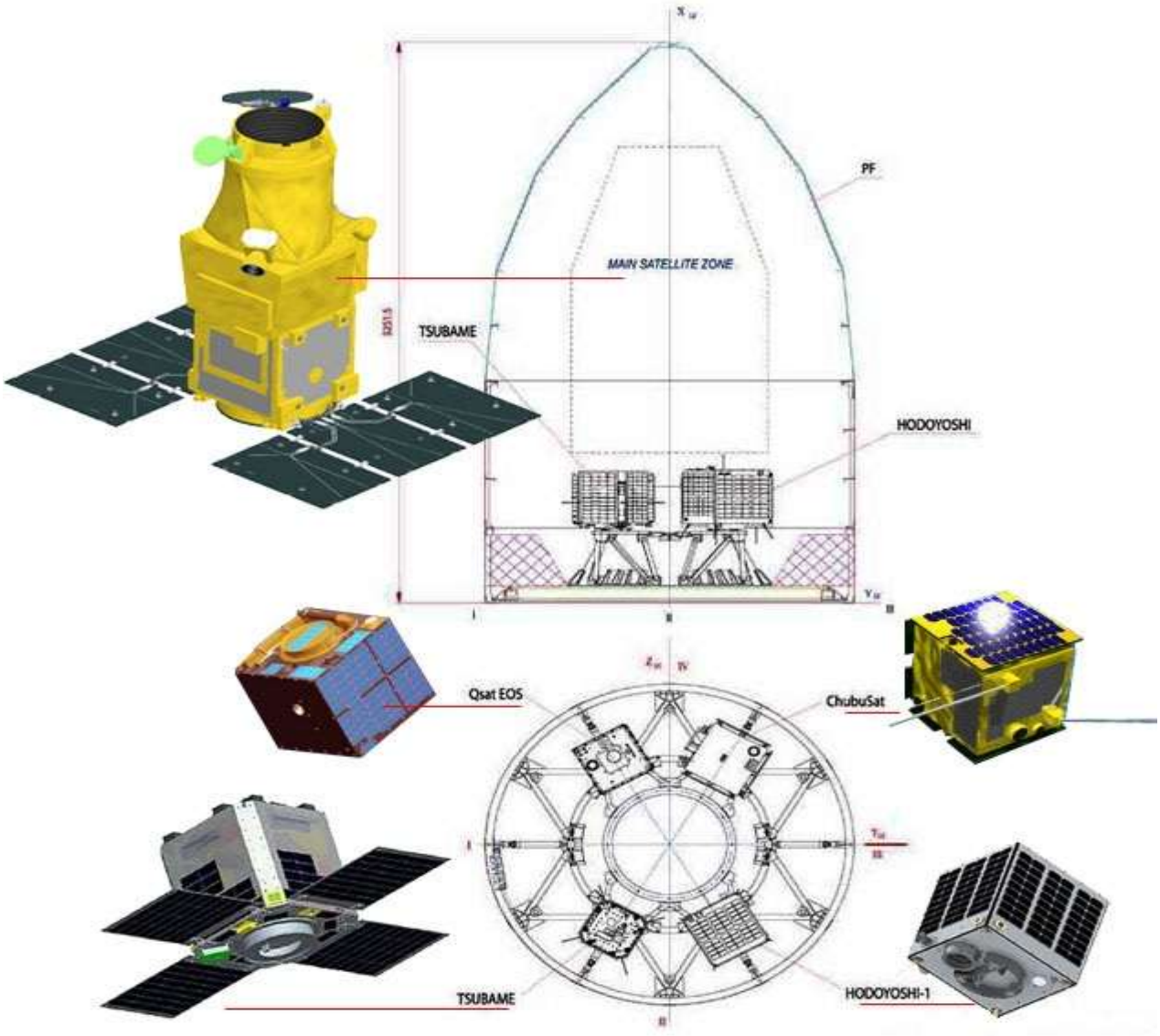
موقع مكتبة محاكاة الأجهزة



بالتفاصيل

الأقمار الصناعية من التصنيع والإطلاق إلي الإنزال

Satellites

فبراير 2021 م – إصدار رقم 3 .

إعداد وترجمة/ م. عبد المجيد أمين الجندي

المحتويات

المحتويات 2
مقدمة 11
حدود الفضاء والغلاف الجوي 11
طبقة التروبوسفير Troposphere 11
طبقة الاستراتوسفير Stratosphere 11
طبقة الميزوسفير Mesosphere 11
طبقة الثيرموسفير Thermosphere 12
طبقة الإكزوسفير Exosphere 12
مسميات 13
أصل تسمية ساتل Etymology 13
من ابتكر الأقمار الصناعية؟ 13
ارتفاع الأقمار الصناعية 14
رقما قياسيا لأكثر المدارات انخفاضا Lowest Orbiting Satellite 14
هل يمكن رؤية الأقمار الصناعية في السماء؟ 16
ما المقصود بعبارة كوكبة أقمار Satelitte Constellation ؟ 18
تصنيف الأقمار الصناعية 19
أنواع الأقمار الصناعية من حيث الإستخدام 19
أقمار الإتصالات 20
أنواع الأقمار الإتصالات من ناحية الفاعلية 20
تعقب الهواة للأقمار الصناعية 22
كيف ترصد قمراً اصطناعياً تجسسياً 22
المحافظة على السرّيّة 23

أدوات الهواة لمراقبة الأقمار الصناعية 23
رواد صناعة الأقمار الصناعية فى العالم 28
مواصفات القمر الصناعي 29
رقم دليل القمر الصناعي Satellite Catalog Number 29
الرمز التعريفي International Designator 30
العمر الإفتراضي 30
الوزن 30
نسبة الحمولة Payload Fraction 31
مواقع إلكترونية وقواعد بيانات الأقمار الصناعية 31
مدارات الأقمار الصناعية 34
تصنيف الأقمار الصناعية Satellites تبعا للموقع المداري Orbit 34
أنواع المدارات الخاصة بالأقمار الصناعية 35
مواصفات المدار (عناصر المدار – متغيرات المدار) 35
المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit (LEO) 39
المدار الأرضي المتوسط Medium Earth Orbit MEO 41
المدار المتزامن مع الأرض GEO أو المدار الجغرافي الثابت Geostationary Orbit 42
تغيير ارتفاع القمر Changing a satellite's height 46
مدارات النقل Transfer Orbits 46
مدار الإنتقال إلي المدار الجغرافي الثابت Geostationary Transfer Orbit 47
المدارات البيضاوية Elliptic Orbits 48
مدار هوهمان الانتقالي Hohmann Transfer Orbit 48
المدارات القطبية Polar Orbits 49
المدارات التزامنية مع الشمس Sun Synchronous Orbits SSO 50
المدرات المائلة Inclined Orbits 51

مدار المقبرة Graveyard Orbit 51
مدار رنين الجاذبية 52
مدار مولنيا Molnya Orbit 52
رحلة الفضاء دون المدارية Sub-Orbital Spaceflight 53
نقاط لاجرانج (L-points) Lagrange Points 54
مراجع 55
أجزاء القمر الصناعي 56
نظام الحمولة الفضائية 58
المستشعرات الكهروبصرية 58
المستشعرات الرادارية 59
الغلاف الخارجي (الحافلة Bus Structure) 59
وظائف الحافلة Bus 61
منظومة الطاقة الكهربية Electrical Power System EPS 61
نظام الدفع Propulsion System 61
تقنيات مختلفة 66
وحدات التحكم الحراري Thermal Control 67
معدات التحكم المتكامل 67
نظام للتحكم في وجهة القمر الصناعي 68
معدات تداول البيانات الرقمية 68
نظام الاتصالات 69
الهوائيات 70
فن طي الورق الأوريجامي Origami وتطبيقاته في الفضاء 72
بطانية الفضاء Space Blanket 73
هوائيات الأقمار المصغرة 75

منظومة هوائي رباعي Turnstile Antenna System 75
المحطة الأرضية Earth Station 82
مواصفات كمبيوتر تحكم في قمر صناعي 83
الأشعة الكونية Cosmic Rays وتأثيرها علي الأقمار الصناعية 85
التصوير من الفضاء بالأقمار الصناعية 87
أنواع الأقمار الصناعية 88
الأقمار الصناعية للإتصالات 89
ما الذي جعل الأقمار الصناعية ذات المدار الأرضي المنخفض LEO Satellites هي سباق جديدا في الفضاء ؟ 89
ما هي إيلون موسك Elon Musk ؟ 89
لماذا المدار الأرضي المنخفض Why Low Earth Orbit ؟ 90
ما هو وقت الإستجابة What's latency ؟ 90
هل تعتبر أقمار المدار الأرضي المنخفض LEO تقنية جديدة ؟ 90
ما سبب الحاجة لهذا العدد الهائل من الأقمار ؟ 91
ما هي العقبات التي تواجهها هذه الجهود ؟ 92
من ينظم المدار الأرضي المنخفض LEO ؟ 92
هل ستكون الأقمار الصناعية مرئية من الأرض ؟ 93
هل سيكسبون المال؟ 93
تقنيات الاتصالات عبر الأقمار الصناعية بنظام Vsat 95
أولا – مقدمة 95
ثانيا – مكونات المحطة الطرفية لنظام الـ Vsat 95
مزايا وعيوب الـ Vsat 98
الأقمار الصناعية العسكرية 101
سباق الأقمار العسكرية 102
هل تستطيع الأقمار الصناعية رؤية أرقام السيارات؟ 104

منظومة الاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد (تطبيقات عسكرية) 106
الجزء الفضائي (القمر الصناعي) 106
الجزء الأرضي 106
مدارات الأقمار الصناعية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير 106
أنواع مدارات الأقمار الصناعية العسكرية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد 107
تطبيقات أقمار الإستشعار عن بعد 110
الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات 114
الاستخدامات والتطبيقات المدنية Uses and civilian applications 115
كاميرات التصوير 139
المسح الضوئي في أقمار الإستشعار عن بعد Remote Sensing Scanners 140
ماسحات الممسحة Whisk Broom Scanners 140
ماسحات المقشة Push Broom Scanners 140
المصادر 141
نقل وشحن الأقمار الصناعية إلي موقع الإطلاق Satellites Shipment to The Launch Site 142
إطلاق Launch القمر الصناعي 145
ترخيص اتصالات القمر الصناعي 145
نافذة الإطلاق Launch Window 145
أساليب إطلاق الأقمار الصناعية 147
منصة إطلاق فضائية Launch Pad 149
تاريخ منصات الإطلاق الفضائي 149
البنية العامة للمنصّات 150
خطوات عمليات الإطلاق 151
اطلاق الأقمار الصناعية من محطة الفضاء الدولية 153
خدمات الإطلاق الخاصة 161

الآفاق المستقبلية 161
الدول القادرة على إطلاق قمر صناعي على مستوى العالم 161
الشركات الفضائية المتخصصة في عمليات إطلاق القمر الصناعي 162
مصطلحات خاصة بعملية الإطلاق 162
شركة روسية خاصة تصمم منصة جديدة للأقمار الصناعية 165
التعليم 166
مراحل ومتطلبات إنتاج الأقمار الصناعية 168
مراحل صناعة القمر الصناعي 169
1- متطلبات المستخدم User Requirements 170
2- تحليل مهام القمر Mission Analysis 170
3- مواصفات الأنظمة الفنية للقمر Systems Specifications 171
4- التصاميم الأولية لأنظمة القمر Preliminary Design Phase 171
5- التصاميم النهائية لأنظمة القمر Critical Design Phase 171
6- تصنيع أنظمة القمر واختبار تأهيلها Qualification Model Phase QM1 171
7- تجميع الأنظمة المكونة للقمر واختبار تأهيله Qualification Model Phase QM2 172
8- تصنيع جميع أنظمة القمر واختبار قبولها Flight Model Phase FM1 172
9- تجميع القمر واختبار قبوله Flight Model Phase FM2 172
10- المراجعة النهائية لجاهزية القمر للإطلاق Flight Readiness Review FRR 172
اختبارات القمر الصناعي 174
غرفة الضغط/الحرارة Thermal /Vacuum Chamber 174
غرفة ماكسويل للإختبارات Maxwell Test Chamber 174
التوافق الكهرومغناطيسي Electromagnetic Compatibility 176
اختبار الاهتزاز الصوتي Acoustic Vibration Test 181
FLVT measurement with piezoelectric sensors 183

Typical FLVT configuration 184
تطبيقات تبدوا غريبة وجديدة للأقمار الصناعية 187
الصين تضيء أكبر مدنها بانعكاس ضوء القمر 187
روسيا ستبث الإعلانات من الفضاء! 190
التأمين علي القمر الصناعي 191
أنواع التغطيات التأمينية 191
أشهر المطالبات 193
أهم التحديات التى تواجه تأمين الفضاء و الأقمار الصناعية 193
زحمة سير في الفضاء Space Congestion 195
حوادث 195
إنزال الأقمار من مدارها Deorbiting عند انقضاء عمرها الافتراضي 196
إطالة أعمار الأقمار الصناعية في المدار 200
مصير القمر الصناعي بعد انتهاء عمره الافتراضي 200
قاطرة الأقمار الصناعية 200
التدمير التخريبي للأقمار الصناعية 202
عملية الجليد المحترق Operation Burnt Frost 203
مدفع سوفيتي فضائي ... ما هو وما هي مواصفاته؟ 212
اليابان تخطط لإطلاق أجهزة فضائية لتدمير الأقمار المعادية 214
القمر الصناعي المفتش Inspector Satellite 215
المهام التي توكل إلي أقمار التفتيش Inspector Satellites 216
طرق اخفاء وجود أقمار التفتيش Inspector Satellites 217
الحماية من المؤثرات الخارجية 219
اقتراب "المفتش" الروسي من "الجاسوس" الأمريكي 219
مسؤول في الناتو: الفضاء لم يعد آمنا 221

روسيا تصنع قمرا صناعيا جديدا "المفتّش" 221
سلاح جديد يمنع الأقمار من الاتصال بمراكزها على الأرض 223
نظام GSSAP للمراقبة الفضائية 224
حماية الأقمار الصناعية 225
روابط الموقع والصفحات التابعة له 226
موضوعات أخري 228

كُلُّ مَا تَزرَعُهُ مِن خَير، سَيَتبَعُكَ أَثَرُه

الإصدارات

- فبراير 2020 م – إصدار رقم 1 .
- يناير 2021 م – إصدار رقم 2 .
- فبراير 2021 م – إصدار رقم 3
- لتفقد الإصدارات الجديدة استخدم الرابط التالي: كتاب الأقمار الصناعية Satellites من التصنيع والإطلاق إلي الإنزال .

إخلاء مسؤولية

يبذل موقع "مكتبة محاكاة الأجهزة" كل ما في وسعه لتأكيد دقة المعلومات الواردة عليه وبداخل الكتب المنشورة به ولكنه لا يضمن هذه الدقة. وباستخدامك الموقع أو الملفات التعليمية ، تؤكد موافقتك هنا على عدم مسؤوليتنا عن أي أضرار أو خسائر قد تنشأ عن أي خطأ في الترجمة أو معلومات غير دقيقة أو أخطاء أو أخطاء مطبعية.

روابط هامة

الموقع الإلكتروني : http://www.inst-sim.com/3/

صفحتنا علي فيس بوك : https://www.facebook.com/3instSimSpace

مجموعة الفيس بوك : Group

مجموعة لينكدإن : Linkedin

مقدمة

يعرف القمر الصناعي بأنه جسم أو جهاز من صنع بشري يطلق في الفضاء ليدور حول الأرض أو حول كوكب آخر، في مدار محدد وعلي ارتفاع معين ، ويقوم بأعمال عديدة مثل الاتصالات والفحص والكشف.

للأقمار الصناعية دور هام في مجالات مختلفة كالاقتصاد (الاتصالات والتنبؤات الجوية وتحديد الأماكن ..) والأمن (الاستخبارات العسكرية) والبحث العلمي (دراسة الفضاء ومراقبة الأرض وتحولاتها...).

بدأ إطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء –عموماً– بعد أن تطورت عدة تقنيات خاصة خلال الحرب العالمية الثانية ، وتعد الصواريخ والرادار من أهم التقنيات التي أثرت في البدء في عصر الفضاء ، فالصواريخ هي الوسيلة لإيصال القمر إلي مداره الفضائي ، والرادار مهم لتعقب القمر ومعرفة موقعه. كما ساهم التطور في الحاسب الآلي وأنظمة الإتصالات في الإسراع بالدخول في عصر الفضاء.

حدود الفضاء والغلاف الجوي

الفضاء كلمة تعني كل ما هو خارج الغلاف الجوي للأرض. يقوم الغلاف الجوي علي صغره بالنسبة إلي الفضاء بحماية الحياة علي الأرض من طوفان الطاقة والأشعة الكونية القادمة من الفضاء.ويحيط الغلاف الجوي بالأرض بواسطة خليط غازي تقل كثافته كلما ابتعدنا عن سطح الأرض.

ينقسم الغلاف الجوي إلي خمس طبقات تبعاً لتغير الحرارة مع الإرتفاع وهي:

طبقة التروبوسفير Troposphere

الطبقة الأولي الأقرب إلي الأرض وتعتبر هي المؤثر الأساسي علي الطقس وتحتوي علي نصف الغلاف الجوي، وتقل درجة الحرارة في هذه الطبقة بالإرتفاع عن سطح الأرض ، وتنتهي هذه الطبقة في المنطقة التي لا تتغير فيها الحرارة مع الإرتفاع.

طبقة الاستراتوسفير Stratosphere

هي الطبقة التالية لطبقة التروبوسفير Troposphere ، وهي التي تحلق فيها الطائرات وتزداد الحرارة فيها مع الإرتفاع من الأرض علي العكس من التروبوسفير Troposphere . تشكل هذه الطبقة مع طبقة التروبوسفير Troposphere نسبة 99 % من كتلة الغلاف الجوي.

طبقة الميزوسفير Mesosphere

هي الطبقة الثالثة ، وفيها تحترق الشهب ، وهي أبرد طبقة في الغلاف الجوي حيث تصل درجة الحرارة إلي 90 °م تحت الصفر.

طبقة الثيرموسفير Thermosphere

هي الطبقة التي تدور فيها المركبات الفضائية المأهولة. وبسبب الكثافة القليلة لهذه الطبقة فإن تغييراً طفيفاً في الطاقة يسبب تغييراً كبيراً في درجة الحرارة ، لذا فهي تتأثر كثيراً بالنشاطات الشمسية وما يصاحبها من تذبذب في أشعتها ، حيث تتجاوز درجة الحرارة في تلك الطبقة 1500 °م في ذروة النشاط الشمسي.

طبقة الإكزوسفير Exosphere

هي آخر الطبقات ، وهي جزء من طبقة الثيرموسفير ، وعلي الرغم من أنها تمثل نسبة ضئيلة جداً من كتلة الغلاف الجوي إلا أنها تلعب دوراً في اتصالات الراديو ، حيث تتسبب أشعة الشمس في تأين غازات الطبقة لتنعكس منها إشارات الراديو إلي الأرض كما تعكس المرآة الضوء.

الطبقة	الإرتفاع (كم)	الكثافة (ذرة/سم^3)
التروبوسفير Troposphere	من سطح الأرض – 15	10^{18}
الاستراتوسفير Stratosphere	50 – 15	10^{14}
الميزوسفير Mesosphere	85 – 60	10^{8}
الثيرموسفير Thermosphere	600 – 120	10^{6}
الإكزوسفير Exosphere	1280 - 640	10^{2}

جدول : تغير كثافة طبقات الغلاف الجوي بالإرتفاع من سطح الأرض

مسميات

- القمر الصناعي.
- القمر الاصطناعي.
- الساتل الفضائي.
- الساتل.
- اللغة الإنجليزية: Satellite .

أصل تسمية ساتل Etymology

ساتَلَ : تابَعَ (المصدر)

كان العرب أول من استخدم كلمة الساتل في علم الفلك دلالة على الأجسام الفضائية التي تتبع أخرى وتدور في فلكها ، فالقمر ساتل للأرض، وجمعها سواتل وأصلها سَتَلَ القومُ سَتْلاً، أي خرجوا متتابعين واحداً إثر واحد. وستل الدمع أي تقاطر وتعني تتابع .

وكلمة ساتل العربية دخلت اللغة الإنجليزية من خلال اللغتين اللاتينية والفرنسية لتصبح (بالإنجليزية: Satellite).

From Middle French satellite, from Latin satelles (“attendant”). Ultimately perhaps of Etruscan origin.

From early French satellite "a person who follows or escorts someone of importance," from Latin satellit-, satelles "escort, attendant"

من الكلمة الفرنسية القديمة satellite وتعني "الشخص الذي يتابع أو يرافق شخصًا مهم" من الكلمة اللاتينية satelles, satellit- وتعني "مرافقة ، مضيف".

من ابتكر الأقمار الصناعية؟

فكرة استخدام الأقمار الصناعية كمرايا في الفضاء لعكس الإشارات من أحد جوانب الأرض إلى الجانب الآخر كان قد أطلقها كاتب الخيال العلمي آرثر سي. كلارك – Arthur C. Clarke ، والذي كتب مقالين ملهمين بشكلٍ كبيرٍ واضعًا تصوره عن ذلك بكل تفصيل.

وقد نشرت إحدى هذه المقالات عام 1945 حيث تضمن اقتراحه وضع ثلاثة أقمار صناعية في مدار متزامن مع الأرض على ارتفاع 35000 كيلومترًا فوق الأرض مهمتها تغطية ما يقارب ثلث الأرض حيث يغطي أحدها قارتي أفريقيا وأوروبا، والثاني الصين وآسيا، بينما يغطي الثالث الأمريكيتين.

لكن اقتراح Clarke ، استغرق عقدًا كاملًا ليصبح واقعًا عندما تم إطلاق القمر الروسي Sputnik 1 ، في تشرين الأول 1957 م، بعدها بثلاث سنوات أظهر المهندسون نجاح عملية ارتداد الإشارات اللاسلكية من الفضاء عندما أطلقوا القمر Echo ، المخصص للاتصالات مثبتين بذلك ما توقَّع به Clarke .

خلال أواسط الستينات اجتمعت 11 أمة معًا لتشكيل الاتحاد الدولي لقمر الاتصالات اللاسلكية INTELSAT ، حيث أطلقوا القمر INTELSAT 1 ، والذي كان أول قمر اتصالات تجاري في العالم في نيسان 1965 والذي كان لا يزيد عن 35 كيلوجرامًا وكان قادرًا على نقل 240 مكالمة هاتفية في الوقت نفسه أو إشارة قناة تلفزيونية بالأبيض والأسود.

ارتفاع الأقمار الصناعية

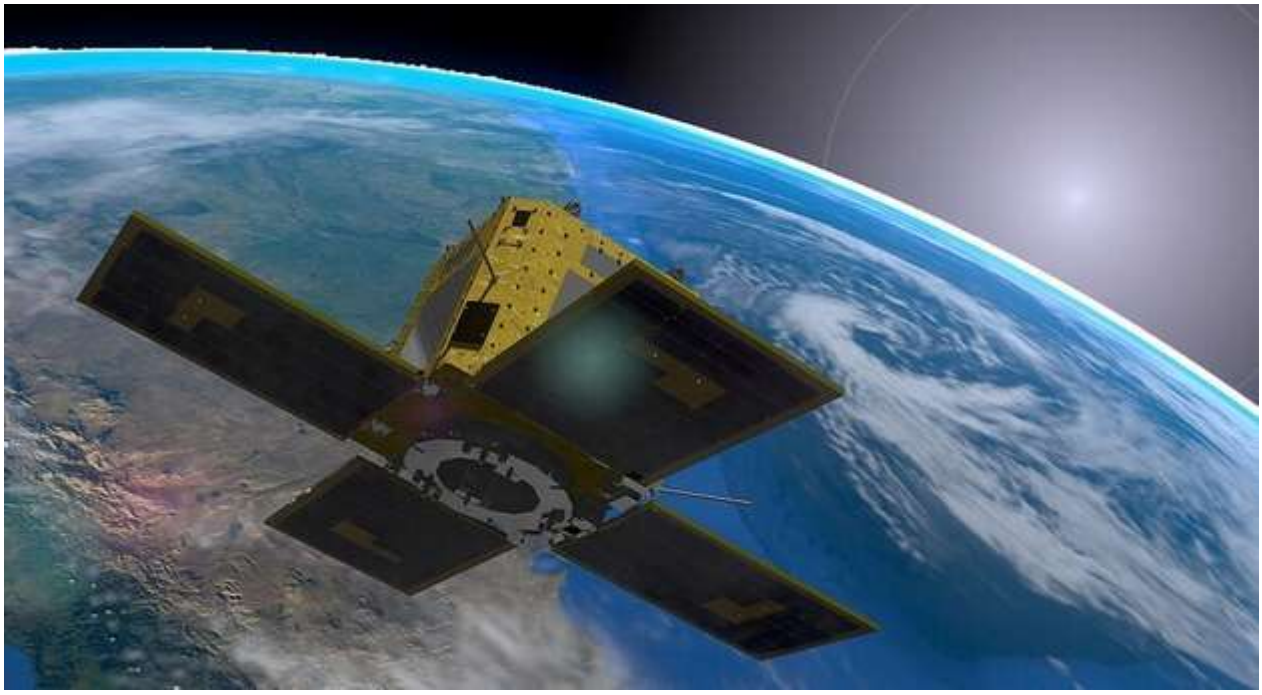
رقما قياسيا لأكثر المدارات انخفاضا Lowest Orbiting Satellite

نوع القمر : قمر مراقبة للأرض Earth Observation Satellite .

مركبة الإطلاق : صاروخ ياباني محلي H-IIA .

تاريخ الإطلاق : يوم 21 ديسمبر 2017 م.

اطلق عليه في التجربة : قمر اختبار ذو مدار فائق الإنخفاض Super Low Altitude Test Satellite SLATS .



قمر مراقبة الأرض Earth observation satellite تسوبامي Tsubame

سجل القمر الصناعي الياباني "تسوبامي Tsubame" (طائر السنونو) رقما قياسيا في مدار الطيران المنخفض للغاية Lowest Orbiting Satellite ، وأدرج في كتاب جينيس للأرقام القياسية في طوكيو ، حيث أفادت وكالة الفضاء اليابانية جاكسا Japan Aerospace Exploration Agency JAXA يوم 24 ديسمبر 2019 م ، أن القمر الصناعي التجريبي أتم طيرانه على مدار منخفض للغاية يبلغ 167.4 كم، وأدرج في كتاب جينيس للأرقام القياسية Guinness World Record بسبب تحقيقه بهذا "أدنى ارتفاع مسجل لقمر صناعي يحلق في مدار الأرض". ووفقا للوكالة، لا يوجد اليوم قمر صناعي واحد يمكنه الطيران حول كوكب الأرض على هذا الارتفاع المنخفض، الذي يتيح للمركبة الفضائية إجراء عمليات المسح والرصد لسطح الكرة الأرضية على نحو أكثر دقة وتفصيلا.

خلال السبعة أيام ، كان القمر ذو المدار فائق الإنخفاض SLATS قادرة على التقاط صور عالية الدقة High-Resolution على الرغم من الظروف القاسية التي يواجهها . بالإضافة إلى الصور الملتقطة ، حصل أيضًا على بيانات حول كثافة كلا من الغلاف الجوي والأكسجين الذري Atomic Oxygen ، وقراءات عن تأثير الظروف الجوية على عينات من المواد Material Samples .

وفي العادة تحلق الأقمار الصناعية، على ارتفاع يتراوح بين 600 إلى 800 كيلومتراً في مدار الأرض لتستطيع الحفاظ على ارتفاعها دون دخول الغلاف الجوي

لكن مقاومة الهواء تحت مدار 300 كم تزداد، وهو ما يزيد من معدل تآكل المعدات الفضائية. وقد أطلق القمر الصناعي "تسوبامي Tsubame" عام 2017 م ، وفي أبريل من العام الجاري (2019 م) ، انخفض مداره حتى 271.5 كم، ثم قام طاقم التحكم الأرضي بخفض مداره تدريجيا إلي أن وصل الارتفاع حتى 167.4 كم، حيث تمكن من البقاء على الارتفاع ذاته سبعة أيام، انتهت بعد ذلك حياته.

علي هذا الإرتفاع يتعرض القمر الصناعي لمقاومة من الغلاف الجوي والأكسجين الذري المركّز تزيد بمقدار 1000 مرة أكثر عن الأقمار المتواجدة في المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit التقليدي. وللتغلب علي آثار هاتين القوتين ، يستخدم القمر الصناعي منظومة محرك أيوني Ion Engine System (هي محركات أقوى بـ 10 مرات من محركات الدفع الغازي العادية) ومحركات الدفع بالغاز النفاث Gas-Jet Thrusters .

تلك النوعية من الأقمار (SLATS) عمرها قصير لأنها تتطلب محركات تعمل بصفة مستمرة حتي تحافظ علي مدارها وتقاوم دخولها للأرض. وفي الغالب تلك النوعية من الأقمار تستخدم للمراقبة الدقيقة لما يجري علي الأرض في حالة الكوارث الطبيعية وكذلك الحروب. أما المحطة المدارية الأقمار الموضوعة في المدرات التي علي ارتفاع ما بين 400-800 كيلومتر (مثل المحطة الدولية) فلا تحتاج لمحركات لتحركها في مدارتها، فقط قد تحتاج محركات لتضبط وضعها كل فترة. (د. محمد سيد علي حسن)

القمر الذي حقق رقما قياسا SLATS ظل يعمل حتي يوم 1 أكتوبر 2019 م ، وبعد ذلك تم إيقاف تشغيله Decommissioned .

هل يمكن رؤية الأقمار الصناعية في السماء؟

في الحقيقة يوجد نوعان من الأقمار حسب المدار الذي توجد به، فالنوع الأول هي الأقمار التي تقع في المدار القطبي على ارتفاعٍ يتراوح ما بين 500 إلى 1000كم، والنوع الثاني هو الذي يكون ثابتاً فوق نقطةٍ جغرافية معينة طوال الوقت، حيث يقع على ارتفاع 36.000 كم. وبعد التعرف على هذه الأنواع نستطيع الإجابة على السؤال الذي يتداوله الكثير من الأشخاص حول رؤية القمر الصناعي بالعين المجردة، فالإجابة، نعم نستطيع رؤيتها بالعين المجردة ونقصد هنا رؤية النوع الأول، وأمّا النوع الثاني فرؤيته بالعين المجردة أمرٌ مستحيل، لأنّه بعيدُ جداً.

لرؤية الأقمار الصناعية بالعين المجردة يجب أن تتوفر شروط معينة؛ لأن هذه الأقمار غير مزودة بأنظمة إضاءة، فالذي يتمّ رؤيته فعلياً هو انعكاس لأشعة الشمس على صفائح القمر مدّة دقيقة وأقل ثمّ يختفي بسرعة. ولرؤية القمر الصناعي يجب مراقبته قبل طلوع الفجر أو بعد غروب الشمس بساعة أو بثلاث ساعات، ولا يمكن رؤيته في منتصف الليل لأنّه يكون في ظل الأرض محجوباً عن أشعة الشمس، فالقمر الصناعي عندما يعكس أشعة الشمس يظهر للعين المجردة مثل النجم المضيء الذي يختفي فجأة نتيجة حركته ودورانه السريع حول الأرض في دقائق وأقل من ذلك.

يمكنك أن تري الأقمار الصناعية بالعين المجردة أثناء الليل إذا كانت شروط الرؤية مناسبة (المكان بعيد عن الأضواء خارج المدن مثل البرية والوقت المناسب ليحدث انعكاس لضوء الشمس علي جسم القمر الصناعي) ، وهي الأقمار منخفضة المدار وليست ذات المدارات الثابتة جغرافيا مثل أقمار GPS أو أقمار المناخ ، ونستطيع تمييزها فهي تكون مثل سطوع النجوم ولكنها تتحرك بسرعة ثم تختفي وهذه العملية تتم في ظرف دقيقة أو أقل ، وهناك برامج – ومعظمها خاصة بهواة الفلك – تبين مواضع الأقمار الصناعية في القبة السماوية لحظيا بناء على موضع الراصد الجغرافي وتوقيته المحلي، ومن هذه البرامج DarkGraph 7.0 و Stellarium Pro والأول منهم مجاني.

الشروط المناسبة للرؤية

بما أن الأقمار الصناعية والبقايا المختلفة للأقمار الميتة غير مزودة بأنظمة إضاءة فمن المستحيل رؤيتها دون وجود لانعكاس الشمس على هذه الأجسام . وبما أن المسافة بين الأرض وأقرب الأقمار الصناعية هي في حدود 300 كم فيجب أن تكون السماء في غاية الظلمة ويكون القمر الصناعي في مكان مناسب مقابل لأشعة الشمس من جهة والجانب المظلم من الأرض من جهة أخرى حتى يتسنى لنا رؤية انعكاس الشمس على هذه الأجسام الفضائيّة

- بذلك تكون أنسب فترة ما بين 1 و 3 ساعات بعد غروب الشمس أو 1 و 3 ساعات قبل طلوع الفجر.
- في منتصف الليل يكون مدار القمر الصناعي في ظل الأرض وبالتالي محجوب عن أشعة الشمس وبهذا لا يمكنه عكس أشعة الشمس لنا وبالتالي لا يمكن رؤيته.

توهج القمر الصناعي Satellite Flare

سطوع القمر الصناعي Satellite Flare أو Satellite Glint أو Iridium Flare هي ظاهرة تحدث نتيجة انعكاس ضوء الشمس على الأجزاء العاكسة للضوء (الألواح الشمسية Solar Panels و الهوائيات Antennas أو رادار الفتحة التركيبية Synthetic-Aperture Radar SAR) في القمر الصناعي (خلال ساعتين إلى ثلاث ساعات من المغيب بعد ذلك لا تصل أشعة الشمس للقمر الذي يعبر سمائنا) ويمكن مشاهدته بالعين المجردة وبدرجة وضوح عالية خارج المدينة ويمكن مراقبة القمر لمدة دقيقة إلى دقيقتين وهو أشبه بنجم يتحرك في كبد السماء وأسطع هذه الأقمار هو قمر شركة

إريديوم Iridium للإتصالات الفضائية إذ يبلغ المقدار الظاهر لسطوعة –8.0 وهي أعلى درجة وضوح لجسم في الفضاء بعد الشمس والقمر ويمكن مشاهدته أحيانا في النهار.

ما المقصود بعبارة كوكبة أقمار Satelitte Constellation ؟

هي مجموعة من الأقمار الصناعية ضمن نظام واحد مثل كوكبة أقمار نظام الملاحة العالمي Global Positioning System GPS .

تصنيف الأقمار الصناعية

نميلُ لتصنيف مجموعات الأقمار الصناعية إما وفقًا لوظيفتها أو للمدارات التي تسلكها، على الرغم من كون هذين الأمرين مرتبطين نسبيًا حيث تحدد الوظيفة المنوطة بالقمر الصناعي كلًا من بعده عن الأرض وسرعته وأي مدارٍ سيتبع.

أنواع الأقمار الصناعية من حيث الإستخدام

1. أقمار الاتصالات وتتيح إمكانية الاتصال بين الناس حيث تحتوي هذه الأقمار على الآلاف من الترددات اللاسلكية المستخدمة في استقبال الترددات وتضخيمها وتحميلها على ترددات أخرى ومن ثم إعادة إرسالها مرة ثانية للمحطات الأرضية التي تبثها عبر الأثير ليستقبلها ملايين الناس ومن هذه الأقمار تلستار و انتلسات.
2. أقمار البث الفضائي وتعتمد نفس أسلوب أقمار الاتصالات وتقوم باستقبال وإرسال الإشارات التلفزيونية من مكان إلى آخر.
3. الأقمار العلمية وتقوم بالعديد من المهام العلمية التخصصية مثل تتبع المتغيرات الكونية ومن أشهر هذه الأقمار (التلسكوب الفلكي).
4. الأقمار الملاحية وتستخدم في أغراض الإرشاد الملاحي للطائرات والسفن ومن هذه الأقمار (جي بي اس ناخستار).
5. أقمار الإنقاذ وتستخدم لاستقبال وإرسال إشارات الإنقاذ في حالات الطوارئ والكوارث البيئية.
6. أقمار المراقبة الأرضية وتقوم بمراقبة كوكب الأرض والتغيرات المناخية والتضاريس الطبيعية ومن هذه الأقمار (لاند سات).
7. أقمار الأرصاد الجوية وتستخدم للتنبؤ بالأحوال الجوية ومنها (تايروس، كوزموس، وجويس).
8. الأقمار العسكرية وتعمل تحت مظلة من السرية والغموض حيث تستخدم في أغراض عسكرية مختلفة.

أقمار الإتصالات

أنواع الأقمار الإتصالات من ناحية الفاعلية

الأقمار الصناعية الغير الفعالة Passive Satellites

تم إطلاق القمر الروسي Sputnik 1 ، في تشرين الأول 1957 م، بعدها بثلاث سنوات عام 1960 م ، أظهر المهندسون نجاح عملية ارتداد الإشارات اللاسلكية من الفضاء عندما أطلقوا القمر Echo ، فكان أول قمر صناعي مخصص للاتصالات ، وكان هذا القمر من النوع غير الفعال Passive أي لم يكن يحوي أي دوائر إلكترونية، وإنما كان عبارة عن عاكس للإشارات الإلكترونية.

لقد قام هذا القمر والقمر Echo 2 الذي أطلق في عام 1964 عبارة عن بالون كبير بقطر 32 متر، مغطى برقائق الألمنيوم، وكان يدور حول الأرض بارتفاع 1610 كم. ومثل أي كرة زجاجية أو فولاذية التي تعطي زاوية انعكاس واسعة للمناظر حولها، فان هذه الأقمار كانت تعيد عكس الإشارة الموجهة إليها، ولكن بقوة اخفض. ونظرا لمساوئها ومشاكلها الكثيرة، لم تعد تستخدم الأقمار غير الفعالة في أيامنا هذه.

الأقمار الصناعية الفعالة Active Satellites

وهذه الأقمار عبارة عن محطات تقوية ، تقوم باستقبال إشارة من محطات أرضية معينة وتكبرها ثم تعيد إرسالها باتجاه محطات أرضية أخري وفي هذه الأيام تستخدم هذه الأقمار لنقل الإشارات التلفزيونية بين دول العالم.

خلال أواسط الستينات اجتمعت 11 أمة معًا لتشكيل الاتحاد الدولي لقمر الاتصالات اللاسلكية INTELSAT ، حيث أطلقوا القمر INTELSAT 1 ، والذي كان أول قمر اتصالات تجاري في العالم في نيسان 1965 والذي كان لا يزيد عن 35 كيلوجرامًا وكان قادرًا على نقل 240 مكالمة هاتفية في الوقت نفسه أو إشارة قناة تلفزيونية بالأبيض والأسود.

هواية تعقب الأقمار الصناعية

تعقب الهواة للأقمار الصناعية

مشاهدة الأقمار الصناعية Satellite Watching أو مراقبة الأقمار الصناعية Satellite Spotting هي هواية تتكون من مراقبة وتتبع الأقمار الصناعية Artificial Satellites التي تدور حول الأرض. ويُطلق على الأشخاص الذين يمارسون هذه الهواية اسماء مختلفة مثل مراقبي الأقمار الصناعية Satellite Watchers ، أو متتبعي الأقمار الصناعية Satellite Trackers ، أو مكتشفي الأقمار الصناعية Satellite Spotters ، أو مراقبي الأقمار الصناعية Satellite observers ، وما إلى ذلك.

هناك الكثير من الهواة المهتمين بالأشياء التي سقطت من السماء بعد أن قام البشر بإطلاقها، مثل عودة الأقمار الصناعية وسقوطها إلي الأرض. وكانت الحكومات تطلب من مواطنيها تتبع الأقمار الصناعية في بدايات سباق الفضاء. وحتى قبل إطلاق القمر سبوتنيك، أُطلق مشروع "مون ووتش" Operation Moonwatch Program الفلكيين الهواة على تتبع الأقمار الصناعية التي كانت الولايات المتحدة تعمل على تطويرها والتي كان الجميع ينتظرها على أحر من الجمر. واعتمدت هذه الفرق على تلسكوبات خاصة أو مناظير لمعرفة موضع مرور قمر صناعي بمراقبة النجوم التي كانت تمر قربها بسرعة، واستخدام ساعة توقيت لتسجيل تقدم المركبة.

وتكونت أيضا مجموعات من الهواة المهتمين بالأقمار الصناعية السرية والتي تمثل تحدي لهؤلاء الهواة في قدرتهم علي تتبعها ومحاولة جمع معلومات عنها. ماركو لانغبروك من هواة الفلك والذي يقيم في هولندا يشرح وهو يبتسم قائلاً: "لقد اكتشفت أن بإمكانك تطبيق كافة أنواع الرصد على الأقمار الصناعية السرية، وقد استحوذ هذا الأمر على مخيلتي، لأنها ببساطة أشياء سرية. إنه أمر مثير. إن رؤية ما لا يفترض بك رؤيته يعتبر تجربة ممتعة على الدوام". يقول لانغبروك: "كما في حالة شبكة الإحداثيات الأرضية وخطوط الطول والعرض، يوجد شبكة إحداثية في السماء، ويتمتع كل نجم بإحداثيات ضمن هذه الشبكة. وبالاعتماد على النجوم كنقاط مرجعية، يمكن تحديد إحداثيات القمر الاصطناعي في السماء".

لا يركز كل المراقبين على الأقمار الصناعية التجسسية. حيث يكتفي الكثيرون بمراقبة الأقمار الصناعية ذات المدرات المعروفة مسبقاً، أو يحاولون تصويرها أثناء عبورها في السماء خلال الليل. غير أن القمر الاصطناعي السري يمثل تحدياً أكبر، وهو ما يجذب مجموعة صغيرة للغاية من الهواة.

كيف ترصد قمراً اصطناعياً تجسسياً

خلال الحرب الباردة، توقفت الحكومات عن الإعلان عن الإحداثيات الدقيقة لبعض الأقمار الصناعية، وذلك بعد أن قامت بتطوير شبكات احترافية خاصة للتتبع. ولكن مراقبي الأقمار الصناعية الهواة تمكنوا من إيجاد وسيلة للاستمرار بتتبع هذه الأقمار على أي حال. يقول تيد مولكزان مراقب هاوي كندي: "بدأ بعض الأشخاص الذين تعرفت عليهم في الثمانينيات بتخصيص وقت لتتبع هذه الأقمار الصناعية السرية. وأعتقد أن هذا يعود بشكل جزئي إلى رغبتهم باستخدام مهاراتهم لمشاكسة الحكومة التي ترغب بإخفاء هذه الأقمار. كانوا ينظرون إلى الموضوع على أنه تحدٍّ، وكنت أعتقد أن العثور على هذه الأقمار وتتبعها أمر مدهش".

تعتبر عمليات الإطلاق نفسها أحداثاً كبيرة، ينتج عنها الكثير من النيران والضجيج، وفي الولايات المتحدة، تكون قريبة من التجمعات السكانية لدرجة أن الحكومة تضطر للإعلان عنها، حتى لو كانت الحمولة سرية. حيث أن فضح السر بهذه الطريقة المبهمة يبقى أفضل عموماً من إثارة ذعر جماعي بسبب

انطلاق الأصوات والدخان من موقع الإطلاق بدون تحذير مسبق. وهو ما يتيح للمتتبعين الحصول على موضع ابتدائي ولحظة ابتدائية لحركة القمر الاصطناعي الذين يلاحقونه.

عادة ما تقع مراحل الصاروخ عائدة إلى الأرض ما أن توصل حمولتها إلى المدار. وإذا كانت الحكومات ترغب بتجنب إثارة ذعر الناس بالأصوات المرتفعة عند منصة الإطلاق، فلا شك أنها سترغب بتجنب رؤية عناوين في الصحف حول أشخاص يعثرون بالصدفة على حطام فضائي. وبالتالي، يقوم المعنيون بتحديد بقعة من الكوكب —عادة ما تكون في عرض المحيط– حيث يعتقدون أن المركبة الفضائية ستعود إلى الأرض، ويتواصلون مع ربابنة الطائرات وقباطنة السفن لتحذيرهم من الاقتراب من هذا الموضع خلال فترة محددة. وهذا ما يقدم فكرة تقريبية للمراقبين حول اتجاه طيران الصاروخ، وهو ما يمكن الاعتماد عليه لتقدير نوع المدار لهذا القمر الاصطناعي.

يقول مولكزان: ‘‘إن المسار الذي تلمح إليه هذه الإحداثيات أو تكشف عنه يسمح لك بحساب موضع السطح المداري الذي سيدخل إليه القمر الاصطناعي، وبتقريب جيد جداً. وهي أول خطوة هامة للعثور عليه. يمكنك أن تنظر إلى المدار على أنه حلقة كبيرة تحيط بالأرض. وما أن نعرف هذا، يبقى أمامنا السؤال الكبير: أين القمر الاصطناعي ضمن هذه الحلقة؟’’.

المحافظة على السرّيّة

تظهر الأقمار الصناعية في السماء لنفس السبب الذي يجعل القمر يشع. حيث أنها تعكس ضوء الشمس، ما يجعلها مرئية من الأرض. حاولت بعض البعثات إخفاء أقمارها الصناعية عن الأنظار، غير أن هذه الجهود لم تتكلل بالنجاح، وهو أمر معروف لنا بطبيعة الحال.

يقول لانغبروك: ‘‘إن فكرة المحافظة على سرية الأقمار الصناعية تبدو سخيفة بعض الشيء. حيث أنه يمكن رؤية بعضها بالعين المجردة بسهولة ضمن بيئة حضرية. إن هذا أشبه بمحاولة الحفاظ على سرية حاملة طائرات أمام جسر غولدن غيت في سان فرانسيسكو’’.

يعتمد مراقبو الأقمار الصناعية أساليب مختلفة في تتبع طرائدهم. يستخدم البعض التلسكوبات والمناظير لأخذ القياسات، تماماً مثل المشاركين في برنامج مون ووتش. ويميل آخرون نحو أساليب ذات تقنيات أكثر تعقيداً. يقول لانغبروك: ‘‘في معظم الأحيان، أستخدم التصوير الفوتوغرافي والفيديو فائق الحساسية لأخذ القياسات لمواضع القمر الاصطناعي’’.

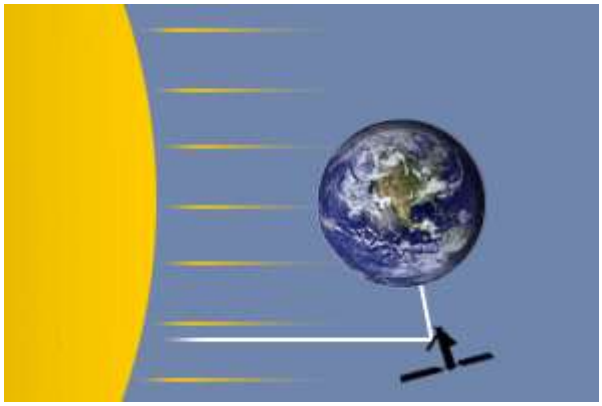
كما أن بعض هؤلاء الهواة يقومون بكتابة برامجهم الحاسوبية الخاصة لحساب المدارات، ويستخدم آخرون برامج جاهزة، ويرسلون ملاحظاتهم إلى زملائهم حول العالم.

أدوات الهواة لمراقبة الأقمار الصناعية

إذا خرجت ودرست السماء بعناية بالقرب من وقت الغسق أو الفجر ، وفوقك سماء مظلمة نسبيًا ، فمن المحتمل ألا تضطر إلى الانتظار أكثر من 15 دقيقة قبل رؤية أحد أكثر من 35000 قمر صناعي تدور في مدار حول الأرض .

معظم هذه "الأقمار الصناعية Satellites" هي في الواقع مجرد "خردة فضائية Space Junk" تتراوح في حجمها من 30 قدمًا ، وصولًا إلى حجم كرة صغيرة. ويقوم مركز العمليات الفضائية المشتركة Joint Space Operations Center JSpOC ومقره في Vandenberg AFB في كاليفورنيا ، بالمراقبة المستمرة لجميع الحطام المداري.

والواقع أن معظم الأقمار الصناعية Satellites – وخاصة قطع الحطام – صغيرة جدًا بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. ولكن تبعا للجهات التي تحصيها وتتابعها ، يمكن رصد عدة مئات منها بالعين المجردة. مثل الأقمار الصناعية الكبيرة بما يكفي (عادة ما يزيد طولها عن 20 قدمًا) ومنخفضة الإرتفاع بما يكفي (علي ارتفاع من 100 إلى 400 ميل فوق الأرض) ليتم رؤيتها بسهولة من خلال ضوء الشمس المنعكس عليها.



http://www.inst-sim.com/1/wp-content/uploads/2019/11/Satellite-Flare-Ani.gif

محاكاة متحركة : سطوع القمر الصناعي Satellite Flare نتيجة انعكاس أشعة الشمس عليه

مراقبة محطة الفضاء الدولية ISS

محطة الفضاء الدولية The International Space Station ISS هي أكبر وألمع جسم من صنع الإنسان تدور حول الأرض.

حاليًا تدور حول الأرض على ارتفاع متوسط يبلغ 216 ميلًا (348 كم) وبسرعة 17200 ميل (27700 كم) في الساعة ، تكمل 15.7 مدارات في اليوم ويمكن أن تظهر أنها تتحرك بسرعة مثل طائرة نفاثة عالية التحليق تستغرق أحيانًا حوالي من أربع إلى خمس دقائق لعبور السماء فوقك. ونظرًا لحجمها واحتواءها علي ألواح شمسية عاكسة للغاية ، أصبحت المحطة الفضائية الآن ، إلى حد بعيد ، ألمع جسم حاليًا من صنع الإنسان في مدار حول الأرض.

أثناء عبور مناسب لها ، يمكن أن تظهر محطة الفضاء مشرقة مثل كوكب الزهرة ، بقوة Magnitude −4.5 ، وأكثر سطوعًا 16 مرة من سيريوس Sirius ، ألمع نجم في سماء الليل. وقام البعض بعمل تقديرات للمعانها ووصل إلي −5 أو −6 للمحطة (تمثل الأرقام الأصغر كائنات أكثر لمعانا على مقياس الفلكيين هذا).

إضافة إلي ذلك ، يمكن لأشعة الشمس المتلألئة مباشرة علي الألواح الشمسية أن تجعل محطة الفضاء الدولية تبدو وكأنها "تتوهج Flare" لفترة وجيزة في تألق تصل قيمته إلي −8 ؛ أكثر إشراقا 16 مرة من الزهرة Venus!

أشياء أخرى يمكنك رؤيتها

إلى جانب محطة الفضاء الدولية ISS ، يمكنك أيضًا البحث عن محطة الفضاء الصينية تيانجونج China’s Tiangong-1 Space Laboratory ، الذي استضافت أطقم قادمة على متن مركبة الفضاء شنتشو Shenzhou في السنوات الأخيرة. كذلك يظهر تلسكوب هابل الفضائي Hubble Space Telescope ويمكن رؤيته بالعين المجردة.

المركبات الفضائية مثل المركبات الروسية سويوز Soyuz و المركبة بروجريس Progress ، بالإضافة إلى الكبسولة دراجون Dragon التابعة لشركة SpaceX ، و الكبسولة Orbital ATK’s Cygnus ، جميعها ذات حجم أصغر بكثير من حجم مكوك الفضاء Space Shuttle التابع لناسا (و كان يمكن رؤيته أيضًا بالعين المجردة حتى تقاعده في عام 2011 م) ، ورغم صغر حجمها إلا أنه يحتمل رؤيتها في وجود ظروف جيدة أثناء المراقبة.

فرص الرؤية

خلال الصيف في الشمال ، وفي الوقت الذي تكون فيه الليالي هي الأقصر ، يمكن أن يمتد الوقت الذي يمكن أن يبقى فيه القمر الصناعي المتواجد في المدار الأرضي المنخفض (مثل محطة الفضاء ISS) مضاءًا بالشمس طوال الليل – وهو وضع لا يمكن تحقيقه أبدًا خلال فترات أخرى خلال السنة. نظرًا لأن محطة الفضاء ISS تدور حول الأرض كل 90 دقيقة تقريبًا في المتوسط ، فإن هذا يعني أنه من الممكن رؤيتها لعدد من المرات المتتالية و ليس فقط مرة واحدة.

علاوة على ذلك ، لأن محطة الفضاء ISS تدور حول الأرض في مدار يميل 51.6 درجة علي خط الاستواء The Equator ، هناك نوعان من مسارات العبور المرئية.

في الحالة الأولى (سنطلق عليه اسم العبور من النوع الأول Type I pass) ، تظهر محطة الفضاء ISS أولا في ناحية الجزء الجنوبي الغربي من السماء ثم تتجه المنطقة الشمالية الشرقية.

بعد حوالي سبع أو ثماني ساعات ، يصبح من الممكن رؤية نوع ثان مسارات العبور (سنطلق عليه اسم العبور النوع الثاني Type II) ، ولكن هذه المرة تظهر محطة الفضاء الدولية أولا في ناحية الجزء الشمالي الغربي من السماء ثم تتجه نحو الجنوب الشرقي.

العبور من النوع الأول Type I يكون مرئيا في ساعات الصباح ، قبل شروق الشمس. وبحلول أوائل يوليو ، سيكون العبور من النوع الأول مرئيا خلال ساعات المساء ، بعد غروب الشمس مباشرة ، بينما سيحدث العبور من النوع الثاني Type II passes في الصباح الباكر. بحلول أواخر يوليو ، سيكون رؤية العبور من النوع الثاني قد انتقل إلى ساعات المساء.

متى وأين تبحث

إذن سيظهر السؤال: ما هو الموعد المناسب للرؤية من مسقط رأسك؟ يمكنك معرفة ذلك بسهولة من خلال زيارة أحد مواقع الويب الأربعة الشهيرة التالية:

- موقع Chris Peat's Heavens Above .
- موقع Science@NASA's J-Pass .
- موقع NASA's SkyWatch .
- موقع Spaceweather.com .

سيطلب كل منهم الرمز البريدي Zip Code الخاص بك أو مدينتك ، والرد عليك بقائمة الأوقات المقترحة. عادةً ما تكون التوقعات التي يتم حسابها قبل بضعة أيام من وقت الرؤية بهامش خطأ يصل إلي بضع دقائق. ومع ذلك ، يمكن أن يحدث تتغير بسبب الإنخفاض Decay البطيء لمدار المحطة الفضائية وإعادة الرفع الدوري Periodic Reboosts إلى ارتفاعات أعلى. لذا التأكد بشكل متكرر من التحديثات.

بعض مرات العبور تفوق غيرها. إذا لم يكن من المتوقع أن ترتفع محطة الفضاء ISS أعلى بكثير من 20 درجة فوق أفقك المحلي ، فالاحتمالات هي أنها لن تصبح أكثر إشراقًا من الدرجة الثانية أو الثالثة Third Magnitude (10-degrees is roughly equal to the width of your fist held at arm's length). بالإضافة إلى ذلك ، مع مثل مرات العبور المنخفضة Low Passes تلك ، من المرجح أن تكون محطة الفضاء ISS مرئية لمدة دقيقة أو دقيقتين فقط. على العكس من ذلك ، فإن العبور الأعلى في السماء – خاصة تلك التي تتجاوز 45 درجة – سيستمر رؤيته لفترة أطول وسيكون أكثر إشراقًا ولمعانا بشكل ملحوظ.

أفضل ظروف الرؤية هي تلك التي تأخذ محطة الفضاء الدولية على قوس مرتفع High Arc عبر السماء عند حوالي 45 إلى 60 دقيقة بعد غروب الشمس ، أو 45 إلى 60 دقيقة قبل شروق الشمس. في مثل هذه الحالات ، سيكون لديك في السماء حتى أربع أو خمس دقائق. من المحتمل أن تصبح المحطة ساطعة جدًا ، ولن تكون هناك فرصة تذكر أو معدومة لمواجهتها بظل الأرض Earth's shadow.

في حين أن محطة الفضاء الدولية ستبدو كنجم متحرك للعين المجردة ، إلا أن أولئك الذين تمكنوا من توجيه التلسكوب عليها تمكنوا بالفعل من اكتشاف شكلها على شكل حرف "T" أثناء انتقال المحطة عبر مجال رؤيتهم. تمكن البعض بالفعل من تتبع محطة الفضاء الدولية بنطاقها من خلال تحريكها على المسار المتوقع. أولئك الذين حصلوا على نظرة جيدة يصفون جسم المحطة الفضائية باللون الأبيض اللامع ، في حين تظهر الألواح الشمسية باللون الأحمر النحاسي.

بالنسبة لمرات العبور المسائية ، تبدأ المحطة ISS عادة في التعتيم إلى حد ما ثم تميل إلى زيادة السطوع أثناء تحركها عبر السماء. على العكس من ذلك ، بالنسبة للعبور الصباحي Morning Passes ، ستكون محطة ISS مشرقة تمامًا عند بداية ظهورها وستميل إلى التلاشي إلى حد ما في نهاية العبور المتوقع. ويرجع ذلك إلى التغيير في زاوية ضوء الشمس الذي يضرب المحطة.

أخيرًا ، تذكر أنه في حالات معينة ، ستختفي محطة الفضاء الدولية بسرعة عندما تنزلق إلى ظل الأرض Earth’s shadow (خلال مرات العبور المسائية Evening Passes) أو تظهر فجأة تمامًا عندما تنزلق من ظل الأرض (خلال مرات العبور الصباحية Morning Passes). ويزداد هذا الاحتمال بشكل متزايد بالنسبة إلى مرات العبور التي تحدث بعد أكثر من 90 دقيقة من غروب الشمس أو أكثر من 90 دقيقة قبل شروق الشمس.

تتبع أقمار شبكة Starlink

رواد صناعة الأقمار الصناعية فى العالم

- Boeing (previously Hughes)
- Space Systems Loral
- Lockheed Martin
- Airbus D&S (previously EADS/Astrium)
- Alcatel (previously Aerospatiale)
- Various Russian Companies, e.g. Energia
- ISS RESHETNEV (NPO PM)
- CAST (China)

مواصفات القمر الصناعي

رقم دليل القمر الصناعي Satellite Catalog Number

أسماء أخري

- NORAD Catalog Number, NORAD ID
- NASA catalog number
- USSPACECOM object number [United States Space Command USSPACECOM object number]
- Catalog Number

هو رقم تسلسلي من خمسة حروف يتم تعينه من قبل القيادة الفضائية للولايات المتحدة United States Space Command لكل الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض من أجل التعرف عليها وتميزها. قبل تأسيس القيادة الفضائية للولايات المتحدة USSC ، بقي الدليل بحوزة قيادة دفاع الفضاء الجوي الأمريكية الشمالية. أول كائن تم تصنيفه في الدليل، هو رقم الدليل 00001 ، وهو المرحلة الأخيرة من الصاروخ الذي أطلق سبوتنك-1. اعتباراً من 21 سبتمبر 2014 م ، كان الدليل الرئيسي للمركز الوطني لبيانات علوم الفضاء National Space Science Data Center Master Catalog قد أحصى أكثر من 40,000 كائن متعقب بما في ذلك 7,196 قمر صناعي تم إطلاقه في المدار في المدار منذ عام 1957 م.

سجل الأجسام الفضائية الدولية Index of Objects Launched into Outer Space

موقع الدليل علي شبكة الإنترنت Online Website .

موقع Space-Track.org

يعزز موقع Space-Track.org سلامة رحلات الفضاء وحماية البيئة الفضائية والاستخدام السلمي للفضاء في جميع أنحاء العالم من خلال تبادل خدمات التوعية بالمواقع الفضائية والمعلومات مع مالكي / مشغلي الأقمار الصناعية في الولايات المتحدة والأوساط الأكاديمية والكيانات الأخرى.

الرمز التعريفي International Designator

الرمز التعريفي في الأوساط الفلكية أو الرمز الدلالي الدولي International Designator أو COSPAR ID أو NSSDC ID هو رمز يتمّ الاتفاق عليه دولياً بين أوساط علم الفلك كهوية تعريفية للمكوكات والتلسكوبات والمحطات الفضائية والأقمار الصناعية . ويتضمن الرمز التعريفي سنة إطلاق الجسم الفضائي ورموز أخرى، فعلى سبيل المثال: A017-1986 هو الرمز التعريفي لمحطة مير الفضائية، و B037-1990 هو الرمز التعريفي لتلسكوب الفضاء هابل.

العمر الإفتراضي

لكل قمر صناعي (عمر افتراضي) تحدده عناصر عدة أهمها:

- كمية الوقود الخاصة بمحركات التوجيه والمناورة (كثرة المناورات تستنفذ الوقود بشكل أسرع).
- عمر البطاريات التي تخزن الطاقة.
- عمر الخلايا الشمسية التي تقوم بتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية لتشغيل باقي مختلف الأجهزة العاملة في القمر.

أكبر زيادتين في الحطام المداري فحدثت أولاهما عام 2007 عندما فجَّرت الحكومة الصينية أحد أقمارها الصناعية في تجربة صاروخية، ووقعت الثانية عام 2009 جرَّاء اصطدام القمر التابع لشركة إيريديوم بقمر الاتصالات الروسي «كوزموس». أسفرت كلتا الواقعتين عن إطلاق آلاف الشظايا الجديدة، وهما السبب وراء ما يقرب من نصف مناورات الأقمار الصناعية التي تزيد في مجملها على عشرين مناورة تجريها وكالة الفضاء الأوروبية كل عام، حسب قول هولجر كراج، رئيس مكتب الحطام الفضائي التابع لوكالة الفضاء الأوروبية في دارمشتات بألمانيا.

يعمل بعض العلماء على التصدي لمشكلة النفايات الفضائية بمحاولة معرفة أماكن الحطام بدرجة عالية من الدقة، وهذا من شأنه أن يخفّف من الحاجة إلى الكثير من المناورات غير الضرورية التي تُجرى في الوقت الحاليّ لتجنب حوادث التصادم المحتملة. يقول مارلون سورج، اختصاصيّ الحطام الفضائي بشركة إيروسبيس كوربوريشن في إل سيجوندو بولاية كاليفورنيا: "إذا عرفنا بالضبط أين يوجد الحطام، فلن نواجه أي مشكلة على الإطلاق". ويُطلق على هذا المجال إدارة حركة المرور في الفضاء، لأنه يماثل إدارة حركة المرور على الطرق أو في الجو.

الوزن

- الوزن الجاف Dry Mass .
- وزن الإطلاق Launch Mass .
- وزن الإقلاع Takeoff Weight .

- جزء الحمل المفيد Useful Load Fraction .
- وزن الحمولة Payload Mass .
- نسبة الحمولة Payload Fraction .

نسبة الحمولة Payload Fraction

في هندسة الفضاء الجوي ، يعتبر نسبة الحمولة Payload Fraction مصطلحًا شائعًا يستخدم لوصف كفاءة تصميم معين. ويتم حساب نسبة الحمولة Payload Fraction عن طريق قسمة وزن الحمولة Payload على وزن الإقلاع Takeoff Weight لمركبة الإطلاق الفضائي. يمثل الوقود مقدارًا كبيرًا من الوزن الكلي للإقلاع Takeoff Weight ، وبالنسبة للرحلات القصيرة ، من الشائع جدًا تحميل كميات أقل من الوقود من أجل حمل حمولة خفيفة. لهذا السبب ، جزء الحمل المفيد Useful Load Fraction يَحسب رقمًا مشابهًا ، ولكن استنادًا إلى الوزن المجمع للحمولة الصافية والوقود معًا.

In aerospace engineering, payload fraction is a common term used to characterize the efficiency of a particular design. Payload fraction is calculated by dividing the weight of the payload by the takeoff weight of aircraft. Fuel represents a considerable amount of the overall takeoff weight, and for shorter trips it is quite common to load less fuel in order to carry a lighter load. For this reason the useful load fraction calculates a similar number, but based on the combined weight of the payload and fuel together.

مواقع إلكترونية وقواعد بيانات الأقمار الصناعية

- مكتبة الأقمار الصناعية – موقع أجهزة ومعدات الفضاء.
- قاعدة بيانات للأقمار المصغرة والمكعبة Nanosatellite & Cubesat Database وكل ما يخص تصنيعها وإطلاقها.

- موقع space-track.org مختص بتتبع الأقمار الصناعية و الموقع يتبع Combined Force Space Component Command (CFSCC).
- تتبع محطة الفضاء الدولية ISS وتتبع الأقمار الصناعية موقع n2yo
- تبع الأقمار الصناعية ومجموعاتها في محاكاة شبه حقيقية stuffin.space : يحتوي الموقع علي احداثيات كل الأقمار الصناعية أو الأجسام الطائرة فى مدارات حول كوكب الأرض. يوجد في أعلي اليسار خانة للبحث عن القمر أو كوكبة الأقمار المطلوبة (مثل مجموعة أقمار GPS) ، فيظهر لك أماكنهم الحالية ومدارتهم سواء كانت قطبية أو استوائية أو إهليجية ، ..... الخ.
- موقع هوايات الفضاء وهواة تتبع ومراقبة الأقمار الصناعية hobbyspace .

