

الاتحاد الدولي للاتصالات

أنظمة الإرسال والمراسلة المتقدمة



كتيب

الاتصالات المتنقلة البرية
(بما في ذلك النفاذ اللاسلكي)

المجلد 3

(طبعة 2005)

الاتحاد الدولي للاتصالات



مكتب الاتصالات الراديوية

قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد الدولي للاتصالات

يضطلع قطاع الاتصالات الراديوية بدور يتمثل في تأمين الترشيد والإنصاف والفعالية والاقتصاد في استعمال طيف الترددات الراديوية في جميع خدمات الاتصالات الراديوية، بما فيها الخدمات الساتلية، وإجراء دراسات دون تحديد لمدى الترددات، تكون أساساً لإعداد التوصيات واعتمادها.

ويؤدي قطاع الاتصالات الراديوية وظائفه التنظيمية والسياسية من خلال المؤتمرات العالمية والإقليمية للاتصالات الراديوية وجمعيات الاتصالات الراديوية بمساعدة لجان الدراسات.

يرجى الاتصال بالعنوان التالي للحصول على المعلومات المتعلقة بمسائل الاتصالات الراديوية:

ITU
Radiocommunication Bureau
Place des Nations
CH- 1211 Geneva 20
Switzerland
Telephone: +41 22 730 5800
Fax: +41 22 730 5785
E-mail: brmail@itu.int
Web: www.itu.int/itu-r

يرجى الاتصال بالعنوان التالي لطلب منشورات الاتحاد الدولي للاتصالات:

ويرجى ملاحظة أن الطلبات لا تقبل عن طريق الهاتف، ولذلك ينبغي إرسالها بالفاكس أو بالبريد الإلكتروني.

ITU
Sales and Marketing Division
Place des Nations
CH- 1211 Geneva 20
Switzerland

Fax: +41 22 730 5194
E-mail: sales@itu.int

زوروا المكتبة الإلكترونية لمنشورات الاتحاد على الموقع التالي: www.itu.int/publications

© ITU 2005

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

أنظمة الإرسال والمراسلة المتقدمة

كتيب

الاتصالات المتنقلة البرية
(بما في ذلك النفاذ اللاسلكي)

المجلد 3

(طبعة 2005)

توطئة

كان أول كتيب عن الاتصالات المتنقلة البرية في أواخر التسعينات، في إطار أعمال فرقة العمل 8A في قطاع الاتصالات الراديوية، تلبية لتزايد حاجة البلدان النامية إلى كتيب عن آخر ما توصلت إليه التكنولوجيا يشمل مختلف جوانب خدمات وتكنولوجيات وأنظمة الاتصالات المتنقلة البرية. ويقع الكتيب في عدة مجلدات صدر منها مجلدان: المجلد 1 يتناول النفاذ اللاسلكي الثابت والمجلد 2 يتناول مبادئ ومناهج التطور نحو الاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2000.

والغرض من الكتيب هو المساعدة في عملية صنع القرارات التي تتناول التخطيط للأنظمة المتنقلة البرية وهندستها ونشرها، وخصوصاً في البلدان النامية. كما ينبغي أن يشتمل على المعلومات الوافية للمساعدة في تدريب المهندسين والمخططين على جوانب التنظيم والتخطيط والهندسة والتنفيذ المرتبطة بهذه الأنظمة.

ويوفر المجلد 3، وعنوانه أنظمة الإرسال والمراسلة المتقدمة، معلومات عن آخر ما توصلت إليه التكنولوجيا في أنظمة وتطبيقات وتكنولوجيات الاستدعاء والمراسلة المتقدمة والإرسال في الاتصالات المتنقلة البرية، بالإضافة إلى توصيف بعض الأنظمة النموذجية. وتشير أنظمة الإرسال إلى نظام اتصالات متنقلة برية حيث يقوم موقع مركزي، وهو المرسل بالاتصال مع عدد من الوحدات الراديوية المتنقلة (على متن مركبة أو محمولة يدوياً) في أسطول منتشر في منطقة عمليات محددة. وما زالت تنمو تكنولوجيات الاستدعاء والمراسلة المتقدمة وتخطو إلى الأمام في مجالات مثل الاستدعاء ثنائي الاتجاه والاستدعاء بالخطاب المرقمن، وقد أصبحت شكلاً مألوفاً جداً من أشكال الاتصالات المتنقلة في شتى أنحاء العالم. والمحتوى التقني في هذا المجلد يستهدف الإدارات وجهات التشغيل في البلدان النامية والمتقدمة على السواء.

والمجلد 3 من وضع مجموعة من الخبراء في إطار فرقة العمل 8A للاتصالات الراديوية. وبهذه المناسبة أود أن أعرب عن امتناني وتقديري لكل من السيدة سيندي كوك (كندا)، المقررة المعنية بكتيب الاتصالات المتنقلة البرية، والسيد ميشيل بيروغ (فرنسا) والسيد سونيل كانجيكال (كندا) اللذين تفضلاً بالمساهمة في تحرير هذا المجلد في مختلف مراحل المشروع.

جوزيه م. كوستا

رئيس فرقة العمل 8A للاتصالات الراديوية

كندا

جدول المحتويات

الصفحات

iii	توطئة	.....
1	الفصل الأول	.....
1	مقدمة	.....
1	1.1 الغرض من كتيب الاتصالات المتنقلة البرية ونطاقه	.....
1	2.1 الخلفية	.....
2	3.1 تنظيم المجلد 3	.....
3	الفصل الثاني - أنظمة الإرسال	.....
3	1.2 مقدمة	.....
3	2.2 الخلفية	.....
3	3.2 أنظمة الإرسال الرقمية التي تتسم بكفاءة استعمال الطيف	.....
4	1.3.2 الشبكة الرقمية المتكاملة المعززة (iDEN)	.....
4	2.3.2 النظام الراديوي الرقمي المتكامل (IDRA)	.....
4	3.3.2 المشروع 25	.....
4	4.3.2 النظام الراديوي للأرض متعدد القنوات (TETRA)	.....
4	5.3.2 TETRAPOL	.....
5	6.3.2 نظام الاتصالات بالنفاذ الرقمي المعزز (EDACS)	.....
5	7.3.2 نظام النفاذ المتعدد بالقفز بين الترددات (FHMA)	.....
5	8.3.2 النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة - الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (CDMA-PAMR).....	.....
5	4.2 الاتجاهات المقبلة في أنظمة الإرسال الرقمي	.....
7	الفصل الثالث - الاستدعاء الراديوي والمراسلة المتقدمة	.....
7	1.3 مقدمة	.....
7	2.3 الخلفية	.....
7	3.3 أنظمة الاستدعاء الراديوي عالية السرعة	.....
7	1.3.3 بروتوكول المنطقة الواسعة المتزامن المرن (FLEX)	.....
8	2.3.3 نظام المراسلة الراديوية الأوروبي (ERMES)	.....
8	4.3 المراسلة المتقدمة ثنائية الاتجاه	.....
9	5.3 الاتجاهات المقبلة في أنظمة الاستدعاء والمراسلة المتقدمة عالية السرعة	.....

9	..... كفاءة الطيف	1.5.3
10	..... الإشعار بالاستلام	2.5.3
10	..... المراسلة الصوتية ثنائية الاتجاه	3.5.3
11	..... مواصفات أنظمة الإرسال	الملحق 1 -
31	..... أنظمة الاستدعاء الراديوي والمراسلة المتقدمة	الملحق 2 -
39	..... قائمة بالمختصرات	الملحق 3 -

الفصل الأول

مقدمة

1.1 الغرض من كتيب الاتصالات المتنقلة البرية ونطاقه

كان أول كتيب عن الاتصالات المتنقلة البرية في أواخر التسعينات، في إطار أعمال فرقة العمل 8A في قطاع الاتصالات الراديوية، تلبية لتزايد حاجة البلدان النامية إلى كتيب عن آخر ما توصلت إليه التكنولوجيا يشمل مختلف جوانب خدمات وتكنولوجيات وأنظمة الاتصالات المتنقلة البرية. ويقع الكتيب في عدة مجلدات صدر منها مجلدان: المجلد 1 يتناول النفاذ اللاسلكي الثابت والمجلد 2 يتناول مبادئ ومناهج التطور نحو الاتصالات المتنقلة الدولية IMT-2000. والغرض من الكتيب هو المساعدة في عملية صنع القرارات التي تتناول التخطيط للأنظمة المتنقلة البرية وهندستها ونشرها، وخصوصاً في البلدان النامية. كما ينبغي أن يشتمل على المعلومات الوافية للمساعدة في تدريب المهندسين والمخططين على جوانب التنظيم والتخطيط والهندسة والتنفيذ المرتبطة بهذه الأنظمة. ويشمل الكتيب تطبيقات الاتصالات المتنقلة البرية بما فيها الاتصالات على متن المركبات والاتصالات داخل المباني وخارجها، بالإضافة إلى تطبيقات أخرى مثل أنظمة النقل الذكية (ITS). وتشمل الأنظمة التي يتناولها الكتيب الأنظمة الخلوية وأنظمة المراسلة وأنظمة الإرسال والنفاذ اللاسلكي الثابت وكذلك أنظمة النقل الذكية.

ولعل مستعملي هذا الكتيب ينتمون إلى إحدى فئتين، تشمل الأولى صانعي القرارات والمخططين الذين يرغبون في أن يوفر لهم الكتيب ما يكفي من المعلومات لمساعدتهم في صنع القرارات بشأن خيارات الأنظمة بقدر ما تكون ملائمة لتلبية متطلباتهم. ولها الغرض يشتمل الكتيب على تحليل لمختلف الأنظمة يأخذ في الاعتبار عوامل شتى مثل تقدير الحركة والتنبؤ بها ومتطلبات نطاق التردد والطيف ومتطلبات وتجارب الاستثمار والتنظيم ورسم السياسة واستراتيجيات التنفيذ والآثار المترتبة في المستقبل القريب والبعيد، إلى جانب العناصر الأخرى المطلوبة لأغراض صنع القرارات والتخطيط.

أما الفئة الثانية من المستعملين - وهم المهندسون - فإن الكتيب يوفر لها مزيداً من المعلومات التقنية المتعمقة عن خصائص مختلف الأنظمة والتطبيقات وتصميم الأنظمة وتحليل الحركة وتقديرها وتقدير الطيف وخطط تنسيق القنوات وتصميم الخلايا وانتقائها واستراتيجية التنفيذ والأجهزة المتنقلة وتجهيزات المحطة القاعدة، وغير ذلك من المعلومات ذات الصلة.

2.1 الخلفية

إن الغرض من المجلد 3 من كتيب الاتصالات المتنقلة البرية هو توفير المعلومات عن آخر ما توصلت إليه التكنولوجيا في أنظمة وتطبيقات وتكنولوجيات الاستدعاء والمراسلة المتقدمة والإرسال في الاتصالات المتنقلة البرية.

إن مجتمعنا المعاصر يعتمد اعتماداً كبيراً على حركة النقل من أجل تقديم الخدمات الحرجة لتلبية احتياجات ومتطلبات حياتنا اليومية. وفي صميم هذه الحركة حاجة ماسة إلى الاتصالات الراديوية على وجه السرعة وعلى درجة عالية من المعولية والتي توفر الوصلات المطلوبة لضمان التنسيق المحكم لمختلفة الأنشطة التي تمارس داخل مناطق عمليات شاسعة. ولولا الاتصالات الراديوية المعول عليها في أنظمة الإرسال لتوقفت عجلة عمليات السلامة العامة وعمليات الطوارئ بما في ذلك خدمات الشرطة والإطفاء والإسعاف والمنافع العامة والنقل البري والتوزيع وغير ذلك من عمليات الحكومة كما نعرفها اليوم.

3.1 تنظيم المجلد 3

ينتظم المجلد 3 في عدد من الفصول التي تقدم إلى القارئ معلومات رئيسية بينما تدرج المعلومات التقنية والتشغيلية والتنظيمية المفصلة في الملحقات. وتأتي مقدمة المجلد في الفصل 1. ويوفر الفصل 2 معلومات عن مختلف أنظمة الإرسال الرقمية التي تتسم بكفاءة استعمال الطيف. ويشتمل الفصل 3 على وصف مقتضب وذكر لأهم خصائص تطبيقات وأنظمة الاستدعاء والمراسلة المتقدمة. وثمة توصيفات تقنية مفصلة لمختلف الأنظمة في الملحقين 1 و2.

الفصل الثاني

أنظمة الإرسال

1.2 مقدمة

تشير أنظمة الإرسال إلى نظام اتصالات متنقلة برية حيث يقوم موقع مركزي، وهو المرسل، بالاتصال من عدد من الوحدات الراديوية المتنقلة (على متن مركبة أو محمولة يدوياً) في أسطول منتشر في منطقة عمليات محددة. وقد يتألف الأسطول من أطراف تشارك في عمليات الشرطة أو الإطفاء أو سيارات الأجرة أو التوزيع أو الصيانة أو خلاف ذلك. وقد يتألف الأسطول من فئة واحدة من المستعملين أو من مزيج من مختلف المستعملين حيث يستدعي الأمر نظام إرسال متكامل. والمساحة التي تشملها الوحدات المتنقلة قد تكون واسعة جداً وقد تخدمها خلية واحدة أو منظومات من خلايا متعددة. وتبعاً لحجم الأسطول فقد تقاسم الوحدات نفس القناة أو قد تتطلب قنوات متعددة. وقد يكون الاتصال بأسلوب مفرد الإرسال (تردد واحد يستخدم في الاتجاهين الصاعد والهابط على السواء على أساس "اضغط لتتكلم") أو بأسلوب نصف ازدواج الإرسال (حيث يستخدم ترددان واحد في الاتجاه الصاعد والآخر في الاتجاه الهابط ويكون أحد الترددتين فقط فعالاً في أي وقت). والأسلوب الثالث هو ازدواج الإرسال (حيث تستخدم قناتان منفصلتان واحدة للاتصالات في الاتجاه الصاعد والأخرى في الاتجاه الهابط).

وعندما يكون الأسطول صغيراً لا يحتوي على أكثر من بضعة وحدات متنقلة فقد يتمكن فرد واحد من تلبية متطلبات الإرسال. ولكن تعقيد عملية الإرسال يزداد بازدياد عدد الوحدات المتنقلة. وعلاوة على ذلك، وتبعاً لنوع العملية، فقد أدى النفاذ إلى قواعد البيانات وذلك النوع من معلومات أحوال المرور في الطرق السريعة (نظام النقل الذكي) إلى زيادة الاعتماد على إرسال البيانات. وقد ازداد هذا الاعتماد أيضاً نظراً إلى ارتفاع الطلب على النفاذ إلى الإنترنت لاستقاء المعلومات من أجل تعزيز وتدعيم التطبيقات والخدمات المقدمة.

2.2 الخلفية

كانت أنظمة الإرسال في الماضي تستخدم الطيف على درجة عالية من الكفاءة حيث كان في مقدور عدة مستعملين تقاسم قناة واحدة، وكانت تستخدمها فئات مختلفة منها مثلاً خدمات الشرطة والإطفاء وسيارات الأجرة والتوزيع والصيانة وغيرها. وحتى عهد قريب كان التشكيل التماثلي هو التكنولوجيا الرئيسية المستخدمة في أنظمة الإرسال. بيد أن ضيق الطيف المتاح لأنظمة الإرسال بالإضافة إلى النمو السنوي والطلب المتزايد على الاتصالات القائمة على البيانات¹ قد أدى إلى استحداث تكنولوجيا على درجة أعلى من الكفاءة الطيفية تستخدم تقنيات التشكيل الرقمي وتعدد القنوات.

3.2 أنظمة الإرسال الرقمية التي تتسم بكفاءة استعمال الطيف

يحتوي هذا القسم على وصف مقتضب لأنظمة الإرسال الرقمية التي تتسم بكفاءة استعمال الطيف في مجال الاستعمالات الدولية والإقليمية. ويحتوي الملحق 1 على الخصائص التقنية والتشغيلية لثمانية أنظمة أخذت تنتشر في جميع أنحاء العالم.

¹ تشمل قدرات توصيل البيانات التي تحفز قبول اللاسلكي الرقمي خدمات الاتصالات الجديدة لنقل الصوت والفيديو وغيرها من الوسائط المتعددة.

1.3.2 الشبكة الرقمية المتكاملة المعززة (iDEN)

هذه الشبكة هي نظام اتصالات يعمل في زهاء خمسة عشر بلداً ويستخدمه أكثر من 18 مليون مشترك ويعتمد على تكنولوجيا تعدد الإرسال بتقسيم الزمن القائمة. وهذه الشبكة عبارة عن تطبيق تجاري لنظام راديوي رقمي متنقل متكامل (DIMRS) جاء وصفه في التقرير ITU-R M.2014. وهي تقدم ست دارات اتصالات عبر قناة واحدة بتردد 25 kHz، تضم الخدمات والقدرات المرتبطة عادة بنظام إرسال ونظام هاتف خلوي ونظام بيانات رزمي وشبكة للمراسلة المتقدمة والاستدعاء يمكن النفاذ إليها باستخدام جهاز محمول بحجم الهاتف الخلوي.

2.3.2 النظام الراديوي الرقمي المتكامل (IDRA)

ينطوي هذا النظام على معيار إرسال ونظام طور في اليابان وهو يضم المزايا المألوفة لراديو ثنائي الاتجاه وخدمات بيانات متقدمة في هيكلية مشتركة وجهاز لدى المشترك. وهو عبارة عن صيغة معدلة للنظام الرقمي متعدد القنوات القائم في اليابان، ونفاذ متعدد بتقسيم الزمن (TDMA)، ومعيار 16 تشكيل اتساعي تريبيعي (QAM)، يستوعب ست محادثات صوتية في قناة تردد راديوي بمقدار 25 kHz.

3.3.2 المشروع 25

المشروع 25 هو طاقم من المعايير التي طورت بتضافر جهود المستعملين في إطار حكومة الولايات المتحدة الأمريكية على كل من المستوى المحلي ومستوى المقاطعة والمستوى الفيدرالي، بالتعاون مع رابطة صناعات الاتصالات (TIA). ويرمي المشروع 25 إلى تمكين وكالات السلامة العامة من النزوح انسيابياً من أنظمة تشكيل التردد (FM) التماثلية إلى الأنظمة الرقمية ضيقة النطاق وعريضة النطاق التي توفر إمكانية معززة في وظيفة إرسال الصوت والبيانات. ويتألف المشروع 25 من مرحلتين رئيسيتين: المرحلة الأولى هي نظام نفاذ متعدد بتقسيم التردد (FDMA) يستخدم تشكيلات متوافقة مع تشكيل التردد (FM) ومع تشكيلات إبراق تريبيعي بزحزة الطور (QPSK) بتردد 12,5 kHz، وفي المرحلة الثانية يضاف نفاذ متعدد بتقسيم التردد في نطاقات عرض 6,25 kHz. كما تتناول المرحلة الثانية أيضاً بدائل نفاذ متعدد بتقسيم الزمن (TDMA) لتحقيق تكافؤ بمقدار 6,25 kHz وإرسال بيانات بسرعة عالية وعدد من التحسينات في النظام. وقد جرى العمل بخصوص البيانات عالية السرعة في إطار مشروع معايير بيانات النطاق العريض (وثائق سلسلة رابطة صناعات الاتصالات TIA 902) للتردد 700 MHz وهي تُعد حالياً لتكون من المعايير القومية الأمريكية. وقد ساهمت المعلومات أيضاً في مشروع النطاق العريض الذي يتناول حراكة أنشطة الطوارئ والسلامة (MESA).

