هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space & Technology Commission

خطة توفير
الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية

وزارة الدفاع
MINISTRY OF DEFENSE

وزارة الداخلية
المملكة العربية السعودية

cst.gov.sa

المحتـــويات

1 المصطلحات 03

2 المقدمة 06

3 استخدامات الطيف الترددي في التطبيقات الدفاعية والأمنية 09

4 حوكمة الطيف الترددي للجهات العسكرية والأمنية 11

4.1 مبادئ حوكمة الطيف الترددي 13

4.2 منهجية حوكمة الطيف الترددي الحالية 14

4.3 خطط تمكين أدوات الحوكمة الحالية 15

5 أولويات خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية 17

5.1 مشاركة الطيف الترددي 19

5.2 إعادة توزيع الطيف الترددي 21

5.3 النطاقات ذات الأولوية لتعزيز استخدام الطيف الترددي 22

6 التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة 23

6.1 الطيف الترددي للتطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة 25

7 متابعة المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-27) 35

01

المصطلحات

المصطلحات

3GPP	منظمة تعنى بإعداد وتطوير المواصفات الفنية لتقنيات الاتصالات المتقدمة
BVLOS	الاستخدامات اللاسلكية التي لا تعتمد على خط رؤية بصرية مباشرة
FSS	الخدمة الثابتة الساتلية
GACA	الهيئة العامة للطيران المدني في المملكة العربية السعودية
GNSS	نظام الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية
GPS	نظام تحديد المواقع العالمي
GSO	المدار الثابت بالنسبة للأرض
HF	التردد العالي
ICAO	منظمة الطيران المدني الدولي
IMT	الاتصالات المتنقلة الدولية
IoT	إنترنت الأشياء
ITU	الاتحاد الدولي للاتصالات
LEO	المدار الساتلي المنخفض
LoRa	تقنية الاتصال بعيدة المدى منخفضة الطاقة
MIFR	السجل الدولي للترددات
MNO	مشغل شبكة الاتصالات المتنقلة
MSS	خدمة الأقمار الصناعية المتنقلة
NB-IoT	إنترنت الأشياء ضيق النطاق
NGSO	مدار غير ثابت بالنسبة للأرض

UHF	تردد بالغ الارتفاع
VHF	تردد شديد الارتفاع
VLOS	الاستخدامات اللاسلكية التي تعتمد على خط رؤية بصرية مباشرة
WRC-27	المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية 2027م
NFR	السجل الوطني للطيف الترددي

02

المقدمة

المقدمة

ضمن إطار الجهود الوطنية المستمرة في تعزيز الأمن الوطني والتحول الرقمي لدى الجهات العسكرية والأمنية، يستعرض هذا التقرير توجهات هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية -بدعم ومساهمة الجهات العسكرية والأمنية- لتنفيذ خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية المُعدة خلال العام 2025؛ بما يتوافق مع المعايير الدولية والاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) لضمان الانسجام مع أفضل الممارسات الدولية.

تعتمد التطبيقات الدفاعية والأمنية بشكل كبير على استخدام الطيف الترددي، ويشكل حجم استخدام الجهات العسكرية والأمنية للطيف الترددي في المملكة الحجم الأكبر في السجل الوطني للطيف الترددي (NFR)، مما يُبرز الدور الحيوي الذي تمثله تلك الجهات في المملكة.

ويعد الطيف الترددي عاملاً أساسيًّا لتمكين أنظمة الاتصالات التكتيكية و الرادار والملاحة وبقية الأنظمة العسكرية.

كما يعد تخصيص الطيف الترددي أمرًا جوهريًّا للجهات العسكرية والأمنية؛ بهدف تمكين وتلبية المتطلبات التشغيلية لتلك الجهات، وتجدر الإشارة إلى أن الخطة الوطنية للطيف الترددي تحدد صلاحية الوصول للطيف الترددي لثلاث فئات (الجهات الحكومية، الجهات المدنية، النطاقات الترددية المشتركة).

ومن المتوقع زيادة الاحتياج للوصول للطيف الترددي من قبل الجهات العسكرية والأمنية لدعم التطبيقات الحديثة والتكيف مع الأساليب المتطورة لإدارة الطيف الترددي.

من خلال أول نسخة من خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية، نسعى إلى وضع منهجية تتيح التنسيق المستمر بين الجهات العسكرية والأمنية وبين الهيئة حول آليات الوصول إلى النطاقات الترددية لتلبية المتطلبات الدفاعية والأمنية الحالية والمستقبلية، ومن غير العملي مراجعة جميع النطاقات الترددية في هذه الخطة؛ نظرًا لعدد النطاقات الترددية والنطاق الواسع للخدمات المشمولة، لذا تعتمد الخطة على دراسة فرص التطوير في عدد من النطاقات الترددية ذات الأولوية، إذ توجد عدة فرص تطوير رئيسية يجب مراعاتها، بما في ذلك:

- **إعادة توزيع المخصصات الترددية المتقادمة.**
- **تمكين التطبيقات الحديثة في تلك النطاقات.**
- **تعظيم ورفع كفاءة استخدام الطيف الترددي.**

في هذه الخطـــة، تم تحليل كل نطاق ترددي ذي أولوية بشـــكل منفصل، وتـــم تحديد عدد من التوجهات للاســـتخدام المســـتقبلي لهذه النطاقات إضافة إلى تحليل مكثـــف لفهم طبيعة الاســـتخدامات الحالية. وتهدف هذه الخطة إلى رفع كفاءة استخدام الطيف الترددي، وتمكين المشاركة متى أمكن، إضافة إلى ضمان الوصول للطيف الترددي من قبل جميع المستخدمين. كما أنه تم النظر في آليات تحسين حوكمة الطيف الترددي للجهات الحكومية.[1]

ونســـتهدف إنشـــاء خطط للتطبيقات الدفاعية والأمنية بشـــكل دوري، بما يتوافق مع خطط الاستخدام التجاري والمبتكر للطيف الترددي والإســـتراتيجيات ذات الصلة. ويعكس هذا النهج أفضل الممارسات المعترف بها دوليًا.

تقدم الأقسام التالية في الخطة ملخصًا لما يلي:

- **استخدامات الطيف الترددي في التطبيقات الدفاعية والأمنية.**
- **حوكمة الطيف الترددي للجهات العسكرية والأمنية.**
- **سبل تمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية في المملكة.**
- **أولويات خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية.**
- **الجوانب والمجالات التي تتطلب متابعة ومعالجة في الخطط المستقبلية.**

1. يقصد بالحوكمة عمليات إدارة الطيف الترددي (الإجراءات الإدارية والفنية اللازمة لضمان الاستخدام الأكفأ للطيف الترددي) وكذلك الهياكل والأنظمة الخاصة بإدارة الطيف الترددي، بما في ذلك السياسات وآليات تنفيذها واتخاذ القرارات والإشراف، لضمان العمل بطريقة قانونية وفعّالة تتماشى مع أهداف الهيئة ومصالح أصحاب المصلحة.

03

استخدامات الطيف الترددي في التطبيقـــات الدفـــاعية والأمنية

استخدامات الطيف الترددي في التطبيقات الدفاعية والأمنية

تتطلب الأنظمة الدفاعية والأمنية الوصول إلى الطيف الترددي لتمكين أو تعزيز العمليات التشغيلية للجهات العسكرية والأمنية. ويتراوح استخدام الطيف العسكري بين استخدام الترددات المنخفضة للغاية للتواصل مع الغواصات تحت الماء إلى الترددات العالية لروابط البيانات لربط الأنظمة (مثل الطائرات والأقمار الصناعية)، وتتضمن تلك الأنظمة مجموعة واسعة من التطبيقات لتحديد واستغلال المعلومات المستمدة منها، بما في ذلك المواقع والأهداف، بالإضافة للتصدي للاستخدامات المعادية، مثل التشويش.

وفيما يلي أمثلة على استخدامات الطيف الترددي في التطبيقات الدفاعية والأمنية.

الاتصالات

نقل الرسائل والأوامر والتقارير الأمنة والمشفرة عن طريق الأنظمة الأرضية والفضائية

استكشاف المواقع

استخدام أنظمة الرادار لدعم وظائف تشغيلية عديدة. ومنها مراقبة الأهداف والتعقب ومعرفة الأرصاد الجوية.