Education تعليم

.

- بناء الأقمار الصناعية Satellite Building – حيث يقدم هواة الراديو Radio Amateur Satellite Corporation AMSATومشاريع الأقمار الصناعية للطلاب خبرة مباشرة في هندسة الفضاء.

* Satellite Communications – A short course for grades 7-12 – Dr. Regis Leonard – NASA

مدارات الأقمار الصناعية

استراحة

مَن آثر الراحة فاتته الراحة

"وقد أجمع عقلاء كل أمة على أن النعيم لا يُدرَك بالنعيم، وأن مَن آثر الراحة فاتته الراحة، وأنه بحسب ركوب الأهوال واحتمال المشاق تكون الفرحة واللذة ،فلا فرحة لمن لا همَّ له، ولا لذة لمن لا صبر له، ولا نعيم لمن لا شقاء له، ولا راحة لمن لا تعب له، بل إذا تعب العبد قليلاً استراح طويلاً، وإذا تحمَّل مشقة الصبر ساعة قاده لحياة الأبد، وكل ما فيه أهل النعيم المقيم فهو صبر ساعة، وكلما كانت النفوس أشرف والهمة أعلى كان تعب البدن أوفر، وحظه من الراحة أقل. "

مدارات الأقمار الصناعية

المدار في الفيزياء هو مسار منحني لجسم ما حول نقطة أو جسم آخر تحت تأثير قوة الجاذبية. على سبيل المثال مدار كوكب حول نجم , مثل دوران كواكب المجموعة الشمسية حول الشمس. ومدارات الكواكب غالباً ما تكون دائرية أو إهليجية (في شكل القطع الناقص).

تتسبب الجاذبية في جذب الأجسام ذات الكتلة والموجودة في الفضاء إلى أشياء أخرى قريبة. إذا كان هذا الجذب يجمعهم بعزم دوران Momentum كافٍ ، فيمكنهم أحيانًا البدء في الدوران حول بعضهم البعض.

الأجسام ذات الكتلة المتشابهة تدور حول بعضها البعض مع عدم وجود أي جسم في المركز ، بينما تدور الأجسام الصغيرة حول أجسام أكبر. ففي نظامنا الشمسي ، يدور القمر حول الأرض ، والأرض تدور حول الشمس ، لكن هذا لا يعني أن الجسم الأكبر يظل ثابتًا تمامًا.

بسبب الجاذبية ، يتم سحب الأرض قليلاً من مركزها بواسطة القمر (وهذا هو سبب تشكل المد والجزر في محيطاتنا) ويتم سحب شمسنا قليلاً من مركزها بواسطة الأرض والكواكب الأخرى.

هناك العديد من العوامل التي تحدد المدار الأفضل للقمر الصناعي لاستخدامه ، وذلك اعتمادًا على المهمة التي تم تصميم القمر الصناعي لتحقيقها.

ارتفاع القمر الصناعي والإنحراف المداري و الميل المداري Orbital Inclination يحددون شكل مسار القمر حول الأرض ويحددون ما يراه علي سطح الأرض.

Together, the satellite's height, eccentricity, and inclination determine the satellite's path and what view it will have of Earth.

تصنيف الأقمار الصناعية Satellites تبعا للموقع المداري Orbit

- أقمار المدار المتزامن مع الأرض Geosynchronous Orbit GEO .
- أقمار المدار الأرضي المتوسط Medium Earth Orbit MEO .
- أقمار المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit LEO .
- أقمار المدارات القطبية Polar Orbits .
- أقمار المدارات التزامنية مع الشمس Sun Synchronous Orbits .

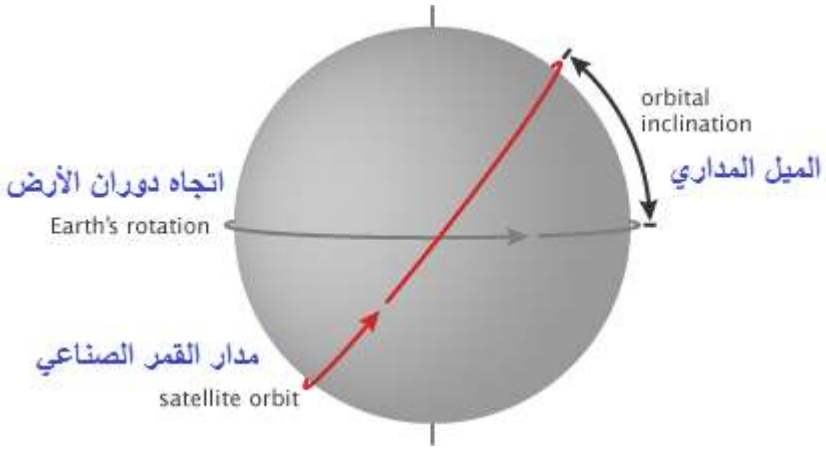
أنواع المدارات الخاصة بالأقمار الصناعية

- المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit LEO : تلك المدارات التي تتراوح من بين صفر إلى 2000 كيلومتراً في الارتفاع؛ أي من صفر إلى 1240 ميلاً.
- المدار الأرضي المتوسط Medium Earth Orbit MEO : يُعرف هذا المدار باسم المدار المداري المتوسط، ويتراوح هذا الارتفاع من 20000 كيلومتراً إلى 35786 كيلومتراً.
- المدار المتزامن مع الأرض Geosynchronous Orbit GEO أو المدار الجغرافي الثابت Geostationary : ذلك المدار الدائري الذي يصل ارتفاع إلى 35796 كيلومتراً.
- المدارات الأرضية العالية High Earth Orbits HEO : يصل هذا الارتفاع إلى أكثر من المدار المتزامن.
- المدارات القطبية Polar Orbits .
- المدارات المتزامنة مع الشمس Sun Synchronous Orbits .
- المدارات المتزامنة مع الأرض (الثابتة) Geosynchronous Orbits .
- المدرات المائلة Inclined Orbits .

مواصفات المدار (عناصر المدار – متغيرات المدار)

- زاوية العقدة الصاعدة Ω Right Ascension of the Ascending Node .
- زاوية الحضيض ω Argument of Perigee .
- زاوية ميلان المدار i Orbital Inclination .
- مقدار الإنحراف e Orbit Eccentricity .
- المحور شبه الأساس Semi Major Axis .
- زاوية الإبتعاد المداري True Anomaly .

زاوية الميل Inclination



الميل المداري Orbital Inclination هو الزاوية بين مستوى المدار وخط الاستواء Equator . الميل المداري بمقدار 0 درجة لمدار فوق خط الاستواء مباشرة ، و 90 درجة لمدار يمر مباشرة فوق القطب ، و 180 درجة لمدار فوق خط الاستواء لكن في الاتجاه المعاكس لدوران الأرض.

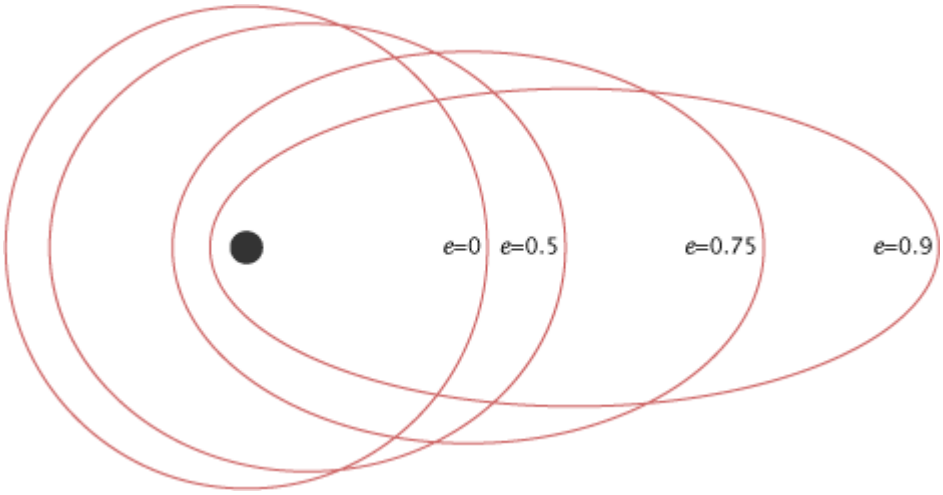
Orbital inclination is the angle between the plane of an orbit and the equator. An orbital inclination of 0° is directly above the equator, 90° crosses right above the pole, and 180° orbits above the equator in the opposite direction of Earth's spin.

الميل (الميلان) Inclination هو زاوية المدار بالنسبة إلى خط الاستواء Equator للأرض. القمر الصناعي الذي يدور مباشرة فوق خط الاستواء ليس له ميل (زاوية الميل تساوي صفر). إذا كان القمر الصناعي يدور من القطب الشمالي (الشمالي الجغرافي ، وليس المغناطيسي) إلى القطب الجنوبي ، فإن ميله يساوي 90 درجة.

الانحراف المداري Orbital Eccentricity

الإنحراف Eccentricity يشير إلى شكل المدار. قمر صناعي في مدار بانحراف قليل سيتحرك في مدار يقترب من شكل دائرة حول الأرض. المدار اللامركزي Eccentric Orbit يكون بيضاوي الشكل Elliptical ، وسيتغير بعد القمر الصناعي من الأرض تبعا لمكانه في مداره.

Eccentricity refers to the shape of the orbit. A satellite with a low eccentricity orbit moves in a near circle around the Earth. An eccentric orbit is elliptical, with the satellite's distance from Earth changing depending on where it is in its orbit.



تشير قيمة الإنحراف (e) لمقدار انحراف المدار عن شكل الدائرة المثالية. المدار الدائري Circular Orbit انحرافه يساوي 0 ، في حين أن المدار كبير الإنحراف فتصل القيمة إلي 1 (ولكن دائمًا القيمة تكون أقل من 1). القمر الصناعي المتحرك في مدار لامركزي Eccentric Orbit يتحرك حول أحد مركزي قطع ناقص (إهليجي) Ellipse's Focal Points ، وليس المركز Center.

The eccentricity (e) of an orbit indicates the deviation of the orbit from a perfect circle. A circular orbit has an eccentricity of 0, while a highly eccentric orbit is closer to (but always less than) 1. A satellite in an eccentric orbit moves around one of the ellipse's focal points, not the center.

مدار دائري Circular Orbit : هو مدار Orbit على مسافة ثابتة حول أي نقطة من الجسم الذي يتم الدوران حوله.

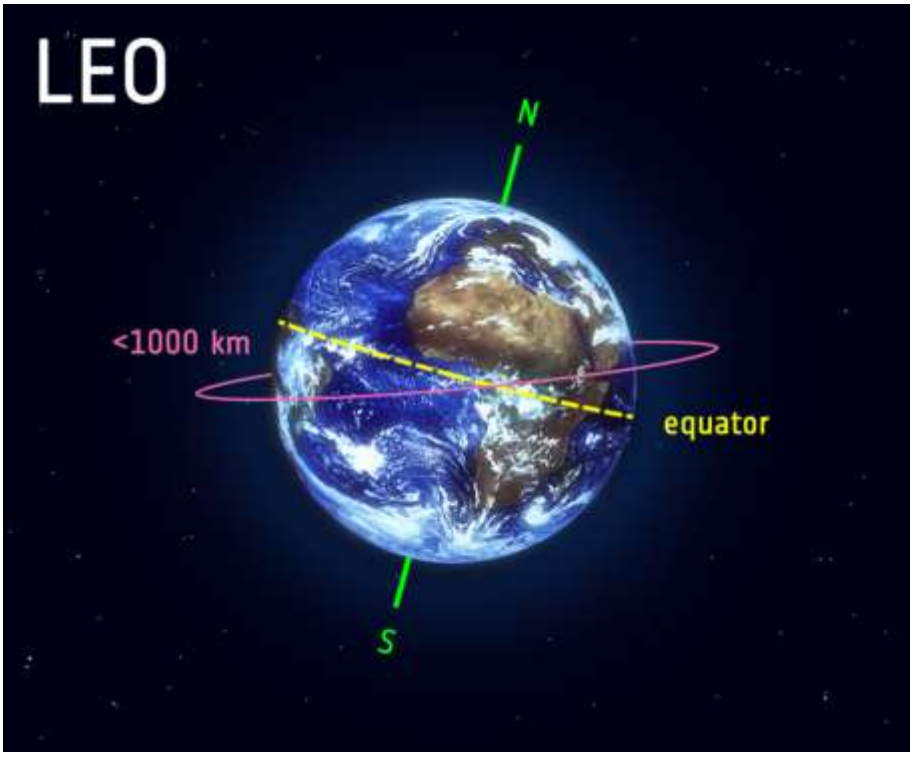
في الديناميكا الفلكية، تحت المقياس الطبيعي أي مدار لابد أن يكون شكله قطع ناقص. وانحراف القطع الناقص ، أي الانحراف المداري بالإمكان شرحه على أنه مقدار انحراف شكل المدار عن الدائرة ويعبر عن هذا الانحراف رياضيًا بمعامل الانحراف المركزي ويرمز له بالرمز e . أي أن معامل الانحراف المركزي e يحدد بالضبط شكل المدار : فيمكن أن يكون دائريًا أو إهليجيًا (في شكل القطع الناقص)، أو ذو شكل القطع المكافئ أو ذو شكل قطع زائد. تعيّن تلك الأشكال على أساس معامل الانحراف المركزي e كالآتي:

- للمدارات الدائرية: e=0 .
- للمدارات الإهليج 0<e<1 .
- مدارات القطع المكافئ: e=1 .
- مدارات القطع الزائد: e>1 .

في أسهل الحالات يكون الانحراف المداري وبالتالي معامل الانحراف المركزي مساويًا للصفر (e=0) وهذا يعني أن الشكل الناتج للمدار دائري تمامًا. وقد صاغ كيبلر قوانينه عن حركة الأجرام الكواكب حول الشمس بأنها على وجه العموم تكون في شكل قطع ناقص (إهليجي) ، أي تكون مثلًا e = 0.5 .

في المجموعة الشمسية نجد الشكلين الأولين وهما الدائرة و القطع الناقص يصفان حركة الكواكب حول الشمس ، ونلاحظ أنهما مدارين مغلقين ، أما الشكلان الآخران (القطع المكافيء و القطع الزائد) فهما يصفان حركة مذنبات وهي أجسام لا تتبع المجموعة الشمسية وتأتي إليها من أعماق الفضاء تحت تأثير جاذبية الشمس وتمر عليها وتغادر المجموعة الشمسية مرة آخرى، ومساراتها تكون مفتوحة .

المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit (LEO)



المدار الأرضي المنخفض (LEO) – الصورة ESA

المدار الأرضي المنخفض (LEO) هو ، كما يوحي الاسم ، مدار قريب نسبيًا من سطح الأرض. عادة ما يكون على ارتفاع أقل من 1000 كم ولكن يمكن أن ينخفض ارتفاعه إلى 160 كم فوق سطح الأرض – وهو منخفض مقارنة بالمدارات الأخرى ، ولكنه لا يزال بعيدًا جدًا عن سطح الأرض. وبالمقارنة ، فإن معظم الطائرات التجارية لا تطير على ارتفاعات تزيد كثيرًا عن 14 كم تقريبًا ، لذا فإن أدنى مستوى منخفض من المدار الأرضي المنخفض يكون أعلى بعشر مرات من ذلك. م(1)

لا يتعين على أقمار المدار الأرضي المنخفض دائمًا اتباع مسار ثابت حول الأرض لذا يمكن إمالة مستواها. وهذا يعني أن هناك المزيد من المسارات المتاحة للأقمار الصناعية في المدار الأرضي المنخفض ، وهو أحد الأسباب التي تجعل المدار الأرضي منخفضًا شائع الاستخدام. م(1)

تحتاج الأقمار الصناعية الخاصة بالأمور العلمية أن تبقى قريبة من الأرض، وأن تتبع مسارًا دائريًّا يدعى المدار المنخفض وفيه يدور القمر الصناعي بسرعة كبيرة ويكون حجمه صغيرًا، مما يمكنه من تغطية مساحات كبيرة من الكوكب وعدم البقاء فوق منطقة محددة لأكثر من بضع دقائق. ومعظم الأقمار الصناعية تتواجد غالبا في هذا المدار الذي يصل متوسط ارتفاعه إلي 500 كيلومتر .

هذا المدار مستخدم لمحطة الفضاء الدولية (ISS) ، حيث يسهل على رواد الفضاء السفر منه وإليه في رحلة قصيرة المسافة. وفي هذا المدار يتم القمر الصناعي أو محطة الفضاء الدولية دورة كاملة كل نحو 90 دقيقة ، وفيه يتحرك القمر الصناعي بسرعة 7.8 كم/ثانية. ، ويعني ذلك أيضا أن محطة الفضاء الدولية تدور حول الأرض حوالي 16 مرة في اليوم الواحد. م(1)

قرب المدار LEO من الأرض جعله المدار الأكثر استخدامًا للتصوير بالأقمار الصناعية ، حيث أن قربه من السطح يسمح للأقمار بالتقاط صور بدقة أعلى ، و تستخدم تلك الأقمار الصناعية في الاستشعار عن بعد و التصوير ومسح الأرض ، ورصد الحالة الطقس.

ومع ذلك ، فإن أقمار المدار الأرضي المنخفض LEO المنفردة أقل فائدة لمهام مثل الاتصالات ، لأنها تتحرك بسرعة كبيرة عبر السماء وبالتالي تتطلب الكثير من الجهد من المحطات الأرضية لتتبعها.

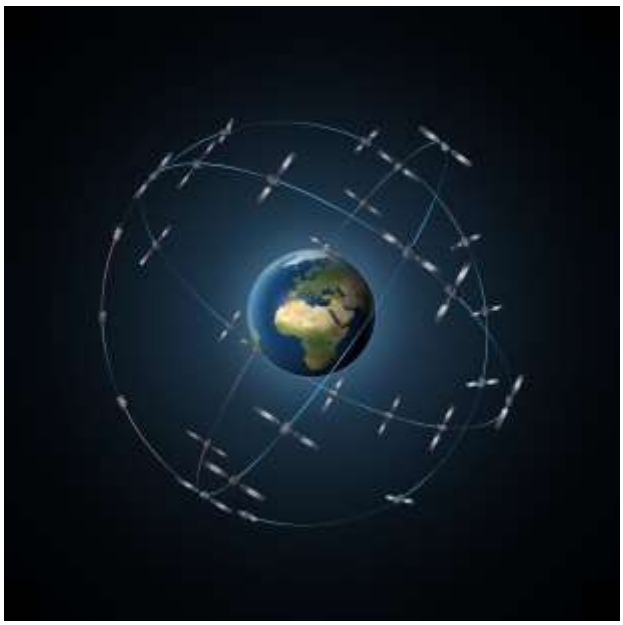
ولحل هذه المشكلة التي تواجه الأقمار المنفردة ، غالبًا ما تعمل أقمار الاتصالات المتواجدة في المدار الأرضي المنخفض كجزء من مجموعة كبيرة أو كوكبة Constellation من أقمار صناعية متعددة لتوفير تغطية ثابتة. من أجل زيادة التغطية ، يتم أحيانًا إطلاق كوكبة من الأقمار الصناعية المتماثلة أو المتشابهة معًا لإنشاء "شبكة" حول الأرض ، مما يتيح لتلك الكوكبة تغطية مساحات كبيرة من الأرض في وقت واحد من خلال العمل معًا.

المدار الأرضي المتوسط Medium Earth Orbit MEO

لابد أن تعلم أنه كلما ارتفع القمر الصناعي كلما بدا أنه يبقى فترة أطول في المنطقة الواحدة، تمامًا كما في الطائرات كلما شعرت أنها تطير ببطء يعني هذا أنها على ارتفاعات أعلى.

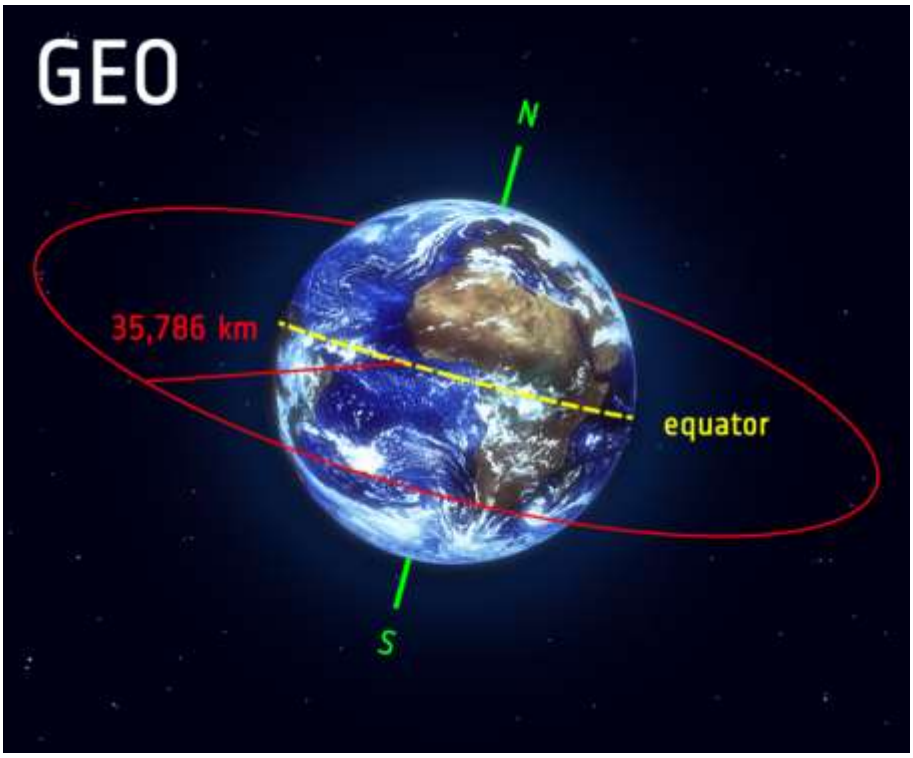
يقع المدار المتوسط على ارتفاع أعلى بعشر مرات من المدار المنخفض، وتدور فيه العديد من الأقمار منها أقمار نظام الموقع العالمي GPS التي ترتفع حوالي 20000 كيلومترًا أي ما يعادل 12000 ميل، وتستغرق 12 ساعة لتدور حول الأرض ، وفيه يتحرك القمر الصناعي بسرعة 7.3 كم/ثانية.

- يقع المدار الأرضي المتوسط MEO في أي مكان بين المدار الأرضي المنخفض LEO والمدار المتزامن مع الأرض GEO .
- يشبه المدار الأرضي المنخفض LEO من حيث أنه لا يحتاج أيضًا إلى اتخاذ مسارات محددة حول الأرض ، لذا تتوفر مجموعة واسعة من المدارات من هذا النوع.
- يتم استخدامه بشكل شائع بواسطة الأقمار الصناعية للملاحة ، مثل أقمار نظام الموقع العالمي GPS ، و أقمار نظام جاليليو Galileo System الأوروبي. م(1)



أقمار نظام جاليليو Galileo System الأوروبي للملاحة – الصورة ESA

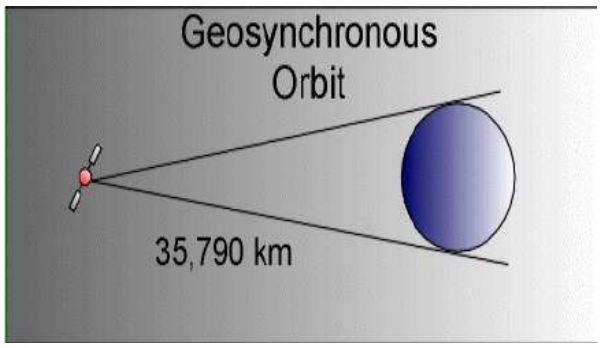
المدار المتزامن مع الأرض GEO أو المدار الجغرافي الثابت Geostationary Orbit



المدار الثابت بالنسبة للأرض (GEO) Geostationary Orbit – الصورة ESA

تدور الكثير من الأقمار الصناعية ضمن مدارات مختارة بعناية وعلى ارتفاعات تبلغ تقريبا حوالي 36 ألف كيلومتر أي ما يعادل 22000 ميل، وعلى هذا الارتفاع يتمكن القمر الصناعي من الثبات فوق الموقع الجغرافي الذي تحته على الأرض ، فهو يتم دورته في هذا المدار خلال 24 ساعة ، وهي نفس سرعة دوران الأرض حول محورها. ويطلق على هذه المدارات العالية المدارات المتزامنة عندما تكون متزامنة مع دوران الأرض، أو المدارات الثابتة في حال بقي القمر الصناعي فوق منطقة محددة من الأرض دائمًا.

يدور القمر الصناعي فوق خط الإستواء Equator ويدور من الغرب West إلي الشرق East ، ويكمل دورته خلال 23 ساعة و 56 دقيقة و 4 ثواني. ويدور بسرعة مقدارها 3 كم/ثانية تقريبا. والمدار الأرضي الثابت يسمح للقمر الصناعي بمراقبة نصف كامل من الكرة الأرضية تقريبا ، لذا يمكن تغطية الكرة الأرضية بالكامل (باستثناء المناطق القطبية) باستخدام ثلاثة أقمار تتواجد علي مسافات متساوية في هذا المدار.



المدار الأرضي الثابت يسمح للقمر الصناعي بمراقبة نصف كامل من الكرة الأرضية تقريبا

الأقمار في هذا المدار توضع فوق خط الاستواء Equator ، لأنه عند دائرة العرض هذه تكون قوة الجاذبية ثابتة من كل الإتجاهات ، في حين عند دوائر العرض الأخري يتسبب تفلطح الأرض عند مركزها في سحب القمر الصناعي.

مسافة آمنة وتخصيص مكان

بعد أن امتلكت القوى الكبرى في العالم مقدرات الناس على الأرض انطلقت لتبسط يدها على أجواء الفضاء ممتطية صهوة المؤسسات الدولية،فقامت بتقسيم مناطق النفوذ في مدارات الفضاء خاصة فيما يتعلق بالمدار الاستوائي الثابت المخصص لأقمار البث الإعلامي والذي قام الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) بتقسيم مداراته إلى قطع دائرية،خصصت للدول بحسب قدراتها التكنولوجية والاقتصادية.

وعلى سبيل المثال فإن دولة مثل كندا خصصت لها القطعة الدائرية من خط 104,5 درجة غرب وحتى خط 117,5 درجة غرب، وقد قامت كندا بوضع خمسة أقمار في هذه القطعة الدائرية على المدار، ومن أمثلة الأقمار الصناعية التي تم وضعها في هذا المدار القمر الصناعي المصري الأول والثاني. و لمعرفة سبب هذا التقسيم لابد من الإلمام بعض الشيء بالمدارات الفضائية ، ولتوضيح ذلك نتذكر أن المدار هو مسار القمر الصناعي حول الأرض، وهذا المدار قد يأخذ أشكالًا مختلفة، ويتحدد اختيار المدار حسب المهمة المطلوبة من القمر الصناعي، فإذا كانت مهمة القمر إعلامية مثل القمرين المصري والبرازيلي فإن على الدولة المطلقة أن تلتزم بالقطعة الدائرية المخصصة لها، أما إذا كانت المهمة غير ذلك؛ فالفضاء مفتوح لكل من يرغب في استثماره.

عند وضع الأقمار الصناعية في هذا المدار يجب مراعاة ألا تقل المسافة عن حد معين حتى لا يحدث تداخل بينها في الموجات المنقولة من وإلى الأقمار الصناعية المتجاورة لذا قامت الهيئة الفيدرالية للاتصالات بالولايات المتحدة الأمريكية (FCC) بتحديد هذه المسافة بأن لا تقل عن درجتين على خطوط الطول وذلك للأقمار التي تستخدم النطاق الترددي C &Ku والتي تتعامل مع محطة أرضية وحيدة أما الأقمار التي تتعامل مع محطات استقبال فتكون المسافة بينها 9 درجات على خطوط الطول.

العلامة والرقم المكتوب بجوار اسم القمر يدل علي موقع القمر بالنسبة لموقع الصفر الجنوبي، فمثلاً القمر استرا 19,2 شرقاً يعني أن هذا القمر يقع بالضبط عند الدرجة 19,2 شرق الصفر الجنوبي.

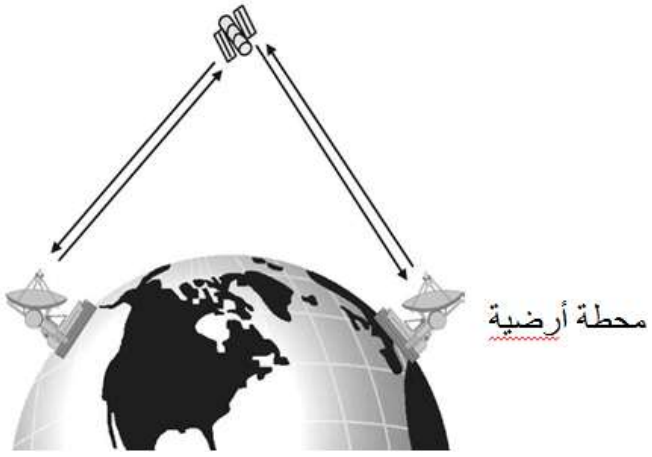
معظم أقمار الاتصالات تستخدم المدار المتزامن مع الأرض GEO ، وهي توجد متراصة فوق خط الإستواء لذلك تم تقسيم هذا المدار إلي مواقع ودرجات افتراضية تنقسم إلي غرب وشرق وكل قسم يبدأ من درجة 1 إلي 180 وهكذا.

وعلي سبيل المثال:

- فإن الأقمار التي تغطي قارة أوربا وإفريقيا والشرق الأوسط تأخذ اتجاة الشرق من الموقع المداري 3 الي الموقع المداري 68.5 شرقا.
- أما الأقمار التي تغطي أجزاء أوسع من ذلك فتتمركز كلها فوق الميحط الأطلنطي من درجة 1 إلي 58 غرب.
- أما الأقمار التي تغطي آسيا فتأخذ الدرجات المدارية من من 57.5 شرق إلي 180 شرق.
- والأقمار التي تغطي أمريكا الشمالية والجنوبية تقع كلها فوق الميحط الأطلنطي من درجة 61.5 إلي 157 غرب.

يستخدم مع أقمار الإتصالات Telecommunications والبث الإعلامي.

يقلل من تكلفة المحطات الأرضية Ground Stations لعدم الحاجة لتتبع القمر الصناعي.

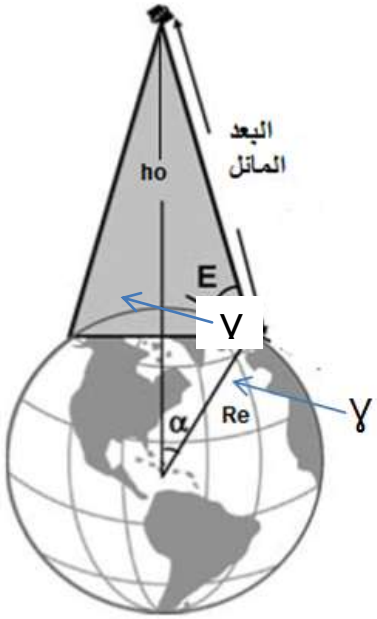


الأبعاد بين الأقمار الصناعية ذات المدارات الثابتة و المحطات الأرضية

ارتفاع القمر الصناعي له تأثير بالغ الأهمية على المساحة الأرضية التي يقوم بتغطيتها فكلما ارتفع القمر أكثر زادت معه منطقة التغطية وفي نفس الوقت يزدياد طول مسار الإشارة المنقولة وهذا يؤدي إلى زيادة التوهين و زيادة زمن التأخير, لذا يعتمد الارتفاع الذي يؤمن تغطية ثلث الكرة الأرضية وكما مبين في الشكل التالي .

كلما ارتفع مدار القمر الصناعي ازدادت مساحة الأرض التي يغطيها بخدماته وكلما انخفض مداره قلت مساحة الأرض التي يشملها بتغطيته . وبالمقابل فإنه كلما بعد القمر الصناعي عن الأرض ازدادت مدة تأخير إشارته أي ازداد الزمن الذي تتطلبه الإشارة حتى تنتقل بينه و بين الأرض . وبالرغم من أن إشارة الميكروويف الخاصة بالأقمار الصناعية تنتقل بسرعة الضوء فإن هذا التأخير يكون ملحوظاً في كلٍ من أقمار المدارات المتوسطة MEO و أقمار المدارات البعيدة الثابتة GEO .

نطاق التغطية أو بصمة القمر (فوتو برنت) هي المساحة الجغرافية التي يغطيها القمر وهو موجود في مدارة من خلال نقاط اشعاع الاشارت الخاصة به فمثلا إشاع القمر نايلسات يغطي معظمم قارة أوربا والشرق الأوسط وشمال شرق إفريقيا بفضل وجودة فوق منطقة المحيط الأطلنطي.



منطقة التغطية مع الأبعاد والزوايا لقمر صناعي ذو مدار جغرافي ثابت Geostationary Orbit

التأخير في الإشارة Delay

مساوئ الأقمار الصناعية التي تطير على ارتفاعات عالية فوق خط الإستواء، تتمثل بالمسافة الكبيرة التي يجب تقطعها الإشارة ، وهذا يتطلب إشارة ذات طاقة عالية. بالإضافة إلى ذلك هناك التأخير الزمني الحاصل بين إرسال الإشارة وإعادة استقبالها مرة ثانية.

فالإشارة كما هو معلوم تسير بسرعة 300000 كم في الثانية، وهناك تأخير قدره 120 ميلي ثانية وهو الزمن اللازم لقطع المسافة بين المحطة الأرضية والقمر الصناعي، وفي بعض الحالات يصل هذا الزمن حتى 1 ثانية إذا كانت المسافة المقطوعة كبيرة جدا. مثلا عند إجراء مكالمة هاتفية بين دولة لدولة أخري بعيدة عبر الأقمار الصناعية فإننا نشعر بهذا التأخير الزمني.

إطلاق قمر إلي المدار المتزامن مع الأرض

تتم عملية إطلاق القمر الصناعي إلى مداره الدائري المتزامن مع الأرض (الاستوائي الثابت بالنسبة للأرض) على عدة مراحل؛ حيث أنه لا يمكن إطلاق صاروخ من على الأرض يمكنه الوصول إلى هذا الارتفاع الشاهق (36000كم).

وتبدأ عملية الإطلاق باستخدام صاروخ إطلاق يقوم بوضع القمر الصناعي في مدار دائري قريب من الأرض، يتراوح ارتفاعه من أقل من 500 كم إلى ما يزيد على 1000 كم. بعد استقرار القمر الصناعي في هذا المدار القريب من الأرض تقوم أجهزة الدفع الموجودة داخل القمر الصناعي نفسه بإعطاء دفعة

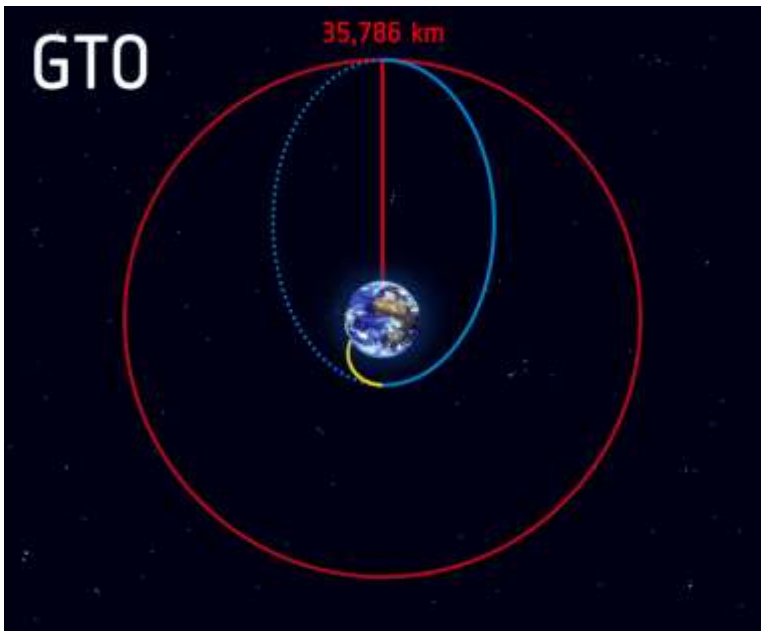
قوية للقمر الصناعي، تنقله من هذا المدار الدائري القريب إلى مدار بيضاوي أقل ارتفاع له هو المدار الدائري القريب، وأقصى ارتفاع له هو 36000 كم. وبعد استقرار القمر الصناعي في هذا المدار البيضاوي ، وعندما يكون القمر الصناعي على ارتفاع 36000 كم تقوم أجهزة الدفع مرة أخرى بإعطاء دفعة أخرى للقمر الصناعي تنقله من المدار البيضاوي إلى المدار الدائري المتزامن مع الأرض (الاستوائي الثابت بالنسبة للأرض).

Changing a satellite's height تغيير ارتفاع القمر

Changing a satellite's height will also change its orbital speed. This introduces a strange paradox. If a satellite operator wants to increase the satellite's orbital speed, he can't simply fire the thrusters to accelerate the satellite. Doing so would boost the orbit (increase the altitude), which would slow the orbital speed. Instead, he must fire the thrusters in a direction opposite to the satellite's forward motion, an action that on the ground would slow a moving vehicle. This change will push the satellite into a lower orbit, which will increase its forward velocity. [Source]

تغيير ارتفاع القمر الصناعي سيؤدي أيضًا إلى تغيير سرعته المدارية Orbital Speed . هذا يقدم مفارقة غريبة. إذا أراد مشغل القمر الصناعي زيادة السرعة المدارية للقمر الصناعي ، فلا يمكنه ببساطة إطلاق صواريخ الدفع Thrusters لتسريع القمر الصناعي. القيام بذلك من شأنه أن يعزز المدار (زيادة الارتفاع) ، والتي من شأنها أن تبطئ السرعة المدارية. بدلاً من ذلك ، يجب عليه إطلاق صواريخ الدفع Thrusters في اتجاه معاكس للحركة الأمامية للقمر الصناعي ، وهو إجراء من شأنه أن يبطئ مركبة متحركة. سيدفع هذا التغيير القمر الصناعي إلى مدار أقل ، مما سيزيد من السرعة الأمامية.

Transfer Orbits مدارات النقل



يتم الإطلاق والصعود إلى الفضاء (الخط الأصفر) أولا ثم الإنتقال عبر مدار النقل الثابت بالنسبة للأرض GTO (الخط الأزرق) عندما يترك الصاروخ القمر الصناعي في الفضاء على مسار متجه إلى المدار الثابت بالنسبة إلى الأرض GEO (الخط الأحمر) – الصورة ESA

مدارات النقل Transfer Orbits هي نوع خاص من المدارات المستخدمة للانتقال من مدار إلى آخر. عندما يتم إطلاق الأقمار الصناعية من الأرض ونقلها إلى الفضاء باستخدام مركبات الإطلاق ، لا يتم دائمًا وضع الأقمار الصناعية مباشرة في مدارها النهائي. في كثير من الأحيان ، يتم وضع الأقمار الصناعية بدلاً من ذلك في مدار نقل Transfer Orbit : وهو مدار يسمح للقمر الصناعي أو المركبة الفضائية الانتقال من مدار إلى آخر أعلي باستخدام طاقة قليلة نسبيًا من المحركات المدمجة بالقمر .

يسمح ذلك للقمر الصناعي بالوصول ، على سبيل المثال ، إلى مدار على ارتفاع عالٍ مثل المدار الثابت بالنسبة للأرض (GEO) دون الحاجة فعليًا إلى مركبة الإطلاق للذهاب إلى هذا الارتفاع ، والذي يتطلب المزيد من الجهد – وهذا يشبه اتخاذ طريق مختصر. يعد الوصول إلى المدار الأرضي الثابت GEO بهذه الطريقة مثالاً واضحاً على أحد أكثر مدارات النقل استخداما وشيوعًا ، والذي يُسمى مدار النقل الثابت بالنسبة للأرض Geostationary Transfer Orbit (GTO) .

المدارات لها قيم مختلفة للإنحراف المداري Eccentricities – هو عبارة عن مقياس لأي مدي يكون المدار أقرب إلي الدائرة Circular (دائري) أو بيضاوي إهليلجي Elliptical (مضغوط Squashed) . ففي مدار دائري تمامًا ، يكون القمر الصناعي دائمًا على نفس المسافة من سطح الأرض ، بينما في مدار شديد الانحراف ، يبدو المسار وكأنه قطع ناقص Ellipse .

في مدار شديد الانحراف ، يمكن للقمر الصناعي أن ينتقل بسرعة من كونه بعيدًا جدًا إلى قريب جدًا من سطح الأرض اعتمادًا على مكان القمر الصناعي في المدار الإهليلجي. في مدارات النقل Transfer Orbits ، تستخدم الحمولة محركات للانتقال من مدار له انحراف إلى مدار آخر ، مما يضعه على المسار الصحيح نحو مدارات أعلى أو أقل.

بعد الإقلاع ، تشق مركبة الإطلاق طريقها إلى الفضاء متبعة المسار الموضح بالخط الأصفر ، في الشكل. عند نقطة مستهدفة ، يحرر الصاروخ الحمولة ويتركها لتنطلق في مدار بيضاوي Elliptical Orbit الشكل ، متتبعًا الخط الأزرق الذي يرسل الحمولة بعيدًا عن الأرض. النقطة الأبعد عن الأرض لهذا المدار البيضاوي الأزرق تسمى نقطة الأوج Apogee والنقطة الأقرب تسمى نقطة الحضيض Perigee .

عندما تصل الحمولة إلى نقطة الأوج Apogee عند ارتفاع المدار الثابت للأرض GEO البالغ 35786 كم ، فإنها تُشعل محركاتها بطريقة تدخل في المدار الثابت للأرض GEO الدائري وتبقى هناك ، كما هو موضح بالخط الأحمر في الرسم التخطيطي. بذلك ، وعلى وجه التحديد في الرسم التوضيحي ، يكون مدار النقل الثابت بالنسبة للأرض GTO هو المسار الأزرق الواصل بين المدار الأصفر و المدار الأحمر. م(1)

مدار الإنتقال إلي المدار الجغرافي الثابت Geostationary Transfer Orbit

هو مدار أرضي بيضاوي الشكل Elliptical Earth Orbit يستخدم لنقل مركبة فضائية من مدار منخفض الارتفاع Low Altitude Orbit أو مسار طيران Flight Trajectory منخفض إلى المدار المتزامن مع الأرض GEO . الأوج Apogee لهذا المدار هو 35786 كم. وعندما تصل المركبة

الفضائية إلى هذه النقطة ، يتم إطلاق محرك ركلة الأوج Apogee Kick Motor لإدخال المركبة في المدار المتزامن مع الأرض Geostationary Orbit .

المدارات البيضاوية Elliptic Orbits

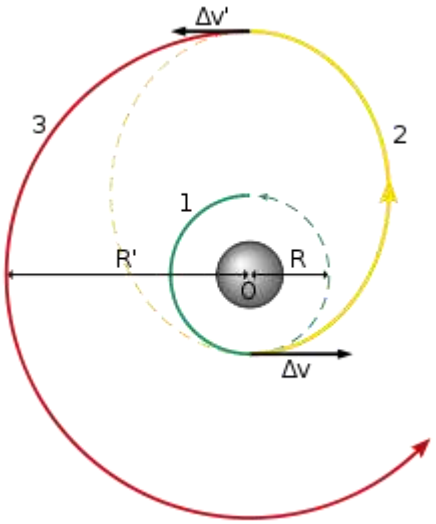
خلال هذه المدارات يطير القمر الصناعي في مدار بيضاوي الشكل، يقع مركز الأرض في إحدى بؤرتي هذا الشكل البيضاوي ؛ وبالتالي فإن القمر الصناعي يكون قريبًا جدًّا من سطح الأرض على ارتفاع حتى 200 كم في أقرب نقطة على المدار من سطح الأرض، ثم يأخذ القمر الصناعي في الارتفاع عن سطح الأرض أثناء سيره في المدار؛ حتى يصل إلى أقصى ارتفاع له والذي قد يصل إلى عشرات الألوف من الكيلو مترات، ثم يأخذ في الانخفاض حتى يصل إلى أقل ارتفاع له وهكذا.

وتستخدم مثل هذه المدارات لأغراض مختلفة؛ فيمكن إطلاق أقمار في مدارات بيضاوية لأغراض الاتصالات، ويمكن استخدام هذا المدار كمدار انتقالي ينتقل خلاله القمر الصناعي من مدار ذي ارتفاع منخفض إلى مدار ذي ارتفاع أعلى. (اقرأ الانحراف المداري Orbital Eccentricity)

مدار هوهمان الانتقالي Hohmann Transfer Orbit

يعرف مدار هوهمان الانتقالي Hohmann Transfer Orbit في الميكانيكا الفلكية Orbital Mechanics بأنه مدار قطع ناقص elliptical orbit يستخدم للإنتقال بين مدارين دائريين circular orbits باقطار مختلفة حول نفس الجرم والمدارين متواجدين في نفس المستوي plane . وهو يستخدم أقل كمية ممكنة من الوقود للإنتقال بين المدارات.

هي مناورة مدارية تقوم بها المسبارات باستخدام محركين نبضيين. وقد سميت على اسم العالم الألماني والتر هوهمان الذي أصدر سنة 1925 وصف لها.

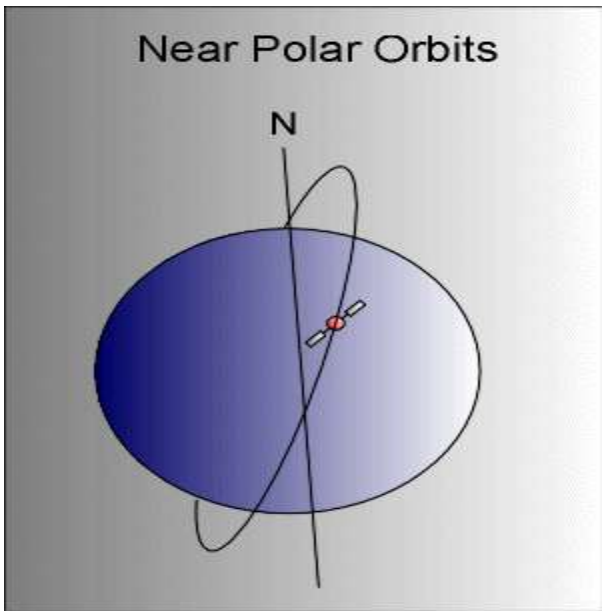


يبين الشكل انتقال مركبة فضائية عبر مدار هوهمان الانتقالي الذي ينقل المركبة الفضائية من مدار أدنى إلى آخر أعلى. ويساوي إلى نصف المدار الإهليلجي الذي يلامس المدار الدائري الأدنى الذي يرغب بالخروج منه والمدار الأعلى الذي يرغب بالدخول إليه. وينطلق المحرك في النقطة 2 حسب الرسم

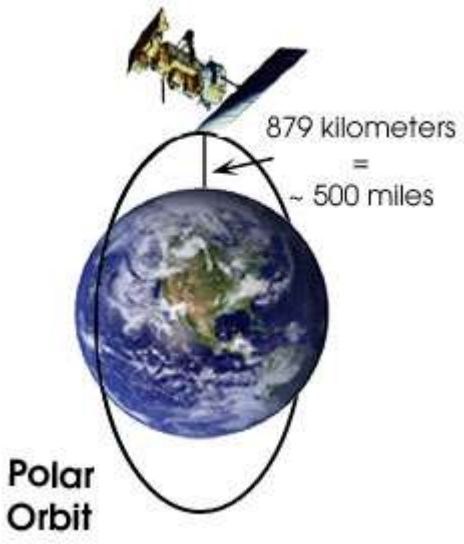
التوضيحي من أجل إنشاء تسارع يؤدي إلى اتباع مدار إهليلجي (على شكل قطع ناقص). وهذا يضيف طاقة إلى مدار المسبار. وعند وصول المسبار إلى المدار الأعلى يجب أن تزداد سرعة المدار الإهليليجي مرة أخرى للوصلو إلى مسار دائري أعلى.

و في حالة المدارات العكسية يستخدم مدار هوهمان الانتقالي للوصول من مدار أعلى إلى آخر أدنى ليشتغل المحرك في اتجاه عكسي

المدارات القطبية Polar Orbits



- المدارات القطبية Polar Orbits هي نوع من المدارات الأرضية المنخفضة LEO ، لأنها تقع على ارتفاعات منخفضة بين 200 إلى 1000 كيلومتر.
- تدور الأقمار الصناعية في المدارات القطبية Polar Orbit عادةً حول الأرض من الشمال North إلى الجنوب South بدلاً من الغرب West إلى الشرق East ، مروراً تقريبًا فوق قطبي الأرض Earth's Poles .
- قد تكون أصح تسمية لها (المدارات قرب القطبية Near Polar Orbits)، حيث لا يتعين على الأقمار الصناعية في المدار القطبي أن تعبر القطبين الشمالي والجنوبي بدقة ؛ حتى الانحراف المداري في حدود 20 إلى 30 درجة لا يزال يُصنف على أنه مدار قطبي Polar Orbit .
- لدى هذه المدارات ميل يقارب 90 درجة (أي الزاوية بين مستوى خط الإستواء ومستوى مدار القمر الصناعي) وهذا ما يسمح للقمر الصناعي برؤية أجزاء الأرض المستديرة تحته (انظر الصورة). يستغرق القمر الصناعي حوالي ٩٠ دقيقة لإتمام دورة فيها. مثل هذه الأقمار تستخدم في أغراض قياس كثافة الأوزون في طبقة الستراتوسفير أو قياس درجة الحرارة في الغلاف الجوي.

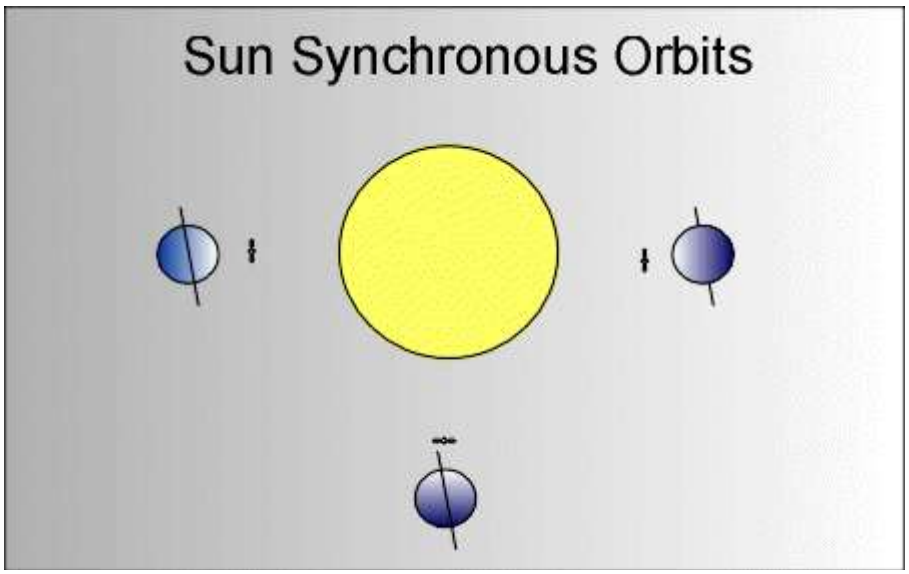


المدارات التزامنية مع الشمس Sun Synchronous Orbits SSO

المدار المتزامن مع الشمس Sun-Synchronous Orbit (SSO) هو نوع خاص من المدار القطبي Polar Orbit .

هي مدارات قطبية (تمر بالقرب من القطب) متزامنة مع الشمس ، هذا يعني أنها متزامنة لتكون دائمًا في نفس الوضع "الثابت" بالنسبة للشمس. هذا يعني أن القمر الصناعي يزور دائمًا نفس المكان في نفس التوقيت المحلي – على سبيل المثال ، يمر بمدينة القاهرة كل يوم عند الظهر بالضبط. هذا يعني أن القمر الصناعي سيراقب دائمًا نقطة على الأرض كما لو كانت مراقبة باستمرار في نفس الوقت من اليوم ، والتي تخدم عددًا من التطبيقات ؛ على سبيل المثال ، هذا يعني أن العلماء وأولئك الذين يستخدمون صور الأقمار الصناعية يمكنهم مقارنة كيف يتغير مكان ما بمرور الوقت.

عادة ما يكون القمر الصناعي في المدار المتزامن مع الشمس على ارتفاع يتراوح بين 600 و 800 كم ، ودورته حول الأرض قصيرة (ما بين 96 و 110 دقيقة) ، فعلى ارتفاع 800 كم ، ستدور الأقمار المتواجدة فيه بسرعة 7.5 كم في الثانية تقريبًا. وعمومًا ، تُستخدم هذه المدارات في مراقبة الأرض ودراسة الطاقة الشمسية والتنبؤ بالطقس والاستكشاف ، حيث تتحسن مراقبة الأرض حيث يراها القمر دائما مضاءة بنفس الزاوية من الشمس.



المدار المتزامن مع الشمس هو مدار أرضي (حول الأرض) يتم اختيار ارتفاعه و زاوية الميلان لتبقى الزاوية بين اتجاه الشمس و مستواه ثابتة تقريبا. القمر الصناعي في مثل هذا المدار يمر فوق نقطة معينة على سطح الأرض في نفس الساعة الشمسية المحلية.

يتم استخدام هذا المدار بواسطة الأقمار الصناعية التي تقوم جميع الملاحظات الفوتوغرافية في الضوء المرئي، لأن شدة ضوء الشمس في المكان المطلوب لا تتغير كثيراً من صورة لأخرى: مثل أقمار الأرصاد الجوية، أقمار التجسس، أقمار الإستشعار عن بعد...إلخ. إنه مدار قطبي ، مدار أرضي منخفض (ما بين 600 و 1000 كم).

تسمح هذه المدارات للقمر الصناعي بأن يمر فوق جزء من الكرة الأرضية خلال يوم. ولما كان هنالك 365 يوماً في العام و 360 درجة في الدورة الكاملة، فهذا يعني أنه يجب علي القمر الصناعي أن يزيح مداره بمقدار يقارب الدرجة كل يوم. وهذه الأقمار تستغل الحقيقة التي تنص علي أن الأرض ليست كروية تماما (فهي مفلطحة في الوسط، وهذا الإنتفاخ عند خط الاستواء يعطيها قوة جاذبية إضافية هناك تستغلها هذه الأقمار) ، وهذا يتسبب في تقدم أو تراجع مدار القمر الصناعي.

في كثير من الأحيان ، تتم مزامنة الأقمار الصناعية في المدار المتزامن مع الشمس SSO بحيث تكون باستمرار في الفجر أو الغسق – وهذا لأنه من خلال ركوب غروب الشمس أو شروقها باستمرار ، لن يكون لديهم الشمس أبدًا بزاوية حيث تظلل الأرض الأقمار الصناعية.

المدرات المائلة Inclined Orbits

تقع هذه المدارات بين المدارات التزامنية مع الأرض والمدارات القطبية أي بين ميل 0 درجة (المدار الاستوائي) وميل 90 درجة (المدار القطبي). تقرر هذه المدارات بواسطة المنطقة الأكثر أهمية لتغطيتها، فمثلاً: لدراسة المنطقة المدارية، يفضل وضع القمر في مدار ذو ميل منخفض.

ترتفع هذه المدارات بضع كيلو مترات عن سطح الأرض، لذا عادة تستغرق ساعات قليلة لإتمام دورتها. وأقمار هذه المدارات ليست متزامنة مع الشمس، لذا تعطي صورا لمنطقة ما في أوقات مختلفة من اليوم.

مدار المقبرة Graveyard Orbit

تقع أقمار الإتصالات في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض Geostationary Orbit (بمعنى أنه يبدو أنه ثابت فوق جزء معين من الأرض أثناء دورانه) ، وهو أعلى مدار ممكن للأقمار الصناعية المستخدمة. نظرًا للموقع المرتفع للقمر ، فإن إعادة توجيه المركبة لأسفل Redirecting Downward بعد انتهاء العمر التشغيلي – حيث تدور الأقمار الصناعية الأخرى المستخدمة – بحيث يمكن أن يحترق في نهاية المطاف في الغلاف الجوي قد لا يكون خيارًا قابلاً للتطبيق. بدلاً من ذلك ، تسمح لجنة الاتصالات الفيدرالية U.S. Federal Communications Commission FCC للشركة المشغلة للقمر الصناعي بنقله إلى مدار أعلى يعرف باسم "مدار المقبرة Graveyard Orbit" ، على بعد حوالي 185 ميلًا (300 كم) فوق مساره الحالي ، وحتى إبريل 2013 م تم بالفعل دفن 1000 قمر صناعي هناك.

هناك نوعان من الاستراتيجيات في الوقت الحالي للتخلص من الأقمار الصناعية المتقاعدة:

أن يدور في مدار قريب من الأرض، عندها يمكن السيطرة عليه وإسقاطه. فكلما كان القمر الصناعي أقرب من الغلاف الجوي للأرض، كلما بطأته عملية مقاومة الهواء. ويتم سحب الوقود ومن ثم خفض القمر الصناعي حتى يدخل الغلاف الجوي ليحترق عندها.

ولكن بالنسبة للعديد من الأقمار الصناعية فإن هذه الطريقة غير ممكنة، لأنها تسير في مدار يرتفع 35786 كيلومترا فوق الأرض، على ما يسمى بالمدار الأرضي الجغرافي المتزامن. عملية إسقاط مبرمجة ستكون حينها مكلفة للغاية، لذلك هناك إستراتيجية أخرى، حيث يتم إخراج القمر الصناعي المعطل إلى ما يسمى بمدار المقبرة. وتقع هذه المقبرة على بعد 300 كيلومترا فوق مسار الأقمار الصناعية. وحتى يومنا هذا تم بالفعل دفن 1000 قمر صناعي هناك.

مدار رنين الجاذبية

فكرة قوى الجاذبية الخاصة بالشمس والقمر – المعروفة باسم الرنين – والتي يمكنها وضع الأقمار الصناعية في مسارات تؤدي إلى تدميرها. ويعمل عالم ديناميكا الفضاء آرون روزنجرين بجامعة أريزونا في توسان على تطوير طرق لتحقيق ذلك.

خَطَرت تلك الفكرة ببال روزنجرين للمرة الأولى عندما كان يدرس مصائر الأقمار الصناعية في المدار الأرضي المتوسط MEO، التي تُحلق على ارتفاعات تتراوح بين نحو 2000 كيلومتر – حيث ينتهي المدار الأرضي المنخفض – و35 ألف كيلومتر، حيث تبدأ المدارات الثابتة للأرض. ففي المدار الأرضي المتوسّط MEO يمكن أن تكون مسارات الأقمار الصناعية غير مستقرة على المدى الطويل بسبب رنين الجاذبية.

كان تليسكوب وكالة الفضاء الأوروبية «إنتيجرال» INTEGRAL لرصد أشعة جاما – الذي أُطلق في عام 2002 – من بين الإشارات الأولى التي أوحت لمشغّلي المركبات الفضائية بإمكانية استغلال هذه الظاهرة. يتحرك «إنتيجرال» في مدار واسع، يمتد عبر المدار الأرضي المنخفض مرورًا بالمدار المتوسط، وانتهاءً بالمدار الثابت بالنسبة للأرض. وكان من المقرَّر أن يبقي التليسكوب في الفضاء لأكثر من قرن، لكن في عام 2015 م، قررت وكالة الفضاء الأوروبية تعديل مداره؛ إذ وضعه مراقبو المهمة، باستخدام بعض نفثات الوقود، في مسار يتفاعل مع رنين الجاذبية. وسيعود التليسكوب إلى دخول الغلاف الجوي في عام 2029 بدلًا من العودة التي كانت مقررة بعد ذلك بعقود.

ويرى روزنجرين أن هذا قد يقدم حلًا محتملًا؛ إذ توجد مسارات في شبكة موجات الرنين تلك لا تقود إلى المدار الأرضي المتوسط بل إلى الغلاف الجوي مباشرة، ويمكن للمشغّلين الاستفادة منها لإرسال الأقمار صناعية مباشرة إلى حتفها. يقول روزنجرين: "نسمِّي هذه الطريقة التخلص السلبي من الأجسام الفضائية عن طريق موجات الرنين والاضطرابات". ويضيف: "نعم! نحن بحاجة إلى اسم جديد".

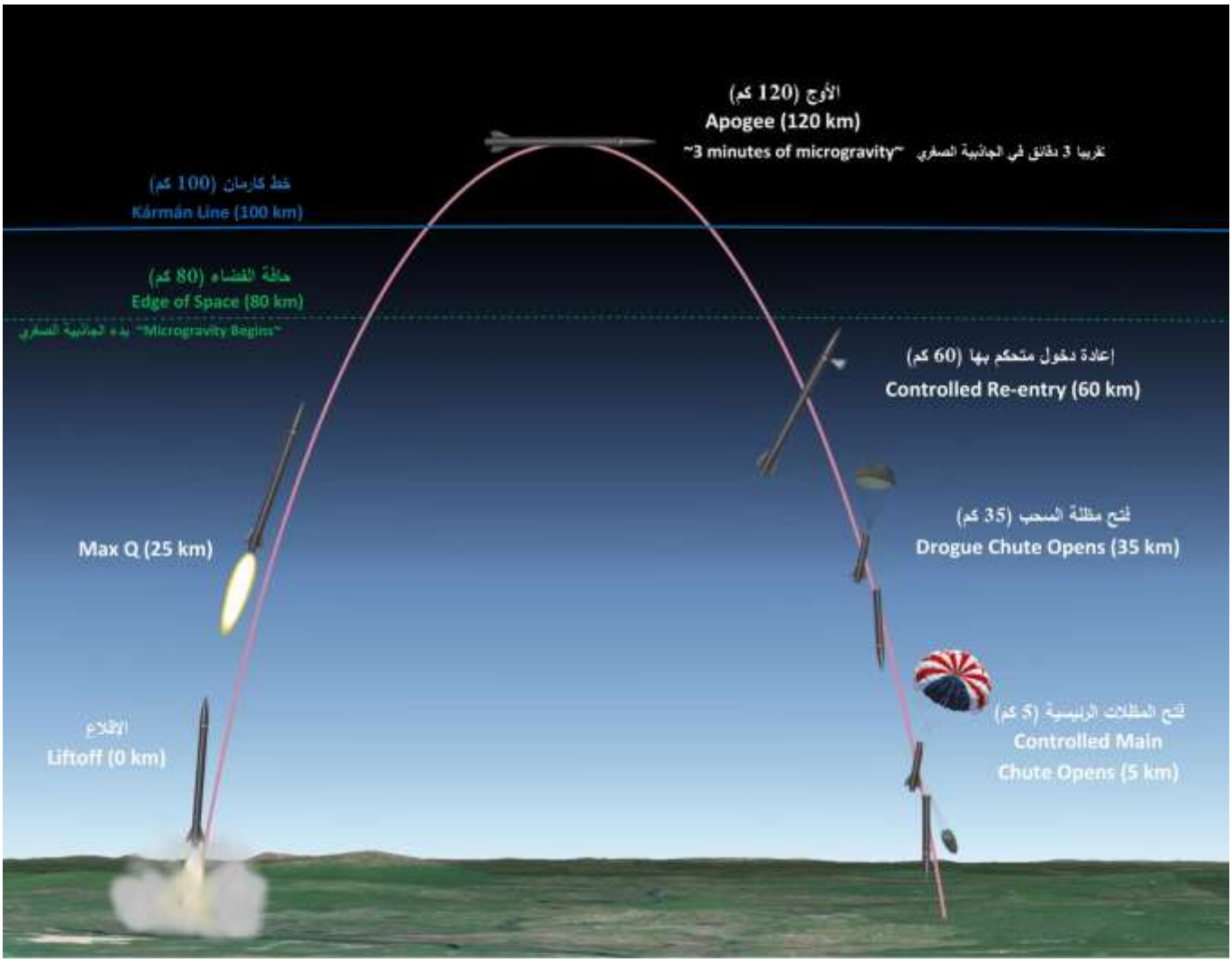
مدار مولنيا Molnya Orbit

تبني الاتحاد السوفيتي سابقاً تصميم مدار مولنيا Molnya Orbit في عام 1965 م مع أول مركبة فضائية بمسمي البرق Molnya .يمتاز المدار بشكل بيضاوي (إهليجي) وبدرجة انحراف حوالي 0.75 بحيث تصل المسافة بين أبعد نقطة عن سطح الأرض 39000 كم فوق الجزء الشمالي من الكرة الأرضية ، وفي المقابل تتراوح أقرب نقطة للأرض ما بين 200 إلي 1000 كم في الجهة الجنوبية من الأرض.

