سلطنة عُمان
Sultanate of Oman

هيئة تنظيم الاتصالات
Telecommunications Regulatory Authority

محطة المراقبة الراديوية للخدمات الفضائية

وحدة إدارة الطيف الترددي
Spectrum Managment Unit

http://smu.tra.gov.om/

محطة المراقبة الراديوية
للخدمات الفضائية

حضرة صاحب الجلالة

السلطان قابوس بن سعيد المعظّم

-حفظه الله ورعاه-

المحتوى

١ ـ مقدمة	٦
٢ ـ نبـــذة عـــن المحطـــــة	٦
٣ ـ أهـــداف المحطـــــــة	١٠
٤ ـ المخـطط الزمنـــي للتنفيـذ	١٢
٥ ـ الافتتاح الرسمي للمحطـــة	١٤
٦ ـ المكونات الرئيسية للمحطة	١٥
٧ ـ الإمكانيات الفنية للمحطة	٢٢
٨ ـ التنسيق الدولي	٢٨
٩ ـ دعم الأنشطة الوطنية	٢٩

١ـ مقدمة

يورد هذا الكتيب شرحاً موجزاً عن مشروع محطة المراقبة الراديوية للخدمات الفضائية (الساتلية) وأهمّ أهدافه ومراحل تنفيذه، بالإضافة إلى تقديم شرح مبسَّط عن المكونات الأساسية والأنظمة الموجودة في المحطة.

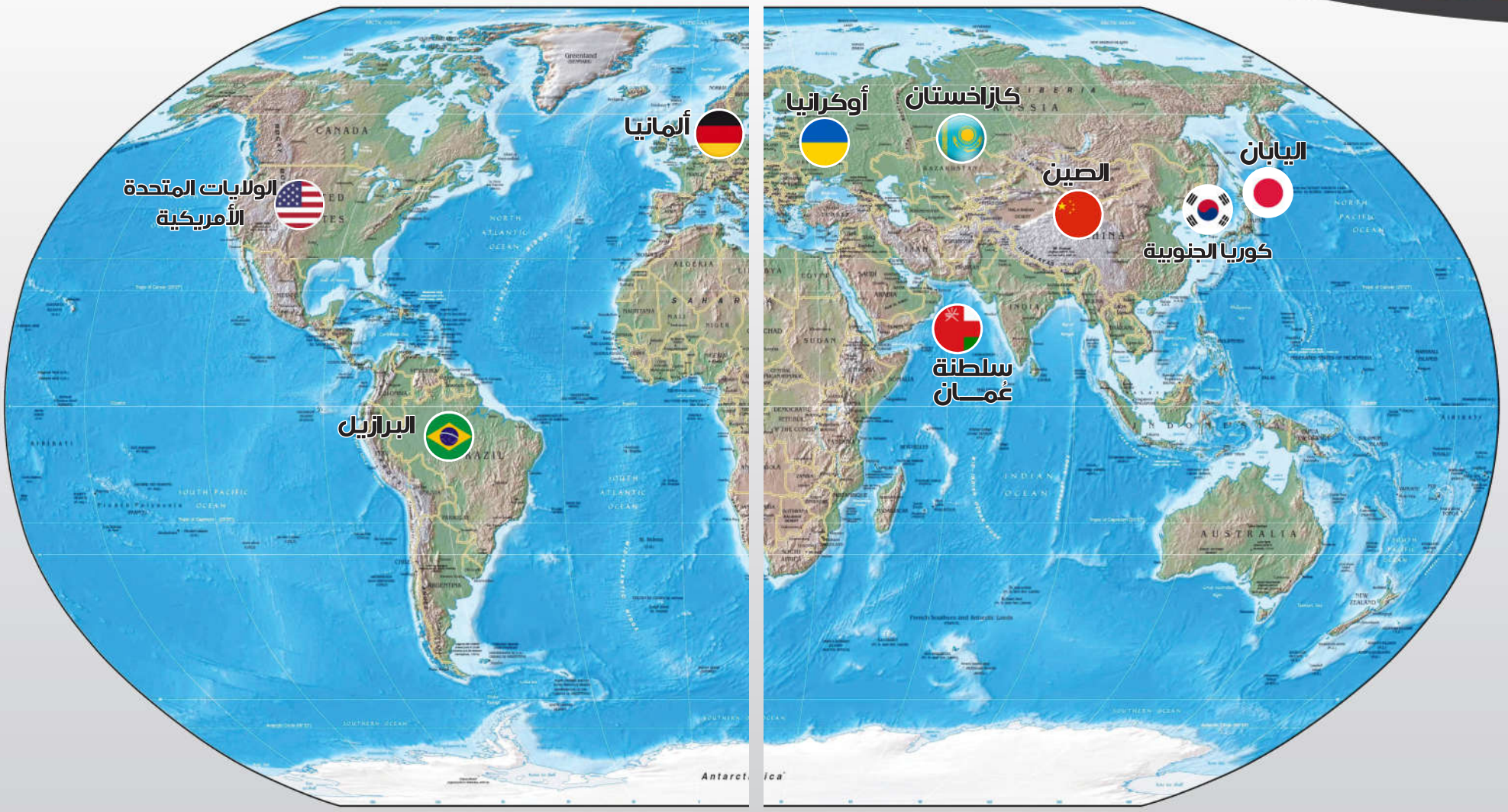
كما يتضمن الكتيب أيضاً توضيحاً للإمكانيات الفنيِّة للمحطة التي تمكِّنها من إجراء القياسات لإشارات الخدمات الفضائية وتحديد الاستخدامات غير القانونية وحلّ التداخلات الراديوية مع إمكانية التحقق من التراخيص الممنوحة من قبل الهيئة.