4.3.2 النظام الراديوي للأرض متعدد القنوات (TETRA)

هو نظام راديوي عالي الأداء طور بالدرجة الأولى للمستعملين المحترفين وهو يقدم طائفة واسعة متنوعة من خدمات الصوت والبيانات. وهو يعتمد معيار النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) ويستخدم تشكيل إبراق رقمي تريبيعي بزحزة الطور ($\pi/4$ DQPSK) لاستيعاب أربع دارات صوتية في قناة بتردد 25 kHz.

TETRAPOL 5.3.2

هو مواصفة متاحة للجمهور لنظام راديوي رقمي متنقل خاص متعدد القنوات كامل التشغيل طورته مجموعة من المصنعين لخدمات الأمن والطوارئ. وهو يستخدم تكنولوجيا النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) مع تشكيل إبراق غوسي (مرشح) بزحزة دنيا (GMSK) في مباعدة للموجة الحاملة بمقدار 12,5 kHz و 10 kHz لتيسير النزوح من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي.

6.3.2 نظام الاتصالات بالإنفاذ الرقمي المعزز (EDACS)

هو نظام راديوي متقدم ثنائي الاتجاه ومتعدد القنوات يعمل بتردد 25 kHz أو 12,5 kHz. وتمكن مواصفات النظام من التوافق وإمكانية التشغيل البيئي رجعياً مع القاعدة القائمة من التجهيزات والأنظمة. ويستخدم النظام مجموعة من تقنيات تشكيل الإبراق الغوسي بزحزحة التردد (GFSK).

7.3.2 نظام الإنفاذ المتعدد بالقفز بين الترددات (FHMA)

طُوّر هذا النظام في إسرائيل لتحسين كفاءة استعمال الطيف من أجل سوق الإنفاذ العام الراديوي المتنقل وسوق الإنفاذ الخاص الراديوي المتنقل. ويعمل هذا النظام في قنوات بتردد 25 kHz.

8.3.2 الإنفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة - الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية الإنفاذ (CDMA-PAMR)

هو نظام يتسم بالكفاءة طيفياً يستخدم تكنولوجيا نقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت (VoIP) ويعمل عبر شبكة راديوية cdma2000 وذلك لتزويد المستخدمين بخدمات الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية الإنفاذ (PAMR) بالإضافة إلى خدمات البيانات في مجال من معدلات البيانات. ويوفر هذا النظام بيئة على درجة عالية من المرونة من أجل استحداث خدمات وتطبيقات ومجموعة قوية من خدمات الصوت والبيانات تعتمد الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية الإنفاذ (PAMR). وعرض نطاق الموجة الحاملة لهذا النظام هو 1,25 MHz وهو يعمل بمعامل تردد (خلوي) لإعادة الاستعمال قدره 1.

4.2 الاتجاهات المقبلة في أنظمة الإرسال الرقمي

فضلاً عن أنظمة الإرسال المدرجة أعلاه هنالك عدد من معايير الإرسال الرقمي قيد التطوير من شأنها أن تعزز قدرات خدمات الإرسال المتنقلة البرية القائمة حالياً، ومن بينها TETRA 2 و MESA و cdma2000 ومشروع معايير بيانات النطاق العريض والمشروع 34.

ويجري حالياً تقييم هذه التكنولوجيات الرقمية وطنياً وإقليمياً ودولياً. ورغم أن هذه الظاهرة حديثة العهد نسبياً فإن المعايير الرقمية الدولية للأنظمة الراديوية المتنقلة البرية تبشر بمستقبل مشرق لأسواق هذه الأنظمة ومستعملها. وسوف تشهد الأسواق أنظمة رقمية قياسية جاهزة للاستعمال متنافسة من حيث التكلفة متعددة المصادر وقابلة للتشغيل فيما بينها.

الفصل الثالث

الاستدعاء الراديوي والمراسلة المتقدمة

1.3 مقدمة

كان الاستدعاء الراديوي تقليدياً أسلوباً من أساليب الاتصالات اللاسلكية وحيدة الاتجاه. وهو يستخدم تردداً راديوياً مخصصاً للاتصال بأي من المشتركين في نظام الاستدعاء في أي مكان في منطقة خدمة ما. وعندما يدار جهاز الاستدعاء يقوم بمسح متواصل للإشارات ويتلقى الرسائل الموجهة إليه حصراً. وتُرسل رسالة الاستدعاء عادة من خلال مراقبة هاتفية للاتصال برقم الهاتف الذي يحدده المشترك. وعندما يتلقى جهاز الاستدعاء الرسالة الموجهة إليه يقوم بتخزينها ويشعر صاحب الجهاز بذلك بإرسال نغمة مسموعة أو اهتزاز.

واليوم ما زالت تنمو تكنولوجيات الاستدعاء الراديوي والمراسلة المتقدمة وتخطو إلى الأمام في مجالات مثل الاستدعاء ثنائي الاتجاه والاستدعاء بالخطاب المرقم، وقد أصبحت شكلاً مألوفاً جداً من أشكال الاتصالات المتنقلة في شتى أنحاء العالم.

2.3 الخلفية

استحدثت أوائل أنظمة الاستدعاء في بادئ الأمر لاستعمالها في المستشفيات في الخمسينات وبدأت تظهر أنظمة الاستدعاء واسعة المساحة في أواخر الستينات. وسرعان ما ظهرت أنظمة الاستدعاء الأوسع مساحة الموصولة مباشرة بالشبكة الهاتفية التبديلية العمومية (PSTN).

وشهد الاستدعاء الراديوي طفرة نمو عالمياً في الثمانينات والتسعينات باستخدام بروتوكول الفريق الاستشاري المعني بتقييس شفرات مكاتب البريد (POCSAG) بسرعة 512 أو 1 200 أو 2 400 بته في الثانية. وقد أقر هذا البروتوكول بوصفه شفرة الاستدعاء الراديوي رقم 1 في التوصية ITU-R M.584 منذ عام 1982. وعندما بدأ نمو عدد المشتركين والمتطلبات التي تستدعي مزيجاً من القدرات من حيث النغمة والرقمية والألفبائية الرقمية يخفض من مجموع القدرة المتوفرة وبدأت تظهر القيود من حيث الترددات أخذ مشغلو أنظمة الاستدعاء الراديوي يطالبون بوضع بروتوكولات أعلى سرعة.

3.3 أنظمة الاستدعاء الراديوي عالية السرعة

1.3.3 بروتوكول المنطقة الواسعة المتزامن المرن (FLEX)

دخل هذا البروتوكول في الخدمة لأول مرة في يونيو 1993 وهو عبارة عن أسرة من بروتوكولات النقل اللاسلكي عالي السرعة التي تعزز جداً كفاءة القنوات وتكاليف قنوات الاستدعاء الراديوي التقليدية والتي تمكن في الوقت ذاته من تقديم خدمات وتطبيقات لاسلكية جديدة لها قيمة مضافة. وهذا البروتوكول عبارة عن نسق تشفير متعدد السرعة (1 600 و 3 200 و 6 400 بته في الثانية) يزيد إلى حد كبير جداً من القدرة المتاحة لدى المشترك بالنسبة لتخصيص كل قناة من الترددات الراديوية. ونسق تشفير هذا البروتوكول متزامن مما يعزز كثيراً من أداء عمر البطارية ومن جودة الأداء في ظروف الخبو متعدد المسيرات.

ونسق تشفير البروتوكول FLEX قادر على توفير الخدمة في عملية مختلطة الأنظمة بأقل قدر من الخسارة في كفاءة تشغيل الأنظمة. وبفضل توفر سرعات التشوير الثلاث (1 600 و 3 200 و 6 400 بته في الثانية) من الممكن إدخال هذا البروتوكول في إطار بنية تحتية لنظام تشغيل منخفض السرعة بقدر أدنى من التكاليف الإضافية. وإبان قيام مزود الخدمة ببناء قاعدة أنظمة

المشتركين يصبح في مقدور النظام أن ينمو انسيابياً حتى يبلغ السرعة القصوى بمعدل 6 400 بته في الثانية بتكلفة إضافية معقولة. وعلى هذا النحو يتمكن مزود الخدمة من الحفاظ على أدنى معدل من تكلفة النظام لكل مشترك أثناء نمو النظام. كما أن إمكانية توفير عمليات التحويل محلياً وإقليمياً ووطنياً وعالمياً مبنية في داخل نسق تشفير البروتوكول FLEX. وهذا البروتوكول متوافق مع الترددات المعيارية VHF و UHF و 900 MHz للسطوح البينية الهوائية للاستدعاء الراديوي.

2.3.3 نظام المراسلة الراديوية الأوروبي (ERMES)

استحدثت المؤسسة الأوروبية لمعايير الاتصالات (ETSI) نظاماً دولياً للمراسلة الراديوية يعرف باسم ERMES (معياري ETSI 133 300). وهو قادر على تقديم خدمات استدعاء معززة للمشاركين في بلدانهم ولأولئك الذين يتجولون خارج بلدانهم حيث توجد شبكة مقابلة. وقد بدأ النظام الخدمة في أوروبا في عام 1993. والخصائص التقنية والتشغيلية لهذا النظام واردة في الملحق 2 في التوصية ITU-R M.539-3 - الخصائص التقنية والتشغيلية لأنظمة الاستدعاء الراديوي الدولية.

ويستخدم هذا النظام بروتوكولاً متزامناً بسرعة 6 250 بته في الثانية لاستيعاب قدر أكبر من المشاركين وتحسين أداء المراسلة في ظروف خبو الإشارة وإطالة عمر البطارية. ويعمل النظام في واحدة أو أكثر من 16 قناة متجاورة بتردد 25 kHz في النطاق 169,4 - 169,8 MHz ويوفر عملية التحويل في جميع أنحاء أوروبا. وقد صممت قدرات تصحيح الأخطاء في بروتوكول الإرسال لنطاق التردد هذا. ولكن بروتوكول الإرسال غير مرتبط بنطاق التردد هذا ومن الممكن تشغيله في نطاقات تردد أخرى كما أشير في الملحق 1 في التوصية ITU-R M.539.

4.3 المراسلة المتقدمة ثنائية الاتجاه

استحدثت بروتوكولات مراسلة جديدة لخدمة المراسلة ثنائية الاتجاه. وفي هذا النوع من المراسلة تستجيب وحدة المراسلة إلى النظام. وبكل بساطة فإن المشترك يحمل جهاز إرسال يعمل أوتوماتياً وبناءً على رغبة المشترك على حد سواء. والمراسلة ثنائية الاتجاه تقدم أربع سويات تدريجية من الخدمة:

- إشعار تلقائي بالاستلام،
- إشعار شخصي بسيط بالاستلام،
- استجابة متعددة الخيار أو استجابة مسبقة البرمجة،
- إرسال رسالة.

وتوفر البروتوكولات ثنائية الاتجاه اتصالات ثنائية الاتجاه، ولكن ليس بنفس المعنى المقصود في أنظمة البيانات التقليدية ثنائية الاتجاه. فهي لا تناظرية مما يعني أن البيانات المرسله من وحدات المراسلة ثنائية إلى النظام مقصورة على حجم أصغر كثيراً. وهذا يمكن من تركيز الطاقة المرسله في عرض نطاق أضيق وبالتالي من تقليل عدد مواقع الاستقبال المطلوبة لتحقيق التغطية الملائمة.

ومن أهم تطبيقات المراسلة ثنائية الاتجاه المراسلة الصوتية. وما يحدث أساساً هو أن المراسلة الصوتية تكرر الكلمة التي ينطق بها المنادي في جهاز المشترك من خلال موصل المراسلة. وعملية المراسلة الصوتية تحدث على غرار ما يحدث على شريط جهاز الإجابة. وهي تنطوي على جميع مزايا جهاز الإجابة من قبيل تخزين الرسالة واستعادتها، وهذه التكنولوجيا تستخدم بروتوكول الصوت المضغوط وذلك، مرة أخرى، للتمكن من استخدام حيز الطيف الثمين لدى مزود الخدمة على النحو الأمثل عن طريق زيادة سعة النظام. والمراسلة الصوتية تحتفظ بمعظم فوائد المراسلة ثنائية الاتجاه وأولى هذه الأجهزة لا تختلف كثيراً من حيث الحجم والشكل والوزن عن بعض أجهزة الاستدعاء الألفبائية الرقمية وحيدة الاتجاه المستخدمة اليوم.

وليس هنالك حتى الآن أي معيار لخدمة الاتصالات الشخصية (PCS) في النطاق الضيق على صعيد العالم على الرغم من أن عدة بروتوكولات تحظى باهتمام مشغلي خدمات الاستدعاء وغيرهم من المهتمين بدخول أسواق خدمة الاتصالات الشخصية (PCS) في النطاق الضيق حول العالم.

وفي الولايات المتحدة الأمريكية يبدو أن الاتجاه يميل نحو معيار بحكم الواقع يعتمد على بروتوكولين هما ReFLEX وInFLEXion. وهذان البروتوكولان اللذان ينطلقان من بروتوكول FLEX يجري الترخيص باستعمالهما على أساس مفتوح. وهذا يمكن المصنعين من التصميم والتصنيع طبقاً لمجموعة مشتركة من المواصفات وبالتالي إنتاج كتلة حركة وتجهيزات بأسعار منخفضة.

ويمكن بروتوكول ReFLEX من الاستدعاء ثنائي الاتجاه بسرعة 12 800 بته في الثانية ومن المراسلة التفاعلية بسرعة 25 600 بته في الثانية. ويكون الاستدعاء ثنائي الاتجاه لا تناظرياً في طبيعته، ويجري نقل كميات كبيرة نسبياً من البيانات من الشبكة إلى وحدة المشترك، ولا تعود سوى كميات دنيا من البيانات (> 100 بايتة مبدئياً) من وحدة المشترك إلى الشبكة. وبذلك يمكن تخفيض معدل بثات التشوير في قناة العودة مما يقلل إلى الحد الأدنى من عدد المستقبلات الثابتة والمواقع المطلوبة. وتكون بنية التكلفة الناجمة عن ذلك أقرب إلى تكلفة الاستدعاء الراديوي التقليدي منها إلى البدائل اللاسلكية الأعلى ثمناً. ومن مزايا النظام لدى المستعمل تأكيد استلام الرسالة ومصدر الرسالة، وخلو الرسالة من الأخطاء، وإمكانية إحالة الرسالة إلى حاسوب شخصي. ومن مزايا الشبكة جعل الإرسال موضعياً، وإعادة استعمال التردد، واختزال الرسائل، والتسجيل وتحديد الموقع، وإجراء تحويلات بسرعة 25 600 بته في الثانية عبر الشبكة في قناة 50 kHz مقسمة فرعياً.

وأظمة بروتوكول ReFLEX مشابهة في طبيعتها للأنظمة التقليدية وحيدة الاتجاه من حيث إنها تُبث في آن واحد داخل عدة مناطق (في منطقة حضرية كبرى مثلاً). وهذا يعني أن عديداً من الرسائل تكون ناشطة في الوقت ذاته وترسل حركة المراسلة ذاتها. ولكن مع ذلك من الممكن إعادة استعمال الطيف بين منطقة وأخرى (مما يزيد من قدرة استيعاب المزيد من المشتركين) والعمل في الوقت ذاته على توفير إمكانات المراسلة ثنائية الاتجاه.

أما بروتوكول InFLEXion فهو يمكن من مراسلة الصوت والبيانات عالية السرعة. وبما أن معدل تدفق البيانات يتجاوز 100 كيلو بته في الثانية فإن هذا البروتوكول يمكن من عودة ظهور الاستدعاء الصوتي في أسواق الاستدعاء العالمية فضلاً عن خدمات البيانات ذات القيمة المضافة مثل الفاكس اللاسلكي وتطبيقات التصوير وتعدد الوسائط. وهذا النظام قادر على تعقب كل مرسل وبالتالي يمكن من إعادة استعمال التردد اعتماداً على ترددات قنوات فرعية يصل عددها إلى سبعة داخل قناة بتردد 50 kHz. وهذا يتخذ شكل تصميم شبه خلوي حيث يمكن لموقع مرسل منفرد أن يكون ناشطاً يث عبر قناة فرعية معينة في الوقت الذي يكون فيه مرسل مجاور ناشطاً يث عبر قناة فرعية أخرى. وعلاوة على ذلك، إذا كانت الرسائل متباعدة بشكل ملائم فإن بإمكانها العمل في نفس التردد وإرسال رسائل مختلفة في نفس الوقت.

وفي أوروبا، كما في بلدان أخرى حيث تطور النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) تطوراً ناجحاً، يبدو أن خدمة المراسلة القصيرة (SMS) أصبحت شائعة جداً ويمكن اعتبارها خدمة مراسلة ثنائية الاتجاه. وبالطبع فإن هذه الخدمة، خلافاً للأنظمة الأخرى، لا تركز إلى بنية تحتية من شبكة استدعاء إلكتروني وإنما إلى بنية تحتية من خدمة اتصالات شخصية (PCS).

5.3 الاتجاهات المقبلة في أنظمة الاستدعاء والمراسلة المتقدمة عالية السرعة

1.5.3 كفاءة الطيف

توفر البروتوكولات ثنائية الاتجاه أفضل وسيلة لإدارة الرسائل وبالتالي أكبر قدرة على استيعاب عدد من المشتركين لتغطية منطقة واسعة من خلال خدمات التسجيل وتحديد الموقع الأوتوماتية. فالنظام لا يتعقب منطقة المرسل، أو الخلية، بعينها حيث يكون المشترك آنذاك وإنما يتعقب مساحة تشمل عدداً من الخلايا تدعى منطقة.

وهذا الأسلوب يمكن من استخدام عدد من القنوات بنفس التردد في مناطق مختلفة لرسائل مختلفة في آن واحد. وبذلك تتحقق وفورات في الإرسال إلى أقصى حد إذ لا تستخدم سوى الرسائل الواقعة في المنطقة التي يكون فيها جهاز المشترك فعالاً. ففي الأنظمة وحيدة الاتجاه تبث جميع الرسائل كل رسالة لأن النظام يجهل تماماً موقع الجهاز. أما في النظام ثنائي الاتجاه فيمكن تكرير جميع الرسائل الأخرى لرسائل أخرى مما يرفع كفاءة النظام بأكمله إلى الذروة ويزيد من قدرته على استيعاب العديد من الرسائل والمشاركين.

2.5.3 الإشعار بالاستلام

بإمكان جهاز الاستدعاء والمراسلة الإشعار بالاستلام كل رسالة دون أي إجراء من جانب المشترك. ولهذه الميزة أربع فوائد هامة:

- عندما يتسلم الجهاز رسالة ما يبلغ النظام بذلك، ويبادر النظام فوراً إلى إزالة الرسالة من طابور الإرسال مفسحاً المجال لرسائل أخرى.
- إذا لم يتسلم الجهاز جزءاً من الرسالة على الوجه الصحيح يبلغ النظام ما هي تلك الأجزاء من الرسالة (تعرف باسم رزم البيانات) التي ينبغي إرسالها ثانية بدلاً من إعادة إرسال الرسالة بكاملها. وهذا يوفر الحد الأقصى من الكفاءة من حيث زمن الإرسال الذي تفترضه كل رسالة. أما الأنظمة وحيدة الاتجاه فهي مبرمجة على أساس عدم إعادة إرسال الرسالة لأن النظام يجهل وقوع أي خطأ مما يؤدي إلى رسائل مفقودة أو رسائل تنطوي على أخطاء. أو قد يكون النظام مبرمجاً على أساس إعادة إرسال جميع الرسائل عدداً محدداً من المرات، مما يؤدي إلى هدر زمن الإرسال عندما يكون الإرسال الأصلي ناجحاً. ونظراً لتزايد الإقبال على الرسائل الكبيرة، كتلك التي تتضمن محتوى ألفبائياً رقمياً وصوتياً، تتسم هذه الميزة بأهمية حاسمة عندما ندرك أن كمية رزم البيانات في رسالة واحدة قد تبلغ المئات.
- عندما يتلقى النظام إشعاراً بسلامة الاستلام يمكنه إبلاغ المرسل بأن الإرسال قد تم. ومن شأن ذلك زيادة ارتياح الزبون وكفاءة الإرسال نظراً لإزالة ضرورة تكرار المراسلة بسبب عدم اطمئنان المرسل.
- وأهم من كل ذلك هو التأكد من تسليم جميع الرسائل. فإذا تعذر تسليم رسالة ما (لأن جهاز المراسلة مقفل مثلاً) يحتفظ النظام بالرسالة حتى يعود جهاز المراسلة ويسجل وضعه وموقعه ومن ثم ترسل الرسالة إليه.