رحلة الفضاء دون المدارية Sub-Orbital Spaceflight

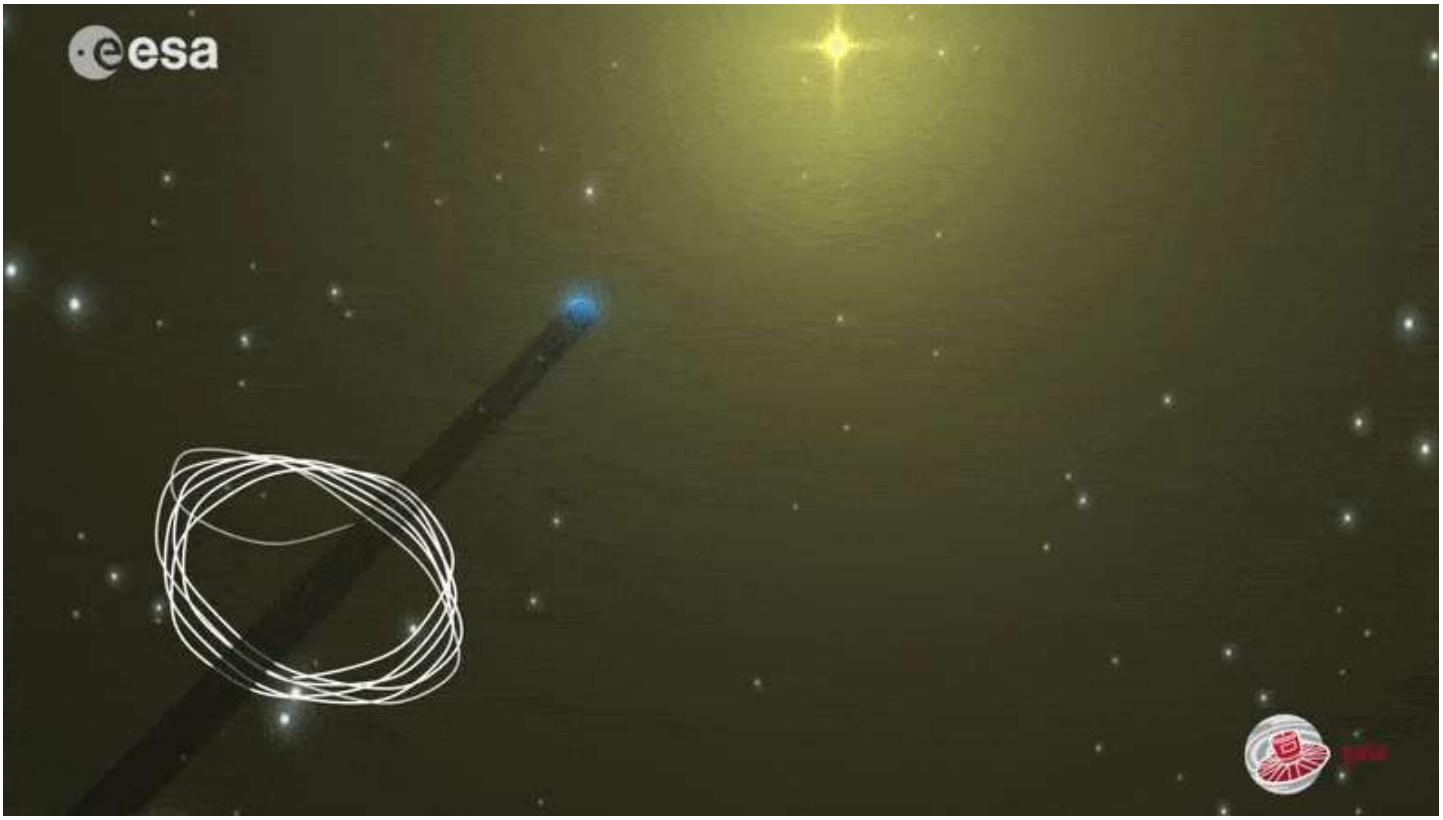
وقد يطلق عليها بالعربية رحلة فضاء شبه مدارية Sub-Orbital Spaceflight ، ورحلة الفضاء دون المدارية هي رحلة فضائية تصل فيها المركبة الفضائية إلى الفضاء الخارجي، لكن مسارها يتقاطع مع الغلاف الجوي أو سطح الجسم المنجذب الذي تم إطلاقه منه، إذ لا تكمل دورة مدارية واحدة خلال رحلتها. فعلى سبيل المثال، تعتبر رحلة المركبة التي تُطلق من الأرض وتصل إلى خط كارمان (على ارتفاع 100 كيلومتر فوق سطح البحر)، ثم تعود مرة أخرى إلى سطح الأرض رحلة فضاء دون مدارية Sub-Orbital Spaceflight.

نُفذت بعض الرحلات الفضائية دون المدارية لاختبار المركبات الفضائية والصواريخ المقدر لها القيام برحلات فضائية مدارية فيما بعد. صُممت بعض المركبات لغرض الرحلات الفضائية دون المدارية بشكل مخصص، ومنها المركبات المأهولة مثل الطائرة الصاروخية إكس-15، والطائرة الصاروخية سبيس شيب وان، والمركبات غير المأهولة مثل الصواريخ الباليستية العابرة للقارات (ICBMs)، وصواريخ التجارب.



مسار رحلة فضائية دون مدارية Suborbital Flight لصاروخ تجارب- الصورة موقع suborbitality – ترجمة inst Sim .

نقاط لاجرانج Lagrange Points (L-points)



يدور تلسكوب Gaia التابع لوكالة الفضاء الأوروبية حول نقطة لاجرانج L-point . تتواجد النقطة بالضبط خلف الأرض ، لذلك في هذه المرحلة ستكون Gaia في ظل الأرض وغير قادرة على استقبال ضوء الشمس اللازم لتشغيل الألواح الشمسية. كل بضع سنوات ، تستخدم التلسكوب Gaia محركاته لضبط موقعه من أجل الحفاظ على هذا المدار – الصورة ESA – رابط للصورة المتحركة

بالنسبة للعديد من المركبات الفضائية التي يتم وضعها في المدار ، فإن الاقتراب الشديد من الأرض يمكن أن يعرقل مهمتها – حتى في المدارات الأبعد مثل المدار المتزامن مع الأرض GEO .

على سبيل المثال ، بالنسبة للمراصد الفضائية Space-Based Observatories والتلسكوبات الفضائية Space-Based Telescopes التي تتمثل مهمتها في تصوير الفضاء العميق والمظلم ، فإن التواجد بجوار الأرض أمر ضار للغاية لأن الأرض ينبعث منها وبشكل طبيعي كميات من الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء التي ستمنع التلسكوب من اكتشاف أي أضواء خافتة مثل المجرات البعيدة. لذا تصوير الفضاء المظلم باستخدام تلسكوب بجوار أرضنا المتوهجة سيكون ميئوسًا منه وسيشبه محاولة التقاط صور للنجوم من الأرض في وضح النهار.

تسمح نقاط لاجرانج أو L-Points بمدارات أبعد بكثير (أكثر من مليون كيلومتر) ولا تدور حول الأرض مباشرة. هي نقاط محددة وبعيدة في الفضاء حيث تمتزج مجالات الجاذبية لكل من الأرض والشمس بطريقة تجعل المركبات الفضائية التي تدور حولها تظل مستقرة وبالتالي يمكن أن تكون "راسية Anchored" إلى الأرض بشكل نسبي. إذا تم إطلاق مركبة فضائية إلى نقاط أخرى في الفضاء بعيدة جدًا عن الأرض ، فسوف تسقط بشكل طبيعي في

مدار حول الشمس ، وسرعان ما ستتحرك تلك المركبات الفضائية بعيدًا عن الأرض ، مما يجعل الاتصال صعبًا. بدلاً من ذلك ، تظل المركبات الفضائية التي تم إطلاقها إلى هذه النقاط الخاصة L-points ثابتة ، وتبقى قريبة من الأرض بأقل جهد ممكن دون الدخول في مدار مختلف.

أكثر نقاط لاجرانج L-points استخدامًا هما النقطتان L1 و L2 . كلاهما يبعدان عن الأرض بأربعة أضعاف المسافة عن القمر – 1.5 مليون كيلومتر ، مقارنة بـ 36000 كيلومتر ارتفاع المدار الثابت للأرض GEO ، لكن ذلك لا يزال حوالي 1 ٪ فقط من المسافة بين الأرض والشمس.

العديد من بعثات الرصد والبعثات العلمية التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية (ESA) ، دخلت أو تدخل الآن أو ستدخل في المستقبل في مدار حول نقاط لاجرانج L-points . على سبيل المثال :

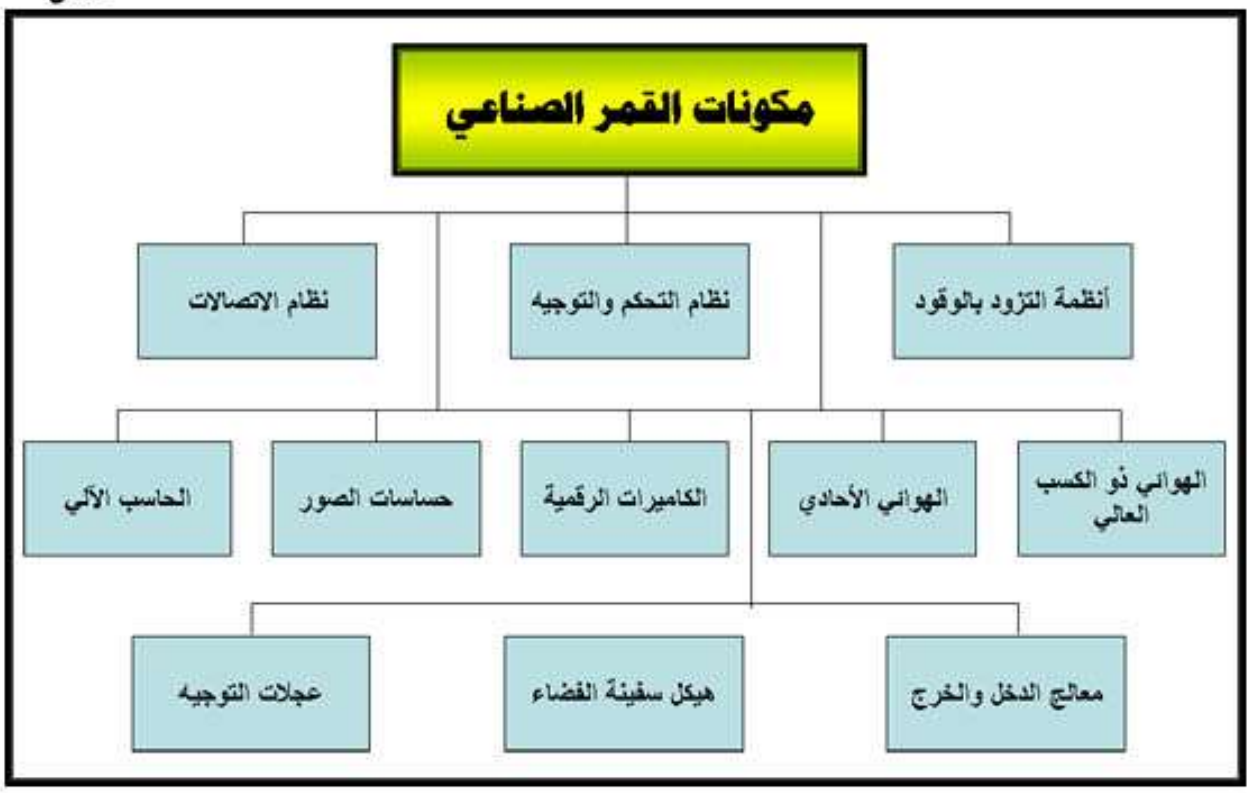
- التلسكوب الشمسي SOHO and LISA Pathfinder عند نقطة لاجرانج Sun-Earth L1 point .
- كلا من Herschel, Planck, Gaia, Euclid, Plato, Ariel, JWST, and the Athena telescope دخلت أو ستدخل إلي مدار عند نقطة لاجرانج Sun-Earth L2 point . م(1)

مراجع

1- Types of orbits - ESA

أجزاء القمر الصناعي

شكل



مكونات القمر الصناعي

مكونات أي قمر صناعي هي مجموعة الأجزاء والمعدات المختلفة التي يحتاجها لأداء المهمة المكلف بها.

النظام الضمني	الوظيفة الرئيسية	أسماء أخري
نظام الدفع Propulsion	يوفر الدفع اللازم لتعديل المدار والوضعية	Reaction Control System
نظام تحديد الوضعية والتحكم Attitude Determination and control System (ADCS)	يحدد ويتحكم في وضعية القمر في مداره ، بالإضافة إلي ملحقات القمر.	Atitude Control System Guidance, Navigation and Control
نظام الإتصال Communication	يوفر إمكانية الإتصال بين القمر والمحطة الأرضية	Tracking, Telemetry and Command

النظام الضمني	الوظيفة الرئيسية	أسماء أخري
نظام إدارة البيانات والأوامر Command and data Handling	يعالج ويوزع الأوامر يعالج – يخطط –ينسق المعلومات	Spacecraft Computer System SpaceCraft Processor
النظام الحراري Thermal	يحافظ علي توزيع حراري مقبول عبر القمر الصناعي	Environmental Control System
نظام الطاقة Power	يولد ويخزن الطاقة الكهربائية ومن ثم ينظمها ويوزعها علي الأنظمة	Electrical Power System
نظام الهيكل Superstructure	يوفر الدعم لبنية القمر	Structure Sub-system, Structure and Mechanisms

على الرغم من اختلاف أنواع الأقمار الصناعية وأحجامها، تشترك بأجزاء وأنظمة رئيسية و مكونات أساسية هي:

- الغلاف الخارجي (الحافلة Bus) : وهو الهيكل الأساسي للقمر الذي يضمّ كل مكونات وأجهزة القمر من الدوائر، والرقائق الإلكترونية وأجهزة الكمبيوتر الدقيقة ومولد للطاقة ومعدات الاتصال.
- نظام الطاقة Power Source ، ويتكون من ألواح الطاقة الشمسية Solar Panel التي تشبه الأجنحة وتمد القمر بالطاقة اللازمة لتشغيلة – بطارية احتياطية من الهيدروجين أو النيكل كادميدوم لتشغيل القمر في حالات الطوارئ أو في حالات الكسوف الشمسي أو مولدات الطاقة النووية.
- هوائيات Antennas لإرسال المعلومات إلى المحطة الأرضية واستقبال الأوامر منها.
- نظام الحمولة الفضائية (الجزء الوظيفي) : معدات لجمع المعلومات كالكاميرات Cameras والحساسات Scientific Sensors وأجهزة الاستشعار.
- هناك الكاميرات الرقمية الدقيقة جدا خاصة في أقمار التجسس وأقمار الطقس وأقمار الأبحاث العلمية وتصل دقة هذة الكاميرات إلي تصوير سيارت متحركة علي الأرض بكل تفاصيلها.
- نظام التحكم عن بعد لتعديل مكان القمر الصناعي ومساره من خلال صواريخ جانبية.

نظام الحمولة الفضائية

هو النظام المسئول عن تنفيذ الجزء الخاص بطبيعة المهمة الفضائية، فقد يكون هذا النظام عبارة عن آلة تصوير لالتقاط صور للأرض أو يكون عبارة عن نظام للاتصالات يقوم باستقبال الاتصالات من الأرض وإعادة إرسالها إلى حيث يراد إرسالها.

وقد يطلق عليها الحمل المفيد Useful Payload للقمر الصناعي (مثال مستشعرات وكاميرات كهروبصرية ذات طيف واحد، أو كاميرات ذات أطياف متعددة حساسة لجميع الألوان المرئية، أو مستشعر راداري).

المستشعرات الكهروبصرية

تتميز المستشعرات الكهروبصرية بقدرتها على إنتاج صور فضائية في مختلف الحيزات الطيفية، بقدرات تحليل أرضية مختلفة، وذلك لتسهيل عملية تمييز وتصنيف الأهداف المختلفة. ويعيب هذه المستشعرات اعتماد تشغيلها على وجود ضوء، ومن ثم تفقد ميزة التصوير الليلي وكشف تحركات القوات (في التطبيقات العسكرية)، التي غالباً ما تحدث ليلاً. كما يعيبها أيضاً التأثر بالعوامل الجوية المختلفة، مثل السحاب والضباب والأمطار، وكذلك عدم القدرة على اختراق سطح الأرض.

وقد استُخدمت في الماضي كاميرات مزودة بأفلام، وتعمل هذه الكاميرات كمستشعرات كهروبصرية لالتقاط الصور، أما الآن فتستخدم مستشعرات ذات تقنيات رقمية متقدمة، مزودة بمصفوفات تستطيع كشف الطاقة المشعة أو المنعكسة، خلال جزء من الطيف الكهرومغناطيسي، تمكن من الحصول على صور رقمية ذات جودة عالية، بسهولة أكثر وبدقة أعلى من الكاميرات التقليدية. وهناك المستشعرات ذات الطيف المتعدد، وهي تنتج صوراً يمكنها كشف الفروق الصغيرة خلال حيزات متعددة من الطيف، تمكن من تحليل البيئة والأرض المحيطة بها.

ويشتمل المخطط الصندوقي للمستشعرات الكهروبصرية الرقمية الخاصة بالقمر الصناعي على:

(أ) تلسكوب لتركيز الإشعاع الساقط على المستوى البؤري.

(ب) مستوى بؤري يتكون من كاشف ومعدات ضوئية إضافية ضرورية لتجميع الصور.

(ج) الدوائر الإلكترونية الخاصة بالتقريب، والتي تتكون من كاشف ودوائر دفع ومكبر ابتدائي ومحول من نمطي Analog إلى رقمي Digital.

(د) دوائر إلكترونية خاصة بتداول المدلولات الرقمية وضغطها، تتكون من معالج دقيق للتشغيل والتحكم والتشكيل والضغط.

المستشعرات الرادارية

هي مستشعرات إيجابية يوجد بها مصدر طاقة خاص بها، وهي ترسل أشعة الطاقة الكهرومغناطيسية إلى الأرض وتكوّن الصور بتحديد توقيتات النبضات المنعكسة بدقة من الأشياء الموجودة على الأرض.

ويتميز هذا النوع من المستشعرات بعدم اعتماده على ضوء الشمس، واعتماده فقط على الموجات الكهرومغناطيسية المنعكسة، ما يمكّن من التصوير ليلاً ونهاراً، وعدم التأثر بالظروف الجوية، والقدرة على اختراق الأهداف (أحد خصائص الموجات الكهرومغناطيسية).

ويعيب المستشعرات الرادارية الحاجة إلى هوائيات ضخمة، قد يصل وزنها إلى 750 كجم، واستهلاك كمية كبيرة من الطاقة الكهربية، نظراً لزيادة الوزن، ما يترتب علية ارتفاع التكلفة وانخفاض قدرات التحليل الطيفي، لاعتماده على تردد إرسال وحيد.

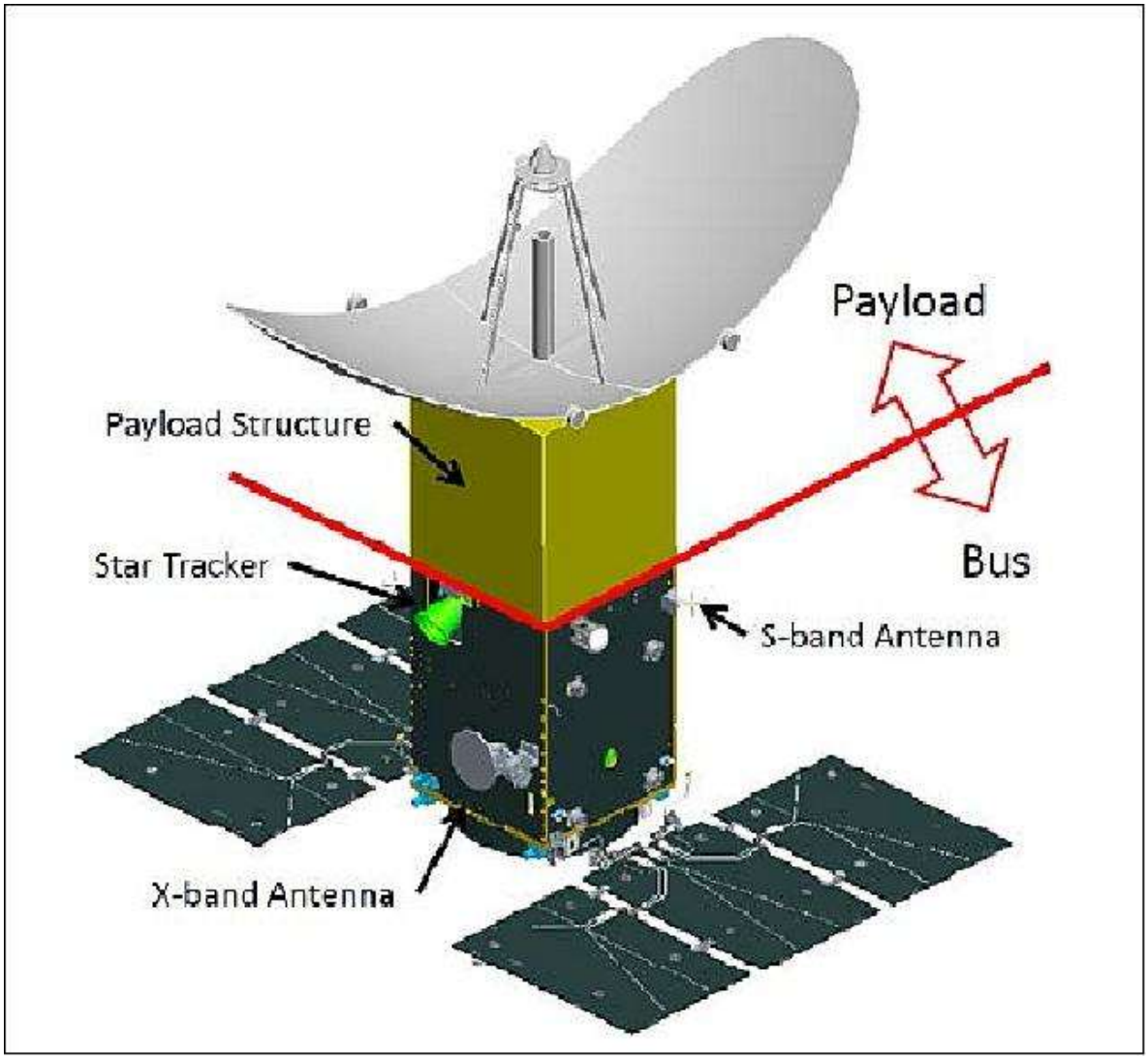
الغلاف الخارجي (الحافلة Bus Structure)

مسميات : الهيكل الأساسي – الحافلة Bus (أو المنصة Platform)

عبارة عن الهيكل الأساسي للقمر الذي يضمّ كل مكونات وأجهزة القمر من الدوائر، والرقائق الإلكترونية وأجهزة الكمبيوتر الدقيقة ومولد للطاقة ومعدات الاتصال وتوفر لها التثبيت الميكانيكي المستقر. ، وتشمل جسم القمر، ووحدات الطاقة الكهربية، ووحدات التحكم الحراري، ومعدات التحكم المتكامل، وأنظمة الدفع، ومعدات تداول البيانات الرقمية، ونظام الاتصالات مع المحطات الأرضية (سيتم شرحهم بالتفصيل فيما يلي).

وتعتبر القوات الجوية الأمريكية المركبة الفضائية تتكون من الحمولة النافعة للبعثة Mission Payload والحافلة Bus (أو المنصة Platform). توفر الحافلة Bus الهيكل الفيزيائي والتحكم الحراري Thermal Control والطاقة الكهربائية Electrical Power والتحكم في التموضع Attitude Control والقياسات عن بعد Telemetry والتتبع Tracking والقيادة Commanding.

The bus is an integration of a whole lot of sub-systems: Power (solar panels, batteries), data (satellite telemetry and tracking information, antennas), thermal (radiators—active/passive/both), pointing (control moment gyroscopes, thrusters, reaction wheels), and fuel (for the thrusters). Plus there are places on it for the payload.



نموذج لأحد الأقمار الصناعية مع بيان حدود الحافلة Bus والحمولة العلمية Payload

يتم بناء هذا الهيكل بدقة عالية في الهندسة والتصميم ، فمواد هذا الهيكل تجمع مابين المتانة العالية والوزن النوعي المنخفض حيث تقوم المعركة الهندسية بين القدرة على حمل الأوزان وتحمل الإجهادات المختلفة التي يتعرض لها القمر خلال رحلته من جهة ، وتقليل استهلاك الوقود من خلال تقليل الوزن قدر الإمكان ، لتأمين أكبر زمن وقدرة كافية لحركة القمر خلال أداء مهمته في المدار الخاص به.

ونتيجة كل هذه العوامل تعتبر المواد التالية مثل : الألمنيوم (خفة الوزن) والتيتانيوم (قساوة ومتانة عاليتين) والجرافيت (صلادة) ، هي أكثر المواد استخداما في الصناعة الإنشائية لهيكل الحافلة Bus Structure في القمر الصناعي.

وظائف الحافلة Bus

(1) يتيح التجميع الميكانيكية Mechanical Integrity الشاملة للمركبة الفضائية ، حيث يتم توفير مكان للحمل المفيد Useful Payload والوحدات الفرعية Sub-Systems الأخرى للقمر الصناعي، بحيث تحقق توائماً ميكانيكياً مستقراً.

(2) تحقيق التوائم مع القاذف المستخدم للإطلاق.

(3) تحمل الأحمال المختلفة المتوقع حدوثها للقمر خلال مراحل دورة حياته (التكامل . الاختبار . النقل . الإطلاق حيث يدعم مكونات المركبة الفضائية ويضمن تحملها لمؤثرات عملية الإطلاق . المناورة في المدار)، وذلك دون التأثير على أداء المعدات متكاملة.

منظومة الطاقة الكهربية Electrical Power System EPS

نظام الطاقة Power System (وحدات الطاقة الكهربية) هو النظام المسئول عن إمداد القمر الصناعي بالطاقة والتحكم في توزيع هذه الطاقة على الأنظمة المختلفة.

المصدر الأساسي : مصفوفات الخلايا الشمسية Solar Arraies .

المصدر الاحتياطي : البطاريات Batteries .

يعتمد القمر الصناعي في مداره على الطاقة الشمسية Solar Power ؛ حيث يستخدم خلايا شمسية لتحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربية يستخدم بعضها مباشرة ويخزن بعضها في بطاريات لاستخدامها في أوقات لا تتوافر فيها الطاقة الشمسية عندما يقع القمر الصناعي في ظل الأرض ولا يرى الشمس.

وحدات الطاقة الكهربية : تستخدم لتوليد وتخزين وتنظيم الطاقة الكهربية اللازمة، لضمان تغذية القمر خلال فترات تنفيذ مهامه.

نظام الدفع Propulsion System

قد يطلق عليه اسم Reaction Control System .

هذا النظام قد لا يوجد في بعض الأقمار الصناعية الصغيرة؛ حيث لا تكون له حاجة ضرورية، وفي الأقمار التي تحتوي نظامًا للدفع يستخدم هذا النظام لإيصال القمر إلي مداره أو لنقل القمر الصناعي من مدار إلى مدار آخر أو لتصحيح مكان القمر الصناعي في مداره حيث يقوم نظام الدفع بالتصحيحات اللازمة للأخطاء التي قد تنتج من الممانعة الهوائية أو المجال المغناطيسي الأرضي أو الرياح الشمسية ، وذلك للمحافظة علي المدار الثابت للقمر.

وتختلف أنظمة الدفع بحسب طريقة عملها ، فمنها الأنظمة الكيميائية Chemical Thrusters أو الكهربية Ion Thrust Engine أو الميكانيكية مثل الغاز المضغوط Compressed Gas أو عجلات رد الفعل Reaction Wheels ، إضافة إلي مهمة إيصال القمر إلي مداره.

تُستخدم أنظمة الدفع في تصحيح وضع القمر بناء على أوامر المحطة الأرضية كالأتي:

(أ) تصحيح الأخطاء نتيجة الإطلاق.

(ب) المحافظة على وضع المدار.

(ج) توفر عزم التحكم حول محاور الدوران أثناء الإطلاق.

دفع المركبات الفضائية هو طريقة تسمح للمركبة الفضائية بالسفر عبر الفضاء عن طريق توليد قوة دفع Thrust لدفعها إلى الأمام. ومع ذلك ، لا يوجد نظام دفع واحد متعدد الاستخدام: مثل نظام Monopropellant ، ونظام Bipropellant ، ونظام الدفع الآيوني Ion Propulsion ، إلخ. كل نظام دفع يولد الدفع بطرق مختلفة قليلاً ولكل نظام مميزاته وعيوبه. ولكن معظم محركات المركبات الفضائية اليوم تعتمد على محركات صاروخية Rocket Engines. الفكرة العامة وراء محركات الصواريخ هي أنه عندما يلتقي المؤكسد مع الوقود يحدث إطلاق متفجر للطاقة والحرارة بسرعات عالية ، مما يدفع المركبة الفضائية إلى الأمام. يحدث هذا بسبب مبدأ أساسي واحد يعرف باسم قانون نيوتن الثالث. وفقا لنيوتن ، "لكل فعل رد فعل مساوي في المقدار ومضاد له في الإتجاه". ومع إطلاق الطاقة والحرارة من مؤخرة المركبة الفضائية ، يتم دفع جسيمات الغاز خلف المركبة للسماح للمركبة الفضائية بالاندفاع إلى الأمام. السبب الرئيسي وراء استخدام محرك الصاروخ اليوم هو أن الصواريخ هي أقوى أنواع الدفع هناك.

نظام الدفع أحادي الوقود Monopropellant Propulsion

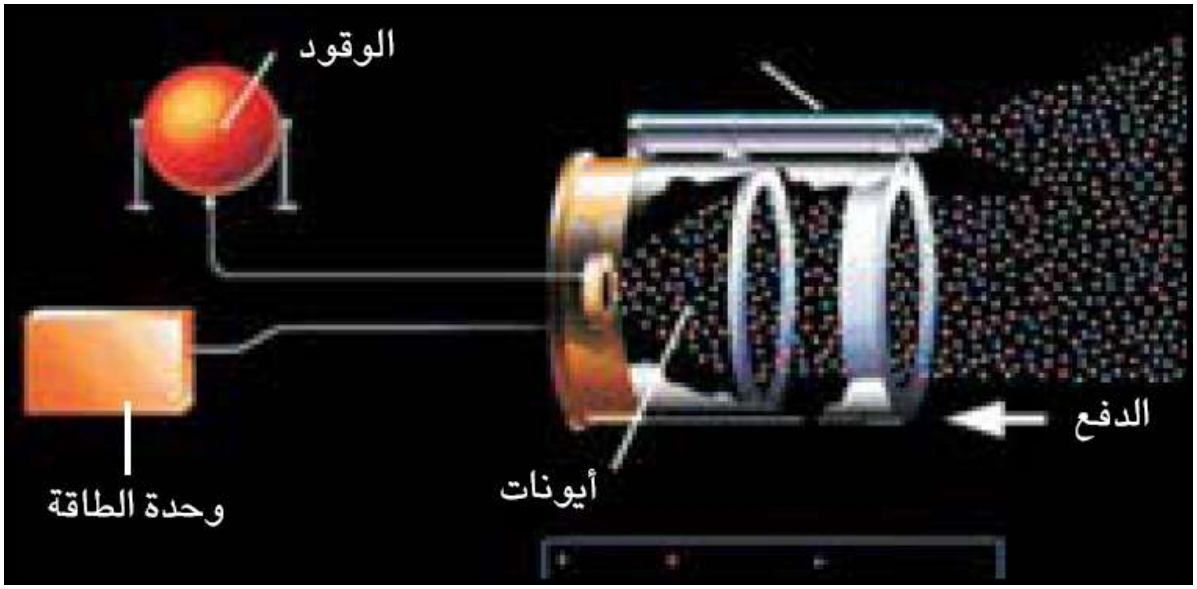
لكي يعمل نظام الدفع ، عادة ما يكون هناك دائما خط للمادة المؤكسدة وخط للوقود. بهذه الطريقة ، يتم التحكم في دفع المركبة الفضائية. ولكن في نظام الدفع أحادي الوقود Monopropellant Propulsion ، لا توجد حاجة إلى خط للمادة المؤكسدة ولا يحتاج سوى لخط الوقود فقط لأن المؤكسد مرتبط كيميائياً في جزيء الوقود نفسه. ولكن من أجل التحكم بنظام الدفع ، لا يمكن أن يحدث احتراق الوقود إلا بوجود عامل حفاز Catalyst . هذا النوع مفيد للغاية لأنه يجعل محرك الصاروخ أخف وزنا وأرخص ، ومن السهل التحكم به ، وأكثر موثوقية. ولكن ، العيب هو أن تلك المادة الكيميائية شديدة الخطورة في التصنيع والتخزين والنقل.

نظام الدفع ثنائي الوقود Bipropellant

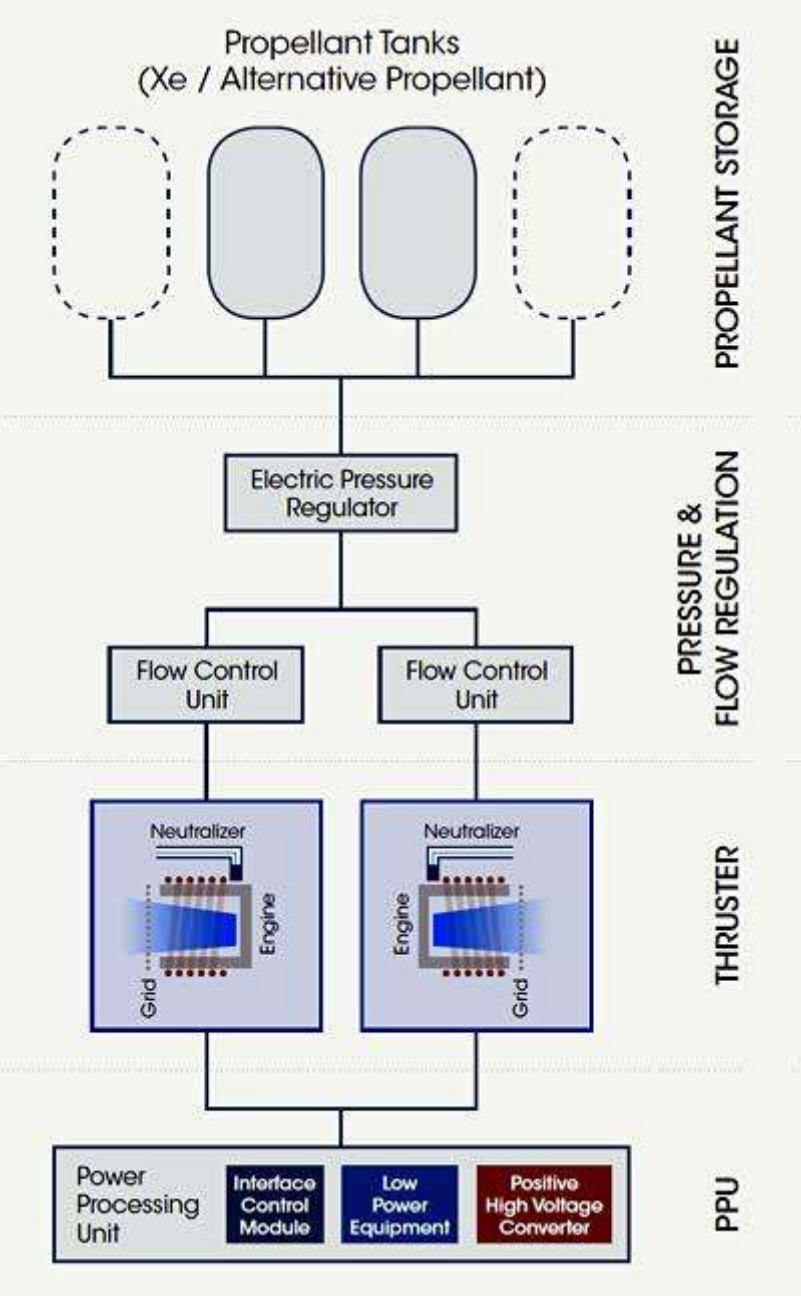
نظام الدفع ثنائي الوقود Bipropellant هو محرك صاروخي يستخدم وقد دافع سائل Liquid Propellent. وهذا يعني أن كلا من المادة المؤكسدة والوقود في الحالات السائلة. هذا النظام فريد من نوعه لأنه لا يحتاج إلى نظام إشعال Ignition System ، فالسائلين سوف يشتعلان تلقائياً بمجرد تلامسهما ببعضهما البعض وينتج الدفع اللازم لدفع المركبة إلى الأمام. والفائدة الرئيسية لهذه التقنية هي أن هذه الأنواع من السوائل ذات كثافة عالية نسبياً ، مما يسمح لحجم خزان الدفع أن يكون صغيراً ، وبالتالي زيادة فعالية الحيز المتوفر. الجانب السلبي هو نفسه الخاص بنظام الدفع أحادي الوقود Monopropellant : خطير جدًا في التصنيع والتخزين والنقل.

المحرك الآيوني Ion Propulsion System

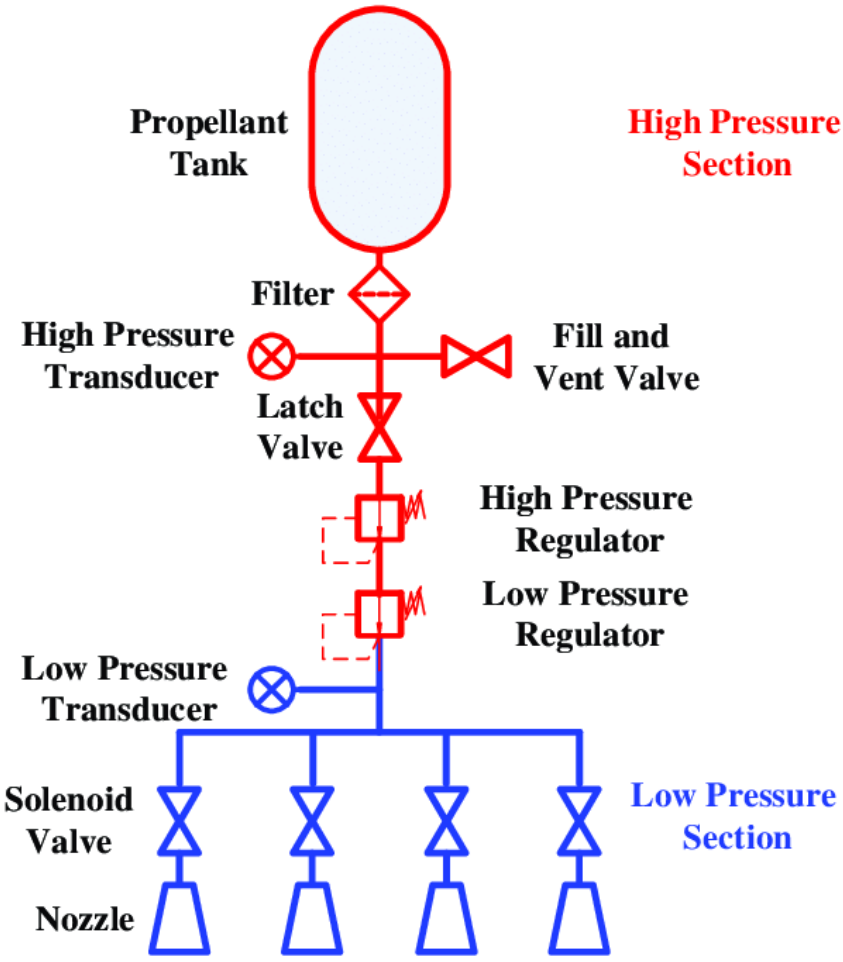
نظام الدفع الأيوني Ion Propulsion System هو نوع من المحركات التي تولد الدفع عن طريق قذف الإلكترونات أو تسارع الأيونات. عن طريق إطلاق إلكترونات عالية الطاقة علي ذرة المادة الدافعة (شحنتها متعادلة في الوضع الطبيعي) ، فإنه يزيل الإلكترونات من ذرة المادة الدافعة مما يجعل ذرة المادة الدافعة موجبة الشحنة كهربيا. يتم توجيه الأيونات موجبة الشحنة لتمر عبر شبكات مشحونة بشحنة موجبة وتحتوي على آلاف الثقوب الدقيقة المحاذية ومزودة بجهود كهربية عالية الفولطية. ثم ، تتسارع الأيونات موجبة الشحن والمحاذية لبعضها عبر شبكة مسرع مشحون بشحنة سالبة مما يزيد من سرعة الأيونات حتى 90,000 ميل في الساعة. توفر كمية الحركة Momentum لهذه الأيونات الموجبة الشحنة قوة دفع للمركبة الفضائية إلى الأمام. ميزة وجود هذا النوع من الدفع هو أنه فعال بشكل لا يصدق في الحفاظ على سرعة ثابتة ، وهذا ضروري للسفر في الفضاء العميق. ومع ذلك ، فإن كمية الدفع المنتجة منخفضة للغاية وتحتاج إلى الكثير من الطاقة الكهربائية للعمل.



نظام دفع كهربائي Xenon



Radio Frequency Ion Propulsion Flow Schematic (Source)



مخطط لأحد أنظمة الدفع بالغاز المضغوط Compressed Gas أو منظومة الدفع بالغاز البارد Cold Gas Propulsion System (المصدر Source)

Schematic of the Adelis-SAMSON satellite cold gas propulsion system

حلول لمشكلة الوقود

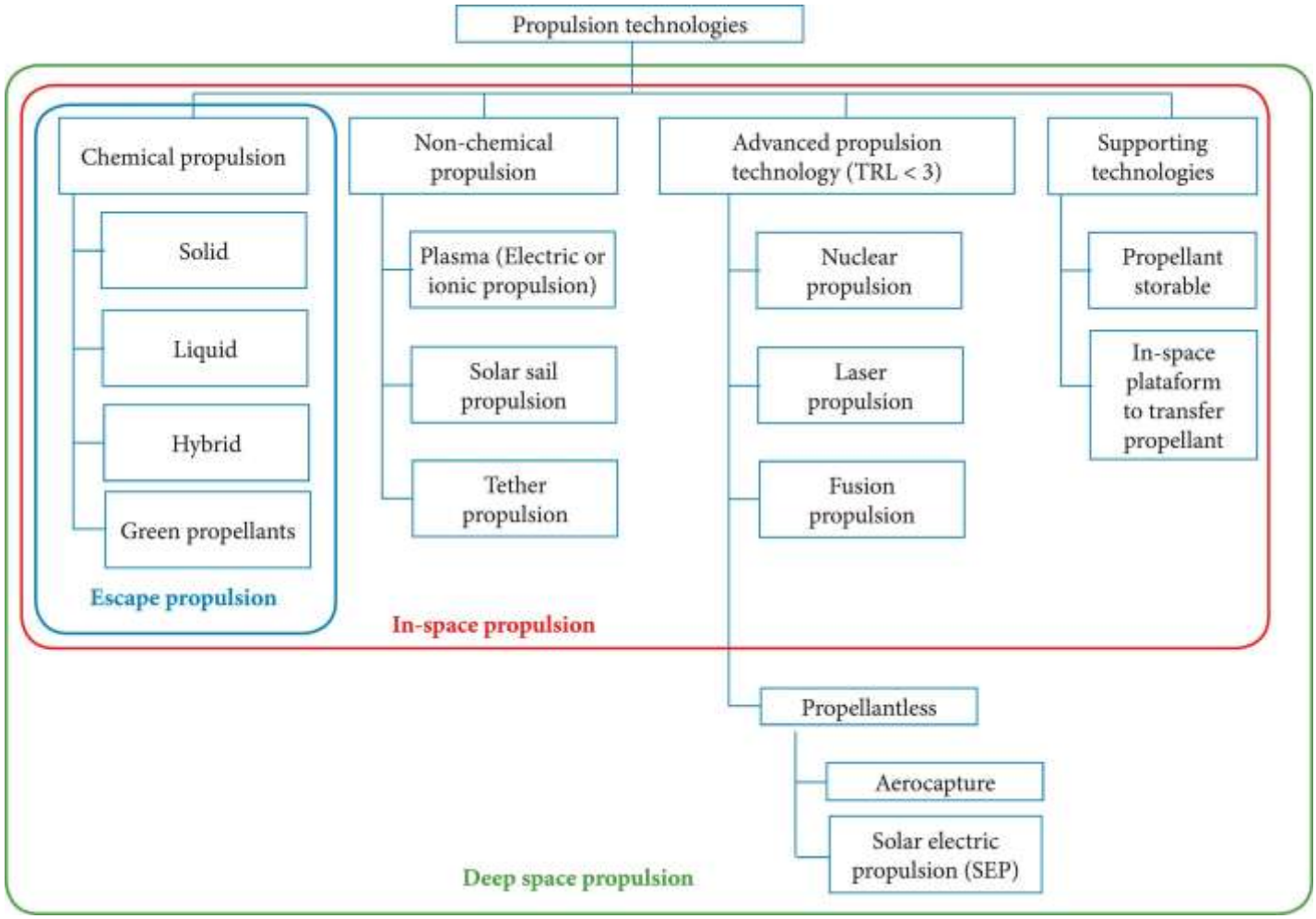
تظل الأقمار الصناعية على اتصال مستمر مع الأرض: فتدور بالضبط بنفس سرعة دوران كوكبنا نفسه لتظل فوق نفس النقطة طوال الوقت. ومع ذلك يتوجب ضبط المدار من وقتٍ لآخر وإلا ستواجه خطورة السقوط خارج المدار ويصبح غير متاح الوصول إليها. تُنفَّذ المناورات باستخدام وقود الدفع Propellant. ولكن الأقمار الصناعية ليست سيارات ولا طائرات — فلا يمكنها أن تطير عائدةً إلى الأرض للتزود بالوقود.

ولحل هذه المشكلة، تبحث الشركات من حول العالم عن طرق لتزويد الأقمار الصناعية بالوقود مباشرةً في الفضاء. وتختبر شركة MDA Corporation الكندية بالتعاون مع حلول شركة Effective Space البريطانية الإسرائيلية الأنظمة التي ستقوم بتوصيل الوقود الدافع إلى المدار في القطاع الأمريكي من محطة الفضاء الدولية. كما ورد أن وكالة الفضاء الدولية (ESA) طورت محركًا يمكنه استخدام جزيئات الهواء من الطبقات العليا للغلاف الجوي للأرض للحصول على الوقود.

يمكن حل مشكلة وقود الدفع Propellant جزئيًا باستخدام الكهرباء: حيث تسمح بتقليل استهلاك الوقود، في حين أنها متجددة من خلال الألواح الشمسية. كما أن هناك حاجة للكهرباء للاتصال مع الأرض والسفن الفضائية الأخرى. ولكن تُحجب الأقمار الصناعية عن الشمس لجزء من الوقت بسبب كوكب الأرض، لذا تعمل بالبطاريات التي تتسم بإمكانية محدودة.

واقترح العلماء الروس حلاً يتضمن عدة عشرات من الروبوتات المدارية التي ستعيد شحن الأقمار الصناعية التي تنفد منها الطاقة. ستستمد الروبوتات الكهرباء من مصدرين، وهما الانبعاثات الشمسية والاتصالات اللاسلكية من الأرض. ويمكن أن تمد التكنولوجيا فترات عمر السفن الفضائية مرة ونصفًا أكثر، مع جعلها أخف وزنًا عن طريق التخلص من البطاريات والألواح الشمسية "غير اللازمة".

تقنيات مختلفة



Propulsion technologies and the comparation between the technologies used in each region of space

تقنيات الدفع Propulsion Technologies والمقارنة بين التقنيات المستخدمة في كل منطقة من الفضاء

وحدات التحكم الحراري Thermal Control

تعمل منظومة التحكم الحراري Thermal Control على المحافظة على درجة حرارة القمر والمكونات الإلكترونية بداخله في حدودها المقررة، خلال جميع مراحل مهمتها وخاصة أثناء تواجده في بيئة الفضاء القاسية، حيث يتعرّض القمر خلال تواجده في مداره الى تقلّبات حرارية شديدة تتراوح بين 120 درجة تحت الصفر في الظل إلى 180 درجة بوجود الأشعة الشمسية. وهذه التقلّبات الحرارية تشكّل إحدى أهم العوائق الطبيعية لعمل هذه الأقمار.

وتتكون من عوازل ذات طبقات متعددة، وشرائط ذات انبعاثية منخفضة وأخرى ذات انبعاثية عالية، وطلاء لجسم السفينة الفضائية، وسخانات Heaters ومجموعة ثرموستات، ومرايا سطح ثابتة، ودروع إشعاع حراري.

تُستخدم منظومة التحكم الحراري في عملها وحدات التوزيع والعزل الحراري لحماية الأجهزة الالكترونية التي تعتبر أكثر المعدات حساسية للحرارة.

اقرأ عن بطانية الفضاء الحرارية Thermal Space Blanket في الجزء المخصص لها.

فرط السخونة *Overheating*

تواجه أجهزة تقوية الإشارة الفضائية Space Repeaters أو الأقمار الصناعية المتعلقة بالترحيل Relay Satellites والتي تعمل دائمًا بكامل طاقتها، مشكلة فرط السخونة Overheating. نظرًا لعدم وجود هواء في الفضاء المداري، لن تجدي المراوح المستخدمة لتبريد أجهزة الكمبيوتر الموجودة على الأرض نفعًا إلى حدٍ ما. لذا، رغم أن الفضاء أكثر برودة بكثير من سطح الأرض، فإن مشكلة تبديد الحرارة تُعد مشكلة أكثر تحديًا بكثير.

وللحفاظ على المركبات الفضائية من فرط السخونة، يتم تجهيزها بمبردات مشعة Radiators — وهي عبارة عن وحدات تحول الحرارة إلي طاقة إشعاعية Radiated Emission . وكلما زادت قوة القمر الصناعي، زاد حجم المبرد المشع Radiator المطلوب لتبريده. وبالتالي، فمن أجل تبريد أقمار الاتصالات الصناعية التي تبلغ طاقتها 25 كيلوواط ساعة والتي تنتمي إلى الجيل الجديد، صمَّم الباحثون مبردًا مشعًا بمقدار 4 x 1 متر.

معدات التحكم المتكامل

تؤدي الوظائف الآتية:

(أ) تجميع بيانات القياس وتشكليها وتشفيرها.

(ب) استقبال أوامر القيادة من بعد، سواء في الوقت الحقيقي Real Time أو في الوقت غير الحقيقي.

(ج) التحكم في صمامات الدفع الأخرى.

(د) التحكم الحراري.

(هـ) إدارة البطاريات.

الحاسب الملاحي Flight Computer : يعتبر جزء من منظومة القيادة وإدارة البيانات الاحتياطية ، التي تشكل دماغ القمر الصناعي الذي يتحكم بفعاليات القمر المختلفة.

معالج الـ "الدخل / الخرج I/O Processor" : هو جزء من نظام القيادة وإدارة البيانات الاحتياطي ، الذي يتحكم بحركة البيانات من وإلى الكمبيوتر المركزي في القمر.

نظام للتحكم في وجهة القمر الصناعي

يتعرض القمر الصناعي لمؤثرات خارجية تؤدي إلى تغيير وجهة القمر الصناعي، وبالطبع فإن الحفاظ على وجهة القمر . بحيث يظل دائمًا مطلاً بوجهه تجاه الأرض . ضروري لإتمام عملية الاتصال ونقل المعلومات للأرض بشكل صحيح، ونظام التحكم في وجهة القمر هو المسئول عن هذا الدور.

منظومة التحكم بالتوجيه Pointing Control

تقوم هذه المنظومة بالحفاظ على ثبات القمر الصناعي في وضعيته المطلوبة، وضمان التوجيه السليم في الإتجاه المطلوب الصحيح للقمر الصناعي. وهذا يُستخدم لنظام الحسّاسات التي تُعتبر بمثابة العيون التي ترى الوضعية Atitude الحالية للقمر، وآليات الدّفع والتسيير أو عجلات توليد العزم، وذلك تبعاً للتصميم الذي يعتمد على المهام المخصّص لها عمل القمر الصناعي. فالأقمار المخصصة للمراقبة العلمية (دراسة الكواكب والنجوم) تحتاج إلى نظام قيادة (تسيير ودفع) دقيق جداً مقارنة بما تحتاجه أقمار الاتصالات.

عجلات التوجية أو عجلات رد الفعل Reaction Wheels هي جزء من منظومة التحكم والتوجيه الاحتياطية في القمر الصناعي، تتكون من عجلات ثقيلة تدور مغزليا باتجاهات مختلفة ، يتولد نتيجة لتلك الحركة عزم دوراني يسبب حركة القمر الصناعي وانتقاله إلى الوضعية Atitude المنشودة.

منظومة التحكم المداري والوضعية Attitude and Orbit Control System AOCS .

معدات تداول البيانات الرقمية

وهى المعدات الخاصة بتجميع ومعالجة وإرسال بيانات المستشعرات الرقمية، وتؤدي الوظائف الآتية:

(أ) تخزين البيانات أو المدلولات الرقمية للحمل الأساسي، أو المفيد.

(ب) تشكيل وحدة البيانات أو المدلولات الرقمية للقناة الافتراضية.

(ج) التحميل والتشكيل لوحدة الدخول على القناة.

(د) التعديل بإزاحة زاوية الوجه رباعياً.

(هـ) تكبير وإرسال بيانات الحمل الأساسي.

نظام الاتصالات

نظام الاتصالات مسئول عن إتمام عملية الاتصال بالمحطة الأرضية اللازمة لعمل القمر الصناعي؛ حيث يتم إرسال أوامر من المحطة الأرضية للقمر الصناعي، يتم استقبالها عن طريق نظام الاتصالات، وكذلك يرسل القمر الصناعي معلومات للأرض خاصة بوضع القمر الصناعي ومستوى أداء أنظمته المختلفة.

ويتكون نظام الإتصالات من هوائيات الإستقبال والإرسال ، وكذلك يحتوي القمر على أجهزة تضخيم الإشارة الملتقطة إلى بضعة عشرات الآلاف مليون من المرات من أجل إعادة إرسالها مرة ثانية إلى المحطات الأرضية.

نظام الاتصالات مع المحطات الأرضية في منظومات الاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد

(أ) مستجيب Transponder يعمل في الحيز الترددي S-band.

(ب) هوائيات تشع في جميع الاتجاهات في الحيز (S).

(ج) مجموعة معدات التردد العالي.

المرسل (الناقل) والمستقبل Transmitter/Receiver:

جزء من منظومة الإتصالات الإحتياطية، تعمل عندما يحتاج القمر إلى إرسال صورة الى الأرض، حيث يقوم الناقل بتحويل بيانات الصورة إلى إشارة كهرومغناطيسية يمكن إرسالها إلى الأرض. وعندما يقوم المهندسون بإرسال أوامر الى القمر ليقوم بعمل ما(تبعا لنوع مهمّات القمر) يقوم المستَقبِل في القمر بالتقاط الإشارة واستقبالها وتحويلها الى رسالة (لغة) يفهمها الحاسب الملاح، داخل القمر الصناعي.

الهوائيات

في العادة تحوى الأقمار الصناعية على هوائيات إرسال واستقبال منفصلة. وتكون هوائيات الإرسال بشكل أطباق لتقوم بتوجيه الإشارات إلى منطقة محددة من سطح الأرض حيث تقوم المحطات الأرضية باستقبالها.

ويستطيع المهندسون توجيه هوائيات القمر الصناعي إلي أي نقطة وذلك بواسطة إرسال إشارات تحكم خاصة.

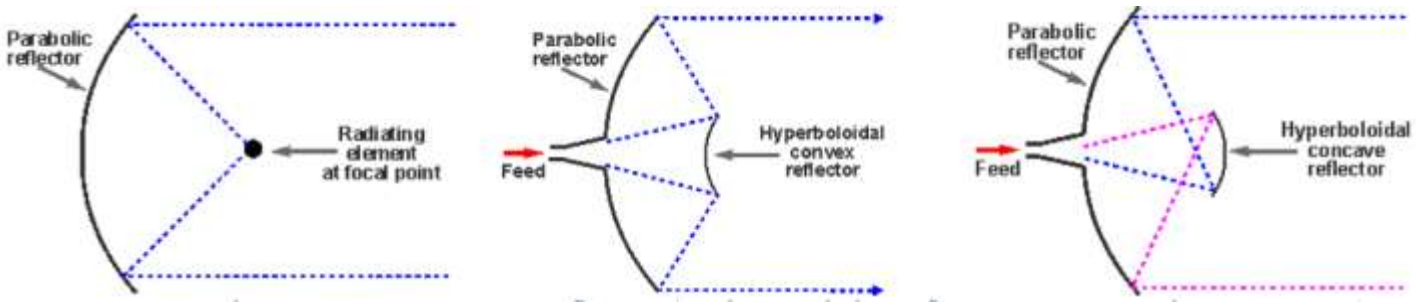
ويمكن توجيه هوائيات القمر الصناعي بدقة نحو سطح الأرض وذلك بجعل القمر الصناعي متوازيا في مداره. ويتم ذلك بجعل جسم القمر الصناعي يدور حول نفسه مرة كل ثانية ، وهذا يمكن من توجيهه دائما باتجاه نقطة محددة (بشكل متوازي مع محور الأرض).

من ناحية أخرى تدور هوائيات القمر الصناعي بنفس السرعة ولكن باتجاه معاكس وهذا يجعل الهوائيات باتجاه نقطة معينة ثابتة من سطح الأرض .

كانت الأقمار الصناعية سابقاً تطلق قوة قدرها 10 وات ، والآن تطلق قوة قدرها 150 وات. ومن المعروف أنه كلما زادت القوة الكهربية التي يطلقها القمر كلما أمكن استقبال إرسال القمر بأطباق ذات قطر أصغر.

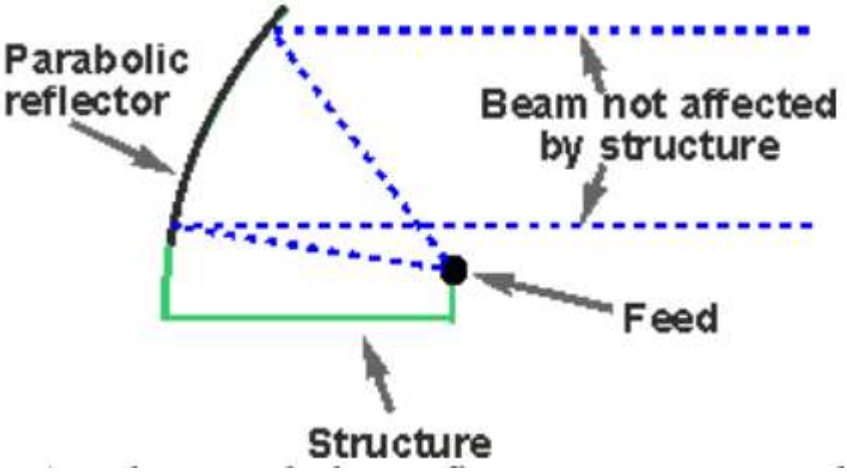
تستخدم بعض الأقمار الصناعية هوائيات مركزة لكي توجه الإشارة إلى منطقة صغيرة نسبيا مثل الجزء الشرقي من الولايات المتحدة الأمريكية، و هناك أقمار صناعية أخرى تستخدم هوائيات تسمح بتغطية جغرافية ضخمة تصل إلى ثلث مساحة الكرة الأرضية.

الهوائي كبير الحجم يجب أن يكون مطوياً عند إطلاقه ولا يشغل حيزاً على صاروخ الإطلاق وبذلك يوفر في تكلفة الاطلاق، ولكن عند وصول القمر إلي الفضاء ينفرد الهوائي .



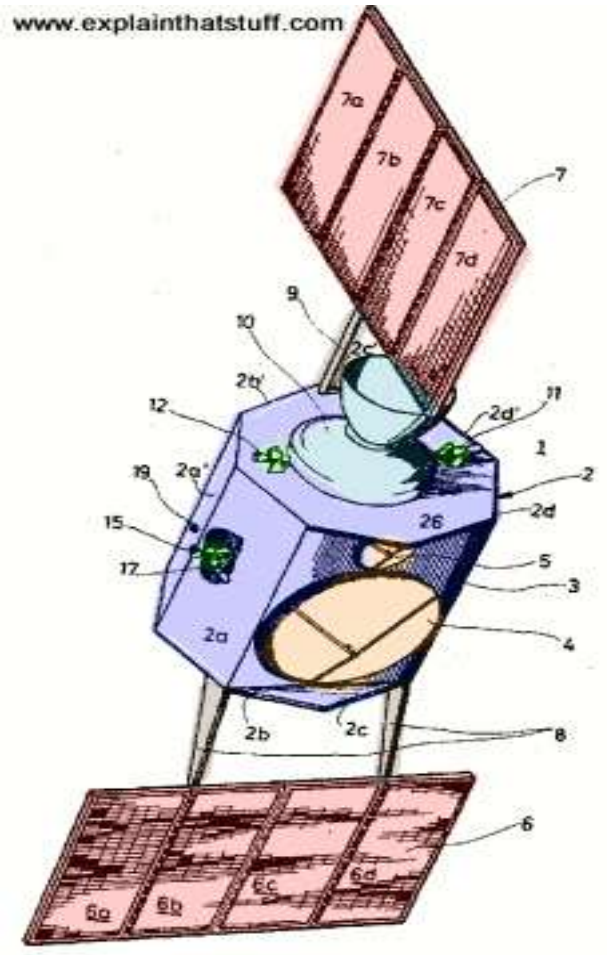
Focal, Cassegrain, Gregorian reflectors (Poole, Parabolic Reflector Antenna Feed Systems, 2014).

[Source]



Off axis reflector (Poole, Parabolic Reflector Antenna Feed Systems, 2014). [Source]

في الصورة التالية منظرٌ خارجيٌّ لقمر صناعي للإتصالات من الستينات صممه المهندس الألماني هانز ساس – Hans Sass ، حيث يمكنك رؤية كلّ الأجزاء الرئيسية ومن السهل معرفة عملها، لن نذكر جميع التسميات لترقيمات الصورة لأن قسمًا منها واضح وقسمًا منها مكرر:



4- طبق ضخم بشكل قطع مكافئ Parabolic Dish Antenna لإرسال واستقبال الإشارة Signal (برتقالي).

5- طبق صغير بشكل قطع مكافئ Parabolic Dish Antenna لإرسال واستقبال الإشارة Signal (برتقالي).

6- بطارية طاقة شمسية Solar Battery سفلية مكونة من أربعة ألواح شمسية Solar Panels (أحمر).

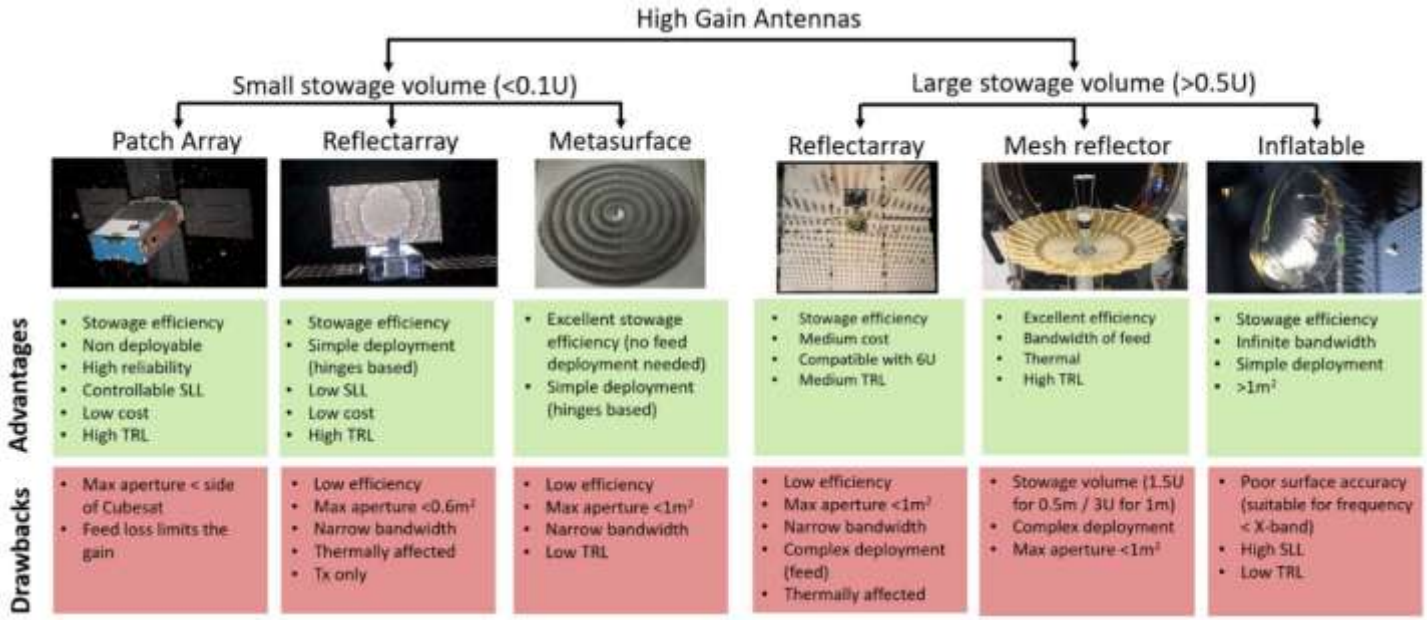
7- بطارية طاقة شمسية علوية Solar Battery مكونة من أربعة ألواح شمسية إضافية (أحمر).

