من الفجوة التي لا يوجد فيه بث لاستخدامه المحتمل من قبل القناة CSICH، أو لاستخدامه المحتمل في المستقبل من قبل قنوات مادية أخرى.

ويساوي عامل التمديد SF اللازم لتوجيه القناة AICH القيمة 256.

ويتمثل مرجع الطور للقناة AICH في القناة الأولية CPICH.

الشكل 88

بنية القناة AICH



7.1.2.1.4.7.3.4 كشف التصادم للقناة CPCH/قناة مابين تخصيص القناة (CD/CA-ICH)

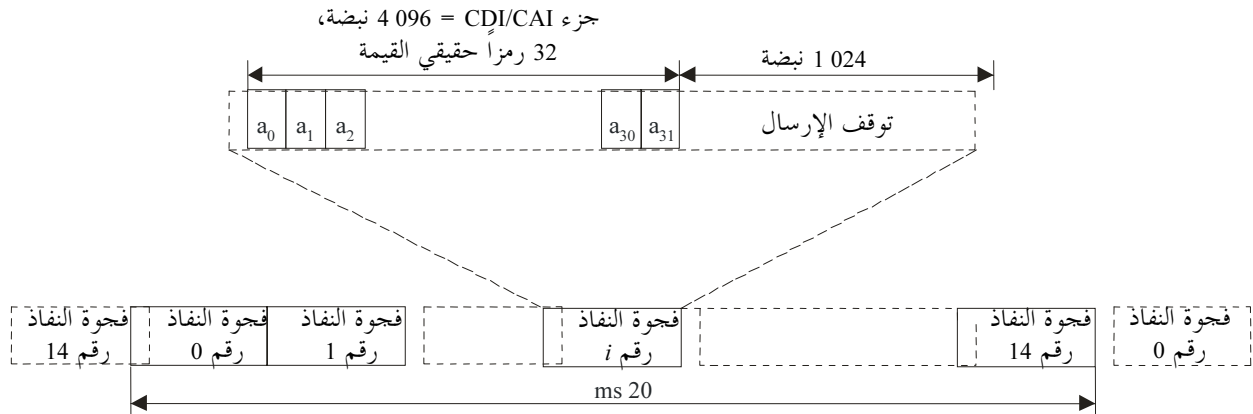
إن القناة CD/CA-ICH هي قناة مادية بمعدل ثابت (عامل التمديد $SF = 256$)، تُستخدم لنقل مُبين كشف التصادم (CDI) فقط حين يكون تخصيص القناة غير فاعل، أو لنقل مُبين كشف التصادم/مُبين تخصيص القناة (CDI/CAI) في الوقت نفسه إذا كان تخصيص القناة CA فاعلاً. ويمكن للقناة CD/CA-ICH والقناة AP-AICH استخدام شفرات التوجيه نفسها أو شفرات توجيه مختلفة.

ولدى القناة CD/CA-ICH جزء مدته 4 096 نبضة يتم خلاله بثّ المبيّن CDI/CAI، يليه جزء مدته 1 024 نبضة بدون بثّ لا يشكل رسمياً جزءاً من القناة CD/CA-ICH. ويتم حجز الجزء من الفجوة التي لا يوجد فيه بثّ لاستخدامه المحتمل من قبل القناة CSICH، أو لاستخدامه المحتمل في المستقبل من قبل قنوات مادية أخرى.

ويساوي عامل التمديد SF اللازم لتوجيه القناة CD/CA-ICH القيمة 256.

الشكل 89

بنية القناة CD/CA-ICH



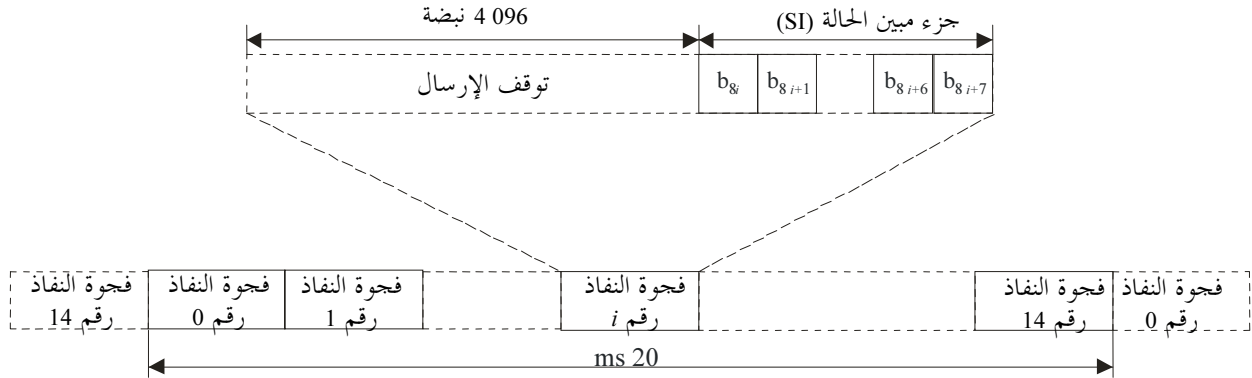
1850-89

8.1.2.1.4.7.3.4 قناة مبيّن حالة القناة CPCH (CSICH)

إن القناة CPCH CSICH هي قناة مادية بمعدل ثابت (عامل التمديد $SF = 256$) تُستخدم لنقل معلومات عن حالة القناة CPCH. وتقتصر القناة CSICH على الدوام بقناة مادية لبث القناة AP-AICH CPCH، وتستخدم شفرات التوجيه والتخليط ذاتها. ويتألف رتل القناة CSICH من 15 فجوة نفاذ (AS) متتالية يبلغ طول كل منها 40 بته. وتتكون كل فجوة نفاذ من جزأين: جزء طوله 4 096 نبضة بدون بثّ ولا يشكل رسمياً جزءاً من القناة CSICH، وجزء مبيّن الحالة (SI) الذي يتألف من 8 بتات b_{8i}, \dots, b_{8i+7} ، حيث تمثل i عدد فجوات النفاذ. ويتم حجز الجزء من الفجوة الذي لا يوجد فيه بثّ لاستخدامه من قبل القناة AICH أو القناة AP-AICH أو القناة CD/CA-ICH. ويكون التشكيل المستخدم من قبل القناة CSICH هو ذاته المستخدم لقناة مبيّن البحث أو الاستدعاء الراديوي (PICH). ويتمثل مرجع الطور للقناة CSICH في القناة الأولية CPICH.

الشكل 90

بنية القناة CSICH



1850-90

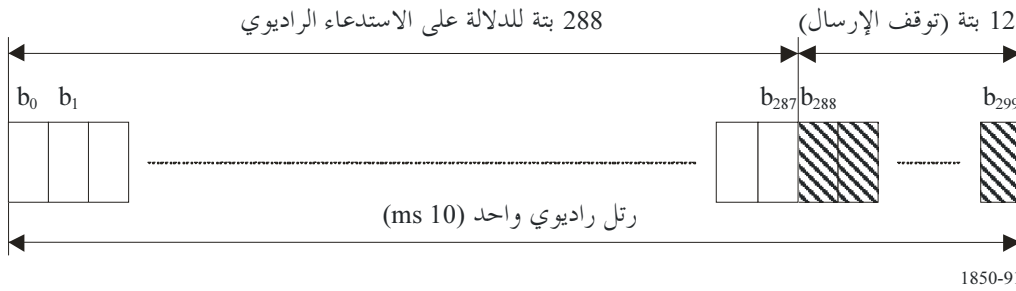
9.1.2.1.4.7.3.4 قناة مبيّن البحث أو الاستدعاء الراديوي (PICH)

إن القناة PICH هي قناة مادية بمعدل ثابت (عامل التمديد $SF = 256$) تُستخدم لنقل مُبيّنات البحث أو الاستدعاء الراديوي. وتكون القناة PICH مصحوبة على الدوام بالقناة الثانوية S-CCPCH التي يوجد تقابل بينها وبين قناة النقل PCH.

ويتألف الرتل الراديوي الواحد للقناة PICH البالغ طوله 10 ms مليثانية من 300 بّتة، يستخدم من بينها 288 بّتة لنقل مُبيّنات البحث أو الاستدعاء الراديوي. أما البتات المتبقية البالغ عددها 12 فلا تشكل رسمياً جزءاً من القناة PICH ولا يتم بثّها. ويُحجز الجزء من الرتل الذي لا يوجد فيه بث لاستخدامات مستقبلية محتملة.

الشكل 91

بنية النفاذ PICH



1850-91

10.1.2.1.4.7.3.4 القناة المادية المكّرسة للوصلة الهابطة (DPCH) للوصلة الهابطة

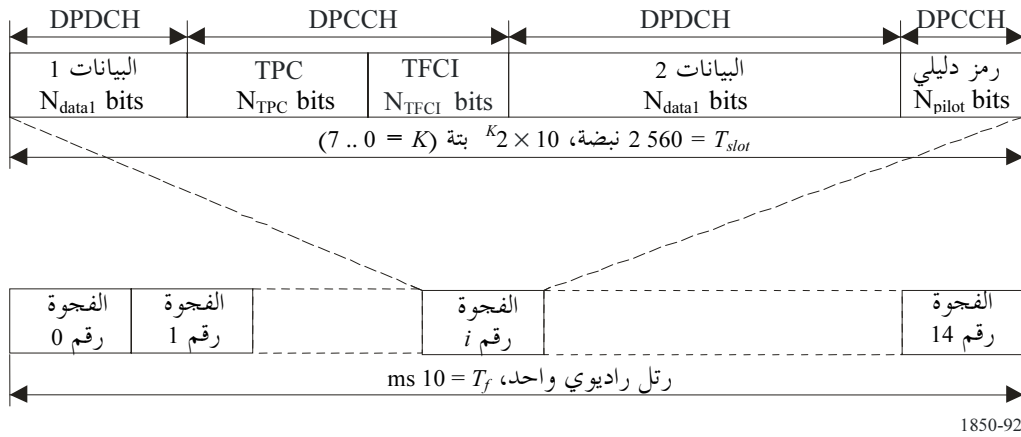
ثمة نوعان من القنوات المادية المكّرسة وهما: القناة المادية المكّرسة للبيانات (DPDCH) وقناة التحكم المادية المكّرسة (DPCCH). تُستخدم القناة DPDCH لنقل البيانات المكّرسة عند الطبقة 2 وما فوق، أي قنوات النقل المكّرسة.

أما القناة DPCCH فتُستخدم للتحكم بالمعلومات المتولدة عند الطبقة 1. وتتألف معلومات التحكم من بّتات دلالية معلومة لدعم تقدير القنوات من أجل الكشف التماسك، والأوامر المتعلقة بمراقبة قدرة الإرسال (TPC)، ومُبيّن توليفة نسق النقل (TFCI).

ويقوم مُبيّن نسق النقل بإعلام جهاز الاستقبال عن المعدل الآني للخدمات المختلفة التي يتعدد إرسالها على القنوات المادية المكّرسة للبيانات. ومن الممكن أيضاً استخدام الكشف الأعمى في ظل غياب المبيّن TFCI.

الشكل 92

بنية الرتل للقناة PDSCH



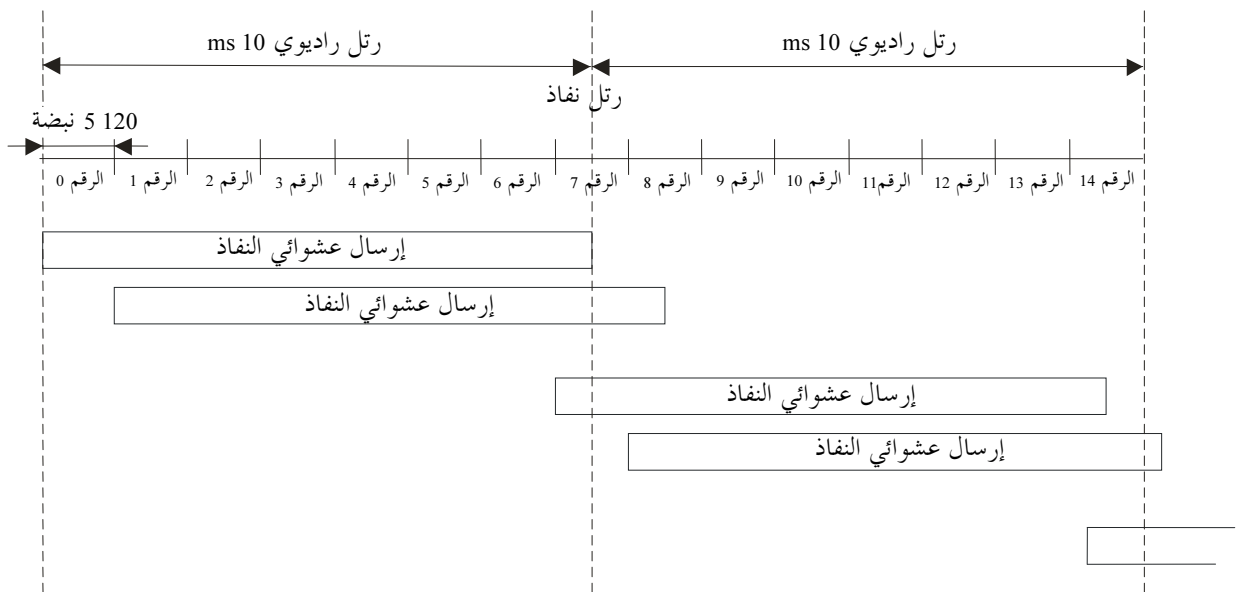
وفيما يتعلق بالوصلة الهابطة، فإن الإرسال في القناة DPDCH والقناة DPCCH يكون إرسالاً متعددًا بتقسيم زمني ضمن كل رتل راديوي، ويتم بثه بتشكيل الإبراق التربيعي بزحزة الطور (QPSK).

ويقسم كل رتل طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها $T_{slot} = 0,666$ ms (2560 نبضة). وفي كل فجوة من هذه الفجوات يتعدد الإرسال الزمني للقناتين DPDCH و DPCCH. أما فترات التحكم بالقدرة فلا تتلاءم مع تصحيح الخبو السريع بسبب زمن الانتشار الساتلي. ومع ذلك يتم الإبقاء على بنية الفجوة دون إجراء أي تغيير عليها من أجل خفض متطلبات التعديل لتجهيزات المستعمل الأرضية وأجهزة المودم في العقدة بـ (B).

وتحدد المعلمة k الواردة في الشكل 92 العدد الكلي للبتات لكل من فجوات القناة DPCH للوصلة الهابطة. وهي تتصلب بعامل التمديد SF للقناة المادية على النحو $SF = 512 / 2^k$. وبناءً على ذلك قد يتراوح عامل التمديد من 512 نزولاً حتى 4.

الشكل 93

عدد فجوات النفاذ للقناة RACH والمباعدة فيما بينها



2.2.1.4.7.3.4 القناة المادية للوصلة للصاعدة

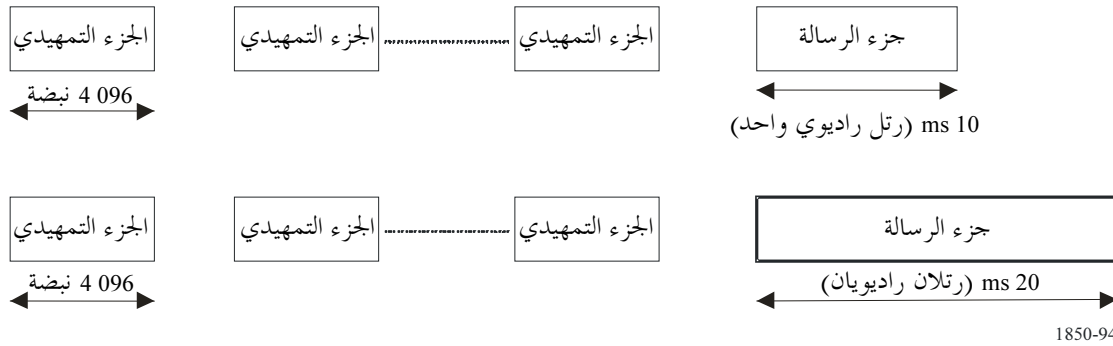
1.2.2.1.4.7.3.4 القناة المادية للنفاز العشوائي (PRACH)

يستند إرسال النفاز العشوائي على النهج ALOHA ذي الفجوات المرفق. مُبِين حيازة سريع. وفي وسع تجهيزات المستعمل البدء بإرسال عشوائي النفاز في مستهل عدد من الفترات الزمنية المحددة بدقة، والمشار إليها باسم فجوات النفاز. ويوجد 15 فجوة نفاز لكل رتلين، وتساوي المباعدة بينها 5 120 نبضة.

ويتألف الإرسال العشوائي النفاز من جزء تمهيدي أو عدة أجزاء تمهيدية يبلغ طولها 4 096 نبضة، ومن رسالة طولها ms 10 أو ms 20.

الشكل 94

بنية الإرسال عشوائي النفاز



ويبلغ طول كل جزء تمهيدي 4 096 نبضة ويتألف من 256 عملية تكرار لأثر طول 16 نبضة.

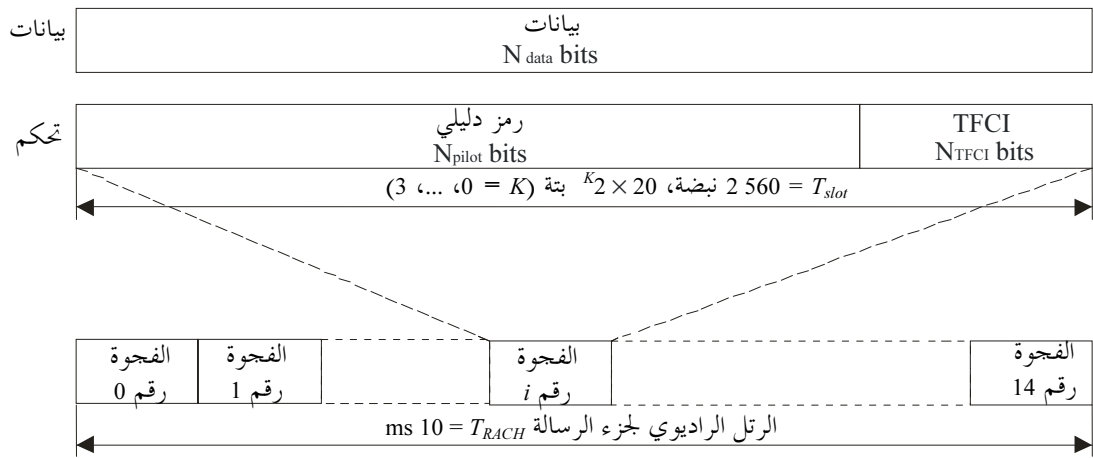
ويُقسم الرتل الراديوي الخاص بجزء الرسالة والبالغ طول 10 ms إلى 15 فجوة طول كل منها $T_{slot} = 2 560$ نبضة. وتتألف كل فجوة من جزأين: الجزء المتعلق بالبيانات الذي يوجد تقابل بينه وبين قناة النقل RACH، وجزء التحكم الذي ينقل معلومات التحكم الخاصة بالطبقة 1. ويتم بث جزء البيانات وجزء التحكم بشكل متواز. ويتألف جزء الرسالة البالغ طول 10 ms من رتل راديوي واحد لجزء رسالة، فيما يتكوّن جزء الرسالة البالغ طول 20 ms من رتلين راديويين متتاليين لجزء الرسالة طول الواحد 10 ms. ويساوي طول جزء الرسالة الفترة الزمنية للإرسال لقناة النقل RACH التي يجري استخدامها.

أما الجزء المتعلق بالبيانات فيتألف من $2^k \times 10$ من البتات حيث $k = 0, 1, 2, 3$. ويناظر ذلك عامل تمديد قدره 128، 256، 64، 32 على التوالي بالنسبة إلى جزء بيانات الرسالة.

ويتألف جزء التحكم من 8 بتات دليوية معلومة لدعم تقدير القناة من أجل الكشف المتناسك لعدد 2 من بتات المبيّن TFCI. ويناظر ذلك عامل تمديد قدره 256 لجزء التحكم بالرسالة. ويبلغ العدد الكلي لبتات المبيّن TFCI في رسالة النفاز العشوائي $30 = 2 \times 15$. ويدل المبيّن TFCI للرتل الراديوي على نسق النقل لقناة النقل RACH، يُقابله الرتل الراديوي لجزء الرسالة الذي يتم بثه بشكل متزامن. وفي الحالة التي يستغرق فيها جزء رسالة القناة PRACH مدة 20 ms، يتكرر المبيّن TFCI في الرتل الراديوي الثاني.

الشكل 95

بنية الرتل للقناة S-CCPCH



1850-95

2.2.2.1.4.7.3.4 القناة المادية للرمز المشتركة (PCPCH)

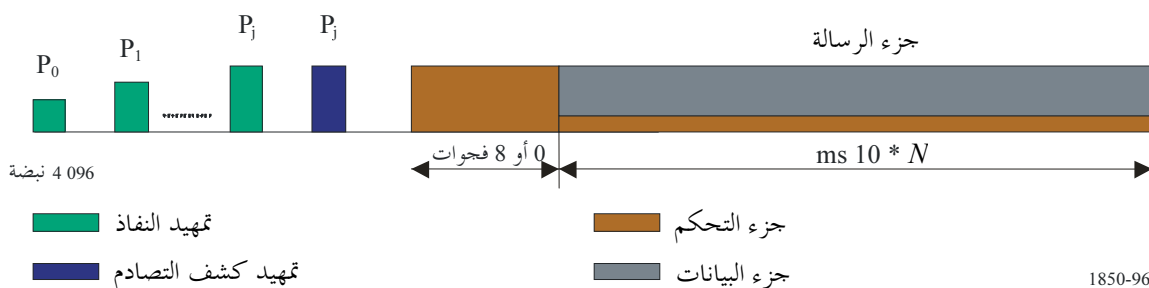
يقوم بثّ القناة CPCH على أساس النهج DSMA-CD (النفاز-كشف التصادم) المزود بمُبين حيازة سريع. ويمكن لتجهيزات المستعمل (UE) أن تبدأ البثّ في مستهل عدد من الفترات الزمنية المحددة بدقة، وذلك نسبة إلى حدود الرتل للقناة الإذاعية BCH المتلقاة التابعة للبقعة القائمة حالياً. ويتطابق توقيت وبنية فجوة النفاز مع تلك الخاصة بالقناة RACH. ويتألف بثّ النفاز للقناة PCPCH من جزء أو عدة أجزاء تمهيدية للنفاز (A-P) يبلغ طول الواحد منها 4 096 نبضة، ومن تمهيد كشف التصادم (CD-P) البالغ طوله 4 096 نبضة، ومن تمهيد ضبط القدرة (PC-P) للقناة DPCCH الذي يبلغ طوله 0 أو 8 فجوات، ومن رسالة ذات طول متغير قدره $ms\ 10 \times N$.

وعلى غرار الجزء التمهيدي للقناة RACH، يتم استخدام تنابعات أثر التمهيد للقناة RACH. وقد يكون عدد التنابعات المستخدمة أقل من تلك المستخدمة في الجزء التمهيدي للقناة RACH. ويتم اختيار شفرة التخليط بحيث تكون إما قطعة شفرية مختلفة من شفرة غولد المستخدمة لتشكيل شفرة التخليط للأجزاء التمهيديّة للقناة RACH، أو شفرة التخليط ذاتها فيما لو تم تقاسم مجموعة الأثر.

وعلى غرار الجزء التمهيدي للقناة RACH، يتم استخدام تنابعات أثر التمهيد للقناة RACH. ويتم اختيار شفرة التخليط بحيث تكون قطعة شفرية مختلفة من شفرة غولد المستخدمة لتشكيل شفرة التخليط للأجزاء التمهيديّة للقناة RACH والقناة CPCH.

الشكل 96

بنية إرسال النفاز للقناة CPCH



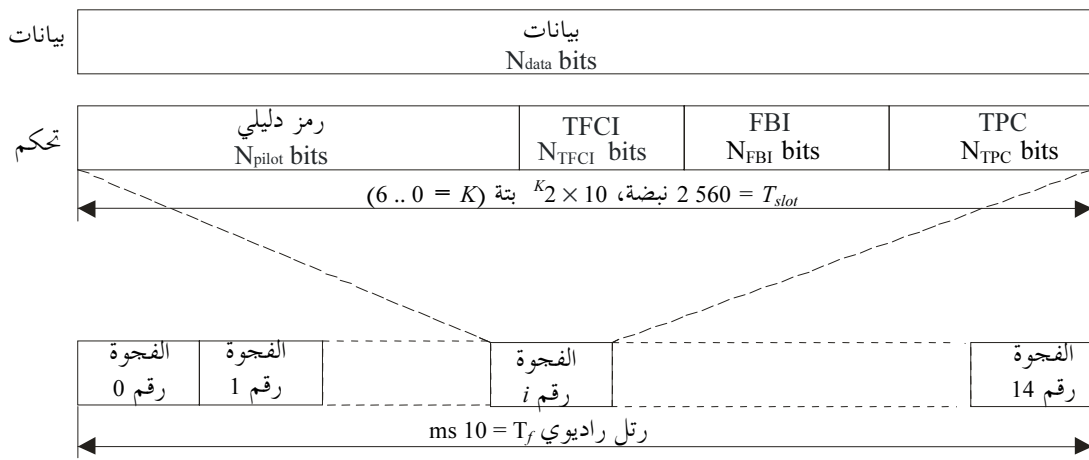
1850-96

ويُطلق على الجزء التمهيدي للتحكم بالقدرة اسم تمهيد التحكم بالقدرة (PC-P) للقناة CPCH. ويبلغ طول تمهيد التحكم بالقدرة 0 أو 8 فجوات.

وتتألف كل رسالة من عدد من الأرتال يصل إلى حد أقصى مقداره N_Max_frames بطول 10 ms. ويتجزأ كل رتل طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها $T_{slot} = 2560$ نبضة، وتناظر فترة واحدة للتحكم بالقدرة. وتتألف كل فجوة من جزأين، جزء البيانات الذي ينقل معلومات الطبقة الأعلى، وجزء التحكم الذي ينقل معلومات التحكم الخاصة بالطبقة 1. ويتم إرسال جزأي البيانات والتحكم بشكل متوازٍ. ويساوي عامل التمديد لجزء التحكم من جزء الرسالة للقناة CPCH القيمة 256.