٢ـ نبذة عن المحطة

تضّمن مشروع المحطة إنشاء محطة مراقبة راديوية ثابتة لمراقبة الخدمات الفضائية في الوصلة الهابطة (فضاء - أرض) وكذلك توفير محطة مراقبة فضائية متنقلة لمراقبة الاتصالات الراديوية في الوصلة الصاعدة (أرض - فضاء) مع توفير الأنظمة والمعدات الخاصة بأعمال المراقبة الفضائية، حيث تم تنفيذ المشروع في محافظة مسقط بمنطقة مرتفعات الأنصب على طريق مسقط السريع مقابل مركز عُمان للمؤتمرات والمعارض (صورة رقم (١) أدناه توضح موقع المحطة).

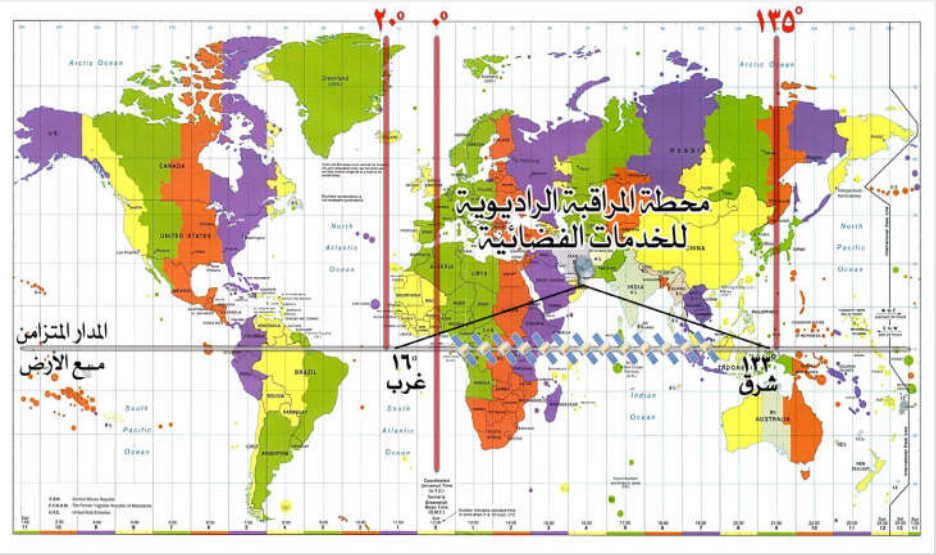
صورة رقم (١): خارطة الطريق إلى المحطة

حيث تم الانتهاء من تنفيذ المشروع واستلامه من قبل الهيئة بتاريخ ٣١ مايو ٢٠١٧م، وبذلك تُصبح هذه المحطة الأحدث من نوعها عالمياً والأولى على مستوى الشرق الأوسط التي تدار من قبل الهيئات التنظيمية لقطاع الاتصالات. ووفقاً لتقرير الاتحاد الدولي للاتصالات رقم: ITU-R SM.2182-1 (06/2017) الموضّح للمحطّات المتوفرة لقياس الانبعاثات الصادرة عن كل من المحطات الفضائية ذات المدار الساتلي المستقر بالنسبة للأرض وتلك ذات المدار الساتلي غير المستقر بالنسبة للأرض فإن هذه المحطة ستكون التاسعة عالمياً من نوعها وذلك بعد تضمينها بالتقرير الآنف الذكر (الصورة رقم (٢) أدناه توضّح مواقع محطات المراقبة الراديوية للخدمات الفضائية حول العالم طبقاً للتقرير رقم ITU-R SM.2182-1 (06/2017) إضافة إلى السلطنة).