8- دعامات لفرد الألواح الشمسية Solar Panels السفلية بعد أن يستقر القمر الصناعي في مداره (بني – رمادي).

9- دعامات لفرد الألواح الشمسية Solar Panels العلوية (بني – رمادي).

10- المحرك الصاروخي Main Rocket Motor الرئيسي للقمر الصناعي (أزرق فاتح).

11، 12، 15، 17- محركات تحكم صغيرة Control Engines تُبقي القمر الصناعي في موقعه Position ، دورانه Spin ، ومداره Orbit بدقة (أخضر).



High gain antenna selection guidelines for X- or Ka-band application for CubeSats. [Source]

فن طي الورق الأوريجامي Origami وتطبيقاته في الفضاء

يمكن استخدام مثل هذه الفكرة في الفضاء؛ تخيَّل مجموعة مصفوفة من الألواح الشمسية على مركبة أو قمر صناعي أو ما شابه. يمكن تكبير هذه المصفوفة وزيادة عدد الألواح وبالتالي زيادة الكفاءة عن طريق طيها بطريقة الأوريجامي Origami وإطلاقها الفضاء، بعد ذلك يمكن بسطها وفردها في الفضاء لتكوين شبكة كبيرة من الألواح الشمسية.

وهكذا يمكن الاستفادة من فن طي الورق في تطبيقات كبيرة كالألواح الشمسية إلى أصغر الأشياء كالآلات الجراحية الدقيقة.

كذلك يتم استخدام تلك الفكرة في تصميم هوائيات كبيرة يتم طيها في حجم صغير ثم نشرها عند وصول المركبة الفضائية عموما والقمر الصناعي خصوصا إلي مداره حول الأرض.

بطانية الفضاء Space Blanket

لدى بطانية الفضاء Space Blanket العديد من الأسماء مثل بطانية مايلر Mylar Blanket أو بطانية الطوارئ Emergency Blanket أو بطانية الإسعافات الأولية First Aid Blanket و غيرها من الأسماء.

تقول شبكة "سي.إن.إن" الإخبارية إن البطانية الفضائية والتي تبدو وكأنها مثل الأوراق المعدنية لديها جانبين أحدهما فضي والآخر ذهبي. وتوضح الشبكة الإخبارية أن تلك البطانية تبدو كذلك لسبب، فبداية وزنها يعادل الذبابة، وبها طبقات بلاستيكية ومطلية بمعادن معينة والذي يجعل لها تأثير كبير حماية الأشخاص من البر والحر الشديد والرياح وتساعد على إبقاء حرارة الجسم طبيعية.

تفسر الشبكة أن وكالة ناسا NASA تستخدم نفس المواد اللامعة العازلة لحماية العديد المواد الأرضية التي تنتقل إلى بيئات أكثر قسوة في الفضاء. ويقول مايك وايس نائب مدير برنامج تقني أن البطانية الحرارية تحولت من مواد أساسية على المركبات الفضائية إلى ملابس للمواطنين، وتشير الشبكة إلى أنها استخدمت في البداية كإسعافات أولية First Aid ، لحفظ حرارة أجساد العدائين في المارثون عند وصولهم لخط النهاية، ويستعملها ضحايا هجوم سمك القرش الذين يفقدون الكثير من الدماء، والمخيمين ، وتلجأ إليها المستشفيات للحفاظ على حرارة أجساد الطاقم الطبي والمرضى في غرف العمليات الباردة.

وفقا للشبكة فإنها تستخدم عادة بعد وقوع الكوارث الطبيعية، وحدث ذلك بالفعل عام 2005 الذي دمر القرى والبلدات الواقعة في جبال الهيمالايا في باكستان والهند وأفغانستان، حيث تم شحن أكثر من 150 ألف بطانية فضائية لضحايا هذه المنطقة. وكان للبطانية الفضائية دورا كبيرا في أزمة المهاجرين في أوروبا، خاصة لمن عبر البحر المتوسط في الشتاء وكانت درجة الحرارة تحت الصفر، والمياه متجمدة كفاية ليموتوا بسبب انخفاض درجة الحرارة.

استخدامات عسكرية

تصنع بطانية مايلر Mylar Blanket من البولي إيثيلين المعدن فهي تتكون من ورقة رقيقة من البلاستيك (غالبًا فيلم من PET) مغطى بطبقة عاكسة معدنية وعادة ما تكون بلون الذهب أو الفضة ، والذي يعكس ما يصل إلى 97 ٪ من الحرارة المشعة. و نظراً لفعاليتها يستخدمها الجيش الأمريكي مع إضافة طبقة أخرى خارجية لضمان أفضل عزل ممكن في الأجواء شديدة البرودة ، ويعتقد أن قوات طالبان استخدموا تلك البطانيات لإخفاء حرارة أجسامهم عن طائرات قوات الناتو خلال حرب أفغانستان.

الإستخدام في الفضاء

يتم استخدام بطانية مايلر Mylar Blanket على الأسطح الخارجية للمركبات الفضائية للتحكم الحراري ، كما أن الطبقة المعدنية تكون مقاومة للآشعة فوق البنفسجية.

هذه البطانية تم تطويرها لأول مرة بواسطة مركز مارشال لرحلات الفضاء التابع لناسا في عام 1964 لبرنامج الفضاء الأمريكي ، ، و كانت تتكون من 32 طبقة بلاستيكية بسمك 0.45 ملم و تكون مغلفة بطبقة ذهبية أو فضية اللون لتعكس ما مقدارة 97% من الحرارة المشعة.أما للاستخدام في الفضاء تستخدم مادة أخرى للتغليف و هي ركيزة البوليميد بسبب مقاومتها لبيئة الفضاء المعادية و مقاومة الأشعة الفوق بنفسجية UV .

على الرغم من أن بطاطين الفضاء تلك تنتج بكميات كبيرة ومتوفرة بأسعار رخيصة اليوم ، فقد بدأت في برنامج الفضاء في السبعينيات.

في عام 1973 م ، محطة الفضاء Skylab عانت من ارتفاع درجة الحرارة أثناء وجودها في المدار. بسبب وجود درع حرارة مكسور ، اقتربت درجة الحرارة داخل المحطة من درجات حرارة تصل إلى 130درجة فهرنهايت (54 درجة مئوية). ومع استمرار ارتفاع درجات الحرارة ، شعر موظفو ناسا بالقلق من تدهور المعدات والأغذية داخل المحطة. كانت إمكانية وجود غازات سامة تشكل تهديدًا أيضًا.

اتصل المهندسون بشركة في نيوجيرسي تدعى ناشيونال ميتاليزنج لمساعدتهم في إنشاء حاجب شمس طارئ لمحطة Skylab. حتى هذه النقطة ، كان المصنعون يستخدمون عملية التعدين في الغالب لصناعة اللعب وصنع زينة لأشجار عيد الميلاد. ناسا أدركت إمكانات هذه الألواح المعدنية الرقيقة اللامعة لحفظ الحرارة. وبالعمل معاً ، قامت المنظمتان بإنشاء مظلة شمسية تعكس الحرارة .

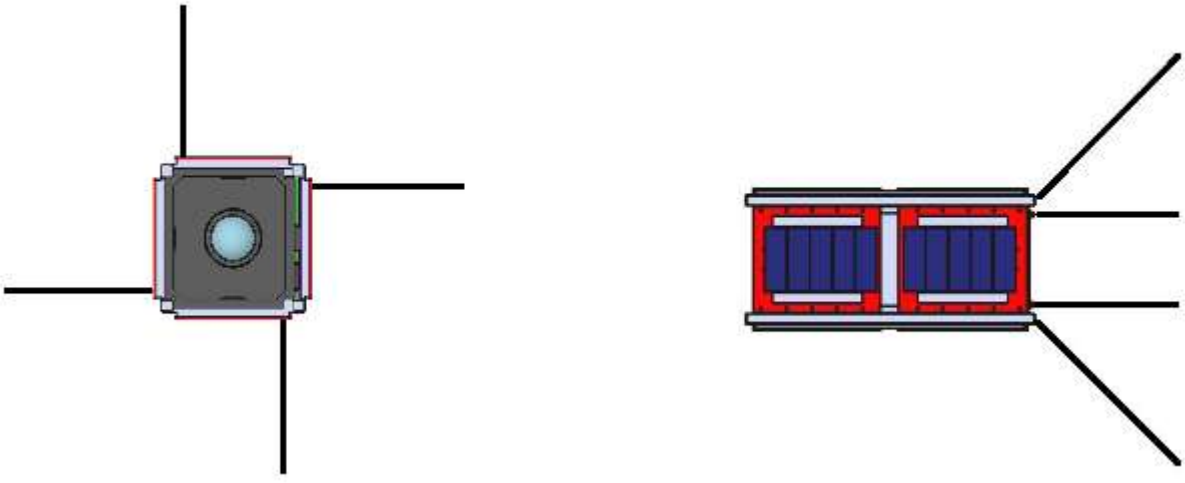
لقد نجحت في تشتيت الحرارة و سمحت لمركبة الفضاء بالبقاء في درجة حرارة عادية.

هوائيات الأقمار المصغرة

منظومة هوائي رباعي Turnstile Antenna System

هوائي لقمر مكعب (ANT430) GomSpace NanoCom ANT430

منظومة هوائي متعدد الإتجاهات Omnidirectional ورباعي الأذرع المائلة Canted Turnstile وقابل للنشر Deployable ذو مكونات قوية مما يزيل خطر تشوه الهوائي أثناء التخزين.



علي اليمين منظر جانبي Side View وعلي اليسار منظر علوي Top View للهوائي بعد نشره

Deployable, omnidirectional, canted turnstile antenna system with rigid antenna elements, which eliminates the risk of antenna deformation while stowed.

The turnstile antenna system consists of four monopole aerials combined in a phasing network in order to form a single circular polarized antenna. The antenna radiation pattern is close to omnidirectional and there are no blind spots, which can cause fading with tumbling satellites.

The antennas are compatible with the 1U, 2U or 3U ISIS CubeSat structures and can be mounted on either the top or bottom of the structure.

1U Cubesat

The antenna PCB is designed to be the least obstructive to any top or bottom mounted payload or panels. It has a low profile that allows a solar panel to be mounted on top, and a large aperture in the center suited for a protruding camera lens, propulsion hardware or similar.

Features

•Omnidirectional Canted Turnstile CubeSat Antenna

•Frequency range 435 ±5 MHz [Tuned to work in the frequency range of 435 ±5 MHz]

•Gain: 1.6 dBi to -1 dBi [actual gain characteristics depend on the shape of the spacecraft and its deployables].

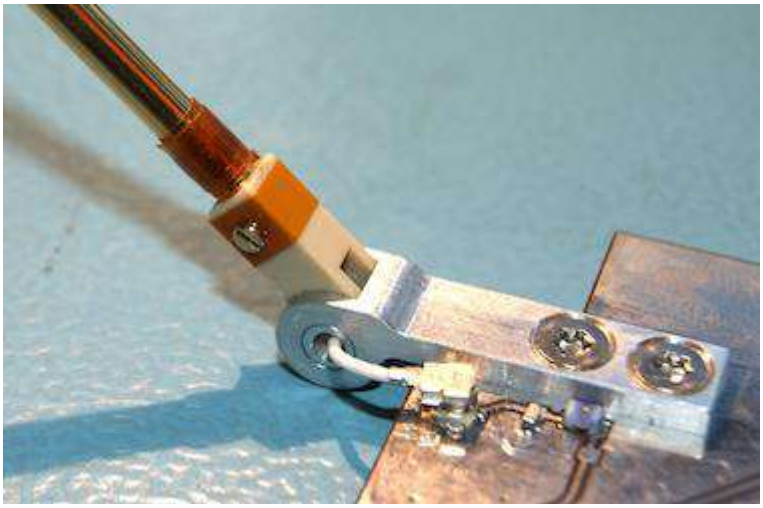
•Rigid antenna tubes (no risk of antenna deformation while stowed)

•Matched to 50 **Ω**

•PCB material: Glass/Polyamide

•IPC-A-610 Class 3 assembly

Deployment النشر



مفاصل الهوائي Antenna hinge

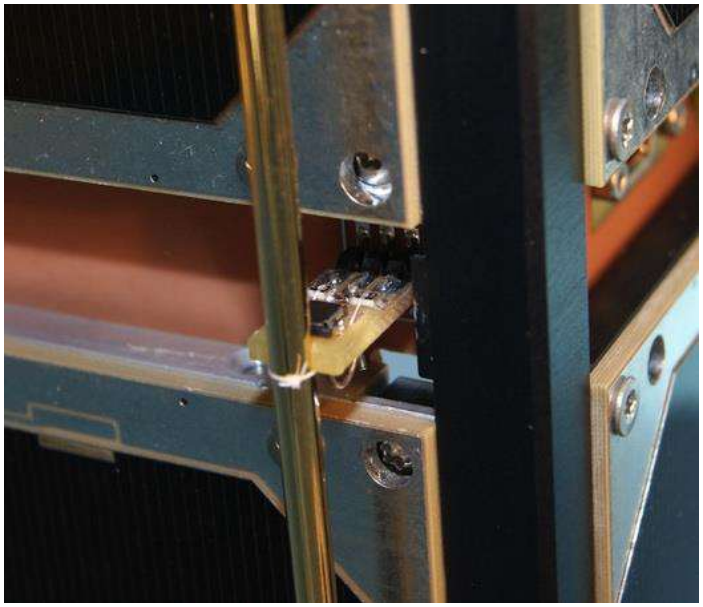
All four antenna elements are individually mounted on torsion-spring loaded hinges which, when released, rotate the antenna elements to an angle of 45 degrees above the PCB. The spring is only tensioned to approximately half its safe rating in stowed mode, and it is thus safe to keep the antennas stowed indefinitely without effecting the reliable deployment.

يتم تثبيت جميع عناصر الهوائي Antenna Elements الأربعة بشكل فردي على مفصلات مضغوطة زنبرك التواء Torsion-Spring والتي عند إطلاقها ، تقوم بتدوير عناصر الهوائي إلى زاوية 45 درجة فوق اللوحة الإلكترونية المطبوعة PCB . يتم شد الزنبرك Spring فقط إلى ما يقرب من نصف معدله الآمن في وضع التخزين Stowed Mode ، وبالتالي فهو آمن للحفاظ على الهوائي محفوظًا إلى أجل غير مسمى دون التأثير على جودة عملية النشر Deployment .

النشر الفعال للهوائي Active Antenna Deployment

تم تصميم الهوائي ANT430 ، مع زنبركاته Springs ، ليتم نشره بفاعلية. عن طريق طي القضبان Rods على طول جانب القمر وربطها بآلية نشر Deployment Mechanism . عادة ما يتم استخدام مقاومة حرارية تحرق سلك يربط الهوائي وبالتالي تحرير قضبانه ونشرها.

The ANT430 is, with it springs, designed for active deployment. By folding down the rods along the side and tying them to a deployment mechanism. Usually a burn resistor burns through a wire tying down the antenna, and releases them.



صور تبين الهوائي وقد تم ربطه إلي آلية النشر Deployment Mechanism

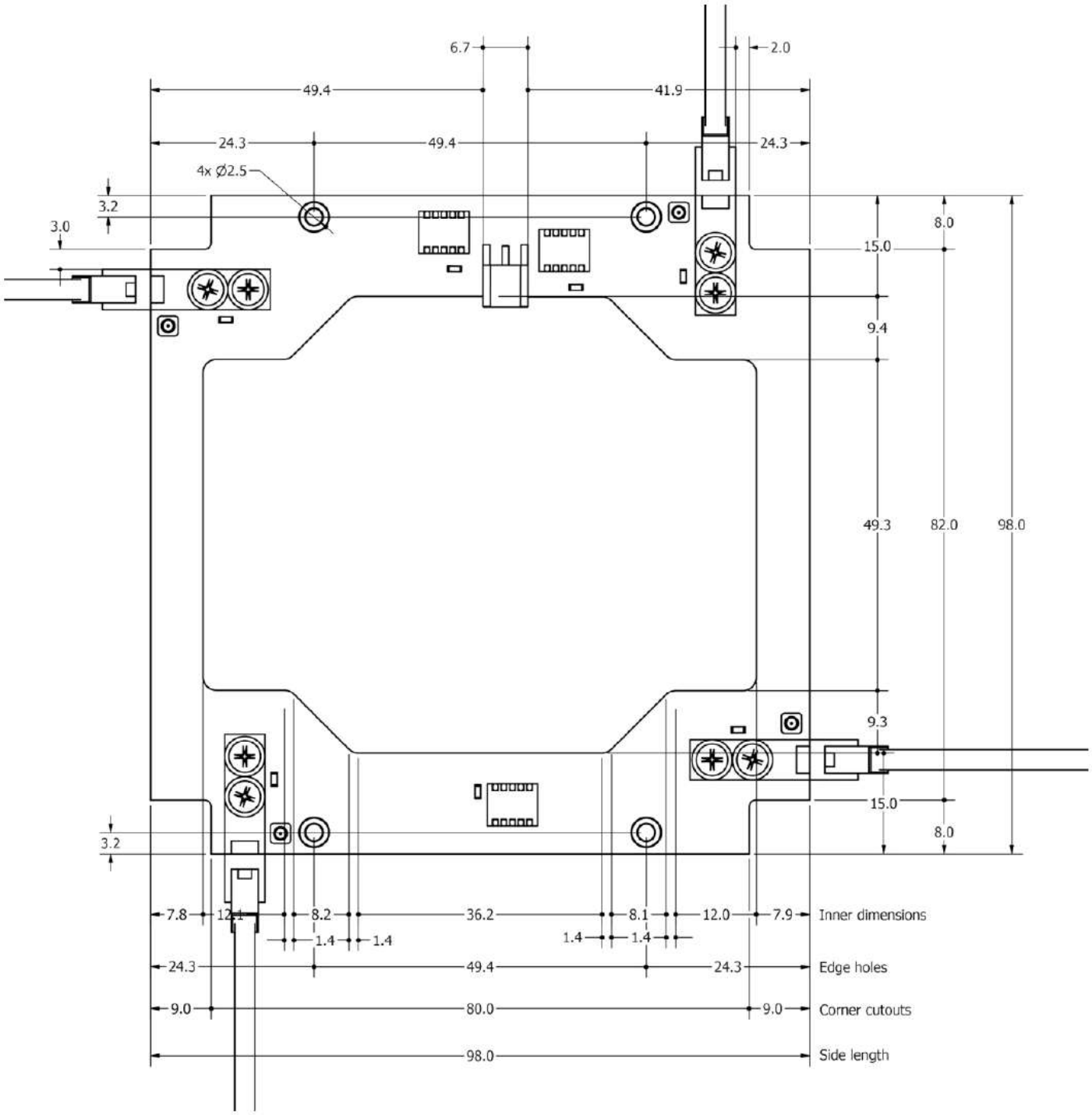
يرتبط عنصر الهوائي Antenna Element بآلية النشر Deployment Mechanism بسلك محترق Burn Wire . ويكون مربوط بمقاومتين حراريتين Redundant Burn Resistors ومضغوط بزنبرك Spring لضمان طيه حتى أثناء الاهتزازات. وتحتوي اللوحة الإلكترونية المطبوعة PCB علي مفتاح مصغر Microswitch لإستشعار عملية النشر.

The antenna element is tied to the deployment mechanism with burn wire. It is tied over redundant burn resistors and spring loaded to ensure a tight fit, even during vibrations. The deployment PCB's also includes a microswitch to sense deployment.

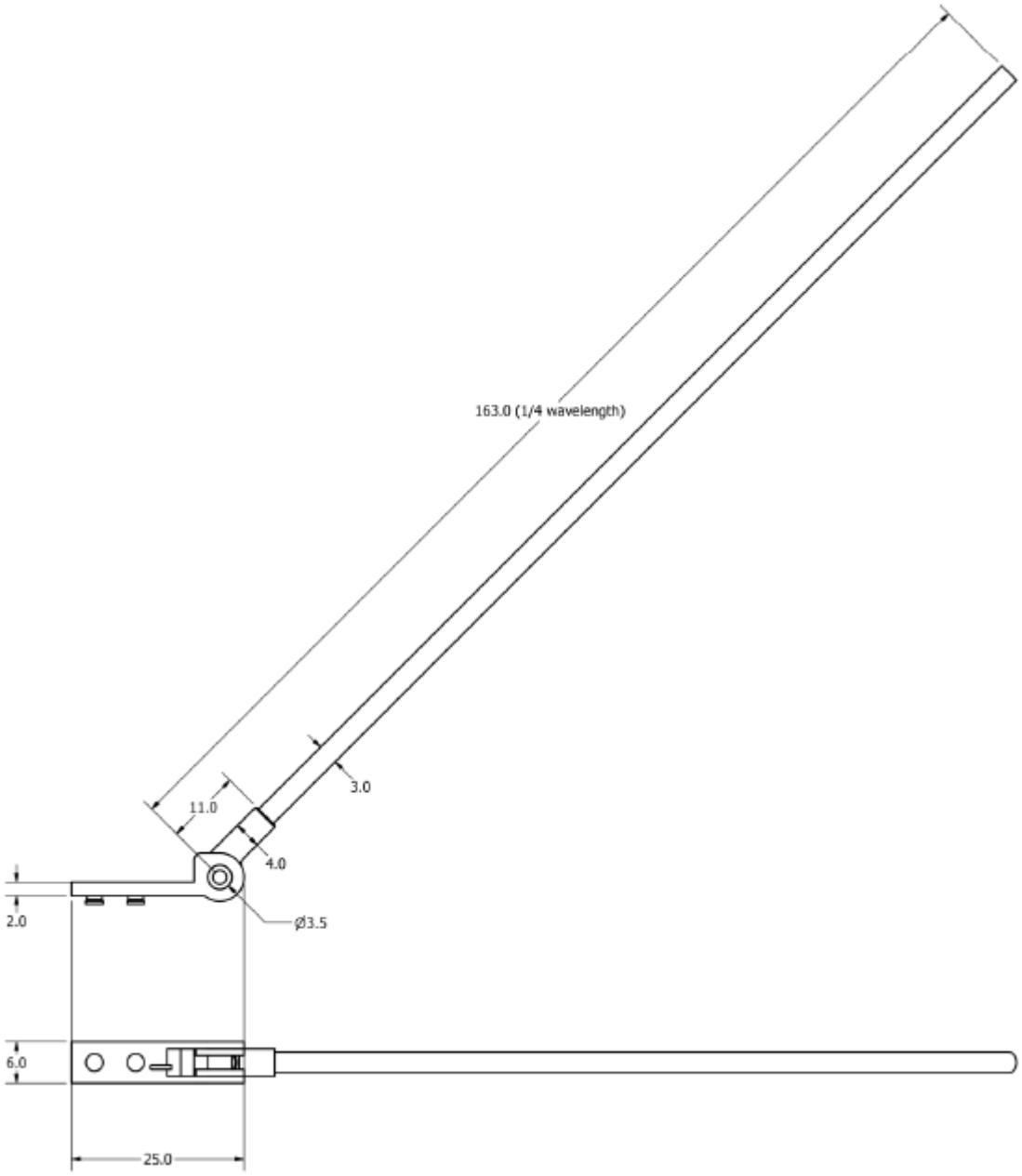
مثال للخصائص الفيزيائية Physical Characteristics

Description	Value
Total mass of ANT430	30 g
Mass of one antenna rod	1.5 g
Mass of one antenna rod	1.0 g
Size of PCB for 1U satellites	98x 98 mm

Length of antenna rod from hinge to tip	163 mm
Length of antenna rod from hinge to tip for 1U satellites	110 mm



الأبعاد Dimensions بوحدة ملم mm


163.0 (1/4 wavelength)
3.0
11.0
4.0
2.0
Ø3.5
6.0
25.0

المحطة الأرضية Earth Station

المحطات الأرضية نوعان: نوع يستخدم للاتصال بالقمر الصناعي لتبادل الأوامر والمعلومات الخاصة بعمل القمر الصناعي نفسه، والنوع الآخر يستقبل المعلومات أو الاتصالات المطلوبة لإتمام إنجاز المهمة الفضائية.

أ. المحطة الأرضية للتحكم في القمر

تختص المحطة الأرضية للتحكم في القمر، بصفة عامة، بتحقيق الاتصال المستمر بالقمر أثناء عمله تحت كل الظروف، كما ترسل أوامر التحكم في القمر فيما يخص المدار وزوايا التصوير واعتبارات الندى والتتبع، وكذلك استقبال وتحليل ومعالجة بارامترات التليمتري.

ولتحقيق هذه المهام يستلزم أن يكون هوائي القمر من نوع Omni-Directional Antenna، لتحقيق الاتصال مع المحطة الأرضية في جميع الأوقات والظروف المختلفة، وأن يكون هوائي المحطة الأرضية من نوع High Gain Directional Antenna .

ب. المحطة الأرضية لاستقبال الصور الفضائية من القمر.

ج. مركز التحكم والتخطيط للمهام.

رخصة قيادة الأقمار الصناعية

التحكم في الأقمار الصناعية ليس بالمهمة السهلة، حيث يصعب تحديد مسارها بشكل دقيق من الأرض، خاصة وأن مراقبي الأقمار الصناعية لا يحصلون سوى على بيانات مبهمة .

فبعد إطلاق صاروخ أو ما يسمي بمركبة الإطلاق Launch Vechile ، يقوم فريق من المهندسين المتخصصين في التحكم بالأقمار الصناعية بتفعيل جهاز الرصد لتقفي آثار الصاروخ. وبعد وصول الصاروخ إلى الفضاء يتم تفعيل آليات أخرى من أجل التحكم في الصاروخ ومعرفة مكانه من خلال البيانات التي ترسلها الأقمار الصناعية، التي يتم التواصل معها.

يتطلب التحكم في الأقمار الصناعية تنسيقا مركزا بين أفراد طاقم العمل بقيادة رئيس يتابع جميع العمليات عن كثب، فخطأ صغير قد يكون كافيا لفقدان الصلة مع القمر الصناعي. ويعمل المهندسون المختصون على تحليل البيانات المشفرة، التي يرسلها القمر الصناعي وتحويلها إلى معلومات ملموسة. وفي حالة وقوع بعض الأخطاء فينبغي على المهندسين أن يلتزموا بالهدوء ويتفادوا التوتر. فذلك يساعد ،حسب المختصين، في معرفة أسباب الخطأ وإيجاد حلول فعالة وحكيمة. وقبل السماح للمهندسين بالتحكم في الأقمار الصناعية يخضعون للاختبارات لمعرفة مدى صبرهم ورد فعلهم في أوقات التوتر أو في حالة وقوع أخطاء. كما يقومون بالعديد من التدريبات الخاصة والمكثفة قبل تولى هذه المهمة الصعبة والحصول على رخصة " قيادة الأقمار الصناعية". المصدر

مواصفات كمبيوتر تحكم في قمر صناعي

لو طلب منك أن تضع كمبيوتر تحكم في قمر صناعي سيدور حول الأرض ، ما هي الاشتراطات والفروق الجوهرية بينه وبين كمبيوتر أخر سيعمل علي الأرض مثل الذي علي مكتبك الآن ؟

يتحمل الحرارة والإشعاع Radiation أي معزول حراريا وإشعاعيا Radiation And Heat Isolation .

المفترض أن يكون مصنوعا من Radiation Hardened Elctronics على عكس الترانزستورات العادية المصنع منها الجهاز على الأرض.

قدرة علي العمل بكفاءة في البيئة الفضائية Space Environment ، من حيث درجات الحرارة العالية Solar Radiation Pressure (يختلف في طريقة الحفاظ على درجة حرارة المعالج وانتقال الحرارة بينه و بين البيئة المحيطة) ويعمل علي مدي كبير من درجات الحرارة Wider Range Of Operating Temperature .

تحمل الضغط المنخفض والحرارة المنخفضة عند ارتفاع المدار.

استقرار حراري Thermal Stability .

مصادر الطاقة الاحتياطية للكمبيوتر وعمرها الافتراضي ودرجة حرارتها التشغيلية. ويجب أن يكون قليل الإستهلاك للطاقة Energy Saving ، ويتم تغذيته من الطاقة الشمسية Renweable Energy Source .

السعة التخزينة المتوقعة للبيانات.

يجب توفر أكتر من نظام احتياطي back up system تحسبا لأي عطل طارئ أي Redundant Hardware And Software .

قدرة علي تحمل الاهتزازات Vibrations العالية بسبب عملية الإطلاق Launch أي يكون Shock Resistant . حيث يكون كله قطعة واحدة وليس قطع مركبة لأن التركيب مع الاهتزازات ربما يتحرك أجزاء من المليمتر فيؤدى إلى اعطال.

ألا يكون مواد تكوينه بها مرونة عالية حتى لا يظل يهتز مما يؤثر على الأداء.

القرص الصلب Hard Disk يكون من النوع ssd لعدم وجو أجزاء متحركة.

محمي من الإنفجار igintion proof .

القمر الواحد كان بياخد حوالى 3 سنين ومايقرب من نص مليار دولار مابين تصميم وتصنيع واختبار و اطلاق وتشغيل..

الفضاء الجديد تمن القمر اقل من مليون دولار ولازم يخلص فى غضون ايام (د. مصطفي القاصد)

الأشعة الكونية Cosmic Rays وتأثيرها علي الأقمار الصناعية

ثمة مشكلة أخرى تزعج كل ما هو إلكتروني، وهي الأشعة الكونية Cosmic Rays . فهنا على الأرض تأتي الحماية من المجال المغناطيسي والغلاف الجوي للأرض. ولكن لا توجد مثل هذه الحماية في المدار، لذا تُبنى المكونات الإلكترونية المستخدمة في السفن الفضائية بحيث تتحمل الإشعاع. إلا أن الإشعاعات تظل إحدى المشكلات الرئيسية للأقمار الصناعية.

وفقًا لرائد الفضاء بافيل فينوجرادوف Pavel Vinogradov ، توجد أجهزة كمبيوتر محمولة تتوقف عن العمل بسرعة شديدة في محطة الفضاء الدولية، رغم أن وحدات محطة الفضاء الدولية محمية بدرجة جيدة جدًا. كما تعاني الكاميرات أيضًا: فسرعان ما تتناثر البكسلات الميتة في الصور. بالإضافة إلى ذلك، فإن الإشعاعات تتداخل بشكل جسيم في الإشارات التي ترسلها الأقمار الصناعية، وقد تدمر أجزاء فردية من ذاكرة الأجهزة الموجودة على متن المحطة.

الإشعاع في مواجهة التشفير Radiation Versus Cryptography

الإشعاع هو أحد الأسباب وراء تبادل المعلومات بين الأرض والسفن الفضائية العديدة بدون تشفير: في حال دمَّر الإشعاع منطقة التخزين المستخدمة لمفتاح التشفير، فسينقطع الاتصال.

لا تُعد المشكلة خطيرة جدًا على الأقمار الصناعية المتعلقة بالترحيل التي من خلالها يتمكن طاقم محطة الفضاء الدولية من الدخول على الإنترنت — فهي محمية بشكل أو بآخر. ولكن هذا لا ينطبق على أغلب السفن الفضائية الأخرى في مدار الأرض.

يُعد الافتقار إلى التشفير موضوعًا حساسًا لأن الأقمار الصناعية شأنها كشأن أجهزة الكمبيوتر الأرضية، إنها تشكّل أهدافًا محتملة للهجوم. تمكنت وكالة الفضاء الدولية مؤخرًا من إطلاق تجربة بهدف تصحيح الوضع. يختبر الباحثون نهجين للحفاظ على اتصال قوي مُشفّر بالأقمار الصناعية بسعر معقول.

1. مفتاح قاعدي احتياطي ثانوي متصل بالجهاز. إذا تلف المفتاح الرئيسي، فسيولِّد النظام واحدًا جديدًا على أساس المفتاح الثانوي. ولكن لا يمكن تصميم سوى عددٍ محدودٍ من هذه المفاتيح.

2. مجموعة من أنوية المعالجات الدقيقة المتطابقة. إذا فشلت نواة، فستتولى الأمر نواة أخرى، بينما تعيد النواة المعيبة تحميل إعداداتها، وبالتالي تصلح نفسها.

أُخِذ الجهاز المستخدم في اختبار هذه الطرق إلى محطة الفضاء الدولية في أبريل هذا العام، ويُتوقع تشغيله باستمرار لمدة سنة على الأقل. وهو يستنِد إلى كمبيوتر Raspberry Pi Zero المصغَّر القياسي، مما يجعله حلاً منخفض التكلفة نسبيًا.

ولكن قد يصعب توقع أن الاتصال بالأقمار الصناعية سيصبح آمنًا في السنوات القادمة: فلا توجد طريقة سهلة لترقية الأنظمة التي أُطلِقَت بالفعل إلى الفضاء.

التصوير من الفضاء بالأقمار الصناعية

صورة فضائية Spaceborne Photography أو تصوير القمر الصناعي Satellite imagery هي صورة أو مجموعة صور لرصد الأرض Earth Observation Imagery يتم التقاطها عبر الأقمار الصناعية.

Satellite Images

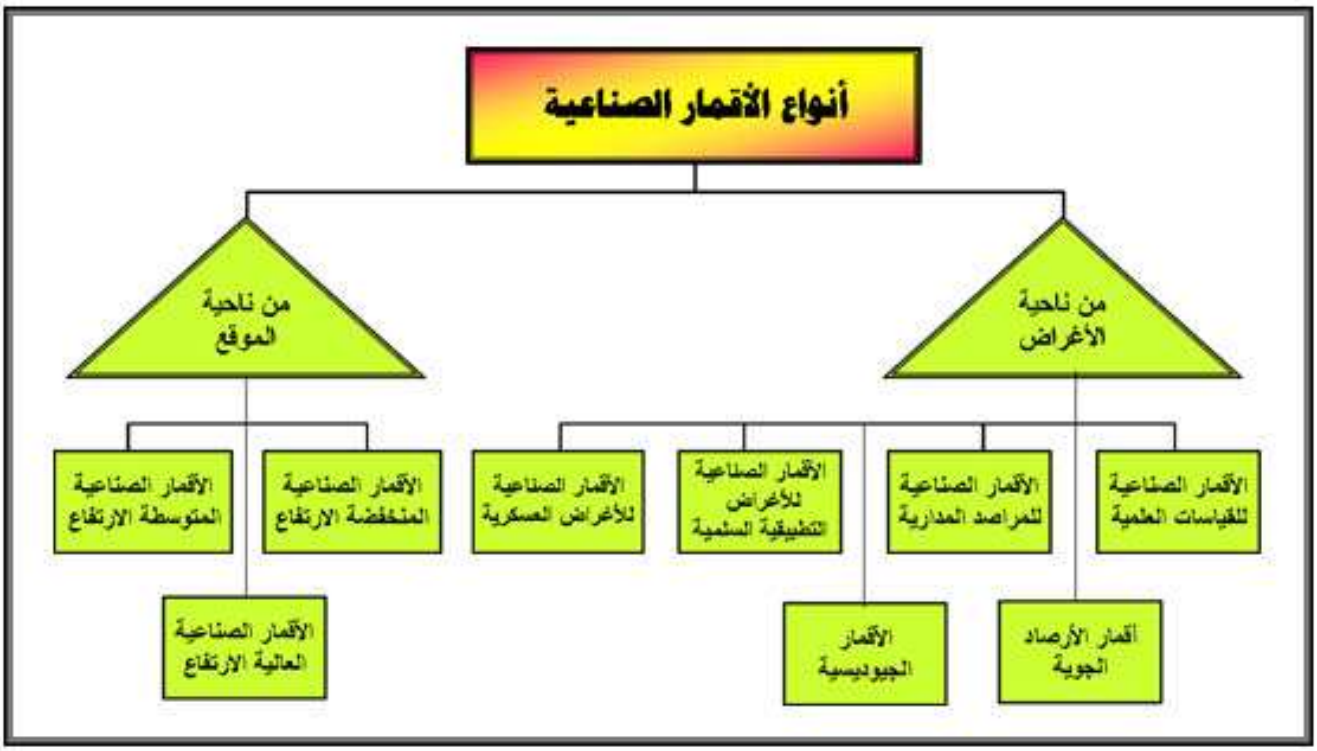
Earth Observation Imagery

Spaceborne Photography

Satellite Photo

أنواع الأقمار الصناعية

شكل



أنواع الأقمار الصناعية

تتنوع الأقمار الصناعية بتنوع الأغراض المتطلبة منها. فيتم إنشاء أنواع معينة لكل غرض. من بين هذه الأنواع:

- الأقمار الفلكية.
- الأقمار المستخدمة للاتصالات والبث التلفزيوني.
- الأقمار مراقبة الأرض ودراسة الأحوال الجوية والطقس.
- الأقمار المستخدمة للملاحة.
- الأقمار المستكشفة.
- الأقمار المستخدمة في الطاقة الشمسية.
- الأقمار الدقيقة.
- الأقمار العسكرية.

الأقمار الصناعية للإتصالات

ما الذي جعل الأقمار الصناعية ذات المدار الأرضي المنخفض LEO Satellites هي سباق جديدا في الفضاء ؟

احتل إيلون موسك Elon Musk العناوين الرئيسية في عام 2018 م ، عندما أطلق سيارته القديمة نحو المريخ على متن أحد صواريخ شركته الفضائية Space Exploration Technologies Corp. . حصل على اهتمام أقل في شهر مايو لخطوته الأولى نحو مشروع يحتمل أن يكون أكثر ربحية ، وذلك عندما أطلقت شركة SpaceX أول 60 قمرا صناعيا من العدد المخطط له وهو 12000 قمر إلى المدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit LEO. و موسك Musk ليس المستثمر الوحيد الذي يوجه أمواله إلي هذا القطاع : فهناك الرئيس التنفيذي لشركة أمازون Amazon.com جيف بيزوس Jeff Bezos أحد العديد من المنافسين الذين لديهم خطط لإرسال الآلاف من أجهزتهم الخاصة إلى الفضاء القريب . ومع ذلك ، لا تزال هناك شكوك حول ما إذا كانت هذه الأقمار الصناعية الجديدة ستوفر عوائد على استثماراتها الأولية الكبيرة – و شكوك حول توفر مساحة في سماءنا للعديد من الأجهزة الجديدة.

Elon Musk made headlines in 2018 when he launched his old car toward Mars aboard one of his Space Exploration Technologies Corp. rockets. He got less attention in May for his first step toward a potentially far more lucrative venture, when SpaceX launched the first 60 of a planned 12,000 satellites into low-Earth orbit (LEO). And Musk isn't the only one pouring money into the sector: Amazon.com Inc. Chief Executive Officer Jeff Bezos is one of several competitors with plans to send thousands of their own devices into the space just above our atmosphere. Nonetheless, doubts remain over whether these new satellite constellations will provide returns on their substantial initial investments -- and even whether there's space in our sky for so many new devices.

ما هي إيلون موسك Elon Musk ؟

من وجهة نظر موسك Musk ، ستشكل أقمار Starlink التابعة لشركة SpaceX شبكة توفر خدمة إنترنت عالي السرعة إلى أماكن لا يكون فيها تركيب كابلات الألياف الضوئية Fiber-Optic Cables قابلاً للتطبيق من الناحية الإقتصادية ، مثل الأسواق الناشئة في إفريقيا وآسيا الوسطى ، إلى جانب المواقع البعيدة في الولايات المتحدة . أيضا تقديم خدمات متخصصة للفئة الراقية من رجال الأعمال. يقول موسك Musk أن شبكة Starlink ، هي الطريقة التي ستمول بها الشركة هدفه النهائي والمتمثل في إرسال البشر إلى المريخ ، وليست أرباح عمليات الشحن الخاصة بـ SpaceX.

In Musk's vision, SpaceX's Starlink satellites will form a network providing high-speed internet service to places where laying fiber-optic cables is not economically viable, such as emerging markets in Africa and Central Asia, along with remote spots in the U.S. They'd also provide specialized services for high-end business customers. Musk says Starlink, not the SpaceX cargo runs, are how the company will bankroll his ultimate goal of sending humans to Mars.

لماذا المدار الأرضي المنخفض Why Low Earth Orbit ؟

تتواجد الأقمار الصناعية الخاصة بالمدار الأرضي المنخفض Low Earth Orbit LEO على مسافة تتراوح بين 500 كيلومتر (310 ميل) و 2000 كيلومتر فوق سطح الأرض. هذا أقل بكثير من ارتفاع الأقمار الصناعية الثابتة نسبة للأرض Geostationary Satellites والتي تستخدم في الإتصالات و يبلغ ارتفاعها 36000 كم (22000 ميل) من سطح الأرض . والميزة الرئيسية للمدار الأرضي المنخفض LEO هي صغر وقت الإستجابة Latency .

LEO satellites operate at between 500 kilometers (310 miles) and 2,000 kilometers above the Earth's surface. That's far less than is typical for the 36,000 km (22,000 miles) height of so-called geostationary satellites, the traditional home of communications satellites. The main advantage of the lower orbit is lower latency.

ما هو وقت الإستجابة What's latency ؟

وقت الإستجابة Latency هو التأخير (يقاس عادة بالميلي ثانية) الذي يحدث في نقل البيانات ذهابا وإيابا. تتمتع أنظمة الأقمار الصناعية الثابتة Geostationary Satellite بمتوسط زمن استجابة قيمته 600 مللي ثانية تقريبًا ، مما يجعلها غير مناسبة لتحل مكان أنظمة الكابلات أو الألياف. المدارات السفلية لأقمار المدار الأرضي المنخفض LEO يجب أن تؤدي إلى تحسين قيمة وقت الإستجابة Latency لتقترب من القيمة الخاصة لخطوط الإتصال الأرضية.

شركة OneWeb (شركة اتصالات عالمية مقرها لندن والتي تعمل على إنشاء شبكة تضم حوالي 650 قمراً صناعيا في المدار الأرضي المنخفض LEO ، سجلت متوسط زمن استجابة يبلغ 32 مللي ثانية في شهر يوليو 2019 م. مثل هذه السرعات جعلت الأقمار الصناعية تهم شركات التجارة المالية وغيرها من الشركات التي تعتمد على وجود وصلات اتصالات سريعة في البورصات التجارية.

Latency is the delay, usually measured in milliseconds, that occurs in a round-trip data transmission. Geostationary satellite systems have a median latency of nearly 600 milliseconds, making them an unsuitable replacement for cable or fiber systems. The lower orbits of LEO satellites, however, should result in latencies that are much closer to landline quality.

OneWeb, a global communications company based in London that's in the process of creating a network of about 650 LEO satellites, recorded an average latency of 32 milliseconds in July. Speeds like that have made satellites of interest to financial trading firms and other companies that rely on having the fastest connections to trading exchanges.

هل تعتبر أقمار المدار الأرضي المنخفض LEO تقنية جديدة ؟

لا. في الواقع ، حيث أن معظم الأقمار الصناعية الحالية والفعالة (أكثر من

No. In fact, most of the Earth's approximately 2,000 active satellites are already in LEO. Iridium Communications Inc.'s network -- which allows voice

and data communication from hand-held satellite phones through 141 LEO satellites -- has been active since 1998. What's new is the sheer scale of recent proposals, with the big firms planning to launch satellites in the thousands. This ambition has been driven by technological developments in smaller satellites and reusable rockets, which have brought down costs and aroused investor interest.

2000 قمر صناعي) تعمل في المدار الأرضي المنخفض LEO . شبكة شركة Iridium Communications Inc. – التي تتيح الاتصال الصوتي ونقل البيانات من هواتف الأقمار الصناعية المحمولة عبر 141 أقمار صناعية تعمل في المدار المنخفض LEO – وتعمل منذ عام 1998 م. والجديد هو الحجم الهائل للمقترحات الحديثة ، حيث تخطط الشركات الكبرى لإطلاق الأقمار الصناعية بالآلاف. وكان الدافع وراء هذا الطموح هو التطورات التكنولوجية في الأقمار الصناعية صغيرة الحجم وتطورات الصواريخ القابلة لإعادة الاستخدام ، والتي أدت إلى انخفاض التكاليف وأثارت اهتمام المستثمرين.

ما سبب الحاجة لهذا العدد الهائل من الأقمار ؟

At higher altitudes, satellites can settle into a geostationary orbit, moving at a speed that matches the Earth's rotation and appearing to hover over a fixed spot. LEO satellites whiz around the planet at around 8 kilometers per second, completing a full circuit in between 90 and 120 minutes. That means they are only visible for a small part of their orbit to receivers on the ground. Thus, multiple satellites are necessary to establish a permanent internet connection, with one satellite passing duties to the next as it approaches the horizon. Musk has said sending as many as 800 satellites would ensure "moderate" coverage, though many more are needed for a truly global high-speed connection.

الأقمار الصناعية الثابتة تتواجد علي ارتفاعات أكبر بكثير وتستقر في المدار الثابت geostationary orbit حيث تتحرك بنفس سرعة تحرك الأرض فتبدوا وكأنها ثابتة في مكانها . بينما أقمار المدار المنخفض LEO تحوم حول الكوكب بسرعة تقارب 8 كيلومترات في الثانية ، لتكمل دائرة كاملة في غضون 90 إلى 120 دقيقة. هذا يعني أنها مرئية لأجهزة الأستقبال علي الأرض خلال جزء صغير من مدارها ، وبالتالي يعد استخدام العديد من الأقمار الصناعية ضرورية لتوفير اتصال دائم بالإنترنت ، ثم بعد ابتعاد القمر عن الأفق المرئي يقوم بتحويل مهمته للقمر التالي. قال موسك Musk إن إرسال عدد يصل إلى 800 قمرا صناعيا سيضمن تغطية "معتدلة" ، بالرغم من الحاجة إلى الكثير منها من أجل اتصال عالمي عالي السرعة حقا.

من هم اللاعبون الكبار الآخرون Who are the other big players ؟

While SpaceX has had plans for nearly 12,000 satellites approved by the Federal Communications Commission (FCC), so far the company has only done a single launch of 60 satellites back in May. Meanwhile, in early July Amazon asked for permission to launch 3,236 satellites through what it's calling Project Kuiper, creating a high-stakes battle between two of the world's most famous billionaires.

في حين أن لدى شركة SpaceX خططًا لإطلاق نحو 12000 قمر صناعي تمت الموافقة عليها من قِبل لجنة الاتصالات الفيدرالية Federal Communications Commission FCC ، إلا أن الشركة لم تقم إلا بعملية إطلاق واحدة لنشر 60 قمرًا صناعيًا في شهر مايو 2019 م.

وفي الوقت نفسه ، طلبت شركة Amazon في أوائل شهر يوليو / تموز 2019 م إذنًا لإطلاق 3236 قمرًا صناعيًا من خلال ما يطلق عليه مشروع كويبر Project Kuiper ، مما يخلق معركة عالية المخاطر بين اثنين من أكثر الملياردیرات شهرة في العالم. في غضون ذلك ، تأمل شركة OneWeb في بدء إطلاق صواريخ بصورة شهرية على متن كل منها 30 قمرا صناعيا بحلول نهاية العام لبناء شبكة أولية مكونة من 648 قمر. وهي تخطط لتوفير تغطية تجارية عالمية كاملة بحلول عام 2021 م وخدمة جزئية في أوائل عام 2020 م. وحتى الآن ، أطلقت ستة أقمار صناعية. الشركات الأخرى ، مثل المشغلين التقليديين شركة Inmarsat Plc وشركة Eutelsat SA ، في مرحلة مبكرة مماثلة. وفي الصين ، يقترح مشروع Hongyun نشر مجموعة مكونة من 156 قمرًا بحلول عام 2022 م.

OneWeb, meanwhile, hopes to start monthly rocket launches carrying 30 satellites each by the end of the year to build an initial network of 648 units. It plans to provide full global commercial coverage by 2021 and partial service from as early as 2020. So far, it has launched six satellites. Other companies, such as traditional operators Inmarsat Plc and Eutelsat SA, are at a similarly early stage. And in China, the Hongyun Project is proposing a 156-satellite constellation by 2022.

ما هي العقبات التي تواجهها هذه الجهود ؟

قضية الحطام الفضائي Space Debris تسبب الكثير من الصداع. يشير ما يسمى تأثير كيسلر Kessler Effect – الذي سمي على اسم عالم ناسا دونالد كيسلر Donald Kessler – إلى احتمال حدثو تصادمات تخلق المزيد من الحطام في حالة ما إذا أصبح المدار الأرضي المنخفض LEO مزدحمًا للغاية ، وهذا المزيد من الحطام سيتسبب في المزيد من التصادمات ، إلى أن تتحول مساحات ضخمة من الفضاء في نهاية المطاف إلي مناطق غير قابلة للاستخدام No-Go Zones للمركبات الفضائية. تقول شركة SpaceX أن 95٪ من أقمار Starlink سوف تحترق في الغلاف الجوي للأرض بمجرد وصولها إلى نهاية دورة حياتها. في غضون ذلك ، من المتوقع أن يبدأ تشغيل مشروع "السور الفضائي Space Fence" التابع لسلاح الجو الأمريكي – وهو نظام مراقبة مصمم لتتبع الأقمار الصناعية والحطام – في الربع الأخير من عام 2019 م.

The issue of space debris is causing a lot of headaches. The so-called Kessler Effect -- named after NASA scientist Donald Kessler -- refers to the possibility that if LEO becomes too crowded, there will be collisions that create more debris, creating more collisions, until eventually huge tracts of space are no-go zones for spacecraft. SpaceX says 95% of its Starlink satellites will burn up in the Earth's atmosphere once they reach the end of their life cycle. In the meantime, the U.S. Air Force's 'Space Fence' -- a monitoring system designed to track satellites and debris -- is expected to go into operation in the fourth quarter of 2019.

من ينظم المدار الأرضي المنخفض LEO ؟

بمعنى ما ، لا أحد. لكن يتعين على مشغلي الأقمار الصناعية الحصول على

In a sense, no one. But satellite operators have to get approval for their launch and orbit plans from their

موافقة على خطط الإطلاق والمدار Launch And Orbit Plans الخاصة بهم من منظم الاتصالات الوطني National Communications Regulator ، وأي شخص يخطط لبيع الخدمات إلى الولايات المتحدة يحتاج إلى الذهاب أولاً إلي لجنة الاتصالات الفيدرالية FCC . وينسق الاتحاد الدولي للاتصالات International Telecommunication Union تخصيص الترددات لخدمات الاتصالات.

national communications regulator, and anyone planning to sell services to the U.S. needs to go before the FCC. The International Telecommunication Union coordinates the allocation of frequencies for communications.

هل ستكون الأقمار الصناعية مرئية من الأرض ؟

يحتمل. فبعد وقت قصير من إطلاق SpaceX لأقمارها الستين ، قال علماء الفلك إن بعض التلسكوبات تلتقط شرائط من أشعة الشمس المنعكسة ، مما يحجب رؤيتهم للكون الأوسع. منذ الموافقة على حوالي 13000 قمر صناعي في المدار الأرضي المنخفض LEO ، وهو عدد تسبب في اخفاء نحو 1600 نجم مرئي للعين البشرية المجردة ، ولذا أبدى علماء الفلك قلقهم. ورداً على ذلك ، قام موسك Musk بتغريدة "لن تكون Starlink مرئية لأي شخص إلا إذا نظر بعناية فائقة" و على أي حال نحن بحاجة إلى نقل تليسكوبات Telelscopes إلى المدار". وقال أيضًا إنه أرسل مذكرة إلى فريقه حول "تقليل البياض Albedo Reduction" ، أو خفض نسبة الضوء المنعكسة من المركبة الفضائية Spacecraft .

Potentially. Shortly after SpaceX launched its 60 satellites, astronomers said that some telescopes were picking up streaks of reflected sunlight, obscuring their view of the wider cosmos. Since around 13,000 low-Earth orbit satellites have been approved, a number that dwarfs the approximately 1,600 stars visible to the unaided human eye, astronomers voiced concern. In response, Musk has tweeted that “Starlink won’t be seen by anyone unless looking very carefully” and that “we need to move telelscopes [sic] to orbit anyway”. He also said he had sent a note to his team about “albedo reduction,” or cutting the proportion of light reflected from the spacecraft.

هل سيكسبون المال؟

تقليديا ، كانت الأقمار الصناعية تستنزف رأس المال الكبير والعديد من مشاريع الأقمار لم تجني أي أموال. قالت شركة SpaceX إن استكمال شبكة Starlink الخاصة بهم قد يكلف أكثر من 10 مليارات دولار ، على الرغم من أن موسك Musk يقول أنها قد تحقق ما يتراوح بين 30 و 50 مليار دولار سنويًا بمجرد تشغيلها. المستثمرون محقون في أن يكونوا متشككين في الوعود بزيادة التغطية على الإنترنت بشكل جذري وسوق

Traditionally, satellites have been a big drain on capital and many projects never make any money. SpaceX has said completing their Starlink network may cost over $10 billion, though Musk says it could bring in $30 to $50 billion per year once operational. Investors are right to be skeptical of promises of radically increased internet coverage and a transformed telecom market -- especially given the early stages of testing. Industry observers will be analyzing results from trial launches to gauge whether the big players are capable of delivering on their

الاتصالات المتحول – خاصة بالنظر إلى المراحل الأولى من الاختبار. سيقوم المراقبون في الصناعة بتحليل نتائج عمليات الإطلاق التجريبية لتحديد ما إذا كان اللاعبون الكبار قادرين على الوفاء بوعودهم. وفي الوقت نفسه ، من المهم أن نتذكر أنه على الرغم من كل الضجة المثارة حول الموضوع فالمدار المنخفض LEO بعيدا عن أن يكون الوسيلة الوحيدة لنقل الإتصالات . حيث يواصل المشغلون التقليديون مثل شركة ViaSat Inc. وشركة Eutelsat Communications SA الاستثمار في أقمار صناعية ثابتة Geostationary Satellites تكون أكثر قوة ، بالتعاون مع شركات مثل Facebook Inc. و Deutsche Telekom AG لنقل الإنترنت إلى المناطق الريفية والطائرات.

promises. Meanwhile, it’s important to remember that despite all the fanfare LEO is far from the only show in town. Traditional operators like ViaSat Inc. and Eutelsat Communications SA are continuing to invest in more powerful geostationary satellites, collaborating with companies such as Facebook Inc. and Deutsche Telekom AG to beam broadband to rural areas and airplanes.

تقنيات الاتصالات عبر الأقمار الصناعية بنظام Vsat

يشير نظام الـ Vsat إلى محطة طرفية أرضية صغيرة للاتصالات الفضائية للاستقبال والإرسال تم تركيبها فى مواقع متناثرة وتتصل بمحطة طرفية أرضية مركزية (HUP) عن طريق الأقمار الصناعية بواسطة استخدام هوائيات ذات قطر صغير (تتراوح ما بين 0.6 إلى 3.8 متر).

أولا ـ مقدمة

تمثل تقنية الـ Vsat إحدى التطبيقات منخفضة التكلفة المقدمة للمستخدمين الراغبين فى شبكة اتصالات مستقلة تربط عددا كبيرا من المواقع المتناثرة جغرافيا , وتقدم شبكات الـ Vsat خدمات ذات القيمة المضافة عن طريق الأقمار الصناعية القادرة على دعم خدمات الانترنت وخدمات نقل البيانات والشبكات المحلية وخدمات الاتصالات الصوتية والفاكس وهى قادرة على تقديم حلول لشبكات اتصالات خاصة وعامة يمكن الاعتماد عليها.

هذا ويتم تشغيل نظام الـ Vsat من خلال الأقمار الصناعية التى تستخدم ترددات الـ ku-band والـ C-band وذالك طبقا للآتى:-

1- يتم تشغيل شبكات اتصالات الـ Vsat التى تعتمد على ku-band ويتركز هذا الإستخدام فى أغلب الأحيان وشمال أمريكا ويتم استخدام هوائيات ذات حجم صغير.

2- يتركز استخدام الـ C-band فى أغلب الأحيان فى آسيا وإفريقيا وأمريكا اللاتينية وتحتاج لهوائيات أكبر حجما من هوائيات الـ ku-band .

ثانيا ـ مكونات المحطة الطرفية لنظام الـ Vsat

تختلف المحطات الطرفية الأرضية للمستخدم عن المحطة الأرضية المركزية فى أنها تعد أكثر بساطة وأقل سعراً , ولتقليل التكلفة الإجمالية للشبكات التى تعمل بنظام الـ Vsat فقد تم تصميم الشبكات التى تعمل بهذا النظام من محطة رئيسية (HUP) واحدة عالية التكاليف وعدد كبير من المحطات الطرفية الأرضية البعيدة والتى تكون أصغر حجما وأقل سعراً.

تتكون المحطة الطرفية البعيدة من عدة أنظمة فرعية رئيسية تحتوى على ما يلى من تقنيات فنية:

1- هوائى طبقى يتراوح قطرة ما بين 0.6 متر إلى 2.4 مترا وفى بعض الأحيان يجب استخدام أطباق أكبر حجما تبعا لتغطية القمر الصناعى حيث يمكن تركيب هذا الطبق بأى مكان على الأرض.

2- وحدة خارجية (ODU) تحتوى على دوائر الميكروويف الإلكترونية للمحطة الطرفية ويكون حجمها صغيرا عادة أى ما يقارب حجم العلبة الصغيرة , ويمكن وضع الوحدة الخارجية (ODU) مع الهوائى خلف الطبق إذا كانت كبيرة الحجم بينما يمكن وضع الوحدة الخارجية (ODU) الأصغر حجما مباشرة خلف وحدة تجميع التغذية أمام الهوائى.

3- وحدة داخلية (IDU) تحتوى على الدوائر الخاصة بالاشارة الرئيسية قبل تحميلها على الموجة الحاملة Carrier Wave بالاضافة إلى الوحدة الخاصة بالبروتوكول.

مكونات الوحدة الخارجية (ODU) فى حالة الإستقبال:

- مرشح مرور نطاق ترددى (BDF) الذى يمرر الإشارة المطلوبة.

- مستقبل خافض الضوضاء (LNA) يتم وضعة بين الهوائى ومستقبل المحطة الأرضية الطرفية والذى يقوم مقدما بتقوية الإشارة الضعيفة التى تم استقبالها.

- محول خافض التردد (Down Converter) والذى يغيير ترددات الاستقبال قبل المرور على وحدة فك المعدل (Demodulator) إلى اشارة التردد البينى (IF Signal) والتى تتراوح ما بين 70 إلى 140 ميجا هيرتز , وإذا تم دمج خافض الضوضاء (LNA) والمحول الخافض للتردد (down converter) فى وحدة واحدة فانة يطلق عليها وحدة خافض الضوضاء (low noise block LNB) .

مكونات الوحدة الخارجية (ODU) فى حالة الإرسال:

- محول التردد العالى (upconverter) الذى يحول اشارة التردد البينى (70 إلى 140 ميجا هيرتز) إلى تردد الارسال المطلوب قبل مرورها على مكبر عالى القدرة (high power amplifier HPA) .

- مكبر القدرة العالى (HPA) يقوم بتة الاشارة التى خضعت لمحول التردد العالى (upconverter) قبل تغذية الهوائى , وتتراوح القدرة الخارجة من مكبر عالى القدرة (HPA) ما بين 0.1 -6وات فى حالة (KU-band) بينما تتراوح ما بين 2-16 وات فى حالة (C-band) .

وظيفة ومكونات الوحدة الداخلية (IDU):

تقوم الوحدة الداخلية (IDU) بكل من عملية تجميع الاشارات (Multiplexer) والتكويد (Encoder) والتعديل (modulation) فى حالة الارسال أما فى حالة الاستقبال فتقوم الوحدة الداخلية (IDU) بكل من عملية استخلاص الاشارة الطبيعية من اشارة التردد البينى وتسمى هذة العملية بـ (demodulation) ثم عملية فك التكويد (Decoder) ثم عملية اعادة توزيع الاشارات (Demultiplexer) , بالاضافة الى التزامن مع باقى وحدات الشبكة كما انها تدعم وحدة الموائمة الخاصة بالمستخدم , كما تحتوى الوحدة الداخلية على وحدات الموائمة الكهربائية مثل RS-422,RS-232 , v.35 بالاضافة الى وحدات الموائمة مع خدمات الصوت والتليفزيون .

وهناك العديد من البروتوكولات التى تدعم عمليات الموائمة وتشمل SDLC وبروتوكول الاتصالات المتزامنة الثنائية bisic 3270 و x.25 والايثرنت (Ethernet) , هذا بالاضافة الى بروتوكول الاتصالات الغير متزامنة .

لقد صممت اتاحة المسار (link availability) بحيث تكون عالية والتى قد تزيد عن 99.7 % اما اسعار المحطة الطرفية البعيدة فتكون متفاوتة تماما مثل اسعار المحطة الارضية المركزية حيث يتراوح سعر المحطة الطرفية الارضية ما بين 3 الى 8 آلاف يورو (متضمنة تركيب الهوائى والصارى والوحدة الخارجية والوحدة الداخلية).

المحطة الأرضية المركزية (HUP):

تتكون المحطة الطرفية المركزية (UHP) من عدة نظم فرعية اساسية – ما عدا الهوائى – التى تتوفر كاحتياطى فى وجود وحدة تحكم تعمل آليا فى حالة حدوث أية أعطال:

1- وحدة تحكم وتوصيل وتخليق الرسائل (packet swich) والتى تتحكم فى المسار بين المنافذ المضيفة (host ports) ومنافذ المعدل (modulator) ووحدة فصل الاشارات (Demodulator) إضافة الى ذالك تقوم وحدة التحكم والتوصيل وتخليق الرسائل (packet switch) باضافة وقرائة العنوان بين الموجودة فى بداية كل رسالة وذالك للتحكم فى المسار من والى الوحدات الداخلية (IDUS) .

2- معدل (Modulator) أو اكثر يقوم بتحميل فيض المعلومات الذى تم تخليقة بواسطة وحدة تحكم وتوصيل وتخليق الرسائل (Packet swich) على الموجات الحاملة وذالك قبل مرورها الى مكبر عالى القدرة .

3- صف من وحدات فصل الاشارات (Demodulators) والذى يستقبل الموجات الداخلة لكى يقوم بفصل الرسائل (packet) عن الموجات الحاملة وارسالها الى وحدة تحكم وتوصيل وتخليق الرسائل (Packet Swich).

4- وحدة الميكروويف ذو التردد العالى (RFT) والتى تحتوى على :-

– نظام ارسال فرعى يحتوى على محولات التردد الصاعد (UP Converter) التى تغير التردد البينى (70 أو 140 ميجا هيرتز) إلى تردد الارسال المطلوب قبل تغذيتة بالمكبر عالى القدرة .

– وحدة التحكم فى قدرة الوصلة الصاعدة التى تقوم بالتحكم فى القدرة وزيادة القدرة التى تم ارسالها بواسطة المحطة الارضية المركزية للتعويض عن الفقد الناتج بسبب الشوائب العالقة فى ظل الطقس السيئ وايضا الامطار الغزيرة كما يمكنها ايضا التحكم فى التداخل .

– نظام الاستقبال الفرعى يتكون من مستقبل خافض للضوضاء (LNA) ومحول خافض التردد (Down Converter) لتغيير التردد الذى تم إستقبالة الى التردد البينى (70 أو 140 ميجا هيرتز) .

– نظام الهوائيات الفرعى والذى يتكون من هوائى كبير يتراوح قطرة من 6 الى 9 امتار مثبت على الارض ومتصل بة نظام تتبع يتيح للهوائى تعقب القمر الصناعى الذى يتحرك فى السماء.

– مركز تحكم الشبكة (Network Control System) الذى يتحكم فى تشغيل المحطة الارضية المركزية والوحدات الداخلية فى الشبكة.

وتعتبر المحطة الارضية المركزية (HUP) غالية الثمن إذا ما قورنت بالنهاية الطرفية للمستخدم ويتراوح سعرها ما بين 0.5 مليون يورو الى 2 مليون يورو ويتوقف ذالك على التقنيات المستخدمة والتطبيقات المطلوبة . أما نظام الـ Vsat الصغيرة التى تستخدم فى تطبيقات نقل البيانات ذات المعدلات المنخفضة على سبيل المثال SCANA فتتميز المحطات الارضية المركزية بانخفاض اسعارها التى تصل ما بين 25 الف يورو الى 50 الف يورو.

مزايا وعيوب الـ Vsat

أولا – مزايا النظام (advantages) :-

– المرونة الكبيرة لزيادة سعة الشبكة فى المستقبل.

– القدرة على جمع وتوزيع المعلومات من والى المواقع البعيدة .

– تحقيق اتصالات بعيدة المدى بالاضافة الى تغطية جغرافية واسعة النطاق والمدى .