الملاحة

استخدام أنظمة الملاحة العالمية عبر الأقمار الصناعية لتوفير معلومات عالية الدقة حول المواقع.

الحرب الإلكترونية

الأنشطة العسكرية التي تستعين بالطيف الترددي للكشف عن التهديدات والتصدي لها من خلال عدد من الأساليب مثل التشويش

الاستخبارات

اعتراض وتحليل الإشارات والأنظمة الإلكترونية التي تستخدمها الأهداف، مثل شبكات الاتصالات وأنظمة الرادار

إدارة البصمة الكهرومغناطيسية

الحد من البصمة الكهرومغناطيسية، لتفادي إمكانية الكشف أو الاعتراض

أنظمة C6ISR

أنظمة القيادة والتحكم والاتصالات والحاسب الآلي والدفاع السيبراني والأنظمة القتالية والاستخبارات والمراقبة والأستطلاع

04

حوكمة الطيف الترددي للجهات العسكرية والأمنية

حوكمة الطيف الترددي للجهات العسكرية والأمنية

تركز التطورات الأخيرة في التطبيقـــات الدفاعية والأمنية على أهمية الوصول الموثوق إلى الطيف الترددي لتمكين تلـــك التطبيقات. من ناحية أخرى، يزداد اســـتخدام الطيف الترددي كذلك فـــي التطبيقات التجارية، ولا تـــزال الحاجة قائمة إلى مزيد مـــن الوصول إلى الطيف التـــرددي لدعم هذه التطبيقات. وقد ســـعى منظمو الطيف التـــرددي دوليًّا إلى إيجاد طرق لتعزيز وصول الجهات العســـكرية والأمنية للطيف الترددي، إضافة إلى إيجاد الحلول الممكنة لتحقيق الاستخدام الفعّال في النطاقات الترددية المشتركة ما بين تلك التطبيقات.
ولذلـــك، أصبحـــت حوكمة الطيف التـــرددي للجهات العســـكرية والأمنية أمـــرًا بالغ الأهمية. وسيؤخذ في الاعتبار الموضوعات الرئيسية التالية في سياق الحوكمة:

مبادئ
حوكمة الطيف الترددي

منهجية
حوكمة الطيف الترددي الحالي

خطط
تحسين أدوات الحوكمة الحالية

1.4 مبادئ حوكمة الطيف الترددي

عند التطرق إلى مبادئ حوكمة الطيف الترددي، من المهم مراعاة ما يلي:

1

يعد الطيف الترددي أحد الأصول الإستراتيجية، وممكنًا أساسيًّا لتحقيق مجموعة من متطلبات الجهات العسكرية والأمنية.

2

ينبغي على إدارة الطيف الترددي أن تعزز الابتكار والاستثمار، إلى جانب تلبية المتطلبات الأمنية والتشغيلية.

3

من المهم أن تضمن الحوكمة الاستخدام الفعّال والأمثل للطيف الترددي، وأن تكون مرتبطة بمتطلبات الاستخدام الفعلي.[2]

4

يجب على حوكمة الطيف الترددي الاستفادة من الابتكار؛ لضمان رفع كفاءة الاستخدام، إضافة إلى دعم الابتكار في التطبيقات الدفاعية والأمنية.

وفي هذا السياق، ينبغي لهيكل الحوكمة أن يتبع المبادئ التالية:

1

ضمان التمكين المستمر للاستخدامات الحالية والمتطورة والجديدة التي توفر قدرات دفاعية وأمنية محسنة ومبتكرة.

2

إعطاء الأولوية لكفاءة الطيف الترددي، مع العناية بمتطلبات وقيود الاستخدامات الدفاعية والأمنية؛ لضمان سلامة العمليات التشغيلية.

3

التركيز المستمر على المراجعة الدورية للمخصصات الترددية غير المستخدمة، وإتاحتها لتمكين التطبيقات الأخرى.

2. تجدر الإشارة إلى أن الاستخدام الفعلي لا يقتصر فقط على الانبعاثات النشطة للموجات الراديوية.

2.4 منهجيةحوكمة الطيف الترددي الحالية

أصحاب المصلحة الرئيسيون في الجهات العسكرية والأمنية في المملكة:

تعد لجنة التنسيق الوطني للطيف الترددي (NSCC) -برئاسة هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية- الجهة الرئيسة التي تضم ممثلين للجهات العسكرية، إلى جانب ممثلين للجهات الوطنية الرئيسية في المملكة. وقد أنشئت هذه اللجنة لتعزيز التنسيق والتعاون الوطني في تنفيذ إستراتيجيات الطيف الترددي، كما تدعم هذه اللجنة الهيئة في جهود التنسيق المحلي والدولي المتعلق بهدف أساسي يتمثل في ضمان الاستخدام الفعّال والأمثل للطيف الترددي. إضافة إلى ذلك، تؤدي اللجنة دورًا رئيسيًّا في تمكين التقنيات الراديوية الحديثة؛ لتعظيم الاستفادة من النطاقات الترددية المتاحة.

وتضم اللجنة لجنة فرعية تسمى "لجنة إدارة الترددات العسكرية والأمنية"، يشارك فيها أصحاب المصلحة المشار إليهم أعلاه، وتهدف إلى تسريع إجراءات ترخيص الترددات، وتمكين الاستخدامات الدفاعية والأمنية، إضافة إلى تطوير القدرات الوطنية في مجال إدارة الطيف الترددي. وتُعنى اللجنة كذلك بمعالجة طلبات ترخيص استخدام الطيف الترددي للجهات العسكرية والأمنية، ودراسة اعتبارات المشاركة في النطاقات الترددية، والتنسيق بين مختلف الجهات.

وفيما يلي لمحة عن المسؤوليات الأساسية للّجنة:

◄ اتخاذ الإجراءات اللازمة لتقييم ومعالجة طلبات ترخيص استخدام الترددات المقدمة من قبل الجهات العسكرية والأمنية.

- **التحقق من الامتثال لتنظيمات الطيف الترددي:** بالتأكد من أن الترددات المطلوبة تتوافق مع الخطة الوطنية للطيف الترددي، وأولويات الجهات العسكرية والأمنية، بالإضافة لأي قيود إضافية.
- **التنسيق مع الجهات ذات الصلة:** للتأكد من المتطلبات التشغيلية ومنع التدخلات اللاسلكية الضارة.
- **متابعة العمليات التشغيلية:** متابعة الاستخدام الفعلي للترددات المخصصة لضمان كفاءة الطيف الترددي.

◄ مراجعة وتقييم خطط الطيف الترددي، ومقترحات إعادة التوزيع للجهات العسكرية والأمنية.

- **مراعاة احتياجات الطيف الترددي المستقبلية:** مراعاة متطلبات التطبيقات الدفاعية والأمنية المستقبلية والتقنيات الناشئة.
- **تقييم الأثر على الخدمات القائمة:** تقييم احتمالية حدوث تداخلات لاسلكية ضارة مع المستخدمين الحاليين في نفس النطاقات الترددية أو النطاقات الترددية المجاورة.
- **مراجعة طلبات التخصيص:** تحليل المواصفات الفنية والمتطلبات التشغيلية ومسوغات التخصيص أو إعادة التخصيص المطلوب.

◄ تعزيز مشاركة الجهات العسكرية والأمنية في ورش العمل والمؤتمرات المحلية والدولية.

- **دعم المشـــاركة الدولية**: تعزيـــز الروابط مع النظراء في الـــدول الأخرى والهيئـــات التنظيمية والمنظمات الدولية (مثل الاتحاد الدولي للاتصالات والمجموعات الإقليمية).

◄ تقييم طلبات مشاركة الترددات بين الجهات العسكرية والأمنية.

- **مراجعـــة التفاصيل الفنية للطلبـــات**: تقييم النطاقات الترددية ومتطلباته الفنية، والمناطق التشـــغيلية المقترحة.
- **إعداد الاتفاقيات الرسمية**: إعداد آليات مشاركة الترددات، بما في ذلك الشروط الفنية والمسؤوليات.

◄ النظر في أي مسائل أخرى تدخل ضمن مهام ومسؤوليات اللجنة.