صورة رقم (٢): مواقع محطات المراقبة الراديوية للخدمات الفضائية حول العالم طبقاً للتقرير رقم ITU-R SM.2182-1 (06/2017) إضافة إلى السلطنة

ويمكن لهذه المحطة مراقبة الإشارات من الأقمار الصناعية الواقعة تقريباً في قوس الرؤية (١٣٣ درجة شرق – ١٦ درجة غرب) كما هو موضّح بالصورة رقم (٣) أدناه.



صورة رقم (٣): قوس الرؤية للمحطة

٣. أهداف المحطة

إن التطورات الهامّة في الاتصالات الفضائية مؤخراً، وازدياد أعداد الأقمار الصناعية وصغر أجهزة الإرسال، ترتب عليه استخدام الخدمات الفضائية بشكل أكبر حول العالم، وكذلك في السلطنة.

نتج عن هذا الإزدياد ظهور عدّة تحدّيات بشأن تنظيم هذه الإستخدامات خصوصاً في ظل رصد استخدامات غير قانونية والتي يكون لها تأثير سلبي من الناحية الإقتصادية

متمثِّل في عدم الإستفادة من عوائد التراخيص الراديوية، إضافةً إلى تأثيراته الأمنية المتمثِّلة في وجود استخدامات غير معروفة.

وقبل عدة أعوام، بدأت الهيئة في التخطيط لإنشاء محطة مراقبة راديوية للخدمات الفضائية لتحقيق العديد من الأهداف والتي من أهمها ما يلي:

١- التحكم في استخدام الطيف والموارد الفضائية (الساتلية) من خلال التحقق من مطابقة الاستخدامات الحالية مع التراخيص الممنوحة.
٢ – مراقبة وقياس إشارات الخدمات الفضائية (الساتلية) التي يتم استقبالها في السلطنة.
٣ – الكشف عن أي استخدامات غير قانونية في الوصلة الهابطة والصاعدة.
٤ – حل التداخلات العرضية والمتعمدة التي تحدث في الخدمات الفضائية (الساتلية) والكشف عن مواقعها.
٥- التنسيق مع الإتحاد الدولي للإتصالات والجهات التنظيمية الأخرى بشأن التداخلات في الخدمات الفضائية (الساتلية).
٦ – دعم الأنشطة الوطنية المتعلقة بالخدمات الفضائية (الساتلية).

٤. المخطط الزمني للتنفيذ

بدأت الهيئــة في تنفيــذ هــذا المشــروع قبــل عدَّة سنــوات، حيــث توضِّــح الصورة رقم (٤) أدناه أهمَّ مراحل التنفيذ:

صورة رقم (٤): المخطط الزمني لأهم مراحل تنفيذ المشروع

صورة رقم (٥): صورة جوية لموقع المحطة

صورة رقم (٦): صورة ليلية للمحطة

٥. الافتتاح الرسمي للمحطة

تـمَّ إفتتـاح المحطة رسمياً يـوم الأربعـاء الموافـق ١٧ يناير ٢٠١٨م، تحت رعـاية معالـي الدكتـور أحمـد بـن محمـد الفطيسـي وزيـر النقـل والاتصـالات وبحضـور معالي السيد هولين جاو الأمين العام للاتحاد الدولي للإتصالات.

صورة رقم (٧): الافتتاح الرسمي للمحطة

٦. المكونات الرئيسية للمحطة

تتكون المحطة من ١٠ أقسام رئيسية موضَّحه في الصورة رقم (٨) أدناه:

صورة رقم (٨): المكونات الرئيسية للمحطة

١.٦ هوائيات الاستقبال (Antennas)

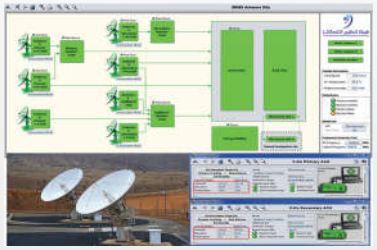
تحتوي المحطة على عدد ٧ هوائيات استقبال موضحة تفاصيلها الفنية في الصورة رقم (٩) أدناه:

صورة رقم (٩): التفاصيل الفنية لهوائيات الاستقبال

خلال فترة تصميم المشروع تم وضع الهوائيات في الجزء المرتفع من الموقع والذي وفّر للمحطة أفضل رؤية للقوس المداري حيث تم لاحقاً ضبط موقع كل هوائي للتقليل من العوائق.