الشكل 97

بنية الرتل لجزأي البيانات والتحكم في الوصلة الصاعدة المرتبطين بالقناة PCPCH



1850-97

ويتألف جزء البيانات من $2^k \times 10$ من البتات، $k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ، مما يناظر عوامل تمديد قدرها 64، 128، 256، 32، 16، 8، 4 على التوالي.

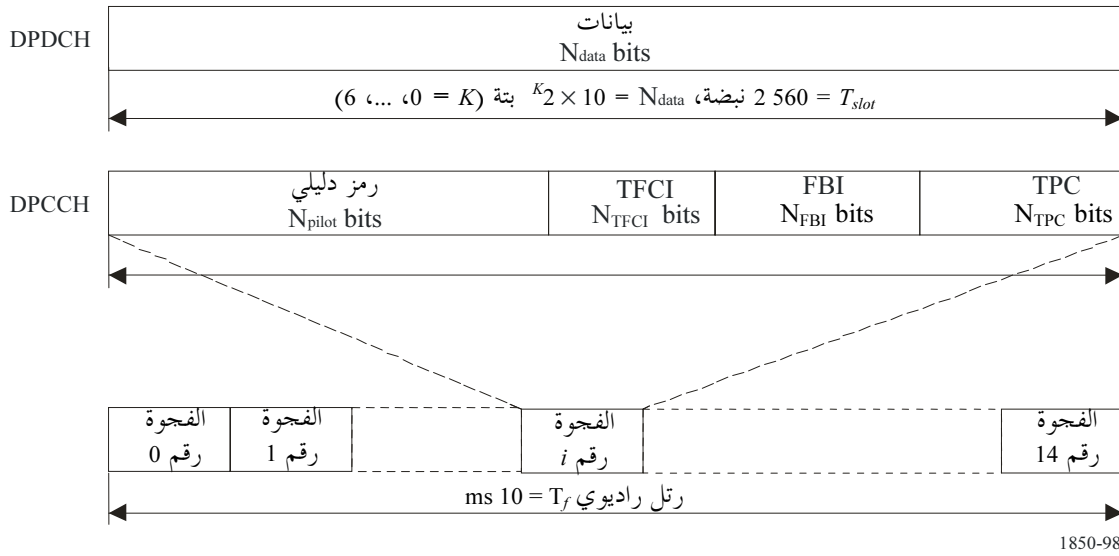
3.2.2.1.4.7.3.4 القناة المادية المكرّسة للوصلة الصاعدة (DPCH للوصلة الصاعدة)

بالنسبة للوصلة الصاعدة، يكون إرسال القناة DPDCH والقناة DPCCH إرسالاً متعددًا بشفرة I/Q ضمن كل رتل راديوي، ويتم بثه بتشكيل الإبراق QPSK المزدوج القناة. ويتعدد الإرسال الشفري لكل قناة إضافية من القنوات DPDCH، إما على الفرع I أو الفرع Q مع زوج القناة الأول هذا.

ويُظهر الشكل 98 مبدأ البنية الرتلية للقنوات المادية المكرّسة للوصلة الصاعدة. ويتجزأ كل رتل طوله 10 ms إلى 15 فجوة يبلغ طول كل منها $T_{slot} = 0.666$ ms (2560 نبضة)، مما يناظر فترة واحدة لضبط القدرة. وضمن كل فجوة، يتم بث القناة DPDCH والقناة DPCCH بشكل متوازٍ.

الشكل 98

بنية الرتل للقنوات المادية المكرسة للوصلة الصاعدة



وتحدد المعلمة k الواردة في الشكل 98 العدد الكلي للبتات لكل من فجوات القناة DPDCH. وهي ترتبط بعامل التمديد SF للقناة المادية على النحو $256/2^k = SF$. وبناءً على ذلك، قد يتراوح عامل التمديد من 256 نزولاً حتى 4. ويساوي عامل التمديد SF للقناة DPCCH للوصلة الصاعدة على الدوام 256، أي أن هناك 10 بتات لكل فجوة من فجوات القناة DPCCH للوصلة الصاعدة.

وتُستخدم بتات المعلومات الراجعة (FBI) لدعم تقنيات تتطلب التغذية المرتجعة من تجهيزات المستعمل إلى نقطة نفاذ الساتل RAN، بما في ذلك تنوع الإرسال بأسلوب العروة المغلقة والإرسال بتنوع انتقاء البقعة (SSDT). ويشكل 72 رتلاً من الأرتال المتتالية للوصلة الصاعدة رتلاً ثانوياً طوله 720 ms.

3.1.4.7.3.4 علاقة التوقيت بين القنوات المادية

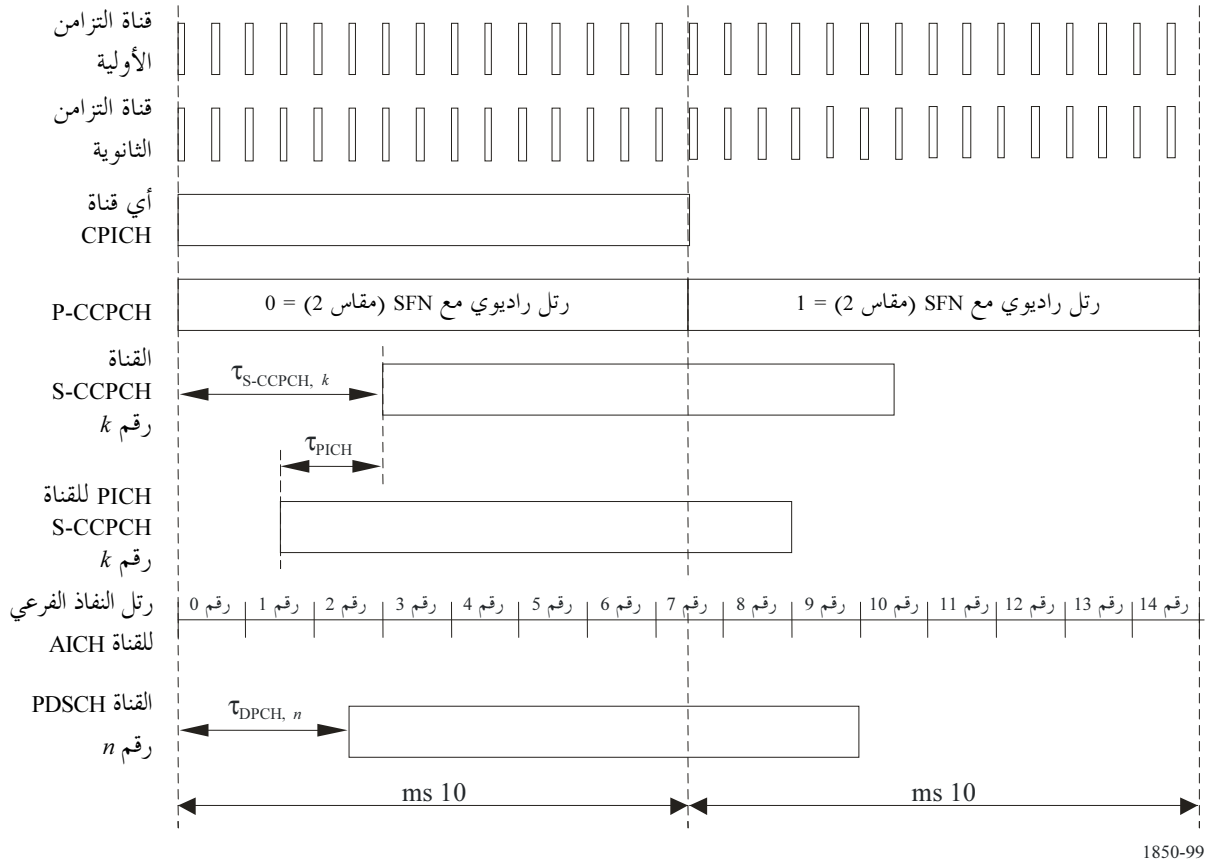
تُستخدم القناة الأولية P-CCPCH، التي تُبثّ عليها بقعة رقم رتل النظام (SFN)، كمرجع توقيت لكل القنوات المادية، وذلك بصورة مباشرة للوصلة الهابطة، وغير مباشرة للوصلة الصاعدة.

ويُورد الشكل 99 توقيت الرتل للقنوات المادية للوصلة الهابطة. وفيما يتعلق بالقناة AICH، يكون توقيت فجوة النفاذ مشمولاً. ويُعطى توقيت الإرسال للقنوات المادية للوصلة الصاعدة بواسطة التوقيت المستقبلي للقنوات المادية للوصلة الهابطة.

وتتسم قناة التزامن (SCH) (الأولية والثانوية)، والقناة CPICH (الأولية والثانوية)، والقناة الأولية P-CCPCH، والقناة CPCH-CCPCH والقناة PDSCH بتوقيت رتلي متطابق. وقد يختلف التوقيت للقناة الثانوية S-CCPCH باختلاف تلك القنوات، لكن التخالف عن التوقيت الرتلي للقناة P-CCPCH يمثل عدداً مضاعفاً لقيمة 256 نبضة. والمعروف أن توقيت القناة PICH يأتي قبيل التوقيت الرتلي للقناة الثانوية المقابلة S-CCPCH، أي توقيت القناة S-CCPCH التي تنقل قناة نقل القناة PCH مع المعلومات المناظرة عن البحث الراديوي، بمقدار 7680 نبضة. ولرتل النفاذ الفرعي الزوجي للقناة AICH توقيت مطابق لأرتال القناة الأولية P-CCPCH التي يكون فيها رقم رتل النظام (SFN) (بمقاس 2) مساوياً 0، ولرتل النفاذ الفرعي الفردي للقناة AICH توقيت مطابق لأرتال القناة الأولية P-CCPCH التي يكون فيها رقم رتل النظام (SFN) (بمقاس 2) مساوياً 1. وتبدأ خانات النفاذ رقم 0 الخاصة بالقناة AICH في نفس الوقت الذي تبدأ به أرتال القناة الأولية P-CCPCH (برقم رتل النظام SFN مقاس 2) = 0. وقد يختلف توقيت القناة DPCH باختلاف القنوات DPCH، لكن التخالف عن توقيت رتل القناة الأولية P-CCPCH يشكل عدداً مضاعفاً لقيمة 256 نبضة.

الشكل 99

توقيت الرتل الراديوي وتوقيت فجوة النفاذ في القنوات المادية للوصلة الهابطة



1850-99

1.3.1.4.7.3.4 علاقة التوقيت للقناتين PRACH/AICH

تُقسم القناة AICH للوصلة الهابطة إلى فجوات نفاذ للوصلة الهابطة، يساوي طول كل فجوة منها 5 120 نبضة. ويتم رصف فجوات النفاذ زمنياً للوصلة الهابطة مع القناة الأولية P-CCPCH.

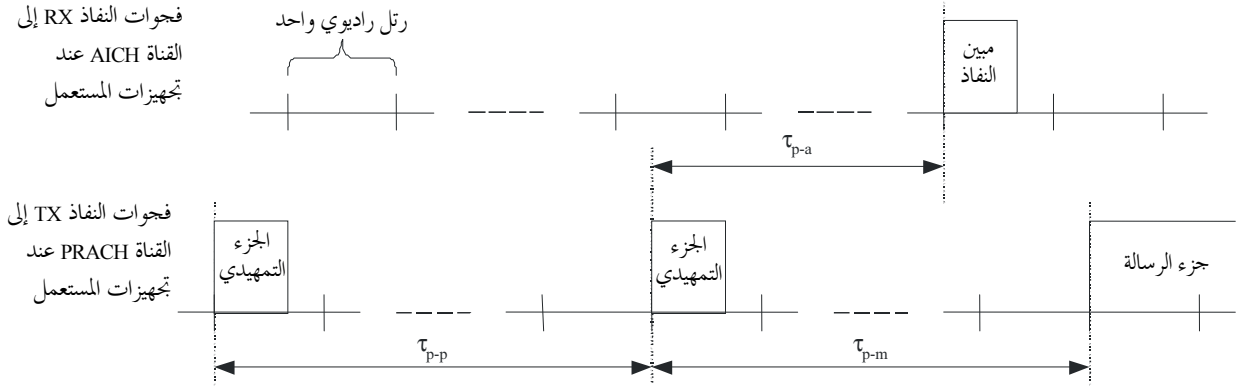
وتقسم القناة PRACH للوصلة الصاعدة إلى فجوات نفاذ للوصلة الصاعدة، يساوي طول كل فجوة منها 5 120 نبضة. ويتم بث فجوة نفاذ الوصلة الصاعدة رقم n من تجهيزات المستعمل قبل استقبال فجوة نفاذ الوصلة الهابطة رقم n بمقدار τ_{p-a} نبضة، حيث $n = 0, 1, \dots, 14$.

وقد لا يبدأ إرسال مُبَيَّنات حيازة الوصلة الهابطة إلا عند بداية فجوة نفاذ الوصلة الهابطة. وعلى نحو مماثل، فقد لا يبدأ إرسال الأجزاء التمهيديّة للقناة RACH للوصلة الصاعدة وأجزاء الرسالة للقناة RACH إلا عند بداية فجوة نفاذ الوصلة الصاعدة.

وترد في الشكل 100 علاقة التوقيت للقناتين PRACH/AICH.

الشكل 100

علاقة التوقيت بين القناة PAACH والقناة AICH كما تبدو عند تجهيزات المستعمل



1850-100

2.3.1.4.7.3.4 علاقات توقيت القناة DPCCH/DPDCH

في الوصلة الصاعدة، يكون للقناة DPCCH ولجميع القنوات DPDCH التي تُبث من تجهيزات مستعمل واحد نفس التوقيت الرتلي.

وفي الوصلة الهابطة، يكون للقناة DPCCH ولجميع القنوات DPDCH من النوع المكرس لتجهيزات مستعمل واحد نفس التوقيت الرتلي.

وعند تجهيزات المستعمل، يجري بث رتل القناة DPCCH/DPDCH للوصلة الصاعدة بعد نحو T_0 نبضة من استقبال أول مسير مكتشف (زمنياً) لرتل القناة DPCCH/DPDCH للوصلة الهابطة المناظر. وتمثل T_0 ثابتاً يُعرّف بأنه يساوي 1 024 نبضة.

2.4.7.3.4 تشفير القناة وتعدد إرسال الخدمة

1.2.4.7.3.4 خطوة المعالجة

يبين الشكلان 101 و 102 خطوات التشفير وتعدد الإرسال، حيث ترمز TrBk إلى كتلة النقل، وDTX إلى الإرسال المتقطع.

2.2.4.7.3.4 كشف الأخطاء

يتم كشف الأخطاء على كتل قناة النقل من خلال التحقق الدوري من الإطناب (CRC). ويبلغ مقدار التحقق الدوري من الإطناب 24 أو 16 أو 12 أو 8 أو 0 بته، ويتم تشويره (إرسال إشارته) من طبقات أعلى يكون طول التحقق الدوري من الإطناب فيها هو الذي ينبغي استخدامه لكل قناة من قنوات النقل.

وتُستخدم كتلة النقل بكاملها لحساب بتات التعادلة المتعلقة بالتحقق الدوري من الإطناب لكل كتلة من كتل النقل. وتتولد بتات التعادل بواسطة إحدى الحدوديات المولدة الدورية التالية:

$$1 + X + X^5 + X^6 + X^{23} + X^{24} = G_{CRC24}(X) \quad -$$

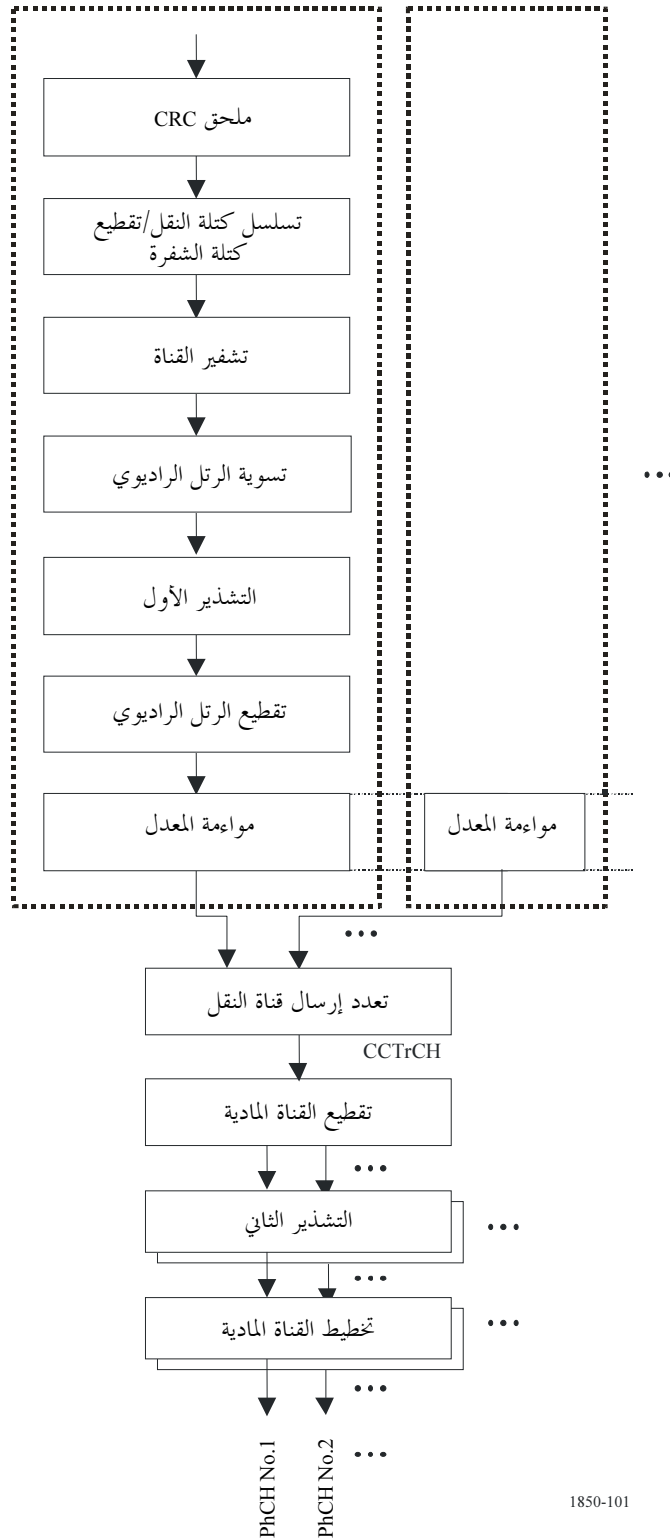
$$1 + X^5 + X^{12} + X^{16} = G_{CRC16}(X) \quad -$$

$$1 + X + X^2 + X^3 + X^{11} + X^{12} = G_{CRC12}(X) \quad -$$

$$1 + X + X^3 + X^4 + X^7 + X^8 = G_{CRC8}(X) \quad -$$

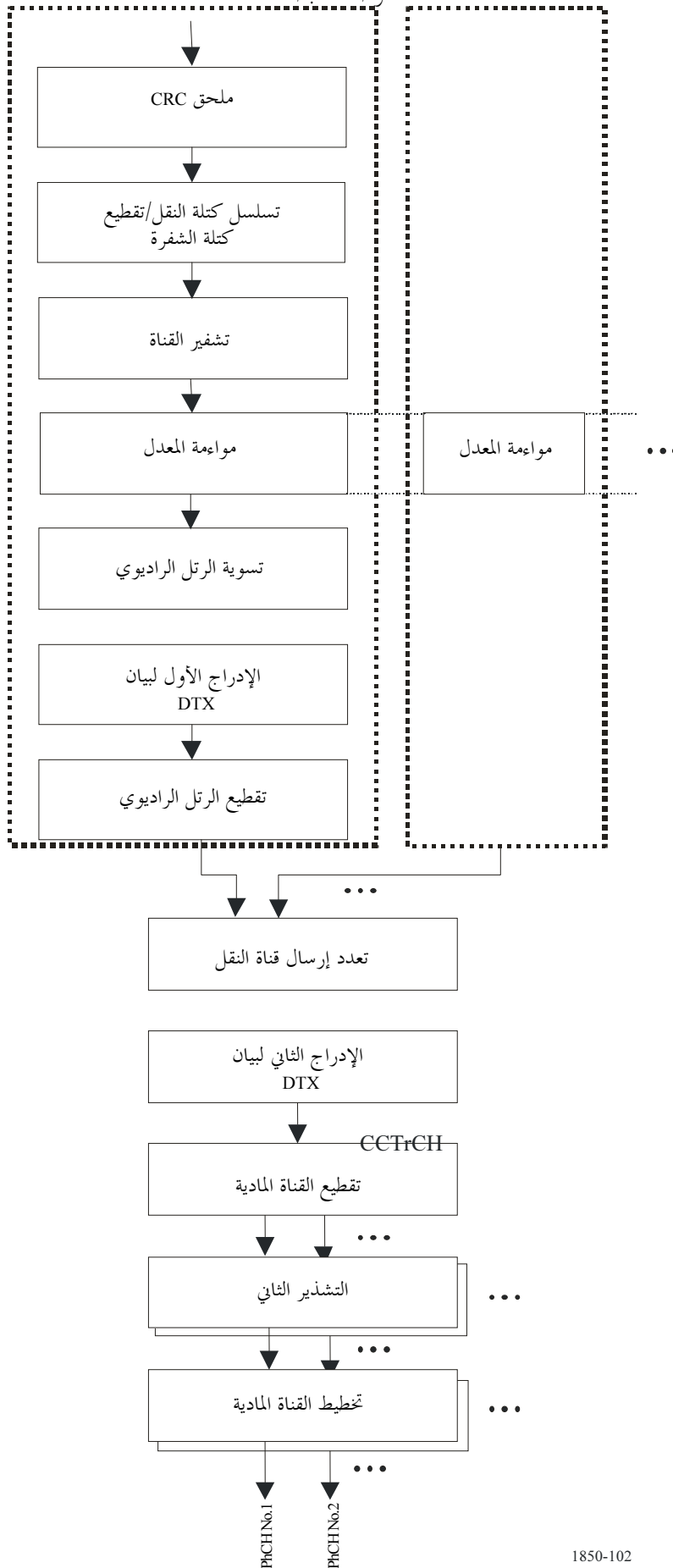
الشكل 101

الوصلة الصاعدة



الشكل 102

الوصلة الهابطة



3.2.4.7.3.4 تشفير القناة

يمكن تطبيق مخططين بالنسبة لتشفير القناة، وهما:

- التشفير التلافيقي؛
- تشفير توربو.

وتتم الدلالة على انتقاء تشفير القناة من قبل الطبقات الأعلى. ومن أجل جعل أخطاء الإرسال عشوائية، يتم تنفيذ قدر أكبر من تشذير الرموز.

ومخطط مُشفر توربو هو بمثابة شفرة تلافيقية تسلسلية متوازية (PCCC) ذات مشفرين مكونين ثمانية الحالات ومشدرّ داخلي واحد يعمل بشفرة توربو.

الجدول 51

مخطط تشفير القنوات ومعدل التشفير

معدل التشفير	مخطط التشفير	نمط قناة الإرسال
1/2	تشفير تلافيقي (طول التقييد 9)	BCH
		PCH
		RACH
1/2، 1/3	تشفير توربو	FACH، DSCH، DCH، CPCH
1/3		
بدون تشفير		

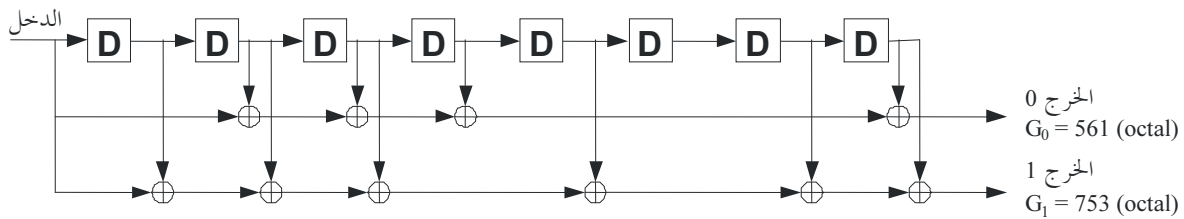
1.3.2.4.7.3.4 التشفير التلافيقي

يتم تعريف الشفرات التلافيقية بطول تقييد ثابت قدره 9 ومعدلات تشفير قدرها 1/3 و 1/2.

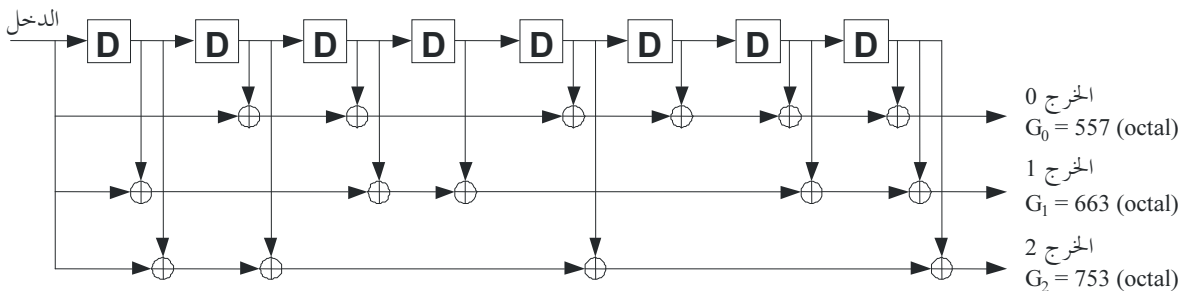
إن الدوال المولدة لمعدل الشفرة 1/3 هي $G_0 = 557$ (أثمونا) و $G_1 = 663$ (أثمونا) و $G_2 = 711$ (أثمونا). أما الدوال المولدة لمعدل الشفرة 1/2 فهي $G_0 = 561$ (أثمونا) و $G_1 = 753$ (أثمونا).