– تركيب سريع للاجهزة فى المبانى الخاصة بالمستخدمين وعدم الاعتماد على الشبكات الارضية وبنيتها التحتية .

– الجودة العالية لخدمات افضل , ودرجة اعتمادية كبيرة تصل إلى (99.9 %) من جودة الاتصال وهى افضل بكثير من الشبكات الارضية .

– سهولة الصيانة .

– تحكم ورقابة مركزية .

– امتلاك الحزمة العريضة من الترددات تسمح بوجود سرعة وكثافة عالية للمرور .

– تستخدم كاحتياطى اتصالات استراتيجى هام لمواجهة الطوارئ.

– لا تتاثر ابدا بالعوائق الطبيعية والصناعية مثل موجات الميكروويف.

ثانيآ – عيوب وقصور النظام (disadvantages) :-

– قد يؤدى فقد ناقل الترددات (transponder) إلى فقد الشبكة ويمكن استعادة وصلات الاتصالات عن طريق ناقل اضافى (transponder).

– زمن تأخير الإشارة فى وسط الانتشار باستخدام طوبوغرافيا الشبكة (star shaped network) قد يصل الى اكبر من 0.5 ثانية فى وصلة الاتصال المزدوجة (double hop) وقد يتسبب هذا فى منع استخدام خدمات الصوت على الأقل بمعايير تجارية فى شبكة الـ Vsat.

وصف الشبكة

تأخذ شبكات الـ Vsat اشكالآ وأحجاماً مختلفة ويتم الاتصال باحدى طريقتين اما بين نقطة ونقطة اخرى (point-point) أو بين نقطة- إلى- عدة نقاط أخرى متعددة (point-multipoint) ويتم تقديمها لالاف المواقع عند الطلب اعتماداً على موارد محددة .

ويوجد هناك نوعان من الشبكات فى نظام الـ (Vsat) الاولى هى نظام شبكة ('mesh system) التى تتصل فيها كل المحطات الطرفية ببعضها البعض مباشرة دون مرور الاتصال على المحطة الارضية المركزية (HUP) وتعتبر الوظيفة الرئيسية للمحطة المركزية هى عملية المراقبة والتحكم با لإضافة الى حساب الفواتير الخاصة بعملية التحصيل وتعتبر المحطة الارضية المركزية اصغر حجماً من المحطة الارضية المركزية لشبكة (star system) والتى يتم الاتصال فيها بين المحطات الطرفية بعضها البعض من خلال المرور على المحطات الارضية المركزية (HUP) ونظراً لان اسعار هذة الشبكات قد انخفضت فى الوقت الحالى فإن بعض الشبكات الان يمكن ان تتكون من مئات المحطات الطرفية .

تطبيقات الـ Vsat

أولا – فى حالة الاستقبال فقط

– بث اخبار البورصة واخبار اخرى مذاعة

– التدريب والتعلم (واستكمال الدراسة) عن بعد

– نشر التوجيهات المالية وتحليلاتها

– إدخال منتجات جديدة فى أماكن متفرقة جغرافياً

– تحديث البيانات والاخبار والاسعار فى البورصات والاسواق العالمية

– بث برامج الفيديو والبرامج التليفزيونية

– نشر الإعلانات بواسطة العلامات الالكترونية فى محلات البيع بالتجزئة

ثانياً – فى حالة ثنائى الاتجاة (الإرسال / الإستقبال) :-

– عقد معاملات تفاعلية بواسطة الحاسب الآلى

- خدمات الانترنت

- عقد مؤتمرات تليفزيونية (مرئية) عن بعد

- إتاحة عمل الاستفسارات من خلال قواعد البيانات

- عقد صفقات مصرفية (الة الصرف الآلى).

- نظم الحجز فى كبرى الفنادق وتذاكر الطيران.

- التحكم الموزع بدون عمل اتصال مباشر بالاضافة إلى جمع المعلومات من مكان واحد وارسال تلك المعلومات لمكان آخر (Telemetry) .

- الاتصالات التليفونية او الهاتفية وخدمات الفاكس والتلكس .

- خدمات الطوارئ .

- نظام تمثيل التعاملات المالية إلكترونيا (Electronic Fund Transfer) عبر الشبكة فى نقطة البيع (Point-Of-Sale) .

- البريد الالكترونى (E_mail) (مثل Yahoo – Hotmail الشهيرين .. الخ) .

- نقل البيانات الطبية

- الرقابة على المبيعات والتحكم فى المخزون الاستراتيجى .

الأقمار الصناعية العسكرية

المقصود بالأقمار الصناعية العسكرية وفقا للمنتدى العسكري العربي، أنها تلك التي تستخدم في الأغراض العسكرية وتشمل الأنواع الآتية:

أولاً: أقمار الاستطلاع وتتضمن الأنواع الآتية:

(1) أقمار الاستطلاع بالتصوير وتشمل:

- أقمار التفتيش والبحث عن الأهداف.
- أقمار الفحص القريب الدقيق.

(2) أقمار الإنذار المبكر.

(3) أقمار الاستطلاع الإلكتروني.

ثانياً: أقمار اكتشاف التفجيرات النووية وتشمل:

(1) نظام القصف المداري الجزئي (فويز) ويطلق عليه القنابل المدارية.

(2) أقمار الاعتراض "الأقمار المضادة للأقمار الصناعية".

لا يعرف غالبية سكان العالم بأن لدى الأقمار الصناعية القدرة على القيام بعمليات مدهشة وأحياناً مخيفة جداً. يمكن لأقمار التجسس الصناعية مراقبة كل حركة من حركات الشخص المستهدف حتى وإن كان "الهدف" موجوداً في منزله أو في أعماق مبنى ضخم أو مسافراً في سيارة على الطريق السريع ومهما كانت حالة الطقس (غائم أو ممطر أو عاصف) ، باختصار لا يوجد مكان على وجه الأرض يمكن الإختباء فيه. و بخصوص تعقب الأشياء من الفضاء كتب مؤلف كتاب "الجواسيس التقنية" (TECHNO SPIES) ما يلي :

"بعض الأقمار الصناعية العسكرية الأمريكية مزودة بمستشعرات تعمل بالأشعة تحت الحمراء يمكنها إلتقاط الحرارة المنبعثة على الأرض بواسطة الشاحنات والطائرات والصواريخ والسيارات وحتى في الأيام الغائمة يمكن للمستشعرات إختراق السحب والتقاط أنماط الحرارة المنبعثة وإظهارها على شاشة تلفزيونية".

تستغل الأقمار الصناعية التجسسية حقيقة أن الجسم البشري تنبعث منه أشعة تحت حمراء أو مايسمى بالحرارة الإشعاعية. ففى كتاب "الأسود العميق": قال المؤلف عن التجسس الفضائي والأمن القومي" إن ما يتم تصويره بواسطة الأشعة تحت الحمراء يمر من خلال مرشحات ضوئية ويتم تسجيله على

مصفوفة عناصر مزدوجة الشحنة CCD لتكوين صورة أشعة تحت حمراء والتي يتم بعد ذلك تكبيرها ورقمنتها وتشفيرها وترحيلها إلى قمر صناعي (تابع لمنظومة بيانات قمرية)".

لكن هناك اختلاف في الرأي حول إمكانية إلتقاط الأشعة تحت الحمراء في الأجواء الغائمة.

وطبقاً لإحدى الباحثات هناك حل لهذه المشكلة المحتملة حيث قالت : "خلافاً للمستشعرات التي تلتقط الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء بشكل سلبي تحجبها السحب وقد لا تتوفر بشكل كبير في الليل فإن (المستشعرات الرادارية) تقوم بشكل فعال بإصدار (نبضات المايكروويف) التي يمكنها إختراق السحب والعمل في أي ساعة من النهار أو الليل".

ويحدث تطور مذهل للأقمار الصناعية مع التطور الملحوظ في الأدوات والأجهزة مثل الأتى:

1 – الماسحات الضوئية متعددة المرشحات الطيفية Multi-Spectral Scanners .

2 – أجهزة قياس التداخل Interferometers .

3 – أجهزة قياس الإشعاع بالمسح المغزلي للأشعة تحت الحمراء المرئية Visible Infrared Spin Scan Radiometers .

4 – أجهزة تبريد القطع الإلكترونية Cryocoolers .

أصبح في الوقت الحالي للاستخدام العملياتى للأقمار الصناعية أهمية حيوية في العمليات العسكرية الحديثة من خلال جمع المعلومات عن مناطق التمركز الرئيسية للقوات المعادية ورصد أعمال إعادة التمركز والانتشار وكذلك تدقيق إحداثيات المواقع والأهداف بدقة عالية وإحتساب وتقدير كميات الذخائر المطلوبة للمدفعيات والصواريخ لتدمير المواقع المعادية.

وتتمكن أيضا الأقمار الصناعية التجسسية من دراسة خطط الهجوم المناسبة طبقا لطبيعة الأرض (من خلال إنتاج صور فضائية ثلاثية الأبعاد) لناحية التعرف على ملامحها وقدرة المركبات المختلفة والطرق التي سيتم المرور عليها والتكيف مع التضاريس المكونة لها إذ أن تكوين التربة وطبيعتها ودرجة الانحناء وارتفاع المزروعات وكثافتها تعتبر من العوامل المؤثرة على حركة المشاة والمركبات في آن واحد.

ويشتمل تحليل الصور الفضائية أيضاً على تحديد مواقع الرادارات المعادية وقواعد إطلاق الصواريخ العابرة للقارات التي تنطلق من منصات أرضية ثابتة أو منصات بحرية (غواصات – بارجات – حاملة طائرات – ..الخ) بحيث يكاد لا يكون للأقمار الصناعية التجسسية تطبيقات مدنية على الإطلاق سوى إخضاع أعداء أي شخص مؤثر للرقابة.

سباق الأقمار العسكرية

أقمار التفتيش والبحث عن الأهداف، وأخرى لديها خاصية الفحص القريب فائق الدقة، وهناك أقمار مختصة بـ (الإنذار المبكر)، وأخرى خاصة بـ(الاستطلاع الإلكتروني)، المجموعة الأعلى في التقنية والقدرات؛ لها وظائف تتعلق باكتشاف التفجيرات النووية، وهي في البعض منها تعمل كأقمار اعتراض (الأقمار المضادة للأقمار الصناعية)، وأخرى مزودة بنظام القصف المداري الجزئي (فويز) ويطلق عليه مصطلح (القنابل المدارية)، وتظل في النهاية "جوهرة التاج الفضائي" هي الأقمار الصناعية التجسسية، والتي لا يتوقف تطويرها التكنولوجي الفائق لدى مستخدميها، لما تمثله لهم من أهمية الحصول على (قدرات الاختراق) الفعال الذي تعززه المعلومات والصور التي تتمكن من التقاطها، وكافة المتغيرات التي تستهدف تتبعها وتحليلها على مدار الساعة.

الأقمار الصناعية التجسسية تتمكن وفق ما تتمتع به من إمكانات، من دراسة خطط الهجوم المناسبة طبقا لطبيعة الأرض، من خلال إنتاج صور فضائية (ثلاثية الأبعاد)، عبر التعرف على التضاريس المكونة للمسرح المراد تحليل مكوناته، مما يحدد بدقة قدرة المركبات المختلفة في المرور عليه، إذ تكون طبيعة التربة وتكوينها ودرجات الانحناء وارتفاع المزروعات وكثافتها، مما يعد على سبيل المثال مفاتيح رئيسية لخطط وقدرات المناورة عليها، كما تعمل تلك الأقمار التجسسية في نطاق تحليل الصور الضوئية، على تحديد مواقع الرادرات المعادية، لتتمكن لاحقا من رسم مسارات جوية تحقق قدرا عاليا من الحماية للقوات الجوية، فضلا عن الوصول إلى قواعد إطلاق الصواريخ المتوسطة والباليستية والعابرة للقارات، التي تنطلق من منصات أرضية ثابتة أو منصات بحرية، حيث تتعدد الأخيرة في وسائل تحميلها والتزود بها مثل (الغواصات، والبارجات، وحاملات الطائرات).

ظهرت نماذج عديدة لفاعلية استخدام تلك التقنيات في سنوات مضت وعلى ساحات حرب جرت في منطقتنا العربية، الأولى كانت إبان الحرب العراقية الإيرانية (1980 . 1988)، وفي طيات فصولها قدم القمر الفرنسي (SPOT 3) صورا هامة ودقيقة، لمناطق البصرة وشط العرب مكنت الجانب العراقي من تحقيق التفوق في عمليات القصف والتحرك الميداني، وفي نسخ أعلى تقنيا استخدمت الولايات المتحدة ثلاثة أقمار صناعية (KH 11)، في عملية "عاصفة الصحراء" عام 1991. وتمتعت تلك الأقمار بقدرات تمييز عالية جدا وصلت إلى (10 . 15) سم، من أجل إدارة أعمال القتال وتعيين أعداد وتحركات الجنود وأماكن انتشارهم، كما تمكنت من كشف العديد من مواقع إطلاق الصواريخ الباليستية (SCUD) التي امتلكها حينئذ الجيش العراقي، باستخدام نظام للمستشعرات الحرارية (Infrarad Sensors) أثبت فاعلية لافتة عندما تم ربطه بالبث المباشر بالصور الفضائية، التي تسجل على المحطات الأرضية في مختلف الظروف المناخية.

التسابق الروسي الأمريكي

ومما يمثل نموذج لـ"العسكرة" المباشرة؛ والازدحام الذي يشهده هذا الفضاء الواسع؛ هو التعرف على أن الولايات المتحدة لديها الآن، القمر الصناعي (WGSF4) وهو يؤمن لها الاتصالات الضرورية، لقواتها العسكرية في منطقة الشرق الأوسط وحدها، كما يقوم بضبط وتحسين روابط البيانات للطائرات المسيرة المنطلقة من أي مكان في هذا النطاق العريض، والقمر (MUOS) الذي يؤمن لها المعلومات التكتيكية، عبر مراقبة الاتصالات الهاتفية والرسائل الإلكترونية، كما تحتفظ بقمر (AEHF2) الذي بلغت كلفته 1.7 مليار دولار، ليستطيع تأمين الاتصالات بالقوات البحرية والجوية الأمريكية على

مستوى العالم بأسره، ولديها أيضا قمران يعملان في نطاق مهام التجسس (USA236) و(USA237)، وآخر له نفس المهمة، لكنه مملوك للقوات الجوية الأمريكية وحدها (OTV3)، ويحقق لها فضلا عن ذلك مراقبة كاملة للأقمار الصناعية للدول الأخرى.

في المقابل؛ أطلقت روسيا بداية من 2005 عدد (15 قمرا صناعيا) عسكريا مملوكة لوزارة الدفاع الروسية. أشهرها القمر (MERIDIAN 6) المخصص للتجسس، و(COSMOS 2479) المخصص للإنذار المبكر ثم ألحق بآخر أكثر تطورا (COSMOS 2481)، هذه الأقمار تتبع مباشرة في تشغيلها إدارة الاستخبارات العسكرية الروسية في هيئة الأركان العامة للجيش الروسي، لكن يبقى أهم مشروع روسي في هذا المضمار؛ هو منظومة (GLONASS) المخصصة للملاحة الفضائية، حيث يشكل نواتها (24 قمرا صناعيا) تحلق جميعها حول الكرة الأرضية في 3 مستويات مدارية، وتعد تلك المنظومة المكافئ التقني للمنظومة الأمريكية للملاحة الفضائية (GPS)، لكن الأخيرة اكتسبت شهرة عالمية واسعة عندما بدأت تقدم خدماتها للمجالات المدنية، فزاد الاعتماد على تزويدها التقني الذي حظى بقدر عال من الثقة، ولم تستسلم روسيا وفق هذا السباق لهذا التفوق الأمريكي حتى في مجال أقمار الملاحة الفضائية، فأسرعت بإطلاق 3 أقمار من الجيل الأحدث بمسمى (GLONASS - KA)، والتي تتمتع بدقة قياسات وقدرة على ضخ المعلومات، تضعها تالية مباشرة للولايات المتحدة، وعلى الأقل تضمن لها التفوق على آخرين لديهم ذات الطموح لاحتلال مقاعد ومساحات في هذا الفضاء الكوني العملاق.

هل تستطيع الأقمار الصناعية رؤية أرقام السيارات؟

أعلنت ميلانا إليردوفا، المدير العام لشركة Terra Tech، أن الأجهزة الفضائية بما فيها الأحدث، غير قادرة على التعرف على رقم السيارة. وقالت إليردوفا في حديث لوكالة نوفوستي الروسية للأنباء، "أفضل دقة تمتاز بها الأجهزة الفضائية التي ستطلق عام 2021 ضمن مشروع Legion الذي تنفذه شركة Maxar ، ستعادل 29 سنتمترا في البكسل. ومع ذلك بهذه الدقة لا يمكن التعرف على رقم السيارة، ولكن يمكن التعرف على نوع السيارة وأشجار فردية وأماكن تجمع الناس في الساحات والشواطئ".

وتضيف، قيمة الصور الفائقة الدقة عالية، تبدأ من 10 سنت لكل كيلومتر مربع واحد وأكثر، وهي أكثر ربحية لمشغلي الأقمار الصناعية.

وتشير المتحدثة، إلى أنه بفضل أفلام هوليوود، انتشرت أسطورة إمكانية الأجهزة الفضائية في التعرف على لوحات السيارات ونوعها وحتى قراءة النصوص المنشورة في الصحف وغير ذلك، في جميع الظروف من الفضاء.

وتجدر الإشارة، إلى أن Terra Tech هي شركة تابعة لشركة النظم الفضائية Russian Space Systems، ومهمتها تقديم خدمات التصوير الجوي والفضائي لمؤسسة "روس كوسموس".

المصدر: موقع RT نقلا عن نوفوستي 24 ديسمبر 2020 م

منظومة الاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد (تطبيقات عسكرية)

مكونات منظومة الأقمار الصناعية للاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد.

الجزء الفضائي (القمر الصناعي)

أ. الحمل المفيد Payload للقمر الصناعي: عبارة عن مستشعرات وكاميرات كهروبصرية ذات طيف واحد، أو كاميرات ذات أطياف متعددة حساسة لجميع الألوان المرئية، أو مستشعر راداري.

ب. المركبة الفضائية أو الحافلة Bus: وهي تحمل المعدات المختلفة للقمر وتوفر لها التثبيت الميكانيكي المستقر، وتشمل جسم القمر، ووحدات الطاقة الكهربية، ووحدات التحكم الحراري، ومعدات التحكم المتكامل، وأنظمة الدفع، ومعدات تداول البيانات الرقمية، ونظام الاتصالات مع المحطات الأرضية.

الجزء الأرضي

ويحتوى على المعدات الآتية

أ. المحطة الأرضية للتحكم وإرسال الأوامر الخاصة بالتحكم في القمر الاصطناعي.

ب. المحطة الأرضية لاستقبال ومعالجة الصور الفضائية (معالجة . تخزين . تحليل).

ج. مركز التحكم والتخطيط للمهام.

مدارات الأقمار الصناعية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير

تختلف مدارات الأقمار العسكرية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير عن مدارات أقمار الاتصالات. كما تختلف أيضاً مدارات الأقمار العسكرية الحاملة لمستشعرات كهروبصرية عن الحاملة لمستشعرات رادارية. وبصفة عامة، فإن الأقمار الخاصة بالاستطلاع بالتصوير تدور في مدار الأرض المنخفض Low Earth Orbit LEO ، في ارتفاعات تراوح بين 500 – 1000 كم، وعلى هذه الارتفاعات يستطيع القمر الدوران حول الأرض في مداره المخصص من 14 – 16 دورة يومياً، بسرعة تبلغ حوالي 7 كم/ ثانية، ويمكن التحكم في اختيار الأقمار لمسح مناطق معينة في أوقات معينة من طريق دراسة عوامل المدار، وهي:

(1) ارتفاع المدار

يتناسب ارتفاع المدار عكسياً مع قدرة التحليل الأرضية، وطردياً مع كمية الوقود المطلوبة لإطلاقه إلى مداره.

(2) ميل المدار

يُعرف ميل المدار بأنه الزاوية المحصورة بين المستوى الذي يصنعه القمر أثناء دورانه في مداره، مع المستوى الاستوائي الدائري.

(3) معدل التكرار

يُعد معدل التكرار لتصوير المنطقة نفسها أحد البارامترات المهمة عند تحديد مهام الأقمار العسكرية، وبصفة عامة، فإنه كلما زادت مساحة التغطية، زاد معدل التكرار، ويجب ألا يقل معدل التكرار عن مرة أو مرتين يومياً.

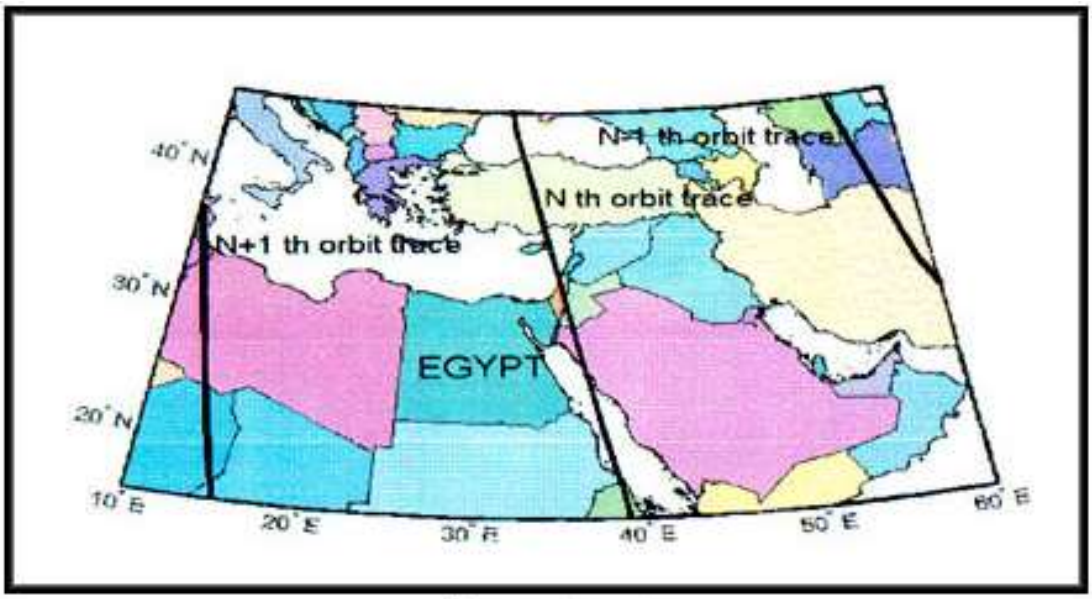
(4) توقيت المرور

يفضل التحكم في مدار الأقمار بحيث تمر فوق مناطق الاهتمام عندما تكون الشمس مائلة حوالي 20 – 40 درجة، أي حوالي من الساعة 1030 إلى 1430.

أنواع مدارات الأقمار الصناعية العسكرية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير والاستشعار عن بُعد

(1) المدار المتزامن مع الشمس

يتميز هذا المدار بأن القمر يمر في منطقة محددة في وقت ثابت يومياً (أثناء فترات سطوع الشمس)، وهذا، بالطبع، بالغ الأهمية للأقمار الحاملة لمستشعرات كهروبصرية، حيث يمكنها تصوير جميع مناطق العالم من خط الاستواء إلى القطبين الشمالي والجنوبي. ولكن يعيب هذا المدار عدم تركيزه على منطقة تكون صغيرة نسبياً، كما أن عدد مرات مروره فوق مناطق الاهتمام قليل نسبياً. (أُنظر شكل مدار متزامن مع الشمس) و(شكل مدار غير متزامن) و(شكل مدار قمر متزامن)



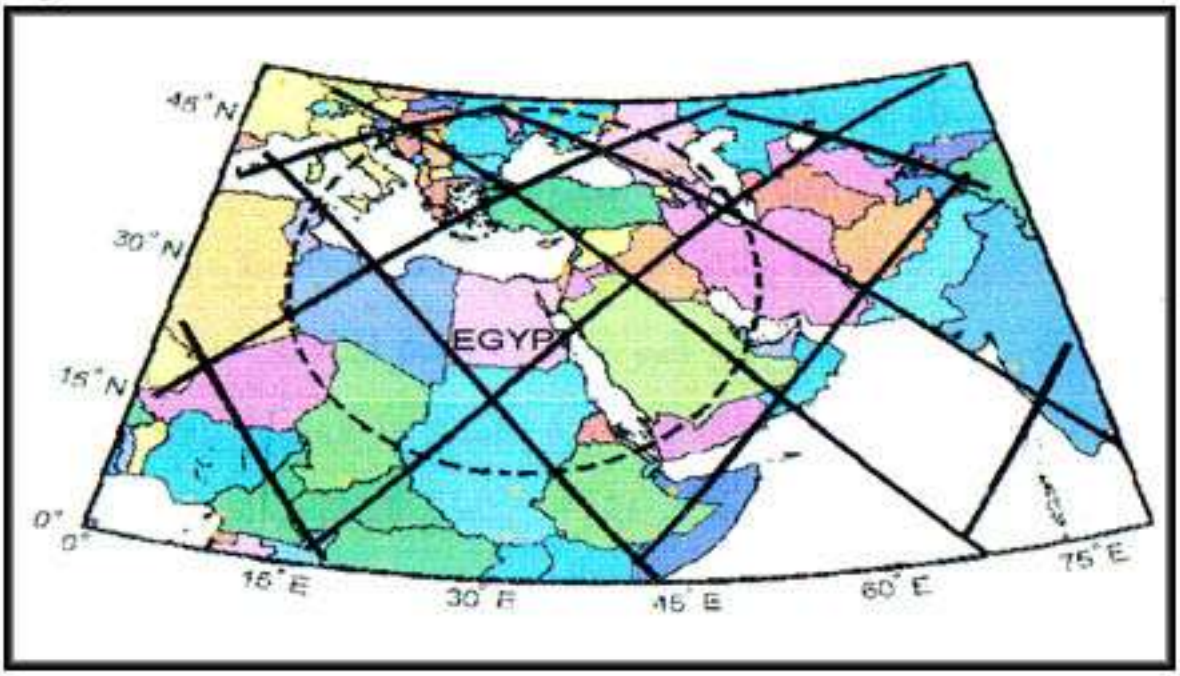
مدار متزامن مع الشمس

شكل

مدار قمر صناعي متزامن مع الشمس

مدار قمر صناعي متزامن مع الشمس

شكل



مدار غير متزامن مع الشمس

شكل مدار غير متزامن مع الشمس

(2) المدار غير المتزامن مع الشمس (المائل)

يحقق هذا المدار عدد مرور أكبر نسبياً فوق مناطق الاهتمام، وفترات مكوث أطول نسبياً فوق نطاق المحطة الأرضية، تبعاً لزاوية ميل المدار. ويسهل إطلاق أقماره في اتجاه حركة الأرض نفسها بصواريخ الإطلاق التجارية، بينما يصعب إطلاق أقماره في اتجاه معاكس لحركة الأرض بهذه الصواريخ، ما يتطلب توافر القدرة الذاتية في مجال الصواريخ الباليستية، أو في مجال الإطلاق من الجو بواسطة الطائرات لتنفيذ هذا النوع من الإطلاق.

وتختلف مواقع الإطلاق للأقمار العسكرية الخاصة بالاستطلاع بالتصوير تبعاً لنوع المهمة المستهدفة، والمناطق المطلوب تصويرها، وبارامترات المدار المختلفة. وبصفة عامة، فإنه يفضل إطلاق هذه الأقمار من مواقع قريبة للمستوى الاستوائي، لتحقيق ميزتين، هما: إمكانية إطلاق القمر بأي زاوية ميل بالنسبة لمداره لزيادة عدد مرات المرور فوق مناطق الاهتمام، والاستفادة من سرعة دوران الأرض حول محورها.

تطبيقات أقمار الإستشعار عن بعد

للاستشعار عن بُعد علاقة في كثير من المجالات العلمية والتطبيقية، نذكر منها:

أ. في المجال الزراعي.

(1) تحديد وتوقع مقدار المحاصيل الزراعية.

(2) إعداد الخرائط اللازمة لتحديد المناطق الزراعية.

(3) اكتشاف الآفات الزراعية وأمراض النباتات والأشجار.

(4) حفظ المناطق الزراعية من التلوث، وذلك من خلال المراقبة المستمرة والدراسة.

(5) مراقبة التصحر.

(6) مراقبة حرائق الغابات.

ب. في مجال الجيولوجيا والخرائط.

(1) تساعد الصور الجوية والفضائية على إعداد وتحديث الخرائط القديمة بدقة متناهية، بحيث تعطي معلومات متعددة ومفيدة.

(2) إعداد الخرائط الجيولوجية.

(3) تحديد مواقع البراكين وتحديد تحرك الطبقات الأرضية.

(4) تحديد خطوط التصدعات المختلفة.

(5) البحث عن المصادر الطبيعية والمواد الخام.

ج. في مجال حماية البيئة.

يلعب الاستشعار عن بُعد دوراً مهماً في دراسة الكرة الأرضية وبيان التغيرات التي تظهر على سطحها، ومن ثم نتعمق في مجال حماية البيئة الطبيعية في مكافحة التلوث بشتى أشكاله، حيث يساعد الاستشعار عن بُعد على دراسة:

(1) تلوث الجو والهواء.

(2) تلوث المياه.

(3) تأثير المصانع على البيئة.

(4) تأثير النفايات في تلوث البيئة.

(5) إعداد خرائط خاصة بالمناطق المحمية.

د. مراقبة التغيرات البيئية وتأثير الطبيعة على الإنسان والبيئة.

إن المراقبة الدورية للبيئة الطبيعية من ارتفاعات مختلفة، يعني إتاحة المجال أمامنا للحصول على نتائج مستمرة تمكننا من وضع الدراسات الصحيحة، وكذلك الحلول الصحيحة.

د. في مجال الأرصاد الجوية

الأرصاد الجوية هي أحد التطبيقات المدنية التي استفادت مبكراً من الأقمار الصناعية، حيث يمكن أن يُعد القمر في هذه الحالة، على أنه برج مراقبة عالٍ جداً، يستطيع أن يكشف مساحة واسعة جداً من سطح الكرة الأرضية والغلاف الجوي الذي يغطيها. كما يستطيع أن يعطي معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية، مثل تشكيلات السحب وحركتها ودرجة حرارتها، وحركة الأعاصير ومتابعتها. وأصبح الآن، وفى معظم الدول يلعب التنبؤ الجوي دوراً اقتصادياً كبيراً في تقدير المحاصيل والغلال، وفي متابعة الأعاصير والزوابع، التي تصل إلى حد الكوارث الطبيعية.

كما يمكن، ودون شك، تقليل الخسائر في الأرواح والممتلكات بشكل كبير، عندما يجري ترحيل السكان من المناطق التي تقع في مسار الأعاصير، ولكن ذلك يحتاج إلى متابعة شبة لحظية "من الأقمار الصناعية"، ذلك أن هذه الأعاصير تغير اتجاهاتها بشكل فجائي وسريع ولا يمكن التنبؤ به؛ ولكن لحسن الحظ فإن الأقمار الصناعية يمكنها أداء مهمة المتابعة هذه بشكل دقيق.

يعمل الاستشعار عن بُعد في هذا المجال على:

(1) تحديد حركة الغيوم ونوعها ودرجة حرارتها.

(2) رصد المتغيرات المناخية، مثل درجة حرارة سطح الأرض والمسطحات المائية والجبال الجليدية.

(3) تحديد كمية الأمطار المتوقع هطولها.

(4) دراسة تلوث الهواء.

(5) تساعد على إصدار تنبؤات جوية أكثر دقة، إذ يمكن بواسطتها تحديد مواقع وحركة المنخفضات الجوية والجبهات الهوائية والأعاصير.

وقد استفادت خدمات الأرصاد الجوية من التقدم العلمي الذي حدث أخيراً، حيث بدأ تطوير وسائل جديدة لمراقبة تطورات الغلاف الجوي، واستخدمت البالونات والطائرات في الحصول على معلومات عن طبقات الجو المختلفة، وفي الوقت نفسه، أنشئ نظام عالمي متكامل من المحطات الأرضية والسفن البحرية لمراقبة الجو وتبادل المعلومات. وقد أنشأت منظمة الأرصاد العالمية WMO نظام مراقبة للجو على المستوى العالمي، وتسهم فيه جميع الدول. وبدخول الأقمار الصناعية والرادار أُضيف عنصران جديدان وتقنية جديدة إلى وسائل مراقبة الجو، وأصبح في الإمكان مراقبة باقي الكواكب.

والآن أصبحت الأقمار الصناعية والرادارات برؤيتها الشاملة جزءاً في نظام الأرصاد الجوية العالمي، مكملة بذلك سلسلة من التطورات التقنية التي تمكن الإنسان من السيطرة على الطقس والتعامل معه، وتجنب كوارثه والتخفيف من آثاره السلبية.

هـ. في المجال العسكري

(1) في مجال الدفاع الجوي الدفاع الصاروخي

(أ) المراقبة الجوية والاستطلاع.

(ب) قياس المدى.

(ج) التحكم في التصويب وتوجيه نيران الأسلحة.

(2) في مجال التجسس

(أ) تحديد المواقع الإستراتيجية والأهداف بدقة.

(ب) تحديد مواقع الجيوش وحجمها وحركتها.

و. في مجال المياه والتربة

(1) وضع خرائط دقيقة لمناطق المياه.

(2) دراسة تلوث مياه البحار والأنهار.

(3) تحديد مناطق الفيضانات.

(4) مراقبة حركة الأنهار.

(5) البحث عن المياه الجوفية تحت رمال الصحراء عن طريق صور الرادار.

(6) تقسيم التربة وتحسينها.

(7) إعداد خرائط مناخية للتربة.

(8) دراسة إمكانية حفظ التربة وتحسينها.

(9) مراقبة جفاف الأراضي والبحيرات.

المصدر Source .

الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات

من أهم تطبيقات الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات، بوصفها عنصراً مكملاً مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض. ويبلغ مجموع المساحات المائية على الأرض حوالي 139.294 مليون ميل مربع، بينما تقدر مساحة اليابسة بحوالي 57.656 مليون ميل مربع.

وتتمثل هذه المساحة المائية بالمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار. ولكن مياه المحيطات والبحار تكون حوالي 98% من مجموع ما على الأرض من ماء، وهي مياه مالحة، تصل نسبة الملوحة فيها إلى 3.5%، وتتكون غالبا من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وغيرها.

وحركة المياه في البحار والمحيطات تؤثر تأثيراً بالغاً في مناخ كوكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة الهائلة من المياه مع اليابسة . وتنقل الحركة الكبيرة للمياه الحارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج.

الأقمار الأولى لدراسة البحار والمحيطات

بدأ علم دراسة المحيطات باستخدام الأقمار الصناعية بداية حقيقية في عام 1978م، مع إطلاق الأقمار "تيروس " TIROS و"نمبوس" Nimbus و"سي سات " Seasat. وهذه الأقمار الثلاثة مزودة بأجهزة لرصد المحيطات. (المصدر Source)

الاستخدامات والتطبيقات المدنية Uses and civilian applications

أولاً: حصر الموارد الطبيعية

مكنت صور الاستشعار عن بعد من تصحيح كثير من المعلومات، وأعيد النظر في معظم الخرائط الجيولوجية، ذلك لأن هذه الصور تعطي نظرة شمولية ودقيقة لوحدات وتراكيب جيولوجية، ذات امتداد كبير، وتعطي المؤشرات الأولية للإمكانات المعدنية والنفطية والغازية .

واليوم هناك أمثلة لا تحصى على نجاح هذه التقنية في التطبيقات، جرت خلال السنوات القليلة الماضية في وسط دولة المغرب حول الحديد والفوسفات، وفي كندا، وفرنسا، وأسبانيا، ومصر، وغيرها.

1. حصر مصادر النفط والغاز

أصبحت شركات النفط العالمية تعتمد بشكل، شبه رئيس، على استقراء الصور لتحديد مواقع التنقيب عن النفط والغاز، بعد أن كانت تعتمد على التصوير الجوي التقليدي، الذي يستنفذ كثيرا من الوقت والتكاليف، فبينما تستطيع هذه الشركات اليوم استخدام صورة فضائية تغطي على الأرض مساحة 34 ألف كم مربع، فإنها تحتاج إلى ألف وستمائة صورة جوية لتغطية المساحة نفسها، وبتكاليف باهظة، وبدقة متواضعة، رغم المقياس الكبير لهذه الصور.

First: The natural resource inventory

Enabled the remote sensing images to correct a lot of information and re-consideration of most geological maps, because these images give a holistic view and accurate units and geological structures, along with a large, and give preliminary indications of the potential mineral and oil and gas.

Today, there are countless examples of the success of this technology in applications, during the past few years in the center of Morocco on the iron and phosphate, and in Canada, France, Spain, Egypt, and others.

1. Limited the sources of oil and gas

International oil companies have become dependent, semi-Chairman, on an extrapolation of images to locate drilling for oil and gas, after it had been based on conventional aerial photography, which exhaust a lot of time and costs, while these companies can today use the image space on the ground, covering an area of 34 thousand square kilometers, they need a thousand and six hundred aerial photo to cover the same area, and the cost is prohibitive, and accurately modest, despite the large scale of these images.

The satellite images to areas of minerals, oil and gas in sedimentary basins and faults, and others, making it easier to guide the work of detailed exploration, access to the periods of record results, has successfully applied this technique in Burma, the Philippines, Kenya, and Egypt.	وتشير الصور الفضائية إلى مناطق المعادن والنفط والغاز في الأحواض الرسوبية والفوالق وغيرها، مما يسهل توجيه أعمال التنقيب التفصيلي، والوصول إلى النتائج بفترات قياسية، وقد نجح تطبيق هذه التقنية في بورما، والفلبين، وكينيا، ومصر.
2. Limited the sources of groundwater Can be by analysis of satellite images and indicators showing the location of groundwater, and examine the sources of surface water, and direct use to great effect as well as the study of snow accumulation and its impact on groundwater recharge. Have been detected by these means and a water-rich valleys in the sea and west of the Nile in Sudan, and are based on maps is important for land use.	.2حصر مصادر المياه الجوفية ويمكن بواسطة تحليل الصور الفضائية والمؤشرات التي تظهرها تحديد مواقع المياه الجوفية، ودراسة مصادر المياه السطحية، وتوجيه استغلالها بجدوى كبيرة، وكذلك دراسة تراكمات الثلوج ومدى تأثيرها على تغذية المياه الجوفية. وقد اكتشفت بهذه الوسائل وديان غنية بالمياه في البحر وغرب النيل وفي السودان، ووضعت على أساس ذلك خرائط مهمة لاستخدامات الأراضي.
Second: the work area Resulted in modern technologies for remote sensing, and electronic processing of data to a revolutionary change in the work area, which made the new maps are better able to understand the world. And perhaps more able to manage it, The maps seek to simplify the world to the standards allow his understanding of the human person.	ثانياً: أعمال المساحة أدت التكنولوجيات الحديثة للاستشعار عن بعد، والمعالجة الإلكترونية للبيانات إلى تغيير ثوري في أعمال المساحة، التي جعلت الخرائط الجديدة أكثر قدرة على فهم العالم. وربما أكثر قدرة على إدارته، فالخرائط تسعى إلى تبسيط العالم إلى مقاييس تسمح للإنسان بفهمه.
It should be noted that satellite imagery obtained	وجدير بالذكر أن الصور الفضائية يتم الحصول عليها من ارتفاعات أكثر مئات المرات من تلك الارتفاعات التي تطير عليها طائرات

المساحة، ومن الواضح أنها فتحت آفاقا جديدة وخاصة للمساحة ذات المقياس الصغير.

وما كان يمثل مشكلة في التصوير الجوي لرسم الخرائط، كغطاء السحب في حالة الطقس السيئ، تم إخضاعه لأنظمة وأجهزة استشعارية حديثة، لا تتأثر بالسحب بتاتاً .ففي البرازيل، مثلاً، كانت نتيجة عمل ست سنوات متواصلة من جمع الصور الجوية لرسم الخرائط لمنطقة شاسعة، إنتاج تغطية مقبولة لنصف المساحة المرغوبة والمطلوبة فقط، بينما أنتجت التحليقات الحديثة التي استخدمت الرادار ذي الرؤية الجانبية، تغطية كل المنطقة المطلوبة، وبشكل بالغ السرعة، (أُنظر صورة مقبرة مدينة إرم .(

ثالثاً: تأثير الغلاف الجوي في التصوير من الفضاء

مع بداية عصر الفضاء، كان التفكير في الواقع المرتقب على رسم الخرائط محدوداً، حيث افترض العديد من الخبراء أن الغلاف الجوي للأرض سيشوه ويحول دون التصوير الجيد من الفضاء، ولكن رواد الفضاء الأوائل أثبتوا خطأ هذا الافتراض. وعلق رائد الفضاء "جون جلين"، عندما اقترب من نهاية طيرانه المداري، في مركبة الفضاء "ميركيوري" عام 1962م، قائلا: "إنني أستطيع رؤية ولاية فلوريدا كاملة ممتدة تماماً، مثلما هي على الخريطة ."

وبهذا تمكن رائد الفضاء جلين، من رؤية متكاملة لِما اضطرت أجيال من راسمي الخرائط لتجميعه على سطح الأرض، أو من خلال الطيران المنخفض. ولعل ما هو أكثر إثارة وكشفا بالنسبة لراسمي الخرائط، تجربة "جوردون كوبر"، أثناء رحلة "ميركيوري" الأخيرة عام 1963م، فقد أبلغ رائد الفضاء وهو على ارتفاع 165 كم فوق سطح التبت، قائلا: "أستطيع أن أميّز المنازل والشوارع كلا بمفرده".

رابعاً: تطور رسم الخرائط باستخدام الصور الفضائية

وبمقارنة الخرائط الموجودة، التي تجاوزتها الأحداث بسنين عديدة، بالصور التي التقطها رواد الفضاء، تمكن علماء الخرائط بسهولة من تمييز الجبال، التي لم تكن محددة بالخرائط السابقة في التبت، وكذلك البحيرات المرسومة في أماكن خطأ على الخريطة، والخطوط المحددة لقيعان البحيرات القديمة. ومن هذه الصور أمكن وضع خريطة

from heights over hundreds of times those altitudes for aircraft flying area, it is clear that it opened up new horizons, especially for an area of small scale.

What was a problem in aerial photography for mapping, cloud cover in the event of bad weather, were subjected to sensory systems and devices to date, are not affected by clouds at all. In Brazil, for example, was the result of six years to gather aerial photos of the mapping of a vast area, covering the production of acceptable to half the size of the desired and required only produced while the flights of modern radar used a side-view coverage of all the required area and, very quickly, (see the picture of the city cemetery toss).

III: The effect of the atmosphere in the photography from space

With the beginning of the space age, the thought of the upcoming reality mapping limited, as many experts assumed that the Earth's atmosphere distort and prevent the imaging quality of the space, but astronauts first demonstrated the error of this assumption. Commented astronaut "John Glenn", when he approached the end of the orbital flight, the spacecraft, "Mercury" in 1962, saying: "I can see the state of Florida full fully extended, as is the map."

حديثة للتبت .

وفي علم الخرائط، يراد للخارطة الموضوعية أن تخدم غرضا محدداً، على النقيض من الخارطة العامة، التي تظهر عليها مجموعة متسعة من الظواهر في آن واحد. والموضوع المحدد قد يكون التربة، أو توزيع الغطاء الخضري، أو الغطاء الثلجي، أو الصدوع الجيولوجية، أو أنماط استخدام الأرض. وكل هذه تمثل أدوات صناعة رسم الخرائط بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد .

وفي السبعينيات، أجرت البرازيل، بمعونة الأمريكيين، مسحاً لحوض نهر الأمازون، الذي كان مسحه في السابق ضعيفاً، والذي يشكل نصف مساحة البرازيل، وذلك باستخدام الرادار المحمول جواً. ولقد تم اكتشاف نهر، كان غير مخطط في السابق، يتجاوز طوله عدة مئات من الكيلومترات، كما أن منطقة كانت تعد غابة قومية، تبين أنها منطقة سافانا .

وفي عام 1982م استكمل المسح الجيولوجي أول قاعدة للمعلومات الخرائطية الرقمية، وهي مجموعة أشرطة مغناطيسية قياسية للحاسب، تحتوي على الخطوط والحدود والطرق والسكك الحديدية والأنهار والجداول، وغيرها من الملامح الخرائطية للولايات المتحدة كلها .

خامساً: تطور وسائل المساحة المحمولة جواً

تطورت وسائل المساحات الجيومغناطيسية Geomagnetic Surveys المحمولة جواً في ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية في الثلاثينيات من القرن العشرين الميلادي، واستخدمت في الكشف عن الغواصات أثناء الحرب العالمية الثانية .وأثبتت هذه الطريقة قيمتها في المساحة التعدينية في عدة دول .

كانت والمساحة الراديوميترية النوع الثاني من المساحة الجيولوجية الطبيعية لكي تصبح محمولة جوا، والمساحة الكهرومغناطيسية Electromagnetic Surveys كانت الثالثة .

سادساً: اكتشاف الآثار

التنقيب عن المناطق الأثرية أحد تطبيقات الاستشعار عن بعد المهمة، حيث يمكن استعمال الصور الجوية والفضائية للكشف عن المواقع الأثرية، عن طريق رؤية المظاهر السطحية وما تحتها، وذلك من خلال تفسير هذه الصور .

وقد بدأ استخدام تقنية الاستشعار عن بعد في الكشف عن الآثار في توسيع رقعة الظاهر منها، والذي لم يظهر بعد، وذلك عن طريق متابعة الانحرافات اللونية في الغطاء النباتي في مكان ما، واختلاف

This enables the astronaut Glenn, from an integrated vision would not have had generations of cartographers to assemble on the surface of the earth, or through a low flying. What is perhaps more interesting, and revealing account for the cartographers, the experience of "Gordon Cooper" during the trip, "Mercury," the last in 1963, told the astronaut is at an altitude of 165 km above the surface of Tibet, saying: "I can tell the homes and streets individually."

IV: the evolution of mapping using satellite images

In comparing the maps, which was overtaken by events after two years many, the images taken by astronauts, scientists have been able to distinguish easily maps mountains, which were not specified in the previous maps of Tibet, as well as the Lakes set out in the wrong places on the map, the routes specified in the bottoms of ancient lakes. It is these images possible to draw a map of modern Tibet.

In cartography, the map is intended to serve the objective a specific purpose, contrary to the general map, that shows the expanding range of phenomena in the same time. The topic may be soil, or the distribution of vegetation, or snow cover, or geological faults, or patterns of land use. All of these are tools to make mapping using remote sensing

techniques.

In the seventies, Brazil carried out, with the help of Americans, a survey of the Amazon River basin, which was surveyed in the past weak, which is half the size of Brazil, using airborne radar. The discovery of the river, it is not planned in the past, beyond the length of several hundreds of kilometers, and the area used to be the national forest, indicating it is an area of Savannah.

In 1982 the Geological Survey completed the first base of digital cartographic information, which is a magnetic tape record of the computer, containing the fonts, borders, roads, railways, rivers and streams, and other cartographic features of the United States as a whole.

Fifth: the development of new space Airborne

Developed areas and means of geomagnetic Geomagnetic Surveys Airborne Division in Germany and the United States in the thirties of the twentieth century AD, and used to detect submarines during World War II. This method has proved its value in the area of mining in several countries.

And space was Alradiomitrip second type of natural

درجة الرطوبة في التربة، ومدى نمو النباتات فوق الموقع المدروس، وعن طريق متابعة الأشكال والأنماط الهندسية التي تأخذها مثلا ظواهر الصقيع في منطقة ما .

.1المظاهر السطحية الأثرية

أما المظاهر السطحية الأثرية المهمة، فتشمل الآثار المرئية، والتلال، والكتل الصخرية، والآثار السطحية الأخرى، ومثال ذلك الآثار التي كانت تشكل الأبنية والقلاع الأثرية في أوروبا عموماً . ومن أمثلة التلال الأثرية التي اكتشفت بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد التلال التي تشبه الطيور في شكلها، والتلال التي تشبه الأفاعي، الواقعة وسط غربي الولايات المتحدة الأمريكية، وكذلك كثير من الآثار السطحية في روسيا أيضاً .

.2المظاهر الأثرية تحت السطحية

وأما المظاهر الأثرية تحت السطحية، فتشمل الآثار المطمورة، كالأبنية القديمة، والقنوات، والخنادق القديمة، والطرق الأثرية القديمة أيضا. وعندما تكون هذه المظاهر مغطاة بالحقول الزراعية، أو النباتات الطبيعية، فإنه يمكن أن تظهر بوضوح من خلال الصور الجوية، عن طريق متابعة التغيرات اللونية الناتجة عن الاختلافات في رطوبة التربة ومدى نمو النباتات وقوتها .

وفي بعض الأحيان تظهر مثل هذه المظاهر بوضوح من خلال الاختلافات الموجودة بشكل مؤقت، والسريعة الزوال، وذلك بمتابعة الأشكال والأنماط الهندسية، التي تأخذها مظاهر الصقيع الحاصل بالمنطقة المدروسة .

ويعد هذا الاستخدام من النتائج المثيرة وغير المتوقعة للاستشعار عن بعد، خاصة أنه يتعلق باكتشافات لم يكن من الممكن كشف النقاب عنها بأية تقنية معروفة أخرى. فخلال قرون عديدة ماضية، ظلت صحراء عمان، مثلاً، معبراً للقوافل، وإذا كانت مسارات القوافل هذه غير ظاهرة للعيان على الأرض، فإنها قد بدت واضحة في الصور، التي التقطتها الأقمار الصناعية من الفضاء. وعند التقاء هذه المسارات هناك احتمال كبير جدا في اكتشاف أطلال قديمة .

سابعاً: التطبيقات الزراعية

يجد الزراعيون تطبيقات عديدة للاستشعار عن بعد، فالكشف المبكر لإصابات المزروعات ولغارات الحشرات على المناطق الزراعية، من خلال استعمال أنظمة متعددة للاستشعار، سيخفض من الخسائر الناتجة عن ذلك، بواسطة إتاحة الفرصة للفعل العلاجي

كي يطبق بشكل أسرع وبفاعلية أكبر .
والقاعدة المتبعة عادة لمنع إصابة النباتات، أو لخفض تخريب المحاصيل التي تنتقيها الحشرات الضارة، هي رش المحاصيل دوريا، عدة مرات خلال الموسم. وبواسطة الاستشعار عن بعد يمكن أن يتم تجنب الرش، غير الضروري، في المناطق ذات الزراعات الكثيفة، وذلك بتحديد الحقول، غير المصابة، بواسطة تقنيات الاستشعار عن بعد، القادرة على كشف وتمييز الحقول المصابة عن الحقول السليمة .
استخدام التصوير الجوي من الطائرات في التطبيقات الزراعية على الرغم من أن بعض التفصيلات قد لا تكون ممكنة في لقطات وصور الأقمار الصناعية هذه بسبب المقياس الصغير، فإن التصوير الجوي من الطائرات، على ارتفاعات مختلفة، يمكن أن يستخدم ليعين بدقة البقاع المتعذرة الرؤية، حالما يؤشر من الفضاء عن وجود الإصابة. وكذلك، فإن التنبؤ المسبق عن حالة الغلال والمحاصيل، من خلال مراقبة نشاط النبات هو هدف آخر من أهداف الاستشعار عن بعد .
وتساعد صور الحقول الزراعية على إرشاد الفلاحين إلى الأمكنة التي تزدهر فيها المحاصيل، وتلك التي لا تتواءم معها. فمثل تلك الصور يمكنها مساعدة الفلاحين على تصور أنماط التربة في حقول معينة، ومن ثم تحسين استراتيجياتهم حول أمكنة الري والتسميد وتوقيتهما ومقاديرهما المناسبة .
ثامناً: دراسة البحار والمحيطات
من أهم تطبيقات الاستشعار عن بعد دراسة المياه في البحار والمحيطات، بوصفها عنصراً مكملاً مع اليابسة من عناصر منظومة كوكب الأرض. ويبلغ مجموع المساحات المائية على الأرض حوالي 139.294 مليون ميل مربع، بينما تقدر مساحة اليابسة بحوالي 57.656 مليون ميل مربع .
وتتمثل هذه المساحة المائية بالمحيطات والبحار والبحيرات والأنهار. ولكن مياه المحيطات والبحار تكون حوالي 98% من مجموع ما على الأرض من ماء، وهي مياه مالحة، تصل نسبة الملوحة فيها إلى 3.5%، وتتكون غالبا من أملاح كلوريدات وكبريتات الصوديوم والبوتاسيوم والماغنسيوم وغيرها .
وحركة المياه في البحار والمحيطات تؤثر تأثيراً بالغاً في مناخ كوكب الأرض، بل إن مناخ الكوكب هو نتاج مباشر لتفاعل هذه الكتلة

geological area in order to become airborne, and space electromagnetic Electromagnetic Surveys was the third.

Sixth: the discovery of the effects

Exploration of areas of archaeological application of remote sensing mission, where you can use satellite and aerial images for detection of archaeological sites, through the vision of the superficial manifestations and below, through the interpretation of these images.

Has begun using remote sensing in detecting effects in the expansion of visible, which has yet to emerge, through the follow-up to chromatic aberrations in the vegetation cover in place, and a different degree of moisture in the soil, and the growth of plants on the site studied, and through follow-up forms and geometric patterns that you take for example the phenomena of frost in the region.

1. Surface archaeological features

The surface manifestations of archaeological mission, include visual effects, and the hills, and rock masses, and other surface effects, for example, are monuments to the ancient buildings and castles in Europe in general.

الهائلة من المياه مع اليابسة، (أُنظر صورة موجات المحيط باللون الأحمر). وتنقل الحركة الكبيرة للمياه الحارة من المناطق الاستوائية إلى المناطق القطبية، وتؤثر بذلك في المناخ وفي معدلات ذوبان الثلوج.

1. الأقمار الأولى لدراسة البحار والمحيطات

بدأ علم دراسة المحيطات باستخدام الأقمار الصناعية بداية حقيقية في عام 1978 م، مع إطلاق الأقمار "تيروس TIROS " و"نمبوس Nimbus "و"سي سات .Seasat " وهذه الأقمار الثلاثة مزودة بأجهزة لرصد المحيطات. وعندما أطلقت الولايات المتحدة الأمريكية القمر `NIMBUS-7 للحصول على معلومات تتعلق بالمحيطات والبحار والجو، فإنها حددت مجالات معلوماته بما يلي:

أ. ألوان المحيطات، والمواد العالقة بالمياه المالحة.

ب. توزيع الثلوج بالبحار والمحيطات، وتكوين الغلاف الجوي.

ج. ميزان الطاقة الخاص بسطح الأرض.

وهناك مشروع أمريكي فرنسي لإطلاق أقمار لدراسة المحيطات تحت اسم " توبيكس . بوسيدون Topex-Posidon "، ومشروع إطلاق قمر كندي يسمى "رادارسات". ومن روسيا هناك مجموعة أقمار "أوكيان OKEAN "والمخصص لمراقبة الغطاء الجليدي ورصد التغيرات فيه بدقة 30 كم، وينتظر أن تطلق أقمار أخرى بدقة أعلى في المجموعة نفسها.

وتستخدم الأقمار الصناعية المخططة لرصد البحار والمحيطات، بصفة عامة، الإشعاع الكهرومغناطيسي في مناطق مختلفة من الطيف. وللموجات في مناطق الطيف المختلفة خصائص مختلفة يمكن استخدامها للقياس والرصد. فالأشعة تحت الحمراء تنتج عن تغيرات حرارية، والأشعة الضوئية تستخدم في التصوير النهاري العادي، بينما تتمتع الأشعة متناهية القصر ميكروويف Microwaves بخصائص اختراق عالية، ولذلك لا تتأثر بالغلاف الجوي.

2. البحث عن مصادر الثروة في البحار والمحيطات

اتضح أن أجزاء كثيرة من المحيطات والبحار لا تزال مجهولة، حيث لم يكن ممكناً الوصول إليها لدراستها بالطرق التقليدية، حتى يمكن الكشف عما قد تحويه من مصادر للثروات الطبيعية . ومع التطور العلمي والتقدم التكنولوجي الذي واكب غزو الفضاء وإطلاق الأقمار الصناعية والسفن الفضائية، أمكن ابتكار أجهزة

Examples of archaeological hills discovered by remote sensing techniques hills that are similar to flu in the form, and the hills that are similar to snakes, in central western United States, as well as many of the effects of surface in Russia as well.

2. Archaeological features under the surface

The archaeological features under the surface, include the effects of landfills, Kalobnip old, canals, and ditches the old and ancient ways as well. When these aspects are covered agricultural fields, or natural vegetation, it can be clearly shown by the aerial photos by following the color changes resulting from differences in soil moisture and the extent of plant growth and strength.

In some cases, such phenomena appear clearly through the differences are temporary, ephemeral, and that the follow-up forms and geometric patterns, which take the manifestations of frost winning the studied area.

This is the use of the results interesting and unexpected remote sensing, in particular it relates to discoveries could not have been uncovered in any other known technique. During the past several centuries, has been a desert of Oman, for example, a

حديثة للاستشعار عن بعد، يمكن الاستفادة منها في الحصول على الكثير من المعلومات والبيانات المهمة والدقيقة، وبصفة دورية ومنتظمة عن الخصائص الطبيعية لهذه المساحات المائية الشاسعة من البحار والمحيطات، وخاصة النائية منها .

ويمكن استخدام هذه المعلومات في دراسة إمكانات البحار والمحيطات من مختلف الموارد الطبيعية، التي تحتاجها البشرية في الوقت الحالي، مع التزايد المطرد في عدد السكان، وما يقابله من تناقص في الثروات الطبيعية على الأرض اليابسة .

تاسعاً: الاستشعار عن بعد والدراسات المائية

يمكن استخدام وسائل الاستشعار عن بعد في العديد من الدراسات المائية، خاصة في المناطق النائية من البحار والمحيطات، مثل قياس مساحة المسطحات المائية، وتحديد أعماقها، حيث تسمح بذلك درجة صفاء المياه، وكذلك تسجيل درجة التعكر، ودراسة انتشار الرواسب والفضلات الصلبة وبقع الزيوت الملقاة من السفن، والتيارات الدافئة، وطبقات المياه المتباينة في ملوحتها أو حرارتها، وكذلك دراسة التغيرات التي تحدث في الشواطئ والجزر والحواجز الرملية .

والسفن الكبيرة، مثل ناقلات البترول، إما أن تستخدم التيارات المائية في حركتها أو تجنبها في تخطيطها للمسار الأمثل، توفيرا للوقود والوقت، وبذلك فإن دراسة حركة تيارات المحيط تُعد ضرورة لمثل هذا التخطيط .

ورغم أن هذا النوع من الرصد والدراسة كان موجوداً من قبل عن طريق القياسات التي تجرى باستخدام البالونات، أو نتائج ثانوية لقياسات الأقمار الصناعية الأولى، فإنه أخذ دفعة كبيرة بإطلاق أقمار صناعية متخصصة لدراسة المحيط .

1. دراسة قاع البحار والمحيطات

يمكن للأقمار الصناعية رسم قيعان المحيطات بشكل مباشر، وذلك بعمل قياسات دقيقة لسطح المحيط بواسطة موجات الرادار، التي بواسطتها يستدل الجيوفيزيقيون على طبوغرافيا قاع المحيط، لأن هذه الموجات تستطيع اكتشاف الارتفاعات البسيطة في المياه عن طريق جاذبية الثقل للتضاريس الموجودة في قاع المحيط. فالكتل الكبيرة لجبل من قاع المحيط تجذب المزيد من المياه بالقرب منها، مما يؤدي إلى ارتفاع منسوب سطح البحر فوقها بدرجة كافية لأن يكتشفها الرادار .

conduit for convoys, and if the paths of these convoys is not visible on the ground, it has seemed clear in the pictures, taken by satellites from space. And at the confluence of these tracks there is a very high probability in the discovery of ancient ruins.

VII: Agricultural Applications

Agricultural find many applications of remote sensing, detection of early injury crops and insects raids on rural areas, through the use of systems with multiple sensors, will reduce the losses resulting from this, by providing an opportunity for remedial action to be applied more quickly and more effectively.

As a rule, usually to prevent injury to plants, or to reduce the destruction of crops selected by harmful insects, are crop spraying periodically, several times during the season. And remote sensing can be done to avoid the spraying is not necessary, in areas with intensive agriculture, by identifying the fields, non-infected, by remote sensing techniques, which can detect and distinguish the fields affected by the sound of the fields.

The use of aerial photography of aircraft in agricultural applications

Although some details may not be possible in the

footage and satellite images because of this small scale, the aerial photography of aircraft at different altitudes, can be used to delineate the Bekaa elusive vision, once the signal from space and the presence of infection. Also, the prediction on the status of pre-grain crops, by controlling the activity of the plant is another objective of the remote sensing.

Photos and helps to guide the agricultural fields of farmers to the places where crops are flourishing, and those that do not conform with them. Such images that can help farmers to visualize patterns of the soil in certain fields, and thus improve their strategies on places of irrigation and fertilization and the timing and Mviadearhama occasion.

VIII: A Study of the seas and oceans

Of the most important applications of remote sensing study of water in the seas and oceans, as a complement with the land component of the system Earth. The total areas of water on the ground about 139.294 million square miles, while the estimated land area of approximately 57.656 million square miles.

These are water area of oceans and seas, lakes and rivers. But the ocean and seas are about 98% of the total on the ground water, which is salt water, the

وقد قامت سفن المسح والاستطلاع بعمل خرائط مساحية، ورسمت خرائط لنحو 7% فقط من مساحة قيعان البحار والمحيطات بواسطة أجهزة ارتجاع الصدى[1] "السونار .Sonar "وحتى المناطق التي رسمت لها خرائط جيدة، كان وجود مساحات كبيرة خالية أساسياً فيها، لسير السفن في اتجاهات واحدة محددة، مما أضطر راسمو الخرائط إلى الاعتماد على التخمين والخيال لملء الثغرات في الخرائط التي غالباً ما كانت تمتد لمئات الأميال . ويذكر أن عمل مسح لقيعان البحار والمحيطات بواسطة أجهزة "السونار" من الأمور المملة، لأن السفينة التي تحمل الأجهزة تغطي مساحة صغيرة، نتيجة لحركتها في مسار واحد للأمام والخلف لمدة تقترب من الشهر .

.2لون المحيط يشير إلى ما يحويه

منذ عام 1978م طور علماء المحيطات تقنيات تسمح بمعالجة متغيرات ذات أهمية كبرى، ومنها استنتاج الظروف السائدة تحت سطح البحر، حسب تأثيرها في الإشعاعات الكهرومغناطيسية المنبعثة من سطح البحر، أو المنعكسة منه .ويستتبع هذا معرفة جيدة بالعمليات الطبيعية الجارية في الطبقات العليا من المحيط . ومثال ذلك، أن لون البحر، كما يسجله القمر الصناعي، لا يفيد بذاته، ولكن ثمة عوامل مؤثرة في اللون لها بعض الأهمية .فترابط الكلوروفيل مع النباتات المغمورة أو المعلقة في الماء تؤثر في النسبة بين اللونين الأخضر والأزرق .

وهكذا، فبالجمع بين الرؤية النظرية، والتجارب المتقنة، أمكن استخدام عمليات تتيح الربط بين لون المحيط وبين مقدار الكلوروفيل على عمق بضعة أمتار. وبالمثل، ولكن بدرجة أقل من الثقة، يمكن أن يشير اللون إلى ما يحتويه البحر من رواسب، كما يمكن، في المياه الضحلة، أن يدل اللون على عمق البحر .

.3القمر "جيوسات"

في عام 1985م أصبح من الممكن النظر بشكل مختلف إلى عالم أحواض المحيط، وذلك عندما أطلقت البحرية الأمريكية ومعمل "جون هوبكنز" للفيزياء التطبيقية قمراً صناعياً سمي "جيوسات " Geosatيحمل راداراً وجهازاً لقياس الارتفاعات، وذلك لعمل قياسات سطح البحر طبوغرافيا، حيث أظهرت انعكاسات الرادار الأرض الوعرة، والتضاريس الكبيرة في قاع المحيط . وقد سمح بنشر المعلومات التي تم الحصول عليها بواسطة هذا القمر،

وذلك استجابة للالتماس الذي قدمه العلماء، غير العسكريين، ولكن أغلب المعلومات ظلت سرية لأهميتها للبحرية الأمريكية. ثم سمحت البحرية الأمريكية بعد ذلك بنشر كل المعلومات، وذلك بعد شهور قليلة من قيام القمر الصناعي ERS-1 التابع لوكالة الفضاء الأوروبية بالتوصل إلى مسح مشابه للبحر، مما سمح للمرة الأولى، بعدم بقاء المعلومات سرية، وإعطاء صورة مفصلة عن كل أحواض المحيط .