3.5.3 المراسلة الصوتية ثنائية الاتجاه

المراسلة الصوتية واحدة من أهم تطبيقات المراسلة ثنائية الاتجاه. وفي هذه الحالة تكرر المراسلة الصوتية الكلمة التي ينطق بها المنادي كي يسمعها المشترك من خلال جهاز توصيل المراسلة.

وتعمل المراسلة الصوتية على غرار جهاز الاستجابة على الشريط ويمكنها أن تتضمن جميع مزايا جهاز الاستجابة من قبيل تخزين الرسائل واستعادتها. كما أن جهاز توصيل المراسلة الصوتية يعمل بصوت خافت للاستماع إلى الرسائل الخاصة أو بصوت مرتفع للاستماع أكثر من مستمع.

ومن فوائد المراسلة الصوتية:

- الاستغناء عن مكاتب المشغل عندما تكون مطلوبة للمراسلة الألفبائية الرقمية. إذ تخزن رسالة المنادي مباشرة في مطراف الشبكة حيث تحول إلى جهاز المراسلة لدى المشترك. وهذا يخفض من تكاليف التشغيل المقترنة عادة بالاستدعاء الألفبائي الرقمي.
- توصيل درجة استعجال الرسالة لأنها تنقل بصوت المنادي. والمراسلة الصوتية توفر درجة أرقى من التواصل عما يوفره الاستدعاء الرقمي أو الألفبائي الرقمي.
- في العديد من الحالات لا تستدعي الرسالة الصوتية رسالة جوائية لأنها تحمل قدرًا أكبر من التفصيل.
- الاستقلال اللغوي لأن الرسالة تنتقل مباشرة من المنادي إلى المشترك وبالتالي لا حاجة إلى أي ترجمة.

الملحق 1

مواصفات أنظمة الإرسال

يشتمل هذا الملحق على معلومات تقنية وتشغيلية عن مختلف أنظمة الإرسال الرقمية وذلك لصالح المهندسين والمخططين وصانعي القرارات لمساعدتهم على تخطيط وتنفيذ الأنظمة الملائمة في بلدانهم.

1 الشبكة الرقمية المتكاملة المعززة (iDEN) والنظام الراديوي الرقمي المتكامل (IDRA)

عُرض على قطاع الاتصالات الراديوية في الاتحاد نظامان للإرسال الرقمي هما IDRA و iDEN، والنظامان متشابهان جداً ولذلك يناقشان معاً.

1.1 الأصل

رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية (ARIB)، عُرفت سابقاً باسم مركز البحوث والتطوير للأنظمة الراديوية، (RCR) هيئة خارجية مرتبطة بوزارة الإدارة العامة والشؤون الداخلية وإدارات البريد والاتصالات (MPHPT) وهي منظمة معايير معترف بها. وقد صدرت الصيغة الأولى من معيار الإرسال الرقمي في اليابان، ويُدعى RCR STD-32، في مارس 1993. وقد أُقرت صيغة مستحدثة من هذا المعيار، صيغة لم تبدل الخصائص الأساسية للتردد الراديوي لكنها أضافت كمية كبيرة من قدرة التوصيل الشبكي للنظام، في نوفمبر 1995 ويشار إليها باسم RCR STD-32A. ويمثل هذه التكنولوجيا نظام IDRA في التقرير ITU-R M.2014.

2.1 الوصف

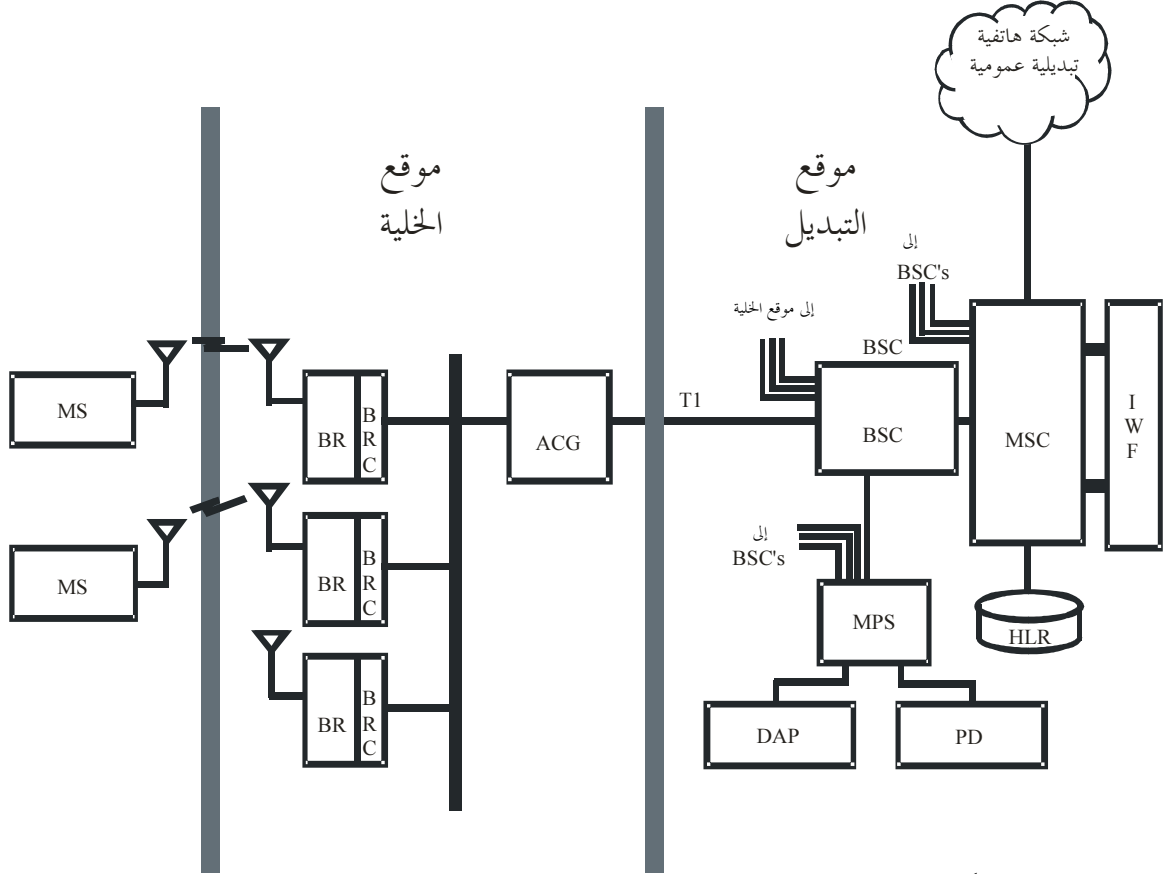
كما ذكر أعلاه فإن هذين النظامين متشابهان ولكن محور تركيز كل منهما يختلف بعض الشيء عن الآخر. فالنظام الراديوي الرقمي المتكامل (IDRA) يركز على توفير خدمات الإرسال ولكنه يوفر القدرة أيضاً على تقديم المزيد من الإمكانيات المتقدمة. أما نظام الشبكة الرقمية المتكاملة المعززة (iDEN) فيؤكد على جانب تعدد الخدمات. وكلا المعيارين يعتمدان النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) ويستخدم ست دارات في قناة تردد راديوي 25 kHz. وكلاهما يستعمل التشكيل الاتساعي التربيقي M16-QAM متعدد الموجات الفرعية الحاملة. وهذا النمط المتقدم من تعدد الإرسال التعامدي بتقسيم التردد (OFDM) يستوعب إجمالاً معدل 64 كيلو بتة في الثانية عبر القناة مما يمكن من تقديم مختلف الخدمات في كل من النظامين. ويعمل نظام IDRA في النطاقين MHz 915-850 و MHz 1 453-1 525 بينما يعمل نظام DEN في النطاقين MHz 870-806 و MHz 940-896. وسعيًا لزيادة معدلات إرسال البيانات ثمة نمط متغير يعرف باسم WiDEN أصبح متاحاً منذ حين وهو يستخدم التشكيل 64-QAM ويضم أربع قنوات متجاورة بتردد 25 kHz لتمكين تدفق معدل بتات إجمالي قدره 384 كيلو بتة في الثانية في عرض نطاق قدره 100 kHz.

3.1 تشكيلة النظام

يبين الشكل 1 مثلاً لتشكيلة النظام. وهو يعرض مجرد تشكيلة واحدة من أصل عدد من التشكيلات الممكنة. وعلى وجه التحديد فإن نظام IDRA يمكن تشكله بأساليب شتى. فموقع التبديل مثلاً غير مطلوب في جميع تشكيلات IDRA بحيث تجري كل عمليات معالجة النداء وعمليات الإرسال والتوصيلات الشبكية في موقع الخلية مباشرة. ونموذج التشكيلة المعروضة ينطبق في كلا النظامين IDRA و iDEN على السواء.

الشكل 1

مثال لتشكيلة النظام iDEN/IDRA



IWF : وظيفة التعامل البيني
MPS : محطة تبديل الرزم
MS : مشترك متنقل
MSC : مركز تبديل الاتصالات المتنقلة
PD : ناسخ الرزم

ACG : بوابة التحكم في النفاذ
BR : الراديو القاعدة
BRC : ضابط الراديو القاعدة
BSC : ضابط الموقع القاعدة
DAP : معالج تطبيق الإرسال
HLR : سجل موقع الدار

Land.Mob-01

4.1 السمات الرئيسية

من السمات الحاسمة في كلا النظامين التشكيل M16-QAM الذي يسمح بمعدل تدفق إجمالي في القناة قدره 64 كيلو بته في الثانية. وينتمي هذا التشكيل إلى صنف التشكيلات الخطية الذي يتطلب تكنولوجيا مكيبر خطي متطورة وذلك بحكم تشكيل اتساع الإشارات وطورها على السواء. ولا تقتصر هذه التكنولوجيا على احتواء الإرسال داخل عرض نطاق قدره 25 kHz فحسب وإنما تمكن من تلبية المعايير الصارمة بخصوص قدرة اقتران القنوات المجاورة الأمر الذي يسهل مهمة تخطيط الترددات. ومن شأن تقسيم الإشارات المرسله عبر أربع قنوات فرعية (M16-QAM) في حدود عرض نطاق 25 kHz (وهي ميزة أخرى مشتركة بين النظامين) أن يمكّن النظامين من كونهما شديدي المناعة إزاء انتشار التأخر دون الحاجة إلى مسو. وأخيراً فإن

ارتفاع معدل البتات المتاح بفضل التشكيل يمكن كلاً النظامين من اتباع إجراءات لتصحيح الأخطاء، سواء الشبكي أو التلافي، للحفاظ على سوية منخفضة من معدلات خطأ البتات المتلقاة حتى في ظروف التشوير السيئة.

5.1 المزايا الرئيسية

الأولوية الأولى في كل من هذين النظامين هي تلبية حاجات مستعملي تطبيقات الإرسال مع التركيز ثانوياً على بعض التطبيقات شبه الخلوية لأسواق العمل الجماعي المتنقل. ولذلك فإن الميزة الأولى التي يتمحور حولها كلا النظامين هي اتصالات الإرسال. ويسمح كل من النظامين بتعريف مجموعات التحادث، أي الاتصال من فرد إلى فرد ومن فرد إلى مجموعة ومن مجموعة إلى فرد في أسلوب الإرسال. ومع ذلك، ورغبة في زيادة القدرة الوظيفية إلى من يحتاج إليها، يمكن كلاً النظامين من توصيل الشبكة بشبكة الهاتف العمومية ومن تمكين المستعملين من النفاذ إلى تلك الشبكة كما هو الحال في شبكة هاتفية خلوية نموذجية. ويستخدم النظامان خوارزميات تنازل متطورة لا تستخدم المعلومات من جانب الشبكة الثابتة فحسب وإنما من جانب الشبكة المتنقلة أيضاً. وتستغل عملية التنازل هذه ميزة في نظام النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) وهي أن الجهاز المتنقل يجب أن يرسل عبر واحد من ستة فواصل وأن يستقبل عبر واحد من ستة فواصل وأن يكون حاملاً باقي الوقت. وأثناء فترات الخمول هذه يرصد الجهاز المتنقل أحوال التشوير في المواقع القريبة منه ويحتفظ بقائمة من مواقع التنازل المفضلة. ويوفر هذا النوع من الخوارزميات تغطية أكثر اتساقاً في كامل مساحة الخدمة. وثمة ميزة أخيرة متعلقة بالصوت وهي إتاحة مشفر خطاب عالي النوعية في بعض هذه الأنظمة التي تستخدم فاصلين من أصل ستة فواصل في كل رتل لتوفير نوعية صوت فائقة لأولئك الزبائن الذين يحتاجون إليها.

وإدراكاً لاحتياجات المستعملين يقدم كلاً النظامين كذلك بعض المزايا المتقدمة في مجال إرسال البيانات. فهما يقدمان إمكانية التوصيل بدارات البيانات من أجل تطبيقات مثل الفاكس أو البريد الإلكتروني، كما يقدمان إمكانية النفاذ إلى رزم البيانات سواء بالتوصيل أو دون التوصيل وذلك لتطبيقات من قبيل النفاذ إلى قواعد البيانات أو غير ذلك من التوصيلات التفاعلية التي تتطلب إرسالات متفرقة من رسائل البيانات الصغيرة.

6.1 الفوائد الرئيسية

إن الفائدة الأولى من كل من هذين النظامين هي القدرة على توفير مجموعة متنوعة من الخدمات للمستعملين في إطار نظام متكامل من خلال جهاز وحيد لدى المشترك. وبإمكان كل من النظامين تقديم اتصالات الإرسال واتصالات التوصيل الهاتفي والاستدعاء الإلكتروني وخدمة الرسائل القصيرة وبيانات الدارة وخدمات رزم البيانات، وكل هذه الخدمات تقوم على نفس البنية التحتية الأساسية، بل إن تصميم البنية التحتية ينم عن فائدة هامة ينطوي عليها النظامان. وتعتمد وظائف التوصيل الشبكي والتبديل المتصلة بالمهاتفة على معمارية النظام العالمي للاتصالات الهاتفية المتنقلة (GSM). وهذه المعمارية المعترف بها عالمياً وما تحتويه من سطوح بينية تتضمن جميع وظائف إدارة الشبكة، بما في ذلك الفوترة التي يحتاج إليها مزود خدمات النظام. كما أن هذه المعمارية تسمح بمرونة التوسع بحيث يمكن لمزود الخدمات أن يبدأ بنظام صغير ومجموعة مختارة من الخدمات. ويمكن لهذا النظام أن ينمو من حيث الحجم كما يمكنه إضافة المزيد من الخدمات بقدر ما تسمح به إمكانيات المزود.

2 المشروع 25

1.2 الأصل

في الولايات المتحدة الأمريكية كانت لجنة المشروع 25 الأصلي الذي انبثق من رابطة المسؤولين عن السلامة العامة (APCO) تضم ممثلين من وكالات الحكومات المحلية وحكومات الولايات والحكومة الفيدرالية وذلك من أجل تقييم التكنولوجيات المتقدمة من أجل شبكة راديوية متنقلة برية خاصة للإرسال. وهناك لجنة توجيهية تمثل المستعملين مهمتها توجيه العملية

واتخاذ جميع القرارات الوظيفية. وهي إذ تتألف حصراً من المستعملين فهي تشمل ممثلين من العديد من الوكالات. وقد انطلق المشروع 25 في عام 1989. ووقعت مذكرة اتفاق مع رابطة صناعات الاتصالات (TIA) في عام 1991 تقضي باستخدام موارد الرابطة، بوصفها منظمة لتطوير المعايير معتمدة لدى المؤسسة القومية الأمريكية للمعايير (ANSI) ومعترف بها لدى الاتحاد الدولي للاتصالات، من أجل توفير الدعم التقني اللازم (الذي يطور في تقرير اللجنة الهندسية TR-8 لدى الرابطة (TIA) بوصفه السلسلة 102 من الوثائق التقنية). وقد استكملت المرحلة الأولى من معيار المشروع 25 وعُرضت أثناء اجتماع رابطة المسؤولين عن السلامة العامة (APCO) في أغسطس 1995. وسرعان ما بدأت المرحلة الثانية بوضع المعايير من أجل النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA). بمقدار 6,25 kHz (تحسين استخدام الطيف)، وهو من حلول النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)، ومن أبرز نقاط التركيز فيه تدفق البيانات عالي السرعة² وعدد من تحسينات النظام. ويوجه الاهتمام أيضاً إلى إمكانية التشغيل البيئي مع التجهيزات السالفة وقدرة التحوّل والكفاءة الطيفية وإعادة استعمال القنوات. وعلاوة على ذلك تتناول المرحلة الثانية أنشطة تتصل بالسطوح البيئية في لوحات التحكم وفي المحطات الثابتة وفيما بين الأنظمة، ما يسمى السطوح ما بين الأنظمة الفرعية (ISSI)، والسطوح ما بين الإنسان والآلة للقائمين على لوحات التحكم، الأمر الذي من شأنه تيسير التدريب مركزياً والانتقال بين التجهيزات وتنقل العاملين. والمشروع 25 مدرج في التقرير ITU-R M.2014.

2.2 الوصف

تعمل أنظمة المشروع 25 اليوم في نطاقات التردد VHF و UHF و 800 MHz المستخدمة في اتصالات السلامة العامة، وكانت كذلك منذ عدد من السنوات. ومن العناصر الرئيسية في تكنولوجيا المشروع 25 هو قدرتها على التعايش مع أنظمة تماثلية قائمة مما يضمن النزوح انسيابياً من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي ومواصلة التأكيد في الوقت نفسه على إمكانية التوافق والتشغيل البيئي لدى تطبيق الأنظمة التقليدية وأنظمة تقاسم القنوات. وقد جرى اختيار خصائص القنوات الأولية في وقت مبكر من العملية بحيث يمكن شطر نطاق التردد بمقدار 25 kHz الجاري إلى 12,5 kHz للمرحلة الأولى ثم إلى 6,25 kHz مكافئة كجزء من المرحلة الثانية. وقد وُزنت هذه القرارات في ضوء خطة إعادة التوزيع لدى اللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC) في الولايات المتحدة الأمريكية. ومعايير السلسلة TIA-905 متصلة بالمرحلة الثانية من المشروع 25، وسلسلة النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA)، وفاءً بشرط 6,25 kHz في ولاية اللجنة FCC.

وقد جرى انتقاء تشكيل من أسرة الإبراق التربيعي بزحزحة الطور (QPSK) بسبب قدرته الفريدة في تحقيق النزوح انسيابياً. كما جرى انتقاء تشكيل FM رباعي السوية يعرف بالمختصر C4FM من أجل تشغيل المرحلة الأولى بالتردد 12,5 kHz مما يتيح إمكانية التشغيل البيئي مع تشكيل C-QPSK الخطي من أجل تشغيل المرحلة الثانية بالنفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) بالتردد 6,25 kHz. وتعمل المرحلتان الأولى والثانية بأنساق قنوات متماثلة بمعدل 9 600 بته في الثانية. وسوف تستخدم المرحلة الثانية نفس مشفر الصوت والتشفير كما كان الحال في المرحلة الأولى مما يضمن التوافق وإمكانية التشغيل البيئي. ويجري الآن انتقاء التشكيل من أجل النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) وهو يتناول خيارات النفاذ TDMA ثنائي الفاصل ومفاضل مشفر الصوت أو كودك TDMA ثنائي الفاصل في المرحلة الثانية من المشروع 25.