الشكل 103

مولد الشفرة التلافيقية بمعدل 1/2 و 1/3



أ) مكوود تلافيقي بمعدل 1/2



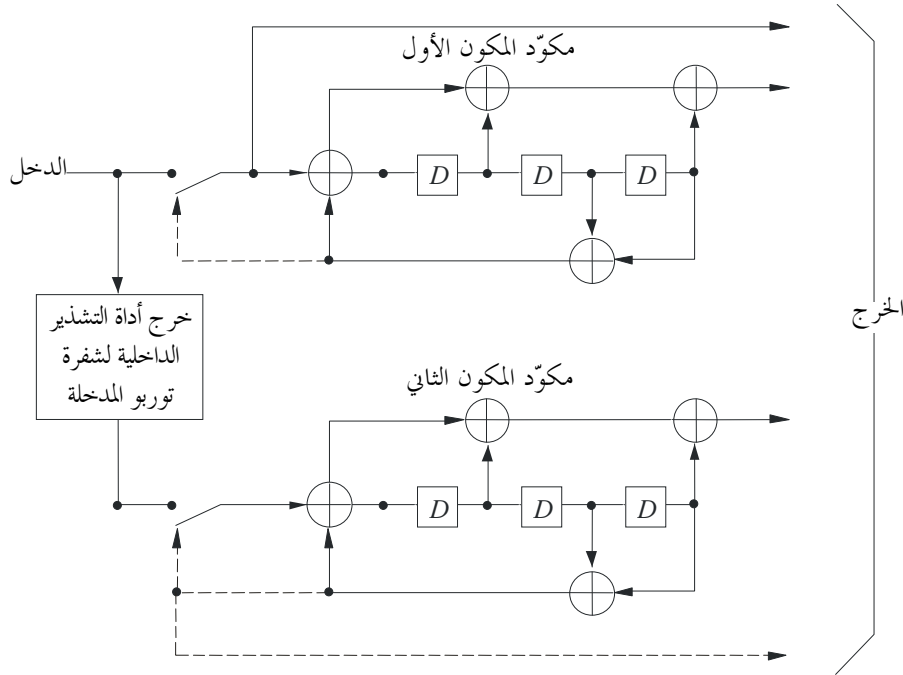
ب) مكوود تلافيقي بمعدل 1/3

2.3.2.4.7.3.4 تشفير توربو

إن المخطط الخاص بتشفير توربو هو بمثابة شفرة تلايفية تسلسلية متوازية (PCCC) ذات مشفرين مكونين ثنائيي الحالة ومشدرّ داخلي واحد يعمل بشفرة توربو. ويساوي معدل تشفير مشفر توربو 1/3.

الشكل 104

مولد الشفرة توربو بمعدل 1/3 (تنطبق الخطوط المنقطة على النهايات الشبكية وحدها)



1850-104

وتتمثل دالة النقل للشفرة المكوّنة الثمانية الحالات المتعلقة بالشفرة PCCC على النحو التالي:

$$G(D) = \begin{bmatrix} 1, & g_1(D) \\ & g_0(D) \end{bmatrix}$$

حيث:

$$g_0(D) = 1 + D^2 + D^3$$

$$g_1(D) = 1 + D + D^3.$$

4.2.4.7.3.4 التشدير

يكون المشدرّ الأول عبارة عن مشدرّ كتلي (M صفوف مقابل N أعمدة) مع حدوث تباديل فيما بين الأعمدة. ويكون حجم التشدير الأول $N \times M$ عدداً مضاعفاً صحيحاً للفترة الزمنية للإرسال (TTI).

ويكون المشدرّ الثاني عبارة عن مشدرّ كتلي (M صفوف مقابل N أعمدة) مع حدوث تباديل فيما بين الأعمدة. ويساوي حجم التشدير الثاني، $N \times M$ ، عدد البتات في رتل راديوي واحد لقناة مادية واحدة، فيما يساوي عدد الأعمدة N القيمة 30. أما نمط التباديل فيما بين الأعمدة فهو $\langle 0, 20, 10, 5, 15, 25, 3, 13, 23, 8, 18, 28, 1, 11, 21, 6, 16, 26, 4, 14, 24, 19, 9, 29, 12, 2, 7, 22, 27, 17 \rangle$.

5.2.4.7.3.4 مواءمة المعدلات

يمكن أن يتفاوت عدد البتات على قناة النقل بين الفترات الزمنية المختلفة للإرسال. ففي الوصلة الصاعدة، يتم تكرار أو تقطيع البتات على القناة المادية لضمان أن معدل البتات الكلي بعد تعدد إرسال قناة النقل يتطابق مع معدل بتات القناة الكلي للقناة DPCH المخصصة. أما في الوصلة الهابطة، فإن معدل البتات الكلي هو أقل من معدل بتات القناة الكلي الذي تقدمه شفرة (شفرات) توجيه القنوات المعينة من قبل طبقات أعلى أو مساوياً له. وتتم مقاطعة الإرسال إذا كان عدد البتات أقل من الحد الأقصى.

6.2.4.7.3.4 تعدد إرسال قناة النقل

يتم كل 10 ms تسليم رتل راديوي واحد من كل قناة نقل إلى تعدد إرسال قناة النقل. وتكون هذه الأرتال الراديوية متعددة الإرسال بشكل متسلسل ضمن قناة نقل مركبة مُشَفَّرة.

7.2.4.7.3.4 تشفير مابين توليفة نسق الرتل (TFCI)

يتم تشفير مابين توليفة نسق الرتل TFCI باستخدام شفرة فرعية (32، 10) من شفرة ريد - مولر من المرتبة الثانية. وتكون الكلمات الشفرية عبارة عن تركيبة خطية مؤلفة من 10 تتابعات أساسية. وتناظر بتات معلومات المبين TFCI مؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي RRC للإشارة إلى المؤشر TFC الخاص بالرتل الراديوي للقناة DPCH ذات الصلة. وحين تكوى إحدى القنوات المكرسة (DCH) مرتبطة بالقناة DSCH، يمكن تقسيم الكلمة الشفرية للمبين TFCI بطريقة تقضي بعدم بث الكلمة الشفرية ذات الصلة للدلالة على نشاط المبين TFCI لكل حزمة من الحزم. ويُستدل على استخدام مثل هذه القدرة الوظيفية عن طريق تشوير الطبقات الأعلى. ويجري تشفير المبين TFCI باستخدام شفرة ثنائية التعامد (16، 5) (أو شفرة ريد - مولر من المرتبة الأولى). وتكون الكلمات الشفرية للشفرة الثنائية التعامد (16، 5) عبارة عن تركيبات خطية مؤلفة من 5 تتابعات أساسية. وينظر المجموعة الأولى من بتات معلومات المبين TFCI مؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي RRC للإشارة إلى المؤشر TFC الخاص بالقناة DCH CCTrCH في الرتل الراديوي للقناة DPCH ذات الصلة. وينظر المجموعة الثانية من بتات معلومات المبين TFCI المؤشر TFC الذي تحدده طبقة مراقبة المورد الراديوي RRC للإشارة إلى المؤشر TFC الخاص بالقناة DSCH المصاحبة في الرتل الراديوي المقابل للقناة PDSCH ذات الصلة. ويوجد تقابل مباشر بين بتات الكلمة الشفرية وفجوات الرتل الراديوي. وتُقرن البتات المشفرة d_k بالبتات d_k الجاري بثها للمبين TFCI، وذلك وفقاً للصيغة $b_{k \bmod 32} = d_k$ ، حيث $k = 0, \dots, 31$. ويتوقف عدد البتات K المتوافرة في مجالات المبين TFCI لرتل راديوي ما على نسق الفجوة المستخدم للرتل.

8.2.4.7.3.4 تشفير الأمر المتعلق بمراقبة قدرة الإرسال (TPC)

يتم تشفير الأمر الثنائي البت المتعلق بمراقبة قدرة الإرسال من خلال التكرار. وتناظر مجموعة بتات أمر المراقبة TPC (a_1, a_0) الأمر TPC المحدد بواسطة إجراء التحكم بالقدرة. ويُرمز إلى بتات خرج الكلمة الشفرية b_k بالصيغة $b_{k \bmod 2} = a_k$ ، حيث $k = 0, \dots, 15$. وفيما يتعلق بقنوات كل من الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة، تُقرن بتات الكلمة الشفرية بـ 15 فجوة من أحد الأرتال الراديوية. أما البتات المشفرة b_k فيتم إقرانها بالبتات d_k الجاري بثها الخاصة بالأمر TPC وفقاً للصيغة $b_{k \bmod 15} = d_k$ ، حيث $k = 0, \dots, 14$. ويتوقف عدد البتات K المتوافرة في مجالات المبين TFCI لرتل راديوي ما على نسق الفجوة المستخدم للرتل.

3.4.7.3.4 التشكيل والتمديد

1.3.4.7.3.4 تمديد الوصلة الصاعدة

يستخدم تشكيل التمديد الصيغة المركبة المتعامدة لإبراق التريبيعي بزحزة الطور المركب والمتعامد (OCQPSK) لقنوات الوصلة الصاعدة.

ويطبق التمديد على القنوات المادية. ويتكون من عمليتين: الأولى هي عملية توجيه القنوات، التي تُحوّل كل رمز من رموز البيانات إلى عدد من النبضات، مما يزيد من عرض نطاق الإشارة، حيث يُعرف عدد النبضات لكل رمز من رموز البيانات بعامل التمديد SF. والعملية الثانية هي عملية تخليط يتم فيها تطبيق شفرة التخليط على إشارة التمديد.

وفيما يتعلق بعملية توجيه القنوات، فإن رموز البيانات الواردة على ما يُسمى بالفرعين I و Q يتم ضربها بشكل مستقل بشفرة عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF). أما فيما يتعلق بعملية التخليط، فإن الإشارات الناتجة على الفرعين I و Q يتواصل ضربها بشفرة تخليط مركبة القيمة، حيث يدل I و Q على الجزأين الحقيقي والتخييلي على التوالي.

وتظهر في الشكل 105 تشكيلة تمديد الوصلة الصاعدة. فتعمل شفرات توجيه القنوات $C_{ch i}$ ، حيث $i = 1, 2, \dots, N$ ، أولاً على تمديد قناة DPCCH واحدة والقنوات DPDCH. ثم يتم تعديل الإشارات بعوامل كسب القدرة، G_i ، وتجمع معاً في الفرعين I و Q على السواء، وتضرب بشفرة التخليط المركبة $S_{sup,n}$.

وإذا ما دعت الحاجة إلى قناة DPDCH واحدة فقط، يتم بث القناة DPDCH1 والقناة DPCCH فقط. أما في الإرسال المتعدد الشفرات، فيستخدم العديد من القنوات DPDCH باعتماد الفرعين I و Q.

ويتم إنشاء شفرة التخليط الطويلة من التتابعين المكوّنين الطويلين $c_{long,1,n}$ و $c_{long,2,n}$. ويتم الحصول على التتابعين من الجمع بحسب المقاس 2 ل 38 400 قطعة نبضية لتتابعين ثنائيين بطول m هما x_n و y_n . ويتم الحصول على التتابع x_n الذي يتوقف على العدد المختار لتتابع التخليط n ، بواسطة حدودية مولد التتابع m وهي $X^{25} + X^3 + 1$ ، فيما يتم الحصول على التتابع y_n بواسطة الحدودية المولدة $X^{25} + X^3 + X^2 + X + 1$.

وتُعرض في الشكل 106 تشكيلة مولد الشفرة الطويلة للوصلة الصاعدة.

ويحدد تتابع غولد الثنائي z_n بما يلي :

$$z_n(i) = x_n(i) + y_n(i) \text{ modulo } 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2.$$

وتُحوّل هذه التتابعات الثنائية إلى تتابعات حقيقية القيمة Z_n . وتُحدد تتابعات التخليط الطويلة الحقيقية القيمة $c_{long,1,n}$ و $c_{long,2,n}$ على النحو التالي:

$$c_{long,1,n}(i) = Z_n(i), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2$$

و

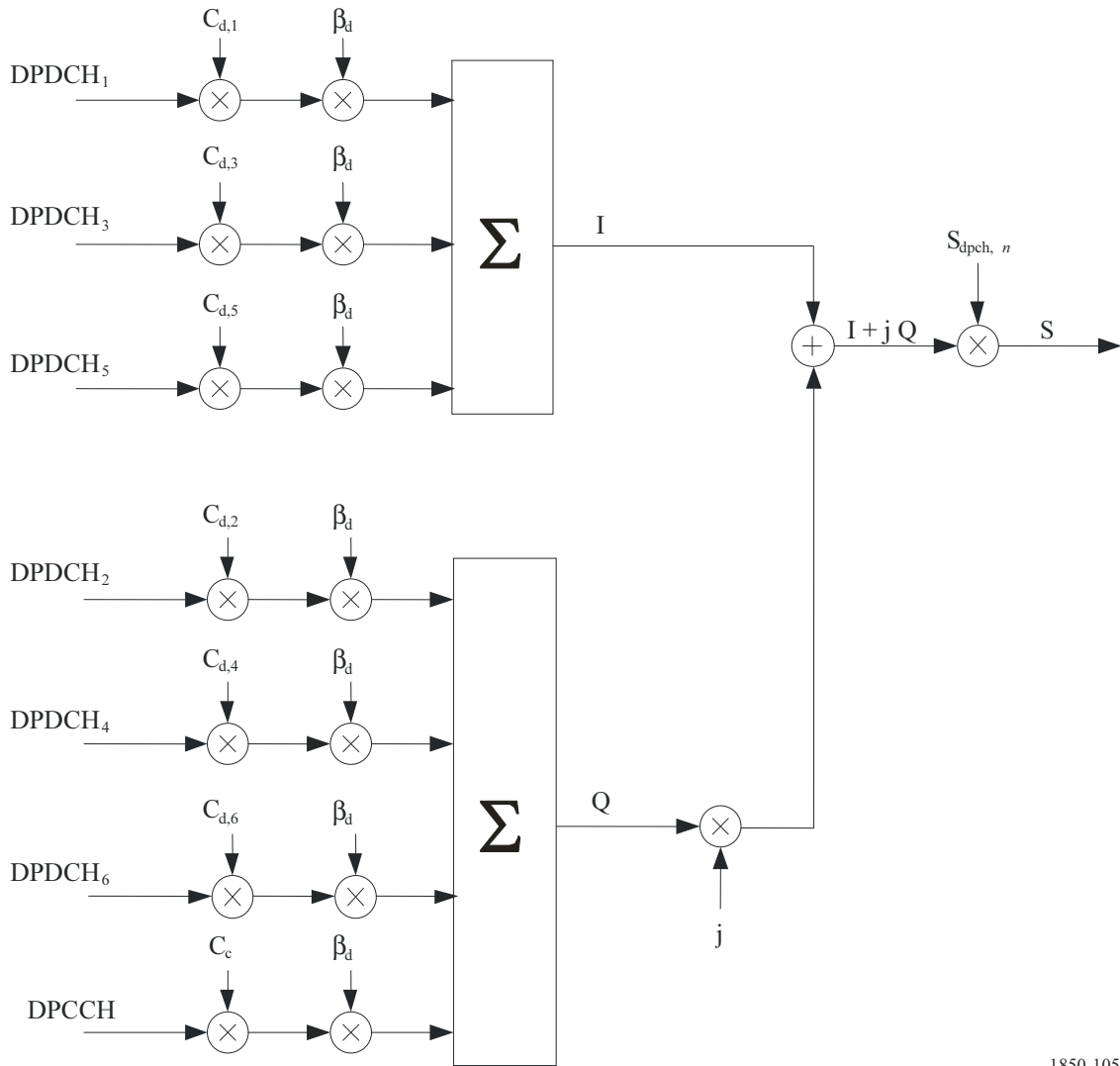
$$c_{long,2,n}(i) = Z_n((i + 16\ 777\ 232) \text{ modulo } (2^{25} - 1)), \quad i = 0, 1, 2, \dots, 2^{25} - 2.$$

وأخيراً يحدد تتابع التخليط الطويل المركب القيمة $C_{long,n}$ على النحو التالي:

$$C_{long,n}(i) = c_{long,1,n}(i) + (-1)^i c_{long,2,n}(2 \lfloor i/2 \rfloor)$$

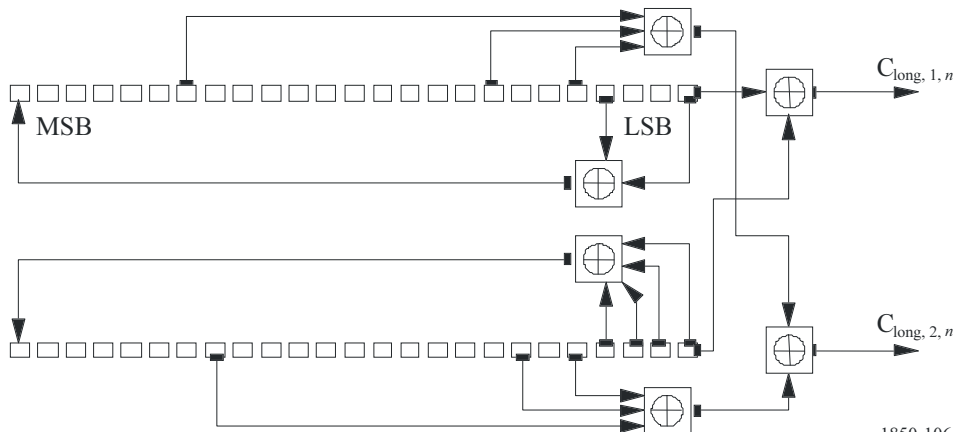
حيث $i = 0, 1, \dots, 2^{25} - 2$ و $\lfloor \cdot \rfloor$ تدل على تقريب إلى أقرب أدنى عدد صحيح.

الشكل 105
الوصلة الصاعدة - التمديد



1850-105

الشكل 106
مولد الشفرة الطويلة للوصلة الصاعدة



1850-106

1.1.3.4.7.3.4 شفرات القناة PRACH والقناة PCPCH

يبلغ طول شفرة تمهيد النفاذ $4096 \times N_p$ نبضة وتتألف من عدد N_p من شفرات التمهيد الفرعي. وتكون شفرة التمهيد الفرعي $C_{pre,n,s,i}$ عبارة عن تتابع ذي قيمة مركبة. ويتم إنشاؤها من شفرة تخطيط التمهيد $S_{r-pre,n}$ وأثر التمهيد $C_{sig,s}$ ، وذلك على النحو التالي:

حين يتم ضبط N_p عند القيمة 1، تطبق الصيغة:

$$C_{pre,n,s,0}(k) = S_{pre,n}(k) \times C_{sig,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

حين تكون N_p أكبر من 1، تطبق الصيغة:

$$C_{pre,n,s,i}(k) = S_{pre,n}(k) \times C_{sig,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095, i = 0, 1, \dots, N_p - 2$$

$$C_{pre,n,s,N_p-1}(k) = S_{pre,n}(k) \times C_{sig,s}(k) \times e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2}k\right)}, k = 0, 1, 2, 3, \dots, 4095$$

حيث $0 = k$ تناظر النبضة التي تم بثها أولاً.

ويتألف أثر التمهيد المناظر للأثر s من 256 عملية تكرار بطول 16 أثراً. ويؤخذ الأثر من مجموعة مؤلفة من 16 شفرة من شفرات هادامارد بطول 16.

ويتم إنشاء شفرة التخطيط للجزء التمهيدي من تتابعات التخطيط الطويلة. وتُحدد شفرة تخطيط التمهيد رقم n على النحو التالي:

$$S_{pre,n}(i) = c_{long,1,n}(i)$$

حيث $i = 0, 1, \dots, 4095$. وحين تستخدم أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، فإن شفرة تخطيط التمهيد رقم n حين يكون n عدداً زوجياً، يتم استخدامها للتمهيد الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الزوجي. أما حين يكون n عدداً فردياً فإن شفرة تخطيط التمهيد رقم n تُستخدم للتمهيد الذي يُبث عند رتل النفاذ الفرعي الفردي.

إن شفرة تخطيط جزء الرسالة رقم n للقناة PRACH، التي يُدل عليها بالصيغة $S_{r-msg,n}$ ، حيث $n = 0, 1, \dots, 8191$ ، تستند إلى تتابع تخطيطي طويل، وتُحدد على النحو التالي:

$$S_{r-msg,n}(i) = C_{long,n}(i + 4096), i = 0, 1, \dots, 38399$$

وتستند شفرة تخطيط جزء الرسالة رقم n للقناة PCPCH، التي يُشار إليها بالصيغة $S_{c-msg,n}$ ، حيث $n = 8192, 8193, \dots, 4095$ ، إلى تتابع التخطيط وتُحدد على النحو التالي في حالة استخدام شفرات التخطيط الطويلة:

$$S_{c-msg,n}(i) = C_{long,n}(i), i = 0, 1, \dots, 38399$$

2.3.4.7.3.4 تشكيل الوصلة الصاعدة

يبلغ معدل التشكيل Mchip/s 3,84.

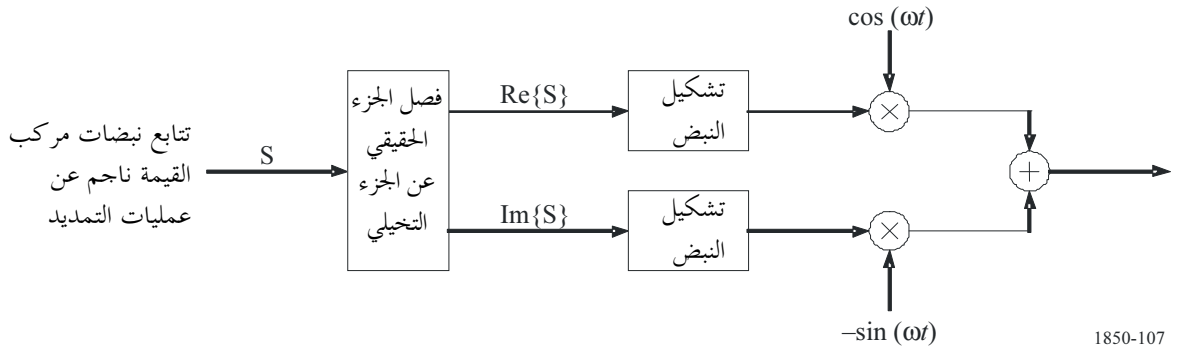
ويكون التشكيل في الوصلة الصاعدة عبارة عن إبراق تريبيعي بزحزة الطور QPSK مزدوج القناة.

ويوجد تقابل بين القناة المشكّلة DPCCH والقناة-Q، في حين أنه يوجد تقابل بين القناة DPDCH الأولى والقناة-I.

وتبعاً لذلك، يكون هناك تقابل متناوب بين القنوات DPCCH المضافة والقناتين I أو Q.

ويُظهر الشكل 107 تشكيلة الوصلة الصاعدة. ويكون مرشاح النطاق الأساسي (مرشاح تشكيل النبض) عبارة عن مرشاح جذر جيب التمام بقطع متدرج قدره $\alpha = 0,22$ في مجال التردد.

الشكل 107
تشكيل الوصلة الصاعدة

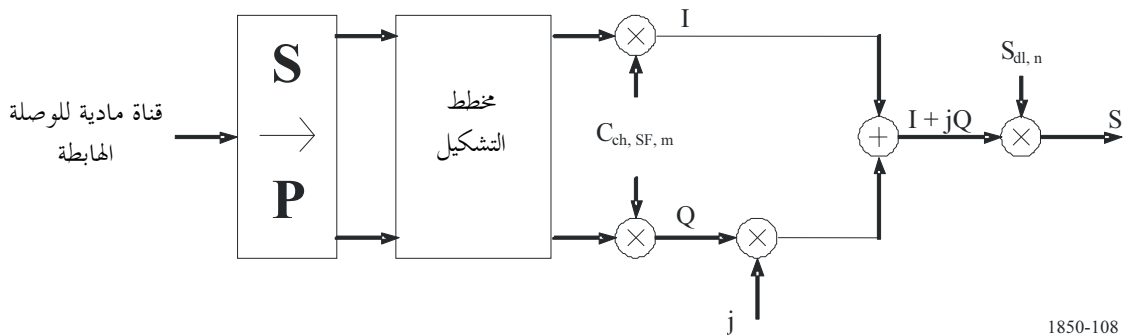


3.3.4.7.3.4 تمديد الوصلة الهابطة

يتم أولاً تحويل كل زوج من الرموز المتتالية الحقيقية القيمة من الشكل التسلسلي إلى الشكل المتوازي وإقرانه بالفرع I والفرع Q. وتُعرف أداة إقران التشكيل بحيث يكون هناك تقابل بين الرموز الفردية والزوجية الترقيم والفرعين I و Q على التوالي. وبالنسبة إلى جميع القنوات باستثناء قنوات الميئات التي تستخدم الآثار، يُعرّف الرمز رقم صفر بوصفه الرمز الأول في كل رتل. وفيما يتعلق بقنوات الميئات التي تستخدم الآثار، يُعرّف الرمز رقم صفر بوصفه الرمز الأول في كل فجوة نفاذ. وبعد ذلك يجري تمديد الفرع I والفرع Q كليهما إلى معدل النبض بواسطة شفرة توجيه القنوات الحقيقية القيمة نفسها $C_{ch,SF,m}$. ويتم ضبط تتابع شفرة توجيه القنوات زمنياً مع حدود الرموز. ومن ثم يتم التعامل مع التتابعات المؤلفة من نبضات حقيقية قيمة والواقعة على الفرع I والفرع Q وكأنها تتابع واحد لنبضات ذات قيمة مركبة. ويتم تخليط تتابع النبضات هذا (ضرب مركب وفقاً لترتيب لنبضات)، بواسطة شفرة تخليط مركبة القيمة $S_{dl,n}$.