وقد زودت المعلومات التي وفرتها هذه الأقمار الصناعية العلماء بتحليل غير عادى لمجال جاذبية الأرض عبر المحيطات. وأتاح تدفق المعلومات الجديدة مواجهة مجموعة من الأسئلة الجوهرية حول طبوغرافيا قاع البحار والمحيطات .

.4مسح أعماق المحيط بأجهزة السونار

من المعروف أنه في الخمسينيات، أجري أول استطلاع سريع ودقيق لمسح أعماق المحيط بأجهزة "السونار". وكانت النتائج مفاجئة بالنسبة لعلماء المحيطات، فأرضية المحيط، التي تخيلوها أراضى مسطحة، بلا معالم أو سمات، اكتشفوا أن بها تضاريس أكثر وعورة من الموجودة فوق سطح الأرض. فهي تحتوي على جبال أكثر ارتفاعاً وامتداداً من جبال الأرض، كما يوجد تحت سطح البحر سلسلة من البراكين التي تحيط بالأرض .

.5طبوغرافية قاع المحيط

أدرك الجيولوجيون الاختلافات في طبوغرافيا سلسلة جبال وسط المحيط منذ بداية السبعينيات، ولكنهم لم يكونوا قادرين على إيجاد تفسير مناسب لها. فالانتقال من نمط من أنماط التضاريس إلى النمط الآخر، كان يحدث بشكل تدريجي، ويظهر عندما تزداد معدلات الامتداد .

وقد ظلت طبيعة هذا الانتقال غامضة، إلى حد بعيد، وذلك لأن أغلب سلسلة الجبال وسط المحيط، التي امتدت بمعدلات متوسطة، استقرت بعيداً في جنوب المحيط حول القارة الجنوبية، فظلت غير مكتشفة بشكل فعلي. ولكن سلاسل جبال وسط المحيط من المحيطين الأطلنطي والباسيفيكي ظلت تلقى الاهتمام الأكثر، حيث يظهر فيها مراكز امتداد الطبقات السريعة والبطيئة .

وفي شهر يوليه 1996م سجل قمر صناعي تابع للبحرية الأمريكية، لأول مرة، بصورة واضحة، معالم أحواض المحيط، مما مكّن العلماء من عمل خرائط عديدة لكثير من المناطق البحرية التي

salinity of up to 3.5%, and they often consist of salts of chloride and sodium sulfate, potassium, magnesium and others.

And the movement of water in the seas and oceans, profoundly affects the planet's climate, but the planet's climate is a direct result of the interaction of this enormous mass of water with land, (see the picture of ocean waves in red). The large movement and the movement of warm water from the tropics to polar regions, and thus impact on the climate and rates of melting snow.

1. The first satellite to study the oceans and seas

Began the study of oceans using satellites in real beginning in 1978, with the launch of satellite, "TIROS" TIROS and "Nmbos" Nimbus and "C-SAT" Seasat. These satellites are equipped with three to monitor the oceans. When the United States launched the satellite NIMBUS-7 `For information concerning the oceans and seas and air, they identified areas of his information, including the following:

A. Ocean color, and loose material by salt water.

B. The distribution of snow to the seas and oceans, and atmospheric composition.

كانت مجهولة من قبل، كما أنها ساعدتهم في الوصول إلى فهم أفضل لأرضية البحار والمحيطات .
والآن، يحصل العلماء على تغطية منتظمة لقاع المحيط بالقمر الصناعي، حيث يمكن مشاهدة شبكة الجبال بشكل متكامل، وإجراء مقارنة مباشرة بين الجبال التي امتدت ببطء أو بمعدل متوسط، وبين التي امتدت بشكل سريع. وما تم اكتشافه كان متعارضاً مع ما كان يعتقد من قبل .
فطبوغرافيا سلسلة الجبال لا تتغير دائما بشكل تدريجي، حينما تزيد معدلات الامتداد. وبينما حركة تباعد الطبقات تزداد في معدل سرعتها، أصبحت الوديان الوسطى العميقة في سلسلة الجبال بطيئة الامتداد ومنبسطة تدريجياً. كما أن أرضية البحر التي نتجت من جراء هذه الأحداث أصبحت، هي الأخرى كذلك .
وفي إحدى مناطق المحيط الهندي الواسعة، والتي أهملت أثناء عمليات البحث بالسفن، قام قمر صناعي بعمل خريطة كشفت عن ثلاث سلاسل جبال مثيرة. فسلسلة جبال وسط المحيط في الجنوب من جزيرة مدغشقر كانت عميقة جداً .

عاشراً: التخطيط العمراني

في مجال التخطيط العمراني، تستخدم صور الاستشعار عن بعد لاختيار أفضل المواقع لإقامة المنشآت العمرانية والصناعية والهندسية، كالسدود، والطرقات، والسكك الحديدية، والأنفاق، ومحطات الطاقة النووية والتقليدية، والمرافئ .
واستعمال أجهزة الاستشعار عن بعد يعطى أساساً جيداً لإجراءات التخطيط التي يمكنها أن تتنبأ بالتأثير الذي يمكن أن ينتج عن إنشاء طريق حديث على مناحي مناطق المدن المجاورة مثلاً .
كما وجد تجريبياً أن بعض اللقطات الخاصة بالصور الفضائية تصور تباين نوعيات المناطق المجاورة، وأن التغطية المتتالية والمتكررة لمناطق المدن بواسطة الصور الفضائية تعطي مؤشرات عامة عن تأثير توسع المدن .

حادي عشر: دراسة العزل الحراري

يمكن استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد لدراسة كمية فقدان الطاقة وسلامة العزل الحراري للأبنية الموجودة في كثير من مدن العالم، حيث يمكن متابعة الاختلافات الحرارية والفروق الموجودة في درجات الحرارة الخاصة بأسطح المنازل وجدرانها وأبوابها ونوافذها، والعزل الحراري الموجود في الأبنية المجاورة لأبنية المنازل، كالأسواق

C. Energy balance on the surface of the earth.

There is a Franco-American project to launch satellites to study the ocean under the name "TOPIX Poseidon" Topex-Posidon, and the project to launch a Canadian satellite called "RSI". Russia there is a satellite constellation, "Okean" OKEAN dedicated to monitoring ice cover and monitor changes accurately, 30 km, and is expected to launch other satellites with higher accuracy in the same group.

The planned use satellites to monitor the seas and oceans, in general, electromagnetic radiation in different regions of the spectrum. And waves in the spectrum of different regions have different characteristics can be used for measuring and monitoring. Infrared rays are produced by thermal changes, and light rays are used in normal daytime photography, while enjoying the rays infinitely Palace Microwaves Microwave characteristics of high penetration, and therefore not affected by the atmosphere.

2. Search for sources of wealth in the seas and oceans

Became clear that many parts of the oceans and seas is still unknown, where it was not possible to reach by traditional methods to study them, so you can

العامة، وأماكن العمل وغير ذلك .
أما أفضل الأوقات التي يمكن فيها متابعة العزل الحراري وحفظ الطاقة فهي من خلال ليالي الشتاء الباردة، وبعد مرور ست إلى ثماني ساعات من غروب الشمس، وذلك للتقليل من التأثيرات الحرارية للشمس على الأبنية والمناطق المراد دراستها .
وكذلك يمكن القيام بمسح حراري للمناطق المطلوب دراستها خلال أيام الشتاء الغائمة والباردة أيضاً، إلا أن أسقف الأبنية التي يتم مسحها حرارياً بواسطة أجهزة الأشعة تحت الحمراء يجب ألا تكون مغطاة بالثلوج، وألا تكون رطبة أيضاً، وكذلك يمكن متابعة العزل الحراري لجدران الأبنية وأساساتها وأبوابها ونوافذها بالطريقة نفسها .

ثاني عشر: الحفاظ على البيئة

يمكن الاستفادة من تقنيات الاستشعار عن بعد في الحفاظ على البيئة، حيث تسهل دراسة تلوث المياه والجو وسطح الأرض من خلال صور الأقمار الصناعية، وذلك باستخدام الصور الفضائية بعد معالجتها بالحاسب. فهناك برامج علمية دقيقة لدراسات التلوث كماً ونوعاً، نفذت سابقا وتنفذها حالياً دول عديدة مختلفة في العالم باستخدام معطيات الصور الفضائية، وتحليلها وتفسيرها .
فتحليل الصور الفضائية أظهر إمكانية جيدة لمراقبة ورسم خرائط تلوث المياه والهواء والتربة، بناء على خبرات دول كثيرة طبقت هذه التقنيات، وما زالت تطبقها حتى الآن في كثير من مشاكل التلوث.
ومثال ذلك: دراسة اتساع حوادث تلوث معينة ذات امتداد مساحي واسع، كمراقبة البقع النفطية والزيتية المختلفة، التي تُعد مهمة لكثير من بلدان العالم، بالإضافة إلى دراسة تلوث مصادر المياه المختلفة وتلوث التربة .

ثالث عشر: تحديد مصادر التلوث

الاستشعار عن بعد يقوم بتحديد مصادر التلوث حيث يساعد في مراقبة الامتداد الموضعي المكاني لهذا التلوث، وبخاصة عند حدوث تلوث طارئ معين، بالإضافة إلى القيام بدراسة تركيز هذا التلوث، وسرعة تدفقه وجريانه، ومقدار تشتته أيضاً .فالصورة الفضائية تتمتع بفوائد ومحاسن الرؤية الشاملة، التي تساعد في دراسة مشكلة التلوث عندما تكون مغطية لمنطقة كبيرة المساحة، ولفحصها بدقة بعد ذلك .
وتعتبر هذه الميزة هامة في كثير من الأمثلة .ومثال ذلك القيام بتحليل التلوث الناتج عن مخلفات محطات الطاقة، التي تقوم بإلقاء

detect what may and containing sources of natural wealth.

With the development of scientific and technological advances that accompanied the conquest of space and the launching of satellites and spacecraft, it was possible to create devices that modern remote sensing can be used to get a lot of information and data important and delicate, and in periodic and regular reports on the natural characteristics of these vast areas of water from the seas and oceans, especially the remote ones.

And can use this information to study the potential of the seas and oceans of various natural resources, which mankind needs at the moment, with the steady rise in population, and a corresponding decrease in the natural resources on the land.

IX: remote sensing and hydrological

Can be used in remote sensing in several studies of water, especially in remote areas of the seas and oceans, such as measuring water area, and determine their depths, where permitted by the degree of purity of water, as well as recording turbidity, and study the prevalence of sediment and solid waste and patches of oil being dumped ships, and the Thermals, and the layers of water varying in salinity

or temperature, as well as to study the changes that occur in the beaches, islands and sandbars.

And large vessels such as tankers, either to use the water currents in the movement or avoided in the planning of the route optimization, in order to save fuel and time, and thus the study of the movement of ocean currents is a need for such planning.

Although this type of monitoring and the study was previously through measurements carried out with the balloons, or the results of a secondary school for the first satellite measurements, he has taken a big boost satellites launched a specialized study of the ocean.

1. Study the seabed and the ocean

Satellites can draw the ocean floor directly, by making precise measurements of ocean surface waves by radar, by which inferred Algioveziqion on the topography of the ocean floor, because this band is able to detect minor rises in the water by gravity attraction of the topography of the deep ocean. Vaketl large mountain of the ocean floor attracts more of the water near them, which leads to a rise above the sea level enough to be detected by radar.

The vessels conducted the survey and the survey

فضلاتها ومخلفاتها ذات درجة الحرارة المرتفعة في مياه الأنهار .
حيث إن الصور المأخوذة في مجال أطوال موجات الأشعة الحرارية، تحت الحمراء، بواسطة جهاز مسح طيفي تفيد عن إمكانية وصول مواد التلوث إلى الضفة المقابلة للنهر، أو إذا كانت مواد التلوث هذه تشكل عائقا مانعا لمرور الأسماك في مثل هذه الأنهار أو في المصادر المائية الأخرى، إضافة إلى إمكانية رسم خريطة لتوزيع درجة حرارة سطح ماء النهر الملوث .

.1تحديد أماكن التسرب النفطي

فتسرب النفط يشكل مشكلة متزايدة الصعوبات، وعادة ما تكون إجراءات جمع المعلومات التقليدية فاشلة في تحديد مدى اتساع تسرب البقع الزيتية أو تتبع آثارها، إلا أن أنواعا من تقنيات الاستشعار عن بعد قد برهنت قدرتها على أداء هذه المهام، فاللون المضيء الفاتح للتسربات النفطية قابل للكشف بواسطة أجهزة الاستشعار عن بعد، التي تستفيد من قياس الأشعة فوق البنفسجية في المنطقة المدروسة .
وتستطيع أجهزة المسح التي تقيس الأشعة الحرارية تحت الحمراء، وأجهزة قياس الإشعاع متناهي القصر الدقيق Fine Microwavesالكشف عن تسرب النفط والبقع الزيتية أيضاً .

.2مراقبة تطبيق قوانين التلوث

بالإمكان توظيف أجهزة قياس الإشعاع الموجودة على متن الأقمار الصناعية لمراقبة تطبيق قوانين التلوث المحلية، فبعض أجهزة الاستشعار عن بعد فعالة ليلا بشكل خاص، وكذلك في الأوقات الغائمة وأوقات الضباب، وهي الأوقات المفضلة والمستغلة من قبل أصحاب السفن لتصريف نفاياتهم إلى البحر .

.3رصد التلوث

تستطيع الصورة الفضائية أن ترصد التلوث ومسبباته في الهواء والماء والتربة، وتسهل بذلك متابعة هذه التأثيرات على مرافق الحياة ومواردها، ومن ثم اتخاذ الإجراءات المضادة، إذ يميز التحليل الطيفي للصورة مثلا بين الماء العذب والماء الملوث بالأملاح وغيرها، ويرصد غازات الاحتراق، وسحب الدخان المتصاعدة من المنشآت الصناعية، ومتابعة تأثيرها على الجو والغطاء النباتي .

.4تحديد نقاط الاشتعال في الغابات ومدى انتشار النار

إن لأجهزة المسح الطيفي الحراري، الواقع في مجال الأشعة تحت الحمراء، القدرة على تعيين الحرائق الصغيرة ونقاط الاشتعال في

الغابات، وهي تستخدم، بشكل فعلي، تطبيقي لمكافحة حرائق الغابات، حيث إن قابلية اختراق الدخان والضباب بواسطة هذه الأشعة تمكنها من التوصل لتعيين النقاط الساخنة، وبالتالي التوصل لتصوير محيط النار الفعلي .

وهناك مئات الحرائق التي تضرم عمدا كل عام لتحويل الأرض إلى حقول زراعية، وهي ممارسة تضاعفت أربع مرات خلال القرن الماضي. وبعض المستشعرات تستطيع تعقب هذا اللهب وقياس شدته، في حين تقيس مستشعرات أخرى مدى اتساع آثار الحريق وترصد كيفية تحرك الغازات وجسيمات الدخان عبر الغلاف الجوي بدرجة دقة عالية .

.5رصد الكوارث الطبيعية

بصدد الكوارث الطبيعية، تستطيع صور الاستشعار عن بعد إعطاء المعلومات الدقيقة والسريعة عن مثل هذه الكوارث قبل حدوثها أو خلالها، أو بعد حدوثها بوقت قصير، كالفيضانات والأعاصير، وحرائق الغابات، والإندفاعات البركانية. أما بصدد الزلازل فقد استطاعت صور فضائية كشف مناطق النشاط المسبب للهزات الأرضية، بحيث يمكن اتخاذ الإجراءات الوقائية المضادة بالسرعة الممكنة .

ولنظام التصوير الفضائي مزايا فريدة للمنظمات والمؤسسات الحكومية المدنية التي ترغب في إجراء تحليل الكوارث أو الأخطار الكبرى، مثل أضرار الأعاصير والفيضانات والكوارث الطبيعية الأخرى. وقد طور الاتحاد الاقتصادي الغربي "اتفاق الكوارث الكبرى الأوروبي"، ويقدم من خلاله معلومات لإحدى وعشرين دولة أعضاء فيه، بالإضافة لليابان، عضواً مراقباً.

work of the survey maps, and mapped to about 7% of the area of seabed and the ocean by the echo feedback devices [1] "Sonar" Sonar. And even in areas that have been given good maps, the existence of large areas of a key-free, the flow of ships in one specific directions, maps, forcing makers to rely on guesswork and imagination to fill in the gaps in the maps, which often extend for hundreds of miles away.

It is noteworthy that the work of a survey of the seabed and the ocean by remote "sonar" is extremely tedious, because the ship carrying devices cover a small area as a result of movement in one path back and forth for nearly a month.

2. Ocean Color refers to what is in

Since 1978 scientists have developed techniques for addressing ocean variables of great importance, including the conclusion of the circumstances under the sea, as its impact on electromagnetic radiation emitted from the surface of the sea, or reflected from it. This entails a good knowledge of natural processes taking place in the upper layers of the ocean.

For example, the color of the sea, as recorded by satellite, does not help itself, but there are influential factors in the color of some importance. Chlorophyll

Vtrabott with submerged vegetation or suspended in the water affect the ratio between the colors green and blue.

Thus, Vpaljma between the vision theory, experiments spoken, it was possible to use processes that allow the link between ocean color and the amount of chlorophyll at a depth of several meters. Similarly, but to a lesser degree of confidence, can refer to the contents of the color of the sea deposits, as can be, in shallow water, the color indicates the depth of the sea.

3. Moon "Giosat"

In 1985 it became possible to consider a different way to the world of the ocean basins, when the U.S. Navy fired plant, "John Hopkins" Applied Physics a satellite called "Giosat" Geosat radar and a device for measuring altitudes, in order to make measurements of sea surface topography, showing the implications of the radar Rough Terrain, terrain large at the bottom of the ocean.

This has allowed the dissemination of information that was obtained by the satellite, in response to the request made by the scientists, non-military, but most of the information kept secret to its importance to the U.S. Navy. Then allowed the U.S. Navy after

the publication of all information, in a few months after the satellite ERS-1 of the European Space Agency to reach a similar survey of the sea, which allowed for the first time, no information remains confidential, and to give a detailed picture of all the ocean basins.

Was provided with the information provided by these scientists analyzed satellite unusual to Earth's gravity field across the oceans. And allowed the flow of new information against a set of fundamental questions about the topography of the seabed and the ocean.

4. Scan the ocean depths with sonar

It is known that in the fifties, the first poll, rapid and accurate survey of the ocean depths with "sonar." The results were surprising for oceanographers, Vordip Pacific, which Tejeloha Tablelands, with no milestones or attributes, they discovered that the terrain more rugged than the one above the ground. It contains much higher in the mountains and, by extension from the mountains of the earth, and under the sea there is a series of volcanoes that surround the Earth.

5. Topography of the ocean floor

Geologists realized the differences in the topography of mid-ocean mountain range since the beginning of the seventies, but they were not able to find an appropriate interpretation of it. Moving from pattern to pattern the other terrain, there was a gradual, and appears when increasing rates of extension.

The nature of this transition remained obscure, largely because most mid-ocean ridge, which ran at moderate rates, they settled away in the South Pacific on the southern continent, remained virtually unexplored. But the mountain ranges of the Central Pacific Atlantic and Pacific Oceans has received the most attention, and shows the stations along the fast and slow classes.

In July 1996 he scored a satellite of the Navy, for the first time, clearly pointed the Pacific basin, which enabled the scientists to do many maps for many of the Navy, which was unknown before, as it helped them to reach a better understanding of ground seas and oceans.

Now, scientists get regular coverage of the ocean floor by satellite, where you can see the mountains in an integrated network, and a direct comparison between the mountains which spread slowly or at an average, between which they spread rapidly. What was discovered was inconsistent with what was

thought of before.

Aftbogravea mountain range does not always change gradually, when the rates increase the extension. While the movement of spacing layers increase in the rate of speed, the valleys deep in the Central mountain range extension and flat slow gradually. The sea floor caused by these events become, the other as well.

In one part of the vast Indian Ocean, which are neglected during the search of vessels, the satellite map revealed the work of the three mountain ranges exciting. The series of mountains in the middle of the ocean south of the island of Madagascar was very deep.

Tenth: Urban Planning

In the field of urban planning, using remote sensing images to select the best sites for the establishment of urban and industrial facilities, and engineering, such as dams, roads, railways, tunnels, nuclear power plants, traditional, and harbors.

And the use of remote sensing gives a good basis for planning procedures that can predict the impact that could result from the construction of the interview on the walks of the neighboring urban areas, for

example.

Also found experimentally that some footage space images depicting varying types of adjacent areas, and the successive and repeated coverage of urban areas by satellite images to give clues on the impact the expansion of cities.

XI: A Study of thermal insulation

You can use remote sensing techniques to study the amount of energy loss and the safety of the thermal insulation of buildings in many cities of the world where you can heat up the differences and the differences in temperatures of roofs, walls and doors and windows, thermal insulation in buildings located adjacent to buildings, homes, such as markets Assembly, the workplace and so on.

The best of times in which the follow-up of thermal insulation and energy conservation is through cold winter nights, and after six to eight hours of sunset, and to reduce the thermal effects of the sun on the buildings and areas to be studied.

As well as the thermal scan can be done for areas to be considered during cloudy days and cold winter, too, but that the Bishop of buildings that are thermally scanned by infrared devices must not be

covered with snow, and should not be wet as well, and can also be follow-up of thermal insulation to the walls of buildings and their foundations, doors and windows in the manner itself.

XII: The preservation of the environment

Can take advantage of remote sensing techniques to preserve the environment, which facilitates the study of water pollution, air and surface of the Earth through satellite imagery, using satellite images after treatment with the computer. There are programs for accurate scientific studies of pollution and the quantity and quality, previously implemented and currently being implemented by many different countries in the world using satellite imagery data, analysis and interpretation.

Analysis of satellite images showed good potential for monitoring and mapping water pollution, air and soil, based on the experiences of many countries applied these techniques, and even now is still applied in many pollution problems. For example: study the expansion of certain pollution accidents along the surveyors widely, such as the control of oil spills and oily different, which is important for many countries of the world, as well as to study the different sources of water pollution and soil pollution.

XIII: identification of sources of pollution

Remote sensing will identify sources of pollution, helps to monitor the residual spatial extension of this pollution, especially in the event of certain emergency pollution, as well as to study the focus of this pollution, flow speed and flow, the amount of dispersion as well. The image space can enjoy the benefits and advantages of the overall vision, which helps to study the problem of pollution when they are covering a large area of space, and carefully checked after that.

This feature is important in many of the examples. For example, to analyze pollution resulting from waste power plants, which dropped their droppings and the offal of a high temperature in rivers.

The photographs taken in the wavelengths of thermal radiation, infrared spectrum by means of a survey report on their access to material contamination on the opposite bank of the river, or if the pollution these materials constitute an objection to the passage of fish in such rivers or other water sources, In addition to the possibility of drawing a map of the distribution of surface temperature of the polluted river water.

1. Locating oil spill

Vtserb oil is a growing problem difficulties, are usually the traditional information-gathering procedures failed to determine the extent of the oil spill or to trace, but the types of remote sensing techniques have demonstrated their ability to perform these tasks, Fallon Luminous light for oil leaks detectable by remote sensing instruments, which benefit from the measure ultraviolet radiation in the area studied.

And scanning devices that can measure the infrared thermal radiation, and radiation measuring devices infinite palace flour Fine Microwaves detect oil spills and oil spills as well.

2. Monitor the implementation of pollution laws

Could use radiation measuring instruments on board satellites to monitor the implementation of the laws of local pollution, and some remote sensing instruments effective at night in particular, as well as in times of cloudy, foggy weather, a time favorites and exploited by ship owners to dispose of their waste into the sea.

3. Pollution Monitoring

Space image can be monitored, and causes of pollution in the air, water and soil, thus facilitating the follow-up to these effects on amenities and resources, and then take counter-measures, it distinguishes spectral analysis of the image, eg, between fresh water and water contaminated with salts, etc., and monitor the combustion gases, and clouds of smoke rising from the industrial installations, and follow-up impact on the atmosphere and vegetation.

4. Identify points of ignition in the forests and the extent of the spread of fire

The spectral thermal scanner, located in the infrared, the ability to set small fires and ignition points in the forest, which is used, in effect, applied to combat forest fires, as the ability to penetrate smoke and fog by these rays they can reach out to set the hot spots, and thus lead to portray the actual fire perimeter.

There are hundreds of fires deliberately set on each year to convert the land to agricultural fields, a practice that has quadrupled over the last century. Some sensors can track this flame and measure the intensity, while the other sensors that measure the extent of the effects of fire and how to monitor the movement of gases and smoke particles through the atmosphere high degree of accuracy.

5. Monitoring of natural disasters In connection with natural disasters, you can remote sensing images to give accurate and timely information about such disasters before they occur or during, or shortly after they occurred, such as floods, hurricanes, forest fires and volcanic eruptions. In connection with the earthquakes have been able to detect areas of satellite images of the activity causing the earthquakes, so that preventive action can be taken as soon as possible countermeasures. The imaging system features a unique space for organizations and institutions that wish to civilian government in an analysis of disasters or major risks, such as hurricane damage, floods and other natural disasters. Union has developed a Western economic "agreement of major disasters Union", and providing information for the twenty-one countries are members, in addition to Japan, a member of an observer	

كاميرات التصوير

مستشعر Visible Infrared Imaging Radiometer Suite

يعتمد مستشعر Visible Infrared Imaging Radiometer Suite المعروف اختصارا باسم VIIRS الضوء في مجموعة من الأطوال الموجية من الأخضر إلى الأشعة تحت الحمراء القريبة، ويستخدم تقنيات الترشيح لمراقبة الإشارات الخافتة مثل أضواء المدينة، ومشاعل الغاز والشفق وحرائق الغابات وضوء القمر المنعكس.

صورة ليلية مذهلة للأمريكيتين من الفضاء، تم إنشاؤها بواسطة بيانات القمر الصناعي Suomi NPP التابع لوكالة ناسا عام 2012 م.

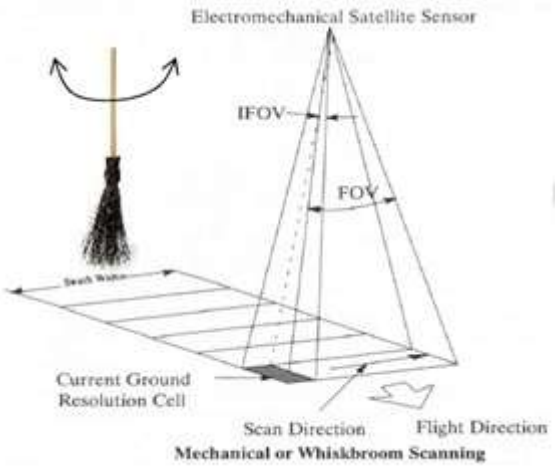
الصورة نشرتها وكالة الفضاء الأمريكية ضمن آخر كتاب إلكتروني أصدرته ناسا 2019 م، Earth at Night، والذي يحتوي على العديد من الصور لكوكبنا من الفضاء. وفيها تمت إزالة الشفق القطبي والحرائق وغيرها من الضوء الشارد للتركيز على أضواء المدينة. وقالت ناسا: "على مدار 25 عاما تقريبا، كانت صور الأقمار الصناعية للأرض في الليل بمثابة أداة بحث أساسية"، وتابعت: "توضح الصورة كيف أن البشر أناروا الكوكب وشكلوه بطرق عميقة منذ اختراع المصباح الكهربائي قبل 140 عاما".

المسح الضوئي في أقمار الإستشعار عن بعد Remote Sensing Scanners

بعض مصطلحات أدوات التنظيف المستخدمة بشكل شائع في عالم الاستشعار عن بعد Remote Sensing . على وجه التحديد ، كنت أفكر في نوعين من أجهزة الاستشعار المستخدمة بشكل شائع للتصوير السلبي Passive Imaging والتصوير البصري Optical Imaging بالأقمار الصناعية: المقشة Pushbroom والممسحة Whisk Broom. من المهم فهم أداتك. معرفة نوع الماسح الضوئي Scanner الذي يجمع صورك يمكن أن يساعدك على فهم بياناتك بشكل أفضل وكيفية التعامل معها.

ماسحات الممسحة Whisk Broom Scanners

ماسحات الممسحة Whisk Broom Scanners ، التي يشار إليها أحيانًا باسم الأضواء الكاشفة Spotlight أو الماسحات العرضية Across Track Scanners ، تستخدم مرآة Mirror لعكس الضوء وتسليطه على كاشف Detector واحد. تتحرك المرآة للخلف وللأمام لتجميع القياسات من بكسل Pixel واحد في الصورة في كل مرة (الشكل رقم 1). الأجزاء المتحركة تجعل هذا النوع من أجهزة الاستشعار Sensor باهظة الثمن ويزيد احتمال تلفه.

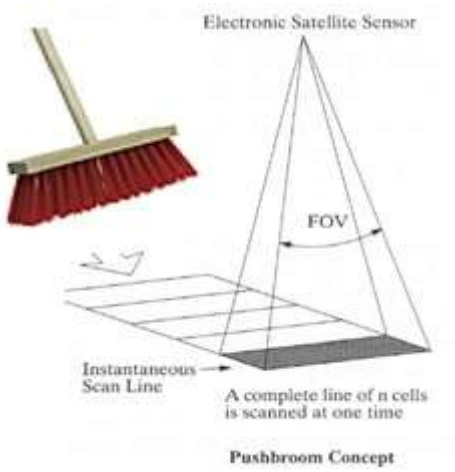


الشكل رقم 1 : ماسح ممسحة Whisk Broom Scanner يمسح في اتجاه عمودي على مسار الرحلة Flight Path ، ويجمع بكسل واحدًا في كل مرة. الصورة من فلوريان هيلين Florian Hillen .

ماسحات المقشة Push Broom Scanners

ماسحات المقشة Push Broom Scanners ، التي يشار إليها أحيانًا باسم ماسحات علي طول المسار Along Track Scanners ، تستخدم خطًا من أجهزة الكشف Detectors مرتبة بشكل عمودي على اتجاه رحلة Flight Direction المركبة الفضائية Spacecraft . عندما تتحرك المركبة الفضائية Spacecraft إلى الأمام ، يتم تجميع الصورة بطريقة سطرًا واحدًا في كل مرة ، مع قياس جميع وحدات البكسل Pixels في الخط في وقت واحد

(الشكل رقم 2). يتلقى ماسح المقشة Push Broom Scanner إشارة أقوى من ماسح ممسحة Whisk Broom Scanner لأنه ينظر إلى كل منطقة بكسل Pixel لفترة أطول. أحد عيوب مستشعرات المقشة Push Broom Sensors هو أن أجهزة الكشف Detectors في " المقشة Push Broom" يمكن أن يكون لها حساسية Sensitivity متفاوتة. إذا لم تتم معايرتها بدقة ، فقد يؤدي ذلك إلى ظهور خطوط Stripes في البيانات.



الشكل 2 : يتحرك كاشف مصفوفة خطية Linear Array Detector مع حركة المركبة الفضائية ، مما ينتج خطوطًا متتالية من بيانات الصورة (مماثلة للمسح الأمامي Forward Sweep للمقشة Push Broom). الصورة من فلوريان هيلين Florian Hillen .

المصادر

* Push Broom and Whisk Broom Sensors.

رابط المقالة علي الموقع الإلكتروني:

المسح الضوئي في أقمار الإستشعار عن بعد Remote Sensing Scanners

نقل وشحن الأقمار الصناعية إلي موقع الإطلاق Satellites Shipment to The Launch Site

شحن المركبة الفضائية إلى موقع الإطلاق Launch Site لا يقل أهمية عن إنتاجها واختبارها. من المهم للغاية الحفاظ على ظروف خاصة وتجنب أي فرص للضرر الخارجي أثناء النقل. لتحقيق ذلك ، يتم استخدام حاوية خاصة ، والتي تمثل حلاً هندسيًا متطورًا يسمح بالحفاظ على درجة الحرارة والرطوبة عند مستويات معينة. بالإضافة إلى ذلك ، فهي مزودة بنظام تحكم يساعد على مراقبة البيئة داخل الحاوية Container .

قد يتم صنع حاوية خاصة للقمر الصناعي.

بالنسبة للنقل عبر الرحلات الجوية ، يمكن إضافة صمام تنفيس للضغط Pressure Relief Valve في الحاوية ، بحيث لا تبعج جدران الحاوية للخارج عندما يكون القمر الصناعي مشحون في حجرة شحن غير مضغوطة Unpressurized Cargo Bay علي متن الطائرة. سيطلق صمام التنفيس الهواء عند الإقلاع ويسمح له بالدخول مرة أخرى عندما تهبط الطائرة ، مع الحفاظ على القمر الصناعي بداخلها دون تلف.

لمزيد من الأمان ، يمكن تركيب مبين شريطي للصدمات Shock Tab على الحاوية. هو عبارة عن مقياس Gauge يتم تنشيطه عندما يتجاوز مستوى الصدمات حداً معينًا. إذا تم تنشيطه ، فستعلم أن القمر الصناعي سيتطلب اختبارًا إضافيًا للتأكد من عدم تعرضه للتلف بسبب حدث الصدمة. يعد المبين الشريطي والمرئي للصدمات Visible Shock Tab أيضًا طريقة رائعة لتنبيه جميع المتعاملين مع الحاوية باستخدام مزيد من الحذر عند التعامل معها. المصدر

التراخيص

هناك خطوات إضافية متبعة عند نقل مركبة فضائية إلى بلد آخر لإطلاقها. الخطوة الأولى هنا هي التأكد من الحصول على رخصة التصدير Export License المناسبة. هذه الرخصة تختلف من بلد لآخر.

ترخيص آخر قد تحتاجه هو ترخيص المواد الخطرة Hazardous Materials License ، إذا كانت مركبتك الفضائية بها نظام دفع Propulsion System يستخدم الوقود الذي يقع تحت تصنيف المواد الخطرة Hazmat Designation .

ملحوظة: قد يحتاج سائق الشاحنة التي تحمل القمر الصناعي أيضًا إلى اعتماد المواد الخطرة Hazmat Endorsement ، اعتمادًا على كمية الوقود التي تحتوي عليها.

مخاوف الطيران

بمجرد وصول المركبة الفضائية إلى المطار التجاري ، من الأهمية بمكان أن يلتقي بها أشخاص لمراقبة تفريغ وتحميل الحاوية عن كثب. يؤدي وجود مفتشين مدفوعي الأجر Paid Inspectors إلى معالجة أفضل وتقليل الصراع. وقد يتواجد في المطار أفراد من فريق العمل الخاص بالمركبة الفضائية لمتابعة ذلك بأنفسهم.

مثال علي النقل:

نقلت الإمارات للشحن الجوي، ذراع الشحن التابعة لطيران الإمارات، القمر الصناعي البرازيلي أمازونيا Amazônia-1 في رحلة عارضة «تشارتر» من ساو جوزيه دوس كامبوس في البرازيل إلى مدينة تشيناي الهندية. ويعدّ «أمازونيا-1» أول قمر صناعي يُطوّر بالكامل في البرازيل بواسطة المعهد الوطني لأبحاث الفضاء «INPE»، وهو الهيئة البرازيلية العليا المخصصة لأبحاث واستكشاف الفضاء.

وتطلّب الأمر من الإمارات للشحن الجوي استعدادات مكثفة لضمان نقل القمر الصناعي بأمان، بما في ذلك التقدم بطلب للحصول على إذن خاص لتشغيل طائرة شحن «بوينج 777» من مطار ساو جوزيه دوس كامبوس.

وأجرت الناقلة، بالتعاون مع المعهد الوطني لأبحاث الفضاء والمطار والشركاء المحليين جلستَي محاكاة شاملتين قبل موعد النقل، لتتمكن من نقل هذه الشحنة الثمينة والحساسة بأمان من المطار.

وجرى تفكيك القمر الصناعي «أمازونيا-1» إلى عدة أجزاء لتسهيل التحميل والتنزيل من الطائرة، وتم تغليف هذه الأجزاء وتأمينها داخل حاويات كبيرة لتجنب تعرضها لأي ضرر أثناء النقل. وبلغ إجمالي الحمولة حوالي 22 طناً.

وسافر على الرحلة ذاتها أربعة أعضاء من فريق المعهد الوطني لأبحاث الفضاء لمراقبة حالة الشحنة باستمرار أثناء الرحلة من ساو جوزيه دوس كامبوس إلى دبي ثم إلى تشيناي في الهند. المصدر

إطلاق الأقمار الصناعية

إطلاق Launch القمر الصناعي

يتم إطلاق القمر الصناعي Satellite عن طريق الإتفاق والتعاقد مع إحدى الشركات الفضائية المتخصصة في ذلك، ولأغراض التأمين يصنع قمرين متطابقين تمامًا، حتى إذا تاه القمر الصناعي Satellite في الفضاء لأخطاء فنية ولم يبقى في مداره، يتم إطلاق النسخة الثانية منه، ويستخدم لهذا الغرض مركبات فضائية خاصة تحمل هذه الأقمار الصناعية معها وتطلقها في مدارها الخاص، ثم باستخدام وسائل التحكم عن بعد يقوم فريق من الخبراء في الأرض بضبط هذا القمر للقيام بمهامهِ.

بصفة عامة، فإنه يفضل إطلاق أقمار الإستطلاع من مواقع قريبة للمستوى الاستوائي، لتحقيق ميزتين، هما:

- إمكانية إطلاق القمر بأي زاوية ميل بالنسبة لمداره لزيادة عدد مرات المرور فوق مناطق الاهتمام.
- الاستفادة من سرعة دوران الأرض حول محورها.

ترخيص اتصالات القمر الصناعي

يقوم الاتحاد الدولي للاتصالات International Telecommunication Union UIT وهو وكالة الأمم المتحدة المتخصصة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات بمنح ترخيص الاتصالات لإطلاق القمر الصناعي، وذلك بعد استفياء كافة الشروط الفنية والتقنية والقانونية للمشروع.

وللحصول على التراخيص يتم تقديم ملف للاتحاد الدولي للاتصالات وهو الهيكل الدولي الوحيد المختص في هذا المجال. وبعد اطلاعه على كافة تفاصيل المشروع التكنولوجي، يقوم الاتحاد الدولي للاتصالات بإعلام جميع دول العالم عبر موقعه الرسمي بالمشروع وهو إجراء يتم اعتماده في كافة مشاريع الأقمار الصناعية. وبعد استفاء كافة الشروط يقرر منح تراخيص الاتصالات لإطلاق القمر الصناعي .

الموقع الرسمي : https://www.itu.int/ .

المقر الرئيسي : مقر الاتحاد الدولي للاتصالات في جنيف بسويسرا .

نافذة الإطلاق Launch Window

- يتم اختيار توقيت الإطلاق بحذر بحيث يتقاطع مدار الوجهة المطلوب الوصل إليها مع مسار المركبة المتجهة إليها ويتم التقاطع في نقطة محددة في المستقبل.
- المسار الأكثر كفاءة في استهلاك الوقود

نافذة الإطلاق Launch Window هي الفترة الزمنية التي يجب أن تُطلق مهمة ما خلالها. وفي حال أرادت المركبة الفضائية أن تلتقي Rendezvous بمركبة فضائية أخرى أو كوكب ما أو نقطة أخرى في الفضاء، يجب توقيت الإطلاق بحذر بحيث يتقاطع مدارهما في نقطة محددة في المستقبل.

يتم قضاء ساعات لا تحصى من التخطيط والاستعداد لإطلاق صاروخ واحد. فكيف يتم تحديد جدول الإطلاق الدقيق؟ يعود الأمر كله إلى العلم ، ولكن نظرًا لاختلاف التفاصيل لكل مهمة Mission ، لا توجد إجابة واحدة تناسب كل المهام.

ووفقًا لوكالة ناسا NASA للفضاء ، فإن وقت الإطلاق Launch Time هو الوقت المثالي لبدء مهمة لإيصال المركبة الفضائية إلى المدار الصحيح ويمكن أن تكون نافذة الإطلاق Launch Window فورية Instantaneous Launch Window أو تدوم لفترة قد تمتد إلي بضع ساعات. وكلما كانت نافذة الإطلاق Launch Window أطول ، زادت احتمالية استخدام المزيد من الوقود حيث ستحتاج المركبة الفضائية إلى التعديل للعودة إلى المسار الصحيح.

تقول ناسا NASA إن نافذة الإطلاق Launch Window تتأثر بعدة عوامل ، مثل:

- المدار أو المكان الذي تتجه إليه المركبة الفضائية (محطة الفضاء الدولية International Space Station ISS ، على سبيل المثال).
- نوع الصاروخ وقدرته.
- أهداف المهمة.

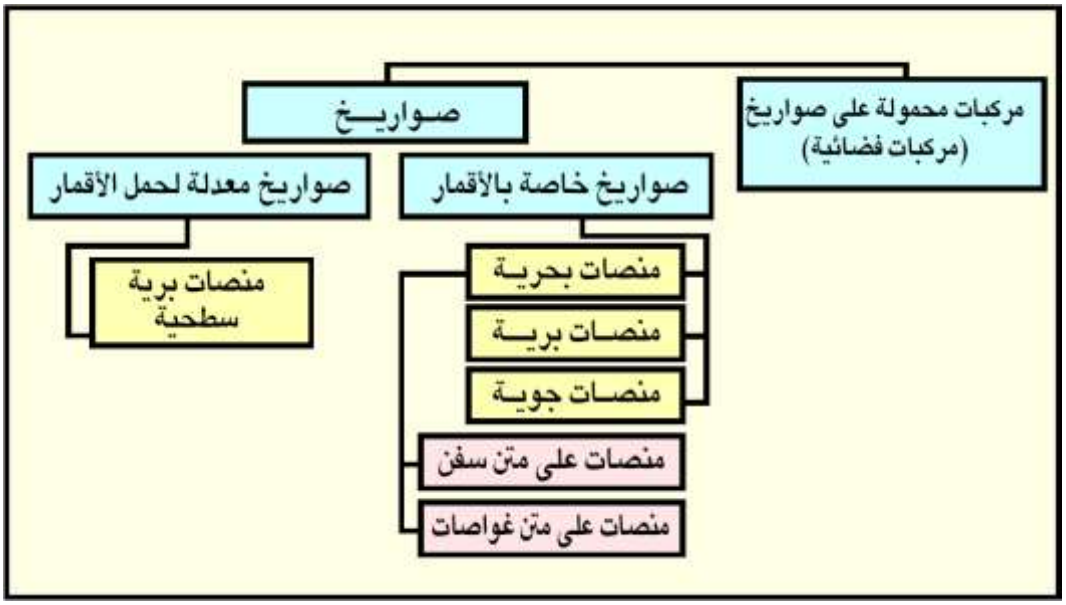
ونادراً ما تكون نوافذ الإطلاق في نفس الأوقات كل يوم.

ورغم السعي لتنفيذ الإطلاق في أول نافذة الإطلاق Launch Window متاحة ، إلا أنه يمكن لعدة عوامل تأخير الإطلاق ، على سبيل المثال: قد يكون الطقس سيئًا. أو قد يظهر شئ ما فجأة يتعلق بالمركبة الفضائية Spacecraft أو الصاروخ Rocket أو الاتصالات الأرضية Ground Communications . أو قد يظهر قارب أو طائرة بصورة مفاجئة ، على الرغم من أنه تم تحذيرهم بالبقاء على مسافة من مسار الرحلة ، عند ذلك يجب تأجيل إطلاق المهمة حتى نافذة الإطلاق Launch Window التالية المناسبة للتحليق.

يلعب الطقس دورًا واضحًا أيضًا ، لذا يعطي الجناح الفضائي لسرب الطقس th Space Wing Weather Squadron45 في الولايات المتحدة الأمريكية توقعات الطقس في منطقة منصة الإطلاق Launchpad ، ولكن مع وجود رواد فضاء على المركبة الفضائية ، يجب مراعاة المزيد من المتغيرات مثل توقعات الطقس وظروف البحر من أجل سهولة إنقاذ رواد الفضاء من الماء في حالة حدوث هبوط اضطراري.

ويتم إصدار توقعات يومية Daily Forecasts قبل الإطلاق وبشكل متكرر أكثر في يوم الإطلاق. يمكن إجراء طلب الذهاب go أو عدم الذهاب no-go حتى وقت الإطلاق.

أساليب إطلاق الأقمار الصناعية



أساليب إطلاق الأقمار الصناعية – منها حديثا الإطلاق من محطة الفضاء الدولية

مركبات الإطلاق الصاروخية Rocket Launch Vehicles

- المنصات البرية الثابتة.
- المنصات البرية المتحركة.
- المنصات الجوية (الإطلاق الفضائي من الجو).
- المنصات البحرية.
  - المنصات العائمة.
  - منصات علي متن سفن .
  - منصات علي متن غواصات.

البالونات الصاروخية Rockoons .

الإطلاق من محطة الفضاء الدولية.

منصة إطلاق فضائية Launch Pad

- منصة الإطلاق الفضائي Launch Pad .
- مجمّع الإطلاق Launch Complexes .

هو عن المكان الذي تنطلق من عليه الصواريخ والمركبات الفضائية، ومنصة الإطلاق الفضائية Launch Pad ، هي قاعدة تُستخدم لإطلاق المركبات الفضائية أو الصواريخ الحاملة لها. وتكون المنصات عادةً جزءاً من مجمّعات إطلاق Launch Complexes تشكل جزءاً من مراكز إطلاق أو بوابات فضائية.

وتُبنى منصات الإطلاق الفضائية أبعد ما يكون عن المراكز المأهولة بالسكان لتخفيف المخاطر الناجمة عن فشل عملية إطلاق الصاروخ الحامل أو المركبة الفضائية. وغالباً ما يتم اختيار مواقع البناء بالقرب من مسطحات مائية كبيرة (محيطات وبحار) لضمان عدم تناثر المكونات فوق المناطق المأهولة.

تاريخ منصات الإطلاق الفضائي

تمثل منصات الإطلاق الفضائية ومراكزه نقطة مغادرة الصواريخ التي تُطلق إلى الفضاء الخارجي. ويوجد عدد محدود من مراكز الإطلاق الفضائي (بوابات الفضاء) عبر العالم. وقد بني معظمها في بداية عصر الفضاء أي بين الخمسينات والستينات من القرن العشرين، ومنها مراكز مفتوحة أمام العامة وأخرى مغلقة ومحاطة بالسرية. وقد انتشرت هذه المراكز في مواقع فرضتها إما الشروط السياسية أو المتطلبات التقنية. وتُبنى مراكز الإطلاق الفضائي عادة أقرب ما يمكن إلى خط الاستواء؛ حيث يستفيد بشكل أفضل من دوران الأرض فتزداد السرعة التي يحصل عليها الصاروخ. وتكون عملية الدفع أفضل و يقلل من كمية الطاقة اللازمة للوصول إلى الفضاء، ما يعني أنه يحتاج إلى وقود أقل وتسمح بتحميل أقمار أكثر أو أثقل. وقد جرى إطلاق أكثر من 5000 قمر صناعي من هذه المراكز إلى خارج الغلاف الجوي الأرضي منذ عام 1957 م.

ومن أشهر مراكز الإطلاق هذه:

- كاب كاناڤيرال Cape Canaveral في فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية.
- قاعدة سلاح الجو الأمريكي قاعدة ڤاندنبرگ الجوية Vandenberg في كاليفورنيا.
- قاعدة بايكونور Baikonur الروسية في كازاخستان (التي كانت جزءاً من الاتحاد السوڤييتي).
- قاعدة كورو Kourou الفرنسية في جويانا Guiana .

وقد ارتبط إنشاء تلك المراكز بتطوير برامج الفضاء. ويُعد برنامجا الولايات المتحدة وروسيا (الاتحاد السوفييتي سابقاً) متكافئين من حيث الحجم ورائدين عالمياً. ثم دخلت فرنسا واليابان والصين والهند وأستراليا والبرازيل وغيرها هذا المضمار وازدادت المنافسة فيما بينهم مع مطلع القرن الحادي والعشرين.

البنية العامة للمنصّات

تتكون منصّة الإطلاق النموذجية من بنى خدمية Service توفر منصة نفاذ لفحص مركبة الإطلاق والتحقق من جاهزيتها قبل عملية الإطلاق. ويمكن تدوير غالبية البنى الخدمية وإبعادها إلى مسافة آمنة، وبنى أخرى تشتمل على روابط لتوفير الإتصالات والاستطاعة والغاز وتعبئة وقود الدفع. وتقف مركبة الإطلاق في أعلى منصة الإطلاق ذات البنية المضادة للّهب من أجل تحمل الحرارة المرتفعة جداً الناجمة عن المحركات الصاروخية في أثناء الإطلاق. كما يتم تصميم جسور رافعة (مساند) وبناؤها على منصات الإطلاق، لتمكين «كادر» الصيانة والدعم الفني من تصحيح الأخطاء ومعالجة المشكلات أو التحقق من عدم أهميتها في أثناء عملية التحضير وفي أثناء عملية الإطلاق.

ولأن الصواريخ الحاملة تحتاج إلى ثبات المنصة واستقرارها في الثواني القليلة التي تلي تشغيل المحركات ووصولها إلى الدفع المطلوب، تُستخدم مزالج Bolts متفجرة لربط مركبة الإطلاق بمنصة الإطلاق. وعندما تصبح المركبة جاهزة للإطلاق ومستقرة تنفجر المزالج لتمزق الروابط فيما بين المركبة من جهة ومنصة الإطلاق والبنى الأرضية من جهة أخرى.

الولايات المتحدة

يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية عدد من مراكز الإطلاق الفضائي ومنصاته منتشرة على نحو رئيسي في الساحلين الشرقي والغربي، منها:

كاب كاناڤيرال، ومركز كيندي الفضائي، وقاعدة ڤاندنبرج ، ومركز ڤرجينيا لرحلات الفضاء (ويضم منصتي إطلاق في جزيرة والوبس Wallops لإطلاق مركبات إلى المدار المنخفض)، وقاعدة إدواردز الجوية (التي تضم مهبطاً احتياطياً لمكوك الفضاء)، وبوابة ألاسكا Alaska الفضائية في كودياك إيلند Kodiak Island، ومركز الاختبار الفضائي والجوي المدني موهافي Mojave (وهو أول بوابة فضاء تجارية في العالم). كما تملك الولايات المتحدة الأمريكية قواعد عسكرية عدة في إسبانيا والمغرب والسنغال يمكن استخدامها مدرج هبوط اضطراري لمكوك الفضاء.

خطوات عمليات الإطلاق

الشرح التالي من وكالة الفضاء اليابانية جاكسا JAXA علي القمر الياباني لرصد الأرض إيبوكي IBUKI-2 :

هل تساءلت يومًا عن مكان وجود القمر الصناعي Satellite علي مركبة الإطلاق Launch Vehicle ؟

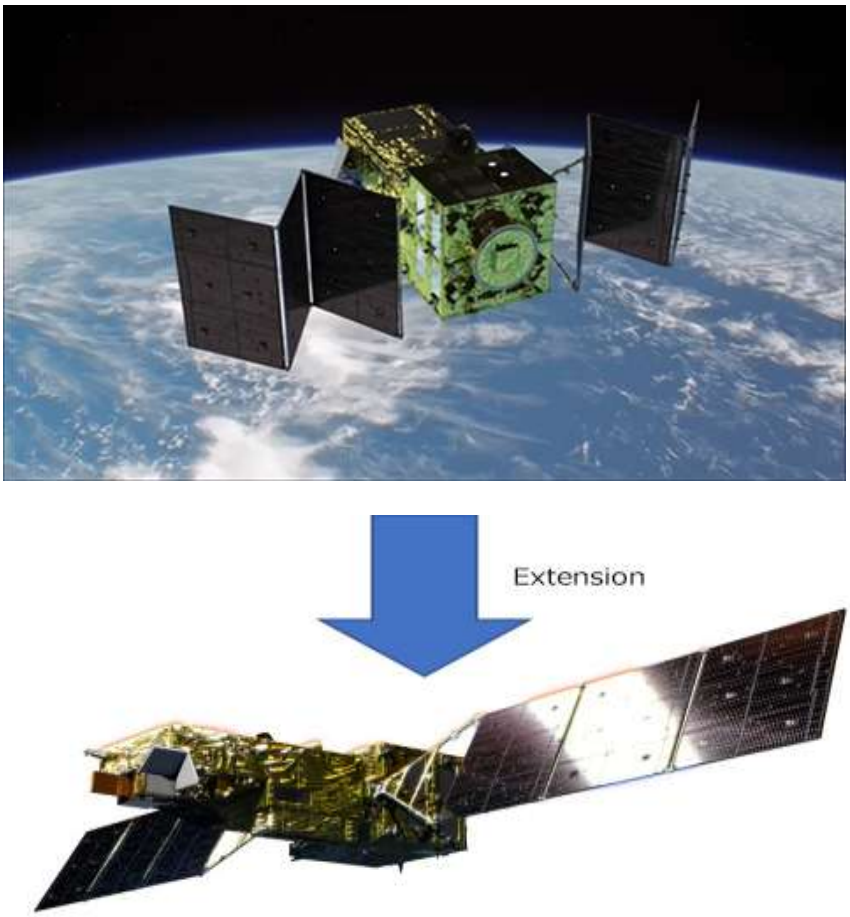
يتم تخزين الحمولة Payload هناك داخل الطرف الأبيض للصاروخ ، والذي يسمى الغطاء الانسيابي للحمولة Payload Fairing .

مكان الحمولة – جاكسا JAXA .

عندما يرتفع الصاروخ في الفضاء الخارجي إلى ارتفاع حيث يوجد غلاف جوي Atmosphere خفيف جدًا ، يتم فصل الغطاء الانسيابي للحمولة Payload Fairing ، تاركا القمر الصناعي مكشوفًا للفضاء الخارجي على متن الصاروخ.

فصل الغطاء الانسيابي للحمولة Payload Fairing – جاكسا JAXA .

بمجرد فصل إيبوكي IBUKI-2 عن مركبة الإطلاق Launch Vehicle ، فإنه سيمد أجنحة المصفوفات الشمسية Solar Array Wings التي تم طيها للتغليف Encapsulation .

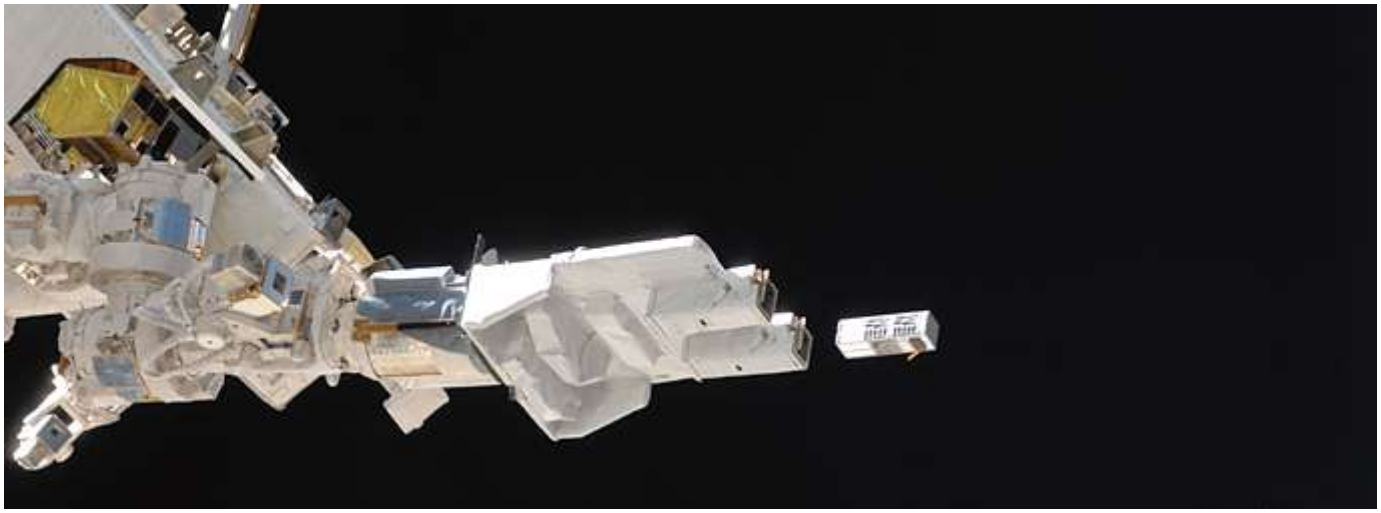


وهذا يمثل الخطوة الأولى نحو بدء عمليات تشغيل القمر الصناعي Satellite Operations . المصدر

اطلاق الأقمار الصناعية من محطة الفضاء الدولية

المصدر Source .

هذا المقال تحت عنوان نشر الأقمار الصناعية الصغيرة من المحطة الفضائية الدولية Deploying Small Satellites From ISS علي الموقع الإلكتروني لوكالة ناسا الأمريكية.

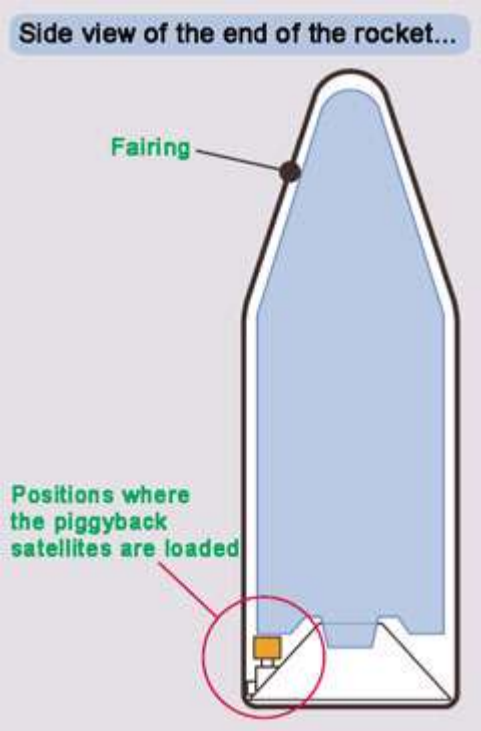


تتطلب الأقمار الصناعية التقليدية أنظمة معقدة وغالباً ما تتطلب مركبة إطلاق مخصصة لتجد طريقها إلى المدار. ومع ذلك ، ببعض المساعدة من محطة الفضاء الدولية ISS ، ستعمل فئة جديدة من الأقمار الصناعية الصغيرة على تغيير طريقة و كيفية الإطلاق التقنيات الجديدة إلي الفضاء. تقنية أقمار الكيوب سات CubeSats ، الصغيرة ، ذات الفئة الأقل من 50 سنتيمتراً ومعظم هذا النوع من الأقمار الصناعية المكعبة من الفئة ذات 10 سنتيمترات (4 بوصة) ، تتميز بطريقة بديلة للنشر. يتم نشر بعضها في المدار من المحطة الفضائية باستخدام ذراع آلية Robotic Arm. يتم نقل الأقمار الصناعية إلى المحطة في أكياس ذات جوانب ناعمة soft-Sided Bags عن طريق سفن الشحن مثل مركبة نقل H-II اليابانية (HTV). وبعد ذلك في وقت مناسب لاحقا ، يتم إخراج الأقمار الصناعية من مقصورة المحطة Station's Cabin ، ويقوم الذراع التحكم الروبوتي الياباني RMS لوحدة التجارب اليابانية JEM وتعرف المنظومة كلها

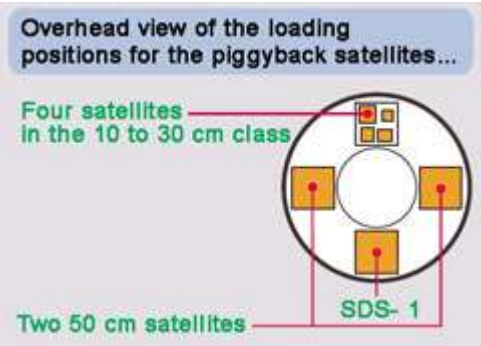
Traditional satellites require complex systems and often, the resources of a dedicated launch vehicle to find their way into orbit. However, with some help from the International Space Station, a new class of small satellites is changing the model for how we launch new technologies into space. CubeSats, small, less than 50-centimeter and mostly 10-centimeter (4-inch) cubic satellites, have an alternative way of being deployed. Some are deployed into orbit from the space station using a robotic arm. The satellites are transported to station in soft-sided bags by cargo ships such as Japan's H-II Transfer Vehicle (HTV). And at an appropriate time later, the satellites are taken out from the station's cabin, and the Japanese Experiment Module (JEM) Robotic Manipulator System (JEMRMS) aims the satellites at their planned orbits and releases them. The JEM Small Satellite Orbital Deployer, an ejecting system for small satellites, was developed by JAXA.

بالاختصار JEMRMS بتوجيه الأقمار الصناعية إلي مداراتها المخطط لها وإطلاقها. قامت JAXA بتطوير JEM Small Satellite Orbital Deployer ، وهو نظام قذف للأقمار الصناعية الصغيرة.

- قمر محمول Piggyback Satellite : هو قمر صغير يتم حمله علي متن صاروخ إطلاق كحمولة إضافية بجانب حمولة رئيسية.
- ساتل محمول Piggyback Satellite .
- إطلاق قمر محمول إضافي – إطلاق حمولة إضافية Piggy - Back Launch .
- يجب على أي قمر صناعي اجتياز اختبارات البيئة الفضائية Space Environment Tests عند إطلاقه علي متن صاروخ.



المصدر Source



Source المصدر

In the past, small satellites of a certain class have been launched by rockets as piggyback satellites. When a rocket can launch extra weight other than its main satellite, piggyback satellites are given their seats in the rocket and are thrown into the orbit after the main satellite is successfully deployed. The advantages of launching satellites from the space station by robotic arm compared to piggyback on a rocket include the option to choose the best timing of the small satellite's ejection without affecting the main satellite's timing. With limited space for small satellites to piggyback on rockets, the space station provides the additional benefit of having regularly scheduled cargo resupply flights on which the small satellites can more readily travel.

في الماضي ، تم إطلاق أقمار صناعية من فئة معينة علي متن صواريخ كأقمار محمولة Piggyback Satellites. وعندما يتمكن صاروخ من حمل وزن إضافي بخلاف قمره الصناعي الرئيسي ، تُمنح مقاعد علي متنه لبعض الأقمار الصغيرة ليتم دفعها في مدارها بعد نشر القمر الصناعي الرئيسي بنجاح. تشمل مزايا إطلاق الأقمار الصناعية من المحطة الفضائية بواسطة الذراع الآلية Robotic Arm مقارنةً بحمله على صاروخ كـ "قمر محمول Piggyback Satellite" توفر خيار اختيار أفضل توقيت لحقن القمر الصناعي الصغير في المدار دون التأثير على توقيت القمر الصناعي الرئيسي. مع توفر مساحة محدودة للأقمار الصناعية الصغيرة لتكون كـ Piggyback على الصواريخ ، توفر المحطة الفضائية ميزة إضافية تتمثل في القيام برحلات منتظمة لإعادة شحن البضائع إلي المحطة مما يتيح للأقمار الصغيرة السفر إليها بسهولة أكبر.

قام طاقم محطة الفضاء الدولية بتركيب قمر صناعي على طاولة غرفة الضغط اليابانية.

Crew in the International Space Station install a satellite onto the Japanese Experiment Module airlock table.

Any satellite must pass space environment tests to confirm that the satellite will survive the harsh environment during launch and its operational period in space. Among these, the vibration test that simulates vibrations experienced during launch, subjects the satellite to a rigorous level of agitation. Piggyback satellites are required to pass this test because they are installed in the same area as the main satellite. By contrast, satellites deployed from the space station are delivered by cargo spacecraft, where they are kept in a soft bag and buffered with packing material. The vibration level they experience during launch to the space station is less than that of piggyback satellites.

يجب على أي قمر صناعي اجتياز اختبارات البيئة الفضائية Space Environment Tests للتأكد من أن القمر الصناعي سوف ينجو من البيئة القاسية أثناء الإطلاق و أثناء فترة تشغيله في الفضاء. من بين هذه الاختبارات ، اختبار الاهتزاز Vibration Test الذي يحاكي الاهتزازات التي يواجهها القمر أثناء الإطلاق ، حيث يعرَّض القمر الصناعي لمستوى عنيف من الإضطراب. الأقمار الصناعية فئة Piggyback مطلوب لها اجتياز هذا الاختبار لأنها مثبتة في نفس منطقة تثبيت القمر الصناعي الرئيسي. على عكس ذلك ، يتم تسليم الأقمار الصناعية التي يتم نشرها من المحطة الفضائية بواسطة سفينة فضائية للبضائع Cargo Spacecraft ، حيث يتم الاحتفاظ بها في كيس لين الجوانب Soft Bag ويتم تخزينها في مواد تغليف ، وبالتالي يكون مستوى الاهتزاز الذي تتعرض له أثناء الإطلاق إلى المحطة الفضائية هو أقل من المستوى الذي تتعرض له الأقمار الصناعية فئة Piggyback.

يتم نشر أقمار صناعية في المدار بواسطة نظام وحدة المعالجة الروبوتية اليابانية.

Japanese Experiment Module Robotic Manipulator System satellites are deployed into orbit.

The relaxation of the vibration condition can be game-changing for small satellite developers

يمكن أن يتسبب تخفيف حالة الاهتزاز في تغيير اللعبة بالنسبة لمطوري

because some developers, such as college students, cannot afford to use expensive aerospace-rated electric parts to pass the vibration test.