عملت "لجنة إدارة الترددات العســـكرية والأمنية" -منذ تأسيســـها في عام 2020- على تيسير عمليات إدارة الطيف الترددي للجهات العســـكرية والأمنية إلـــى حد معين. ومع ذلك، لا تزال هناك بعض المسائل الرئيسية في الحوكمة الحالية تتطلب معالجة وتحسين، ومنها:

- مجالات للتحسين في إجراءات وآليات التعاون والتنسيق.
- عدم وجود إجراءات تدقيق دورية للطيف الترددي لفهم طبيعة الاستخدامات الحالية.
- عدم وجود منهجية قائمة على الأدلة فيما يتعلق بفرص المشاركة وإتاحتها.
- تحسين مشاركة أصحاب المصلحة الرئيسيين.

3.4 خطط تمكين أدوات الحوكمة الحالية

فيمـــا يتعلق بتميكـــن أدوات الحوكمة الحالية واســـتخدام الطيف الترددي مـــن قبل الجهات العســـكرية والأمنية في المملكة، فإنه تجدر الإشارة إلى الجهود القائمة لإنشاء مكاتب لإدارة الطيـــف الترددي في مختلف الجهات الحكومية، والتي من شـــأنها أن تســـاعد في تســـهيل التنسيق المطلوب بين هذه الجهات؛ لتحقيق حوكمة فعالة لإدارة واستخدام الطيف الترددي. وقد تكون هناك حاجة أيضا إلى الاســـتعانة بطرف ثالث موثوق -وبعد التنســـيق مع الجهات العســـكرية والأمنية-، على ســـبيل المثال من الأوســـاط الأكاديمية ممن يمتلكون المؤهلات اللازمة لتقديم الدعم للأنشطة التي تنفذها الجهات المعنية.

وفي مرحلة التنفيذ، من المهم تحديد الجهات المســـؤولة وتلك التي تتم استشارتها وإبلاغها عن كل نشاط، بما يضمن الشفافية ووضوح الأدوار.

كما سيتم مراجعة الحوكمة ومتابعة فعاليتها بشكل دوري ومستمر ، بما في ذلك إصدار تقارير دوريـــة عن حالة التقـــدم، وتحديد أي اعتبـــارات احترازية أو فرص للتطويـــر، واقتراح الإجراءات التصحيحية. وســـيتم إجراء التعديلات اللازمة في الوقت المناسب عند الحاجة لضمان استمرار موائمة التنفيذ مع أهداف الخطة، مـــع إبقاء جميع أصحاب المصلحة على اطلاع لدعم عملية اتخاذ قرار منسقة وضمان تنفيذ تلك الخطط.

05

أولويـــات خطـــــة توفيـــــر الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعيــة والأمنيــة

أولويات خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية

مـن خلال هذه الخطة، سـيتم النظر في الآليـات المختلفة التي يمكـن تمكينها لرفع كفاءة اسـتخدام الطيف الترددي في المملكة ، على سبيل المثال، خيارات مشاركة الطيف الترددي وإعـادة توزيعه التي يمكـن أن تلبي احتياجات التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة. سـيتم التركيز في الاسـتخدامات العسـكرية والأمنية الحاليـة للعديد من النطاقـات الترددية ذات الأولويـة بهدف الاسـتفادة مـن فرص التطوير الرئيسـية بمـا في ذلك نقـل المخصصات المتقادمـة، ورفع كفاءة الاسـتخدام الحالي لتلـك النطاقات لتمكيـن التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة.

وفي إطار تمكين المشاركة وإعادة توزيع النطاقات الترددية في المملكة، من المهم الإشارة إلى النقاط التالية.

1

ينبغي دراسة الاستخدام الحالي للنطاقـات الترددية بشـكل مفصل قبل اتخاذ أي قرارات.

2

تحديد نطاق تـرددي لخدمة معينة يتطلـب وضـع خطـط انتقاليـة للمسـتخدمين الحاليين في ذلك النطاق والنطاقات الأخرى المتأثرة.

3

ينبغـي إتخـاذ المقابـل المالي السـنوي للطيف التـرددي كأحد الوسـائل لتعزيز كفاءة الاستخدام من قبل المستخدمين.

4

ينبغـي أن يؤخـذ الاحتيـاج المسـتقبلي للنطاقات الترددية في الاعتبار عند اتخاذ أي قرارات - وخاصـة التطورات المحتملة للحلول/للتطبيقات الدفاعية والأمنية.

5

يجب إيجـاد آليـة واضحة لتحديد ودراسـة النطاقـات الترددية المقترحـة لتمكيـن المشـاركة أو إعـادة التوزيـع، متضمنـة الأدوات اللازمـة لتحديـد القيـود الفنيـة والتشغيلية لحماية الاستخدامات القائمة.

1.5 مشاركة الطيف الترددي

تساهم مشاركة الطيف الترددي في تعزيز كفاءة استخدام الطيف الترددي بين الجهات لنفس الخدمة أو بين خدمات مختلفة، ويمكن أن يشجع أسلوب مشاركة الطيف الترددي الابتكار في إيجاد حلول فنية لتمكين خدمتين راديويتين أو أكثر من العمل بكفاءة في نفس النطاق الترددي[3] وفقا لقواعد وشروط فنية محددة، والذي بدوره يؤدي إلى توفير الوسائل اللازمة لتعزيز الوصول للطيف الترددي على نطاق أوسع. وينبغي لقواعد المشاركة أن تحفز التنسيق والتخطيط في كل من القطاع الحكومي والقطاع المدني.

إن أسلوب مشاركة الطيف الترددي المناسب يعتمد على عدد من العوامل بما في ذلك:

1. إمكانية حدوث تداخل لاسلكي ضار بين الاستخدامات/الخدمات المختلفة.
2. مدى جودة / موثوقية الخدمة المطلوبة.
3. المدة الزمنية للمشاركة.

1.1.5 أنواع مشاركة الطيف الترددي

تتطلب آليات مشاركة الطيف الترددي تحديد أولويات الوصول إلى الطيف الترددي بين الأنظمة اللاسلكية المختلفة بوضوح، ويتحقق ذلك من خلال إدارة التداخل اللاسلكي الضار عبر تطبيق تقنيات المشاركة المناسبة لتلبية معايير المشاركة المتفق عليها.

يمكن مشاركة الطيف على أساس:

1. حصول أكثر من خدمة/نظام على أولويات متساوية في الوصول إلى الطيف الترددي مع توفير مستوى الحماية ذاته من التداخل اللاسلكي الضار.
2. مشاركة عدة خدمات للطيف الترددي مع اختلاف في أولويات الوصول، بحيث يُضمن للمستويات الأعلى من الخدمات مستوى أعلى من الحماية مقارنة بالمستويات الأدنى.

في الممارسة العملية، يعنى بمشاركة الطيف الترددي إتاحة الترددات للآخرين:

1. خلال أوقات محددة.
2. في مناطق جغرافية محددة.
3. باستخدام ترددات محددة.
4. عند مستويات طاقة محددة.
5. تحت قيود فنية محددة.

3. من المهم الإشارة إلى أن تقنيات أخرى مثل شبكة الوصول اللاسلكي متعددة المشغلين (MORAN)، التي تتيح للمشغلين مشاركة البنية التحتية في المواقع باستثناء الترددات، وشبكات النواة متعددة المشغلين (MOCN)، التي تتيح لمشغلين اثنين أو أكثر مشاركة نفس شبكة النفاذ الراديوية (RAN)، تختلف عن مشاركة الطيف الترددي لكونها أشكالاً من مشاركة البنية التحتية.