وفي عام 2000 زودت اللجنة FCC خدمات السلامة العامة في الولايات المتحدة الأمريكية بتعيين من الطيف قدره 24 MHz داخل النطاق 700 MHz. وكجزء من تعيين الطيف هذا حددت اللجنة السطح البيئي الهوائي المشترك في المرحلة الأولى من المشروع 25 بوصفه أسلوب التشغيل البيئي لتردد 700 MHz. ويدعم هذا النطاق مقدار 6,25 kHz من عرض النطاق الذي يمكن أن يتراكم تبعاً لمتطلبات المستعمل حتى يبلغ 25 kHz من أجل تكامل الصوت والبيانات. وهو يدعم أيضاً عرض نطاق بمقدار 50 kHz يمكن مضاعفته إلى 100 kHz، وعرض نطاق 150 kHz لتطبيقات البيانات عالية السرعة. وتحدد وثائق

² متصل بمشروع معايير بيانات النطاق العريض (السلسلة TIA 902). ويعد حالياً من أجل المعيار القومي الأمريكي وكان فضلاً عن ذلك مساهمة في مشروع النطاق العريض من أجل حراكه أنشطة الطوارئ والسلامة (MESA).

المشروع 25 مختلف السطوح البيئية (مثل السطح البيئي الهوائي المشترك والسطح البيئي للبيانات والسطوح ما بين الأنظمة الفرعية (ISSA) والسطح البيئي لإدارة الشبكة والسطح البيئي الهاتفي وغيرها).

واعترافاً بالحاجة إلى بيانات عالية السرعة لأغراض السلامة العامة، كما أعرب عنها في التقرير النهائي للجنة الاستشارية للاتصالات اللاسلكية من أجل السلامة العامة (PSWAC)³، وفي غيره، أنشأت اللجنة التوجيهية للمشروع P25 لجنة أخرى P25/34 لتتناول تنفيذ المرحلة الثالثة المقترحة. وعلى غرار منهج P25 أنشأت اللجنة التوجيهية منتدى المستعملين P25/34 ليتناول هذه المسألة. وتتناول أنشطة المرحلة الثالثة جوانب التشغيل والاستطاعة الوظيفية لمعايير راديوية لاسلكية رقمية عريضة/واسعة النطاق جديدة لخدمات الأرض والملاحة الجوية للسلامة العامة يمكن استعمالها لإرسال واستقبال الصوت والفيديو والبيانات عالية السرعة في إطار شبكة واسعة المساحة متعددة الوكالات ومتعددة العملاء تعمل في آن واحد وفي كل مكان. وفي 1 يونيو 1999 أصدرت اللجنة P25/34 بيان المتطلبات من أجل معيار تكنولوجيا راديوية رقمية متنقلة عريضة النطاق لخدمات الأرض والملاحة الجوية من أجل النقل اللاسلكي للمعلومات كثيفة معدل التدفق. وتتصل أنشطة المشروع 34 هذه بأعمال المشروع الدولي لحركة أنشطة الطوارئ والسلامة (MESA).

مشروع معايير بيانات النطاق العريض (وثائق السلسلة TIA 902): اعترافاً بالحاجة إلى معايير راديوية متنقلة برية مشتركة لخدمات السلامة العامة تستوعب معدلات أعلى من تدفق البيانات فإن لجنة المعايير TIA TR-8 وضعت وما زالت تضع معايير راديوية رقمية لبيانات النطاق العريض. ومعايير كل من المشروع 25 وبيانات النطاق العريض معايير مفتوحة ومتاحة لعدة بائعين. ومعايير السلسلة 902 قيد الإعداد حالياً لنشرها بمثابة معايير قومية أمريكية (ANS).

وفي الولايات المتحدة الأمريكية ساعدت القرارات والخطط التنظيمية على حفز تطوير معايير النطاق العريض للأجهزة الراديوية المتنقلة أرضياً، بما في ذلك تكريس الطيف، من جانب اللجنة الفيدرالية FCC، في نطاق التردد 700 MHz من أجل بيانات النطاق العريض. وتعمل القنوات بتردد 50 kHz، ويمكن مضاعفتها إلى 150 kHz، مما يمكن من استيعاب معدلات بيانات من جانب المستعملين تصل حتى 700 كيلو بتة في الثانية. ومن المرتقب بالدرجة الرئيسية أن تتناول سلسلة معايير TIA-902 لهذه التكنولوجيا البيانات، ولكن من الممكن أيضاً أن تتناول حركة نقل الصوت. وإمكانية التشغيل البيئي في هذه المرحلة تشمل بالدرجة الأولى السطح البيئي عبر الهواء. وقد قصرت اللجنة الفيدرالية FCC استعمال معايير المشروع 25 لقنوات التشغيل البيئي في الطيف عند تردد 700 MHz.

3.2 تشكيلة النظام

الغرض من المشروع 25 هو أن يشمل طائفة واسعة من تشكيلات النظام، بما فيها الاتصالات التقليدية المباشرة من وحدة إلى وحدة والاتصالات القائمة على أساس المكررات وكذلك تشكيلات أنظمة تقاسم القنوات، من تشكيلة موقع منفرد إلى شبكة مركبة تشمل البلاد بأكملها. وقد اعتمد نموذج نظام نوعي ينطوي على القدر الأعظم من التعقيد، علماً بأن الأنظمة قد تحتوي على جميع العناصر مثلاً أو أنها قد تقتصر على مجرد محطة قاعدة تقليدية بسيطة. ويتناول الوصف أيضاً نموذج نظام بديل من أجل الاتصالات المباشرة من وحدة إلى وحدة دون بنية تحتية. والمشروع 25 مصمم بحيث يخدم بيئة تضم العديد من مختلف الأنظمة التي تمثل لمعايير المشروع 25 والتي تعمل سواء بصفة مستقلة أو مجتمعة.

4.2 السمات الرئيسية

إن السمة الرئيسية الأساسية للمشروع 25 هي استخدام أنساق القنوات المشتركة في طائفة واسعة من التشكيلات والتطبيقات. فالأنساق المهيأة للتشغيل التقليدي مشتركة مع تلك المهيأة للتشغيل بتقاسم القنوات. والأنساق المهيأة للبيانات مشتركة مع أنساق ضبط تقاسم القنوات أو الضبط التقليدي. وآليات التحفير قابلة للتطبيق على أي نسق خدمة سواء أكانت

³ http://www.fcc.gov/Bureaus/Wireless/News_Releases/nrw16043.txt

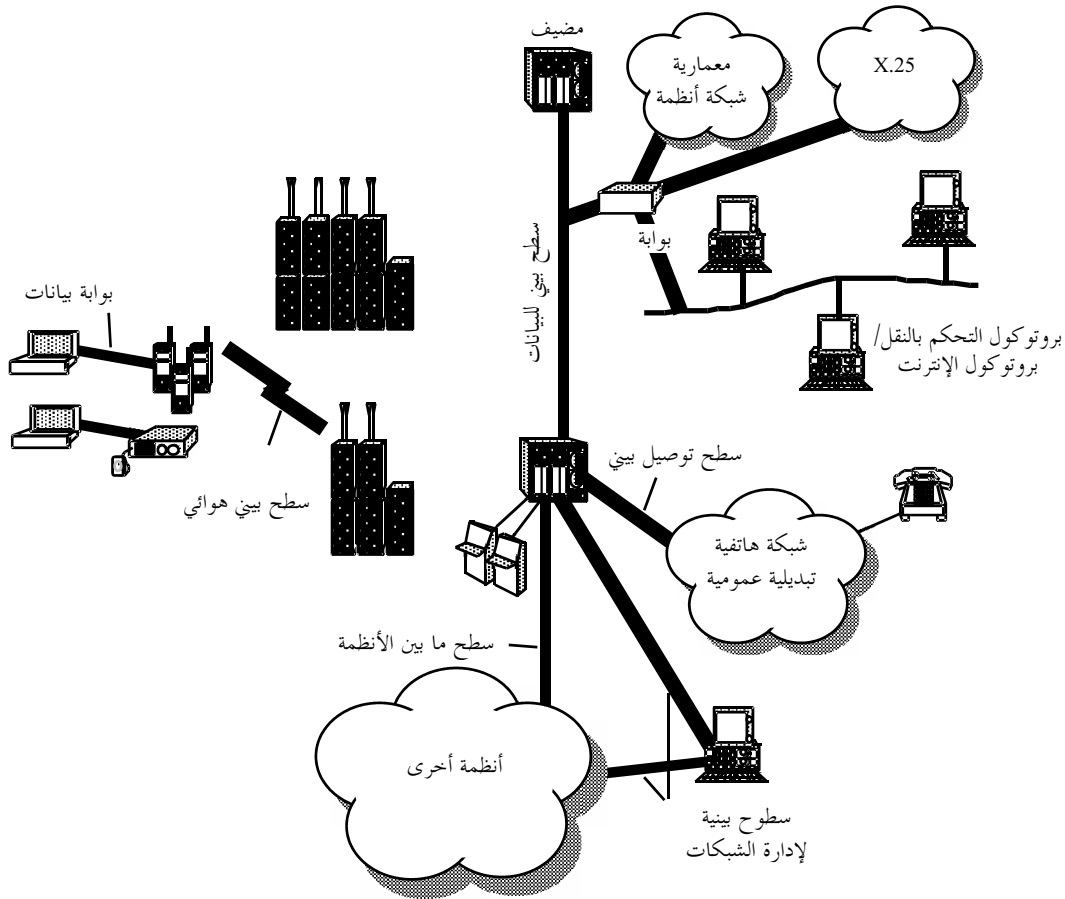
خدمة بيانات أم صوت أم ضبط. ويؤدي هذا القاسم المشترك إلى "التكامل" المطلوب لتعريف النظام. وثمة سمة رئيسية أخرى للمشروع 25 تكمن في العنونة التراتبية والتنظيم ما بين الأنظمة الفرعية الأمر الذي يمكن عدداً من أنظمة المشروع 25 إما من أن تتعايش أو أن تقدم خدمات منسقة تبعاً لرغبة مشغلي النظام.

5.2 المزايا الرئيسية

إن الأولوية الأولى لدى كل من هذه الأنظمة هي تلبية حاجة خدمات السلامة العامة من التطبيقات التقليدية وتطبيقات البيانات وتقاسم القنوات. ويسمح النظام بتعريف الاتصالات الصوتية في نداء مجموعة أو نداء خاص أو نداء موصول بينياً. كما يسمح النظام بتعريف خدمات حمل بيانات الدارة أو بيانات الرزم. ويمكن تشفير أي خدمة صوتية أو خدمة بيانات تشفيراً رقمياً سواء أكانت صافية أم مجفرة. وعلاوة على ذلك فإن الضبط الرقمي اللازم لتنسيق تشغيل نظام تقاسم القنوات قد يكون رقمياً صافياً أو مجفراً. ومن شأن تصميم نظام تراتبي أن يوفر إمكانية توصيل أنظمة تردد راديوي فرعية معاً لتوفير خدمات التجوال و/أو اتصالات المنطقة العريضة.

الشكل 2

مثال لتشكيل نظام المشروع 25



LandMob-02

والمقصود من الخدمات التي تقدمها الأنظمة التي تمثل لمعايير المشروع 25 أن تستخدم على مدار الساعة طوال الأسبوع وأن تكون التغطية في آن واحد في كل مكان، بما في ذلك داخل المباني والأبنية (بالنسبة لأحدث الأنظمة)، في جميع مناطق المسؤولية الجغرافية. وسوف تتقاسم أنظمة المشروع 25 الجارية ومعايير بيانات النطاق العريض لدى رابطة صناعات الاتصالات (TIA) وقدرات وتكنولوجيا المشروع 34/مشروع حراكة أنشطة الطوارئ والسلامة (MESA) العديد من متطلبات المواءمة وقدرات الأداء الوظيفي.

ويزداد اعتماد وتنفيذ الأنظمة التي تمثل لمعايير المشروع 25 مما يسمح بدرجة عالية من إمكانية التشغيل البيئي والمواءمة ووفورات الحجم. وفي الوقت الراهن هنالك أكثر من 50 بلداً تستخدم تجهيزات أو شبكات قابلة للتشغيل البيئي مع المشروع 25. وهنالك المزيد من المعلومات عن المشروع 25 في الموقع: http://www.tiaonline.org/standards/project_25/.

6.2 الفوائد الرئيسية

يمكن تلخيص الفوائد الأولية التي تجنيها دوائر السلامة العامة في بضعة مجالات رئيسية:

- القدرة التنافسية في توريد التجهيزات تمكن خدمات السلامة العامة من المشاركة في التماس العطاءات من جهات تصنيع متعددة. وقد وقع 48 جهة مصنعة تمثل موردي البنية التحتية والمطاريق وتجهيزات الاختبار مذكرة تفاهم بشأن حقوق الملكية الفكرية للمشروع 25.
- إمكانية التشغيل البيئي تضمن تواصل خدمات السلامة العامة عبر الهواء ومن خلال البنية التحتية أو مباشرة بين وحدات المشتركين باستخدام تجهيزات من مختلف الموردين.
- الكفاءة الطيفية تتحقق لدى نزوح المستعملين انسياً إلى التكنولوجيا الرقمية وهم ينتقلون في آن واحد من قنوات 25 kHz إلى 12,5 kHz ثم إلى مكافئات 6,25 kHz.
- التشغيل الميسور يزود أسواق السلامة العامة اليوم بقدرات مشتركة عبر النطاقات وتشكيلات الأنظمة والخدمات (الصوت والأمان والبيانات وتقاسم القنوات) وجهات التصنيع.

3 النظام الراديوي للأرض متعدد القنوات (TETRA)

1.3 الأصل

النظام TETRA هو من معايير المؤسسة الأوروبية لمعايير الاتصالات (ETSI) من أجل الاتصالات الراديوية الرقمية المتنقلة الأرضية بتقاسم القنوات يتناول احتياجات مستعملي الاتصالات الراديوية المتنقلة الخصوصية (PMR) والاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR) في أوروبا. وقد انتشر استخدام هذا النظام على نطاق واسع في أوروبا والشرق الأقصى والشرق الأوسط وإفريقيا وجنوب أمريكا. وهو معيار يستخدم أيضاً في جمهورية الصين الشعبية. وهو يتسم الآن بالمعيارية والاتساق وسوف يوسع من رقعة السوق من أجل الاتصالات الراديوية المتنقلة أرضياً (LMR) مثلما فعل النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM) من أجل الأنظمة الخلوية.

وقد بدأ العمل بخصوص المعيار TETRA في أواخر عام 1989. وقد كان هذا المعيار حصيلة جهود طوعية داخل المؤسسة ETSI من جانب المستعملين والمصنعين على السواء، بدعم مالي من المؤسسة ومن مفوضية الاتحاد الأوروبي.

وقد مُنحت المعايير الأساسية في النظام TETRA الصفة الكاملة بمثابة معايير اتصالات أوروبية (ETS) في 29 ديسمبر 1995. ودخلت حيز التشغيل أولى الأنظمة الممتثلة لمعيار TETRA في غضون عام 1997. وبما أن المعيار صمم لتلبية الاحتياجات التقليدية لدى مستعملي الاتصالات الراديوية PMR و PAMR فهو قيد التشغيل من جانب هيئات السلامة العامة والنقل

والمنافع العامة والدفاع والمنظمات الصناعية. وهو مستخدم أيضاً من جانب عدد من المشغلين التجاريين لتزويد خدمات الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR).

وقد أسست رابطة مذكرة تفاهم النظام TETRA في عام 1994 تمثيلاً للجهود المشتركة التي يبذلها المستعملون والمصنعون والمشغلون والمنظمون لدعم المؤسسة ETSI في عملية التقييس وإسداء المشورة في مسائل الطيف ولتكون منتدى للمناقشة. وتضم هذه الرابطة حالياً زهاء 100 عضو وهي تقوم أيضاً بإدارة توصيف إمكانية التشغيل البيئي وعملية الاختبار التي تشهد بإمكانية التشغيل ما بين مختلف منتجات المصنعين.

2.3 الوصف

يعمل النظام TETRA بأسلوب النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) باستعمال أربع قنوات منطقية لكل موجة حاملة. ومعدل البيانات لكل موجة حاملة هو 36 كيلو ببتة في الثانية وتحتل الموجة مقدار 25 kHz.

وبإمكان كل قناة نقل الخطاب باستخدام كودك تنبؤ خطي جبري محرض بالشفرة (ACELP) يعمل بمعدل 4,567 كيلو ببتة في الثانية إضافة إلى تصحيح الأخطاء، بحيث يصل المجموع إلى 7,2 كيلو ببتة في الثانية. وبديلاً من ذلك يمكن للقناة نقل بيانات المستعمل بمعدل يصل إلى 7,2 كيلو ببتة في الثانية. ويمكن تجميع عدة قنوات في اتصال واحد لتوفير عرض نطاق بناء على الطلب بحيث يمكن أن يصل الحد الأقصى من تدفق البيانات إلى مستعمل واحد أو مجموعة واحدة بمعدل 28,8 كيلو ببتة في الثانية.

ونظام النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) من قبيل النظام TETRA يتألف من أرتال يحتوي كل منها على أربعة فواصل. والمجموعة المؤلفة من 18 رتلاً تعرف باسم رتل متعدد، يخصص منها رتل كامل واحد لأغراض التشوير، مما يجعل من الممكن تشوير جهاز راديوي أثناء انشغاله في نداء ما. ويث نظام الأرتال عبر النظام ذاته ومن ثم يمكن التعرف إليه من قبل البنية التحتية والمحطات المتنقلة على السواء.

وإلى جانب الأخذ بمعايير TETRA قطعت عملية تنظيم الطيف للاتصالات الراديوية المتنقلة الخصوصية (PMR) الأوروبية خطوات واسعة نحو المواءمة والاتساق. وثمة اتفاق تقاسم مع منظمة حلف شمال الأطلسي (NATO) وما تمخض عنه في شكل المقرر (96) 01 الصادر عن اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية (ERC) فتح المجال أمام تعيين أوروبي منسق جديد لخدمات الطوارئ يتراوح بين 380 و395 MHz يمكن من التعاون عبر الحدود. وطبقاً لذلك فتح المقرر (96) 04 الصادر عن اللجنة ERC تعيينات مشتركة لمستعملي النظام TETRA خارج نطاق خدمات الطوارئ، ومنها ذلك الواقع بين 410 و430 MHz الذي حظي بأكبر قدر من الإقبال. وأصبح النطاق 800 MHz خارج أوروبا التعيين TETRA بحكم الواقع عند ترددات أعلى بالنسبة لمنتجات أدخلت من جانب عدة موردين.

3.3 تشكيلة النظام

قد تكون ملكية أنظمة الاتصالات الراديوية المتنقلة أرضياً (LMR) في حد ذاتها ملكية خاصة لاستعمال مالكيها حصراً أو قد يملكها طرف ثالث وعندئذ يشار إليها باسم أنظمة الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR) أو الأنظمة المتقاسمة.

والمعيار النواة هو معيار صوت وبيانات بتقاسم القنوات حيث يمكن تخصيص كل من فواصل الزمن من أجل الضبط أو الصوت أو بيانات أسلوب الدارة أو أسلوب الرزم. وهناك أيضاً معيار أسلوب مباشر يمكن مشتركى الخدمات المتنقلة من التحدث مباشرة فيما بينهم دون الحاجة إلى بنية تحتية شبكية. ويشمل معيار التشغيل بأسلوب مباشر (DMO) خيار وجود بوابة ومكرر لتوسيع التغطية بهذا الأسلوب ولتمكين الارتباط مع شبكة الاتصالات.