An additional benefit to space station deployment of CubeSats is that after the CubeSats launch to space, astronauts aboard the orbiting outpost can perform quality checks on the hardware to ensure the small satellites are not damaged before deploying into space. One of the difficulties of developing free-flying satellites is that once they are launched, it is uncertain whether the satellite is still in good working order after enduring the launch vibration. With space station deployment, there is still opportunity to check out satellite systems and intervene before it deploys. This can allow designers to choose electric parts without the traditional space ratings, which can lower the total cost of development and expedite new space-qualified technology.

الأقمار الصناعية الصغيرة لأن بعض المطورين ، مثل طلاب الجامعات ، لا يستطيعون تحمل تكاليف استخدام الأجزاء الكهربائية باهظة الثمن وذات تصنيف فضائي Aerospace-Rated لاجتياز اختبار الاهتزاز Vibration Test.

هناك فائدة إضافية لنشر المحطة الفضائية لكيوب سات CubeSats وهي أنه بعد إطلاق الكيوب سات CubeSats إلى الفضاء ، يمكن لرواد الفضاء على متن المحطة المدارية إجراء اختبارات الجودة Quality Checks على أجهزة القمر لضمان عدم تلف الأقمار الصناعية الصغيرة قبل نشرها في الفضاء. تتمثل إحدى صعوبات تطوير الأقمار الصناعية ذات التحليق الحر Free-Flying Satellites في أنه بمجرد إطلاقها ، فمن غير المؤكد ما إذا كان القمر الصناعي لا يزال في حالة عمل جيدة بعد المرور باهتزاز الإطلاق. في طريقة النشر بالمحطة الفضائية ، لا تزال هناك فرصة للتحقق من عمل أنظمة الأقمار الصناعية والتدخل قبل نشرها. يمكن أن يسمح ذلك للمصممين باختيار الأجزاء الكهربائية دون الحاجة لأن تكون ذات تصنيف فضائي كما هو معتاد ، مما يساهم في تخفيض التكلفة الإجمالية للتصنيع وتسريع التكنولوجيا الجديدة المؤهلة للفضاء.

القمر الصناعي معبأ في كيس لين الجوانب.

Satellite packed in a soft-sided bag

In order to launch a small satellite into orbit using the JEMRMS, first the space station cargo supply space-craft, such as the HTV, delivers the satellite in a Cargo Transfer Bag. The satellites are stored in Cargo Transfer Bags in the space station cabin until time for deployment. Following the final satellite checkout, the crew installs the small satellite into the JEM Small Satellite Orbital Deployer and places it on the JEM airlock table. Then, after the airlock is sealed, it opens to allow the airlock table to slide out of the cabin of the space station. The JEMRMS approaches the airlock table and grapples the satellite ejector. Next, the JEMRMS moves the satellite in the ejector into position for deployment into orbit. JEMRMS holds the specified attitude aiming at the satellite's orbit. Finally, ground operators send

من أجل إطلاق قمر صناعي صغير في المدار باستخدام وحدة JEMRMS ، تقوم أولاً مركبة الشحن الفضائية لإمداد البضائع ، مثل مركبة HTV ، بتسليم القمر الصناعي في حقيبة نقل البضائع Cargo Transfer Bag. ويتم تخزين الأقمار الصناعية في حقائب نقل البضائع Cargo Transfer Bags في مقصورة المحطة الفضائية حتى يحين وقت النشر Deployment. بعد الفحص Checkout النهائي للأقمار الصناعية ، يقوم الطاقم بتثبيت القمر الصناعي الصغير في وحدة نشر الأقمار الصناعية الصغيرة JEM Small Satellite Orbital Deployer ووضعه على طاولة قفل الهواء JEM airlock. بعد ذلك ، وبعد إغلاق قفل الهواء Airlock ، يتم فتحه للسماح للطاولة بالخروج من مقصورة المحطة الفضائية. يقترب نظام JEMRMS من الطاولة ويمكسك بجهاز حقن القمر الصناعي Satellite Ejector. بعد ذلك ، تقوم وحدة

the command to the ejector to release the satellite.

JEMRMS بنقل القمر الصناعي في جهاز الحقن إلى موضعه لنشره في المدار. تتخذ وحدة JEMRMS الوضعية المناسبة لتوجيه القمر إلى مداره. وأخيرًا ، يقوم المشغلون الأرضيون Ground Operators بإرسال الأمر إلى جهاز الحقن Ejector لإطلاق القمر الصناعي.

القمر FITSAT ، أحد الأقمار الصناعية الصغيرة التي تك دفعها في المدار بواسطة نظام وحدة مناولة التجارب اليابانية الروبوتية.

FITSAT, one of the small satellites thrown into orbit by Japanese Experiment Module Robotic Manipulator System.

In summary, introduction of this new method of satellite ejection using the JEM facility achieves the advantages of providing more frequent opportunities for small satellite deployment in low-Earth orbit, lowering the vibration test hurdles and providing the opportunity for a final checkout of the satellite before use.

باختصار ، إدخال هذه الطريقة الجديدة لحقن الأقمار الصناعية باستخدام مرفق JEM يحقق مزايا توفير المزيد من الفرص المتكررة لنشر الأقمار الصناعية الصغيرة في مدار أرضي منخفض LEO ، وإزالة عقبة اجتياز اختبار الاهتزاز ، وتوفير الفرصة لإجراء فحص نهائي Final Checkout للقمر الصناعي قبل إدخاله في المدار.

As a result of the use of the space station, potential developers of small satellites have increased their use of the space station deployers, and universities, companies and other non-

نتيجة لاستخدام المحطة الفضائية ، زاد المطورون المحتملون للأقمار الصناعية الصغيرة من استخدامهم لوحدة الحقن الخاصة بالمحطة الفضائية ، كما أن الجامعات والشركات وغيرها من مستخدمي الفضاء غير التقليديين يمكنهم

traditional space users are finding affordable access to space.

الوصول إلى الفضاء بأسعار معقولة.

خدمات الإطلاق الخاصة

الآفاق المستقبلية

مع ازدياد الطلب على الخدمات الفضائية ظهرت في أواخر القرن العشرين عدة شركات ومؤسسات خاصة لتنافس العاملين التقليدين الرئيسين في هذا المجال الذي يغطي طيفاً واسعاً من الخدمات تراوح بين إطلاق أقمار اتصالات تجارية إلى تقديم رحلات سياحية إلى الفضاء.

ويتوقع أن تسمح هذه المنافسة بإعطاء زخم جديد للصناعة الفضائية وعمليات الإطلاق الفضائي، وتحفيز الدول الحديثة العهد مثل البرازيل وجنوب إفريقيا، وخوض بلدان جديدة هذا المضمار مثل كوريا الجنوبية.

الشركات الأوروبية المتخصصة في بناء الأقمار الصناعية :

- شركة ايرباص Airbus Defence and Space .
- شركة OHB .
- شركة Thales Alenia Space .

شركات بناء الأقمار الصناعية الصغيرة مثل:

- شركة Deimos .
- شركة QinetiQ Space .
- شركة Surrey Satellite Technology Ltd .

الدول القادرة على إطلاق قمر صناعي على مستوى العالم

1- الإتحاد السوفيتي (روسيا Russia).

2- الولايات المتحدة الأمريكية United States .

3- فرنسا France .

4- إيطاليا Italy .

5- أوكرانيا Ukraine .

6- المملكة المتحدة United Kingdom UK .

07 - اليابان Japan عام 1970 م

08 - الصين China عام 1970 م

09 - الهند India عام 1980 م

10 - إسرائيل Israel عام 1988 م

11 - إيران Iran عام 2009 م

12 - كوريا الجنوبية South Korea .

13 - كوريا الشمالية North Korea عام 2012 م

طورت بريطانيا العظمى Great Britain قدراتها لإطلاق الأقمار الصناعية في السبعينيات لكنها لم تنضم إلى التحالف الأوروبي آريانسبيس Arianespace ، وبالتالي فقدت هذه القدرة.

ورثت عدد قليل من البلدان الأخرى التكنولوجيا التي تتيح لها القيام برحلات للوصول إلي المدار . وتشمل هذه الدول كلا من أوكرانيا Ukraine وكوريا الجنوبية South Korea ، وتسع دول أوروبية أخرى لديها إمكانية الوصول من خلال الجهود المشتركة لوكالة الفضاء الأوروبية ESA وآريانسبيس Arianespace .

الشركات الفضائية المتخصصة في عمليات إطلاق القمر الصناعي.

XXXX

- شركة Rocket Lab الأمريكية.

مصطلحات خاصة بعملية الإطلاق

- مهمة تحليق مشترك Rideshare Mission أي اشتراك أكثر من قمر صناعي في نفس مركبة الإطلاق.
- الأقمار الصناعية المشاركة Co-Passenger Satellites : المتشاركة في ركوب نفس مركبة الإطلاق.

- حمولة ثانوية Secondary Payload .
- قمر محمول Piggyback Satellite : هو قمر صغير يتم حمله علي متن صاروخ إطلاق كحمولة إضافية بجانب حمولة رئيسية.

الحمولة الثانوية Secondary Payload ، والمعروفة أيضًا باسم مشارك في الركوب Rideshare ، هي حمولة أصغر حجمًا يتم نقلها إلى المدار على مركبة إطلاق يتم دفع ثمنها في الغالب – مع تحديد تاريخ ووقت الإطلاق والمسار المداري Orbital Trajectory – بواسطة الكيان الذي يتعاقد و يدفع مقابل خدمة الإطلاق الأساسية Primary Launch .

نتيجة لذلك ، تحصل الحمولة الثانوية Secondary Payload عادةً على سعر مخفض بشكل كبير لخدمات النقل إلى المدار.

عادة ما تكون مع الأقمار صغيرة الحجم والوزن مثل الأقمار المكعبة Cubesats والأقمار النانوية Nano-Satellites وأقمار الميكرو Micro-Satellites .

بدأ توازن القدرة الفضائية Space Power في التنقل مع ظهور الإلكترونيات الدقيقة microelectronics وتوافرها على نطاق واسع والتي مكنت من بناء أقمار صناعية أصغر حجمًا وبواسطة فرق أصغر وفي منشآت متواضعة والاستفادة من قدرة الإطلاق "الاحتياطية Spare"كحمولات ثانوية Secondary Payload جنبًا إلى جنب مع الأخوة الأكبر (الذين يدفعون). وهكذا فإن أوائل الثمانينيات كانت إيذانا ببدء عصر القمر الصناعي الحديث صغير الحجم Modern Small Satellite .

الفئة Class	الكتلة Mass (كجم kg)
الأقمار الصناعية الكبيرة Large Satellite	> 1000
الأقمار الصناعية الصغيرة Small Satellite	من 500 إلي 1000
أقمار الميني Mini-Satellite	من 100 إلي 500
الأقمار الميكروية Micro-satellite	من 10 إلي 100
الأقمار النانوية Nano-satellite	من 1 إلي 10
أقمار البيكو Pico-satellite	من 0.1 إلي 1
أقمار الفيمتو Femto-satellite	< 0.1

تصنيف عام للأقمار الصناعية فيمتو Femto – بيكو Pico –نانو Nano – ميكرو Micro – ميني Mini – صغير Small –كبير Large

المصدر

شركة روسية خاصة تصمم منصة جديدة للأقمار الصناعية

تعتزم شركة "سبوتنيكس" الروسية الخاصة أن تصمم بالتعاون مع شركة "الأنظمة الفضائية الروسية" الحكومية منصة جديدة للأقمار الصناعية التي تتراوح أوزانها بين 80 و120 كيلوجراما، ويتوقع أن تختبر المنصة عن طريق إطلاق قمر صناعي مصنوع على أساسها بحلول عام 2020 م.

وجاء في بيان نشرته الشركة في موقعها الإلكتروني على شبكة التواصل الاجتماعي الروسية "VK" خلال ديسمبر 2019 م أن مبيعات المنصة ستنطلق عام 2025 بعد انتهاء اختبارها في مدار الأرض. وأضاف البيان أن المنصة يمكن أن تستخدم لتصنيع الأقمار الصناعية لاستشعار الأرض عن بعد والاتصال والأقمار الصناعية العلمية.

وقال مصدر في الشركة إن المهمة التي تطرح أمام الشركة في المستقبل هي التخفيض من وزن المنصة وزيادة وزن الأقمار المصنوعة على أساسها حتى 600 كيلوجرام.

وأعرب المصدر عن قناعته بأن نجاح المشروع سيزيد بمقدار 3 أضعاف من حصة روسيا في السوق العالمية الخاصة بإطلاق الأقمار الصناعية لاستشعار الأرض عن بعد وسيؤدي إلى زيادة حجم التصدير الروسي إلى بلدان أخرى.

ويتوقع أن توظف مؤسسة المبادرات التقنية العلمية الروسية لتحقيق المشروع مبلغا قدره 332 مليون روبل (نحو 5 ملايين دولار)، فضلا عن 143 مليون روبل التي تستثمرها في المشروع شركة "سبوتنيكس" الخاصة.

التعليم

أمثلة للمعامل المطلوبة Required Labs في المؤسسات التعليمية ذات الصلة بتخصص الأقمار الصناعية:

1- معمل تجميع الأقمار الصناعية الصغيرة Collection of small satellites.

2- معمل تصميم هياكل ومواد مركبات الفضاء Design of spacecraft structures and materials.

3- معمل تصوير وتتبع مواقع الأقمار الصناعية Imaging and tracking of satellite sites.

4- معمل تحليل صور الأقمار الصناعية (استشعار- أرصاد جوية....).

5- معمل تحليل وتصميم وبرمجة المهمات الفضائية Analysis, design and programming of space missions.

6- معمل تأثير البيئة الفضائية علي الأقمار الصناعية The effect of the space environment on satellites.

7- معمل تصميم الأجهزة الالكترونية والمستشعرات Design of electronic devices and sensors.

التصنيع

مراحل ومتطلبات إنتاج الأقمار الصناعية

المراحل الرئيسية لقمر صناعي جديد:

- مرحلة التصميم Designing Phase .
- مرحلة البناء Building or Construction Phase .
- مرحلة التشغيل Operation Phase .

يمكن تفصيل كل مرحلة من تلك المراحل الرئيسية إلي مجموعة أصغر من المراحل الأكثر تفصيلا.

يجب وضع خطة مدروسة تتضمن:

- الفكرة.
- مرحلة التصميم Design .
- مرحلة التطوير .
- مرحلة التصنيع .
- مرحلة الاختبارات الأرضية والتشغيلية .
- مرحلة الإطلاق.
- مرحلة ما بعد الإطلاق.

مصطلحات سنتعرف عليها

مرحلة نقل القمر الصناعى Satellite Transit : مرحلة نقله من المكان الذى صنع فيه إلى مكان الإطلاق.

مرحلة دمج القمر الصناعى بمركبة الفضاء و تشمل (مرحلة التجميع و الدمج و الاختبار).

مرحلة ما قبل الإطلاق Pre-Launch .

مراحل صناعة القمر الصناعي

- الفكرة وتحليلها
  - مرحلة تحديد متطلبات المستخدم User Requirements .
  - مرحلة تحليل مهام القمر Mission Analysis .
  - مرحلة وضع مواصفات الأنظمة الفنية للقمر Systems Specifications (مرحلة وضع المتطلبات الفنية الأساسية Requirement Baseline).
- مرحلة التصميم Design
  - مرحلة عمل التصاميم الأولية لأنظمة القمر Preliminary Design Phase .
  - مرحلة عمل التصاميم النهائية لأنظمة القمر Critical Design Phase .
- التصنيع واختبارات التصنيع
  - مرحلة تصنيع أنظمة القمر واختبار تأهيلها Qualification Model Phase QM1 .
- مرحلة التجميع Assembly واختبارات التجميع.
  - تجميع الأنظمة المكونة للقمر واختبار تأهيله Qualification Model Phase QM2 .
  - تصنيع جميع أنظمة القمر واختبار قبولها Flight Model Phase FM1 .
  - تجميع القمر واختبار قبوله Flight Model Phase FM2 .
- المراجعة النهائية لجاهزية القمر للإطلاق Flight Readiness Review FRR .

بمزيد من التفاصيل

في الماضي كان تستغرق عملية تصميم وتجميع واختبار القمر مايصل إلي ثلاث أعوام ، لكن حاليا أقل من ذلك بكثير وخاصة مع الأقمار صغيرة الحجم.

1- متطلبات المستخدم User Requirements

قيام فريق فني بتحديد متطلبات المستخدم النهائي User Requirement Specifications URS ويجب علي المستخدم النهائي توضيح:

- المهام التي سيقوم بها القمر.
- المواصفات الأساسية له.
- العمر الافتراضي للقمر.
- التكاليف المتوقعة للتشغيل.

وتوثق المتطلبات في مستند يسمي متطلبات المستخدم User Requirements .

2- تحليل مهام القمر Mission Analysis

يقوم الفريق الفني بدراسة بيان مهمة القمر ، و متطلبات المستخدم User Requirements بشكل دقيق مع مراعاة ما يلي:

- احتياجات الفريق.
- التقنيات المطلوبة والمتاحة.
- الحدود المسموح بها للتكلفة.

تنتهي هذه المرحلة بالقيام بتحديد مفهوم المهمة المناسبة وتفصيل ما يلي:

- ما هية القمر المراد تصنيعه.
- ما المهام التي يجب القيام بها.
- العمليات التي يجب أن تتم علي القمر ، والعمليات التي تتم في المحطة الأرضية.
- المدار المناسب للمهام المطلوبة.
- التقنيات المتاحة للمصممين.
- ارتباط المهام بأنظمة محدودة علي القمر أو في المحطة الأرضية والميزانيات المتوفرة.

3- مواصفات الأنظمة الفنية للقمر Systems Specifications

تسمي هذه المرحلة مرحلة وضع مواصفات الأنظمة الفنية للقمر Systems Specifications وأحيانا تسمي مرحلة وضع المتطلبات الفنية الأساسية Requirement Baseline .

4- التصاميم الأولية لأنظمة القمر Preliminary Design Phase

يتم عمل التصاميم الأولية لأنظمة القمر Preliminary Design Phase ، حيث يبدأ العمل الجماعي لكل أفراد الفريق الفني بعمل التصاميم الأولية لكل نظام من أنظمة القمر انطلاقاً من المواصفات الفنية الرئيسية.

وتجري العديد من الإجتماعات الرسمية التي يطلق عليها اجتماعات التصاميم الأولية Preliminary Design Reviews PDR .

5- التصاميم النهائية لأنظمة القمر Critical Design Phase

يتم عمل التصاميم النهائية لأنظمة القمر Critical Design Phase ، حيث يقوم كل فريق بالتركيز علي تنقيح التصميم وإعادة تصنيع الأنظمة الإلكترونية باستخدام قطع إلكترونية خاصة.

تكتمل هذه المرحلة بعرض وتوثيق التصاميم النهائية وآلية اختبارها والنتائج المتوقعة ، وتجري العديد من الإجتماعات الرسمية التي يطلق عليها اجتماعات مراجعة التصاميم النهائية Critical Design Reviews CDR .

6- تصنيع أنظمة القمر واختبار تأهيلها Qualification Model Phase QM1

تبدأ مرحلة تصنيع أنظمة القمر واختبار تأهيلها Qualification Model Phase QM1 بعمليات التصنيع الرئيسية لجميع أنظمة القمر كل علي حدة ، وذلك بعد اكتمال مرحلة التصميم والتنقيح النهائية.

ثم تجري الاختبارات التأهيلية الخاصة بأنظمة القمر الصناعي ، والتي تشمل:

- الإهتزازات الميكانيكية لمحاكاة ظروف الإطلاق.
- التذبذب الحراري مع التفريغ الهوائي لمحاكاة التغيرات الكبيرة في درجات الحرارة في المدار.
- التوافق الكهرومغناطيسي الشامل للتأكد من حماية النظام من التداخل الكهرومغناطيسي وعدم تسببه في ذلك.
- التعرض للإشعاع بجرعات معجلة.

7- تجميع الأنظمة المكونة للقمر واختبار تأهيله Qualification Model Phase QM2

في هذه المرحلة يتم تجميع الأنظمة المكونة للقمر واختبار تأهيله Qualification Model Phase QM2 في صورته النهائية تحت ظروف بيئية عالية النظافة.

لا يتم تركيب جميع الأجهزة المتكررة في القمر ولكن يتم تركيب جهاز واحد وتركيب مجسم بديل مكافئ لبقية المتكرر وذلك لإجراء الإختبارات.

8- تصنيع جميع أنظمة القمر واختبار قبولها Flight Model Phase FM1

في مرحلة تصنيع جميع أنظمة القمر واختبار قبولها Flight Model Phase FM1 يتم تكرار جميع العمليات في المرحلة رقم 6 واجراء اختبارات تتسم بأنها ضمن الحدود المتوقعة للبيئة الفضائية التي ستعمل فيها هذه الأنظمة.

9- تجميع القمر واختبار قبوله Flight Model Phase FM2

يتم في هذه المرحلة تجميع القمر واختبار قبوله Flight Model Phase FM2 ، ويمكن تجميعه في صورته النهائية تحت ظروف بيئية عالية النظافة ، وتحت حماية صارمة ضد الكهرباء الساكنة.

10- المراجعة النهائية لجاهزية القمر للإطلاق Flight Readiness Review FRR

يتم عمل مراجعة نهائية للقمر وعمل اختبارات خاصة باستخدام تجهيزات المحطات الأرضية الحقيقية.

اختبارات القمر الصناعي

اختبارات القمر الصناعي

غرفة الضغط/الحرارة Thermal /Vacuum Chamber

غرفة يتم وضع القمر الصناعي داخلها لعمل اختبارات له في ظروف مناخية تحاكى أقصي ما يمكن أن يتعرض له القمر في الفضاء من درجات حرارة ، مثل ما يزيد عن 60 درجة مئوية وحتي سالب 10 درجة مئوية في الفراغ ، لمقارنة أداؤه بما تم الحصول عليه أثناء اختباره في درجات الحرارة العادية.

الهوائيات كبيرة الحجم وكبيرة الطاقة قد ينتج عنها طاقة قاتلة أثناء الاختبارات ، لذا يتم تثبيت أقماع ماصة للطاقة علي الهوائيات.

الأقمار الصناعية كبيرة الحجم مصممة لبيئة انعدام الجاذبية حيث تكون أوزان أجزاء القمر الصناعي منعدمة وخاصة الهوائيات وألواح مصفوفات الخلايا الشمسية ، لذا عند تجميع تلك الأقمار الصناعية كبيرة الحجم علي الأرض يجب أخذ حذر شديد لحماية الأجزاء الثقيلة والحساساة مثل الهوائيات كبيرة الحجم ودعمها بدعامات عند فردها داخل غرف الإختبار.

بعد انتهاء الآختبارات يتم ضم الهوائيات فى وضع الاقلاع ولا يتم فردها مرة أخري إلا فى الفضاء الخارجى.

غرفة ماكسويل للإختبارات Maxwell Test Chamber

جدران ذات نتوءات بارزة للاختبار الفضائي

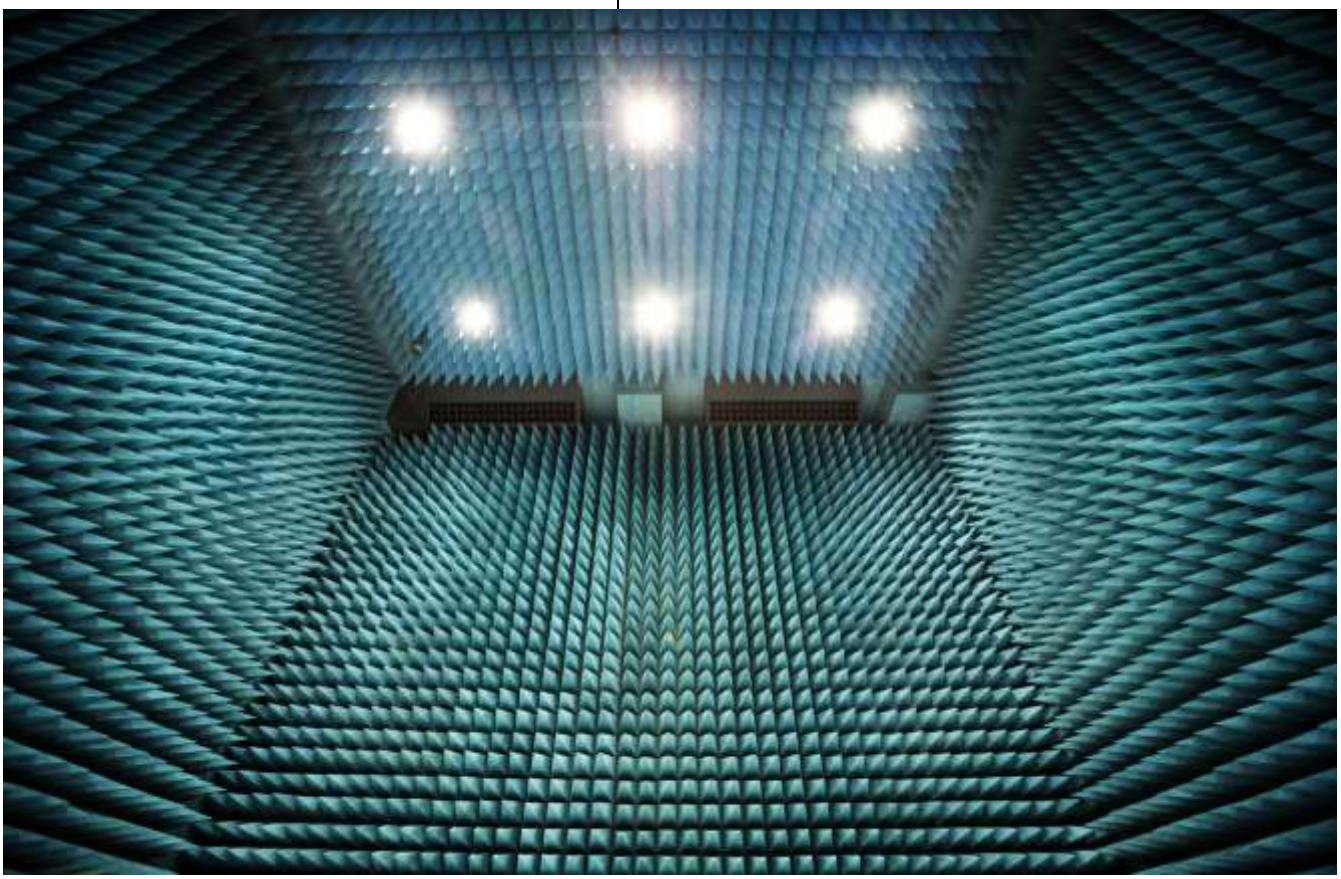
تغطي رغوة علي شكل نتوءات بارزة Spiky Foam جدران غرفة اختبار ماكسويل Maxwell Test Chamber ، المستخدمة لتقييم

Spiky foam covers the walls of the Maxwell Test Chamber, used for assessing the electromagnetic compatibility of entire satellites.

التوافق الكهرومغناطيسي Electromagnetic Compatibility لجميع الأقمار الصناعية.

تشكل جدران ماكسويل المعدنية التي يبلغ ارتفاعها 9 أمتار "قفص فاراداي Faraday Cage" ، وتمنع الإشارات الكهرومغناطيسية من الخارج. الأهرامات الرغوية "المانعة للصدي Anechoic" التي تبطن هذه الجدران تمتص الإشارات الداخلية – وكذلك الصوت – ولمنع أي انعكاس ، ومحاكاة الفراغ اللانهائي للفضاء. ثم يمكن تشغيل القمر الصناعي للكشف عن أي تداخل ضار أثناء عمل عناصره المختلفة معًا.

Maxwell's 9 m-high metal walls form a 'Faraday Cage', blocking electromagnetic signals from outside. The 'anechoic' foam pyramids lining these walls absorb internal signals – as well as sound – to prevent any reflection, mimicking the infinite void of space. Then a satellite can be switched on to detect any harmful interference as its various elements operate together.



غرفة اختبار ماكسويل Maxwell Test Chamber جزء من مركز اختبار ESTEC التابع لوكالة الفضاء الأوروبية (ESEC) في نوردويك Noordwijk ، هولندا Netherlands ، وهي أكبر مؤسسة لاختبار الأقمار الصناعية في أوروبا.

Maxwell is part of ESA's ESTEC Test Centre in Noordwijk, the Netherlands, the largest satellite testing establishment in Europe.

التوافق الكهرومغناطيسي Electromagnetic Compatibility

It is essential to ensure that the electrical and electronic equipment within a spacecraft function correctly. When switching on an experiment for example, if other payload systems, such as the telemetry or other telecommunications links, were disturbed or even disrupted, there could be fatal consequences.	من الضروري التأكد من أن المعدات الكهربائية والإلكترونية داخل المركبة الفضائية تعمل بشكل صحيح. عند تشغيل أجهزة تجربة على سبيل المثال ، فعند تعرض أنظمة الحمولة الأخرى ، مثل وصلة اتصال منظومة القياس عن بُعد Telemetry Link أو وصلات الاتصالات Telecommunications Links الأخرى للإضطراب أو حتى للتعطل ، فقد تكون هناك عواقب وخيمة.

Engineers design electromagnetic compatibility verification measurements to ensure both: ▪ Compatibility of a system to operate in a specific environment that is subject to electromagnetic interference caused by radio frequency or electrical noise from many sources ▪ Mutual compatibility of different units operating within the same system, for example, a satellite. Another source of interference, and a very harmful one, is electrostatic discharge. Electrostatic charges accumulating on conducting or non-conducting surfaces can cause high potentials and subsequent discharges that may damage electronic circuits and lead to serious malfunctions.	يقوم المهندسون بتصميم قياسات وطرق للتحقق من التوافق الكهرومغناطيسي Electromagnetic Compatibility لضمان كلاً من: ▪ توافق نظام Compatibility of a System للعمل في بيئة معينة تخضع للتداخل الكهرومغناطيسي Electromagnetic Interference الناجم عن ترددات الراديو أو الضوضاء الكهربائية Electrical Noise من مصادر عديدة. ▪ التوافق المتبادل Mutual Compatibility بين الوحدات المختلفة العاملة داخل نفس النظام ، على سبيل المثال ، داخل قمر صناعي. مصدر آخر للتداخل Interference ، ومضر للغاية ، هو تفريغ الشحنات الكهروستاتيكية Electrostatic Discharge ، حيث قد تتسبب الشحنات الكهروستاتيكية Electrostatic Charges المتراكمة على الأسطح الموصلة أو الأسطح غير الموصلة في تكون جهود كهربية عالية ثم تفريغها والذي قد يلحق الضرر بالدوائر الإلكترونية مما يؤدي إلى حدوث أعطال خطيرة.

غرفة الإختبار Test Chamber

تتكون غرفة اختبار ماكسويل ESTEC Maxwell Test Chamber من حاوية محمية Shielded Enclosure ، عادة ما يُطلق عليه قفص فاراداي Faraday Cage ، مع جدران وأرضيات وأسقف معدنية متصلة ببعضها بشكل جيد. تبطن الجدران والسقف بمادة ماصة Absorbent ، ومانعة للصدي Anechoic صممت لتوهين الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة. وتبطن الأرضية بقطع فيريت ماصة Ferrite Absorbers واجزاء ماصة متحركة Mobile Resistive Absorbers. و الجدار المقابل للباب الرئيسي مبطن بمواد امتصاص مقاومة و عالية الطاقة ومبردة بالهواء وقادر على تبديد ما يصل إلى 3 واط لكل سنتيمتر مربع. ومواد الامتصاص المبطنة للسقف والأرضية مطلية بمادة خاصة لمنع إطلاقها لجسيمات دقيقة للحفاظ على مستوى نظافة Cleanliness Level من الفئة 100000.	The ESTEC Maxwell Test Chamber consists of a shielded enclosure, commonly called a Faraday cage, with continuously conducting metal walls, floors, and ceilings. The walls and ceiling are lined with an absorbent, anechoic material designed to attenuate the reflected electromagnetic energy. The floor is lined with ferrite absorbers and mobile resistive absorbers. The wall opposite the main door is lined with air-cooled high-power resistive absorbers capable of dissipating up to 3 Watts per square centimetre. Ceiling and floor absorbers are specially coated to prevent particle release so as to preserve the class 100 000 cleanliness level.
هناك نوعان من أقفاص فاراداي Faraday Cages المرفقة بالمنشأة. يتم تشغيل أدوات وأجهزة اختبار التوافق الكهرومغناطيسي (EMC) في أحدهما ، ويتم وضع الوحدة أو النظام الذي يتم اختباره في القفص الآخر.	There are two more Faraday cages attached to the facility. The Electromagnetic Compatibility (EMC) test instruments are operated from one, and the unit or system being tested from the other.
يعتمد تصميم منشأة الاختبار على 30 عامًا من الخبرة ، ويتضمن عددًا من الخصائص الفريدة التي تضمن إجراء الاختبارات بأكثر الطرق فعالية واقتصادية ممكنة. وتشمل أيضا استخدام الألياف البصرية للاتصالات Fibre Optics ومراقبة التأثيرية المغناطيسية Susceptibility Monitoring.	The design of the facility, based on 30 years of experience, incorporates a number of unique characteristics that ensure that tests are carried out in the most effective and economical way possible. These include the use of fibre optics for communications and for susceptibility monitoring.
تسلسل الاختبار مؤتمت بالكامل ويتم إجراؤه في كل من نطاقات التردد	The test sequences are fully automated and are

والوقت Frequency and The Time Domains. يتحكم نظام مخصص للحصول على البيانات Data Acquisition System في كل خطوة من خطوات برنامج الاختبار ، مما يوفر أقصى درجات الأمان لعينة الاختبار Test Specimen. يرسم المهندسون بشكل منفصل بيانات الاختبار ، التي يتم جمعها من خلال الهوائيات antennae ، ومجسات التيار Current Probes ، والجهد Voltage Probes ، مع تحديد واضح بين إشارات النطاق الضيق Narrow-Band Signals والضوضاء متسقة النطاق العريض وغير متسقة النطاق Broadband Coherent and Incoherent Noise.	conducted in both the frequency and the time domains. A dedicated data acquisition system controls each step of a test programme thus providing maximum security to the test specimen. Engineers separately plot test data, collected through antennae, current, and voltage probes, with a clear identification between narrow-band signals and broadband coherent and incoherent noise.
تم تهيئة منشأة الاختبار جيدًا وبشكل خاص لإجراء اختبارات التفريغ الكهربائي للشحنات الإستاتيكية Electrostatic Discharge Tests على المركبات الفضائية Spacecrafts وللتحقق من آثار التفريغ على عينة الاختبار Test Specimen. يحتوي النظام (الذي يحتوي على نطاق ديناميكي Dynamic Range إجمالي يبلغ 160 ديسيبل Decibels) ، على أجهزة استشعار فعالة Active Sensors لقياس: ▪ المجالين المغناطيسي والكهربائي Magnetic And Electric Fields. ▪ والتيار السطحي Surface Current.	The facility is particularly well adapted to carry out electrostatic discharge tests on spacecraft and to verify the effects of the discharges on the test specimen. The system, which has an overall dynamic range of 160 decibels, includes active sensors for measurements of the magnetic and electric fields and of the surface current.

اختبار الانبعاث والتأثيرية المغناطيسية *Emission and Susceptibility Testing*

جميع اختبارات الانبعاثات Emission Tests في نطاقي التردد والوقت مؤتمتة بالكامل. يتم التحكم بواسطة الحاسوب في الاختبارات مع عمل online data reduction, narrow, and broadband identification والتصحيح لمعامل	All emission tests in the frequency and time domain are fully automated. Tests are computer-controlled with online data reduction, narrow, and broadband

identification and corrections for probes factor.	الحساسات Probes Factor .
Output data are stored and plotted. A printout is available of all values measured in numeric order together with the levels compared with the relevant specification.	يتم تخزين البيانات التي يتم الحصول عليها ورسمها بيانيا. تتوفر نسخة مطبوعة من جميع القيم المقاسة بالترتيب الرقمي مع المستويات مقارنة بالمواصفات ذات الصلة.
Time domain measurements are also an integrated part of the test activities. A bus-controlled oscilloscope is used for this purpose.	تعد قياسات المجال الزمني جزءًا لا يتجزأ من أنشطة الاختبار. ويستخدم الذبذبات التي تسيطر عليها حافلة لهذا الغرض.
Susceptibility testing is also fully automated. This avoids the problems of manual operation where the operator has to control the frequency with one hand, the amplitude with the other, and, at the same time, check the modulation, the overload of the amplifiers, and so on. All these control and check functions are handled by a computerised system. This provides an accurate and fully corrected measurement, calibrated on the spot at each frequency step. Above all, the system can make the measurements any number of times without the slightest deviation.	اختبار الحساسية هو أيضا مؤتمتة بالكامل. هذا يتجنب مشاكل التشغيل اليدوي حيث يتعين على المشغل التحكم في التردد بيد واحدة ، والسعة من جهة أخرى ، وفي الوقت نفسه ، تحقق من التعديل ، والحمل الزائد للمضخمات ، وما إلى ذلك. يتم التعامل مع كل وظائف التحكم والتحقق هذه بواسطة نظام محوسب. يوفر هذا قياسًا دقيقًا وتصحيحًا كاملاً ومعايرًا على الفور في كل خطوة تردد. قبل كل شيء ، يمكن للنظام إجراء القياسات أي عدد من المرات دون أدنى انحراف.
Engineers can carry out both electrostatic	يمكن للمهندسين إجراء اختبارات التفريغ الكهربائي والتعرض على المحطات الأرضية الكبيرة أو أجهزة الكمبيوتر لاكتشاف أخطاء الترابط والحلقات الأرضية. هذا يمكن أن تقلل إلى حد كبير على وقت المنشأة باهظة الثمن.

discharge and susceptibility tests on large ground stations or computers to detect bonding faults and ground loops. This can considerably cut back on expensive facility time.	

.

اختبار الاهتزاز الصوتي Acoustic Vibration Test

في اختبار الاهتزاز الصوتي Acoustic Vibration Test يتم تعريض القمر لاهتزازات مشابهة للإهتزازات الناتجة عن مرحلة الإطلاق الأولى لمجموعة من الصواريخ التي يمكن استخدامها في إطلاق القمر الصناعي إلي الفضاء. للتأكد من عدم تأثير تلك الإهتزازات على جاهزية تكامل القمر الصناعي لأداء مهمته.

اختبار جهاز الإهتزاز Shaker Vibration Testing .

اختبار صوتي Acoustic Testing .

الطاولة الإهتزازية Shaker Table

Source

Satellites undergo a stressful journey from the launch pad until they reach their final orbit. A failure in any one of their components may result in malfunctioning of the satellite, which is expensive and will delay the program for years. And no “repair service” is available in case the satellite is damaged!

This makes it vital for all space systems – such as satellites – to undergo an intensive program of pre-launch tests.

These include the force limited vibration test (FLVT). This test, conducted at ground level, involves subjecting the satellite to all vibrations that are likely to occur during its flight from earth to orbit. If a problem arises, corrective actions can be taken.

Vibrations are generated during these flight phases:

- Launch phase, due to acceleration and operating engines
- Transonic flight, when the sound barrier is broken
- Near orbit, when the protection cover is removed from the launch vehicle

Each of these phases creates specific spectra of different vibrations.

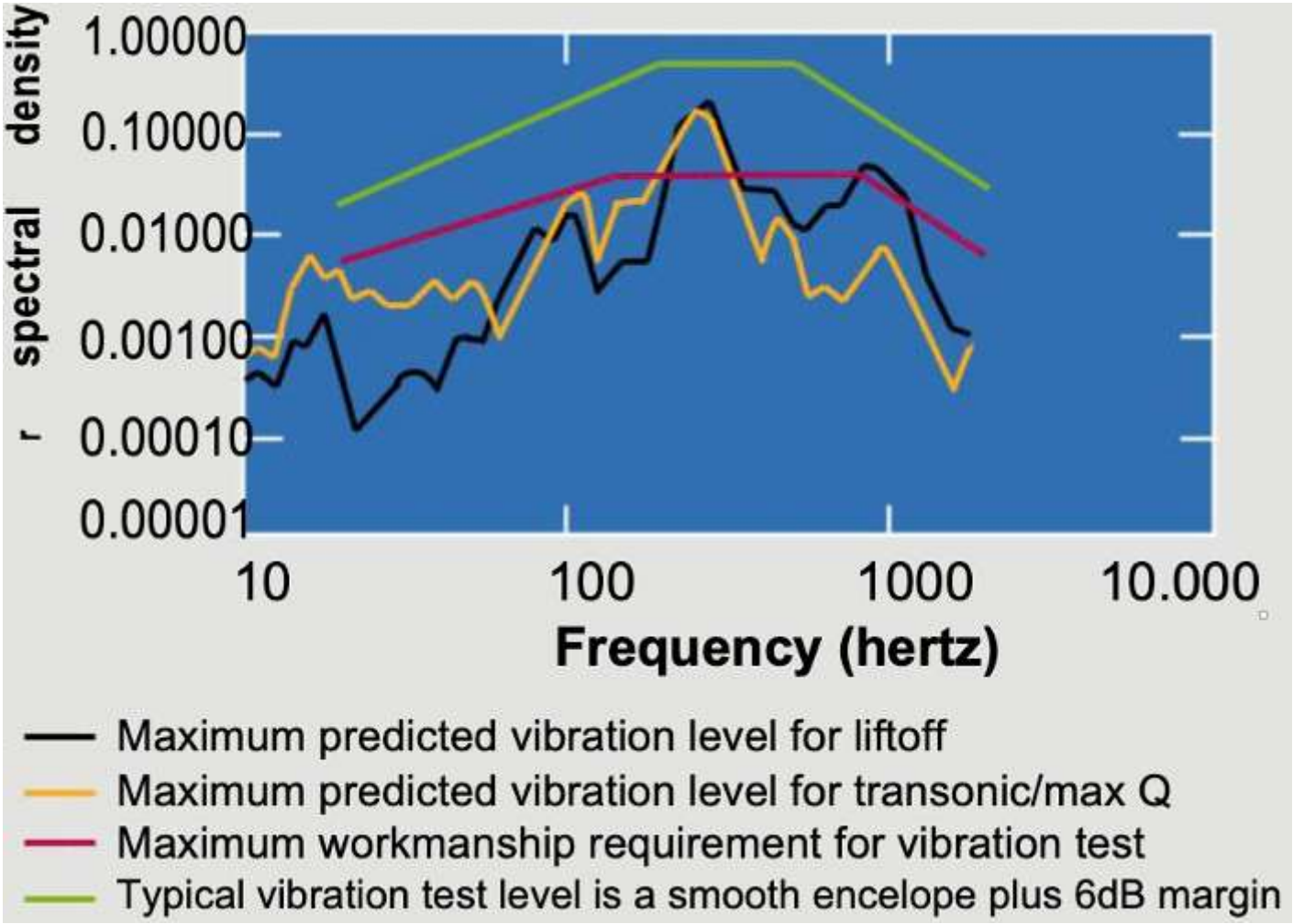


Figure 1: Typical vibration spectrum of a launch

The above shows a typical spectrum of vibrations created at lift-off and during transonic flight. The light green curve depicts the test level. It is slightly above the expected levels, but should not lead to overtesting.

The FLVT aims to be a realistic test that simulates real conditions.

Typically, vibration tests are carried out on shakers.

However, there is one problem: the shaker and the launch vehi-cle each display different dynamical behaviors – the mechanical impedance of the shaker is very high at its resonance. This may lead to overtesting at the shaker's resonance frequency. The dynamic forces acting on the test object can be far too high, so the force must be limited. This is achieved by positioning force sensors between the test object and the shaker:

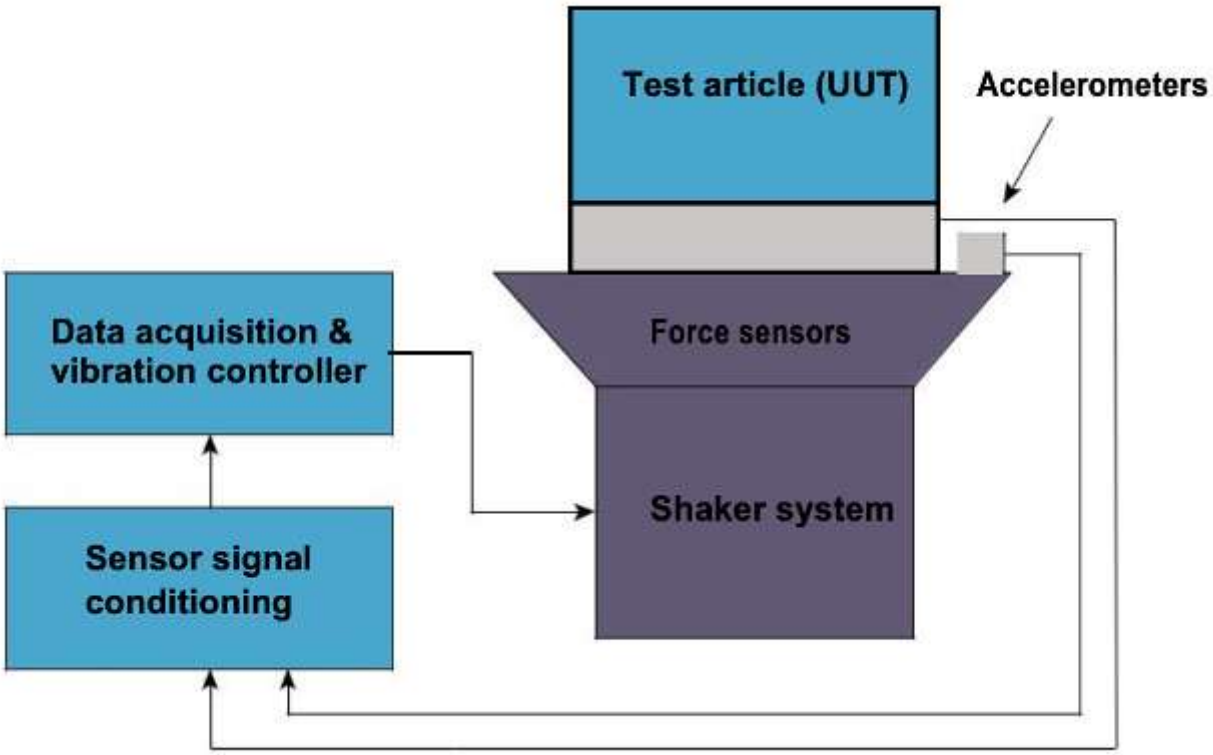


Figure 2: FLVT system overview

The force sensors will limit the maximum vibration at the shaker's resonance, which is the main objective of an FLVT. The FLVT was introduced by Terry Sharton at the Jet Propulsion Laboratory (JPL) in 1990.

FLVT measurement with piezoelectric sensors

Force sensors for FLVT must be rigid, and they require a wide measuring range. Therefore, the NASA HDBK 7004C states:

"…The high degree of linearity, dynamic range, rigidity, and stability of quartz make it an excellent transducer material for both accelerometers and force gages."

Type 9347C, 9367C and 9377C are very common examples of force links.

Figure 3: 9347C, 9367C and 9377C for FLVT

Typical FLVT configuration

The ring configuration is a very common layout. Multiple force links are mounted between a ring-shaped top plate and bottom plate. This configuration provides a flexible layout for a large variety of test objects.

تطبيقات تبدوا غريبة وجديدة للأقمار الصناعية

تطبيقات تبدوا غريبة وجديدة للأقمار الصناعية

الصين تضيء أكبر مدنها بانعكاس ضوء القمر

تستعد الصين للاستغناء تمامًا ونهائيًا عن أعمدة الإنارة في البلاد من خلال تنفيذ خطة طموحة تقضي بإضاءة مدنها عن طريق ضوء القمر لكن سيتم تضخيمه بشكل مصطنع .

وتخطط الصين لإطلاق قمر صناعي إلى الفضاء عام 2020 لمضاعفة إنارة القمر الحقيقي ليلا، حيث من المقرر أن يضيئ حوالي 80 كيلومترا من الأرض أسفله، وسيكون قادرا على استبدال إضاءة الشوارع . وأعلنت الصين عن مشروعها الجديد خلال النشاط الوطني للابتكار الجماهيري وريادة الأعمال الذي أقيم في تشنغدو، الأسبوع الماضي .

وأوضح رئيس شركة معهد بحوث تشنغدو لعلوم الفضاء ونظام تكنولوجيا الإلكترونيات الدقيقة المحدودة، وو تشون فنغ، أن اختبار قمر الإنارة بدأ منذ سنوات، وأصبحت الآن التكنولوجيا جاهزة بصفة نهائية .

ومن المقرر أن يضيئ القمر الصناعي مدينة تشنغدو وهى واحدة من أكبر ثلاث مدن من حيث عدد السكان في غرب الصين، ويعيش فيها ما يقرب من 14.5 مليون شخص .

وبحسب ما نقلته صحيفة "جارديان" البريطانية، الأربعاء، فإن الضوء الذي ينتجه القمر الصناعي سيكون أكثر سطوعا بثمانية أضعاف مقارنة بالقمر الحقيقي، وكذلك يمكن التحكم فيه، وضبطه لإضاءة ما بين 10 و80 كيلومترا .

ويتخوف البعض من أن تؤثر أضواء القمر غير الحقيقي سلبا على الحياة اليومية لبعض الحيوانات . لكن مدير معهد البصريات في كلية الفضاء التابعة لمعهد هاربين للتكنولوجيا، كانغ وين مين، أوضح أن ضوء القمر الصناعي سيكون شبيها بالغسق، لذا ينبغي ألا يؤثر على حياة الحيوانات .

وجاءت فكرة القمر الصناعي من فنان فرنسي، تخيل تعليق قلادة مصنوعة من المرايا فوق الأرض، يمكنها عكس أشعة الشمس في شوارع باريس على مدار السنة .

Chinese city 'plans to launch artificial moon to replace streetlights'

In Chengdu, there is reportedly an ambitious plan afoot for replacing the city's streetlights: boosting the glow of the real moon with that of a more powerful fake one.

The south-western Chinese city plans to launch an illumination satellite in 2020. According to an account in the People's Daily, the artificial moon is "designed to complement the moon at night", though it would be eight times as bright.

The "dusk-like glow" of the satellite would be able to light an area with a diameter of 10-80km, while the precise illumination range could be controlled within tens of metres – enabling it to replace streetlights.

The vision was shared by Wu Chunfeng, the chairman of the private space contractor Chengdu Aerospace Science and Technology Microelectronics System Research Institute Co (Casc), at a national mass innovation and entrepreneurship event held in Chengdu last week.

Wu reportedly said testing had begun on the satellite years ago and the technology had now evolved enough to allow for launch in 2020. It is not clear whether the plan has the backing of the city of Chengdu or the Chinese government, though Casc is the main contractor for the Chinese space programme

The People's Daily report credited the idea to "a French artist, who imagined hanging a necklace made of mirrors above the Earth which could reflect sunshine through the streets of Paris all year round".

The likelihood of Chengdu's fake moon rising remains to be seen. But there are precedents for this moonage daydream rooted in science, though the technology and ambitions differ.

In 2013 three large computer-controlled mirrors were installed above the Norwegian town of Rjukan to track the movement of the sun and reflect its rays down on the town square. "Rjukan – or at least, a small but vital part of Rjukan – is no longer stuck where the sun don't shine," reported the Guardian at the time.

Longer ago, in the 1990s, a team of Russian astronomers and engineers succeeded in launching a satellite into space to deflect sunlight back to Earth, briefly illuminating the night-time hemisphere.

The Znamya experiment was to “test the feasibility of illuminating points on Earth with light equivalent to that of several full moons”, the New York Times said. “Several” proved an overstatement, but the design was shown to be sound.

A more ambitious attempt, Znamya 2.5, was made in 1999, prompting preemptive concerns about light pollution disrupting nocturnal animals and astronomical observation. A spokesman for the technology ministry in Bonn was less concerned, telling the Guardian, “It’s a bit early for April Fool jokes but this sounds like one".

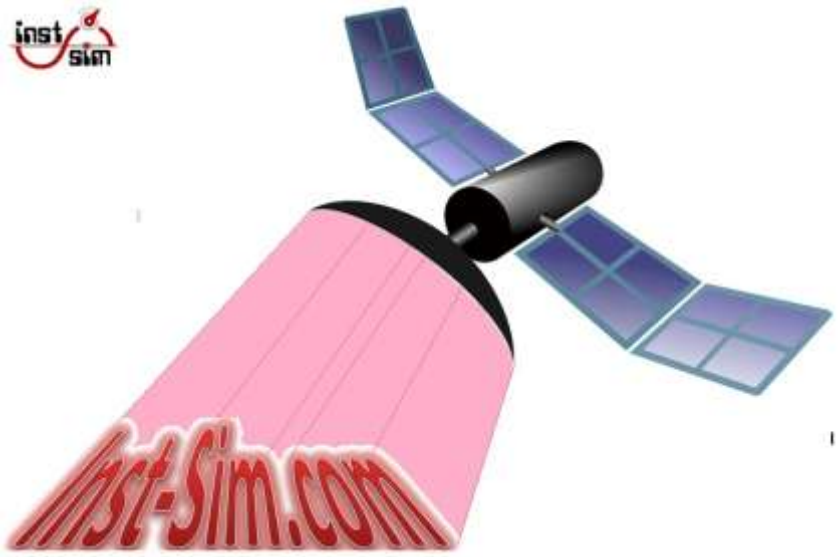
But Znamya 2.5 misfired on launch and its creators failed to raise funding for another attempt.

The People’s Daily was quick to reassure those concerned about the fake moon’s impact on night-time wildlife.

It cited Kang Weimin, director of the Institute of Optics, School of Aerospace, Harbin Institute of Technology, who “explained that the light of the satellite is similar to a dusk-like glow, so it should not affect animals’ routines”.

روسيا ستبث الإعلانات من الفضاء!

يوم 10 فبراير 2020 م – تخيل نفسك تجلس خارج البيت في ليلة صافية ، ثم تتفاجأ بإعلان ضوئي مجسم وبحجم كبير يتحرك في السماء بين النجوم ، فما سيكون شعورك؟



هنا تأتي الفكرة حيث أعلن رئيس اتحاد مشاريع تطوير الصواريخ والمركبات الفضائية في روسيا، أندريه دافيدوف، أن الخبراء في بلاده يطورون أقمارا صناعية صغيرة ستساعد على بث الإعلانات من الفضاء. وفي مقابلة صحفية قال دافيدوف: "نعمل حاليا على تطوير قمرين صناعيين صغيرين لإرسالهما في المستقبل إلى المحطة الفضائية الدولية على متن مركبة بروجريس الروسية، هذان القمران سيوضعان في حاوية خاصة ويطلقان إلى مدارهما من المحطة، ومن المفترض أن يباشرا مهماتهما الاختبارية عام 2022 م".

وأضاف "هذان القمران سيتم التحكم بهما عبر مختصين سيديرون مجموعة جديدة من الأقمار الصناعية التي تعمل روسيا على تطويرها حاليا، والمميز في هذين القمرين امتلاكهما للوحات خاصة مزودة بمصابيح ليزرية قادرة على بث أضواء يمكن رؤيتها من الأرض".

وستساعد الأضواء الناجمة عن هذه الأقمار في كتابة عبارات أو تشكيل أجسام معينة مضيئة في السماء يمكن استعمالها كإعلانات يشاهدها سكان الأرض. وتم تطوير القمرين في إطار مشروع مشترك بين شركتي Avant Space و "كوسمولاب" التابعتين لمركز سكولكوفو الروسي المعني بالابتكارات والإبداع والتكنولوجيا في كافة مجالاتها.

التأمين علي القمر الصناعي

تأمين أخطار الفضاء بشكل عام هو نوع من أنواع التأمين المتخصصة للغاية ، والذى يغطى أخطار الفضاء التى تتعرض لها الأقمار الصناعية و بالرغم من عدم انتشاره على نطاق واسع إلا أنه من أهم التغطيات التأمينية حيث أنه يتسم بأخطاره العالية و خسائره المالية الجسيمة و الغير متوقعة ، فالمركبات الفضائية عرضة للأخطاء الفنية و الحسابية خلال استخدامها حيث تعتبر من أكثر فروع التكنولوجيا تقدما.

بدأ التأمين على أخطار الفضاء منذ عام 1965 م، و كان أول تأمين يغطى الأقمار الصناعية قبل الإطلاق مع تأمين المسئولية تجاه الطرف الثالث.

و قد تم تصميم التغطية التأمينية النموذجية المقدمة من سوق التأمين على الفضاء و الأقمار الصناعية المخصصة لتغطية الخسائر التى يمكن أن تحدث خلال عملية إطلاق المركبة الفضائية ، وقد كانت مدة هذه التغطية في الغالب لمدة سنة واحدة بعد عملية إطلاق القمر الصناعى ، على الرغم من أن ظروف السوق تفرض على شركات التأمين الآن استعدادًا متزايدًا نحو توفير تغطية أولية لمدة تصل إلى خمس سنوات أو في الواقع طوال فترة تشغيل القمر الصناعي ، و يختار العديد من المشغّلين شراء تغطيات تأمينية عند التجديد سنويا في المدار خلال الفترة المتبقية من حياة مهمة القمر الصناعي.

أنواع التغطيات التأمينية

تنقسم التغطيات لخمسة أجزاء:

- قبل الإطلاق Pre-launch Insurance .
- فى مرحلة الإطلاق Launch Insurance .
- فى المدار In-Orbit Insurance .
- الطرف الثالث Space Third-Party Legal Liability .
- خسائر تابعة Consequential Losses .

أكثر أنواع التغطيات انتشارا المتعلقة بتأمين تكنولوجيا الفضاء:

1. الأخطار المتعلقة بإطلاق الأقمار الصناعية Satellite Launch and In-Orbit : تتم التغطية على الأضرار والخسائر التى تصيب الأقمار الصناعية أثناء مرحلة الإطلاق و الاختبار فى المدار الفضائى.
2. ضمان أخطار الإطلاق Launch Risk Guarantee : لتغطية القائم على الأعمال المتعلقة بإطلاق المركبات الفضائية بخصوص أى تقصير فى الأداء.

3. تأمين رحلة مركبة الفضاء فقط Satellite Launch Vehicle Flight Only : هنا يتم تغطية ضد الأخطاء المتعلقة بالمركبات الفضائية من الإطلاق حتى مرحلة فصل القمر الصناعى.

4. تغطية القمر الصناعى بعد مرحلة الفصل Satellite Post Separation : التغطية ضد الخسائر و الأضرار بعد مرحلة فصل القمر الصناعى من مركبة الفضاء (و حتى تكون الرحلة كلها مأمنة بالكامل و لا يكون هناك فجوة فى الوثيقة التى تقدم تغطية على مرحلة الإطلاق).

5. تأمين الأقمار الصناعية فى المدار Satellite In-Orbit : تغطية الأخطار فى مرحلة وجود القمر الصناعى فى المدار.

6. إعادة تأمين فضاء اختيارى Facultative Space Reinsurance : لكل المكتتبين فى جميع أخطار الفضاء.

7. تأمين مسؤولية الطرف الثالث عن الأقمار الصناعية Satellite Third Party Liability : تغطية الأضرار الجسمانية أو أضرار الممتلكات التى تصيب الطرف الثالث و تكون ناتجة عن إطلاق القمر الصناعى و دورانه فى المدار.

8. تأمين مرحلة ما قبل الإطلاق و مرحلة نقل القمر الصناعى Satellite Transit and Pre-Launch : لتغطية الخسارات المادية للقمر الصناعى أثناء مرحلة نقله من المكان الذى صنع فيه إلى مكان الإطلاق و مرحلة دمج القمر الصناعى بمركبة الفضاء و تشمل (مرحلة التجميع و الدمج و الاختبار) و بذلك فتلك التغطية لا تشمل مرحلة الإطلاق و الإشتعال المتعمد.

9. فقدان الإيراد المتعلق بالقمر الصناعى Satellite Loss of Revenue : لتغطية الربح الذى يمكن أن يخسره المالك إن لم يؤدى القمر الصناعى مهمته بالطريقة المطلوبة.

10. المعدات المتعلقة بتصنيع المركبات الفضائية Space Products : هنا التغطية تخص فشل المعدات المستخدمة لأداء مهمتها المطلوبة والتى صنعت من أجلها.

11. الحوادث الشخصية لرواد الفضاء Astronaut/Cosmonaut Personal Accident Insurance : تغطية التكاليف الناتجة عن حادث لرواد الفضاء.

و من استثناءات الوثيقة:

- أي مصادرة غير قانونية أو ممارسة غير مشروعة للسيطرة على القمر الصناعي من قبل أي شخص أو أشخاص يتصرف دون موافقة المؤمن عليه.
- أي جهاز مضاد للأقمار الصناعية أو جهاز يستخدم الإنشطار و/أو الإندماج النووي أو جهاز يصدر أشعة الليزر أو يوجه حزم الطاقة.
- تشوش التردد الكهرومغناطيسي أو اللاسلكي من مصدر خارجي للقمر الصناعى ، باستثناء الأضرار التى تصيب القمر الصناعى بطريقة مباشرة و التى تكون نتجت عن مثل هذا التشوش.
- خسارة الإيرادات والنفقات الإضافية بخلاف تلك المؤمَّن عليها بموجب اتفاقية التأمين (أضرار عرضية و/أو أضرار لاحقة).
- أعمال المؤمن المتعمدة لإحداث فشل للقمر الصناعي و/أو لإحداث ضرر فى تشغيل المركبة ، باستثناء مسؤول الأمان (أو الشخص الذي يعمل بصفة مماثلة) الذي يعمل ضمن حدود مسئوليته.
- التفاعل النووي ، الإشعاع النووي ، أو التلوث الإشعاعي من أي نوع كان ، سواء كان هذا الضرر مباشرا أو غير مباشر ، باستثناء الإشعاعات التي تحدث بشكل طبيعي في بيئة الفضاء.

أشهر المطالبات

- فشل القمر الصناعي المكسيكى MexSat ، وكان مبلغ التأمين 390.7$ مليون دولار.
- فشل القمر الصناعي المصري "سات -2" ، المؤمن عليه مقابل 75 مليون دولار ، في المدار.
- أدى فشل ساتل إكسكس فالكون 9 إلى تدمير سفينة شحن تابعة لمحطة الفضاء الدولية ، مما أسفر عن مطالبة بمبلغ 38.7 مليون دولار.
- وتعد سنة 2016 هى السنة الخالية من المطالبات نسبياً حتى الآن و التى تعتبر مربحة للمكتتبين، و كان إجمالي حجم الأقساط كان يتراوح ما بين 450 مليون و 600 مليون دولار ، اعتماداً على موعد عودة سبيس إكس إلى رحلة الطيران بعد حادثة 1 سبتمبر.

أهم التحديات التى تواجه تأمين الفضاء و الأقمار الصناعية

1. اطلاق مركبات فضاء جديدة.
2. تصميم التأمين المناسب لسياحة الفضاء.
3. تراكم مبالغ التأمين.

4. حطام المركبات الفضائية.

5. التطور التكنولوجى.

6. تغير المناخ فى الفضاء.

7. زيادة مبالغ التأمين المتعلقة بتكنولوجيا الفضاء.

8. تدعيم و تطوير صناعة تكنولوجيا الفضاء.

9. تعدد تطبيقات الفضاء : حيث أنه تكنولوجيا جديدة و فى تطور مستمر و ذات تطبيقات جديدة متطورة.

و بعد أن ملأ الإنسان الكرة الأرضية بالسيارات مسببا زحمة سير في معظم شوارع المدن الرئيسية فيها، ها هو يسبب زحمة سير في الفضاء Space Congestion . فقد أعلن تييري كولوت Thierry Collot المدير التنفيذي في قسم التأمينات الفضائية في شركة اليانز Allianz الألمانية أن الفضاء المحيط بكرتنا الأرضية يزداد ازدحاما يوما بعد يوم.

منذ بدء غزو الفضاء سنة 1957 ترك الإنسان أشياء كثيرة فيه تتراوح بين بقايا الصواريخ التي تنقل الأقمار الصناعية إلى الجو وأقمار صناعية انتهت أعمارها أو توقفت عن العمل لسبب أو آخر.

إن عدد الأشياء المتروكة في الفضاء بات يقدر بالملايين، وهي أشياء لن تذوب أو تزول ذاتيا، ووجودها في الفضاء بات يهدد سلامة الأقمار الصناعية التي تغطيها شركات التأمين وهي في مدارها الفضائي.

زحمة سير في الفضاء Space Congestion

حوادث

أعلنت وكالة الفضاء الإكوادورية يوم 25 مايو 2013 م عن اصطدام فضائى فى مدار الأرض بين القمر الاصطناعى الوحيد الذى تملكه دولة الإكوادور وبقايا مركبة روسية، من نوع «إس ١٤» تم إطلاقها إلى الفضاء عام ١٩٨٥ م، ووقع هذا الحادث على ارتفاع ١٥٠٠ كيلومتر عن سطح الأرض، فوق جزيرة مدغشقر.