2.1.5 آليات مشاركة الطيف الترددي قيد الدراسة

تم مراعاة الآليات التالية خلال مراحل تحليل النطاقات الترددية ذات الأولوية في هذه الخطة:

- **التقسيم الترددي بحسب الخدمة:** قد تكون هناك إمكانية لتجزئة النطاق الترددي بحيث يُخصص لكل خدمة جزءاً من النطاق الترددي مع وضع نطاق عازل بين الخدمات المختلفة عند الحاجة لتفادي التداخل اللاسلكي المحتمل. وفي حالة الخدمات المزدوجة مثل الوصلات اللاسلكية الثابتة وشبكات الاتصالات المتخصصة سيكون من الضروري تقسيم النطاق بشكل يتيح مسافة فصل مزدوجة كافية بين الوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة، مما يجعل تطبيق هذا النهج أكثر صعوبة. كما أن الوصلات اللاسلكية الثابتة غالباً ما تلتزم بخطة قنوات ترددية محددة بالاتحاد الدولي للاتصالات تحدد مسافات الفصل بين القنوات المزدوجة والترددات الخاصة بالوصلة الصاعدة والوصلة الهابطة.
- **التقسيم الترددي حسب فئة المستخدم:** خيار آخر يتضمن تقسيم النطاقات الترددية المخصصة لخدمة معينة بين المستخدمين الحكوميين والمدنيين إذا وُجد طلب من كليهما.
- **المشاركة الجغرافية - مواقع الإرسال المحددة:** في حال كان من الممكن تحديد مواقع الإرسال بدقة، مثل محطات الوصلات اللاسلكية الثابتة، فإنه يمكن إنشاء مناطق تنسيق و/أو مناطق حظر حول هذه المواقع بحيث لا يُسمح بنشر خدمات أخرى داخلها. تُعد هذه الطريقة سهلة التطبيق، لكنها غير مناسبة إذا كان هناك عدد كبير من مواقع الإرسال، حيث قد يؤدي ذلك إلى الحد من نشر الخدمات الأخرى.
- **المشاركة الجغرافية - تغطية المنطقة:** قد تكون هناك فرص محدودة للمشاركة الجغرافية إذا كان تغطية الخدمة مقتصرة على منطقة جغرافية محدودة محددة بوضوح.
- **المشاركة الديناميكية:** إن استخدام قواعد البيانات لتمكين المشاركة بين مستخدمين وخدمات مختلفة يجري تطبيقه بالفعل في بعض النطاقات الترددية، وقد يُسهم مستقبلاً في تعزيز فرص المشاركة. كما أن استخدام تقنيات الاستشعار مثل تقنيات (listens before talk) في أنظمة (WLAN) وتقنيات (Frequency hopping) في أنظمة الرادار يمكن أن يسهل أيضا المشاركة الديناميكية، وتتطلب هذه المشاركة بيانات فنية دقيقة ومحدثة باستمرار حول المخصصات الترددية، إضافة إلى تطوير معايير ومنهجية تحليل متفق عليها.

أطلقت الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات (NTIA) بالتعاون مع لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) والجهات الفيدرالية برنامجًا تجريبيًا للابتكار في مشاركة الطيف الترددي، بهدف دراسة إمكانية زيادة المشاركة بين المستخدمين الفيدراليين وغير الفيدراليين، ويعد هذا البرنامج التجريبي فرصة للجهات الفيدرالية للعمل بشكل تعاوني مع المصنعين والباحثين والأوساط الأكاديمية لفحص التقنيات الجديدة بشكل موضوعي والتي يمكن أن تعمل على تحسين إدارة الترددات الراديوية.[4] ومن المبادرات الأخرى، الشراكة بين شركة نوكيا وقاعدة هيل الجوية في دالاس لاختبار المشاركة الديناميكية للطيف الترددي بهدف الحد من تداخل الرادار مع شبكات الجيل الخامس.[5] كما توجد مبادرات مشابهة في أوروبا، مثل التعاون بين المفوضية الأوروبية والمؤتمر الأوروبي لإدارات البريد والاتصالات (CEPT).[6] ومن المتوقع أن تُسهم نتائج هذه الاختبارات في توجيه وتحديد جدوى خيارات المشاركة الديناميكية المختلفة.

4. تجربة ابتكار مشاركة الطيف الترددي | الإدارة الوطنية للاتصالات والمعلومات (ntia.gov)
5. نوكيا تتعاون مع قاعدة هيل الجوية في اختبار إدارة تداخل الرادار باستخدام بنية شبكة النفاذ الراديوية المفتوحة | نوكيا
6. Microsoft PowerPoint - منصات اختبار EuCNC21_EU لمشاركة الطيف (cept.org)

2.5 إعادة توزيع الطيف الترددي

مـــن الممكن إعادة توزيع بعض نطاقـــات الطيف الترددي بعد مرور فتـــرة زمنية معينة لدعم تطبيقات رادوية أخرى. وتتوافق المنهجية المستخدمة لتقييم هذه الإمكانات بشكل وثيق مع المنهجية المستخدمة لتقييم فرص مشاركة الطيف الترددي المشار لها سابقا. ولتسهيل اتخاذ القرارات المدروســة بشــأن النطاقــات الترددية المحتملــة، من المهم ضمــان الوضوح في الجوانب التالية:

1. الاحتيــاج الحالي علــى الوصول إلى النطاقات الترددية.
2. الاحتياج المستقبلي المتوقع على الوصول إلى النطاقات الترددية.
3. توفر النطاقــات الترددية البديلة لتلبيــة متطلبات المســتخدمين التشغيلية.
4. النطاقــات الترددية المنســقة دوليا وتوافر الأنظمة.
5. تقييــم إمكانيــة مشــاركة الطيف الترددي في تلك النطاقات.
6. أفضل الممارسات الدولية.
7. المتطلبات الأساسية لدعم العمليات التشغيلية للجهات العسكرية والأمنية.

وتشمل الأساليب الممكنة لإعادة توزيع الطيف الترددي ما يلي:

- **الانتقال الذي يجريه المستخدم الحالي:** قد يقرر المستخدم الانتقال إلى تقنية جديدة بديلة أكثر كفاءة فــي نطاقات ترددية أخرى ، وبناءً على ذلك يتاح الطيف الترددي لمســتخدمين آخرين. وقد يســتخدم المقابل المالي السنوي للطيف الترددي كحافز لتشجيع إعادة توزيع النطاقات الترددية.
- **الانتقال عند انتهاء العمر الإفتراضي للأنظمة:** يُعد ذلك أحد أبسط الأساليب، إلا أن الأنظمة العسكرية والأمنية غالبًا ما تتمتع بدورات حياة طويلة (تتجاوز 15 سنة)، مما يجعل هذا الخيار غير مناسب لأغلب الحالات.
- **الانتقال المخطط له:** في هذا الأســلوب، يتعين على المستخدم أن ينتقل من نطاق ترددي محدد بحلول تاريخ معين يتم وضعه ضمن خطة انتقالية، و يجب أن تأخذ الخطة في الاعتبار النطاق الترددي البديل للاستخدام الحالي وتوافر معدات قابلة للتشغيل في ذلك النطاق وأي قيود أخرى ذات علاقة. وقد يكون من الممكن أيضًا وضع آلية لتعويض المســتخدم عن تكاليف الانتقال أخذا بالاعتبار تحديد الأطراف المُلزَمة بالمساهمة في هذه التكاليف وكيفية احتسابها بما يضمن وضوحها لجميع الأطراف المعنية.

كما ينبغي أن تكون الأهداف المرجــوة من إعادة توزيع الطيف الترددي واقعية، وأن تســتند إلى تحليل كامل لجدوى النطاقات الترددية المختلفة. ويجدر الإشــارة إلى أن المقارنــة المعيارية حول ذلك لا تنطبق في بعض الحالات، نظرًا لاخــتلاف النهج المتبع للوصول إلــى الطيف الترددي (مثل الجهة المســؤولة عن إدارة الطيف الترددي، وآليات المشاركة المعتمدة)، إضافة إلى تباين المخصصات والاستخدامات بين مناطق الاتحاد الدولي للاتصالات (المنطقة 1، المنطقة 2، والمنطقة 3).