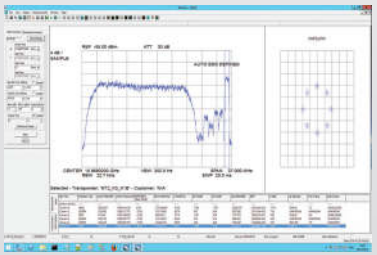
و بهدف ضمان استمرارية عمل المحطة بشكلٍ جيدٍ خلال الفترة القادمة، فإنه من المهم جدّاً المحافظة على جعل محيط الهوائيات خال من أيَّة عوائق أو مباني مرتفعة من شأنها التأثير على عملية استلام الإشارات حيث طلبت الهيئة من وزارة الإسكان عدم تخيصص أي أرض مجاورة من موقع المشروع.

٢.٦ نظام المراقبة والتحكم (Monitoring and Control)



يعمل هذا النظام على توجيه هوائيات الإستقبال للمواقع المدارية للأقمار الصناعية، إضافةً إلى التحكم ومراقبة وضع جميع الأجهزة وأجهزة تقنية المعلومات والإخطار في حال وجود أي مشكلة أو عطل.

٣.٦ نظام مراقبة وتحليل الإشارات الراديوية (Carrier Monitoring)



يقوم بمراقبة وتحليل الإشارات الراديوية المستلمة من الأقمار الصناعية وتحديد الخصائص الفنية لهذه الإشارات على سبيل المثال: التردد، عرض النطاق، مستوى قوّة الإشارة ونوعها، نوع التضمين.

٤.٦ نظام مراقبة القنوات التلفزيونية (DVB Receiver)

يمكِّن هذا النظام من استعراض القنوات التلفزيونية الفضائية غير المشفَّرة بهدف التعرُّف عليها وتحديد مصدرها.

٥.٦ نظام المراقبة الجغرافي (GeoMon)

يمكن من خلال هذا النظام التحقق من مطابقة الاستخدامات الفعلية مع التراخيص الراديوية الممنوحة من قبل الهيئة وقياس مدى شغل مدار السواتل المستقرة بالنسبة للأرض.

٦.٦ نظام تحديد الموقع الجغرافي (Geolocation)

يعمل هذا النظام على تحديد الموقع الجغرافي على الأرض للإشارات المستلمة في الوصلة الهابطة (فضاء - أرض) بهدف معرفة موقع بث الاستخدامات غير القانونية التي تصدر من داخل السلطنة و موقع الإشارات الراديوية المسببة للتداخلات.

٧.٦ جهاز المرسل المرجعي (Reference Emitter)

يستخدم مع نظام تحديد الموقع الجغرافي للمساعدة في تحسين دقة نتائج تحديد الموقع الجغرافي للإشارات المستلمة حيث يمكن نقل الجهاز في محطة المراقبة المتنقلة عند الحاجة لاستخدامه في أي موقع داخل السلطنة.

٨.٦ محطة المراقبة المتنقلة (Mobile Monitoring Unit)

يمكن بواسطة هذه المحطة مراقبة الخدمات الفضائية في الوصلتين الصاعدة (أرض - فضاء) والهابطة (فضاء - أرض) بالإضافة إلى تحديد مواقع بث الاستخدامات غير القانونية والتداخلات الراديوية.

٩.٦ طائرة بدون طيار (Drone)

تستخدم في تحديد مواقع الاستخدامات غير القانونية والتداخلات الراديوية للإشارات الراديوية في الوصلة الصاعدة (أرض-فضاء) عند تعذّر استخدام المحطة المتنقلة بسبب صعوبة تضاريس المواقع الجغرافية أو ارتفاع زاوية الإرسال لهوائيات المحطات الأرضية.

١٠.٦ مبنى المحطة (SRMS Building)

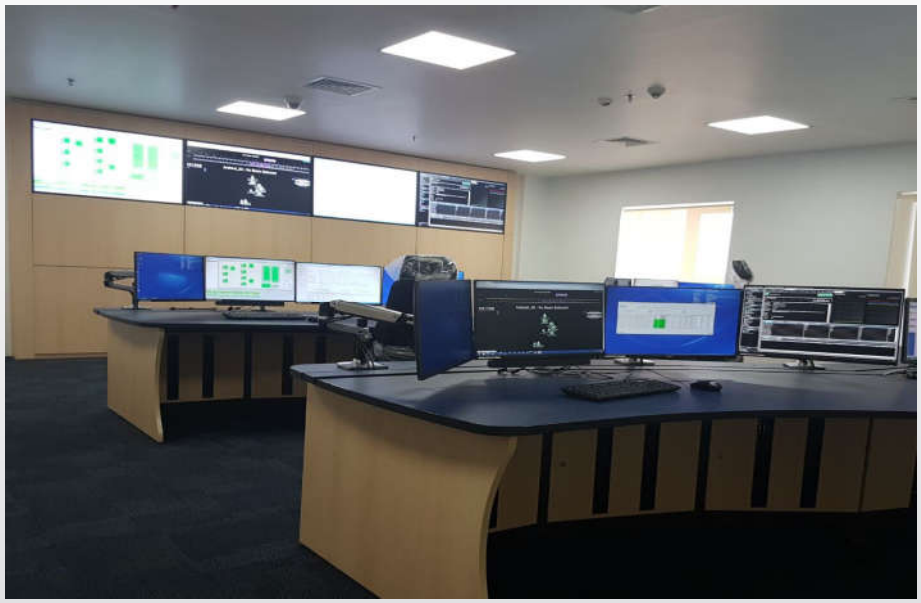
يتكوَّن مبنى محطة المراقبة من خمسة أجزاء رئيسية: مركز البيانات، مركز التحكم والمراقبة، ورشة الصيانة، كراج السيارات، وحدة المولِّد الكهربائي.