الشكل 108

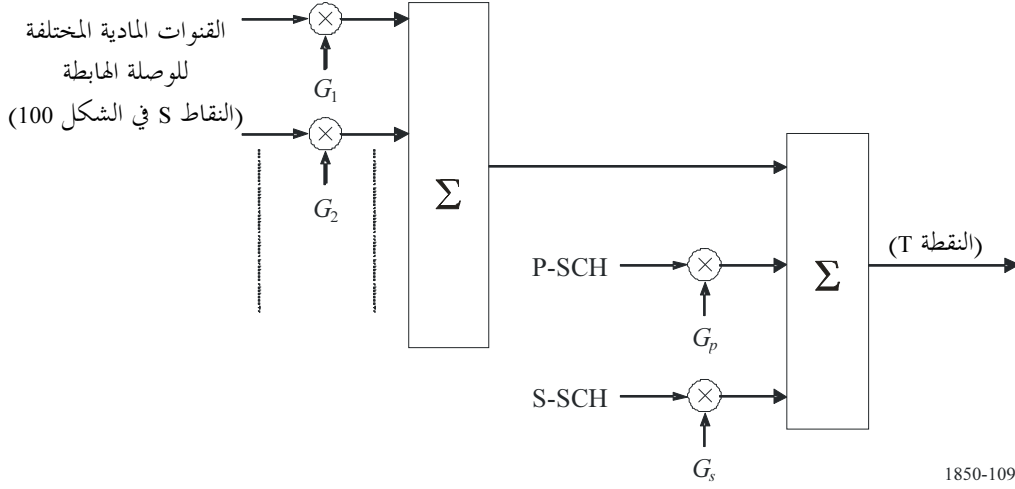
تمديد جميع القنوات المادية للوصلة الهابطة باستثناء القناة SCH



ويوضح الشكل 109 كيفية تجميع قنوات الوصلة الهابطة. فكل قناة ممددة مركبة القيمة تناظر النقطة S في الشكل 109 يتم وزنها بشكل منفصل بعامل الوزن G_i . وتُوزن قناة التزامن الأولية P-SCH وقناة التزامن الثانوية S-SCH بشكل مستقل بعاملَي الوزن G_p و G_s . ومن ثم تُجمع كل القنوات المادية للوصلة الهابطة باستخدام عملية جمع مركب.

الشكل 109

تجميع القنوات المادية للوصلة الهابطة



وتكون شفرات توجيه القنوات الواردة في الشكل 109 هي ذاتها الشفرات المستخدمة في الوصلة الصاعدة، وتحديدًا شفرات عامل التمديد المتغير المتعامد (OVSF) التي تحافظ على التعامد بين قنوات الوصلة الهابطة التي تتسم بمعدلات وعوامل تمديد مختلفة.

وتُنشأ شفرة التخليط بدمج تتابعين حقيقيين في تتابع مركب واحد. ويتم الحصول على كل من التتابعين الحقيقيين بواسطة الجمع بحسب المقاس 2 للقطع البالغ عددها 38 400 لتتابعين بطول m هما x و y . ويتم الحصول على التتابع x بواسطة الحدودية المولدة $X^{18} + X^7 + 1$ ؛ فيما يتم الحصول على التتابع y بواسطة الحدودية المولدة $X^{18} + X^{10} + X^7 + X^5 + 1$ ، ويكون الوضع الأولي للتتابع x هو (1...00)، حيث يرمز 1 إلى البت الأقل دلالة. والوضع الأولي للتتابع y هو (1...11).

وبعدئذ يُحدّد تتابع الشفرة z_n غولد رقم n على النحو التالي:

$$z_n(i) = x((i + n) \text{ modulo } (2^{18} - 1)) + y(i) \text{ modulo } 2, i = 0, \dots, 218 - 2$$

ويتم تحويل هذه التتابعات الثنائية إلى تتابعات حقيقية القيمة Z_n . وأخيراً يُحدّد تتابع شفرة التخليط المركبة $S_{dl,n}$ رقم n على النحو التالي:

$$S_{dl,n}(i) = Z_n(i) + j Z_n((i + 131\,072) \text{ modulo } (2^{18} - 1)), i = 0, 1, \dots, 38\,399$$

ويلاحظ تكرار النمط الممتد من الطور 0 وحتى الطور 38 399.

وتُقسم شفرات التخليط إلى 512 مجموعة تتألف كل منها من شفرة تخليط أولية و 15 شفرة تخليط ثانوية. وتتألف شفرات التخليط الأولية من شفرات التخليط $n = i * 16$ ، حيث $i = 0 \dots 511$. أما المجموعة رقم i من شفرات التخليط الثانوية فتتألف من شفرات التخليط $n = k + i * 16$ ، حيث $k = 1 \dots 15$. وثمة تقابل واحد لواحد بين كل شفرة تخليط أولية وشفرات التخليط الثانوية البالغ عددها 15 ضمن مجموعة ما، بحيث تقابل شفرة التخليط الأولية للمجموعة i المجموعة i من شفرات التخليط الثانوية. وبذلك يتم استخدام شفرات التخليط $n = 0, 1, \dots, 8\,191$.

وتُقسم مجموعة شفرات التخليط الأولية مجدداً إلى 64 مجموعة من شفرات التخليط، تتألف كل منها من ثماني شفرات تخليط أولية. وتتألف مجموعة شفرات التخليط رقم z من شفرات التخليط الأولية $16 * 8 * j + 16 * k$ ، حيث $z = 0 \dots 63$ و $k = 0 \dots 7$.

1.3.3.4.7.3.4 شفرات التزامن

تُنشأ شفرة التزامن الأولية C_{psc} بشكل تتابعين من تتابعات غولي (Golay) التراتبية المعممة.

ويتم تعريف:

$$a_1 = \langle x_1, x_2, x_3, \dots, x_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, -1 \rangle$$

$$a_2 = \langle y_1, y_2, y_3, \dots, y_{16} \rangle = \langle 1, -1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, -1, -1, -1 \rangle$$

ويتم توليد الشفرة PSC بتكرار التتابعين a_1 و a_2 بعد تشكيلهما بحسب تتابع غولي التكميلي، وإنشاء تتابع مركب القيمة يكون مكوناته الحقيقي والتخيلي متطابقين. ويتم تعريف C_{psc} على النحو التالي:

$$C_{psc} = (1 + j) \times \langle a_1, -a_1, -a_1, -a_1, -a_1, a_1, -a_1, -a_1, a_2, a_2, -a_2, a_2, -a_2, a_2, a_2, a_2 \rangle. \quad -$$

وتكون شفرات التزامن الثانوية $\{C_{ssc,1}, \dots, C_{ssc,16}\}$ البالغ عددها 16 عبارة عن شفرات مركبة ذات مكونات حقيقية وتخيلية متطابقة، ويتم إنشاؤها بحسب حاصل الضرب بحسب الموقع لتتابع هادامارد مع أحد التتابعات z ، وتعرف على النحو التالي:

$$z = \langle b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, b_1, -b_1, -b_1, b_2, -b_2, -b_2, b_2, b_2, -b_2, b_2, -b_2 \rangle \quad -$$

حيث $b_1 = \langle x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, -x_9, -x_{10}, -x_{11}, -x_{12}, -x_{13}, -x_{14}, -x_{15}, -x_{16} \rangle$ هي على نفس النحو الوارد في تعريف التتابع a_1 أعلاه.

حيث $b_2 = \langle y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, -y_9, -y_{10}, -y_{11}, -y_{12}, -y_{13}, -y_{14}, -y_{15}, -y_{16} \rangle$ هي على نفس النحو الوارد في تعريف التتابع a_2 أعلاه.

ويتم الحصول على تتابعات هادامارد بشكل صفوف المصفوفة H_8 المنشأة بشكل تكراري. ويشار إلى تتابع هادامارد رقم n كأحد صفوف المصفوفة H_8 مرقمة من الأعلى، $0 = n, 1, 2, \dots, 255$ في السلسلة. وعلاوة على ذلك، يشير كل من $h_n(i)$ و $z(i)$ إلى الرمز i من التتابع h_n و z على التوالي، حيث $0 = i, 1, 2, \dots, 255$.

أما شفرة التزامن الثانوية $C_{ssc,k}$ رقم k ، حيث $1 = k, 2, 3, \dots, 16$ ، فيتم تحديدها عندئذ على النحو التالي:

$$C_{ssc,k} = (1 + j) \times \langle h_m(0) \times z(0), h_m(1) \times z(1), h_m(2) \times z(2), \dots, h_m(255) \times z(255) \rangle$$

حيث: $m = 8 \times (k - 1)$.

وثمة 64 تتابعاً من تتابعات قنوات التزامن (SCH) يتألف كل منها من 15 شفرة تزامن ثانوية (SSC). ويتم إنشاء تتابعات قنوات التزامن الثانوية البالغ عددها 64 بحيث تكون انزياحاتها الدورية فريدة، أي أن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات الـ 64 لا يعادل أي انزياح دوري لأي تتابع آخر من التتابعات الـ 64 الأخرى. كما أن الانزياح الدوري غير الصفري الذي يقل عن 15 لأي من التتابعات لا يعادل ذاته بعد أي انزياح دوري آخر يقل عن 15.

4.3.4.7.3.4 تشكيل الوصلة الهابطة

يبلغ معدل التشكيل Mchip/s 3,84.

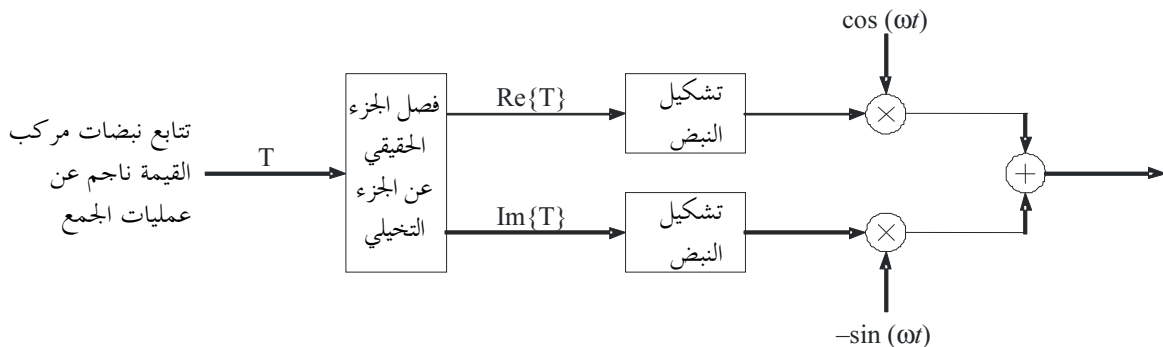
ويظهر في الشكل 110 تشكيل التتابع المركب للنبضات المتولدة من عملية التمديد.

وتكون القناتان المشكّلتان DPDCH و DPCCH متعددي الإرسال زمنياً.

ويكون مرشاح النطاق الأساسي (مرشاح تشكيل النبض) عبارة عن مرشاح جذر جيب التمام بقطع متدرج قدره $\alpha = 0,22$ في مجال التردد.

الشكل 110

تشكيل الوصلة الهابطة



4.4.7.3.4 الإجراءات

1.4.4.7.3.4 البحث عن البقع

أثناء عملية البحث عن البقع، تبحث تجهيزات المستعمل عن حزمة ساتلية وتحدد شفرة تخليط الوصلة الهابطة وتزامن رتل القناة المشتركة لتلك الحزمة الساتلية.

وأثناء عملية البحث عن البقع، تبحث المحطة MES عن بقعة ما وتحدد شفرة تخليط الوصلة الهابطة وتزامن الرتل الخاص بتلك البقعة. ويُنفذ البحث عن البقع بصورة نمطية في ثلاث خطوات:

الخطوة 1: تزامن الفجوات

أثناء الخطوة الأولى للإجراء المتعلق بالبحث عن البقع، تستخدم المحطة MES شفرة التزامن الأولية لقناة التزامن SCH لتوفير تزامن الفجوة للبقعة. ويتم ذلك عادة بواسطة مرشاح واحد (أو أي جهاز مماثل) مواعم مع شفرة التزامن الأولية المشتركة لجميع البقع. ويمكن الحصول على توقيت الفجوات الخاص بالبقعة عن طريق الكشف عن القيم الذروية في خرج المرشاح المواعم.

الخطوة 2: تحديد التزامن الرتلي والمجموعة الشفرية

أثناء الخطوة الثانية للإجراء الخاص بالبحث عن البقع، تُستخدم المحطة MES شفرة التزامن الثانوية لقناة التزامن SCH لإيجاد التزامن الرتلي وتحديد مجموعة الشفرات المتعلقة بالبقعة التي تم إيجادها في الخطوة الأولى. ويتم ذلك عن طريق ترابط الإشارة المستقبلية بجميع تناوبات شفرة التزامن الثانوية الممكنة، وتحديد قيمة الترابط القصوى. ونظراً إلى أن الإزاحات الدورية للتناوبات فريدة، فمن الممكن تحديد المجموعة الشفرية فضلاً عن التزامن الرتلي.

الخطوة 3: تحديد شفرة التخليط

أثناء الخطوة الثالثة والأخيرة للإجراء المتعلق بالبحث عن البقع، تحدد المحطة MES بدقة شفرة التخليط الأولية المستخدمة من قبل البقعة التي تم إيجادها. وتُحدّد عادة شفرة التخليط الأولية من خلال ترابط كل رمز على حدة على مدى القناة CPICH مع جميع الشفرات المتضمنة داخل المجموعة الشفرية التي حُدّدت في الخطوة الثانية. وعقب تحديد شفرة التخليط الأولية، يمكن كشف القناة الأولية CCPCH وقراءة معلومات القناة الإذاعية BCH المحددة بحسب النظام والبقعة.

وأثناء الخطوتين الأولى والثانية، قد يستدعي الأمر وجود تقنية بحث تقريبي عن التردد و/أو تقنية كشف تفاضلي، وذلك بسبب الخطأ في تردد الموجة الحاملة الناجم عن إزاحة دوبلر.

وأثناء الخطوتين الثانية والثالثة، يمكن للمحطة MES أن تستخدم معلومة مختزنة محلياً عن الكوكبة الساتلية وموقعها، مما قد يقلل من مدة البحث عن البقعة.

2.4.4.7.3.4 النفاذ العشوائي

1.2.4.4.7.3.4 الإجراءات الخاص بالقناة RACH

في طبقة مراقبة النفاذ المتوسط (MAC)، وعند وجود بيانات من المقرّر بثها، تختار المحطة MES فئة القناة RACH وتبدأ بدورة إعادة البث. فإذا كان عدد دورات إعادة البث أكبر من العدد الأقصى لدورات إعادة البث، تعمل المحطة MES على إيقاف تنفيذ الإجراء، وتُبلغ الطبقة العليا بذلك.

وفي بداية كل دورة لإعادة البث، تعمل المحطة MES على إنعاش المعلومات المتصلة بإجراء القناة RACH بأحدث ما توافر من قيم متضمّنة في رسائل معلومات النظام التي تُبثّ داخل القناة الإذاعية BCH. بعد ذلك تقرر المحطة MES ما إذا كانت ستبدأ بث القناة RACH في الرتل الحالي استناداً إلى قيمة دوام الأثر. فإن لم يُسمح بالبث، تُكرّر المحطة MES العملية استناداً إلى التدقيق في قيمة دوام الأثر في الرتل التالي. وحين يُسمح بالبث، تستهل المحطة MES فترة إعادة بث مكثفة. وإذا كان عدد الفترات المكرّرة أكبر من عمليات إعادة البث المكثفة القصوى، تُعيد المحطة MES البدء بدورة إعادة البث في الرتل الذي يلي.

وإبان فترة تكثيف عمليات إعادة البث، تنفذ المحطة الإجراءات المادي للنفاز العشوائي على النحو التالي:

الخطوة 1: استخراج فجوات النفاز للوصلة الصاعدة المتوافرة في مجموعة فجوات النفاز التام التي تلي، وذلك لمجموعة القنوات الفرعية المتاحة للقناة RACH ضمن فئة خدمة نفاذ معينة. والقيام بانتقاء عشوائي لفجوة نفاذ واحدة من بين تلك المحددة سابقاً. وفي حال عدم توافر فجوة نفاذ في المجموعة المنتقاة، ينبغي العمل على انتقاء فجوة نفاذ واحدة للوصلة الصاعدة من مجموعة فجوات النفاز التي تلي، تكون مناظرة لمجموعة القنوات الفرعية المتاحة للقناة RACH ضمن فئة خدمة النفاز المعينة.

الخطوة 2: العمل بصورة عشوائية على اختيار أثر من مجموعة الآثار المتوافرة ضمن فئة خدمة النفاز المعينة.

الخطوة 3: ضبط عدّاد إعادة بثّ التمهيدي على القيمة القصوى لإعادة بث التمهيدي (Preamble Retrans Max).

الخطوة 4: ضبط معلمة قدرة التمهيدي المطلوبة عند قدرة التمهيدي الأولية (Preamble_Initial_Power).

الخطوة 5: إذا تجاوزت قدرة التمهيدي المطلوبة القيمة القصوى المسموح بها، يجب ضبط قدرة بث التمهيدي عند القدرة القصوى المسموح بها، وإلا العمل على ضبط قدرة بث التمهيدي عند قدرة التمهيدي المطلوبة، ثم بث التمهيدي باستخدام فجوة النفاز للوصلة الصاعدة المنتقاة، والأثر، وقدرة بث التمهيدي.

الخطوة 6: إذا لم يتم الكشف عن وجود مُبَيَّن حيازة إيجابي أو سلمي مناظر للأثر المختار في فجوة النفاز للوصلة الهابطة المناظرة لفجوة النفاز للوصلة الصاعدة المنتقاة، عندئذ يُنفذ ما يلي:

الخطوة 1.6: اختيار فجوة النفاز المتاحة التالية في مجموعة القنوات الفرعية للقناة RACH ضمن فئة النفاز المعينة.

الخطوة 2.6: الانتقاء عشوائي لأثر جديد من الآثار المتوافرة ضمن فئة النفاز المعينة.

الخطوة 3.6: زيادة قدرة الجزء التمهيدي المعتمد بمقدار ΔP_0 = خطوة تكثيف القدرة (dB). وإذا ما تجاوزت قدرة التمهيدي المطلوبة القدرة القصوى المسموح بها بمقدار 6 dB، يمكن للمحطة MES أن يتجاوز الحالة L1 (حالة الطبقة 1) ("No ack on AICH") إلى طبقات أعلى (MAC)، والخروج من تدبير النفاز العشوائي المادي.

الخطوة 4.6: خفض عدّاد إعادة بث التمهيدي بقيمة واحد.

الخطوة 5.6: إذا كان عدّاد إعادة بث التمهيدي < 0 ، عندئذ يكرر العمل انطلاقاً من الخطوة 5. وإلا القيام بالإبلاغ عن حالة الطبقة 1 (L1) ("No ack on AICH") إلى الطبقات الأعلى (MAC)، والخروج من إجراء النفاز العشوائي المادي.

الخطوة 7: إذا تم الكشف عن وجود مُبَيَّن حيازة سلمي مناظر للأثر المختار، وذلك في فجوة نفاذ الوصلة الهابطة المقابلة لفجوة نفاذ الوصلة الصاعدة المنتقاة، يجب العمل على الإبلاغ عن حالة الطبقة 1 "Nack on AICH Received" إلى الطبقات الأعلى (MAC)، والخروج من تدبير النفاز العشوائي المادي.

الخطوة 8: بث رسالة النفاز العشوائي بعد فجوة نفاذ الوصلة الصاعدة للتمهيدي الأخير الذي تم بثه وفقاً لمعلومات توقيت بث القناة AICH بثلاث أو أربع فجوات نفاذ للوصلة الصاعدة. ويجب أن تكون قدرة بث جزء التحكم لرسالة النفاز العشوائي أعلى بمقدار Pp-m (dB) من قدرة التمهيدي الأخير الذي تم بثه.

الخطوة 9: نقل حالة L1 "رسالة القناة RACH تم بثها" إلى طبقات أعلى، والخروج من تدبير النفاز العشوائي المادي.

وفي سياق بث تمهيدي ورسالة القناة RACH، يمكن أن تستخدم المحطة MES تقنية تعويض دوبلر المسبق، وذلك استناداً إلى تقدير الإزاحة الدوبلرية على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة.

وإذا ما تم تلقي رسالة ردّ مقابلة لرسالة القناة RACH التي بُثت في الطبقة العليا (RLC أو RRC) في أي وقت أثناء تنفيذ تدبير النفاز العشوائي، يجب أن تتوقف المحطة MES عن العمل بالإجراء الخاص بالقناة RACH.

2.2.4.4.7.3.4 الإجراء الخاص بالقناة CPCH

لكل قناة مادية CPCH ضمن مجموعة من القنوات CPCH المخصصة لإحدى الحزم، تكون معلمات الطبقة المادية في رسائل معلومات النظام مضمنة داخل القناة الإذاعية BCH. وتقوم الطبقة المادية بتنفيذ الإجراء المتعلق بالقناة CPCH على النحو التالي:

الخطوة 1: فور تلقي طلب النفاذ من الطبقة MAC، تقوم المحطة باختبار قيم مُبيّنات الحالة (SI) لمعظم عمليات البث الأخيرة. فإن دل ذلك على أن المعدل الأقصى للبيانات المتوافرة يقل عن معدل البيانات المطلوب، تُجهّز المحطة MES محاولة النفاذ.

الخطوة 2: تضبط المحطة MES قدرة بث التمهيدي على القدرة الأولية للجزء التمهيدي (Preamble_Initial_Power).

الخطوة 3: تضبط المحطة MES عدّد إعادة البث لتمهيد النفاذ AP على القيمة $N_{AP_Retrans_Max}$.

الخطوة 4: تستخرج المحطة MES أرتال النفاذ المتاحة باستخدام مجموعة القنوات الفرعية لأرتال النفاذ المأخوذة من تركيبة موارد النفاذ المناظرة لمعدل البيانات المطلوب. ومن تلك الأرتال المستخرجة المتوافرة تختار المحطة MES عشوائياً رتل نفاذ واحداً للوصلة الصاعدة. ولدى استخدام أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تنتقي المحطة MES عشوائياً رتل نفاذ فرعي من أرتال النفاذ الفرعي الزوجية والفردية ضمن رتل النفاذ الذي تم اختياره.

الخطوة 5: تختار المحطة MES أثر تمهيد النفاذ AP من مجموعة الآثار المتوافرة في تركيبة موارد النفاذ المناظرة لمعدل البيانات المطلوب.

الخطوة 6: تنتقي المحطة MES أثر كشف التصادم (CD) من مجموعة آثار كشف التصادم.

الخطوة 7: تنتقي المحطة عشوائياً تحالفاً زمنياً للبت τ_{off} يتراوح بين $\tau_{off,max}$ و $\tau_{off,max}$.

الخطوة 8: تختبر المحطة MES قيمة مُبيّن الحالة. فإذا ما دل ذلك على أن المعدل الأقصى للبيانات المتوافرة يقل عن معدل البيانات المطلوب، تُجهّز المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث برسالة إلى طبقة MAC تنبئ بحدوث الفشل. وإلا، فإن المحطة تعمل على بث تمهيد النفاذ باستخدام الرتل (أو رتل النفاذ الفرعي) المختار لنفاذ الوصلة الصاعدة، والأثر، والتخالف الزمني للبت، والقدرة الأولية لبث التمهيدي، وتبث بشكل متتابع تمهيد كشف التصادم (CD) بنفس القدرة المعتمدة مع تمهيد النفاذ AP.

الخطوة 9: إذا لم تكشف المحطة MES مؤشر حيازة إيجابي أو سلبي لتمهيد النفاذ (AP)، والمبيّن CDI لكشف التصادم المقابل لأثر AP المختار ولأثر تمهيد كشف التصادم (CDP) على التوالي، انطلقاً من القناة APA/CD/CA-ICH في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ الوصلة الهابطة الذي يناظر رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) النفاذ المختار للوصلة الصاعدة، يتم تنفيذ الخطوات التالية:

الخطوة الفرعية 9 أ): اختيار رتل النفاذ المتوافر التالي في مجموعة القنوات الفرعية المعتمدة. وعند استخدام أرتال النفاذ الفرعي للقناة PRACH، تنتقي المحطة MES عشوائياً رتل نفاذ فرعي من بين أرتال النفاذ الفرعي الفردية والزوجية ضمن رتل النفاذ المختار.

الخطوة الفرعية 9 ب): الاختيار العشوائي لأثر CD جديد من مجموعة الآثار CD.

الخطوة الفرعية 9 ج): زيادة قدرة بث التمهيدي بمقدار تخالف محدد ΔP . ويُستخدم التخالف في القدرة ΔP_0 ما لم يكن مؤقت القناة AICH السلبي قيد العمل، وفي مثل هذه الحالة يُستخدم التخالف ΔP_1 .

الخطوة الفرعية 9 د): خفض عدّد إعادة بث التمهيدي AP بقيمة واحد.

الخطوة الفرعية 9 هـ): إذا كان عدّد إعادة بث التمهيدي > 0 ، تُجهّز المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث برسالة إلى الطبقة MAC تنبئ بحدوث الفشل. وإذا كان عدّد إعادة بث التمهيدي AP يساوي 0 أو أكبر من الصفر، تُكرّر المحطة العملية انطلاقاً من الخطوة 7.

الخطوة 10: إذا كشفت المحطة MES مبيّن الحيازة السلبي للتمهيد AP الذي يناظر أثر التمهيد AP المختار انطلاقاً من القناة APA/CD/CA-ICH في رتل (أو رتل النفاذ الفرعي) نفاذ الوصلة الهابطة المناظر لرتل النفاذ (أو رتل النفاذ الفرعي) المختار للوصلة الصاعدة، تُجهّز المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل. وتقوم المحطة

MES بضبط مؤقت القناة AICH السليبي بحيث يشير إلى استخدام الكمية ΔP_1 . بمثابة تحالف في قدرة التمهيد إلى حين توقف المؤقت عن العمل.

الخطوة 11: إذا تلقت المحطة MES مؤشر الحيازة الإيجابي للتمهيد AP المناظر لأثر التمهيد AP المختار، ومُبين كشف التصادم CDI مع أثر لا يتواءم مع الأثر الموجود في تمهيد كشف التصادم CD، تُجهض المحطة MES محاولة النفاذ وتبعث إلى الطبقة MAC برسالة تنبئ بحدوث الفشل.