وقد جرى استحداث نموذج نظام نوعي. وجدير بالذكر أن تقييس السطوح البينية يجعل التصميم ممكناً انطلاقاً من نظام مفرد صغير جداً إلى أنظمة واسعة تشمل البلد بأكمله إذ ليس هنالك من حدود مصطنعة داخل البنية التحتية.

4.3 السمات الرئيسية

يتميز النظام الراديوي للأرض متعدد القنوات (TETRA) بإمكانات من قبيل النداءات الجماعية السريعة التي يشارك فيها العديد من مجموعات المستخدمين المختلفة، وتسهيلات النداء على أساس الأولوية، ودرجة عالية من كفاءة استعمال الطيف، فضلاً عن مزايا المهاتفة التي تقدمها أنظمة الهاتف الخليوي. ومن السمات البارزة في النظام TETRA هو السطح البيني الهوائي للنفذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) المحدد بدقة فائقة حيث جرى أيضاً تحديد الخدمات من حيث الصوت والمراسلة والبيانات والخدمات التكميلية تحديداً كاملاً لضمان إمكانية التشغيل البيني حقاً في بيئة متعددة البائعين.

ويوفر النظام TETRA سويتين من سويات التكتّم في السطح البيني الهوائي ومن طرف إلى طرف كما يوفر آلية استيقان. إذ إن بعض فئات المستخدمين تحتاج إلى درجة أعلى من الأمان مما هو متاح بمجرد حماية السطح البيني الهوائي فحسب ويكون ذلك بتوفير آلية تجفير من طرف إلى طرف عند جميع النقاط في البنية التحتية.

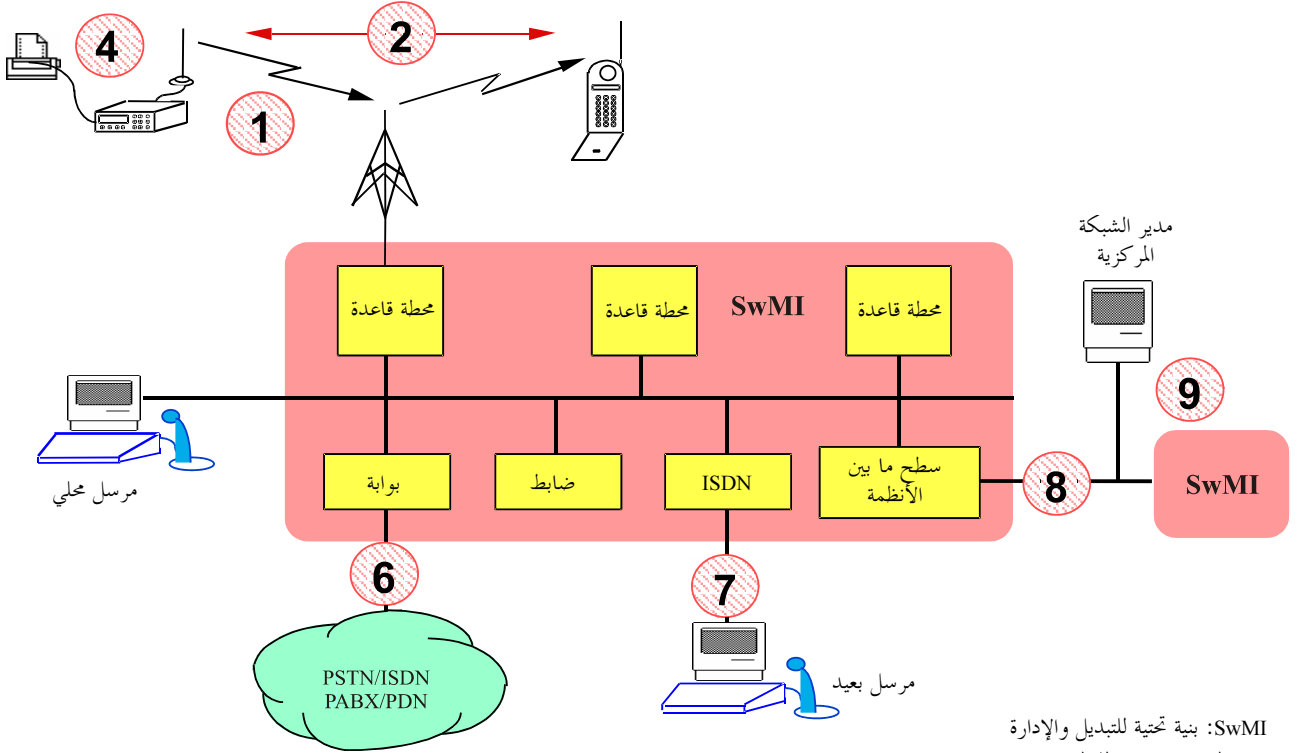
ويتعين على أنظمة TETRA أن تمكّن المستخدمين من استخدامها عبر عدة مواقع. وبالفعل فإن من مزايا النظام هي إمكانية توزيع أعضاء مختلف الفئات على عديد من المواقع دون انقطاع أو تدهور في الاتصالات حتى مع الفئات عبر الحدود.

5.3 المزايا الرئيسية

يقدم النظام العديد من الخدمات الأساسية والتكميلية ومنها: النداءات الفردية والجماعية والمذاعة، والإشعار بتلقي النداءات الجماعية، وحالة النداء، ومراسلة البيانات القصيرة، والبيانات المحمية وغير المحمية في مختلف معدلات البتات، وكذلك بيانات الرزم في بروتوكول الإنترنت. وبالنسبة إلى الخدمات التكميلية فإن المجموعة الأولى المنتقاة للتقييس والتنفيذ تتكون مما يلي: نداء الأولوية، والإدراج المتأخر، ونداء الأولوية استباقاً، والاستماع الانفرادي، والاستماع الجماعي، وانتقاء المنطقة، وأولوية النفاذ، والنداء الذي يرخص به المرسل، إلى جانب الخدمات التكميلية المتصلة بالنداءات من فرد إلى فرد والمهاتفة.

ويوفر النفذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) ميزتين رئيسيتين سهلتين وهما الاتصال المزدوج الكامل وتخصيص عرض النطاق بناءً على الطلب. ومن المزايا الأولية الأخرى اتصال الإرسال وتحديد مجموعات المحادثة، سواء للاتصال بين فرد وفرد وبين فرد ومجموعة وبين مجموعة وفرد، في أسلوب الإرسال.

الشكل 3 السطوح البينية في نظام TETRA



- SwMI: بنية تحتية للتبديل والإدارة
1. سطح بيني هوائي للنظام
 2. تشغيل بأسلوب مباشر
 3. سطح بيني مع التجهيزات الطرفية
 4. بوابة إلى الشبكة الخارجية
 5. سطح ما بين الخط والمحطة
 6. سطح ما بين الأنظمة
 7. سطح بيني لإدارة الشبكة

LandMob-03

6.3 الفوائد الرئيسية

الفوائد الأولية من النظام TETRA هي:

- معيار مفتوح واحد يشمل جميع الاحتياجات التقليدية لدى مستعملي الاتصالات الراديوية المتنقلة الخصوصية (PMR) والاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR).
- المنافسة في توريد التجهيزات في بيئة متعددة البائعين لفائدة منظمات المستعملين.
- إمكانية التشغيل بين التجهيزات التي يزودها مختلف المصنعين المستقلين.
- قدر أعظم من كفاءة طيف عرض النطاق المشغول (4 قنوات منطقية في مباعدا بمقدار 25 kHz للقناة) مما يخفف من احتياجات الطيف من أجل درجة معينة من الخدمة.
- تطور التكنولوجيا من خلال تزويد الخدمات الجديدة في الإصدار 2 من النظام TETRA لتلبية احتياجات المستعمل في المستقبل.

4 النظام الراديوي TETRAPOL

1.4 الأصل

قام بوضع المواصفات المتاحة للعموم لنظام TETRAPOL المصنعون في منتدى TETRAPOL ونادي مستعملي TETRAPOL. وترمي مواصفات هذا النظام بالدرجة الأولى إلى تلبية احتياجات قطاع السلامة العامة ويمكن استعمالها في شبكات خاصة كبيرة أخرى.

وهناك أكثر من 50 نظام TETRAPOL قيد التشغيل في أنحاء العالم منذ عام 1994، ومنها ثماني شبكات وطنية. وهي توفر طائفة واسعة من الخدمات ودرجة ممتازة من الحفاظ على سرية النداء ونوعية إرسال متجانسة واستخدام أفضل للطيف.

2.4 الوصف

نظام TETRAPOL نظام رقمي كلياً للصوت والبيانات يمكنه أن يعمل في النطاقات الراديوية من 70 إلى 933 MHz مستخدماً تكنولوجيا النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA). وتسمح هذه التكنولوجيا بكفاءة استعمال التردد في التشغيل في أسلوب مباشر وبث متزامن. وتكون المباعدة بين الموجات الحاملة 12,5 أو 10 kHz لتيسير النزوح من النظام التماثلي إلى النظام الرقمي. ويستخدم تشكيل الإبراق الغوسي (المرشح) بزحزة دنيا (GMSK) وهو لا يختلف عن التشكيل المستخدم في النظام العالمي للاتصالات المتنقلة (GSM). والنظام TETRAPOL متوائم كلياً مع معيار الاتصالات الأوروبي ETS 300.113 بالنسبة للاتصالات الراديوية ومع المعيار ETS 300.279 بالنسبة للتوافق الكهرومغناطيسي EMC (المؤسسة الأوروبية لمعايير الاتصالات (ETS1) لقبول أنماط التجهيزات الراديوية).

ويستخدم كودك النظام TETRAPOL خوارزمية تشفير تنبؤ خطي محرض بالشفرة منتظم النبضات (RPELCP) محكم ومحمي من الضوضاء يعمل بمعدل 6 كيلوبتات في الثانية ورتل خطاب بمقدار 20 مللي ثانية. وتستخدم شفرة تلافيفية أو شفرة BCH بالإضافة إلى التشذير وكشف الأخطاء لحماية المعلومات من مختلف أنواع رزم الأخطاء. وتنقسم القنوات المنطقية إلى قنوات ضبط وقنوات حركة وقنوات بيانات وهي قابلة للتوسيع تبعاً للطلب على الحركة. وباستطاعة كل قناة أن تحمل بيانات في أسلوب الدارة بمعدل 3,2 كيلو بتة في الثانية محمية من الأخطاء أو حتى 7,6 كيلو بتة في الثانية دون حماية.

3.4 تشكيلة النظام

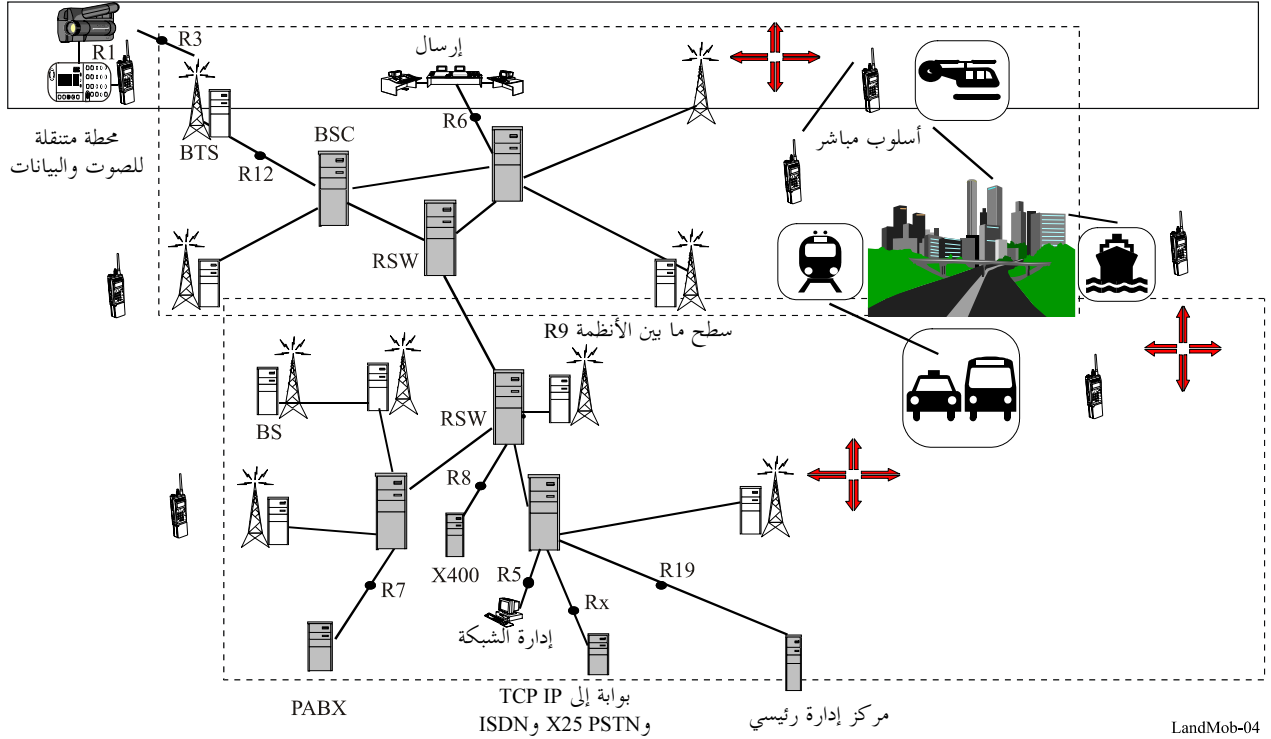
السطوح البينية المفتوحة للنظام TETRAPOL معرّفة وموصوفة في المواصفة المتاحة للعموم في كل نقطة مرجعية في النموذج كما هو مبين في الشكل 4. وهناك 21 نقطة مرجعية مرقمة من أجل السطوح البينية. وهي تشمل السطوح البينية للإرسال، والسطح البيني لمركز الإدارة الرئيسي، والسطح البيني لمركز إدارة الشبكة، والسطح البيني للبدالة الفرعية الأوتوماتية الخاصة (PABX). وجميع هذه السطوح البينية مختصة بمثل هذه الأنظمة التي تقدم الخدمات المقابلة.

وبالإمكان إضافة وحدات نموذجية من أنظمة فرعية تبعاً لحجم الشبكة بما في ذلك البدالات والمحطات القاعدة. وهذا يمكن النظام TETRAPOL من تغطية خلية واحدة أو مقاطعة أو إقليم أو حتى بلد بأكمله. ويسمح السطح ما بين الأنظمة بإمكانية التجوال بين شبكات متعددة.

وتنطبق مواصفات TETRAPOL في ثلاثة أساليب مختلفة: أسلوب الشبكة والأسلوب المباشر وأسلوب المكرر. ويسري أسلوب الشبكة حيث يكون الجهاز المتنقل مشمولاً وخاضعاً لتحكم البنية التحتية. وهو يشمل أسلوب التشغيل بتقاسم القنوات وأسلوب القناة المفتوحة. والأسلوب المباشر يسري عندما يكون الجهاز المتنقل في اتصال مباشر مع مطراف آخر. أما أسلوب المكرر فيكون عندما يتواصل جهاز متنقل مع مطراف آخر من خلال مكرّر.

الشكل 4

مثال لتشكيلة نظام TETRAPOL



4.4 السمات الرئيسية

إن اختيار النظام TETRAPOL تشكيل النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) والإبراق الغوسي (المرشح) بزحزة دنيا (GMSK) من السمات الرئيسية في سوق المستعملين المحترفين.

ومن شأن حساسية المستقبل المرتفعة التي يوفرها تشكيل TETRAPOL أن تمكن من استخدام خلايا كبيرة وعدد أقل من المواقع لتغطية منطقة ما مما يفضي إلى وفورات في التكلفة بالنسبة للنداءات الجماعية ومجموعات المحادثة. كما أن إمكانية البث في آن واحد عبر مناطق واسعة متزامنة تعزز من كفاءة التردد وتخفف من الحاجة إلى البنية التحتية بفضل تغطية خلوية واسعة جداً. ومن الممكن أيضاً توفير خدمة الاستدعاء.

ونظراً إلى عدم التفاوت في التزامن فإن التشغيل بالأسلوب المباشر يكون ميسوراً ويتسم بكفاءة الطيف.

وتمكن كفاءة تشفير الصوت من حسن الأداء في بيئة ضوضائية.

وقد صُممت آليات الأمان كجزء من البروتوكول منذ البداية لتوفير سويات عالية من الأمان دون التفريط بالأداء.

وتمكن تقنيات الانضغاط نظام TETRAPOL من تحقيق الكفاءة في نقل الصور أو الصور المتحركة البطيئة أو الخرائط والتي يمكن أن تكون مصحوبة في نظام الموضحة العالمي (GPS).

5.4 المزايا الرئيسية

بما أن لدى المستعملين الخاصين العديد من مختلف المتطلبات والتطبيقات فإن TETRAPOL هو بمثابة صندوق أدوات يختار منه المستعمل ما يريد لبناء الخدمات التي يرغب في الحصول عليها. ويوفر النظام نواة من الخدمات عن بعد من قبيل القناة المفتوحة والنداءات الجماعية ومجموعات المحادثة ونداءات الطوارئ. ويمكن اختيار مجموعة واسعة من الخدمات التكميلية مثل

نداء الأولوية الاستباقي، أو النداء الذي يخصص به المرسل، أو الاستماع الجماعي. وتشمل خدمات حمل البيانات أسلوب الدارة وأسلوب الرزم والأسلوب عدم التوصيل.

وتعمل التطبيقات على غرار المراسلة من خلال خدمات الإنترنت أو إنترنت بواسطة بروتوكول التحكم بالنقل/بروتوكول الإنترنت. كما يوفر النظام بروتوكولات رسائل البيانات القصيرة من قبيل خدمة المراسلة القصيرة (SMS) والحالة والاستدعاء.

وتمكّن إدارة الأساطيل والمجموعات والمجموعات الفرعية من التحكم الدينامي بامتيازات نداءات المستعملين.

والسطوح البينية لمركز الإرسال ومركز الإدارة الرئيسي مفتوحة أمام تلك الأنظمة التي تستخدم لوحات ضبط الإرسال أو مراكز الإدارة الرئيسية.

وتقدم سويات مختلفة من الأمان بما في ذلك الاستيقان والأمان من طرف إلى طرف وإمكانية اختيار وحدة تعرف المشترك (SIM).

وتستخدم المعايير القائمة كلما أمكن ذلك، ومنها بروتوكول التشوير (QSIG) للسطوح ما بين الأنظمة، وبروتوكول السطح البيني للإدارة المشتركة (CMIP) أو بروتوكول إدارة الشبكة البسيطة (SNMP). ويفصل ما بين الإدارات التكتيكية والتقنية والتشغيلية.

وينطبق استخدام الوحدات النموذجية على جميع المستويات:

- على مستوى التغطية من خلية إلى إقليم إلى بلد إلى عدة بلدان؛

- على مستوى العنونة من المستعمل إلى الأسطول الفرعي والمجموعة.

ولكي يتمكن النظام TETRAPOL من تلبية احتياجات جديدة لدى المستعمل ومن التطور نحو معدلات أعلى لتدفق البيانات فقد صُمم لتمكين النزوح إلى كامل نواة بروتوكول الإنترنت من أجل الصوت والبيانات والأجهزة الراديوية عريضة النطاق وأساليب التشفير والتفكيك الجديدة.