ويقوم مركز التحكم والمراقبة بتشغيل المحطة والتحكم بجميع الأجهزة والأنظمة من خلال أربع منصات للمراقبة.

و يوجد لدى الهيئة مركزين لهذا الغرض متصلين عبر وصلة المايكروويف والألياف البصرية وذلك على النحو التالي:

- المركز الرئيسي - الموجود في مبنى المحطة (الصورة رقم ١٠-أ).
- المركز الاحتياطي - الموجود في مبنى الهيئة وذلك في حال الحاجة لتشغيل المحطة من المبنى الرئيسي للهيئة (الصورة رقم ١٠-ب).

صورة رقم (١٠-أ): المركز الرئيسي (موقع المحطة)



صورة رقم (١٠-ب): المركز الاحتياطي (مبنى الهيئة الرئيسي)

٧. الإمكانيات الفنية للمحطة

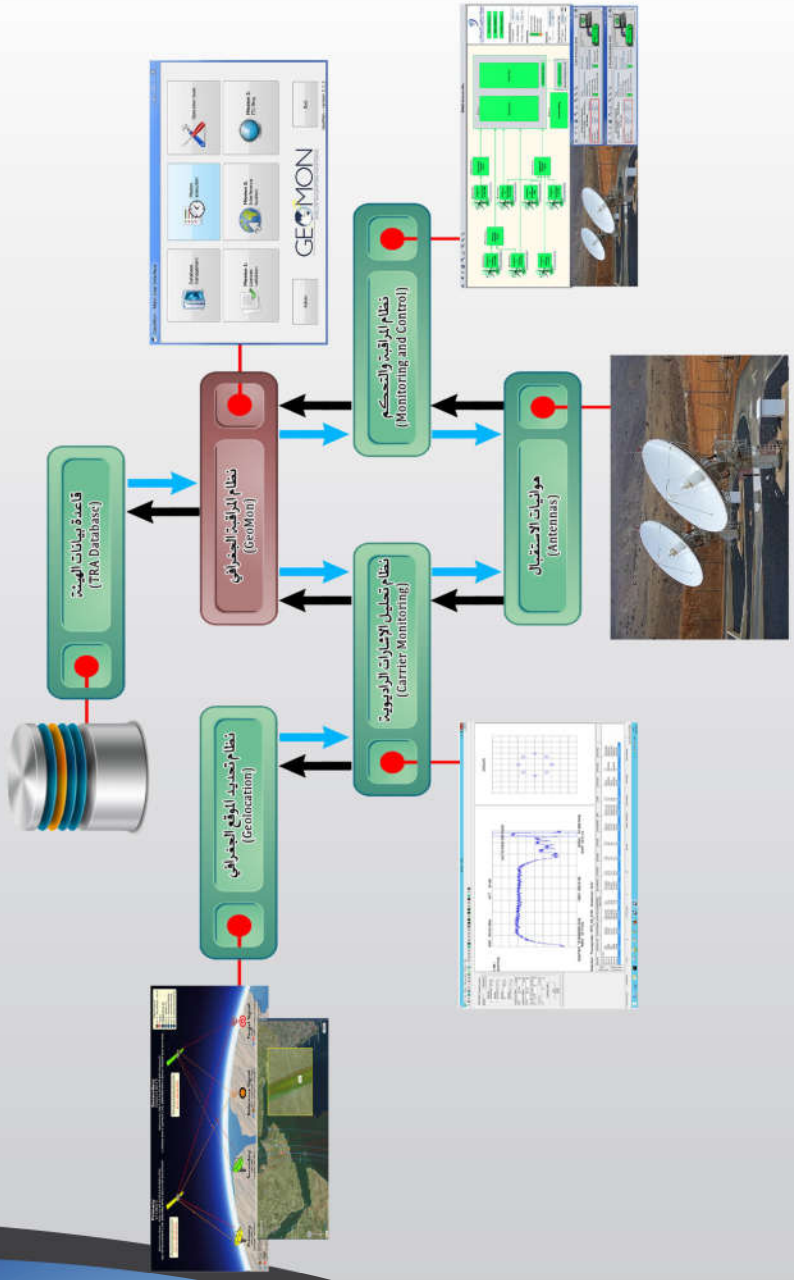
تحتوي المحطة على إمكانيّاتٍ فنيّةٍ متقدمةٍ يمكن من خلالها تحقيق الأهداف المنشودة لهذا المشروع الحيوي الهام.