الخطوة 12: إذا تلقت المحطة MES ميين حيازة إيجابي للتمهيد AP ومُبين كشف التصادم (CDI) انطلاقاً من القناة APA/CD/CA-ICH بآثار متوائمة، وإذا كانت رسالة CA تشير إلى إحدى القنوات PCPCH التي أشير إليها بأنها خالية من قبل البث الإذاعي الأخير المستقبَل للقناة CSICH، تقوم المحطة MES بإرسال تمهيد البث الأولي بعد مدة τ_{p-ip} ms بدءاً من استحداث التمهيد AP/CDP. وتكون قدرة البث الأولي أعلى بمقدار ΔP_{p-m} (dB) من تلك الخاصة بالتمهيد AP/CDP. ويبدأ بث الجزء الخاص بالرسالة في الرشقة فوراً بعد تمهيد البث الأولي. ويتم التحكم بالقدرة في جزء الرسالة وفقاً للأمر TPC في فجوة الوصلة الهابطة المرتبطة بالقناة PCPCH على القناة CPCH-CCPCH.

الخطوة 13: أثناء بث بيانات الرزمة للقناة CPCH، تنفذ المحطة MES والساتل التابع لشبكة SRAN تحكماً بقدرة العروة الداخلية على جزء الرسالة من القناة PCPCH.

وأثناء بث التمهيد والرسالة قد تستخدم المحطة MES تقنية دوبلر المسبقة التعويض، وذلك استناداً إلى تقدير الإزاحة الدوبلرية على الموجة الحاملة للوصلة الهابطة.

3.4.4.7.3.4 التحكم بالقدرة

1.3.4.4.7.3.4 التحكم بالقدرة المفتوح العروة

يستخدم التحكم بالقدرة المفتوح العروة لضبط قدرة بث القناة المادية للنفاذ العشوائي. فقبل بث رتل النفاذ العشوائي، تقيس المحطة MES القدرة المتلقاة لقناة التحكم المادية المشتركة الأولية على مدى من الوقت يكفي لإزالة أي أثر للخبوء متعدد المسير غير المتبادل. واستناداً إلى تقدير القدرة ومعرفة قدرة بث القناة الأولية CCPCH (التي تُبث إذاعياً على قناة التحكم الإذاعية BCCH)، يمكن إيجاد خسارة المسير للوصلة الهابطة بما في ذلك الخبوء الناجم عن الحجب. وعلى أساس تقدير خسارة المسير هذه ومعرفة سوية التداخل للوصلة الصاعدة ونسبة الإشارة إلى التداخل (SIR) المتلقاة والمطلوبة، يمكن تحديد قدرة بث للقناة المادية للنفاذ العشوائي. ويتم بث سوية التداخل للوصلة الصاعدة فضلاً عن النسبة SIR المتلقاة المطلوبة على القناة BCCH.

ويستخدم أيضاً التحكم بالقدرة المفتوح العروة عند إنشاء قناة مكرّسة للحركة، ويمكن تفعيله بشكل اختياري إلى أن يتم إطلاق قناة الحركة المكرّسة.

2.3.4.4.7.3.4 التحكم بالقدرة المغلق العروة

تتم معالجة التحكم بالقدرة المغلق العروة والبطيء بواسطة الطبقة 3 (مراقبة المورد الراديوي RRC) استناداً إلى تقارير قياس المحطة MES للوصلة الهابطة، وإلى قياسات إشارة المحطة MES للوصلة الصاعدة.

بالإضافة إلى ذلك فإن التحكم بالقدرة المغلق العروة للطبقة 1 يتم بوتيرة أمر واحد للتحكم بقدرة البث (TPC) لكل رتل.

4.4.4.7.3.4 الإرسال بتنوع انتقاء البقعة (SSDT)

يشكل الإرسال بتنوع انتقاء البقعة أسلوب تنوع شامل في أنماط التمير السلس. ويُعتبر هذا الأسلوب اختيارياً في الشبكة الساتلية SRAN. وتنتمي المحطة MES إحدى البقع من مجموعتها الفاعلة لتكون "أولية"، فيما تُصنّف كل البقع الأخرى بوصفها "غير أولية" عن طريق قياس قدرة الإشارة المتلقاة للقنوات CPICH التي تُبث بواسطة الحزم الفاعلة. ويُكشف عن الحزمة ذات القدرة الأعلى للقناة CPICH بوصفها حزمة أولية. ويتم بث القناة DPDCH للوصلة الهابطة من الحزمة الأولية، ولا يتم بث القناة DPDCH للوصلة الهابطة من الحزم غير الأولية.

ومن أجل انتقاء حزمة أولية، يُخصص لكل حزمة هوية مؤقتة (ID)؛ وتقوم المحطة MES بإبلاغ الحزم المتصلة بهوية الحزمة الأولية. ويتم تسليم هوية الحزمة الأولية من قبل المحطة MES إلى الحزم الفاعلة عن طريق مجال المعلومات الراجعة (FBI) على القناة DPCCH للوصلة الصاعدة.

وأثناء الإرسال التنويعي بانتقاء البقعة (SSDT) تُعطى لكل حزمة هوية مؤقتة ID، ويُستفاد من الهوية ID بوصفها إشارة لانتقاء الحزمة. وتُثبت شفرة هوية واحدة قدرها 15 بتة ضمن الرتل الراديوي الواحد.

وتتعرف الحزمة على حالتها بوصفها غير أولية إذا ما تم الوفاء بالشروط التالية بشكل مترام:

- عدم تلاؤم شفرة الهوية ID المتلقاة مع شفرة الهوية الخاصة بها؛

- نوعية إشارة الوصلة الصاعدة المتلقاة تفي بعتبة النوعية المحددة بواسطة الشبكة.

ويتم بصورة متزامنة تحديث حالة الحزم (أولية كانت أم غير أولية) في المجموعة الفاعلة. فإن تلقت الحزمة الهوية ID المشفرة لرتل الوصلة الصاعدة رقم j ، يتم تحديث حالة الحزمة في رتل الوصلة الهابطة ($j + 1 + T_{os}$)، حيث تؤمن الطبقات العليا قيمة T_{os} (تُحدد قيمة T_{os} من قبل الشبكة وفقاً لتأخير الرحلة ذهاباً وإياباً في الحزمة).

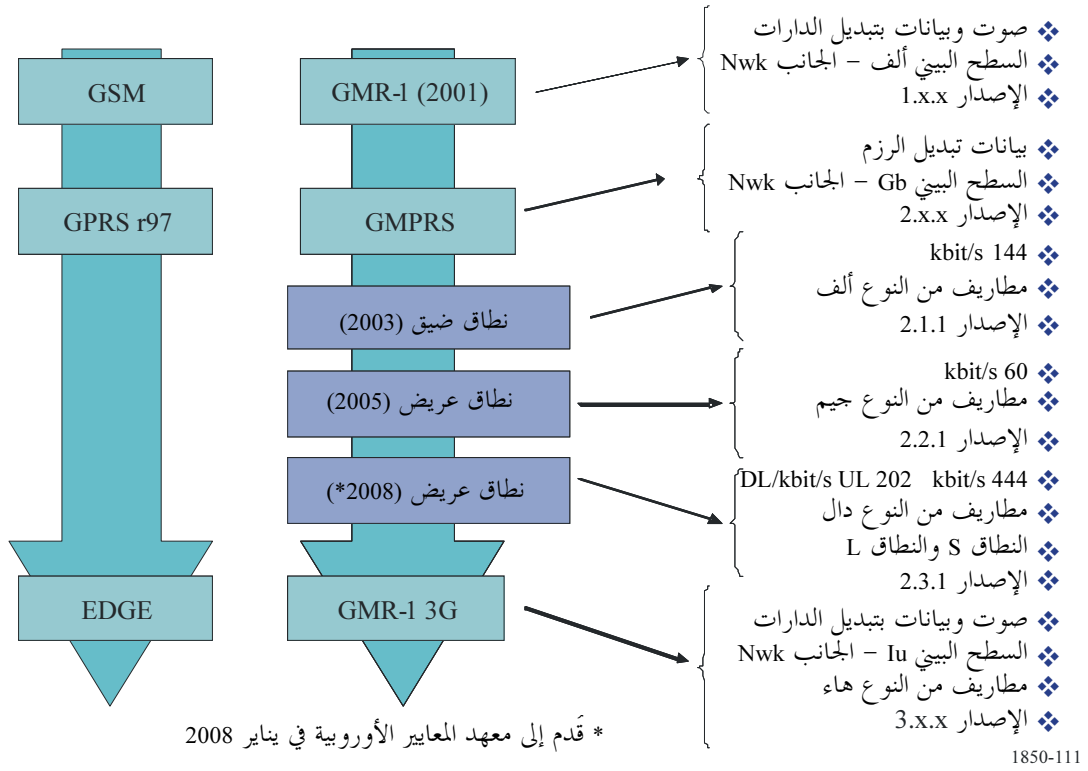
8.3.4 مواصفات السطح البيئي الراديوي الساتلي حاء (SRI-H)

إن السطح البيئي الساتلي الهوائي حاء (SRI-H) هو سطح بيئي لنظام ساتلي متنقل تطوري من الجيل الثالث (3G)، يتم إنشاؤه على أساس السطح البيئي الهوائي المنتشر والمجرب للنظام الساتلي المتنقل الثابت بالنسبة إلى الأرض (GMR-1). ويمثل النظام GMR-1 مواصفة لسطح بيئي هوائي متنقل جرى نشرها في عام 2001 من قبل كل من المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات (ETSI TS 101 376) ورابطة صناعة الاتصالات السلكية واللاسلكية TIA (S-J-STD-782). وقد تم تحديث الطبعة الخاصة بالمعهد ETSI عدة مرات من خلال إجراء بعض التحسينات عليها وتزويدها بسمات إضافية وإخضاعها للصيانة الروتينية. ويلخص هذا الجزء باقتضاب السطح البيئي الهوائي. ومن أجل الحصول على وصف أكثر شمولاً، يُرجى النظر في المواصفة التي نُشرت. ويجري إطلاق واستعراض تطوير السطح البيئي للنظام GMR-1 بسماته وخدماته الخاصة بالجيل الثالث 3G، لتقيسه لدى المعهد ETSI، بوصفه يمثل مواصفات السطح البيئي الهوائي 3G GMR-1 لعام 2008.

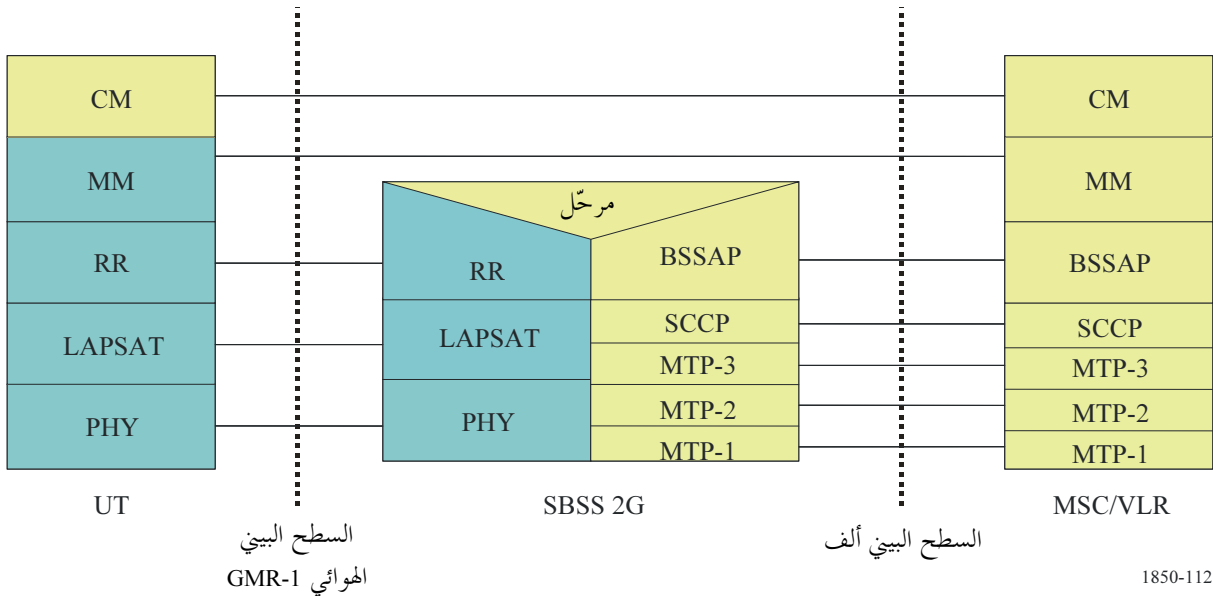
ويتبع مسار تطوير وتقييم النظام GMR-1 تطوّر شبكة النفاذ الراديوية GSM/EDGE أو GERAN كما هو مبين في الشكل 111.

وقد تم لأول مرة تقييم مواصفات السطح البيئي للنظام GMR-1 التي تستند إلى النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) في المعهد ETSI في عام 2001 (GMR-1، الإصدار 1)، وذلك بالاستناد إلى معمارية بروتوكول النظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM، أُجريت عليها تحسينات خاصة بالسواتل، واستخدام السطح البيئي ألف مع الشبكة المركزية (انظر الشكل 112). ويقوم الإصدار 1 للسطح البيئي الراديوي GMR-1 بدعم النظام العالمي للاتصالات المتنقلة GSM بالخدمات المتوافقة ويستخدم مجدداً البنية التحتية الشبكية للنظام GSM. وقد صُمم لاستخدامه مع مطاريف مزدوجة النمط (ساتلية/أرضية) تسمح للمستعمل بالتحوّل بين الشبكات الساتلية للنظام GMR-1 والشبكات الأرضية للنظام GSM. وتتضمن سماته الخدمة الصوتية الكفوءة طيفياً، وخدمة الفاكس التي تتحمل التأخير، وخدمات البيانات غير الشفافة الموثوقة التي تصل إلى 9,6 kbit/s، وخدمة الرسائل القصيرة (SMS)، والخدمات الإذاعية الخلوية، والخدمات المستندة إلى المواقع، ووحدة هوية المشترك (SIM) للتحوّل، والتنبيه العالي للاختراق، والمهاجمات من مطراف إلى آخر على قفزة ساتل واحد. ويتم حالياً استخدام الإصدار 1 للنظام GMR-1 على نطاق واسع في أوروبا وأفريقيا وآسيا ومنطقة الشرق الأوسط.

الشكل 111



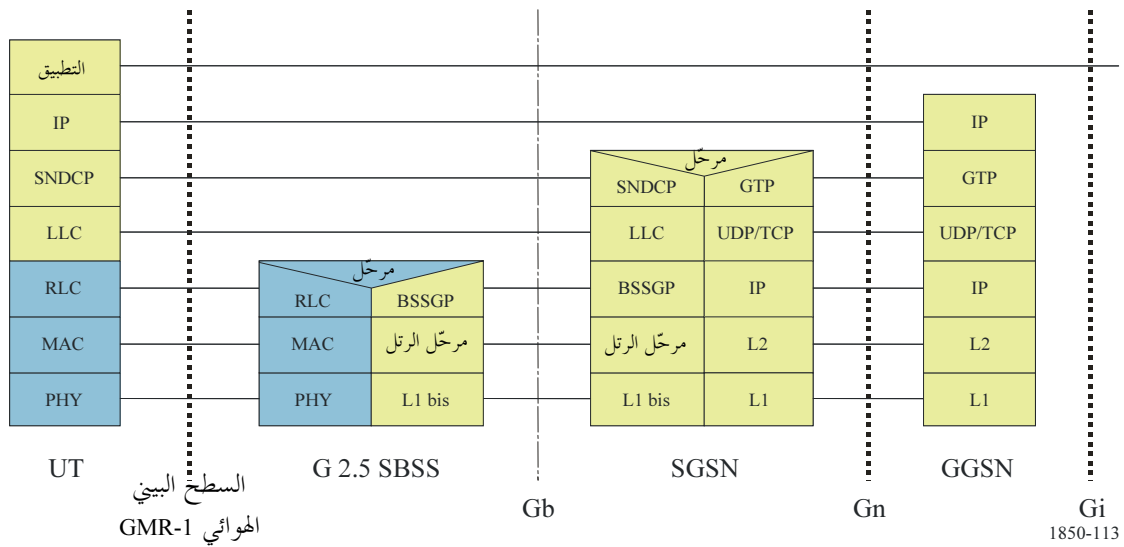
الشكل 112



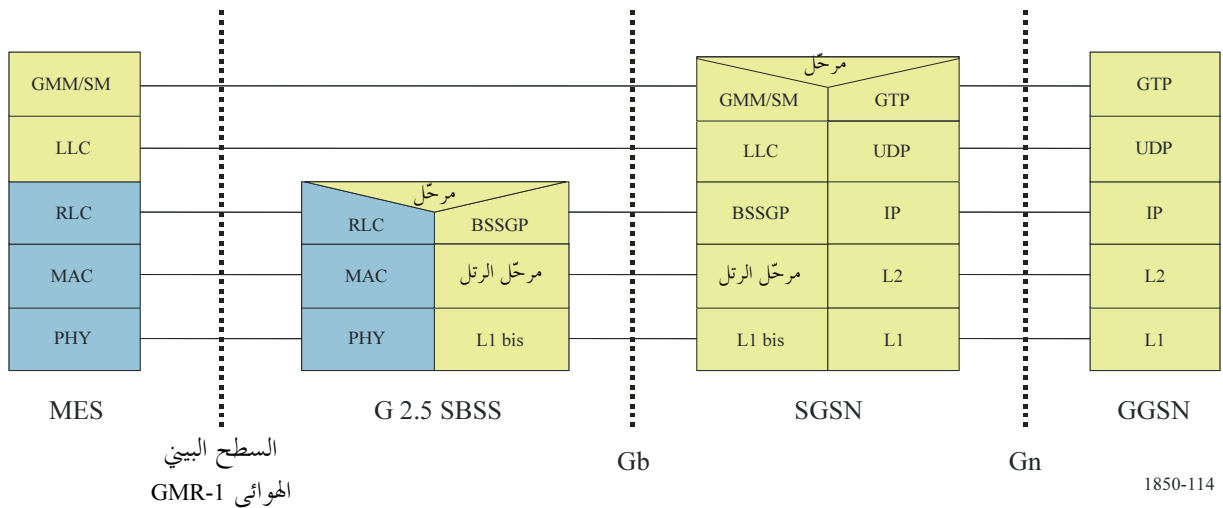
وقد تم تحديث مواصفة التبديل بالدارات مرتين إضافيتين في اللجنة التقنية للمعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ETSI SES، أولاً في عام 2002 (الإصدار 1.2.1)، ومُجدداً في عام 2005 (الإصدار 1.3.1).

ويعتمد النظام GMR-1 تعدد الإرسال بتقسيم الزمن على الوصلة الأمامية، والنفذ المتعدد بتقسيم الزمن على وصلة العودة. وفي عام 2003، تم تعزيز النظام GMR-1 بإضافة مقدرة البيانات بتبديل الرزم، وصدر بوصفه النظام GMPRS-1 (نظام الرزم الساتلي المتنقل الثابت بالنسبة إلى الأرض) أو GMR-1، الإصدار 2. ويقدم النظام GMPRS-1 خدمات البيانات بموجب بروتوكول الإنترنت IP إلى المطاريف القابلة للنقل باستخدام تكنولوجيا GPRS و Gb للسطح البيئي و GPRS المركزية. ويوضح الشكلان 113 و 114 المعمارية الخاصة ببروتوكول السطح البيئي للهوائي للنظام GMR-1 لمستوى المستعمل ومستوى التحكم باستخدام السطح البيئي Gb باتجاه الشبكة المركزية. وقد تم إجراء عدد من التحسينات الخاصة بالسواتل عند الطبقتين PHY و MAC من مكس البروتوكول من أجل توفير صبيب مُحسّن وكفاءات طيفية أفضل.

الشكل 113



الشكل 114



ويوفر الإصدار 2.1.1 للنظام GMPRS-1 (GMPRS-1 VERSION 2.1.1) دعماً لمعدلات بيانات الرزم ثنائية الاتجاه حتى 144 kbit/s، وتميزاً في نوعية الخدمة (QoS) على مدى نطاق المستعملين، وتكيفاً دينامياً للوصلة. أما الإصدار 2.2.1 للنظام GMPRS-1، الذي نشر في عام 2005، فيقدم الدعم لخدمات بيانات رزم النطاق الضيق للمطاريف المحمولة باليد، التي تسمح بما يصل إلى 28,8 kbit/s في الوصلة الصاعدة و 64 kbit/s في الوصلة الهابطة. وقد اتسعت خدمة الرزم واسعة النطاق لتصل إلى 444 kbit/s على الوصلة الأمامية و 202 kbit/s على وصلة العودة، وذلك للمطاريف القابلة للنقل من الحجم A5

في الإصدار الجديد الذي يجري استعراضه حالياً من قبل اللجنة التقنية للأنظمة الساتلية المتنقلة MSS التابعة للمعهد SES ETSI. وسيتم نشر هذا الإصدار الجديد بوصفه الإصدار 1.3.2 للنظام GMPRS-1. كما أن النظام يسمح بتحقيق ما يصل إلى 400 kbit/s في الوصلة الصاعدة بمساعدة هوائي خارجي. وتستخدم طائفة المواصفات الأخيرة هذه أحدث التقنيات في الطبقة PHY، مثل الشفرات منخفضة الكثافة لاختبار التعادلية (LDPC)، والتشكيل 32-APSK، وبإمكانها توفير الدعم للخدمات الانسيابية ثنائية الاتجاه.

وقد تم في الميدان بنجاح نشر نظام يستخدم مواصفات GMR-1 الإصدار 2، ويجري استخدامه حالياً بشكل موسّع في أوروبا وإفريقيا ومنطقة الشرق الأوسط.

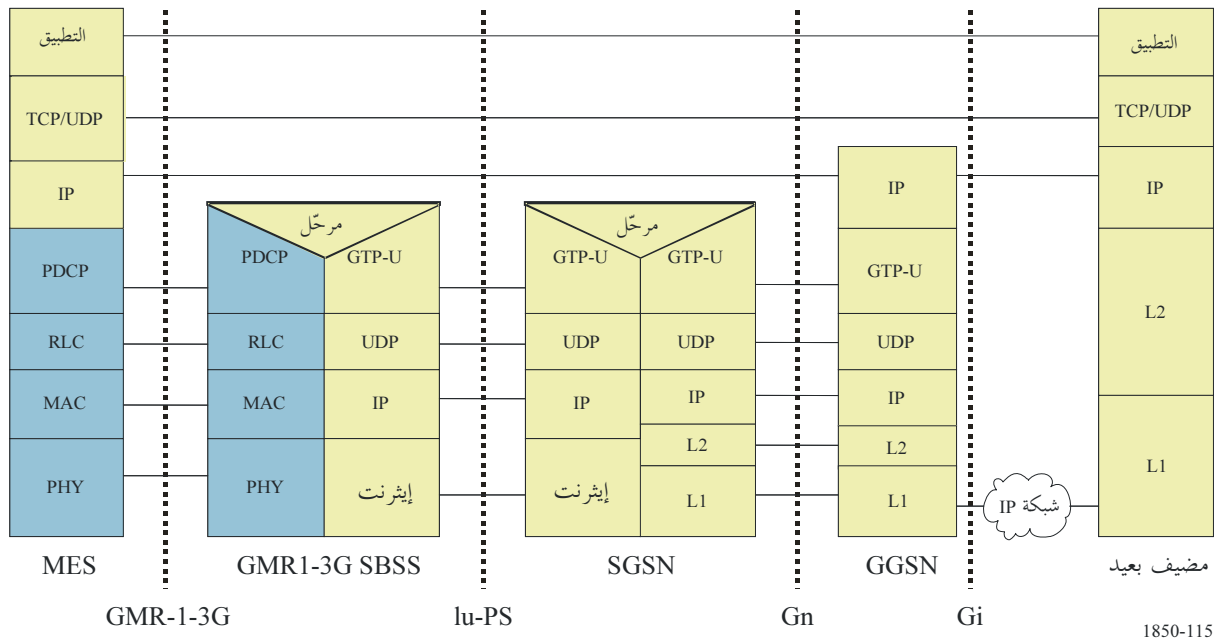
وقد طرح النظام GMR-1 3G (نظام الجيل الثالث) على اللجنة التقنية للأنظمة الساتلية المتنقلة MSS التابعة للمعهد ETSI SES لاستعراضه هذا العام في إطار طائفة السطوح البينية الراديوية الساتلية للنظام IMT-2000 كمعيار اختياري. ويقوم النظام GMR-1 3G على أساس التكيف مع البيئة الساتلية للسطح البيئي الهوائي الراديوي ETSI TDMA EDGE (انظر التوصية ITU-R M.1457-6، النفاذ TDMA، موجة حاملة وحيدة للنظام IMT-2000). وبناءً على ذلك، يكون النظام GMR-1 3G بمثابة المكافئ الساتلي لشبكة النفاذ الراديوية EDGE. ذلك أن معمارية البروتوكول تقوم على أساس مشروع شراكة الجيل الثالث 3GPP، الإصدار 6 (3GPP Release 6)، لكن السطح البيئي الهوائي هو من النمط TDMA. وبذلك، وتمشياً مع مواصفات مشروع شراكة الجيل الثالث للمعهد ETSI 3GPP، تكون الخطة القاعدة الساتلية هي المكافئ لشبكة النفاذ الراديوية GERAN. فقد صُمم النظام GMR-1 3G لتلبية متطلبات المكون الساتلي للأنظمة الاتصالات اللاسلكية من الجيل الثالث (3G).