6.4 الفوائد الرئيسية

من المؤكد أن يحصل المستعملون في مجال السلامة والطوارئ، وهم المستعملون المستهدفون بالدرجة الأولى، على ما يلي:

- أنظمة تتسم بالمتانة والكفاءة، لها سطوح بينية مفتوحة من الأنظمة التشغيلية؛

- أنظمة أثبتت جدارتها في الميدان، مما يدل على إمكانية التكيف مع احتياجات وأداء المستعملين؛

- تجهيزات قابلة للتشغيل البيني من مصادر متعددة.

5 نظام الاتصالات بالإنفاذ الرقمي المعزز (EDACS)

1.5 الأصل

طورت شركة Ericsson هذا النظام ثم اشترت مؤسسة M/A-COM حقوق ناتج النظام EDACS في عام 2001. وهو يقدم خدمات راديوية رقمية متقدمة متنقلة برية للاتصالات الراديوية الخاصة والخدمات لصالح الهيئات الصناعية والنظام الراديوي المتنقل المتخصص (SMR)، والمنظمات الفيدرالية وهيئات السلامة العامة والمنافع العامة، على جميع المستويات بما فيها المستوى

الحلّي ومستوى الولاية والمستوى الوطني. وقد نشرت رابطة صناعات الاتصالات (TIA) الدفعة الأولى من وثائق أسرة النظام EDACS في عام 1998. وبحلول عام 2000 شملت مجموعة معايير TIA-69 (وضعها اللجنة الهندسية TIA TR-8) للأنظمة الراديوية الرقمية EDACS أربع نشرات عن أنظمة الاتصالات (وهي تعريف الأنظمة والمعايير من أجل خدمات الاتصالات الراديوية الرقمية المتنقلة أرضياً (LMRS)، والسطح البيئي الهوائي الرقمي من أجل النفاذ إلى القنوات والتشكيل والرسائل والأنساق، وبيانات رزم (LMRS)، ومعايير مؤقت واحد (تنفيذ تحريض محسّن متعدد النطاقات (IMBE)) والعمل الجاري بشأن طرائق قياس المرسل المستقبل. وتتوافق أسرة وثائق النظام EDACS رجعيًا وهي قابلة للتشغيل بينياً مع الأنظمة القائمة من هذا النظام من أجل الخدمات المحددة.

2.5 الوصف

تنطبق أسرة وثائق النظام EDACS على التجهيزات المتنقلة البرية المرخص لها بموجب قواعد وأنظمة الإدارة القومية للاتصالات والمعلومات (NTIA) واللجنة الفيدرالية للاتصالات (FCC). وهي مناسبة لقنوات 12,5 kHz أو 25 kHz المصممة لنطاقات التردد VHF و UHF و 800 و 900 MHz. ويعمل النظام EDACS بأساليب الاتصالات التالية: الصوت الرقمي والبيانات الرقمية وتفسير الصوت المرقم وتشكيل التردد التماثلي لإمكانية التعاون المتبادل. وأسلوب الصوت الرقمي يستوعب أنماط النداء التالية: النداءات الجماعية ونداءات الطوارئ الجماعية والنداءات الفردية وجميع نداءات النظام.

ويعمل النظام EDACS بطريقة النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA). بمعدل بيانات على الموجة الحاملة قدره 9 600 ببتة في الثانية. وهو يستخدم تقنية تشكيل رقمي لجميع الاتصالات بما في ذلك أساليب قناة التحكم والصوت الرقمي والبيانات. ويتحقق ذلك من خلال تشكيل إثنيي لتردد موجة حاملة تنطوي على حالتين بواسطة إشارة عدم العودة إلى الصفر (NRZ). ويستخدم مرشاح غوسي قبل التشكيل لتضييق عرض النطاق المشغول بالموجة الحاملة. وتقنية التشكيل هي شكل من أشكال الإبراق الإثنيي بزحزة التردد (FSK) يعرف رسمياً باسم الإبراق الغوسي بزحزة التردد (GFSK). وهو تشكيل إثنيي بزحزة التردد مستمر الطور يقوم بوظيفة تشكيل النبضة الغوسية. وبإمكان كل قناة حمل الخطاب باستخدام مشفر صوت متطور متعدد النطاقات (AME) يعمل بمعدل إجمالي قدره 9 099 ببتة في الثانية، يشتمل على تصحيح الأخطاء.

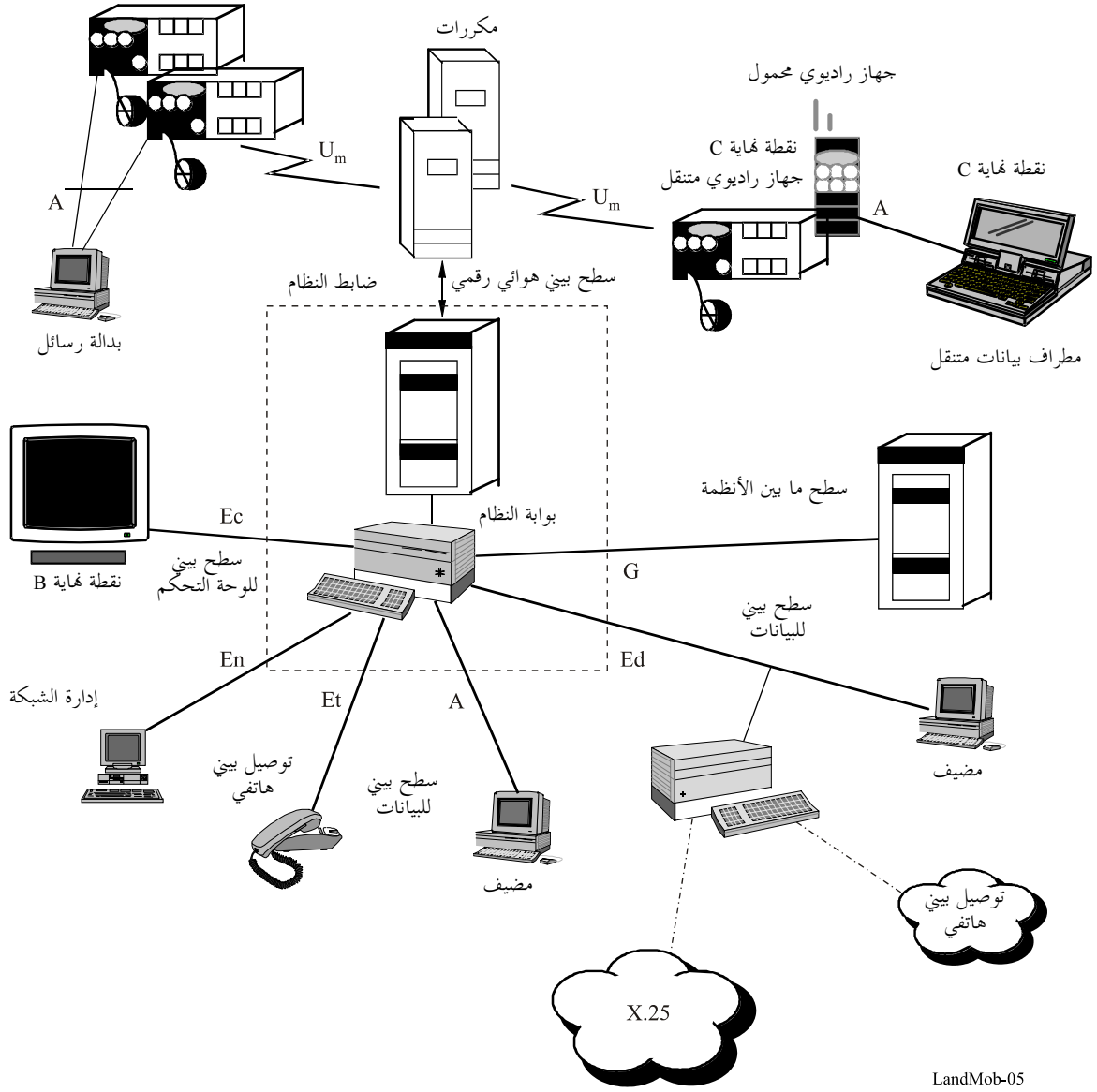
3.5 تشكيل النظام

نموذج النظام EDACS عبارة عن نظام راديوي متنقل بري متقاسم القنوات يستخدم تكنولوجيا الصوت الرقمي. والنظام مؤلف من عناصر مترابطة تعمل معاً، وهذه العناصر ممتلئة بأوصافها المادية والمعمارية وهي تصف بمجملها النظام بأكمله وتقدم عدة خدمات للاتصالات الراديوية المتنقلة البرية الخاصة.

ويعرض الشكل 5 العناصر المادية المنظومة في مجموعات وظيفية من قبيل الأجهزة المتنقلة أو المحمولة والمحطات القاعدة وتجهيزات التحكم بالنظام ومطارييف البيانات المتنقلة. وكل مجموعة من هذه المجموعات الوظيفية تؤدي وظائف محددة ضرورية لتشغيل النظام، وقد يجتمع بعض أو جميع هذه المجموعات الوظيفية في نظام معين. ويعرّف هذا الشكل أيضاً ما مجموعه سبعة سطوح بيئية في النظام تتناولها بالتعريف وثائق النظام EDACS.

الشكل 5

مثال لتشكل النظام EDACS



LandMob-05

4.5 السمات الرئيسية

ثمّة سمة أساسية في تلبية احتياجات الاتصالات في الوقت الحاضر وفي المستقبل وهي مسار النزوح الذي أثبت جدواه في النظام EDACS. وقد صممت منتجات وخدمات هذا النظام بحيث تكون متوائمة مع تكنولوجيات الماضي والحاضر والمستقبل. وكجزء من امتداد عمر التكنولوجيا ما فتئ النظام EDACS يتطور لكي يستوعب مزايا وخدمات جديدة متوائمة مع أنظمة تباع منذ عام 1987 كما أنه يوفر خطة نزوح لاندماج هذه التكنولوجيا مع أنظمة موشورية مقبلة تتسم بكفاءة استعمال الطيف مثل نظام الاتصالات بالنفاذ الرقمي المعزز بواسطة بروتوكول الإنترنت (EDACSIP) ونظام النفاذ المتعدد بتقسيم التردد والزمن (OpenSky F-TDMA).

5.5 المزايا الرئيسية

تشمل خدمات النظام EDACS عن بعد النداءات الجماعية ونداءات الطوارئ الجماعية والنداءات الفردية وجميع نداءات النظام. وقد يكون النداء الجماعي في إطار شبه أسطول أو أسطول أو وكالة تبعاً لهوية المجموعة. ويمكن للنداءات الجماعية أن تعمل بواحد من الأساليب الثلاثة التالية: الصوت الرقمي أو البيانات الرقمية أو التعاون المتبادل التماثلي.

وتشمل الخدمات التكميلية مزايا من قبيل: النفاذ السريع إلى القنوات، وإشارة النداء الأوتوماتية، ونغمة الإيدان بالإرسال، وبيان هوية المنادي، ومسح جماعي، وانتظام النداءات في طابور، والتخفير، والتوصيل البيئي الهاتفي، و8 من درجات الأولوية، ونظام فرعي للإنذار، وغيرها. وهذه الخدمات التكميلية تغير أو تحسن من قدرات خدمات الرسائل والخدمات عن بعد في النظام.

6.5 الفوائد الرئيسية

يوفر تطوير المواصفات القائمة على تكنولوجيا النظام EDACS إمكانية المواءمة رجعيًا وإمكانية التشغيل المشترك مع قاعدة واسعة قائمة من تجهيزات وأنظمة EDACS عالمياً.

6 النفاذ المتعدد بالقفز بين الترددات (FHMA)

1.6 الأصل

طُوِّرَ هذا النظام في إسرائيل حيث هنالك مختبر قائم للإشهاد بسلامة تطور النظام. وكان الحافز الأولي لتطوير هذا النظام هو تحقيق الكفاءة في استعمال الطيف. والقدر الذي حققه النظام من حيث الكفاءة الطيفية يجعل منه حلاً مجدياً بالنسبة لخدمات الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ أو الخصوصية PMR/PAMR حتى عندما يكون التخصيص الطيفي ضئيلاً جداً (30 تردداً بمقدار 25 kHz مثلاً لتغطية خدمة دون قيود). وترتكز أنظمة FHMA بالدرجة الأولى على سوق الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR). ويجاوب نظام FHMA أن يتصدى للتحديات التي يطرحها المستعملون التجاريون. وقد جرى توصيف النظام وتطويره بحيث يمثل للأنظمة الموضوعية من جانب اللجنة الفيدرالية للاتصالات FCC في الولايات المتحدة (مثال ذلك الأجزاء 15 و68 و90 و94).

2.6 الوصف

نظام FHMA بالدرجة الأولى تقنية راديوية رقمية متطورة تحقق الحد الأمثل من الكفاءة الطيفية في النظام الراديوي المتنقل. وتقنية الاتصالات التي يقوم عليها النظام هي توليف من النفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) (3:1) والنفاذ المتعدد بالقفز بين الترددات (واحد من طرائق النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)). وتوفر شفرات الحماية من الأخطاء إلى جانب التشذير حماية ممتازة من أحوال تدهور القنوات إما بسبب انخفاض قدرة الإشارة المتلقاة أو بسبب التداخل.

وقد جرى انتقاء معلمات القفز بغية تحقيق قدر عالٍ من كفاءة الطيف للأجهزة المتنقلة وإمكانية التشغيل في قنوات تتعرض للتداخل من الأجهزة المتنقلة. وتستخدم متانة الطبقة المادية في تكنولوجيا FHMA لتعزيز القدرة من خلال نمط إعادة استعمال خلوي. بمعامل إعادة استعمال منخفض التردد. ويمكن النظام من مقايضة إعادة الاستعمال مقابل القدرة والعكس أي معامل إعادة استعمال 1 بقدرة أصغر لكل وحدة تشكيلية أو معامل إعادة استعمال 3 بقدرة أكبر لنفس الوحدة التشكيلية (محطة قاعدة، قطاع). ويعرّف السطح البيئي الهوائي لنظام FHMA قنوات المرور وقنوات التحكم (ثنائية الاتجاه) ولا يكون القفز بين الترددات إلا في قنوات المرور.

3.6 تشكيلة النظام

يتشكل النظام FHMA من سطح بيئي هوائي وتشوير بين الأنظمة من خلال سطح بيئي معياري SS7-MAP وتوصيلية من خلال سطح بيئي هاتفي PSTN وتوصيلية عادية بالإنترنت من خلال سطح بيئي لمحطة خط.

4.6 السمات الرئيسية

بذلت جهود لدى تحديد الخدمات والتطبيقات بحيث يمكن تزويد مجموع الأساطيل المتنقلة بكل احتياجاتها من الاتصالات والتحكم من خلال نظام وحيد. ويشمل ذلك المهاتفة الصوتية وإرسال الصوت (فردياً وجماعياً) وخدمات مرسال البيانات والتطبيقات الخاصة بالبيانات (مثل التحديد الأوتوماتي لمواقع المركبات (AVL) ونظام Manifest).

وتشمل الخدمات عن بعد التي يوفرها النظام، من بين الخدمات الأخرى، المهاتفة من جهاز متنقل إلى آخر، واتصالات إرسال الخطاب، والاتصالات الصوتية من جهاز متنقل إلى مجموعة، والنفاذ الانتقائي إلى خدمات بما فيها اتصالات مأمونة خيارية، واتصالات المهاتفة بين جهاز متنقل وشبكة هاتفية بديلية عمومية (PSTN).

5.6 المزايا الرئيسية

توفر معلمات القفز في النظام FHMA، إلى جانب شفرات الحماية من الأخطاء وعملية التشدير، مقاومة ممتازة لكي لا تتعرض القنوات إلى الانحطاط جراء التداخل.

7 النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) – الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR)

1.7 الأصل

أخذ بالنظام (CDMA-PAMR) في أوروبا لتلبية الطلب الهائل على أنظمة وخدمات (PAMR). بما في ذلك الطلب على بيانات عالية السرعة وكذلك بيانات منخفضة أو متوسطة السرعة وخدمات PAMR الصوتية. والنظام CDMA-PAMR عبارة عن تكنولوجيا قادرة على تلبية هذه المتطلبات على نحو فعال، وخصوصاً من أجل شبكات PAMR الوطنية والإقليمية، إلى جانب تقديم طائفة من الفوائد الأخرى لم تكن توفرها في الماضي أنظمة PAMR أخرى ولكنها مفيدة لمستعملي (ومشغلي) PAMR بالنسبة إلى طائفة واسعة من التطبيقات. ويبلغ عرض نطاق الموجة الحاملة في هذا النظام 1,25 MHz وهو يعمل على أساس معامل إعادة استعمال تردد (حلوي) قدره 1، أي أن الكفاءة الطيفية لهذا النظام عالية جداً.

وعلى الرغم من أن انتشار شبكات هذا النظام عالمياً ما زال محدوداً اليوم فمن المرتقب نشر المزيد من هذه الشبكات في المستقبل القريب لتلبية لتزايد الطب عالمياً على اتصالات الصوت والبيانات عالية السرعة من خلال النظام PAMR عالي الكفاءة.

2.7 الوصف

يستخدم النظام CDMA-PAMR تكنولوجيا نقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت عبر شبكة راديوية تعتمد النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) وذلك لتقديم خدمات النظام PAMR القائم على أساس الصوت بالإضافة إلى خدمات البيانات بمعدلات شتى من التدفق. ويتحقق ذلك بواسطة تطبيق PAMR يعمل على حاسوب خادم موصول بشبكة راديوية تعمل على أساس النفاذ المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA)، ويستخدم مزايا وخدمات الشبكة الراديوية الباطنية (أي cdma2000). وهذا المنهج المرن يوفر توليفة قوية من خدمات الصوت والبيانات PAMR تتسم بسطوح بينية ميسورة من أجل تطوير طائفة واسعة من تطبيقات وحلول الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR).

وتكنولوجيا CDMA-PAMR مصممة لاستعمالها في شبكات PAMR، ولا سيما في نطاقات التردد التالية:

- MHz 430-420/420-410
- MHz 470-460/460-450
- .MHz 921-915/876-870

وعرض نطاق الموجة الحاملة لإرسالات CDMA-PAMR هو 1,25 MHz وهي تستخدم مبادعة بمقدار 1,25 MHz بين ترددات المركز في الموجات الحاملة CDMA-PAMR المجاورة. وخلافاً لما هو الحال في نظامي النفاذ المتعدد بتقسيم التردد (FDMA) والنفاذ المتعدد بتقسيم الزمن (TDMA) فإن النظام CDMA-PAMR لا يتطلب نمط إعادة استعمال تردد خلوي. إذ من الممكن في هذا النظام أن يُستعمل نفس تردد الموجة الحاملة من قبل جميع المحطات القاعدة في شبكة ما (أي أن معامل إعادة الاستعمال قدره 1). ويتحقق ذلك من خلال استعمال "شفرات" للتمييز بين القنوات التي تستخدمها مختلف الأجهزة المتنقلة، بدلاً من استعمال الترددات و/أو الفواصل الزمنية.

وتعايش تطبيقات الصوت والبيانات في داخل نفس الموجة الحاملة. وبإمكان موجة حاملة واحدة في النظام CDMA-PAMR أن تستوعب ما يصل إلى 35 مستعمل صوت. وعلى افتراض نموذج حركة "إرلنج B" عندئذ تكون النسبة 24,6 إيرلنج للموجة عند 1% سد أو 26,4 إيرلنج للموجة عند 2% سد. ويبدأ معدل البيانات الأساسي لكل مستعمل عند 9,6 كيلو بته في الثانية وقد يبلغ حداً أقصى قدره 153,6 كيلو بته في الثانية في الوصلة الهابطة. ومجموع القدرة لكلا الصوت والبيانات في مرتبة وسط تبعاً لمزيج الخدمتين.