كما أن لدى المحطة الإمكانيّات لتوفير خدمات القياسات للإشارات الساتلية التي يتم استلامها داخل أراضي السلطنة وكذلك في الدول المجاورة مع إمكانيّة التحقق من حالات التداخلات ليس فقط على المستوى الوطني و إنَّما أيضاً على المستوى الإقليمي والدولي.

١.٧ التحكم في استخدام الطيف والموارد الساتلية

يمكن من خلال المحطة التحقق من مطابقة الاستخدامات الحالية مع التراخيص الراديوية الممنوحة من الهيئة وذلك عن طريق استخدام الأنظمة الموضحة في الصورة رقم (١١).

و يعمل نظام المراقبة الجغرافي (**GeoMon**) على الاتصال بقاعدة بيانات المستخدمين المرخصين لتوفير البيانات المراد التحقق منها حيث يتم بعد ذلك إعطاء أمر لنظام المراقبة والتحكم (**Monitoring and Control**) لتوجيه هوائي الإستقبال للقمر الصناعي المستهدف الموجود في الترخيص بحيث يتسنّى استلام الإشارات الساتلية من هذا القمر يليه إعطاء أمر آخر لنظام مراقبة وتحليل الإشارات الراديوية (**Carrier Monitoring**) لعمل تحليل ومقارنة الخصائص الفنية للتراخيص المراد التحقق منها مع الخصائص الفنية للإشارات المستلمة وهي (التردد، عرض النطاق، القدرة المشعّة المكافئة المتناهية (**e.i.r.p**)) بحيث يتسنَّى التعرف على أية فروقات في الاستخدمات عما تم الترخيص له من قبل الهيئة.