وتستخدم المواصفة GMR-1 3G السطح البيئي Iu-PS بين الشبكة الراديوية والشبكة الأساسية. ويتمثل الهدف هنا في إتاحة المجال لمشغلي الأنظمة MSS لتوفير كل الخدمات الاستشرافية للأنظمة الفرعية متعددة الوسائط بروتوكول الإنترنت (IP IMS). ومن بين السمات الرئيسية المتضمنة في هذا السطح البيئي الهوائي ما يلي:

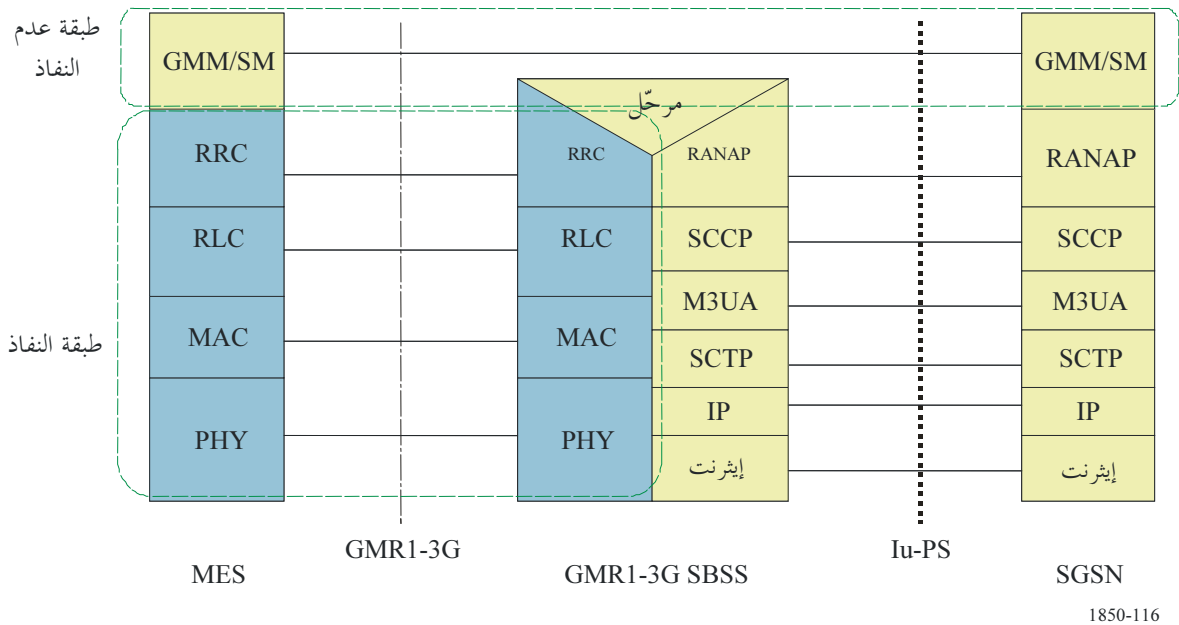
- خدمة الإنترنت الصوتية VoIP المتعددة المعدل الكفاءة طيفياً، بانضغاط للرأسية قدره صفر بايت.
- أشكال موجية متينة لإغلاق الوصلات بمطارييف المستعملين ذات عامل شكل أرضي.
- صبيب كلي يصل حتى 592 kbit/s.
- تشغيل عرض نطاق متعدد الموجات الحاملة.
- أنواع متعددة للمطارييف - مطارييف محمولة باليد، ومن نوع PDA، ومحمولة على مركبات، وقابلة للنقل، وثابتة.
- خدمات متعددة الوسائط بروتوكول الإنترنت IP.
- نوعية خدمة QoS متميزة على مدى نطاق المستعملين والتطبيقات.
- تكييف دينامي للوصلة.
- التوافق مع الإصدار 6 لبروتوكول الإنترنت IPv6.
- تفويضات بتحسين الأداء.
- عمليات التمرير الأرضية/الساتلية.
- بروتوكولات غير معدلة لطبقة الانفاذ (NAS) مع شبكة مركزية للبرمجيات التجارية الجاهزة (COTS).

وتتضمن السمات المستهدفة الأخرى خدمة التوزيع المتعدد/إذاعة الوسائط المتعددة (MBMS)، وخدمة الضغط للتحدث الكفاءة الموارد. ويجري حالياً تطوير الأنظمة القائمة على مواصفات السطح البيئي الهوائي GMR-1 3G لمشغلي الخدمة MSS في شتى أنحاء العالم، والعاملين بكل من ترددات النطاق 1,6/1,5 GHz والنطاق 2 GHz. ويوضح الشكلان 115 و 116 البنية المعمارية لبروتوكول السطح البيئي الهوائي GMR-1 3G لمستوى المستعمل ومستوى التحكم، باستخدام السطح البيئي Iu-PS باتجاه الشبكة الأساسية.

الشكل 115



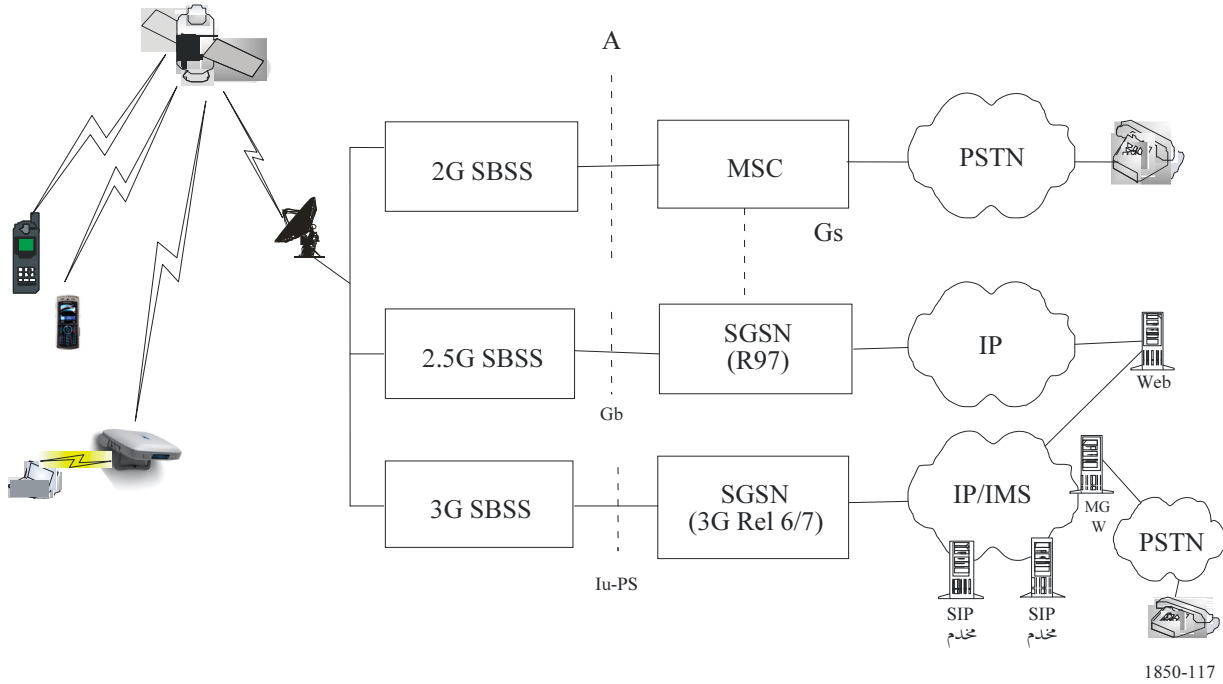
الشكل 116



ويرد في الشكل 117 رسم للبنى المعمارية من طرف إلى آخر، التي تصف استخدام السطح البيئي الهوائي 3G GMR-1 مع مختلف السطوح البينية للشبكة المركزية. وقد يختار مُشغّل معين خياراً معمارياً فردياً (A، Gb، Iu-PS) أو مجموعة من هذه الخيارات.

ويتم في هذا الوصف استخدام المصطلح "GMR-1" للإشارة إلى خواص السطح البيئي الهوائي والنظام الذي يستخدم السطح البيئي ألف (A) أو السطح البيئي Gb. وحين تنطبق خاصية معينة على السطح البيئي A أو السطح البيئي Gb فقط، يُشار إليه بوصفه GMR-1 (الأسلوب A) أو GMR-1 (الأسلوب Gb) على التوالي. أما المصطلح 3G GMR-1 فيستخدم للإشارة إلى خواص السطح البيئي الهوائي والنظام الذي يستخدم السطح البيئي Iu-PS، ويشار إليه بوصفه 3G GMR-1 (الأسلوب Iu). وإذا لم ترد الإشارة إلى أي سطح بيئي، تكون الخاصية مشتركة لدى السطوح البينية كلها.

الشكل 117



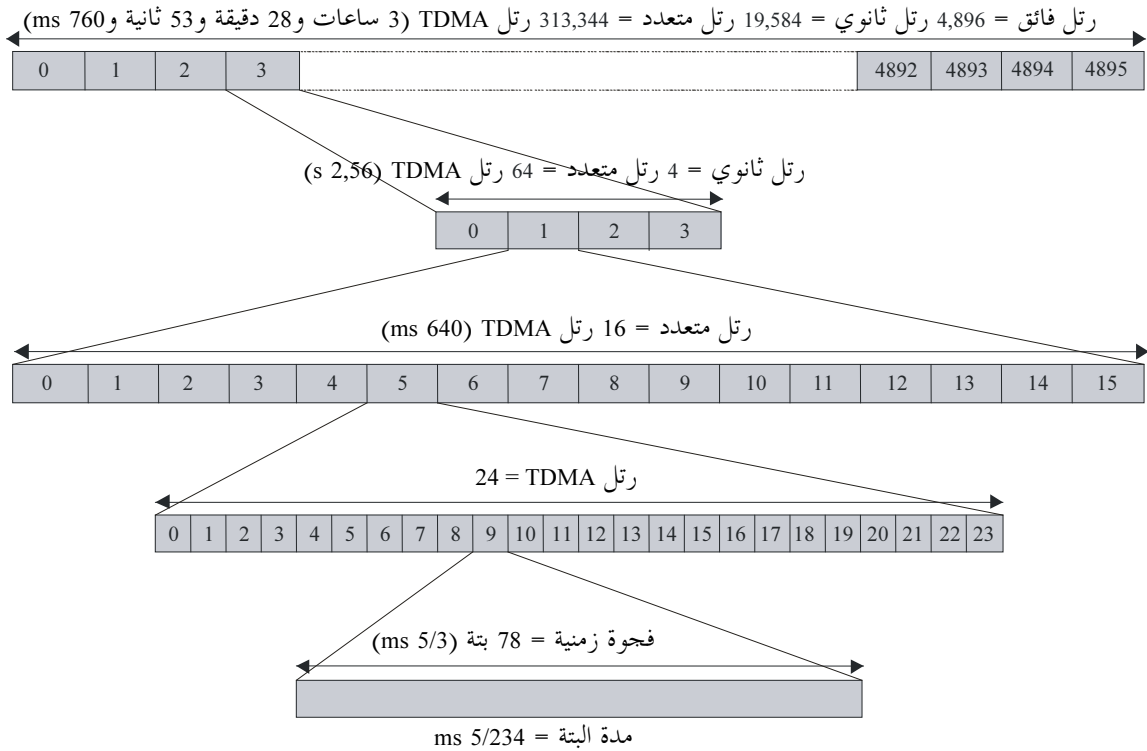
ويعمل النظام GMR-1 3G بأسلوب الازدواج بتقسيم التردد (FDD) بعروض نطاق للقناة يتراوح ترددها الراديوي بين 31,25 kHz و 312,5 kHz. وهو يوفر تحبباً طيفياً أدق، مما يؤدي إلى تسهيل التقاسم الطيفي من قبل الأنظمة المختلفة. ويوفر النظام GMR-1 3G طائفة واسعة من خدمات الدعم الحاملة بقدر يمتد من 1,2 وحتى 592 kbit/s. ومن الممكن دعم خدمة اتصالات عالية النوعية، بما في ذلك الهاتف بخدمة صوتية جيدة وخدمات بيانات ضمن بيئة ساتلية ذات تغطية عالمية.

1.8.3.4 البنية الزمنية

يبين الشكل 118 البنية المرجعية الزمنية (ETSI TS 101 376-5-7). وتُرَقَّم الفجوات الزمنية ضمن رتل النفاذ TDMA من 0 إلى 23، ويُشار إلى فجوة زمنية معينة برقم الفجوة الزمنية (TN)، فيما يُشار إلى أرتال النفاذ TDMA برقم الرتل (FN). ويكون رقم الرتل دورياً، وله مدى يمتد من 0 حتى الرقم الأقصى (FN_MAX) ويساوي $1 - (4 \times 896 \times 4 \times 16) = 313 \ 343$. ويُضاف رقم الرتل في نهاية كل رتل للنفاذ TDMA. وتُعرَّف الدورة الكاملة لأرقام أرتال النفاذ TDMA الممتدة من 0 إلى FN_MAX على أنها الرتل الفائق. وتتضمن تركيبات الأرتال الأخرى ما يلي:

- الأرتال المتعددة: ويتألف الرتل المتعدد من 16 رتلاً من أرتال النفاذ TDMA. ويتم رصف الأرتال المتعددة بحيث يكون الرقم FN للرتل الأول من رتل متعدد، بمقاس 16، مساوياً 0 بشكل دائم.
- الأرتال الثانوية: ويتألف الرتل الثانوي من أربعة أرتال متعددة. ويتم رصف الأرتال الثانوية بحيث يكون الرقم FN للرتل الأول من رتل ثانوي، بمقاس 64، مساوياً 0 بشكل دائم.
- دورة معلومات النظام: يكون لدورة معلومات النظام نفس المدة الخاصة بالرتل الثانوي. ومع ذلك، يتم إبطاء أو تأخير الرتل الأول لدورة معلومات النظام بمقدار عدد صحيح من الأرتال (0 إلى 15) اعتباراً من بداية الرتل الثانوي. ويتغير التأخير الفعلي بشكل متعمد من حزمة بقعية إلى حزمة بقعية لتقليل متطلبات القدرة الذروية للساتل. وتُستخدم قناة تصحيح التردد (FCCH) وقناة التحكم الإذاعية (BCCH) لتحقيق تزامن دورة معلومات النظام في المحطة MES.

الشكل 118



1850-118

2.8.3.4 القنوات

يُعتبر النظام الفرعي الراديوي لازماً لدعم عدد معين من القنوات المنطقية 2-5-101 376-ETSI TS، التي يمكن تقسيمها أو فصلها إلى فئتين كاملتين:

- قنوات الحركة TCH؛
- قنوات التحكم CCH.

1.2.8.3.4 قنوات الحركة

تشمل قنوات الحركة بتبديل الدارات أو ذات الأسلوب - ألف القنوات المدرجة في الجدول 52. وتكون قنوات الحركة هذه ثنائية الاتجاه.

الجدول 52

نوع القناة	مقدرة معلومات المستعمل	المعدل الإجمالي لإرسال البيانات	التشكيل	تشفير القناة
TCH3	كلام مشفر	kbit/s 5,85	$\pi/4$ CQPSK	تلافيفي
TCH6	بيانات المستعمل: kbit/s 4,8 فاكس: 2,4 أو kbit/s 4,8	kbit/s 11,70	$\pi/4$ CQPSK	تلافيفي
TCH9	بيانات المستعمل: kbit/s 9,6 فاكس: 2,4؛ 4,8 أو kbit/s 9,6	kbit/s 17,55	$\pi/4$ CQPSK	تلافيفي

وتُعرّف قنوات الرزم بأنها القنوات التي توفر معدلات بيانات تتراوح بين kbit/s 8,8 و kbit/s 587,2.

وينظر قناة حركة رزم البيانات (PDTCH) المورد المخصّص لمحطة MES وحيدة على قناة مادية واحدة لبث بيانات المستعمل. وقد يتم تعدّد الإرسال دينامياً لقنوات منطقية مختلفة على نفس القناة PDTCH. وتستخدم القناة PDTCH أنماط التشكيل التالية $\pi/2$ BPSK أو $\pi/4$ QPSK أو 16 APSK أو 32 APSK. وتكون جميع قنوات حركة رزم البيانات أحادية الاتجاه، إما للوصلة الصاعدة (PDTCH/U) لنقل حزمة متنقلة المنشأ وإما للوصلة الهابطة (PDTCH/D) لنقل حزمة متنقلة النهاية.

وتُستخدم القنوات PDTCH لنقل حركة رزم البيانات بأسلوب Gb أو Iu. وترد في الجدول 53 القنوات التي تنطبق على الأسلوب Gb، وفي الجدول 54 تلك التي تنطبق على الأسلوب Iu. وتُعرّف القنوات PDTCH المختلفة باللاحقة (m, n)، حيث تدل m على عرض نطاق القناة المادية الذي يوجد تقابل بينه وبين القناة PDTCH، $31,25 \times m$ kHz، فيما تُحدد n عدد الفجوات الزمنية المخصصة لهذه القناة المادية. ويلخص الجدولان 53 و54 مختلف أنواع قنوات حركة رزم البيانات، مثل PDTCH (m, 3) (1 = m, 2, 5, 10)، حيث يبلغ طول الرشفة 5 ms، وPDTCH (m, 6) (1 = m, 2)، حيث يبلغ طول الرشفة 10 ms، وPDTCH (m, 12) (5 = m)، حيث يبلغ طول الرشفة 20 ms.

وتُستخدم قناة الحركة المكرّسة (DTCH) لنقل حركة المستعمل حين يتم تخصيص قناة مكرّسة (DCH) للمطراف بأسلوب رزمي مكرس. وتكون القناة DTCH أحادية الاتجاه. وتُعتمد القناة DTCH/U للوصلة الصاعدة، فيما تستخدم القناة DTCH/D للوصلة الهابطة. ويمكن للقناة DTCH أن تدعم كلاماً مُشفّراً بمعدل 2,45 أو 4,0 kbit/s. ويلخص الجدول 53 الأنواع المختلفة لقنوات حركة رزم البيانات، DTCH (m, 3) (1 = m, 4, 5, 10)، حيث يبلغ طول الرشفة 5 ms، وDTCH (m, 6) (1 = m, 2)، حيث يبلغ طول الرشفة 10 ms، وDTCH (m, 8) (1 = m)، حيث يبلغ طول الرشفة 13,333 ms.

الجدول 53

معدل بثّ الحمولة الذروية (مع CRC) (kbit/s)	معدل بثّ الحمولة الذروية (بدون CRC) (kbit/s)	عرش نطاق البثّ (kHz)	التشكيل	تشفير القنوات	معدل الرموز للبثّ (ksymbol/s)	الاتجاه U: وصلة صاعدة D: وصلة هابطة	القنوات
116,8	113,6	125,0	$\pi/4$ -QPSK	تلافيفي	93,6	U/D	PDTCH(4,3)
148,8	145,6	156,25	$\pi/4$ -QPSK	تلافيفي	117,0	U/D	PDTCH(5,3)
28,8	27,2	31,25	$\pi/4$ -QPSK	تلافيفي	23,4	U/D	PDTCH(1,6)
64,0	62,4	62,5	$\pi/4$ -QPSK	تلافيفي	46,8	D/D	PDTCH(2,6)
199,6	199,2	156,25	$\pi/4$ -QPSK	LDPC	117,0	D	PDTCH2(5,12)
355,2	354,8	156,25	16-APSK	LDPC	117,0	D	PDTCH2(5,12)
444,0	443,6	156,25	32-APSK	LDPC	117,0	D	PDTCH2(5,12)
199,6	199,2	156,25	$\pi/4$ -QPSK	LDPC	117,0	U	PDTCH2(5,12)
399,6	399,2	156,25	16-APSK	LDPC	117,0	U	PDTCH2(5,12)
171,2	169,6	156,25	$\pi/4$ -QPSK	LDPC	117,0	U/D	PDTCH2(5,3)
344,0	342,4	156,25	16-APSK	LDPC	117,0	U/D	PDTCH2(5,3)
382,4	380,8	156,25	32-APSK	LDPC	117,0	U/D	PDTCH2(5,3)

الجدول 54

معدل بثّ الحمولة الذرورية (مع CRC) (kbit/s)	معدل بثّ الحمولة الذرورية (بدون CRC) (kbit/s)	عرش نطاق البثّ (kHz)	التشكيل	تشفير القنوات	معدل الرموز للبثّ (ksymbol/s)	الاتجاه U: وصلة صاعدة D: وصلة هابطة	القنوات
28,8	27,2	31,25	$\pi/4$ -QPSK	تلافيقي	23,4	U/D	PDTCH(1,6)
32,0	28,8	31,25	$\pi/4$ -QPSK	تلافيقي	23,4	U/D	DTCH(1,3)
16,0	14,4	31,25	$\pi/2$ -BPSK	تلافيقي	23,4	U/D	DTCH(1,6)
10,4	8,8	31,25	$\pi/4$ -QPSK	تلافيقي	23,4	U/D	DTCH(1,6)
12,0	10,8	31,25	$\pi/2$ -BPSK	تلافيقي	23,4	U/D	DTCH(1,8)
64,0	62,4	62,5	$\pi/4$ -QPSK	توربو	46,8	U/D	PDTCH3(2,6)
160,00	156,80	156,25	$\pi/4$ -QPSK	توربو	117,0	U/D	PDTCH3(5,3)
256,0	252,80	156,25	16-APSK	توربو	117,0	D	PDTCH3(5,3)
186,0	185,2	156,25	$\pi/4$ -QPSK	توربو	117,0	U/D	PDTCH3(5,12)
296,0	295,2	156,25	16-APSK	توربو	117,0	D	PDTCH3(5,12)
347,20	344,0	312,50	$\pi/4$ -QPSK	توربو	234,0	D	PDTCH3(10,3)
590,40	587,20	312,50	16-APSK	توربو	234,0	D	PDTCH3(10,3)

معلومات المستعمل العامة (PUI) ومعلومات المستعمل الخاصة (PRI)

تتألف كتلة مراقبة النفاذ المتوسط/مراقبة الوصلة الراديوية (MAC/RLC) من معلومات المستعمل العامة (PUI) ومعلومات المستعمل الخاصة (PRI) كما هو مُبين في الشكل 119 (ETSI TS 101 376-4-12).

الشكل 119



1850-119

وتتمثل الحمولة النافعة بمعلومات المستعمل الخاصة (PRI) التي تُنقل إلى الطبقة المادية بواسطة طبقة الوصلة. وتتضمن المعلومات PRI رأسية الطبقة MAC والطبقة الأعلى الأخرى الواقعة فوقها. ويُعرّف معدل بث الحمولة النافعة الذروي (بدون التحقق الدوري من الإطباب CRC)، بوصفه المعدل الأقصى لبيانات PRI التي يمكن الحصول عليها بالبث المتواصل، أي باستخدام كل الفجوات الزمنية في الرتل البالغ عددها 24. وتتحقق المعدلات الذروية أعلاه بمعدل تشفير 3/4 للقناة PDTCH(4,3) والقناة PDTCH(5,3)، وبمعدل تشفير 4/5 للقناة PDTCH(1,6) والقناة PDTCH(2,6). أما المعدلات الذروية للقناة PDTCH2(5,12) المشفرة وفق الشفرة منخفضة الكثافة لاختبار التعادلية (LDPC)، والقناة PDTCH2(5,3) المشفرة وفق الشفرة LDPC، فيتم بلوغها بالنسبة لمختلف مخططات التشكيل من خلال تركيبات معدلات التشفير التالية:

- الوصلة الهابطة: التشكيل 32-APSK بمعدل 4/5، و 16-APSK بمعدل 4/5، و π -4 QPSK بمعدل 9/10.

- الوصلة الصاعدة: التشكيل 16-APSK بمعدل 9/10، و π /4-QPSK بمعدل 9/10.

أما المعدلات الذروية للقناة PDTCH3(5,12) والقناة PDTCH3(5,3) المشفرة بحسب شفرة توربو فيتم تحقيقها بالنسبة إلى مختلف مخططات التشكيل من خلال تركيبات معدلات التشفير التالية:

- الوصلة الهابطة: التشكيل 16-APSK بمعدل 2/3، و π /4-QPSK بمعدل 5/6.

- الوصلة الصاعدة: التشكيل π /4-QPSK بمعدل 5/6.

ويتم بلوغ المعدلات الذروية للقناة PDTCH3(10,3) المشفرة بحسب شفرة توربو بالنسبة إلى مختلف مخططات التشكيل من خلال تركيبات معدلات التشفير التالية:

- الوصلة الهابطة: التشكيل 16-APSK بمعدل 2/3، و π /4-QPSK بمعدل 5/6.

2.2.8.3.4 قنوات التحكم

يُقصد بقنوات التحكم (ETSI TS 101 376-5-2) القنوات التي تنقل بيانات التشوير أو التزامن. ويتم تعريف ثلاث فئات من قنوات التحكم وهي: الإذاعية، والمشاركة، والمكرّسة. ويتم تحديد قنوات معينة ضمن هذه الفئات. أما بالنسبة إلى قنوات الحركة، فإن بعض قنوات التحكم تكون قابلة للاستخدام باعتماد الأساليب A و Gb و Iu، فيما يكون بعضها الآخر قابلاً للاستخدام باعتماد مجموعة فرعية من الأساليب. وفي الحالة التي لا ترد فيها الإشارة إلى أي أسلوب، يمكن استخدام قنوات التحكم باعتماد كلا الحالتين. ويتم تحديد مجموعتين من قنوات التحكم. وقد يكون لإحدى المجموعات أفضلية على مجموعة أخرى رهناً بالقدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) الساتلية المتوافرة. ويتم بث كل قنوات التحكم الإذاعية والمشاركة على الموجة الحاملة 31,25 kHz.

وتتضمن قنوات التحكم الإذاعية

القناة FCC أو FCCH3

تنقل قناة تصحيح التردد FCCH أو FCCH3 معلومات تهدف إلى تصحيح التردد للمحطة الأرضية المتنقلة (MES). ويكون تصحيح التردد هذا لازماً فقط من أجل تشغيل النظام الفرعي الراديوي. وتستخدم القناة FCCH أيضاً بهدف تحقيق التزامن لدورة معلومات النظام الخاصة بالمحطة MES. وتكون القناة FCCH للوصلة الهابطة فقط.

وتتمثل رشقة القناة FCCH بإشارة زرقية (chirp) حقيقية تمتد على مدى ثلاث فجوات. ويُعرّف الغلاف المركب للرشقة التي تم بثها على النحو التالي (ETSI TS 101 376-5-4):

$$x(t) = p(t) \left[e^{j\varphi_0} \sqrt{2} \cos(0.64\pi(t - 58.5T)^2) \right]$$

حيث ترمز φ_0 إلى الطور العشوائي، وتمثل $p(t)$ دالة المنحدر على النحو المعرّف في المواصفة المنشورة. وتحدّد هذه الإشارة مدى الكنس الزرقية (المراوح) بالقيمة (-7,488 kHz، 7,488 kHz).