3.7 تشكيلة النظام

يتألف النظام أساساً من جزأين:

- شبكة نفاذ راديوي متعدد بتقسيم الشفرة (PAMR) مع ما يصحبها من شبكة بيانات بروتوكول الإنترنت ومكوناتها.
- تطبيق للاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (CDMA) يتألف من جزء متنقل يُخص الزبون يعمل على مطراف متنقل وجزء في حاسوب خادم شبكة يعمل على حواسيب خادمة موصولة بالشبكة.

يبين الشكل 6 معمارية لنظام CDMA-PAMR.

يقوم ضابط الحاسوب الخادم/الوسائط العامل على أساس "اضغط لتتكلم" (PTT)، وهو عنصر أساسي في المعمارية، بتنسيق النداء PTT اعتماداً على مطالب صاحب النداء الأصلي والاستجابة المرتبطة بما من قاعدة بيانات المشتركين. ومن الوظائف التي يقدمها ضابط الحاسوب بأسلوب PTT ما يلي: تسجيل المشترك، ومعالجة النداء بواسطة بروتوكول استهلال الجلسة (SIP)، وتطبيقات PTT بما في ذلك الخدمات من نقطة إلى نقطة ومن نقطة إلى عدة نقاط، وإرسال الرزم مع عناوين بروتوكول الإنترنت لجهة المقصد الملائمة لكل طرف متاح للنداء الجاري، والتفعيل والإبطال الدينامي لأعضاء المجموعة أثناء النداء الفعال. وتوفر قاعدة بيانات المشتركين ذات الصلة: موجز شروط المشترك، وإدارة قائمة المجموعة، وإدارة انطلاقاً من الأجهزة المتنقلة لتحديث قوائم المجموعات لصالح المستعمل النهائي، وإدارة انطلاقاً من الشبكة لتحديث قوائم المجموعات.

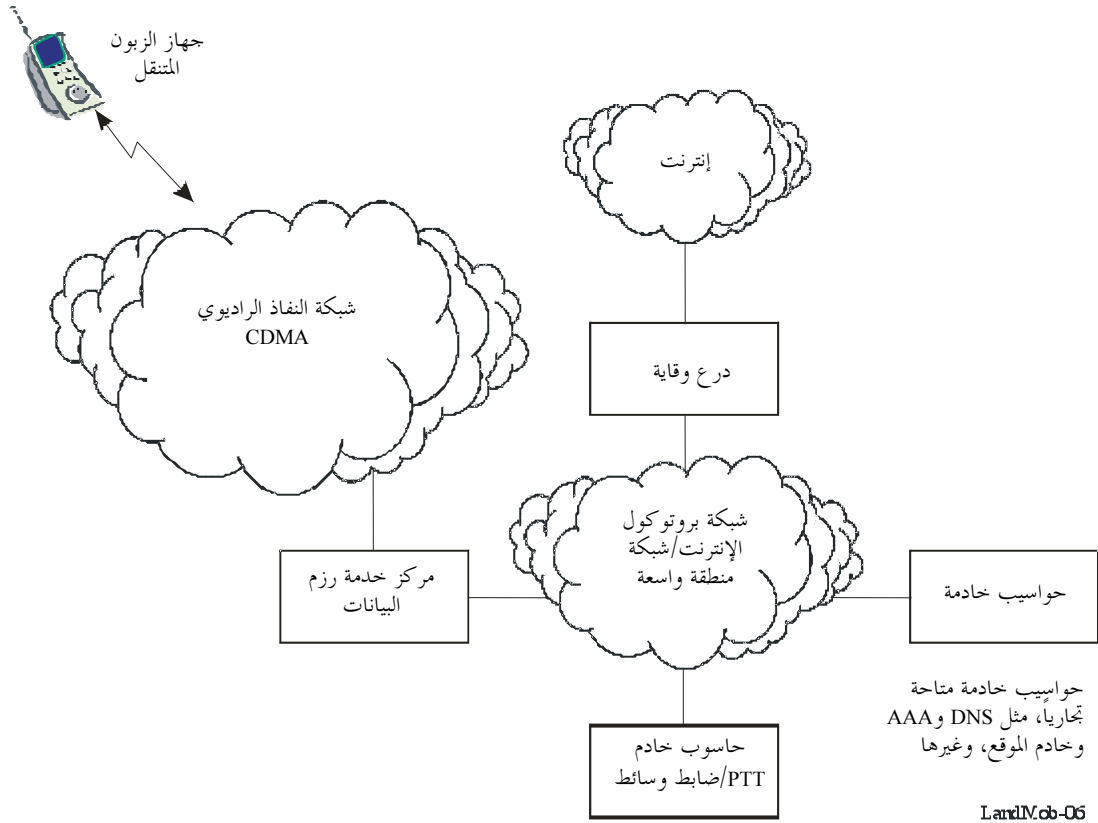
والسطح الواقع ما بين شبكة النفاذ الراديوي المتعدد بتقسيم الشفرة (CDMA) وشبكة بيانات رزم بروتوكول الإنترنت/شبكة المنطقة الواسعة (WAN) يوفره مركز لخدمة رزم البيانات (PDSN)، وهو منتج شائع الاستعمال مثل هذه الأغراض. ويتيح هذا المركز استعمال بروتوكول قائم على المعايير يوفر انضغاط الرأسية لتحسين كفاءة الحركة على الهواء وبالتالي توفير نوعية صوت أفضل.

وعلاوة على عناصر الشبكة المذكورة أعلاه يتعين أن تكون أجهزة المشترك المتنقلة PTT مزودة ببرمجية ملائمة تختص بالزبون. وهذه البرمجية تمكن من تقابل الجهاز المتنقل مع برمجية مناظرة في الحاسوب الخادم PTT لتوفير مزايا ووظائف PTT. وتوفر المزايا الرئيسية في النظام CDMA-PAMR بيئة على درجة عالية من المرونة من أجل استحداث الخدمات والتطبيقات وتوليفة قوية من خدمات الصوت والبيانات في إطار الاتصالات الراديوية المتنقلة عمومية النفاذ (PAMR). ومن الخدمات المتاحة باستعمال تكنولوجيا CDMA-PAMR ما يلي:

- خدمات الصوت PTT
- النداءات الجماعية
- خدمات الإرسال
- ترتيب الأولويات وطابور الانتظار
- الحالة الراهنة ورسائل البيانات القصيرة
- بيانات الرزم/خدمات بروتوكول الإنترنت
- الصوت والبيانات في آن واحد
- إدارة المجموعات الدينامية
- إعادة برمجة المطاريف على الهواء
- خدمات تحديد الموقع.

الشكل 6

مثال لتشكيلة نظام CDMA-PAMR



وبالإضافة إلى توفير مثل هذه الخدمات والمزايا التي يتطلبها تقليدياً مستعملو نظام الاتصالات الراديوية المتنقلة الخصوصية وعمومية النفاذ PAMR/PMR فإن النظام CDMA-PAMR يقدم أيضاً طائفة واسعة من الخدمات والمزايا الأخرى لم يكن يقدمها في الماضي أي من النظامين PAMR أو PMR ولكنها من المحتمل أن تكون مفيدة لمستعملي (ومشغلي) PAMR بالنسبة لطائفة واسعة من التطبيقات. ومن أمثلة ذلك:

- المرونة في وضع خطط الترقية/العنونة لمنظمات المستعملين (وكفاءة استعمال موارد الترقية النادرة في الشبكة).
- إمكانية الاندماج في خدمات قائمة على بروتوكول الإنترنت أو إمكانية استعمالها مثل المراسلة الفورية وخدمات الدوام وشبكات إنترنت ونقل الصوت بواسطة بروتوكول الإنترنت وتخفير الصوت والبيانات من طرف إلى طرف والخدمات القائمة على شبكة الويب، وغير ذلك.
- إمكانية استعادة تسجيل الرسائل (الصوت والبيانات) حسبما يكون مطلوباً.
- تخزين الرسائل ذات الأولوية العالية (الصوت والبيانات) أوتوماتياً ومعاودة إرسالها إلى أن يتلقاها الطرف المقصود، إضافة إلى الإشعار بالاستلام وضمن التسليم.
- إمكانية المسارعة إلى إقامة مجموعة مخصصة على أساس مؤقت اعتماداً على مجموعة متنوعة من العلامات (بما فيها الموقع)، مثال ذلك في موقع معين من أجل حالة معينة تتناول جميع أولئك المستعملين الذين صدف أن كانوا على مقربة من الموقع في ذلك الحين.

الملحق 2

أنظمة الاستدعاء الراديوي والمراسلة المتقدمة

يتناول هذا الملحق تفاصيل الخصائص التقنية والتشغيلية لمختلف أنظمة الاستدعاء والمراسلة وما يرتبط بها من شفرات.

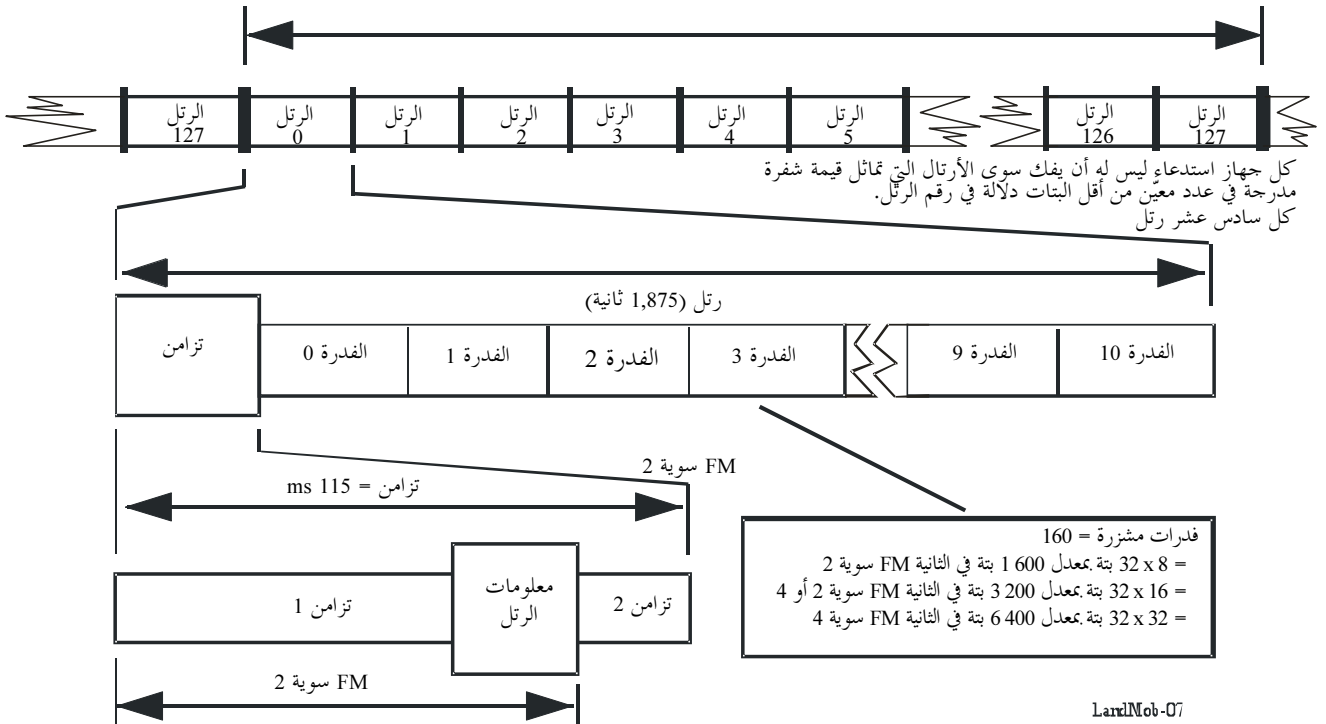
1 الخصائص التقنية لبروتوكول المنطقة الواسعة المتزامن المرن (FLEX)

1.1 نسق تشفير البروتوكول FLEX

يعمل نسق تشفير البروتوكول FLEX في شكل شفرة متزامنة ويتمتع بالحماية الإضافية من خبو الإشارة في حقل البيانات لديه (حقل العنوان والتوجيه والمراسلة) بفضل إرسال البتات بعمق تشفير قدره 8. ويتبين من التفاصيل الواردة في الشكل 7 أن تركيبة الأرتال المتكررة بطول 1,875 ثانية كل منها تتيح المجال لإحدى عشرة فدرة من البيانات يحتوي كل منها على 8 كلمات شفرة. وكلمة الشفرة الأولى في الفدرة 0 مخصصة لأن تكون كلمة فدرة معلومات تحتوي على معلومات بنية رتل ونظام. وهذا يترك 87 كلمة شفرة متاحة لاستخدامها في تسليم البيانات. ولنسق تشفير FLEX 3 سرعات تشفير، في 4 أنساق، بحيث يمكن تنفيذها في البنية التحتية القائمة بمعدل 1 600 بته في الثانية، نظام تشكيل التردد على سويتين، أو في بنية تحتية جديدة بمعدل 3 200 بته في الثانية باستعمال تشكيل تردد على سويتين أو 4 سويات (إبراق بزحزحة التردد، FSK) وسرعة قصوى بمعدل 6 400 بته في الثانية باستعمال تشكيل تردد على 4 سويات (FSK). وكل من هذه الخيارات يمكن مشغل النظام من إضافة مشتركين وبنى تحتية كلما ارتأى أن زيادة القدرة مناسب. وتتجسد ميزة تعدد السرعة في بروتوكول FLEX بتعدد إرسال اثنتين أو أربع قنوات من الحركة كل منها بمعدل 1 600 بته في الثانية. ويشار إلى قنوات الحركة بمعدل 1600 بته في الثانية هذه باسم "أطوار". ونتيجة لذلك يبلغ مجموع كلمات شفرة حقل البيانات المتاحة 87 و174 و348 لكل من السرعات الثلاث.

الشكل 7

نسق تشفير البروتوكول FLEX



والبروتوكول FLEX مصمم لأن يعمل في آن واحد إلى جانب أنظمة الاستدعاء القائمة في أنحاء العالم، بما فيها نظام الفريق الاستشاري المعني بتقييم شفرات مكاتب البريد (POCSAG). ولا حاجة لأن ينتقل مشغلو النظام دفعة واحدة إلى السرعة القصوى 6 400 بته في الثانية في بروتوكول FLEX. وبإمكانهم إضافة معدل FLEX 1 600 إلى نظامهم القائم بمعدل 1 200 بته في الثانية وذلك بالارتقاء بمطارييف الشبكة القائمة ومواصلة خدمة المشتركين الراهنين.

2.1 الفوائد الرئيسية من البروتوكول FLEX

سرعة الاستدعاء

يرفع البروتوكول FLEX سرعة الاستدعاء حتى 6 400 بته في الثانية. ويتحقق ذلك من خلال تعديل إرسال ما يصل إلى أربعة قطارات بيانات في إرسال واحد بمعدل 6 400 بته في الثانية. ويعمل كل قطار أو طور من البيانات بصفة مستقلة ولا يستطيع جهاز الاستدعاء (لدى المشترك) سوى فك تشفير طور واحد. وهذا يمنع الرسائل الطويلة من عرقلة أو تأخير الرسائل الأخرى.

سعة القنوات

يستوعب البروتوكول RLEX عدداً يصل إلى مليار عنوان فردي وإلى 600 000 جهاز استدعاء مرقم في كل قناة (على أساس معدل حركة نموذجي لكل مشترك). وبالنسبة إلى أجهزة الاستدعاء المرقمة في رتبة 10 أرقام تتجاوز سعة البروتوكول FLEX أربعة أضعاف سعة أكثر أنظمة POCSAG تقدماً التي تعمل بمعدل 1 200 بته في الثانية. وبالنسبة إلى أجهزة الاستدعاء الألفبائية الرقمية أربعمائة السمات يتمتع FLEX بسعة تزيد بمقدار خمسة أضعاف عن سعة POCSAG البالغة 1 200.

تكلفة النظام لكل مستعمل

يمكن ارتفاع السعة هيئات التشغيل من إضافة مشتركين إلى القنوات الموجودة مما يجعل تكلفة إرسال كل بته وتكلفة كل مستعمل أخفض مما هي بالنسبة لأي نظام استدعاء آخر.

كفاءة مزج الخدمات

سرعان ما تنفذ سعة أنظمة POCSAG اليوم عندما تمزج الخدمات الرقمية والألفبائية الرقمية والمعلومات في نفس القناة. أما في بروتوكول FLEX فمن الممكن مزج جميع هذه الخدمات بكفاءة دون أن يكون ذلك على حساب مستعملي الخدمات الرقمية. ويتحقق ذلك بتكريس أطوار إلى خدمة مفردة لأن هذه الأطوار مستقلة بعضها عن بعض.

التوافق مع الشفرات القائمة

يبقى البروتوكول FLEX فعالاً عندما يستخدم لوحده أو عندما يمزج مع شفرات قائمة. وهذا يعني أن أي نظام POCSAG قائم، ولا يكون ممتلئاً، بإمكانه النزوح إلى FLEX وأن يستخدم في البداية مجرد 3,1% من وقت الإرسال الراهن على الهواء. أضف إلى ذلك أن FLEX يستوعب في هذه النسبة الضئيلة من 5 000 مشترك رقمي (بمعدل 1 600 بته في الثانية) إلى 20 000 مشترك رقمي (بمعدل 6 400 بته في الثانية).

شفرة متينة يعول عليها

يوفر بروتوكول FLEX لمستعملي أجهزة الاستدعاء حماية ممتازة من خبو الإشارة مما يعني درجة أرقى من المعولية على جميع خدمات الاستدعاء ولا سيما الخدمات الألفبائية الرقمية وخدمات المعلومات. وعندما يطرأ تغاير في شدة الإشارة فإن البروتوكول FLEX قادر على تحمّل مقدار 10 مللي ثانية من الخبو مهما كانت السرعة وعلى فك تشفير المعلومات بدقة رغم ذلك.

ويرتقي FLEX بدرجة المعوئية من خلال عمليات التحقق من مجاميع أرقام الضبط، وهي آلية من آليات تحري الأخطاء، ومن خلال ترقيم الرسائل للتمكن من استعادة الرسالة المفقودة، ومن خلال الجانب الإيجابي من ضبط الرسائل بتحديد طول كل منها. وهذا يعني أن فترات الخبو ينبغي أن تكون أطول لكي تتمكن من إفساد كلمة ما.

تسليم رسائل الاستدعاء

فضلاً عن الدرجة العالية من المعوئية يقدم البروتوكول FLEX قدرة أكبر على تسليم الرسائل. وهذا يعني تقليص تأخيرات ساعات الازدحام مما يفض أو يستغني عن عمليات تكرار المراقبة في مطراف شبكة الاستدعاء وما يستتبعه من معاودة إرسال على الهواء. وهذا لا يؤدي إلى زيادة ارتياح الزبون فحسب وإنما يمكن أيضاً من الارتقاء بكفاءة استعمال موارد البنية التحتية مثل شبكة الهاتف وزمن الإرسال.

النمو الانسيابي

يحقق البرتوكول FLEX الكفاءة في استعمال أنظمة البنية التحتية الراهنة عندما يواصل البناء انطلاقاً من نظام POCSAG الجاري بمعدل 1200 بته في الثانية. ويتسم البروتوكول FLEX بالمرونة حيث يعمل بمعدلات 1600 أو 3200 أو 6400 بته في الثانية لتمكين مزودي الخدمات من موازنة سعة النظام لديهم مع متطلبات السوق. ويمكن البروتوكول مزودي الخدمات من تبديل سرعة الإرسال دينامياً لمواكبة أنماط الحركة.