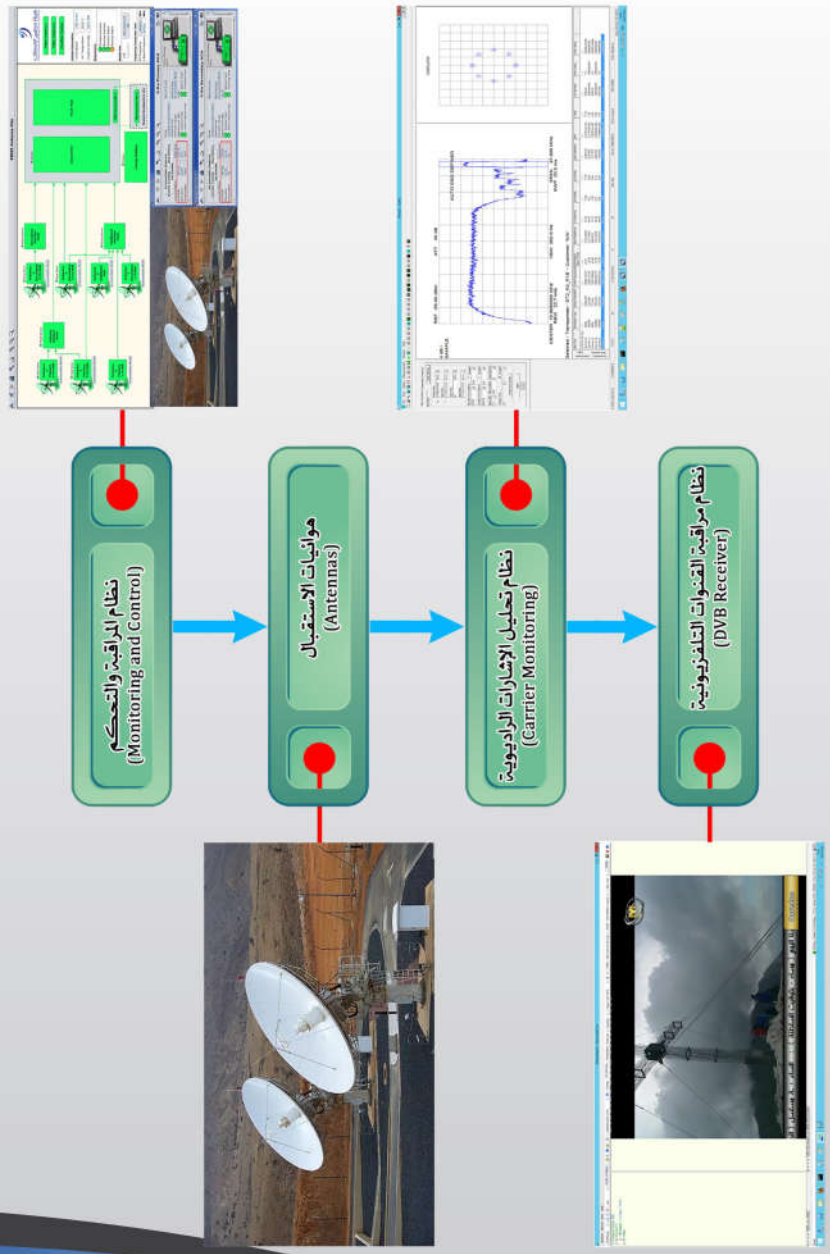


صورة ١١: مكونات المحطة المستخدمة للتحقق من الاستخدامات الحالية

٢.٧ مراقبة وقياس الإشارات الساتلية

يمكـن من خلال المحطة إجـراء القيـاسات للإشـارات الساتلية التي تصـدر عن السواتـل التي يمكن استلامها على أراضي السلطنة.

و يمكـن إجراء مثل هذه القياسات عبر استخدام هوائيات الاستقبـال والأنظمـة الموضَّحـة في الصورة رقم (١٢) بنحو مماثل على ما تم شرحه في الجزء ١.٧ حيث يمكن أيضاً في هذه الحالة استخدام نظام مراقبة القنوات التلفزيونية (**DVB Receiver**) لتحليل الإشارات التلفزيونية غير المشفرة بهدف التعرف عليها و تحديد مصدرها.



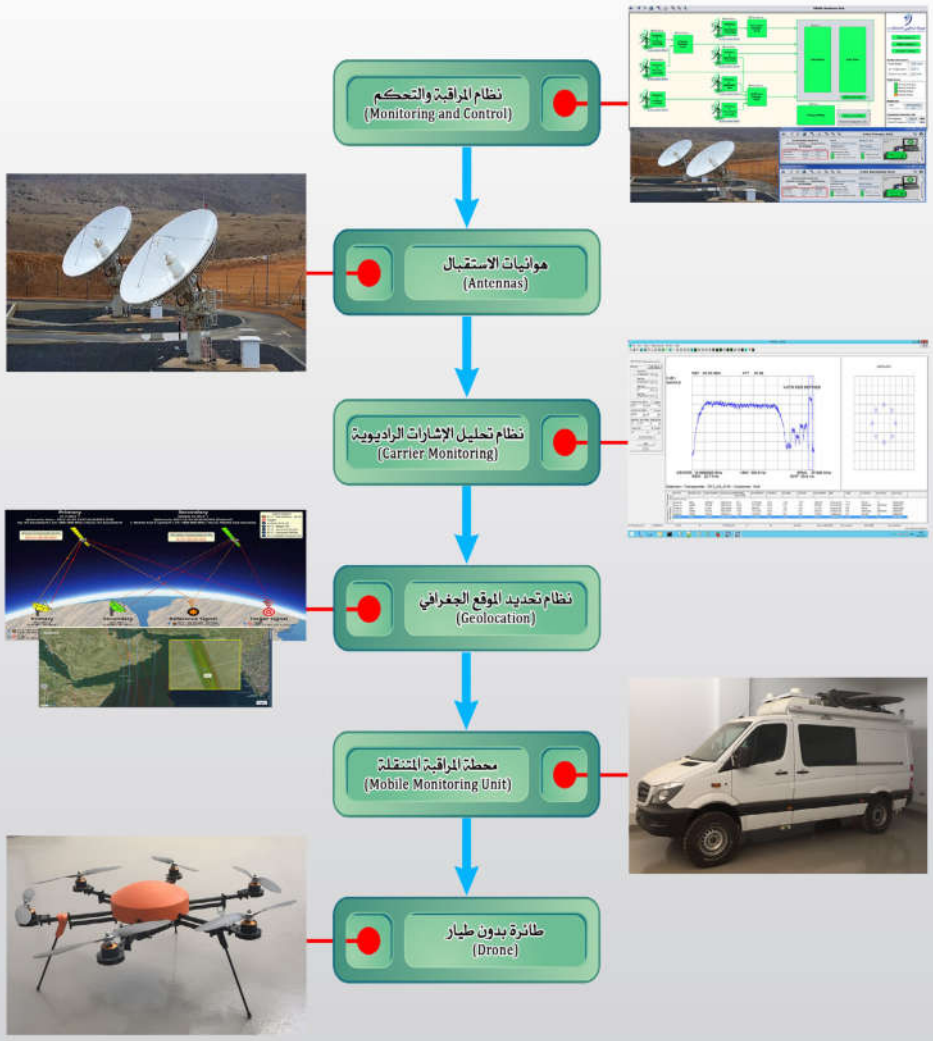
صورة ١٢: مكونات المحطة المستخدمة لمراقبة و قياس الإشارات الساتلية