وتتمثل رشقة القناة FCCH3 بإشارة زرقية حقيقية تمتد على مدى إثني عشرة فجوة. ويُعرّف الغلاف المركب للرشقة التي تم بثها على النحو التالي:

$$x(t) = p(t) \left[e^{j\varphi_0} \sqrt{2} \cos(0.32\pi(t - 234T)^2) \right]$$

حيث ترمز φ_0 إلى الطور العشوائي، وتمثل $p(t)$ دالة المنحدر على النحو المعرّف في المواصفة المنشورة. وتحدّد هذه الإشارة مدى الكنس الزرقية بالقيمة (-3,744 kHz، 3,744 kHz).

القناة الإذاعية لنظام تحديد المواقع العالمي (GBCH أو GBCH3)

تنقل القناة GBCH أو GBCH3 معلومات متعلقة بالوقت إلى نظام تحديد المواقع العالمي GPS والمعطيات التقويمية الفلكية الساتلية للنظام GPS إلى المحطات MES. (وقد تحتوي قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي (PCH) الوارد وصفها أدناه على بيانات تقويمية أيضاً). وتكون القناة GBCH للوصلة الهابطة فقط.

وتحتوي كل رشقة للقناة GBCH على 108 بته من المعلومات، وتُبتّ باستخدام الرشقة DC2 ثنائية الفجوة. ويتم تشفير الرشقة DC2 التي تستخدم التشكيل $\pi/4$ CQPSK باعتماد الشفرة التلافيفية. وتحتوي القناة GBCH3 على نفس المعلومات الخاصة بالقناة GBCH، لكنها تُنسّق بحيث تتلاءم مع بنية الرشقة DC12. ويُستخدم التشكيل $\pi/2$ BPSK والتشفير التلافيفي في بنية الرشقة DC12. وتضمّ كل رشقة للقناة GBCH3 مقدار 192 بته من المعلومات.

قناة التحكم الإذاعية (BCCH)

تبتّ القناة BCCH المعلومات المتعلقة بالنظام إلى المحطات MES، وتكون للوصلة الهابطة فقط. ويرد وصف معلمات معلومات نظام القناة BCCH في المنشور (ETSI TS 101 376-4-8). وتضمّ كل رشقة للقناة BCCH مقدار 192 بته من المعلومات. ويتم بثّ القناة BCCH باستخدام إما بنية الرشقة التابعة للقناة BCCH أو بنية الرشقة DC12. ويغطي طول بنية الرشقة للقناة BCCH ست فجوات، وتُبتّ باعتماد التشكيل $\pi/4$ CQPSK، وتُشفّر باعتماد شفرة تلافيفية.

قنوات التحكم المشتركة

تتضمن قنوات التحكم المشتركة (CCCH) القنوات التحكمية الطابع المشتركة التالية.

قناة البحث أو الاستدعاء الراديوي (PCH)

القناة PCH: وهي قناة للوصلة الهابطة فقط، تُستخدم للبحث الراديوي عن المحطات MES. وتحتوي كل رشقة للقناة PCH على 192 بنة من المعلومات، وتُثبت باستخدام إما الرشقة DC6 السداسية الفجوات أو الرشقة DC12. ويتم بث الرشقة DC6 بواسطة التشكيل CQPSK $\pi/4$ ، وتُشفّر باعتماد الشفرة التلافيفية.

قناة النفاذ العشوائي (RACH أو RACH3)

القناة RACH: وهي قناة للوصلة الصاعدة فقط، تُستخدم لطلب توزيع موارد قناة الحركة.

قناة منح النفاذ (AGCH)

القناة (AGCH): وهي قناة للوصلة الهابطة فقط، تُستخدم لتوزيع موارد قناة الحركة على المطاريف. وتحتوي كل رشقة للقناة AGCH على 192 بنة من المعلومات، وتُثبت باستخدام إما الرشقة DC6 السداسية الخانات أو الرشقة DC12.

قناة التنبيه الأساسية (BACH)

القناة (BACH): وهي قناة للوصلة الهابطة فقط، تُستخدم لتنبيه المحطات MES. ويبلغ طول الرشقة للقناة BACH فحوتين زمينتين، وتُثبت باستخدام التشكيل 6PSK.

3.8.3.4 التصحيح الأمامي للأخطاء (FEC)

يعتمد النظام GMR-1 3G أحدث مخططات التصحيح الأمامي للأخطاء المتنوعة (ETSI.TS 101 376-5-3). وترد في الجدول 55 مخططات التصحيح الأمامي للأخطاء التي يدعمها النظام GMR-1 3G.

الجدول 55

ملاحظات	حجم كتلة FEC (بتات المعلومات)	شفرة FEC
طول التقييد $K=5, 6, 7, 9$. معدل الشفرة الأم $1/4$ ، معدلات مختلفة بواسطة التقطيع. $1/2, 1/3$.	بين 1 000-20 بنة	الشفرة التلافيفية
تستند إلى شفرة توربو 3GPP/3GPP2. معدلات مختلفة بواسطة التقطيع.	بين 6 000-200 بنة	شفرة توربو
شفرة ريد - سولومون النظامية (15,9)	كتل من 9 رموز معلومات يتألف الرمز من 4 بتات	شفرة ريد - سولومون
شفرة غولاي الممددة (12,24)	بتات معلومات من 12 بنة	شفرة غولاي الممددة
تستند إلى شفرة LDPC DVB-S2. يتم تحسينها أكثر للحجم الصغير لكتل التصحيح الأمامي للأخطاء	بين 9 000-500 بنة	شفرة LDPC (تدقيق التكافؤ منخفض الكثافة)
تصحيح أمامي للأخطاء من 2، 5، 8، 12، 16 بنة لكشف الأخطاء	بين 9 000-20 بنة	شفرة CRC (تدقيق الإطباب الدوري)

ويتم تقطيع وتشذير وتخليط البتات المشفرة وفقاً للتصحيح FEC بصورة أكبر قبل التشكيل. ويمكن إيجاد التفاصيل في المنشور ETSI TS 101 376-5-3.

4.8.3.4 التشكيل

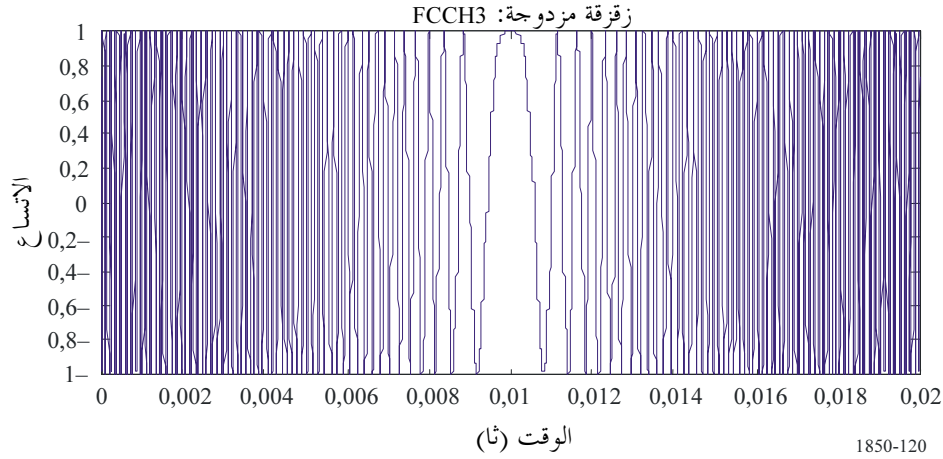
يعتمد النظام GMR-1 3G القدرة وطرق التشكيل ذات الكفاءة الطيفية على النحو المحدد في ETSI TS 101 376-5-4. أما مخططات التشكيل المحددة فهي:

- الزقزقة المزدوجة

- التشكيل $\pi/4$ -BPSK و $\pi/4$ -QPSK و 16 APSK و 32 APSK.

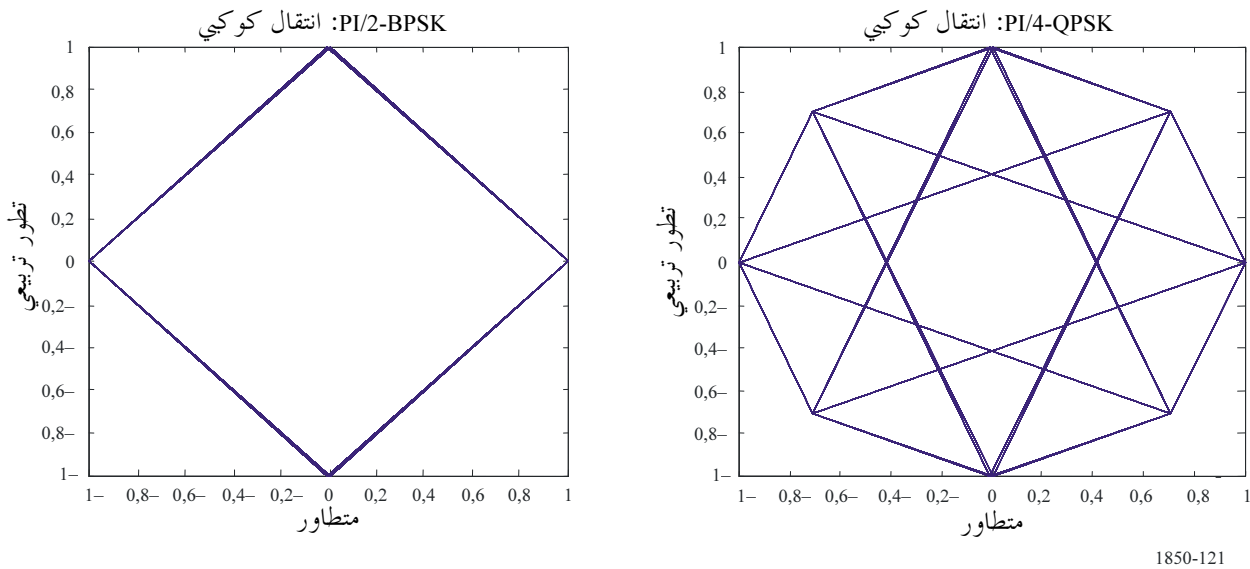
والزقزقة المزدوجة هي عبارة عن إشارة ذات تشكيل ترددي ثابت الغلاف، تُستخدم للتوقيت الأولي لمطراف المستعمل (UT) وحياسة التردد لقناة تصحيح التردد (FCCH). ويبين الشكل 120 شكل موجة الزقزقة المزدوجة.

الشكل 120

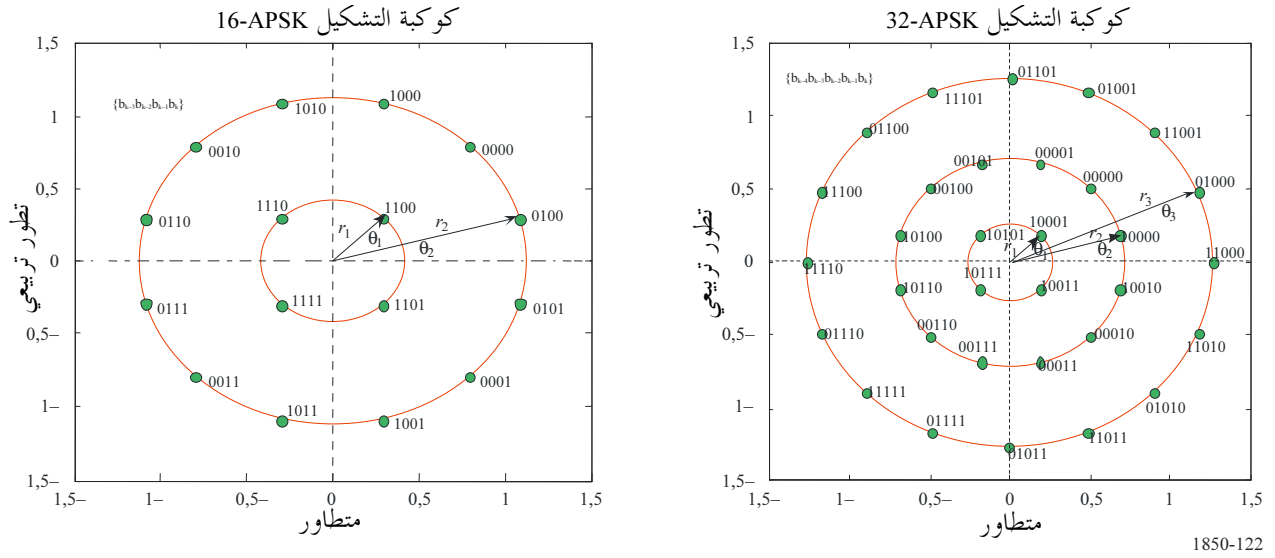


وتستخدم قنوات التحكم إما التشكيل $\pi/2$ -BPSK أو $\pi/4$ -QPSK، في حين تستخدم قنوات الحركة التشكيل $\pi/2$ -BPSK أو $\pi/4$ -QPSK أو 16-APSK أو 32-APSK وفقاً لمعدل البيانات. ويظهر في الشكل 121 كوكبة الإشارة الخاصة بالتشكيل $\pi/4$ -QPSK و $\pi/2$ -BPSK، فيما يظهر في الشكل 122 كوكبة الإشارة الخاصة بالتشكيل 16-APSK و 32-APSK.

الشكل 121

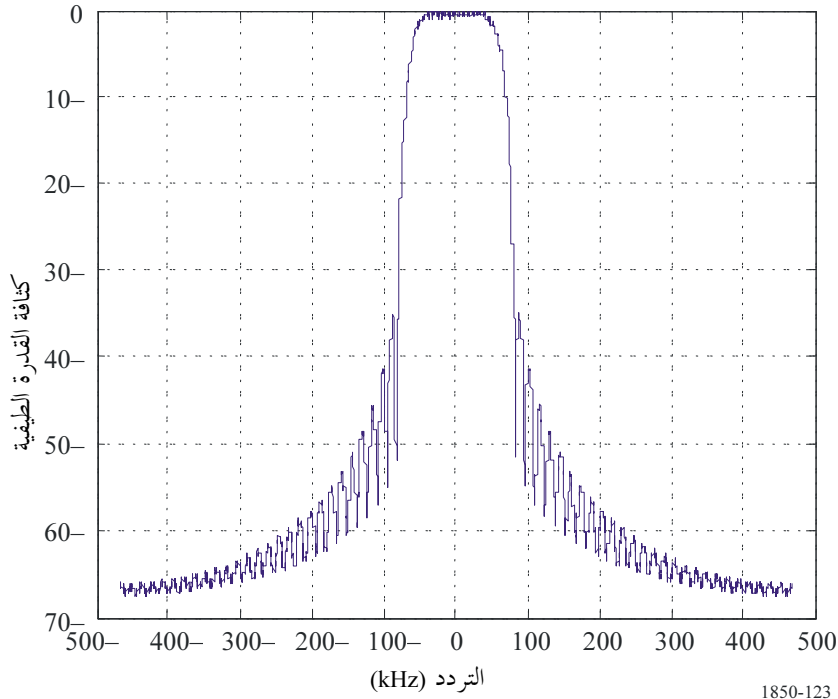


الشكل 122



تتخذ الإشارة المشكّلة شكل النبضة بواسطة مرشاح جذر جيب التمام (SQRC) بقطع متدرج قدره 0,35. وكمثال على ذلك، تظهر في الشكل 123 الكثافة الطيفية للقدرة (PSD) للقناة PNB3(5,3) المشكّلة بحسب التشكيل $\pi/4$ -QPSK.

الشكل 123



ويورد الجدول 56 نسبة القدرة الذروية إلى المتوسطة (PAPR) لمختلف مخططات التشكيل. ويكون لدى مخططات التشكيل المعتمدة في النظام 3G GMR-1، مثل $\pi/2$ -BPSK أو $\pi/4$ -QPSK أو 16-APSK، نسبة PAPR أصغر بكثير من النسبة المعتمدة مخططات التشكيل الاعتيادية BPSK و QPSK و 16-APSK.

الجدول 56

التشكيل	$\pi/2$ -BPSK	BPSK	QPSK	$\pi/4$ -QPSK	16-QAM	16-APSK	32-APSK
PAPR (dB)	1,84	3,86	3,86	3,17	6,17	4,72	5,91

5.8.3.4 التحكم بالقدرة وتكييف الوصلة

يعمل النظام GMR-1 3G على دعم التحكم بالقدرة وتكييف الوصلة على النحو المحدد في ETSI TS 101 376-5-6. ومن شأن التحكم بالقدرة وتكييف الوصلة السماح للنظام بأن يدير الموارد الراديوية على النحو الأمثل وفقاً لنوعية قناة المستعمل. أما الهدف من تكييف معدل شفرة التشكيل فهو:

- ضبط صبيب (إنتاج) البث وفقاً لبيئة القناة التي ينفرد بها كل مستعمل ويحافظ فيها في الوقت نفسه على بث موثوق.

أما فيما يتعلق بوصلة العودة المتنقلة، فإن أهداف التحكم بالقدرة تتمثل بما يلي:

- التقليل من التداخل المشترك فيما بين القنوات عند المستقبل الساتلي، من خلال التأكد من أن جميع الإشارات الواردة من مختلف مطاريف المستعملين يتم استقبالها بنفس السوية تقريباً عند الساتل؛
- التقليل إلى الحد الأدنى من استنزاف قدرة مطراف المستعمل (UT)، باستخدام أدنى قدرة مشعة مكافئة متناحية (e.i.r.p.) تلزم لإغلاق الوصلة على وضع معين للقناة.

تكييف الوصلة

تستخدم خدمات بيانات الرزم معدل تشفير وإجراءات للتحكم بمخطط التشكيل على كل من الوصلة الأمامية ووصلة العودة (ETSI TS 101 376-5-6).

وتختار الشبكة معدل التشفير/مخطط التشكيل لكل من الاتجاه الأمامي واتجاه العودة، وذلك استناداً إلى نوعية الإشارة والمعلومات المتعلقة بسوية القدرة المتوفرة لدى الشبكة أو التي تم الإبلاغ عنها بواسطة المطاريف.

ويُحدّد المطراف معدل التشفير والتشكيل اللذين اختارتهما الشبكة من خلال قراءة رأسية الطبقة المادية (معلومات المستعمل العامة PUI) على كل رشقة أمامية.

التحكم بالقدرة

تُستخدم القناة المكرّسة للتحكم بالقدرة في كل من وصلة العودة والوصلة الأمامية (ETSI TS 101 376-5-6). وفي خدمة بيانات الرزم، يُستخدم التحكم بالقدرة في اتجاه العودة. ويتم تنظيم قدرة البث عند مطراف المستعمل (UT) بهدف تحقيق نوعية متوقعة وغير مبالغ بها للإشارة عند نهاية الشبكة. ومن الممكن تغيير القدرة التي يبثها المطراف فوق نطاق يمتد 24 dB تحت القدرة القصوى وباستبانة قدرها 0,4 dB.

ويحظى بالدعم كل من التحكم بالقدرة المغلق العروة والمفتوح العروة.

ففي التحكم بالقدرة المغلق العروة، يتم التحكم بقدرة بث مطاريف المستعملين استناداً إلى قياسات تُجرى على نوعية الإشارة المستقبلية عند الشبكة. ونظراً إلى مدة الرحلة الكلية (ذهاباً وإياباً) بالنسبة إلى عملية التحكم المغلق العروة، تكون سرعة التفاعل مع تغير القناة بطيئة. وترمي عملية التحكم المغلق العروة إلى التخفيف من حدة حالات الحجب. وتقوم الشبكة بانتقاء عملية التحكم بقدرة المطراف على أساس قياس لنوعية الإشارة تجرّيه الطبقة المادية للشبكة على مدى الرشقات التي تُبث من مطراف المستعمل.

وفيما يتعلق بعملية التحكم بالقدرة المفتوح العروة، يتم إجراء قياسات لنوعية الإشارة المستقبلية عند مطراف المستقبل وتُستخدم لإجراء تعديل سريع على قدرة بث مطراف المستعمل لدى تعرّض نوعية الإشارة إلى التدهور المفاجئ. ويفترض هذا النهج وجود درجة ما من الترابط الإحصائي بين حجب الاستقبال والإرسال. ويُتبع هذا النهج عند مطاريف المستعملين لتسريع استجابة التحكم بالقدرة في حالات الحجب المفاجئة.

6.8.3.4 تنظيم قناة التحكم

قد يُستخدم الساتل المتنقل رشقة القناة (FCCH) الثلاثية الفجوات أو رشقة القناة FCCH3 ذات الإثني عشرة فجوة (ETSI TS 101 376-5-2) من أجل التزامن. ويتوقف الاختيار على القدرة المشعة المكافئة المتناحية (e.i.r.p.) المتاحة لدى الساتل. ويُدرج الجدول 57 أنواع الرشقات التي تُستخدم لقنوات التحكم الإذاعية وقنوات التحكم المشتركة في الحالات التي تُعتمد فيها القناة FCCH، فيما يُدرج الجدول 58 أنواع الرشقات التي تُستخدم لقنوات التحكم الإذاعية وقنوات التحكم المشتركة في الحالات التي تُعتمد فيها القناة FCCH3.

وُتجري المحطة MES مسحاً يتناول إما القناة FCCH أو القناة FCCH3، وتكون قادرة على استقبال قنوات تحكمٍ أخرى رهناً بفترة قناة تصحيح التردد التي استقبلتها.

الجدول 57

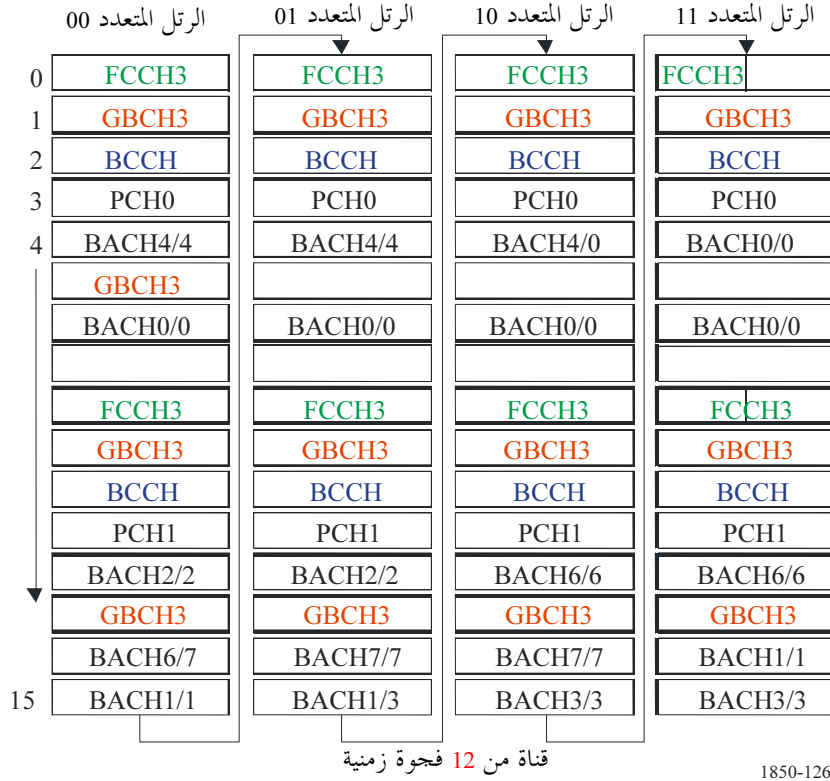
نوع الرشقة	قناة التحكم
FCCH	FCCH
BCCH	BCCH
DC2	GBCH
DC6	PCH
DC6	AGCH
BACH	BACH

الجدول 58

نوع الرشقة	قناة التحكم
FCCH3	FCCH3
DC12	BCCH
DC12	GBCH3
DC12	PCH
DC12	AGCH
BACH	BACH

ويبين الشكل 124 تنظيم البث الإذاعي لقناة التحكم على قناة التحكم الإذاعية/قناة التحكم المشتركة (BCCH/CCCH) ذات التردد 31,25 kHz حين يتم استخدام القناة FCCH. وتجدر الإشارة إلى أن رشقة القناة FCCH ثلاثية الفجوات وأن رشقة القناة BCCH والقناة PCH سداسية الفجوات. ويبين الشكل 125 الرتل المؤلف من اثني وعشرين فجوة. ويلاحظ ضمن كل رتل أن بثّ القناة الإذاعية لنظام تحديد المواقع العالمي (GBCH) يتم بعد بثّ القناة BCCH/CCCH بفجوتين زمنيّين. أما الفجوات الزمنية غير المستعملة الواقعة ضمن كل رتل بين الفجوة الزمنية 12 والفجوة الزمنية 23 فقد تستخدم للحركة.

الشكل 126



الشكل 127



7.8.3.4 تصميم طبقة مراقبة الوصلة الراديوية/مراقبة النفاذ المتوسط (MAC/RLC)

يقوم تصميم الطبقة MAC (ETSI TS 101 376-4-12) للسطح البيئي الهوائي I-I (SRI-I) على أساس طبقة GPRS/EDGE MAC (انظر أيضاً مشروع شراكة الجيل الثالث 44,160 (3GPP 44,160))، مع تحسيناتٍ مثلى تُجرى على السوائل للتخفيف من تأثيرات التأخير الطويل. وهذه التحسينات موجهة لتحسين الصبيب من خلال التقليل إلى الحد الأدنى من كثرة الشروحات في البروتوكولات والاستفادة القصوى من عرض النطاق الذي توفره الطبقة المادية. وقد تمّ في الميدان بنجاح نشر الأنظمة الساتلية المتنقلة المستندة إلى تحسينات الطبقة MAC.