3.5 النطاقات ذات الأولوية لتعزيز استخدام الطيف الترددي

حددت الخطة عـــدداً من النطاقات الترددية ذات الأولوية وتم تحليل ودراســـة تلك النطاقات في ســـياق خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية، وتقع هذه النطاقات الترددية فـــي أجـــزاء مختلفـــة مـــن الطيـــف التـــرددي، بمـــا فـــي ذلـــك نطاقـــات (UHF, X - Band S - Band)، وتشمـــل المسائل الرئيسية المرتبطة بهـــذه النطاقـــات ما يلي:

1. ازدحام الطيف الترددي.
2. التعايـــش مـــع التطبيقـــات ذات الطلب المتزايد.
3. زيادة كفاءة اســـتخدام النطاقات الترددية التي تحتـــوي على عدد محدود من المخصصات.
4. نشـــر التطبيقـــات الدفاعيـــة والأمنية الحديثة.
5. تحليل فـــرص التحســـين عن طريق الحوكمة.
6. نقـــل المخصصـــات المتقادمـــة لضمـــان الامتثـــال مـــع الخطـــة الوطنية للطيف الترددي.
7. توســـيع نطاق فئات المســـتخدمين، على ســـبيل المثال تحديث فئة الاســـتخدام من المدني فقط إلى الاستخدام المشترك.

تتضمن الخطة تحليل شـــامل لفرص المشـــاركة وإعـــادة التوزيع المرتبطـــة بالنطاقات ذات الأولوية إضافة إلى إمكانية نشر وتمكين التطبيقات الحديثة.

06

التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة

التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة

هناك عدة مجالات رئيسية في التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة تدفع باتجاه زيادة الطلب على الوصول إلى الطيف الترددي بشكل أكبر، وتشمل تلك المجالات:

استخدام تقنيات الاتصالات المتنقلة الدولية في التطبيقات الدفاعية والأمنية.

التقدم في أنظمة الطائرات بدون طيار.

تزايد استخدام الأنظمة الساتلية في التطبيقات الدفاعية والأمنية.

الطلب المتزايد لتقنيات الاستشعار.

التطورات في تطبيقات الرادار الدفاعية والأمنية.

تتمتع هذه التطبيقات بقدرات تتيح لها الانتشار على نطاق واسع في البيئات التشغيلية البرية والبحرية والجوية والفضائية كما هو موضح في الشكل التالي:

الشكل 2: التطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة

أنظمة الطائرات بدون طيار

- القدرة على تعزيز المراقبة والاستطلاع
- توسيع نطاق الاتصالات ونشر المعدات
- إتاحة قدرات التشغيل الذاتي

الرادارات

- دعم عمليات المراقبة والملاحة والتنبيه
- رفع الكفاءة التشغيلية من خلال هوائيات أحدث توفر كفاءة أكبر
- الربط الشبكي ما بين مختلف الأنظمة (GPS، IMT، Radar systems)

أجهزة الاستشعار

- جمع البيانات المهمة لدعم اتخاذ القرارات
- أمن المنشآت وصيانة المعدات
- إدارة المخزون العسكري والأسطول
- مراقبة المؤشرات الحيوية باستخدام أجهزة الاستشعار في الزي العسكري

الشبكات الساتلية

- منصات مبرمجة مع حمولات قابلة لإعادة البرمجة بالكامل
- شبكات ساتلية في مدارات منخفضة توفر زمن استجابة منخفض
- مجموعة شبكات ساتلية تجمع بين فوائد أنواع المدار المختلفة

الاتصالات المتنقلة الدولية

- إتاحة نطاق ترددي عريض وزمن استجابة منخفض
- تعزيز تطبيقات الواقع المعزز والافتراضي (AR/VR)
- توافر الأجهزة والأنظمة عالمياً
- تضمن معايير ومواصفات عالمية

1.6 الطيف الترددي للتطبيقات الدفاعية والأمنية الحديثة

ستُحدد متطلبات الطيف الترددي المتعلقة بكل تطبيق بناء على عدة عوامل، منها:

1
الطلب / الاحتياج من أصحاب المصلحة الرئيسيين.

2
مدى توافر النطاقات الترددية المستهدفة.

3
تكلفة الأنظمة وتوافرها.

4
مدى التأثير على الاستخدام الحالي للنطاقات الترددية المستهدفة.

وتتناول الأقسام التالية هذه المسائل بمزيد من التفصيل.

1.1.6 أنظمة الطائرات بدون طيار

تستخدم أنظمة الطائرات بدون طيار الطيف الترددي من أجل:

القيادة والتحكم
التحكم عن بعد في أنظمة الطائرات بدون طيار.

روابط البيانات والحمولة
جمع البيانات من خلال أجهزة الاستشعار أو الرادارات الموجودة على متن النظام وتنزيل بيانات الحمولة إلى الأرض.

يمكن دمج هذه الاستخدامات لتوفير ميزات إضافية مثل التتبع والتنقل. وفي حالة أنظمة الطائرات بدون طيار، هناك تشابه مع الأنظمة الجوية التقليدية لدعم التشغيل البيني والتكامل في إدارة الحركة الجوية. ومع ذلك، يُحدد الاستخدام الفعلي وفقا لدور المنظومة وحجمها.

تستخدم أنظمة الطائرات بدون طيار مجموعة من النطاقات الترددية (HF to Ku and Ka Bands) وذلك ضمن نطاقات ترددية خاضعة أو معفاة من الترخيص. وتتركز الاستخدامات بشكل رئيسي ضمن خدمات الاتصالات المتنقلة والأقمار الصناعية. وإدارة الطيف الترددي لتلك النطاقات يجب معالجتها على أساس كل حالة على حدة، مع الأخذ في الاعتبار المتطلبات الفنية والتنظيمية الخاصة بكل نطاق.

التطورات الدولية

شــهدت تطبيقات أنظمة الطائرات بدون طيار نموا كبيرا في السنوات الأخيرة. وقد أدى هذا إلى اســتهداف عدة نطاقات ترددية لروابط القيادة والتحكم. على ســبيل المثال، حدد قطاع الاتصالات الراديويــة في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU - R) النطــاق الترددي (5030 - 5091) ميجاهرتز للقيادة والتحكم في الطائرات بدون طيار، وتعمل الهيئات التنظيمية الوطنية على تطوير الأطر المناســبة لاســتخدام هذا النطــاق. ففي الولايــات المتحدة، تــم اقتراح خطط للنطاقــات الترددية، وأســاليب للوصــول إلى الطيف (اســتنادًا إلى نظــام إدارة ديناميكي للترددات)، وقواعد للترخيص.[7]

إضافة إلى ذلــك، هناك التزامــات دولية واعتبــارات احترازية يجب الالتزام بهــا فيما يتعلق بالتوافقية وقابلية التشــغيل البيني، كما هو محدد من قبل منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO). كمــا أن زيادة المتطلبات الفنية وتباين المتطلبات المدنية والعســكرية والأمنية عبر مختلف البيئات التشــغيلية كلها عوامل تؤثر بشكل كبير على الطيف الترددي. وبناءً عليه، تبرز الحاجة إلى إستراتيجية منسقة مدعومة بسياسات وتنظيمات لتلبية متطلبات البنية التحتية الوطنية.

الوضع الحالي

يشــهد قطاع الطائرات بدون طيار للجهات العسكرية والأمنية تطورًا مستمرًا، وتعد متطلبات الطيــف التــرددي في طور الاكتســاب التدريجــي للجاهزية بما يتماشــى مــع المتطلبات التشــغيلية لتلك الجهات. كما يوجد تقاطعات تنظيمية وتشــغيلية بيــن المتطلبات المدنية والعســكرية والأمنيــة، ممــا يترتب عليــه آثار على مشــاركة الطيــف الترددي مــن منظور استخدامات القيادة والتحكم.

◀ الاعتبارات الرئيسية لاستخدامات القيادة والتحكم تشمل:

- نوع التشغيل سواء داخل خط الرؤية البصرية (VLOS) أو ما وراء خط الرؤية البصرية (BVLOS).
- تعد النطاقات الترددية المنخفضة (VHF/UHF) مناسبة بشكل أكبر لروابط القيادة والتحكم.
- تعد النطاقات الترددية في نطاق (UHF) وأعلى مناسبة بشكل أكبر لراوبط البيانات.
- يتم الاستعانة بالاتصالات عبر الأقمار الصناعية للروابط الممتدة.
- يستخدم نظام الملاحة العالمي عبر الأقمار الصناعية (GNSS) عادةً للملاحة والتتبع والتوجيه.

◀ أما الحمولة فهي تُحدد وفقًا للدور التشغيلي والمتطلبات الخاصة بكل حمولة مثل:

- الاستطلاع.
- جمع المعلومات الاستخباراتية بما في ذلك الاستخبارات الإلكترونية.
- الدعم اللوجستي.

7. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-22-101A1.pdf

التوجه

لتلبية الطلب المتزايد على استخدام أنظمة الطائرات بدون طيار، سنقوم بدراسة التالي:

1

تخصيص نطاق ترددي حصري

على سبيل المثال، تخصيص نطاق ترددي غير مقيد جغرافيًا لأنظمة الطائرات بدون طيار المستخدمة في العمليات التشغيلية لما وراء خط الرؤية البصرية (BVLOS) في نطاق فرعي حصري.

2

نقل المخصصات الحالية

نقل مستخدمي النطاقات الترددية الحاليين إلى نطاقات بديلة، وستكون هناك حاجة إلى وضع خطط انتقالية مناسبة.

3

مراجعة المخصصات المتقادمة

تقييم المخصصات القائمة لضمان موائمتها مع المتطلبات التشغيلية والفنية الحالية وتحديثها عند الحاجة لتحسين كفاءة استخدام الطيف الترددي.

4

المشاركة الديناميكية للطيف

تشجيع تطوير المشاركة الديناميكية للطيف الترددي بين الأنظمة المختلفة العاملة في نطاق مخصص لنشر أنظمة الطائرات بدون طيار.

5

الالتزامات الدولية

ضمان التوافق مع الالتزامات الدولية مثل متطلبات منظمة الطيران المدني الدولي (ICAO) فيما يتعلق بأنظمة الطائرات بدون طيار بالتعاون مع الهيئة العامة للطيران المدني (GACA).

وستعمل أطر الحوكمة ومشاركة الطيف الترددي الموضحة في هذه الخطة على تنفيذ هذه التدابير، مما يضمن دعم اتخاذ القرار، والتخطيط المنسق، والاستخدام الفعال للطيف الترددي لنشر أنظمة الطائرات بدون طيار.

2.1.6 الرادارات

تستخدم الجهات العسكرية والأمنية أنظمة الرادار لمجموعة متنوعة من التطبيقات بما في ذلك المراقبة البرية والبحرية والجوية وتصوير الأرض ومراقبة الحركة الجوية. وقد أسهمت التطورات التقنية في مجال الرادار في تقليل كبير لقدرة الإرسال المطلوبة، مع تحقيق أداء أفضل في المدى التشغيلي والقدرة على تمييز الأهداف، مما أدى إلى تحسين التغطية وقدرات الاكتشاف والتتبع. كما أدت الابتكارات في أشكال النبضات المرسلة وتشكيل الحزم وتصميم الهوائيات وأجهزة الاستقبال إلى تحسين كفاءة استخدام الطيف الترددي وتعزيز إمكانات التعايش.

تعمل أنظمة الرادار على نطاق ترددي واسع. وتوضح الامثلة التالية مختلف الخدمات لتلك الأنظمة:

الشكل 4: أبرز التطبيقات الدفاعية والأمنية لاستخدامات الرادار

نطاقات (HF, VHF, UHF)	نطاقات (UHF, L, S)	نطاقات (Q, V, W)
• الإنذار المبكر • المراقبة طويلة المدى • مراقبة الأحوال الجوية • مراقبة السواحل	• المراقبة الجوية والبرية والبحرية • إدارة الحركة الجوية • مراقبة الأحوال الجوية • مراقبة السواحل	• مراقبة قصيرة المدى وعالية الدقة • المراقبة الجوية عالية الدقة • التصوير الجوي

نطاقات (X, Ku, Ka)	نطاقات (C)
• التحكم الجوي • التتبع والمراقبة الأرضية • الملاحة الجوية • الملاحة البحرية • تحديد التضاريس • مراقبة الأحوال الجوية • الكشف عن الطائرات بدون طيار	• رادارات تكتيكية متنقلة قصيرة ومتوسطة المدى • مراقبة الأحوال الجوية • التطبيقات البحرية على متن السفن • التطبيقات الجوية على متن الطائرة الخاصة بالأحوال الجوية

التطورات الدولية

هناك العديد من الجوانب التي تخضع للتطوير المستمر في أنظمة الرادار، ومن المتوقع أن تؤثر على المنهجية المتبعة لإدارة الطيف الترددي لتلك الأنظمة في المستقبل. وتشمل هذه الجوانب الرادارات السلبية (القادرة على استغلال عمليات الإرسال من أنظمة الاتصالات والملاحة الأخرى)، والأشكال الموجية المتنوعة (التي تؤدي إلى تحسين الأشكال الموجية على أساس متطلبات العملية التشغيلية)، والنهج الإدراكي (الذي يساهم في تمكين اتخاذ القرارات المستقلة).

وتشكل هذه التطورات أسس الإستراتيجيات المستقبلية لإدارة الطيف الترددي للرادارات على المستوى الدولي.

الوضع الحالي

تعمل أنظمة الرادار عبر نطاق ترددي واسع (انظر الشكل 4). ومع ذلك، فإن الطلب المتزايد على الطيف الترددي لأنظمة الرادار يتطلب وضع إجراءات لتحقيق التوازن بين المتطلبات التشغيلية والاستخدام الفعال للطيف الترددي. كما أن التقنيات الناشئة مثل الرادارات السلبية تقدم إمكانيات جديدة ولكنها تخلق أيضًا تعقيدًا إضافيًا في أساليب إدارة الطيف الترددي، وتكمن الفجوة في ضمان إمكانية استيعاب نشر الرادارات المتنوعة هذه دون التسبب في تداخلات اللاسلكية ضارة على الأنظمة القائمة.

التوجه

من أجل تمكين الاستخدام الفعال للطيف الترددي في النطاقات الترددية التي يكون فيها الطلب على الرادار مرتفعًا، سيتم النظر في النقاط التالية:

1

التخطيط الاستباقي

رفع كفاءة استخدام النطاقات الترددية من خلال تطوير معايير المشاركة المناسبة ونشر المعدات ذات الكفاءة التي تتضمن هوائيات وأجهزة استقبال متقدمة.

2

مراجعة المخصصات المتقادمة

تقييم المخصصات الترددية الحالية لتحديد النقاط التي تتطلب معالجة لتحسين كفاءة الطيف وتسهيل المشاركة.

3

نقل المستخدمين الحاليين

نقل المستخدمين الحاليين إلى نطاقات ترددية بديلة. وستكون هناك حاجة إلى وضع خطط انتقالية مناسبة.

المشاركة الديناميكية للطيف الترددي

تشجيع تطوير إجراءات مشاركة فعالة وقد يتضمن ذلك، على سبيل المثال، تمكين أسلوب المشاركة الديناميكية بناء على قواعد البيانات لمعالجة الاستخدام المحتمل لأنظمة الرادار المتنقلة.

وستعمل أطر الحوكمة ومشاركة الطيف الترددي الموضحة في هذه الخطة على تنفيذ هذه التدابير، وضمان الموائمة والتخطيط المنسق والوصول إلى الطيف الترددي لتمكين أنظمة الرادار الدفاعية والأمنية.

3.1.6 أجهزة الاستشعار

تدعم أجهزة الاستشعار مجموعة واسعة من الوظائف، بما في ذلك:

رصد
ومراقبة الأرض

الأنظمة العاملة
فـي النطاقـات الترددية المعفاة من الترخيص

جمع البيانات
من الأنظمة الغير مأهولة

استشعار استخدامات
الطيف الترددي لاستخدام أكثـر كفـاءة للنطاقـات المشتركة

يمكن أن تؤثر حالات اسـتخدام نشر أجهزة الاستشعار على استخدام الطيف الترددي من خلال زيادة الطلب بشـكل غير مباشر، على سـبيل المثال زيادة جمع البيانات والحاجة إلى توزيعها عبـر الروابط اللاسـلكية أو تمكين الوصول للطيف الترددي مـن خلال تمكين آليات الترخيص الديناميكي للطيف الترددي.