أداء البطارية وحجم جهاز الاستدعاء

يمتد عمر بطارية جهاز الاستدعاء باستعمال FLEX نحو عشرة أضعاف عمر بطارية في جهاز يعمل على اساس POCSAG، وذلك بفضل قدرات FLEX الفائقة على تحقيق التزامن، أي أن الجهاز أكثر كفاءة في البحث عن شفرة وجهته وبالتالي يوفر الطاقة. وهذا التحسين في عمر البطارية يمكن من استخدام بطاريات أصغر حجماً وتصميم أجهزة استدعاء أصغر حجماً وأجمل شكلاً.

قاعدة أساس لخدمات استدعاء متطورة في المستقبل

البروتوكول FLEX قادر على مواكبة القدر المتزايد باستمرار من التطور الذي تشهده سوق الاستدعاء الراديوي وعلى استيعاب النمو نحو الخدمات المعززة كعملية الاستدعاء ثنائية الاتجاه وعملية التجوال على صعيد البلد بأكمله. وقد صُمم البروتوكول FLEX أصلاً بحيث يمكن تطورات متغايرة في المستقبل من التعايش في نفس النظام.

2 الخصائص التقنية لنظام المراسلة الراديوية الأوروبي المعزز (ERMES)

1.2 معمارية النظام ERMES

يستدعي تقديم خدمات النظام ERMES، فيما يتعلق بمناولة الحركة وقدرة التجوال دولياً، ترابط مختلف الشبكات الوطنية وذلك لتوسيع رقعة التغطية. ويبيّن الشكل 8 البنية الوظيفية العامة للنظام ومختلف السطوح البينية التي يشتمل عليها. وينقسم هذا النظام إلى جزأين رئيسيين يتناول الأول الاتصالات ويتناول الثاني التشغيل والصيانة. وتتبع هذه المعمارية توصيات السلسلة M لدى قطاع التقييس في الاتحاد الدولي للاتصالات، وهي لا تختلف عن معمارية أي شبكة دولية من شبكات الاتصالات.

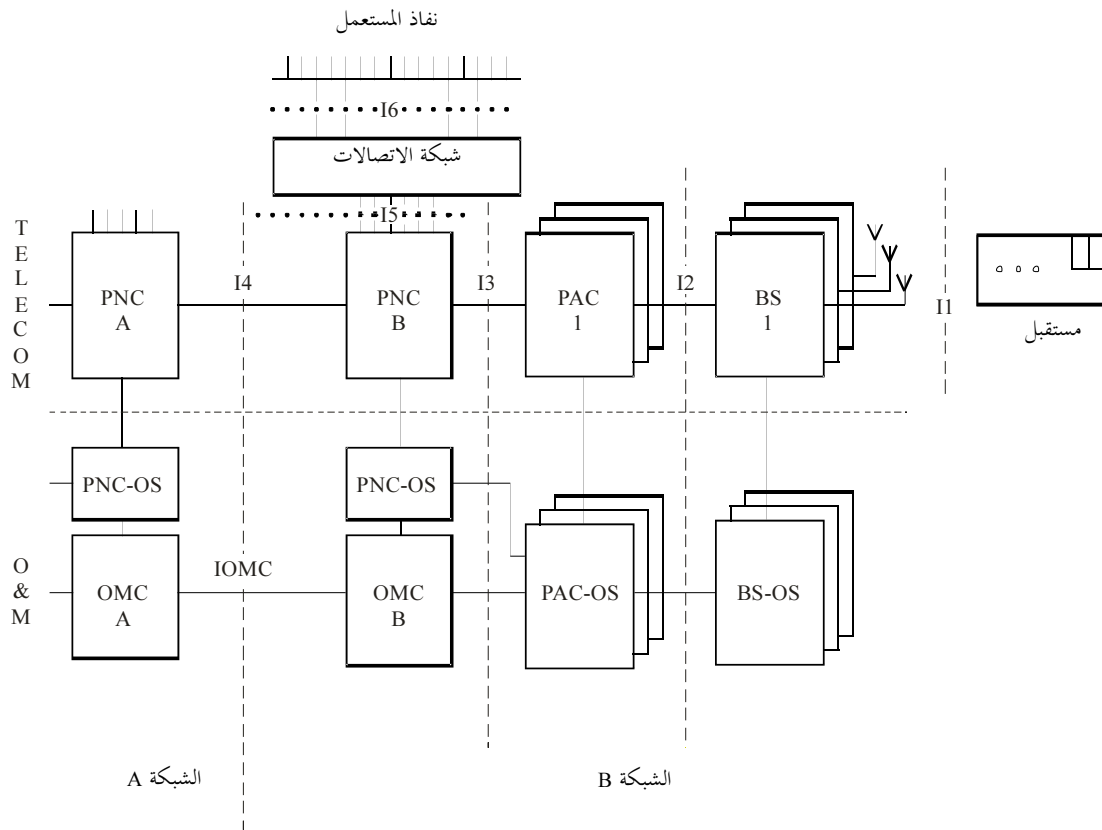
وفيما يتعلق بالجزء الذي يتناول الاتصالات فإن كل شبكة تخضع لإشراف مركز مراقبة شبكة استدعاء راديوي (PNC) وهذه العملية مفصلة في الفقرة التالية. ومراكز مراقبة منطقة الاستدعاء الراديوي (PAC) والمحطات القاعدة (BS) تعمل على ضمان التغطية الراديوية في منطقة أو في عدة مناطق استدعاء راديوي وتشكل معاً النظام الفرعي الراديوي.

ومركز مراقبة الشبكة (PNC) هو الوحدة المركزية لمعالجة النداءات. ويكون كل مركز مسؤولاً عن شبكة واحدة وموصولاً بكل مركز آخر في النظام ERMES باستخدام السطح البيني I4 من أجل تسيير نداءات الاستدعاء وخدمة التحويل على الصعيد الدولي.

والمركز PNC مسؤول عن معالجة النداءات. وهو يُطلق آلية قبول نداء ما لكل محاولة نداء وذلك لضمان نوعية الخدمة المقدمة. ولهذا الغرض فإنه يتعاون مع مركز التشغيل والصيانة (OMC) الذي يُصدر معلومات الحالة. ويكون النفاذ إلى الخدمة من خلال السطح البيني I6 لدى المركز PNC الذي يتناول حوار المستعمل. وعندما يتم الاتصال بين مطراف المستعمل والمركز PNC من خلال شبكة الاتصالات فإن I5 هو السطح الواصل بين الشبكة والمركز PNC.

الشكل 8

معمارية النظام ERMES



I1 و I2 و I3 و I4 و I5 و I6 : سطوح بينية وظيفية بين كيانات جزء التشغيل والصيانة في الشبكة نظام التشغيل جزء الاتصالات في الشبكة مجموعة إمكانات أمام المستعملين للنفاذ إلى النظام (هاتف، مطراف بيانات، تليكس، ISDN، وغيرها)

LandMob-08

ويقوم مركز مراقبة منطقة الاستدعاء الراديوي (PAC)، وهو يراقب منطقة واحدة، بتنظيم طابور الرسائل ودفعاتها تبعاً لمرتبة الأولوية ونسق الإرسال داخل منطقة الاستدعاء المسؤول عنها.

وتتألف المحطة القاعدة (BS) من مرسل أو أكثر وما يرتبط بها من تجهيزات مراقبة وتوقيت. وينبغي أن يكون الإرسال عبر واحدة من القنوات الراديوية وعددها 16 وأن ينتظم في شكل منسق تيسيراً لتزامن المستقبل، أينما كان موقعه، إما في إطار الشبكة الأم أو بأسلوب التحوال في إطار الشبكة المضيفة.

ويدعى السطحان البينيان PAC/PNC و BS/PAC على التوالي I3 و I2. وهما يقعان داخل شبكة المشغل. والسطوح البينية الخارجية هي I1 (السطح البيني الهوائي) و IOMC/I4 (التعامل ما بين الشبكات) و I6 (السطح البيني مع المستعمل). ويعتبر السطح البيني I5 خارجياً بالنسبة لشبكة مشغل الاستدعاء ولكن لا حاجة لأن يكون متسقاً مع مشغلي الاستدعاء الآخرين.

ويعتمد السطح البيني الراديوي I1 على الخاصة التالية:

- نطاق التردد: 169,4 – 169,8 MHz؛

وقد صممت لنطاق التردد هذا إمكانيات تصحيح الأخطاء لبروتوكول الإرسال. ومع ذلك فإن بروتوكول الإرسال غير مرتبط بنطاق التردد هذا ومن الممكن تشغيله في نطاقات تردد أخرى كما هو مبين في الملحق 1 من التوصية ITU-R M.539-3. ولا بد من أن تكون قناة واحدة على الأقل من أصل القنوات البالغ عددها 16 مشتركة في الشبكة التي توفر خدمة التحوال. ولا حاجة لأن تكون القناة (القنوات) المشتركة هي نفسها في كل شبكة.

- 25 kHz تباعد القنوات،

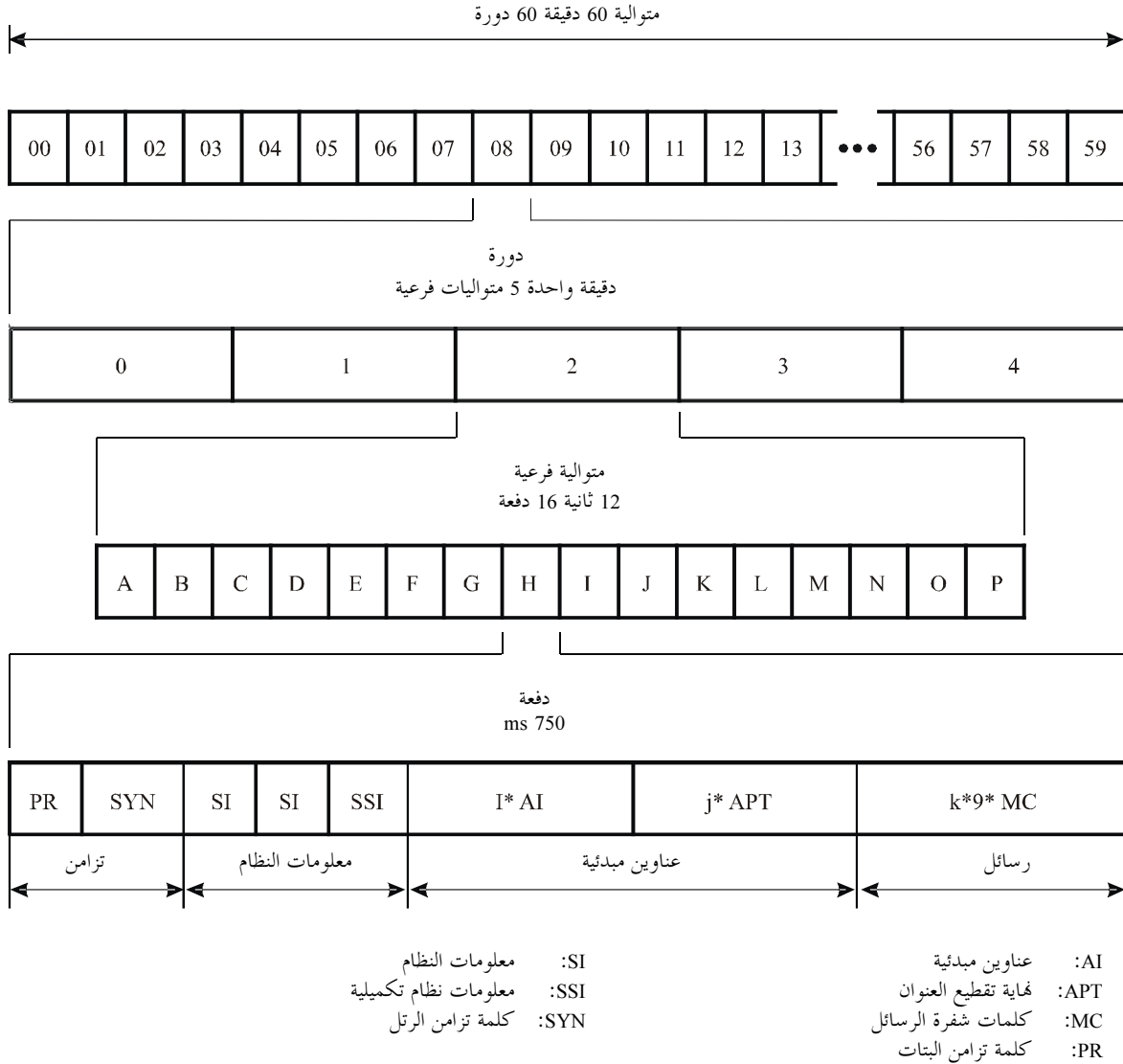
- طريقة التشكيل = AM/FM 4P،

- معدل الترميز = 3,125 kBd (معدل بتات 6,25 كيلو بتة في الثانية)،

- بروتوكول الإرسال كما هو موصوف في الشكل 9،

- مستقبل متنقل الترددات (16 قناة).

الشكل 9 بروتوكول الإرسال



LandMob-09

2.2 الفوائد الرئيسية من نظام المراسلة الراديوية الأوروبي المعزز (ERMES)

سرعة الاستدعاء

يبلغ معدل الإرسال 6,25 كيلو بته في الثانية لكل قناة وذلك بفضل التشكيل AM/FM 4P ويحدد التصحيح الأمامي باستخدام شفرة BCH. وهذا يفضي إلى معدل بيانات فعال يبلغ نحو 3 750 بته في الثانية.

سعة النظام

يعمل النظام في واحد أو أكثر من الترددات البالغ عددها 16 في نطاق راديوي واحد. وهو مصمم بحيث يتمكن المستقبل من تلقي النداءات عندما ترسل على أي من هذه الترددات. وهو يوفر بيئة تنتقل فيها الإرسالات في آن واحد على هذه الترددات. وعلاوة على ذلك بإمكان النظام أن يعمل في شبكات على أساس تقسيم التردد وتقسيم الزمن وعلى أساس

الإرسال في آن واحد. ويستعمل ترقيم المستقبل عنواناً من 35 بته مقسوماً إلى 5 أجزاء ويعطي رقماً واحداً لكل مستقبل يتضمن أجزاءً تدل على الشفرة القطرية وشفرة المشغل.

كفاءة مزج الخدمات

يقدم النظام أولاً وظائف الاستدعاء الأساسية شاملة إرسال النعمة فقط والخدمات الرقمية والألفبائية الرقمية. وهو يستوعب أيضاً خدمات متقدمة ومنها إرسال البيانات دون نسق والنداءات الجماعية المغلقة والرسائل الطويلة ودرجات الأولوية وتسهيلات الأمان وإمكانية التجوال وغيرها.

شفرة متينة يعول عليها

علاوة على التصحيح الأمامي للأخطاء تُستخدم عملية التشذير للتقليل إلى أقصى حد ممكن من خطر تأثير رزم الأخطاء على استقبال البيانات.

كفاءة استعمال الطيف

يمتاز النظام ERMES، من حيث نسبة المستعمل إلى التردد، بنحو أربعة أضعاف على النسبة المقابلة في نظام POCSAG. وهذا يضمن إمكانية قيام النظام ERMES. بتقديم خدمات توصيل راديوي على درجة عالية من فعالية التكلفة لكل من المشغل والزبائن على حد سواء.

أداء البطارية وحجم جهاز الاستدعاء

يحقق تصحيح النظام وفورات فعالة في استهلاك البطارية بفضل طائفة واسعة من التقنيات. أولاً يمكن تزامن السطح البيئي الراديوي مع التوقيت العالمي المنسق (UTC) جهات الاستقبال من تحديد الموعد المرتقب لأي من المعلومات. ومن الممكن تقنين احتياجات مختلف المنتجات من طاقة البطارية بحيث تصل إمكانية التوفير إلى 10 000 مرة بالمقارنة مع مستقبلات نظام POCSAG الراهنة. إذ من الممكن مثلاً تصميم جهاز على غرار ساعة اليد ليكون استهلاك البطارية في حده الأدنى.

انفتاح النظام

النظام ERMES نظام مفتوح طور بالاستناد إلى توافق الآراء لدى المشغلين والمصنّعين. وهو يوفر بيئة تضمن تعدد المشغلين وتعدد مصادر التجهيزات.

الملحق 3

قائمة بالمختصرات

تشكيل الاتساع	AM
المعيار القومي الأمريكي	ANS
المؤسسة القومية الأمريكية للمعايير	ANSI
رابطة المسؤولين عن السلامة العامة	APCO
رابطة الصناعات ومشاريع الأعمال الراديوية	ARIB
محطة قاعدة	BS
نفاذ متعدد بتقسيم الشفرة	CDMA
إبراق تربيعة متوافق بزحزة الطور	C-QPSK
أنظمة راديوية رقمية متنقلة متكاملة	DIMRS
تشغيل بأسلوب مباشر	DMO
إبراق رقمي تربيعة بزحزة الطور	DQPSK
نظام الاتصالات بالنفاذ الرقمي المعزز	EDACS
توافق كهرمغناطيسي	EMC
اللجنة الأوروبية للاتصالات الراديوية	ERC
نظام المراسلة الراديوية الأوروبي المعزز	ERMES
معيار اتصالات أوروبي	ETS
المؤسسة الأوروبية لمعايير الاتصالات	ETSI
اللجنة الفيدرالية للاتصالات (الولايات المتحدة)	FCC
نفاذ متعدد بتقسيم التردد	FDMA
نفاذ متعدد بالقفز بين الترددات	FHMA
بروتوكول المنطقة الواسعة المترامن المرن	FLEX
تشكيل التردد	FM
إبراق غوسي بزحزة التردد	GFSK
إبراق غوسي (مرشح) بزحزة دنيا	GMSK
نظام الموضعة العالمي	GPS
النظام العالمي للاتصالات المتنقلة	GSM
الشبكة الرقمية المتكاملة المعززة	iDEN
النظام الراديوي الرقمي المتكامل	IDRA
حقوق الملكية الفكرية	IPR
نظام نقل ذكي	ITS
الاتصالات الراديوية المتنقلة البرية	LMR

حراكة أنشطة الطوارئ والسلامة	MESA
مذكرة تفاهم	MoU
وزارة إدارة الشؤون العامة والداخلية والبريد والاتصالات (اليابان)	MPHPT
عدم العودة إلى الصفر	NRZ
الإدارة القومية للاتصالات والمعلومات (الولايات المتحدة)	NTIA
تعدد إرسال تعامدي بتقسيم التردد	OFDM
مركز التشغيل والصيانة	OMC
بدالة فرعية أوتوماتية خاصة	PABX
مركز مراقبة منطقة استدعاء راديوي	PAC
اتصالات راديوية متنقلة عمومية النفاذ	PAMR
خدمة اتصالات شخصية	PCS
اتصالات راديوية متنقلة خصوصية	PMR
مركز مراقبة شبكة استدعاء راديوي	PNC
الفريق الاستشاري المعني بتقييم شفرات مكاتب البريد	POCSAG
مركز خدمة رزم البيانات	PSDN
شبكة هاتفية تبديلية عمومية	PSTN
اضغط لتتكلم	PTT
تشكيل اتساعي تريبي	QAM
إبراق تريبي بزحزة الطور	QPSK
مركز البحوث والتطوير للأنظمة الراديوية	RCR
تنبؤ خطي محرض بالشفرة منتظم النبضات	RPCELP
خدمة المراسلة القصيرة	SMS
بروتوكول إدارة الشبكات البسيطة	SNMP
بروتوكول التحكم بالنقل/بروتوكول الإنترنت	TCP/IP
نفاذ متعدد بتقسيم الزمن	TDMA
النظام الراديوي للأرض متعدد القنوات	TETRA
رابطة صناعات الاتصالات	TIA
بروتوكول نقل الصوت بواسطة الإنترنت	VoIP
شبكة منطقة واسعة	WAN



* 2 8 5 7 4 *

طبع في سويسرا

حنيف، 2005

ISBN 92-61-11376-1