وتؤدي الطبقة MAC الوظائف التالية:

- تكوين التقابل بين القنوات المنطقية والقنوات الأساسية
- انتقاء القنوات المنطقية من أجل تشوير خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) الراديوية

- انتقاء القنوات المنطقية من أجل خدمات الدعم الراديوية للمستعمل
- تخصيص وإعادة تكوين وتحرير الموارد المتقاسمة من أجل تدفق مؤقت للكتل (TBF)
- عملية إبلاغ القياسات لمطراف المستعمل والتحكم بالإبلاغ
- البث الإذاعي/الإستماع إلى القناة BCCH والقناة CCCH
- تشفير وفك تشفير الأسلوب الشفاف في الأسلوب Iu
- تحديد مختلف تدفقات الحركة لمحطة واحدة أو أكثر من المحطات MES على القناة المتقاسمة
- تعدد الإرسال/إزالة تعدد الإرسال لوحدات بيانات البروتوكول (PDU) ذات الطبقات العليا
- تعدد الإرسال/إزالة تعدد الإرسال لعدة تدفقات مؤقتة للكتل (TBF) على نفس القناة PDTCH
- جدولة بيانات الطبقة RLC/MAC ووحدات بيانات البروتوكول التحكم المنقولة إلى القناة المادية على قناة متقاسمة
- تجزئة/تجميع بيانات الطبقة RLC/MAC ووحدات بيانات البروتوكول التحكم للطبقة إلى/من عدة قنوات منطقية متقاسمة.

وتعمل الطبقة RLC (مراقبة الوصلة الراديوية) بنمط معتمد/الإشعار بالاستلام (AM) أو بنمط غير معتمد/عدم الإشعار بالاستلام (UM). ومن بين وظائفها:

- تقسيم الطبقة العليا لوحدات PDU إلى كتل بيانات الطبقة RLC
 - تسلسل الطبقة العليا لوحدات PDU إلى كتل بيانات الطبقة RLC
 - التحشية لملء كتلة بيانات الطبقة RLC
 - إعادة تجميع كتل بيانات الطبقة RLC في وحدة بيانات البروتوكول التابعة لطبقة أعلى
 - التنفيذ داخل التابع لوحدات PDU التابعة لطبقة أعلى
 - تكييف الوصلات
 - التشفير وفك التشفير في النمط/الأسلوب Iu
 - تدقيق رقم التابع لكشف الكتل المفقودة من الطبقة RLC
- وبالنسبة إلى أسلوب التشغيل Iu، يمكن أن تعمل الطبقة RLC أيضاً بأسلوب شفاف من أجل نقل الخدمة الصوتية للإنترنت (VoIP) ذات الكفاءة الطيفية.

وبالإضافة إلى ما ورد أعلاه، تؤدي الطبقة RLC المهام التالية لدى العمل بأسلوب الإشعار بالاستلام (ACK):

- تنفيذ إجراء التصحيح العكسي للأخطاء (BEC)، مما يمكن من إعادة البث الانتقائي لكتل بيانات الطبقة RLC.
- تجاهل وحدات بيانات الخدمة للطبقة RLC SDU، التي لم تتم تجزئتها بعد إلى وحدات RLC PDU، وفقاً لمقتضيات التأخير لخدمات الدعم الراديوية ذات الصلة.

8.8.3.4 تصميم طبقة مراقبة المورد الراديوي (RRC)

يستند تصميم طبقة مراقبة المورد الراديوي للسطح البيئي طاء (SRI-I) إلى مواصفات الطبقة RRC بالأسلوب Iu لشبكة النفاذ الراديوية ETSI GERAN (3GPP 44,018 و 3GPP 44,118)، مع تحسينات مثلى تُجرى على السوائل لتلبية متطلبات بيئات التأخير الطويل وتحقيق كفاءة طيفية أفضل.

ويستند نموذج حالة الطبقة RRC إلى حالات الطبقة RRC المعرّفة في 3GPP TS 44,018، وهو موضح في الشكل 128.

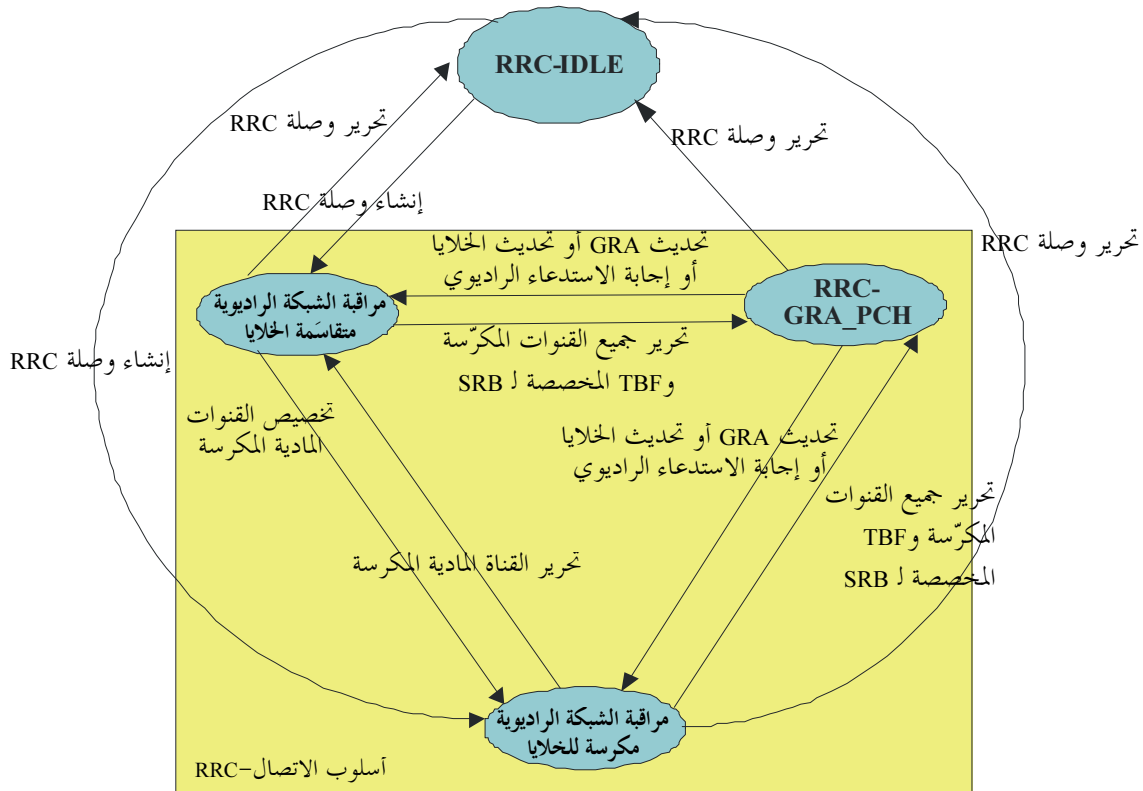
ومن بين وظائف RRC ما يلي:

- تخصيص وإعادة تكوين وتحرير الموارد الراديوية لوصلة الطبقة RRC
- إنشاء وإعادة تكوين وتحرير خدمات الدعم (الخدمات الحاملة) الراديوية
- تحرير وصلات التشوير
- البحث أو الاستدعاء الراديوي
- تسيير وحدات بيانات البروتوكول PDU التابعة لطبقة أعلى
- التحكم بنوعية الخدمة المطلوبة
- التحكم بالتشفير وحماية السلامة
- حماية السلامة
- دعم خدمات الموقع
- توقيت التحكم المسبق.

وتتضمن التحسينات الخاصة بالسوائل في الطبقة RRC ما يلي:

- تحسينات من أجل إجراء تحديث الخلايا بهدف التقليل من عدد الرحلات ذهاباً وإياباً
- الإعداد السريع لوصلة الطبقة RRC باستخدام القناة RACH
- التحديث السريع للقيمة للقيمة GRA باستخدام القناة PRACH/RACH
- النبذ/التحرير السريع لوصلة الطبقة RRC باستخدام القناة AGCH.

الشكل 128

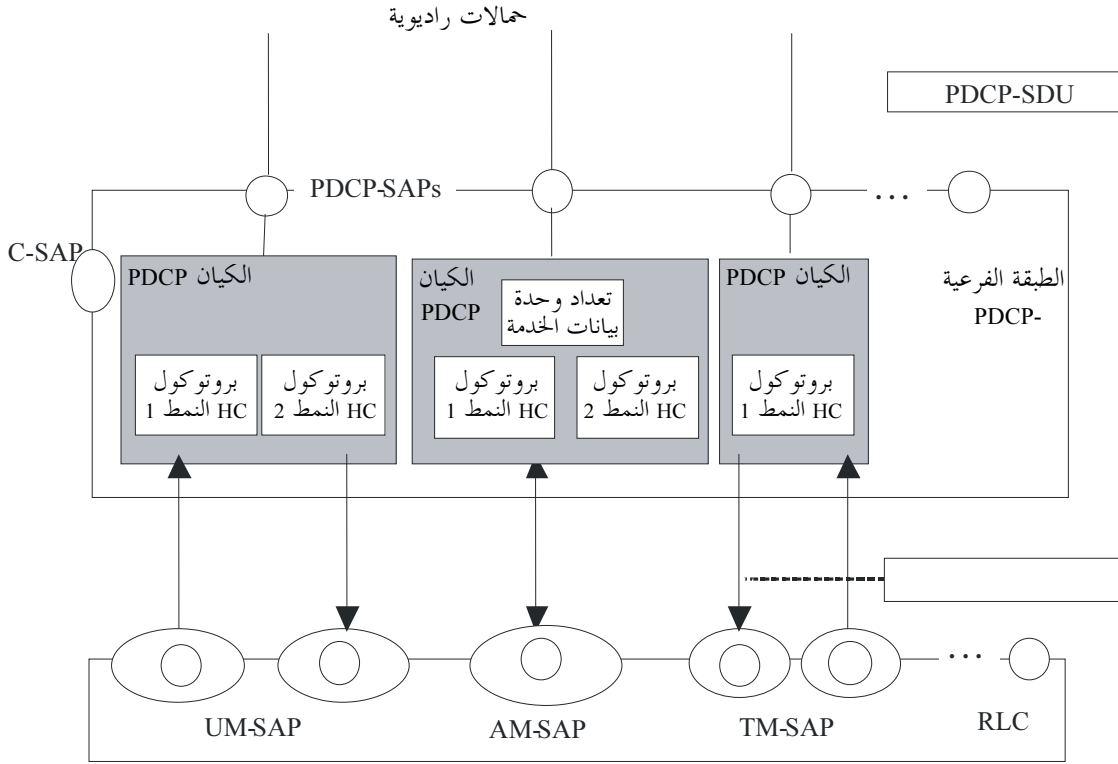


9.8.3.4 تصميم طبقة بروتوكول تقارب رزم البيانات (PDCP)

يقوم تصميم طبقة بروتوكول تقارب رزم البيانات (PDCP) على أساس 3GPP TS 25,323 مع كم تحسينات السواتل. ويبين الشكل 129 بنية الطبقة PDCP.

وتؤدي طبقة بروتوكول تقارب رزم البيانات الوظائف التالية:

- انضغاط وإزالة إنضغاط الرأسية التابعة لانسبابات بيانات بروتوكول الإنترنت (IP) (مثلاً رأسية TCP/IP ورأسية RTP/UDP/IP من أجل IPv4 و IPv6) عند جهتي البث والاستقبال على التوالي.
- نقل بيانات المستعمل. وتُعتمد هذه الوظيفة لنقل البيانات فيما بين مستعملي خدمات PDCP.
- صيانة أرقام التتابع للطبقة PDCP.
- وتُستخدم الطبقة PDCP الخدمات التي توفرها الطبقة الفرعية لمراقبة الوصلة الراديوية RLC.
- وتتضمن التحسينات المثلى التي تُجرى على السواتل ما يلي:
 - إجراءات الإنشاء المبكر للسياقات
 - انضغاط رأسية البايث الصفري
 - المناولة الكفوءة لرزم بروتوكول التحكم في النقل في الوقت الحقيقي (RTCP)
 - المناولة الكفوءة لرأسيات IPv6 RTP/UDP/IP
 - التفاعل مع خدمة التفويض بتعزيز أداء البروتوكول TCP
- وتتضمن فوائد وظائف طبقة البروتوكول PDCP ما يلي:
 - تحسين الكفاءة الطيفية وخفض استخدام القدرة الساتلية
 - تحسين القدرات
 - إطالة عمر بطارية مطراف المستعمل (UT)
 - تحسين مدة الاستجابة التفاعلية
 - خفض معدل فقدان الرزم



1850-129

10.8.3.4 أنواع المطاريف

يقدم النظام 3G GMR-1 الدعم لطائفة واسعة من أنواع المطاريف بدءاً بالمطاريف الصغيرة المحمولة باليد وحتى المطاريف الكبيرة ذات الكسب المرتفع الثابتة والقابلة للنقل (ETSI TS 101 376-5-2). ويتم دعم كل من معدلي الصوت 2,45 و 4 kbit/s باستخدام انضغاط رأسية البايت الصغرى، فضلاً عن حركة البيانات بروتوكول الإنترنت (IP)، بعروض نطاق تتوقف على نوع المطراف. وتتم مساندة خواص المطاريف التالية:

- مُبين النوع المطرافي GMR (نقطة شفرة للتشوير)
- الفئة متعددة الفجوات (تقييدات على عمليات بثّ الرشقات للمطاريف الصغيرة)
- فئة القدرة (انظر المواصفة المنشورة)
- أنواع القنوات المدعومة (القناة FCCH و/أو FCCH3، وما إلى ذلك)
- مقدرة الإرسال (نصف مزدوج أو مزدوج بالكامل)
- أسلوب الاستخدام (محمول، ثابت، وما إلى ذلك)
- نوع الهوائي (داخلي أو خارجي، مُستقطب خطياً أو دائرياً، وما إلى ذلك)
- السطوح البينية الشبكية المدعومة (الأسلوب A أو Gb أو Iu)
- نطاق التشغيل (2 GHz، 1,6/1,5 GHz).

إن النظام أو السطح البيئي 3G GMR-1 هو امتداد للمعيار GMR-1 المنشور الصادر عن المعهد الأوروبي لمعايير الاتصالات ETSI (ETSI TS 101 376) ورابطة صناعة الاتصالات السلكية والاسلكية TIA (S-J-STD-782) للاتصالات الساتلية المتنقلة، من أجل دعم خدمات النظام IMT-2000. ويُستخدم النظام GMR-1 حالياً في الأنظمة الساتلية المتنقلة التي تغطي أوروبا وإفريقيا وآسيا ومنطقة الشرق الأوسط. ويتم حالياً نشر نظام (الجيل الثالث) 3G GMR-1 في أمريكا الشمالية.

ويُقدم النظام 3G GMR-1 الخدمات المتعلقة بالنظام IMT-2000 إلى مجموعة واسعة متنوعة من المطاريف، ويدعم إنتاج/صبيب بيانات الرزم بدءاً من 2,45 وحتى 592 kbit/s.

ويعمل النظام 3G GMR-1 على دعم الخدمة الصوتية المنضغطة برأسية البايث الصفري الكفوءة طيفياً.

ويتوافر النظام GMR-1 حالياً على هيئة مواصفة لسطح بيئي هوائي صادرة عن المعهد (ETSI TS 101 376) ورابطة صناعة الاتصالات السلكية والاسلكية TIA (S-J-STD-782). وسيتم إطلاق النظام 3G GMR-1 في ساحة المعايير لتدارسه واستعراضه.

5 توصيات بشأن حدود البث غير المطلوب الوارد من مطاريف الأنظمة الساتلية للنظام IMT-2000

ينبغي لعمليات البث غير المطلوب الواردة من مطاريف الأنظمة الساتلية للنظام IMT-2000 أن تتوافق مع الحدود المنصوص عليها في التوصيات الصادرة عن ITU-R ذات الصلة (مثلاً، بالنسبة إلى الأنظمة الساتلية للمدار الساتلي المستقر بالنسبة إلى الأرض (GSO) والمدار الساتلي غير المستقر بالنسبة إلى الأرض (non-GSO)، العاملة ضمن نطاقات معينة تتراوح بين 1 و 3 GHz، يجب على جميع المطاريف أن تتوافق مع المستويات التي ورد تحديدها في التوصية ITU-R M.1343 والتوصية ITU-R M.1480 على التوالي).

الملحق 1

المختصرات

مشروع شراكة الجيل الثالث (3rd Generation Partnership Project)	3GPP
مبيّن الحيازة (Acquisition indicator)	AI
قناة مبيّن الحيازة (Acquisition indicator channel)	AICH
نقل أوتوماتي للوصلة الراديوية (Automatic radio link transfer)	ALT
تمهيد النفاذ (Access preamble)	AP
طلب التكرار أوتوماتياً (Automatic repeat request)	ARQ
فجوة النفاذ (Access slot)	AS
زوج قيم النعت (Attribute value pair)	AVP
قناة إذاعية (Broadcast channel)	BCH
قناة تحكّم إذاعية (Broadcast control channel)	BCCH
تصحيح عكسي للأخطاء (Backward error correction)	BEC
معدل خطأ البتات (Bit error ratio)	BER
إبراق بزحزحة الطور ثنائي الحالة (Binary Phase Shift Keying)	BPSK

(Base station) محطة قاعدة	BS
(Beam selection diversity transmission technique) تقنية إرسال بتنوع انتقاء الحزمة	BSDT
(Common control channel) قناة تحكم مشتركة	CCCH
(Common control physical channel) قناة تحكم مادية مشتركة	CCPCH
(Code division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة	CDMA
(Collision detection preamble) تمهيد كشف التصادم	CDP
(Clear line of sight) خط بصر واضح	CLoS
(Core network) شبكة مركزية	CN
(Common packet channel) قناة الرزمة المشتركة	CPCH
(Common pilot channel) قناة دليلية مشتركة	CPICH
(CPCH status indicator channel) قناة مبيّن حالة قناة الرزمة المشتركة	CSICH
(Common traffic channel) قناة الحركة المشتركة	CTCH
(Dedicated control channel) قناة تحكم مكرسة	DCCH
(Dedicated physical control channel) قناة تحكم مادية مكرسة	DPCCH
(Dedicated physical data channel) قناة مادية مكرسة للبيانات	DPDCH
(Direct radiating array) صفيف مشع مباشر	DRA
(Direct spread CDMA) نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة والتمديد المباشر	DS-CDMA
(Downlink shared channel) قناة متقاسمة للوصلة الهابطة	DSCH
(Dedicated traffic channel) قناة حركة مكرسة	DTCH
(Dual-tone multiple frequency) تردد متعدد بنغمة مزدوجة	DTMF
(Forward access channel) قناة نفاذ أمامية	FACH
(Feedback information) معلومات راجعة	FBI
(Frame control header) رأسية ضبط الرتل	FCH
(Frequency correction channel) قناة تصحيح التردد	FCCH
(Frequency division duplex) ازدواج بتقسيم التردد	FDD
(Frequency division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم التردد	FDMA
(Forward error correction) تصحيح أمامي للأخطاء	FEC
(Frame error ratio) معدل خطأ الأرتال	FER
(Fast Fourier transform) محوّل فورييه السريع	FFT
(Frame synchronization word) كلمة تزامن الرتل	FSW
(File transfer protocol) بروتوكول نقل الملفات	FTP
(GPS broadcast channel) قناة إذاعية لنظام تحديد المواقع العالمي	GBCH
(Ground control centre) مركز تحكم أرضي	GCC
(GSM EDGE Radio Access Network) شبكة النفاذ الراديوية GSM EDGE	GERAN
(Geo-Mobile Radio -1) نظام ساتلي متنقل ثابت بالنسبة إلى الأرض	GMR-1
(Global Positioning System) نظام تحديد المواقع العالمي	GPS
(High-level data link control) تحكم في وصلة البيانات العالية المستوى	HDLC

قناة تحكم مادية مشتركة عالية الاختراق (High penetrating common control physical channel)	HP-CCPCH
أنظمة فرعية متعددة الوسائط بروتوكول الإنترنت (IP multimedia subsystems)	IMS
مكرر الوحدة المتوسطة (Intermediate module repeater)	IMR
بروتوكول الإنترنت (Internet protocol)	IP
وظائف التشغيل البيئي (Interworking functions)	IWF
شفرة منخفضة الكثافة لاختبار التعادلةية (Low density parity check code)	LDPC
محطات أرضية برية (Land earth stations)	LES
مراقبة النفاذ المتوسط (Medium access control)	MAC
إذاعة الوسائط المتعددة/خدمة توزيع متعدد (Multimedia broadcast/multicast service)	MBMS
موجة حاملة متعددة (Multi-carrier)	MC
محطة أرضية متنقلة (Mobile earth station)	MES
رتل متعدد (Multiframe)	MF
طاقة خرج دنيا (Minimum output energy)	MOE
دمج النسب القصوى (Maximum ratio combining)	MRC
قناة حركة إذاعة الوسائط المتعددة (MBMS traffic channel)	MTCH
مطاريف متنقلة (Mobile terminals)	MTs
قناة مراقبة التبليغات (Notifications control channel)	NCCH
إبراق تربيعة بزحزحة الطور مركّب ومتعامد (Orthogonal complex QPSK)	OCQPSK
عامل تمديد متغير متعامد (Orthogonal variable spreading factor)	OVSF
بدالة فرعية خاصة (Private branch exchange)	PBX
شفرة تلايفية تسلسلية متوازية (Parallel concatenated convolution code)	PCCC
قناة بحث راديوي، قناة استدعاء راديوي (Paging channel)	PCH
تمهيد ضبط القدرة (Power control preamble)	PC-P
قناة مادية للرزمة المشتركة (Physical common packet channel)	PCPCH
قناة دليلية مشتركة أولية (Primary common pilot channel)	P-CPICH
بروتوكول تقارب رزم البيانات (Packet data convergence protocol)	PDCP
قناة مادية متقاسمة للوصلة الهابطة (Physical downlink shared channel)	PDSCH
قناة تحكم مادية متقاسمة للوصلة الهابطة (Physical downlink shared control channel)	PDSCHC
قناة حركة رزم البيانات (Packet data traffic channel)	PDTCH
وحدة بيانات البروتوكول (Protocol data unit)	PDU
تشكيل ترددي مسبق التعويض (Pre-compensated frequency modulation)	PFM
قناة تحكم مادية مشتركة دليلية (Pilot common control physical channel)	PI-CCPCH
شبكة متنقلة برية عمومية (Public land mobile network)	PLMN
قناة مادية للنفاذ العشوائي (Physical random access channel)	PRACH
معلومات المستعمل الخاصة (Private user information)	PRI
شفرة تزامن أولية (Primary sync code)	PSC

(Public Switched Data Network) شبكة معطيات بتبديل الرزم	PSDN
(Public Switched Telephone Network) الشبكة الهاتفية العمومية التبديلية	PSTN
(Public user information) معلومات المستعمل العامة	PUI
(Quality of service) نوعية الخدمة	QoS
(Quadrature phase shift keying) إبراق تربياعي بزحزة الطور	QPSK
(Random access channel) قناة نفاذ عشوائي	RACH
(Radio frequency) تردد راديوي	RF
(Radio link control) مراقبة الوصلة الراديوية	RLC
(Radio network controller) مراقب الشبكة الراديوية	RNC
(Radio network sub-systems) أنظمة فرعية للشبكة الراديوية	RNS
(Radio resource control) مراقبة المورد الراديوي	RRC
(Radio resource management) إدارة المورد الراديوي	RRM
(Random traffic channel) قناة الحركة العشوائية	RTCH
(Secondary common control physical channel) قناة تحكم مادية مشتركة ثانوية	S-CCPCH
(Secondary common pilot channel) قناة دليلية مشتركة ثانوية	S-CPICH
(Single-carrier) موجة حاملة أحادية	SC
(Satellite control centre) مركز مراقبة الساتل	SCC
(Synchronization channel) قناة التزامن	SCH
(Single-channel-per-carrier) قناة وحيدة لكل موجة حاملة	SCPC
(Standards development organization(s)) منظمة وضع المعايير	SDO(s)
(Service data unit) وحدة بيانات الخدمة	SDU
(Spreading factor) عامل تمديد	SF
(System frame number) رقم رتل النظام	SFN
(Status indicator) مبین الحالة	SI
(Signal-to-interference ratio) نسبة الإشارة إلى التداخل	SIR
(Subscriber identity module) وحدة هوية المشترك	SIM
(Short message service) خدمة الرسائل القصيرة	SMS
(Satellite radio access network) شبكة النفاذ الراديوي الساتلي	SRAN
(Satellite radio interface E) سطح بيني راديوي ساتلي متطور	SRI-E
(Subscriber station) محطة المشترك	SS
(Secondary sync code) شفرة تزامن ثانوية	SSC
(Spot selection diversity transmission) إرسال بتنوع انتقاء البقعة	SSDT
(Beam selection transmit diversity) تنوع الإرسال بانتقاء الحزمة	SSTD
(Satellite wideband CDMA) نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة ساتلي عريض النطاق	SW-CDMA
(Time division duplex) ازدواج بتقسيم الزمن	TDD
(Time division multiple access) نفاذ متعدد بتقسيم الزمن	TDMA
(Transport-format combination indicator) مبین ترکیبة نسق النقل	TFCI

مراقبة قدرة الإرسال (Transmit power control)	TPC
القياس عن بعد والتحكم عن بعد والمراقبة (Telemetry, telecommand, and control)	TT&C
الفترة الزمنية للإرسال (Transmission time interval)	TTI
معدل بتات غير مؤكّد (Unassured bit rate)	UBR
معدات المستعمل (User equipment)	UE
محدد الموارد الموحد (Uniform resource locator)	URL
مطراف المستعمل (User terminal)	UT
نفاذ راديوي أرضي شامل (Universal Terrestrial Radio Access)	UTRA
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة عريض النطاق (Wideband CDMA)	WCDMA
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة والزمن عريض النطاق (Wideband (hybrid) code and time-division multiple access)	W-C/TDMA
إرسال متعدد بتقسيم الشفرة والزمن متعامد عريض النطاق ((Hybrid) wideband orthogonal CDM/TDM)	W-O-C/TDM
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة والزمن شبه متعامد وشبه متزامن عريض النطاق ((Hybrid) wideband quasi-synchronous quasi-orthogonal CDMA/TDMA)	W-QS-QO-C/TDMA