٧ .٣ الكشف عن الاستخدامات غير القانونية وحلّ التداخلات

يمثِّل حلّ حالات التداخلات في الخدمات الساتلية و تحديد مصدرها أحد أهمّ أهداف هذا المشروع. ونظراً لأن الخدمات الساتلية غالباً ما تتجاوز حدود البلد الواحد، فإنه من الممكن أن يكون مصدر هذه التداخلات من أيِّ مكانٍ في العالم وليس فقط من داخل عُمان. و يوجد لدى المحطة كافَّة الأنظمة والإمكانيّات الفنيَّة لإجراء هذا النوع من القياسات.

فعند الحاجة للتحقُّق من الاستخدامات غير القانونية أو حلّ التداخلات في الخدمات الفضائية فإنه يمكن تنفيذ ذلك عبر استخدام الأنظمة الموضَّحة في الصورة رقم (١٣)، حيث يتم بعد استلام الإشارات الساتلية بواسطة هوائيات الاستقبال وتحليلها بواسطة نظام مراقبة وتحليل الإشارات الراديوية (**Carrier Monitoring**) استخدام نظام تحديد الموقع الجغرافي (**Geolocation**) لتحديد موقعها التقريبي على الأرض و يتم بعد ذلك الاستعانة بمحطة المراقبة المتنقلة ونظام الطائرة بدون طيار لتحديد موقع المحطة المرسلة بشكل دقيق إذا كان المصدر داخل أراضي السلطنة.

أمَّا إذا كان المصدر خارج أراضي السلطنة فإن ذلك يتطلب تنسيقاً دولياً مع الاتحاد الدولي للاتصالات والدولة التي تبث منها محطة الإرسال حيث يتم في مثل هذه الحالة موافاة الاتحاد الدولي للاتصالات بتقرير القياسات الصادر من نظام تحديد الموقع الجغرافي (**Geolocation**) للتنسيق و مخاطبة الدولة المعنية لايقاف مصدر التداخلات والذي قد يتطلب أحياناً عقد اجتماع تنسيقي لمناقشة هذا الموضوع.



صورة ١٣: مكونات المحطة المستخدمة للكشف عن الاستخدامات غير القانونية وحل التداخلات

٨. التنسيق الدولي

نظراً لأن الخدمات الساتلية غالباً ما تتجاوز حدود البلد الواحد بحيث تكون الخدمة على نحو إقليمي أو دولي، فإن العمل في مجال مراقبة الخدمات الساتلية يتطلب تنسيقاً دولياً وثيقاً مع الهيئات و المنظمات ذات العلاقة مثل الاتحاد الدولي للاتصالات أو الجهات التنظيمية أو مشغلي الخدمات الساتلية حيث أنَّه من المهم جداً التواصل مع هذه الجهات بهدف الحصول على كافة البيانات والمعلومات الخاصّة بالسواتل والتي هي ضرورية جداً في عملية تحديد مصادر التداخلات.

وبدأت الهيئة بعقد اجتماعات مع الهيئات التنظيمية الأخرى التي لديها محطات مماثلة بهدف معرفة أوجه التعاون الممكن مع هذه الجهات حيث تم عقد اجتماع خلال الفترة ما بين ٢٤ - ٢٥ يناير ٢٠١٨م مع الإدارة الألمانية و التي لديها محطة مماثلة تقوم بتقديم خدماتها لعدة دول في القارة الاوربية.

كما أنَّه في حال حدوث تداخلات راديوية ضارَّة، فإن ذلك يتطلب التنسيق و عقد اجتماعات مع الدول المعنية كما تم شرحه أعلاه.

٩. دعم الأنشطة الوطنية

إن تنفيذ مشروع محطة المراقبة للخدمات الفضائية (الساتلية) من شأنه دعم الأنشطة الوطنية المتعلقة بهذه الخدمات على سبيل المثال مشروع إطلاق أقمار اصطناعية وطنية حيث سوف يسهم هذا المشروع في إجراء أيَّة قياسات مطلوبة بهذا الشأن.
كما أن هذا المشروع سوف يمكِّن الهيئة من مراقبة مخصصات السلطنة من المواقع المدارية و الترددات وفق الخطط الإقليمية الصادرة عن الاتحاد الدولي للاتصالات.