التطورات الدولية

على الصعيد الدولي، تستخدم أجهزة الاستشـعار نطاقًا واسعًا من الطيف الترددي، بدءًا من النطاقـات المعفاة من الترخيص التي تقـل عن 1 جيجاهرتز إلى نطاقات خدمة استكشـاف الأرض عبـر الأقمار الصناعية (EESS) التي تقترب من 100 جيجاهرتز. ويعتمد تنظيمها على نوع الخدمة أو التطبيق، فبعضها يتطلب تقديم ملفات لحجز المدارات الساتلية عبر الاتحاد الدولي للاتصـالات، في حين يندرج البعض الآخـر ضمن النطاقات المعفية. كما يتم اسـتخدام أجهزة الاستشـعار في تقنيات إنترنت الأشـياء الأرضية مثل إنترنت الأشـياء ضيق النطاق (NB-IoT) وتقنيات (LoRa) غالبًا ضمن نطاقات أقل من 6 جيجاهرتز. وإضافة إلى ذلك، يجري استكشاف فرص جديدة فـي النطاقات الترددية الأعلى مثـل 24 جيجاهرتز لدعـم التطبيقات الدفاعية والأمنية التي تحتاج إلى معدل نقل بيانات عالٍ جدًا. وبالنسـبة للاستشـعار الفضائي، يجري تعزيز اسـتخدام نطاقات الأقمار الصناعية من خلال التوسع المتزايد في استخدام نطاقي (Ka / Ku) للتعامل مع أحجام أكبر من بيانات الحمولة.

الوضع الحالي

فـي التطبيقات الدفاعية والأمنية، أصبحت أجهزة الاستشـعار مدمجة بالفعل ضمن منصات إنترنت الأشـياء (IoT)، والأنظمة السـاتلية. ويُعتمد علـى نطاقات الأقمار السـاتلية الثابتة المنسقة دوليا لنقل البيانات، في حين تشغل عمليات النشر الأرضية بشكل أساسي نطاقات 2.4 جيجاهرتـز والنطاقات الأقـل من 1 جيجاهرتز، مـع وجود تجارب محـدودة على الموجات المليمترية. ومع ذلك، فإن الطلب المتزايد على التطبيقات عالية السعة – مثل الواقع المعزز والافتراضـي (AR / VR) – يفرض محدودية في الطيف التـرددي المتاح. ويتمثل التحدي الآخر في الحاجة إلى دمج متطلبات الأنظمة الدفاعيـة والأمنية في المعايير الحالية في (3GPP)، وتكييف التنظيمات الوطنية لتغطية هذه الفجوات.

التوجه

سيتم التركيز خلال المرحلة المقبلة على التالي:

1. **المتطلبات التنظيمية** - تعزيز تنسيق الطيف الترددي لأنظمة الاستشعار، وضمان أخذ المتطلبات التنظيمية والأمنية بعين الاعتبار، وبدء الاعتماد التدريجي للنطاقات الترددية الأعلى لخدمة التطبيقات ذات العلاقة.

2. **مشاركة الطيف الترددي** - ستدعم آليات الحوكمة ومشاركة الطيف الترددي الموضحة في هذه الخطة بما يحقق الاستخدام الأمثل لموارد الطيف الترددي الخاصة بنشر أنظمة الاستشعار.

4.1.6 الشبكات الساتلية

تُنشر الشبكات الساتلية في نطاقات ترددية مخصصة لخدمات الأقمار الصناعية وفقًا للمادة 5 من لوائح الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)، على سبيل المثال نطاق (L - Band) لتحديد المواقع العالمية، ونطاق (X - Band) للاتصالات الإستراتيجية والتكتيكية، ونطاق (Ku / Ka Band) لاستخدام النطاق العريض، ونطاق (Q / V Band) للأنظمة المستقبلية. وستستخدم التقنيات المتطورة، مثل تقنيات الأقمار الصناعية الصغيرة والمجموعات الهجينة هذه النطاقات الترددية كذلك.

التطورات الدولية

على الصعيد العالمي، هناك خياران رئيسيان لتمكين الشبكات الساتلية للجهات العسكرية والأمنية:

شبكات عسكرية وأمنية بتقنيات جديدة

على سبيل المثال، برنامج وكالة مشاريع البحوث الدفاعية المتقدمة (DARPA) في الولايات المتحدة (بلاك جاك)، الذي يهدف إلى تطوير قدرات الأقمار الصناعية الصغيرة في المدار الأرضي المنخفض (LEO) لدعم مستخدمي الأمن الوطني. حيث قدم البرنامج تمويلا لمجموعة واسعة من المختصين لتطوير القدرات المتعلقة بالاتصالات والاستهداف والإنذار الصاروخي والملاحة.[8]

استخدام سعة شبكة الأقمار الصناعية التجارية

على سبيل المثال، تخطط وزارة الدفاع الأمريكية لإضافة أكثر من 100 قمر من أقمار ستار شيلد التابعة لشركة سبيس إكس إلى بنية اتصالات الأقمار الصناعية المستقبلية. وستكون الأقمار الصناعية مملوكة للحكومة الأمريكية وتحت سيطرتها.[9]

8. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-22-101A1.pdf

9. البنتاغون يعتمد برنامج ستارشيلد من سبيس إكس للاتصالات الفضائية العسكرية المستقبلية - سبيس نيوز

وفي كلا الخيارين، يخضع الوصول إلى الطيف الترددي لتشغيل الشبكات الساتلية للوائح الدولية المعمول بها في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU). على الرغم من أن المادة 48 من دستور الاتحاد الدولي للاتصالات (بعنوان منشآت خدمات الدفاع الوطني) تعترف بحرية الدول الأعضاء فيما يتعلق بالمنشآت الراديوية العسكرية، فإنها تشجعها أيضًا على مراعاة الأحكام النظامية والامتثال للأحكام التنظيمية الإدارية.

الوضع الحالي

مع سعي الجهات العسكرية والأمنية إلى تطوير شبكات ساتلية باستخدام التقنيات المتطورة، فإنها ستستهدف أحد النطاقات الترددي المنسقة دوليا للاستفادة من الأنظمة الحالية وستلتزم بالأحكام التنظيمية الدولية للاتحاد الدولي للاتصالات. كما انه سيتم تسجيل الشبكة في قاعدة بيانات الاتحاد الدولي للاتصالات (MIFR) للحصول على الاعتراف الدولي وضمان الحماية من التداخلات اللاسلكية الضارة. وسيجري تنسيق استخدام الترددات من قبل العناصر الأرضية [مثل المحطات الطرفية للمستخدمين والمحطات الأرضية (Gateways)] من خلال لجنة إدارة الترددات العسكرية والأمنية، مع الأخذ في الاعتبار الاستخدام المحتمل للنطاقات الترددية المستهدفة من قبل الخدمات الراديوية الأخرى.
وفي حالة استخدام الجهات العسكرية والأمنية سعة شبكة الأقمار الصناعية التجارية، يتعين أن يكون استخدام التردد متوافقًا مع شروط الترخيص المرتبطة بشبكة الأقمار الصناعية التجارية المستهدفة. ومن الجدير بالذكر أن استخدام الأنظمة التجارية قد تستدعي الحالة إلى إعتبارات احترازية في حال لم تكن قادرة على توفير المتطلبات التشغيلية للجهات العسكرية والأمنية.

التوجه

ستسعى خطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية إلى:

1

تأمين الوصول
إلى الطيف الترددي المناسب والكافي في النطاقات المخصصة من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات لدعم المتطلبات التشغيلية الحالية والمستقبلية.

2

تمكين تطوير شبكات
الأقمار الساتلية المملوكة من خلال الاستفادة من التقنيات الناشئة مع الامتثال لأحكام الاتحاد الدولي للاتصالات وتأمين تسجيل المخصصات في قاعدة بيانات الاتحاد الدولي للاتصالات (MIFR).

3

تطوير الأحكام التنظيمية
والمتطلبات الأمنية لاستخدام شبكات الأقمار الصناعية التجارية لضمان المرونة التشغيلية.

ستعمل أطر الحوكمة ومشاركة الطيف الترددي الموضحة في هذه الخطة على تمكين عملية اتخاذ القرار والتنسيق والتنفيذ لتطوير واستخدام شبكات الأقمار الساتلية للجهات العسكرية والأمنية، مما يضمن الشفافية والكفاءة والموائمة مع أولويات الأمن الوطني والالتزامات الدولية.

5.1.6 الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT)

تُعــد أنظمة الاتصالات المتنقلة الدوليــة أنظمة موحدة ذات مواصفــات فنية محددة دوليا، وتعمــل ضمن النطاقات الترددية المضمنة فــي (3GPP). ويتطلب على تطبيقات الاتصالات المتنقلة الدولية الخاصة بحالات الاستخدام للجهات العسكرية والأمنية إلى أن تكون متوافقة مع نطاقات (3GPP) المنسقة، وذلك بهدف إتاحة استخدام الأنظمة الحالية. وتتوقع الهيئة أن يكون هناك احتياج لكلٍّ من قدرات التغطية والســعة التي تتيحها أنظمة الاتصالات المتنقلة الدوليــة لدعم احتياجات النطاق العريض المتنقل للتطبيقــات الدفاعية والأمنية. إضافة إلى ذلك، ســيكون هناك حد أدنى للقنــاة الترددية التي يجب تحديدها اعتمــادًا على التطبيقات التي تحتاج إلى التمكين.

التطورات الدولية

على الصعيد الدولي، استكشــفت الجهات الدفاعية والأمنية أساليب مختلفة للاستفادة من خدمات الاتصالات المتنقلة الدولية. على ســبيل المثــال، خلال التدريب البحري في القاعدة الرئيســية للبحرية النرويجية في مدينة بيرغن في أغسطس 2023، أظهرت شركة تيلا نورواي ووكالــة المــواد الدفاعيــة النرويجية (NDMA) كيفية اســتخدام أســلوب تقســيم الشــبكة (Network Slicing) لإنشاء شــبكة خاصة للقوات المسلحة النرويجية.[10] حيث أنشأت شركة تيلا وحدة جديدة تسمى (Telia Tactical Network) لإدارة شريحة الجيل الخامس للقوات المسلحة النرويجية مع تقديم ضمانات لجودة الخدمة المقدمة.

الوضع الحالي

هناك خياران لدعم توفير خدمات الاتصالات المتنقلة الدولية للجهات العسكرية والأمنية.

1

استخدام أسلوب تقسيم الشبكة عبر شبكات مشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNOs).

2

الوصول إلى الطيف الترددي المتوافق مع (3GPP) لإنشــاء شبكة اتصالات مخصصة، ويمكن إتاحة ذلك من خلال إعادة توزيع الطيف الترددي أو المتاجرة بالطيف الترددي المخصص لمشغلي شبكة الاتصالات المتنقلة (MNOs)، أو إتاحة طيف ترددي جديد على المستوى الوطني أو ترخيص الترددات لمنطقة جغرافية محدودة.

10. https://www.teliacompany.com/en/news-articles/telia-norway-demonstrates-5g-network-slicing-for-the-norwegian-armed-forces

ومع ذلك، تبقى هناك بعض المتطلبات التشـــغيلية لدى الجهات العســـكرية والأمنية، إذ قد يصعب ضمان الأمن الســـيبراني للشـــبكات وتلبية متطلبات جودة الخدمـــة والتغطية لتلك الجهات عبر الشبكات التجارية فقط.
وقـــد تكون هناك حاجة إلـــى تقنيات قابلة للنشـــر مثل الخلايـــا التكتيكية، الخلايـــا المتحركة المحطات الطرفية، وخدمة الاتصالات من الجو إلى الأرض (Air to Ground). وبالتالي قد يكون من الضروري إتاحة الوصول إلى طيف ترددي كاف ومناسب لدعم شبكة مخصصة للاستخدام الحكومي على وجه التحديد.
وتُوضح الصورة ادناه الخيارات المتاحة لتوفير خدمات الاتصالات المتنقلة الدولية.

الشكل 3: آليات الوصول لخدمات الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT)

توفير الاتصالات المتنقلة الدولية لخدمات الدفاع والأمن

الوصـــول للترددات المحددة للاتصالات المتنقلة الدولية (IMT) من خلال:

- إعادة توزيع الطيف الترددي
- تطبيق آليات المتاجرة مع مشغلين الاتصالات المتنقلة الدولية
- إتاحة نطاق ترددي عبر آليات تنافسية
- ترخيص الترددات في منطقة جغرافية محدودة

الوصـــول إلى شـــبكات الاتصالات التجارية عبر أســـاليب

تقسيم الشبكة (Network Slicing)

التوجه

لتلبية هذه الاحتياجـــات، يجب إتاحة الوصول إلى طيف ترددي كافٍ ضمن نطاقات الاتصالات المتنقلة الدولية للجهات العسكرية والأمنية ، سواء عبر شبكات متخصّصة أو من خلال شرائح شبكية مضمونة وآمنة.
وسيركز النهج المتبع على التالي:

1. **الأمان والأداء -** ضمـــان كلٌّ من الأمان والأداء، مدعوما بحلول قابلة للتطبيق، لتوفير قدرات موثوقة للجهات العسكرية والأمنية.

2. **مشـــاركة الطيف الترددي -** ستعمل أطر الحوكمة ومشـــاركة الطيف الترددي الموضحة في هذه الخطة على تمكين تطبيقات الاتصالات المتنقلة الدولية للتطبيقات الدفاعية والأمنية، بما يضمن دعم عملية اتخاذ القرار وتعزيز التنسيق بين المستخدمين ورفع كفاءة استخدام الطيف الترددي.

07

متابعة المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-27)

متابعة المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-27)

سيتم متابعة مستجدات المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC-27) ذات الصلة بخطة توفير الترددات لتمكين التطبيقات الدفاعية والأمنية، ويتضمن الجدول أدناه نظرة عامة على بنود جدول أعمال المؤتمر ذات الصلة.

الجدول 1: بنود جدول أعمال المؤتمر العالمي للاتصالات الراديوية (WRC 27)

رقم البند	التقنية أو الخدمة	البند
1.2	محطات الأقمار الصناعية الأرضية	النظر في إمكانية مراجعة شروط التقاسم في نطاق التردد 13.75 - 14 جيجا هرتز لتمكين استعمال محطات أرضية ذات أحجام هوائيات أصغر للخدمة الثابتة الساتلية في الوصلة الصاعدة في أقمار (GSO / NGSO)، وفقاً للقرار 129 (WRC-23).
1.5	خدمة الأقمار الساتلية الثابتة والمتنقلة (FSS / MSS)	النظر في التدابير التنظيمية وإمكانية تنفيذها للحد من العمليات غير المصرح بها للمحطات الأرضية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة المتنقلة الساتلية والمسائل المتعلقة بها ذات الصلة بمنطقة خدمة الأنظمة الساتلية غير المستقرة بالنسبة إلى الأرض في الخدمة الثابتة الساتلية والخدمة المتنقلة الساتلية وفقاً للقرار 14 (WRC-23).
1.7	الاتصالات المتنقلة الدولية (IMT)	إجراء دراسات التعايش وتحديد الشروط الفنية لاستخدام أنظمة الاتصالات المتنقلة الدولية في عدد من النطاقات الترددية.
1.12	خدمة الأقمار الساتلية المتنقلة (MSS)	النظر في التوزيعات الممكنة للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) والإجراءات التنظيمية الممكنة في النطاقات الترددية (1 427 - 1 432 MHz) (فضاء-أرض) و (1 645,5 - 1 646,5 MHz) (فضاء-أرض) (أرض فضاء) و (1 880 - 1 920 MHz) (فضاء أرض) (أرض-فضاء) و (2 010-2 025 MHz) (فضاء-أرض) (أرض-فضاء) المطلوبة في المستقبل لتطوير الأنظمة المتنقلة الساتلية للأقمار الصناعية غير مستقرة بالنسبة إلى الأرض ذات معدل بيانات منخفض، وفقاً للقرار 252 (WRC 23).
1.13	خدمة الأقمار الساتلية المتنقلة (MSS)	النظر في الدراسات المتعلقة بالتوزيعات الجديدة المحتملة للخدمة المتنقلة الساتلية (MSS) لتوفير وصلات مباشرة بين محطات فضائية وأجهزة الاتصالات المتنقلة الدولية من أجل إكمال نطاق التغطية الذي توفره شبكة الاتصالات المتنقلة الدولية الأرضية، وفقاً للقرار 253 (WRC-23).

هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space &
Technology Commission

cst.gov.sa