يذكر أن المرة الأولى في تاريخ الفضاء التي يصطدم فيها قمران صناعيان ما زالا في الخدمة كانت في فبراير/شباط 2009 بين قمر اتصالات روسي خامل يسمى «كوزموس-2251» وآخر تِجاري أمريكي تابع لشركة إيريديوم ، وذلك على ارتفاع 790 كم فوق منطقة سيبيريا ، وهو ما خلَّف آلاف القطع الجديدة من الشظايا الفضائية التي تشكِّل بدورها تهديدًا لغيرها من الأقمار الصناعية في المدار الأرضي المنخفض؛ أي المنطقة الممتدة حتى ارتفاع ألفي كيلومتر.

في يوم الإثنين الموافق الثاني من يوليو عام 2018 م، كانت المركبة الفضائية «كرايوسات-2» تدور في مدارها كما هو معتاد، على ارتفاع يزيد قليلًا على 700 كيلومتر فوق سطح الأرض. لكن في ذلك اليوم، أدرك مراقبو المهمة في وكالة الفضاء الأوروبية ESA أنهم يواجهون مشكلة؛ فقد كانت قطعة من الحطام الفضائي تندفع بعنف خارج نطاق السيطرة باتجاه القمر الصناعي الذي تبلغ تكلفته 140 مليون يورو (ما يعادل 162 مليون دولار أمريكي)، والمخصَّص لمراقبة الجليد على سطح الأرض.

ومع تعقّب المهندسين لمسارَ الجسمين، أخذت احتمالات حدوث الاصطدام تتزايد رويدًا رويدًا، وهو ما أجبر مراقبي المهمة على التصرف. وفي التاسع من يوليو 2018، لجأت وكالة الفضاء الأوروبية إلى تشغيل محرِّكات الدفع في «كرايوسات-2» كي تدفع المركبة إلى مدارٍ أعلى. وبعدها بخمسين دقيقة فقط، مرَّ الحطامُ متجاوزًا المركبة بسرعة صاروخية بلغت 4.1 كيلومتر في الثانية.

إنزال الأقمار من مدارها Deorbiting عند انقضاء عمرها الافتراضي

في النهاية سنكتشف أن الفضاء مورد محدود –بما في ذلك الفضاء الأقرب إلى الأرض ، حيث أن مدي المدار الأرضي المنخفض يمتد حتي 2000 كم. هذا المدي يحظى باهتمام كبير من قبل بعثات مراقبة الأرض Earth Observation Missions وبعض أنواع الأقمار الصناعية الخاصة بالإتصالات Telecom Satellites ، مما أدى إلى ازدحامه بشكل كبير.

Ultimately, space is a finite resource – including the space closest to our world, the low-orbit realm extending up to 2000 km. Highly prized for Earth observation missions and some types of telecom satellites, low orbit has grown increasingly crowded.

المشكلة الحقيقية لا تأتي من المعدات الفضائية العاملة ولكن تأتي من المعدات الفضائية المهملة التي يتم التخلي عنها في مكانها بعد انتهاء عملها.

تترك حتي تسقط بدون تحكم ، فإنها بذلك لا تتسب في خطراً الاصطدام Collision Risk فحسب ، بل قد تنفجر أيضًا ، مع ارتفاع درجة حرارة أي من بقايا الوقود أو البطاريات ، مما يؤدي بدوره إلى ظهور غيوم من الحطام الثانوي Secondary Debris .

The real problem comes not from working missions but derelict ones, abandoned in place after the end of operations.

Left to tumble uncontrolled, they not only pose a collision risk but may also explode, as leftover fuel or batteries overheat, in turn spawning clouds of secondary debris.

تم وضع قوانين لتنظيم عملية تخفيف الحطام الفضائي Space Debris Mitigation . وقد اعتمد العديد من وكالات الفضاء العالمية هذه القوانين ، ودوّنت هذه القوانين في القانون الفرنسي، وهي في طريقها لتصبح معايير تجارية أيضاً. وباختصار، تنص هذه القوانين على أن الأقمار الصناعية يجب إزالتها من المدارات المنخفضة المزدحمة في غضون 25 سنة من نهاية حياتها، وينبغي أن يتم إخمالها بالكامل Fully Passivated للحد من خطر تعرضها للتفتّت Risk Of Fragmenting ، ويجب ألا تشكل عودة Reentries الأقمار الصناعية تلك إلى الأرض أي خطورة تذكر على السكان.

ويقر رئيس وكالة الفضاء الأوروبية يان فورنر بأن "الأفضل سيكون إقرار قانون دولي، غير أن الأمر سيستغرق عقودا". ووحدها فرنسا أدرجت في قوانينها ما يقضي بسحب أي قمر صناعي من المدار المنخفض للأرض LEO في خلال 25 عاما. وأقرت وكالة الفضاء الأميركية (ناسا) مع هيئات أخرى هذه القاعدة في ما يتعلق بأقمارها الصناعية الخاصة لكن من دون أي طابع قانوني ملزم.

ومن آخر التشريعات في هذا الإطار هي تلك التي وضعها ائتلاف "سبايس سايفتي كواليشن" ووقعت عليه 34 جهة فاعلة في القطاع بينها "إيرباص" و"إنتلسات" ومشروع "وان ويب" للأقمار الصناعية ، وتكمن المشكلة هنا في أن عدم التزام أي مجموعة للأقمار الصناعية بهذه المواثيق كفيل بأن ينسف كل شيء.

الأقمار الصناعية التي تحلق علي ارتفاعات في حدود 500 كم ستسقط من المدار ذاتيا خلال مدة الـ 25 سنة المتفق عليها، بينما المعدات الفضائية التي في ارتفاعات أعلى ستحتاج إلي وسائل إنزال من المدار ، حيث يوضح الفرنسي كريستوف بونال الذي يرأس اللجنة المتخصصة في مسائل الحطام الفضائي في الاتحاد الدولي للفضاء، أن قمرا اصطناعيا خارج الخدمة على علو ألف كيلومتر سيعود للسقوط في الغلاف الجوي بعد ألف عام.

وسائل الإنزال من المدار

تعمل الهيئات الفضائية الكبيرة مع شركات بناء الأقمار الصناعية لتوفير تصميمات جديدة تساعد على إزالة الأقمار الصناعية من المدار Remove Satellites From Orbit عند نهاية حياتها العملية، بالإضافة إلى "تخميلها Passivating" لزيادة مستوى الأمان في المعدات الفضائية المجاورة في المدار.

يطبّق مهندسوا الفضاء الآن هذا الإبداع نفسه لتجاوز الكثير من التحديات، منها إخراج تلك الأقمار من مداراتها!

يتم الآن تطوير وحاولة إيجاد أنظمة إنزال من المدار Modular Deorbit Systems وتقنيات أخرى من الممكن أن يتم اعتمادها من قبل جميع بناة الأقمار الصناعية.

تضمنت أنظمة التخفيف الرئيسية التي هي الآن قيد المناقشة، معززات صاروخية صلبة مدمجة، إما لإيفاد الأقمار الصناعية إلى الأسفل أو إلى الأعلى، وذلك لوضعها ضمن مدارات أقل ازدحاماً. كما تضمنت أيضاً الأشرعة الشمسية وأجهزة السحب لدفع الأقمار الصناعية بشكل أسرع.

Key mitigation systems under discussion included compact solid rocket boosters – either to despatch satellites down or else up into less-trafficked ‘graveyard orbits’ – as well as solar sails and drag-augmentation devices to push satellites down faster.

مصادر

- Scuttling satellites to save space.

عملية إيقاف تشغيل قمر صناعي Decommissioning A Satellite

عادةً ، تتضمن عملية إيقاف تشغيل قمر صناعي Decommissioning A Satellite على إطلاق كل ما تبقى من الوقود الدافع للقمر الصناعي – وهي عملية قد تستغرق شهورًا ، اعتمادًا على كمية الوقود المتبقية في الخزان.

مدار المقبرة Graveyard Orbit

تقع أقمار الإتصالات في مدار ثابت بالنسبة إلى الأرض Geostationary Orbit (بمعنى أنه يبدو أنه ثابت فوق جزء معين من الأرض أثناء دورانه) ، وهو أعلى مدار ممكن للأقمار الصناعية المستخدمة. نظرًا للموقع المرتفع للقمر ، فإن إعادة توجيه المركبة لأسفل Redirecting Downward بعد انتهاء العمر التشغيلي – حيث تدور الأقمار الصناعية الأخرى المستخدمة – بحيث يمكن أن يحترق في نهاية المطاف في الغلاف الجوي قد لا يكون خيارًا قابلاً للتطبيق. بدلاً من ذلك ، تسمح لجنة الاتصالات الفيدرالية (FCC) للشركة المشغلة للقمر الصناعي بنقله إلى مدار أعلى يعرف باسم "مدار المقبرة Graveyard Orbit" ، على بعد حوالي 185 ميلًا (300 كم) فوق مساره الحالي.

نيمو مقبرة فضائية مائية

عند سماع اسم "نيمو" ربما يتبادر لذهنك فيلم الرسوم المتحركة الأشهر والذى حاز على إعجاب الملايين حول العالم، لكن الأمر مختلف فـ"نيمو" هو اسم المقبرة الفضائية التى تضم المخلفات الفضائية للأقمار الصناعية أو ما يطلق عليها "الخردة الفضائية".

تمتلك وكالة ناسا الأميركية "مقبرة فضائية مائية" Nasa's Watery Graveyard تستخدمها لدفن الأقمار الصناعية بعد تحطيمها فى منطقة نائية فى جنوب المحيط الهادئ بين أستراليا ونيوزيلندا وأمريكا الجنوبية، وتتميز هذه المنطقة بشدة تيارات المحيط، ما يعنى ندرة الحياة البحرية. وتعرف المقبرة باسم "نقطة نيمو Point Nemo"، وهي النقطة التي لا يمكن الوصول إليها، فهى على بعد 1600 ميل من اليابسة، حسبما نشرت صحيفة "ديلى ميل" البريطانية.

ودفنت وكالة "ناسا" وغيرها من وكالات الفضاء ما لا يقل عن 260 مركبة معظمها روسية، استخدمت للمرة الأولى عام 1971 وتكمن أهميتها فى أنها خلصت الأرض من الكثير من البقايا الفضائية المدارية الخطيرة.

ويعد المختبر الفضائي الروسي MIR الأكبر من نوعه في المنطقة، حيث يأتي عبارة عن تشابك معدني يبلغ وزنه 120 طنا، فُجّر في نقطة "نيمو Nemo" في عام 2001 م. ويُعتقد أن نهاية المحطة الفضائية الدولية ستكون في المقبرة الفضائية عام 2024 م. وتشمل المركبات الفضائية التي انتهى مصيرها في "نيمو Nemo": صاروخ سبيس إكس و5 سفن شحن تابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، و6 مركبات شحن يابانية HTV وأكثر من 140 مركبة إمداد روسية

وفي السياق، كتب عالم الفلك الدكتور ديفيد ويتهوس مقال قال فيه إن هذه المقبرة المائية تساعد وكالات الفضاء على تجنّب حوادث خطيرة، فعندما تحترق الأقمار الصناعية الصغيرة تبقى منها أجزاء كبيرة ولا تحترق، ويمكنها أن تصل إلى هذه النقطة على سطح الأرض.

ولتجنب تحطم المركبات الفضائية فوق منطقة مأهولة بالسكان، تسقط بالقرب من نقطة لا يمكن الوصول إليها، إذ تقع المقبرة فى جنوب المحيط الهادئ، بين أستراليا ونيوزيلندا وأميركا الجنوبية.

يختلف عمر القمر الصناعى باختلاف مهمته، فيبلغ عمر قمر الاتصالات 15 عاما، فى حين يبلغ عمر قمر المراقبة 5 سنوات فقط، وبعد انتهاء العمر الافتراضى للأقمار الصناعية، يتم التخلص من الأقمار الصناعية بعدة طرق، أهمها عودتها إلى كوكب الأرض فى "مقبرة الأقمار" بالمحيط الهادئ، والتى تتم بواسطة إبعاد القمر الصناعى إلى مدار بعيد عن كوكب الأرض، من ثم يتم إعادة إدخاله للغلاف الجوى حيث يحترق القمر الصناعى فور ملامسته للغلاف الجوى، من بعدها يتم برمجة القمر الصناعى للسقوط فى مقبرة الأقمار الصناعية بالمحيط الهادئ.

إطالة أعمار الأقمار الصناعية في المدار

مصير القمر الصناعي بعد انتهاء عمره الافتراضي

الأقمار الصناعية التي خرجت من الخدمة في نهاية فترة العمر المحددة لها (بمعنى انتهاء وقود الدفع الذي يصحح مسارها) إما:

- أن يتواصل استخدامها في مداراتها الجديدة المائلة.
- يخرج من مساره المحدد ويسير في مسار حلزوني بعيدا عن الأرض ويسبح في عمق الفضاء.
- أو يتم دفعها بعيداً عن المدار الجغرافي الثابت إلى مدار أعلى منه يطلق عليه "المقبرة" أو "مدار المهملات".
- إذ كان القمر بالقرب من الأرض يتم تحريكه للأرض ويحرق باقترابه من الغلاف الجوي.

قال الدكتور محمد إيهاب أستاذ علوم الفضاء، أن عملية تصنيع الأقمار الصناعية معقدة جدا، موضحا أن هناك عددا قليلا جدا من الشركات حول العالم التي تمتلك القدرات التكنولوجية لتصميم الأقمار الصناعية وإطلاقها.

وأضاف إيهاب لـ"الوطن"، أن كافة الأقمار الصناعية لها عمر افتراضي من 15 إلى 18 عاما، ويعتمد العمر الافتراضي على عدة أمور منها المعدات الإلكترونية ومدى تعرضه لإشعاع، مشيرا إلى أن الأقمار مزودة بـ"النفثات"، والتي تعمل على إعادة القمر الصناعي إلى مداره وسرعته الأصليين، كلما انخفض بسبب الاحتكاك مع بقايا الغلاف الجوي أو الرياح الشمسية العاصفة.

وأكد أنه عند نفاذ هذه النفثات، يدخل القمر الصناعي في مرحلة التشغيل الإضافية التي تزيد من عمر القمر وتوفر على المشغلين إطلاق نسخة جديدة منه، مشيرا إلى أن هناك تكنولوجيا جديدة تعمل على إعادة القمر إلى الأرض بعد انتهاء عمره الافتراضي.

وتابع أن هناك مصيرين للقمر الصناعي بعد انتهاء عمره الافتراضي، الأول: يخرج من مساره المحدد ويسير في مسار حلزوني بعيدا عن الأرض ويسبح في عمق الفضاء، مضيفا أن المصير الثاني إذ كان القمر بالقرب من الأرض يتم تحريكه للأرض ويحرق باقترابه من الغلاف الجوي.

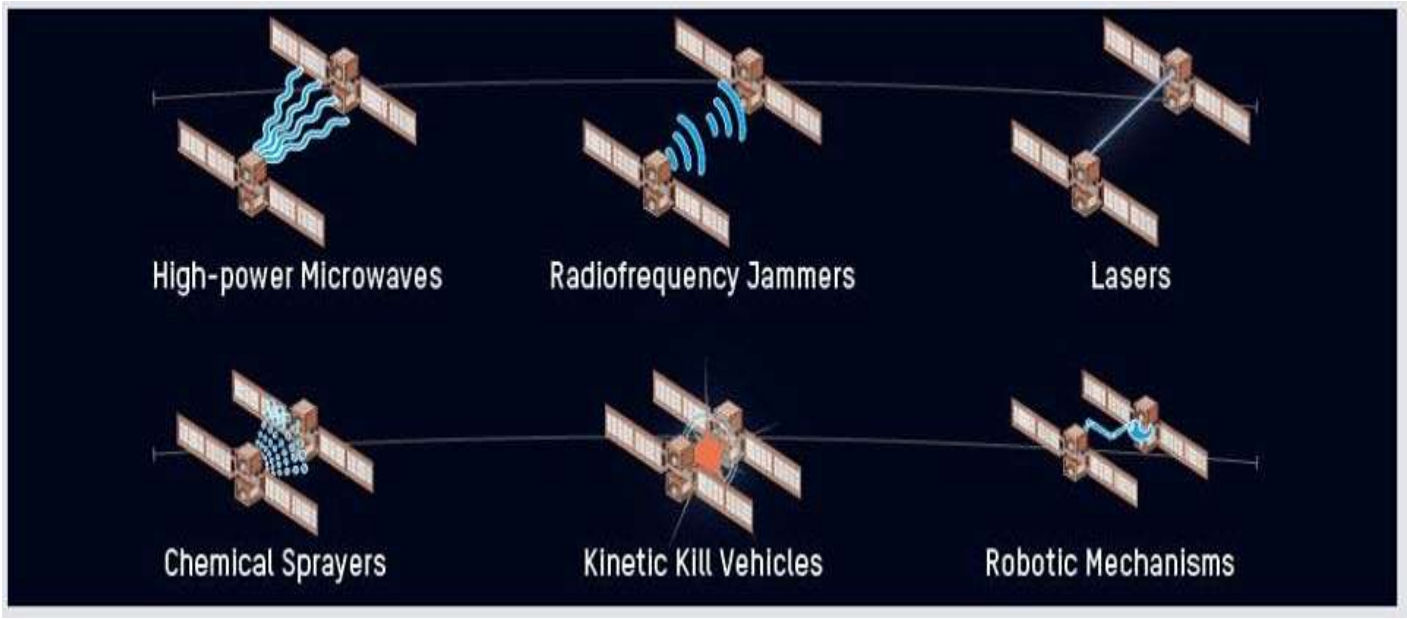
قاطرة الأقمار الصناعية

يعمل علماء تكنولوجيا الفضاء على إطالة أعمار أقمار الاتصالات ذات التكلفة التصنيعية والتشغيلية العالية، مثل قمر سهيل سات وإنتل سات ونايل سات وغيرها. فلكل قمر عمره الافتراضي الذي يستطيع فيه أن يحافظ على مداره دون تغيير، وذلك باستخدام ما يعرف بالنفثات المزود بها التي تعيده إلى

مداره وسرعته الأصليين، كلما انخفض بسبب الاحتكاك مع بقايا الغلاف الجوي أو الرياح الشمسية العاصفة. وحالما تستنفد هذه النفثات، يدخل القمر الصناعي في مرحلة التشغيل الإضافية التي تزيد من عمر القمر وتوفر على المشغلين إطلاق نسخة جديدة منه.

وقد ظهرت أخيرا تكنولوجيا جديدة على تعديل مدارات الأقمار الصناعية المتزامنة بعد انتهاء العمر الافتراضي لكل منها، ما سيوفر ملايين الدولارات على المؤسسات التي تمتلك مثل هذا النوع من الأقمار.

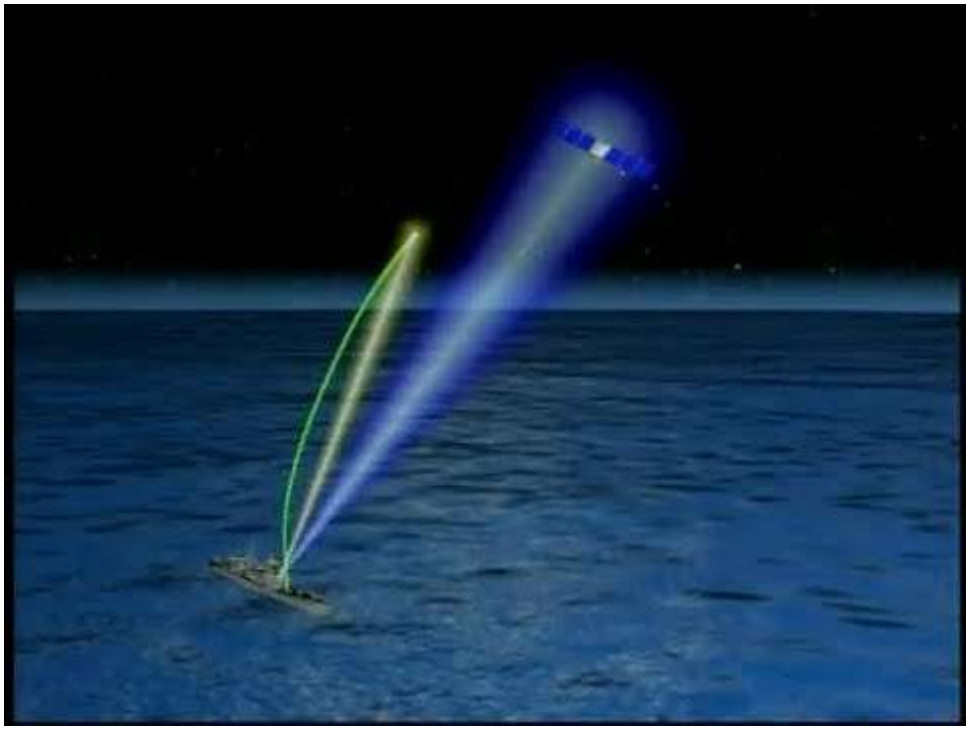
التدمير التخريبي للأقمار الصناعية



وسائل مختلفة لتدمير الأقمار الصناعية

This graphic by the Defense Intelligence Agency shows how one satellite might attack another in space. The Space Force chose to update its non kinetic system to attack enemy targets, without physically destroying them because that would lead to harmful debris in space

عملية الجليد المحترق Operation Burnt Frost



واحدة من العمليات التي تظهر قوة البحرية الأمريكية متعددة القدرات ، وهذه العملية نفذتها إحدى سفن البحرية الأمريكية عام 2008 م ، و كان هدفها إسقاط قمر صناعي تابع لمكتب الاستطلاع القومي الأمريكي National Reconnaissance Office NRO ، وأطلق علي العملية الاسم الرمزي الجليد المحترق Burnt Frost .

يقتصر دور معظم بحريات العالم عادةً على حماية الحدود البحرية من السفن و الغواصات المعادية و تنفيذ إنزالات بحرية ، و يمتد دور بحريات الدول العظمى إلى دور هجومي من خلال الصواريخ الجوّالة المسلحة بها سفنها و غواصاتها لتنفيذ مهام قصف أرضي ، أما البحرية الأمريكية تتجاوز تلك الأدوار إلى دور التصدي للصواريخ العابرة للقارات خارج الغلاف الجوي و دور إسقاط الأقمار الصناعية من خلال صواريخ SM-3 التي تتسلح بها سفن البحرية الأمريكية ، و التي تشكل مكون رئيسي للدرع الصاروخية الأمريكية في حماية أراضي الولايات المتحدة من هجوم بالصواريخ الإستراتيجية عبر انتشارها في البحار و المحيطات.

عملية الجليد المحترق Burnt Frost تمت يوم 20 فبراير 2008 م في حوالي الساعة 10:26 مساءً ، و كان هدفها المعلن هو تدمير القمر الصناعي التجسسي الأمريكي USA-193 (و هو من فئة الأقمار التجسسية SAR) الذي كان قد تعطل و فقد الأمريكيين السيطرة عليه ، و كانت حجة الأمريكيين لتنفيذ العملية هو "إنقاذ" الأرض من خطر 453 كجم من وقود الهيدرازين Hydrazine Fuel السام الذي يحمله هذا القمر (وزن القمر 2.2 طن تقريباً) و الذي قد يسقط على منطقة مأهولة . و ذكروا أن خيار اعتراضه داخل المجال الجوي للأرض فيه مخاطرة و صعوبة كبيرة ، لذا قررت الإدارة الأمريكية أن الخيار الأفضل والأكثر أمناً في اعتراض القمر USA-193 أن يتم عبر صواريخ SM-3 المسلحة بها سفن البحرية الأمريكية المزودة بنظام الدفاع الصاروخي Aegis .

خزان وقود الهيدرازين Hydrazine Fuel – U.S. Navy ;Heesoon Yim/AP Photo; Right (المصدر)

و قد أوكلت المهمة إلى المدمرة الأمريكية USS Lake Erie كسفينة أساسية لتنفيذ المهمة و رافقتها المدمرة USS Decatur كسفينة احتياطية ، وتحركت المدمرتان إلى شمال غرب هاواي في المحيط الهادي حيث النقطة التي سيتم فيها اطلاق الصاروخ المعترض SM-3 (و كان هناك مدمرة ثالثة احتياطية جاهزة للتحرك) .

و قد تمت عملية الاعتراض على ارتفاع 247 كم و بلغت السرعة أثناء الاصطدام 36667 كم/ساعة (سرعة القمر كانت 28000 كم/ساعة و تضاف لها سرعة مركبة القتل التي يحملها الصاروخ SM-3) .

و قد ساهم الرادار الأمريكي SBX في تتبع القمر USA-193 و تزويد المدمرة USS Lake Erie ببيانات مسار القمر ما ساهم بتأمين نجاح عملية الجليد المحترق Burnt Frost .

انتقدت روسيا و الصين العملية الأمريكية ، واتهموا الولايات المتحدة أنها استخدمت وقود الهيدرازين كغطاء لتنفيذ العملية و ذكروا أن أقماراً صناعية لدول عديدة استخدمت وقود سام و قد سقطت على الأرض في الماضي لكنها لم تبرر مثل هذه "الإجراءات الاستثنائية". و الاعتقاد السائد في ذلك الوقت أن عملية الجليد المحترق Burnt Frost الأمريكية كان هدفها الرد على إسقاط الصين لقمر صناعي في 2007 بصاروخ مضاد للأقمار الصناعية .

القمر الصناعي التجسسي الأمريكي USA-193

الاسم	القمر USA-193 معروف أيضًا باسم NRO launch 21 (NROL-21) أو ببساطة L-21 .
المهمة	قمر استطلاع عسكري Military Reconnaissance Satellite (قمر تجسسي)
تاريخ الإطلاق	يوم 14 ديسمبر 2006 م ، في الساعة الواحدة بعد الظهر بتوقيت PST .
موقع الإطلاق	قاعدة فاندنبرج الجوية Vandenberg Air Force Base.
مركبة الإطلاق	صاروخ الإطلاق الفضائي Delta II .
وزن القمر	2.78 طن 2.3 طن متري
نهاية المهمة	يوم 20 فبراير 2008 م ، الساعة 10:26 مساءً بتوقيت EST.

القمر الصناعي التجسسي الأمريكي USA-193 معروف أيضًا باسم NRO launch 21 (NROL-21) أو ببساطة L-21 ، وكان قمرًا أمريكيًا للاستطلاع العسكري Military Reconnaissance Satellite تم إطلاقه يوم 14 ديسمبر 2006 م. كان USA-193 مملوكًا لمكتب الاستطلاع القومي الأمريكي National Reconnaissance Office NRO ، وكانت ووظيفته والغرض منه سري. ومع ذلك ، تكهن العديد من مواقع الويب أن القمر الصناعي ربما كان قمرًا راداريًا عالي الدقة High Resolution Radar Satellite يهدف إلى إنتاج صور لمكتب الاستطلاع القومي الأمريكي. بالإضافة إلى ذلك ، تدعم هذه الحجة حقيقة أن القمر الصناعي استخدم ميلًا Inclination مشابهًا لميل القمر الصناعي الراداري لاكروس Lacrosse Radar Satellite . لاكروس Lacrosse هو قمر استطلاع للتصوير الأرضي بالرادار Terrestrial Radar Imaging Reconnaissance Satellite ويقوم بتشغيله مكتب NRO. يستخدم الرادار ذي الفتحة الصناعية Synthetic Aperture Radar SAR للحصول على صور عالية الدقة بغض النظر عن وجود سحب أم لا.

أطلق القمر الصناعي من قاعدة فاندنبرغ الجوية Vandenberg Air Force Base في الساعة الواحدة بعد الظهر بتوقيت PST . أطلق على متن صاروخ الإطلاق الفضائي Delta II . وكان هذا أول إطلاق يقوم به تحالف United Launch Alliance منذ أن انتقل إليه مسئولية البرنامج من شركة Boeing Integrated Defense Systems في 1 ديسمبر 2006 م. ويمثل الإطلاق الناجح المتتالي رقم 49 لوزارة الدفاع.

رغم أن الإطلاق كان ناجحًا ، إلا أن فريق التحكم الأرضي فقد السيطرة على القمر الصناعي USA-193 بعد فترة وجيزة من وضعه في مداره ، ولم يتمكنوا من استعادة التحكم به. كان القمر الصناعي نفسه يشكل مستوي ضعيف لخطر السقوط وإحداث الضرر إلا أن القمر كان يحمل وقود الهيدرازين Hydrazine Fuel وهو سام للغاية. وفي عام 2008 م ، قرر الرئيس جورج دبليو بوش George W. Bush أن هذا الخطر سيكون كبيرًا جدًا وكلف القيادة الاستراتيجية Strategic Command للولايات المتحدة بتدمير القمر الصناعي للحفاظ على حياة الإنسان.

الجدول الزمني للتنفيذ

امتد الجدول الزمني من البداية إلى الاعتراض الناجح للقمر الصناعي إلى بضعة أشهر فقط.

حين كانت هناك توقعات مبكرة على الأرجح حول تدهور المدار الخاص بالقمر USA-193 والمخاطر التي قد يتسبب فيها ، بدأت محادثات حول التدخل العسكري في وقت مبكر من ديسمبر 2007 م. ومع ذلك حدثت ولادة عملية الجليد المحترق Burnt Frost في 4 يناير 2008 م ، عندما أمر الرئيس بوش Bush أن يتم تخفيف خطر سقوط القمر USA-193 .

تم تقديم معلومات حول الاضمحلال المداري Orbital Decay للقمر USA-193 لوسائل الإعلام يوم 27 يناير 2008 م. توقعت العديد من التقارير الأولية أن القمر الصناعي سيعود إلى الأرض في وقت ما في أواخر فبراير أو أوائل مارس. بالإضافة إلى ذلك ، تشير هذه التقارير إلى أنه من المحتمل عدم اتخاذ أي إجراء لأن القمر الصناعي أو أي حطام سيكون لديه فرصة صغيرة لضرب أي منطقة مأهولة. ومع ذلك ، ذكر المتحدث باسم مجلس الأمن القومي بالبيت الأبيض جوردون جوندرو Gordon Johndroe أن الحكومة الأمريكية كانت تراقب سقوط القمر الصناعي وأنها تدرس خيارات مختلفة "للتخفيف من أي ضرر". أيضًا ، أفاد أربعة مسؤولين أمريكيين مجهولين أن القمر الصناعي ، الذي لم يبدأ تشغيله أبدًا ، سيكون لديه وقود صاروخ سام (وقود هيدرازين Hydrazine Fuel) يمكن أن يشكل خطرًا إذا لم ينفجر خزان الوقد عند إعادة الدخول Re-Entry إلي الغلاف الجوي.

في 14 فبراير 2008 م ، أعلن الجنرال جيمس كارترايت James Cartwright ، نائب رئيس هيئة الأركان المشتركة ، إعلانًا عامًا بأن الولايات المتحدة تنوي إسقاط القمر USA-193. في هذا الإعلان ، وضع العديد من المعايير من حيث متى وكيف ولماذا سيتم إسقاط القمر الصناعي. وكان الهدف الرئيسي هو الحد من المخاطر على المنصات الفضائية والجوية والأرضية Space, Air and Terrestrial Platforms . وأوضح أنهم سينتظرون هبوط المكوك الفضائي Shuttle ، لتجنب الضرر المحتمل للمكوك. بعد ذلك ، أرادوا الانتظار حتى يقترب القمر الصناعي من الدخول مرة أخرى ، وهذا سيقلل من كمية الحطام الفضائي التي يمكن أن تنتج. وأخيرًا ، لم يرغبوا في السماح للقمر الصناعي بدخول الغلاف الجوي للأرض بسبب خصائصه غير الديناميكية هوائيا Non-Aerodynamic Characteristics ، مما يجعل من الصعب للغاية اعتراضه. وأشار إلى أن هذه المعايير أعطتهم فترة ثمانية أيام.

لتلبية المرونة المطلوب لهذه العملية ، قررت الحكومة أن استخدام الصواريخ الدفاع البالستية إيجيس Aegis Ballistic Missile Defense BMD بواسطة البحرية الأمريكية سيكونان الخيار الأفضل. كان لديها القدرة على تنفيذ العملية من خلال أحد الوحدات المحمولة وباستخدام الصاروخ SM-3 (Standard Missile 3) والذي سيكون لديه القدرة على الوصول إلى الارتفاع المطلوب. بالإضافة إلى ذلك ، كان اختيار استخدام الصاروخ Aegis BMD في جزء كبير منه بسبب سجله الناجح الذي نجح فيه في إسقاط 13 محاولة من أصل 15 محاولة لإسقاط صواريخ باليستية Ballistic Missiles .

ذكر الجنرال كارترايت Cartwright أنه إذا سقط القمر الصناعي كقطعة واحدة ، فإن نصف المركبة الفضائية تقريبًا سينجو من الإحتراق أثناء الدخول مرة أخرى إلي الغلاف الجوي ، مما سينشر السحابة السامة لغاز الهيدرازين Hydrazine على حجم ملعبين لكرة القدم تقريبًا. بدا أن هذا الخطر المحتمل مرتفع بما يكفي لتحفيز الحكومة والجيش على التصرف كما قال "عامل الندم في عدم اتخاذ أي إجراء يفوق بوضوح عامل الندم في حالة اتخاذ إجراء ".

“the regret factor of acting clearly outweighed the regret factor of not acting"

قبل أيام من الإطلاق ، أبحر كلا من المدمرة USS Lake Erie (المدمرة الأساسية) و المدمرة USS Decatur (المدمرة الاحتياطية) إلي مكان على بعد مئات الأميال شمال غرب هاواي إلى نقطة الالتقاء. تم اختيار USS Lake Erie لأنها كانت قاتلة الصواريخ البالستية الأكثر خبرة في البحرية الأمريكية. كانت السفينة USS Russell أيضًا نسخة احتياطية لكنها ظلت في الميناء في بيرل هاربور Pearl Harbor .

صاروخ RIM-161 SM-3 Anti-Satellite Missile (ASAT)

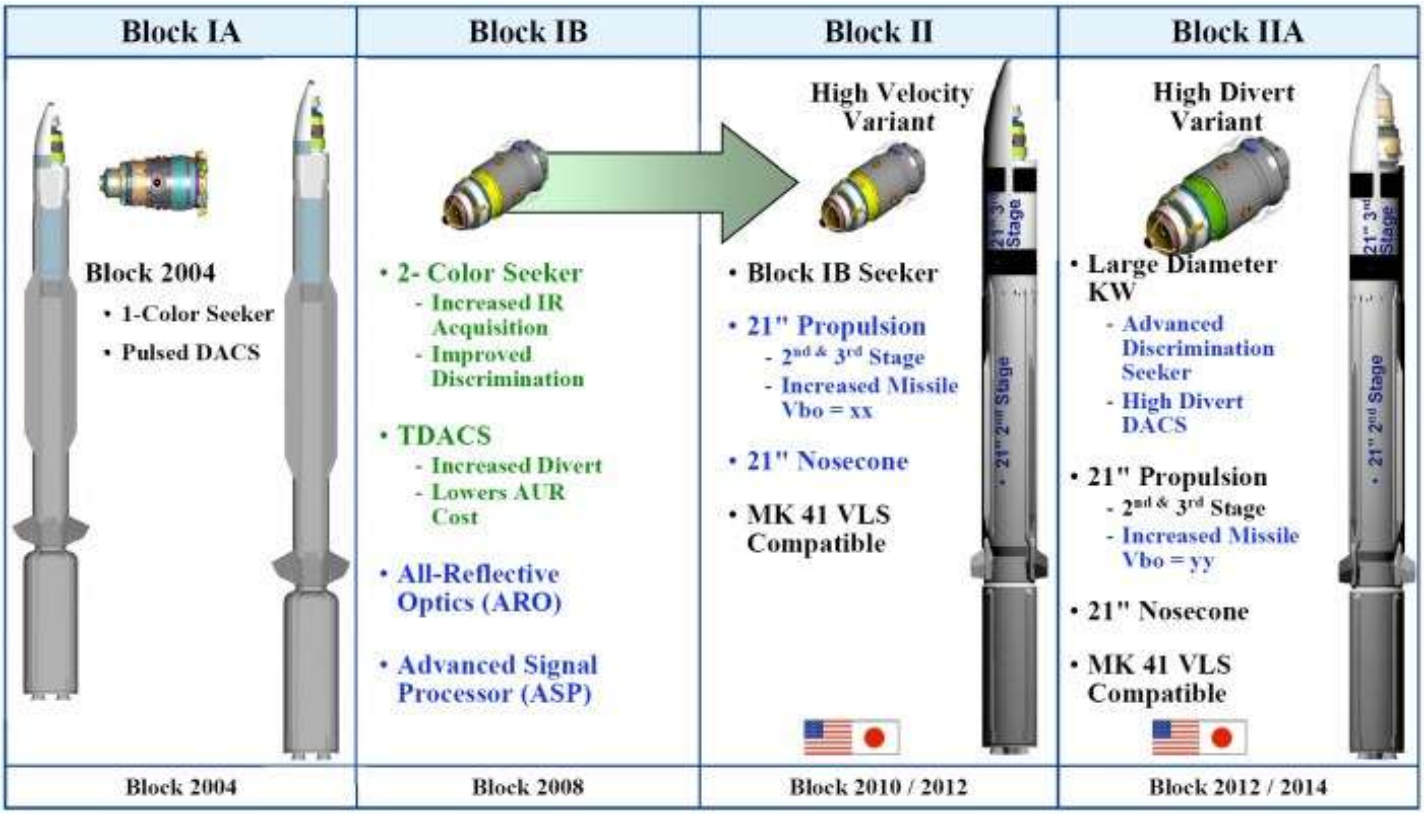
إطلاق الصاروخ SM-3 من علي متن المدمرة USS Lake Erie ليتوجه لتدمير القمر الصناعي الأمريكي التجسسي USA-193

يوم 20 فبراير 2008 م ، الساعة 1:00 مساءً بالتوقيت الشرقي EST وافق وزير الدفاع الأمريكي ، جيتس Gates ، وبالتشاور مع البيت الأبيض ، على المهمة. وتم الإطلاق الساعة 10:26 مساءً بتوقيت EST. وحدث التصادم مع القمر الصناعي بعد بضع دقائق من الإطلاق.

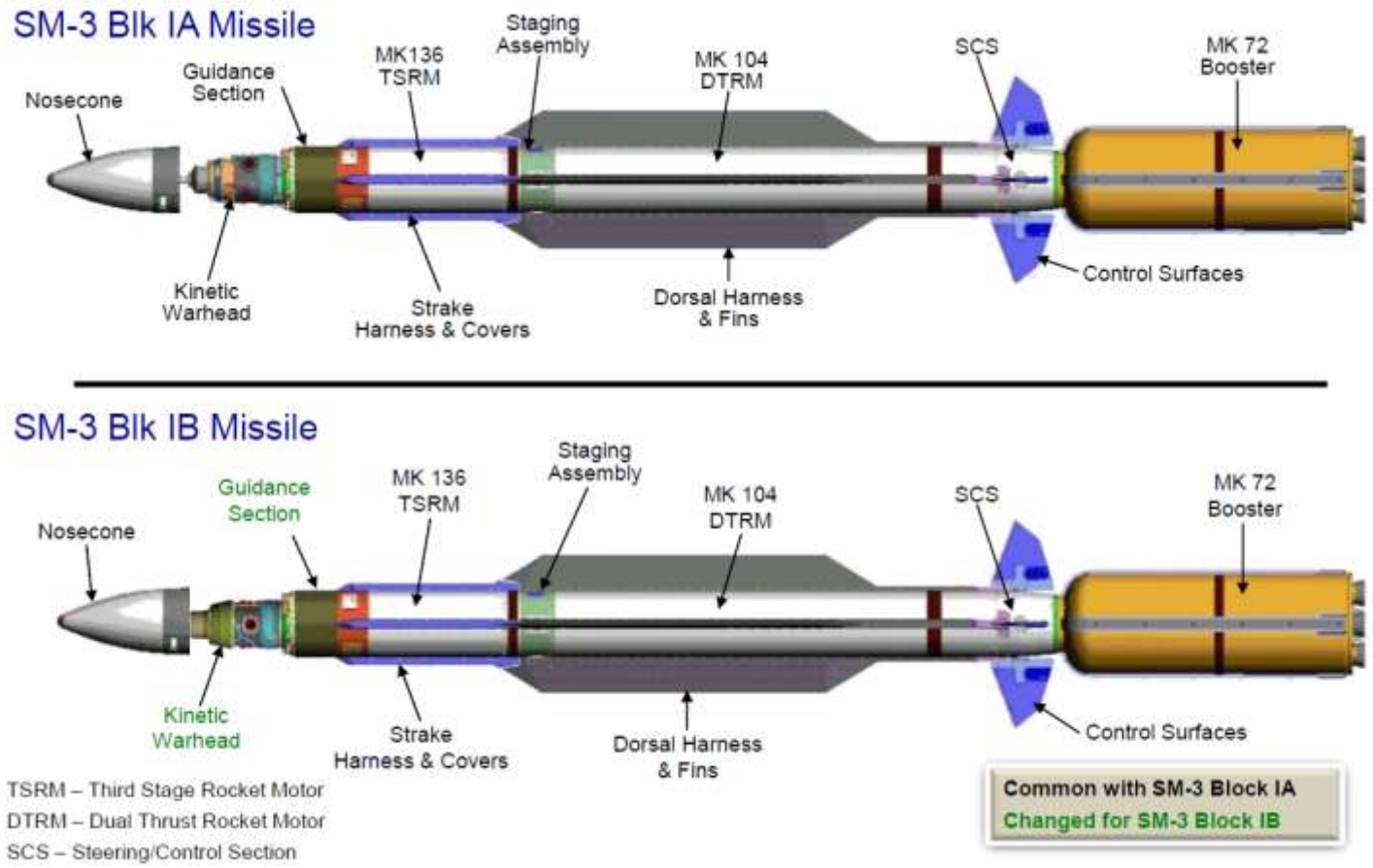
في 25 فبراير 2008 م، أعلنت وزارة الدفاع أنه بناءً على تحليل الحطام ، تم تحقيق هدف تدمير خزان الهيدرازين وتقليل الخطر على الناس على الأرض ، إن لم يكن القضاء عليه. (المصدر)

View of target just prior to impact.
Photo is seen from intercepter missile

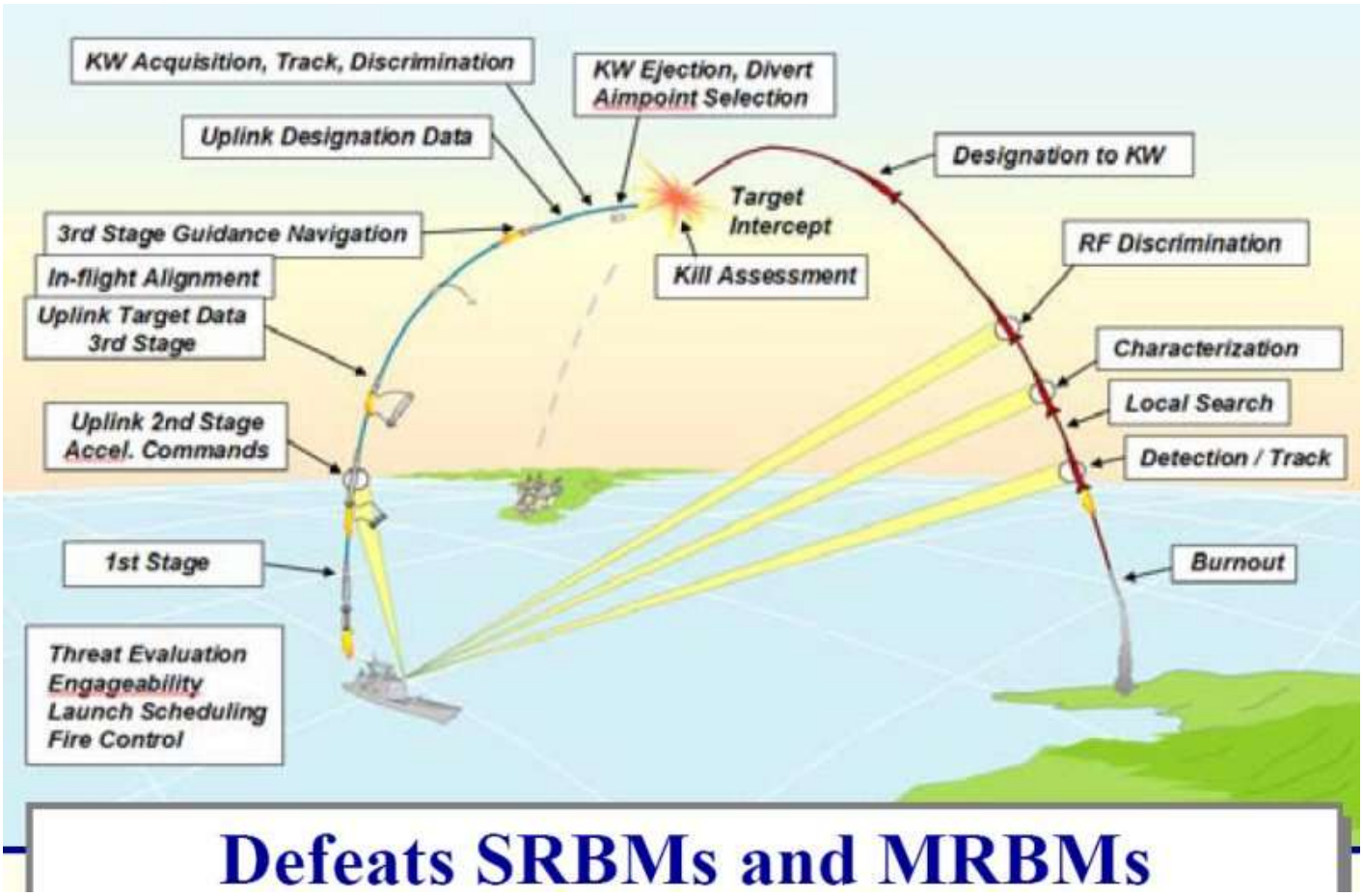
الصاروخ البحري SM-3



يعتبر الصاروخ البحري SM-3 الجيل الثالث من من الجيلين الأول و الثاني منه SM-1/2 كما تطلق البحرية الأمريكية على الصاروخ SM-3 الاسم RIM-161 أيضا . و هو نسخة مطورة من الطراز SM-2ER Block 4 حيث يستخدم نفس الهيكل و محركي الدفع (الإطلاق و الطيران) ، غير أن التطوير أضاف لمحركه مرحلة ثالثة خلف باحث التوجيه ، لدفع الرأس المدمر أثناء مسارها خارج الغلاف الجوي . فضلا عن اعتماده في التوجيه على الأقمار الصناعية ، فقد سلح الصاروخ برأس مدمر خفيف الوزن تعتمد في تفجيرها على طاقة الحركة ، التي يعتبر الفضاء الخارجي عديم الجاذبية مثاليا لها . أضف إلى ذلك استخدام باحث خلف الرأس المدمر يعمل بالأشعة تحت الحمراء ، هذا و ستزود القطع البحرية المسلحة به بكمبيوتر متطور و حزم برامج حديثة لكشف و تتبع الهدف المعادي ، تحديد نقطة اصطدام الصاروخ به في الفضاء الخارجي عن طريق الاستعانة برادار غاية في التطور.



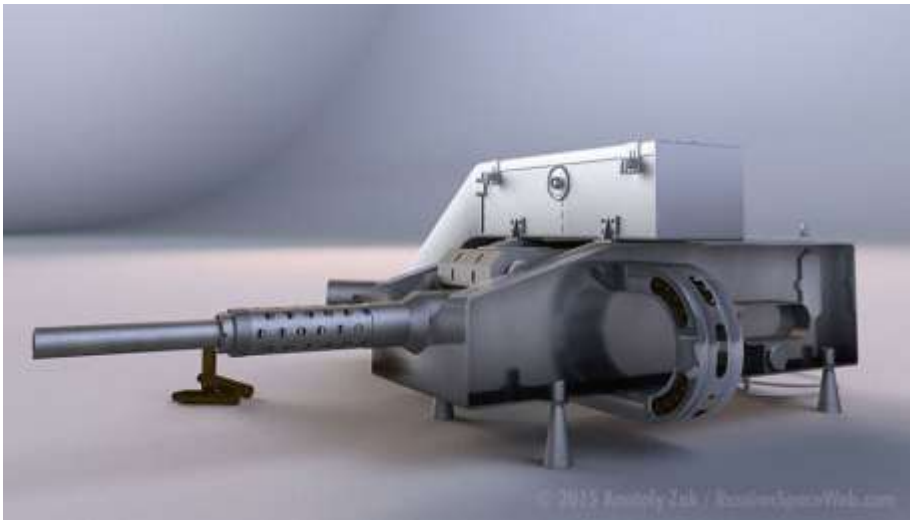
يمثل الصاروخ (SM-3 RIM-161) أحد مكونات المنظومة الأمريكية للدفاع الصاروخي ، ضد الصواريخ الباليستية و الأقمار الصناعية المعادية . بدأت برامجه البحثية منذ منتصف عام 2002 م فجاءت باكورة أطواره تحت اسم (RIM-161A) ، غير أن فشل تجربته في 18 يونيو 2003 عرقلت برامجه ، حتى جاء نجاح أولى تجاربه في فبراير 2005 م ، فمنحت البنتاجون دفعة قوية نحو المضي في تطويره . فكان الطور الثاني تحت اسم RIM-161B أو Bock-1B ، حيث يتميز عن سابقه بباحث مزدوج ذي قدرات فائقة على تميز الأهداف . و عقب نجاح تجاربه عند منتصف عام 2006 م ، قرر البنتاجون تسليح عدد من المدمرات و الطرادات به بإجمالي 50 صاروخ . غير أن إمكانيات هذا الطور من الصاروخ انحصرت في اعتراض الصواريخ الباليستية قصيرة و متوسطة المدى فقط ، لذا بدأ العمل على بلوغ الطور الثالث منه تحت مسمى RIM-161C أو Bock-2 لاعتراض الصواريخ عابرة القارات و المركبات الفضائية ، و هو ما تم تجربته في فبراير 2008 فحطم القمر USA-193 ، و من المنتظر دخول الخدمة الفعلية خلال عام 2010 م ، و تميز بقطر أكبر لمرحلتي الدفع الصاروخي الثانية و الثالثة . غير أن البحوث تجري على قدم و ساق لإنتاج طور أحدث منه ، يسمى RIM-161D (أو Bock-2A) رأسه المدمر أكبر قطرا و حجما ، مع زيادة المدى و استخدام باحث أكثر تطورا عن سابقه . فضلا عن مرحلة دفع رابعة لزيادة مناورة الرأس المدمر ، و من المقرر انضمامه إلى الخدمة الفعلية عام 2014 م .



و قد أتاح توقيع اليابان عقد لتسليح (6) قطع بحرية يابانية بالطراز (Bock-1B) ، انضمامها إلى الفريق البحثي في تطويره وصولا إلى الطرازين الأخيرين (Bock-2/2A) هذا و يتميز الصاروخ (SM-3) بوزنه البالغ أكثر من (1.5) طن ، و مدى يتعدى (600) كم و قطره الذي يصل إلى (35) سم. (المصدر)

مدفع سوفيتي فضائي ... ما هو وما هي مواصفاته؟

تحدثت صحيفة أمريكية في مقال للكاتب كالب لارسون عن مدفع سوفيتي فضائي سري في عصر الحرب الباردة ، هذا المدفع يمكنه إطلاق النيران حتى في الفضاء. في ستينيات وسبعينيات القرن الماضي، ملأ الجانبين السوفيتي والأمريكي الفضاء بأقمارهما الصناعية للتجسس على المنشآت العسكرية ، ووفقا لصحيفة "ناشيونال انترست nationalinterest" الأمريكية، كان الاتحاد السوفيتي قلقا من تطوير الولايات المتحدة الأمريكية أنظمة مختلفة ضد الأقمار الصناعية.

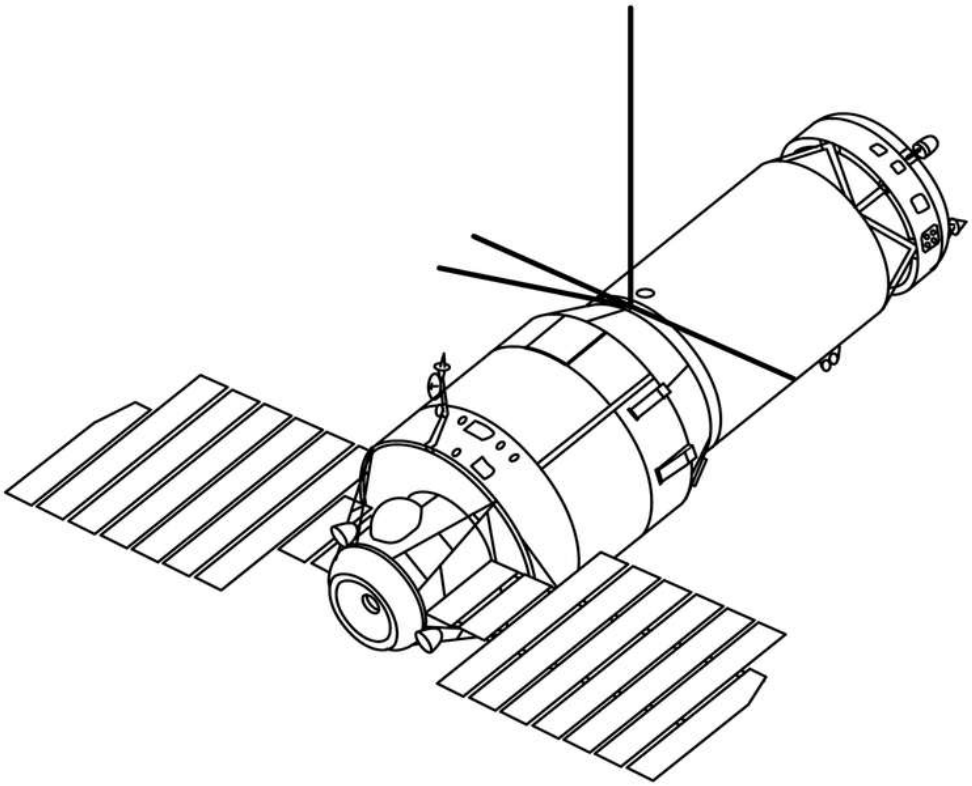


وقبل ظهور الأقمار الصناعية كان الاتحاد السوفيتي يستخدم محطاته المدارية لأغراض التجسس على أهداف العدو الأرضية، وبينها محطات "ساليوت – 2" و"ساليوت – 3" و"ساليوت – 5". وأعلن أنها محطات مدنية. لكنه استخدمها في حقيقة الأمر كوسائل لتحقيق الاستطلاع الفضائي.

وبعد أن بدأت الولايات المتحدة في تصميم أنظمة مضادة للأقمار الصناعية قررت القيادة العسكرية السوفيتية حماية محطتها "ساليوت – 3" Salyut 3 التي تم إطلاقها في عام 1974 م بمدفع مضاد للأقمار الصناعية.

وأضافت الصحيفة أن الاتحاد السوفيتي قرر تطوير مدفعا فضائيا AA Gun مضاد للطائرات Anti-Aircraft Cannon ، وأطلق على المدفع اسم "إر-23 إم" (كارتيتش) R-23M Kartech أو Rikhter R-23 ذو عيار 23 مم ، وبمعدل 5000 طلقة في الدقيقة، حيث كان ذلك في عام 1974 م، كما تم نقله إلى المدار في نفس العام.

يذكر أن قناة "زفيزدا" التلفزيونية العسكرية الروسية كانت قد أكدت تلك المعلومات وحتى قدمت بعض مواصفات المدفع الفضائي الأسطوري "إر – 23 إم" (كارتيش) وقالت إن عياره كان 14.5 ملم. وكان بمقدوره الرمي بسرعة 5000 طلقة في الدقيقة. وأوضح نائب المدير التقني لمكتب "نودلمان" الروسي للتصاميم، فاليري ماكييف، أن المدفع تم تصميمه أولا لاستخدامه في قاذفة "تو – 22" السوفيتية، ثم ابتكرت له طلقة خاصة ذات خرطوشة طويلة ليتمكن من الرمي في الفضاء الكوني.



مخطط المحطة الفضائية "ساليوت 3" Salyut-3 diagram

كان المهندسون السوفيت قلقين من الإهتزازات و الارتداد الناجم عن إطلاق النيران من المدفع ، حيث أن الإهتزازات الزائدة عن الحد قد تتسبب في تلف محتمل للمحطة الفضائية أو خطورة علي حياة رواد الفضاء ، لذا تم إجراء الاختبار عن بعد دون وجود رواد فضاء على متن المحطة.

وأشارت الصحيفة إلى أن رواد الفضاء السوفيت قاموا بتركيب المدفع الفضائي على السطح الخارجي لمحطة الفضاء وزودوه بجهاز تصويب كان يمكن التحكم فيه من داخل المحطة.

وكان المدفع غير متحرك حيث كان من الصعب جدا تدوير المدفع وتوجيهه نحو الهدف. وكان هذا هو العيب الذي تم اكتشافه بعد عملية الاختبار الأولى وبعد إطلاق 20 طلقة ، أنه لتوجيه المدفع إلى الهدف كان يتوجب استدارة المحطة بالكامل لينجحوا في استهداف قمر صناعي. وقام المهندسين السوفيت أثناء الإختبار بإطلاق ثلاث زخات Three Bursts من القذائف ، ووصفت التجربة بعد ذلك بأنها ناجحة.

بالإضافة إلى ذلك، من أجل تعويض الإرتداد الحاصل عن الإطلاق، كان يتوجب تشغيل جميع محركات المحطة المعاكسة لاتجاه الإطلاق، الأمر الذي أدى إلى الحاجة لكميات كبيرة من الوقود، وهي مشكلة كبيرة في ظروف الفضاء.

وقالت الصحيفة إن جميع القذائف التي تم إطلاقها احترقت في الغلاف الجوي العلوي، وبعدها قرر الاتحاد السوفيتي التخلي عن المدفع الفضائي المضاد للطائرات.

مصدر 1 : arabic.sputniknews . بتاريخ 26 إبريل 2020 م

مصدر 2 : nationalinterest . بتاريخ 25 إبريل 2020 م

اليابان تخطط لإطلاق أجهزة فضائية لتدمير الأقمار المعادية

أغسطس 2019 م – أفادت صحيفة "يوميوري" اليابانية بأن حكومة اليابان تدرس مسألة إطلاق أقمار صناعية إلى الفضاء مهمتها تعطيل عمل الأقمار العسكرية للدول الأخرى في حالات الطوارئ. ومن المتوقع أن تطلق اليابان مثل هذه الأقمار الصناعية إلى الفضاء في منتصف العقد المقبل، على ضوء القرار النهائي الذي ستتخذه الحكومة في العام المقبل.

وتستخدم اليابان حاليا أقمارا صناعية للتجسس وأقمارا للاتصالات والملاحة، والآن ترى أنه من الضروري اتخاذ الاجراءات اللازمة لحمايتها من التهديدات الفضائية من جانب الأقمار الصناعية التابعة لدول أخرى. وتشير الصحيفة بصورة خاصة إلى تطوير الصين للأقمار الصناعية العسكرية التي تستخدم ذراعا ميكانيكية لتعطيل أقمار الدول المعادية.

كما قررت وزارة الدفاع اليابانية دراسة إمكانية استخدام الذراع الميكانيكية وكذلك الموجات الكهرمغناطيسية والهجمات السبرانية لتعطيل الأقمار الصناعية الأجنبية. وكانت الصحيفة قد نشرت في وقت سابق معلومات تفيد بأن اليابان تخطط لتشكيل وحدة عسكرية فضائية عام 2020 ردا على رغبة الدول الأخرى باستخدام الفضاء للأغراض العسكرية، بما فيها الولايات المتحدة وروسيا والصين. ومن المنتظر أن تتكون هذه الوحدة من 70 شخصا، يكون مقرها في قاعدة جوية عسكرية بمدينة فوتيو الواقعة غرب اليابان، مع العلم أن هذه الخطة قد وضعت في ديسمبر عام 2018 م.

كما تعمل الحكومة اليابانية على إنشاء منظومة أرضية للرقابة الفضائية باستخدام رادارات فائقة الحساسية وتلسكوب بصري على أن تبدأ العمل عام 2023 م.

من المنتظر أن تكون المهمة الرئيسية للوحدة العسكرية الفضائية، هي استخدام هذه المنظومة، ومراقبة حركة النفايات الفضائية وخطر التهديدات الكونية أو محاولات التشويش من جانب أقمار صناعية لدول أخرى. وبما أن اليابان لا تملك خبرة في هذا المجال، فسوف يوفد أفراد الوحدة العسكرية الجديدة إلى الولايات المتحدة ووكالة الفضاء اليابانية لتلقي التدريبات اللازمة.

القمر الصناعي المفتش Inspector Satellite

ماذا يعني **القمر الصناعي المفتش Inspector Satellite** ؟

الروس هم مبتكري سلاح الأقمار المقاتلة ، و في زمن الحرب الباردة كانت التسمية الروسية لسلاحها المضاد للأقمار هو "قمر مقاتل" ، اليوم تغيرت التسمية (والتي أصبحت تسمى أقمار مفتشة Inspector Satellites كإلتفاف على "اتفاق" عدم عسكرة الفضاء) لانتحال وظيفة مدنية بدل تلك الوظيفة العسكرية القاتلة (وظيفة القمر المفتش المعلنة هي التقرب من الأقمار الصديقة لأقرب مسافة تتيح إصلاحها أو إجراء عمليات فحص عليها أو تزويدها بالوقود و هي في المدار الفضائي و يتم التحكم به من قبل محطات أرضية) ، وقام الروس بتنشيط مهمات أقمار التفتيش Inspector Satellites في السنوات العشر الأخيرة .

وتطلق هذه التسمية على الأقمار التي يمكنها المناورة والتنقل في المدار وإجراء عمليات كشف وفحص الأقمار الصناعية الأخرى من أقرب مسافة ممكنة. كما يمكنها استلام المعلومات من أصحابها ومن الآخرين، ولكن رسميا هذه المعلومات لا تنشر.

القمر الصناعي المفتش Inspector Satellite هو نوع من الأقمار الصناعية المصممة لرصد الأقمار الصناعية الأخرى في المدار. "هذا ليس مقصراً علي روسيا فقط" ، هذا ما قاله برايان ويدن Brian Weeden خبير السياسة الفضائية من مؤسسة سيكيور وورلد Secure World Foundation لمجلة MIT Technology Review. "لا يحدث هذا كل يوم ، ولكن هذه قدرات امتلكتها ومارستها الصين والولايات المتحدة ودول أخرى على مدار الوقت".

أثناء الحرب الباردة ، على سبيل المثال ، طورت الولايات المتحدة عددًا من البرامج المضادة للأقمار الصناعية Antisatellite Programs مثل مشروع القمر الصناعي المفتش Satellite Inspector (SAINT) project ، والذي تكون من سلسلة من أربعة أقمار صناعية جاهزة للإطلاق. ستكون هذه الأقمار الصناعية – المزودة بأجهزة استشعار لمراقبة النشاط الراديوي Radioactivity – على الخطوط الأمامية Front Lines ، وعلى استعداد لتتبع الأهداف التي اختارتها وزارة الدفاع وربما تدميرها.

في هذه الأيام ، أصبحت التكنولوجيا أكثر تطوراً. على الرغم من أن الخبراء لا يتكهنون بالأجهزة التي قد تكون على متن القمر كوزموس Kosmos 2542 ، إلا أن أقمار المفتش Inspector Satellites الحديثة يمكنها تحليل الأدوات – غالبًا الكاميرات – المتواجدة على متن الأقمار الصناعية التي ترصدها من أجل تحديد ما يمكن أن تستهدفه

Inspector satellites are a type of satellite that are designed to surveil other satellites in orbit. “This is not unique to Russia,” space policy expert Brian Weeden, of the Secure World Foundation, told *MIT Technology Review*. “It doesn’t happen every day, but it’s a capability that China, the U.S., and others have been testing out over time.”

During the Cold War, for example, the U.S. developed a number of antisatellite programs like the Satellite Inspector (SAINT) project, which included a series of four such satellites ready for launch. These satellites—equipped with sensors to monitor radioactivity—would be on the front lines, ready to track and possibly destroy targets selected by the Department of Defense.

These days, the technology is far more advanced. While experts won’t speculate as to what Kosmos 2542 may have onboard, modern inspector satellites can analyze the instruments—often cameras—aboard the satellites they’re following in order to

pinpoint what those satellites might be targeting back on Earth.

In 2015, a Russian satellite called Luch saddled up between two U.S. communication satellites and hovered near them for several months. China has also sent up inspector satellites, which the country says have been used to monitor its own equipment in geostationary orbit.

“One of the big concerns is that we don’t have any agreed rules or norms about how these close approaches should be done,” Weeden told the *The Verge*.

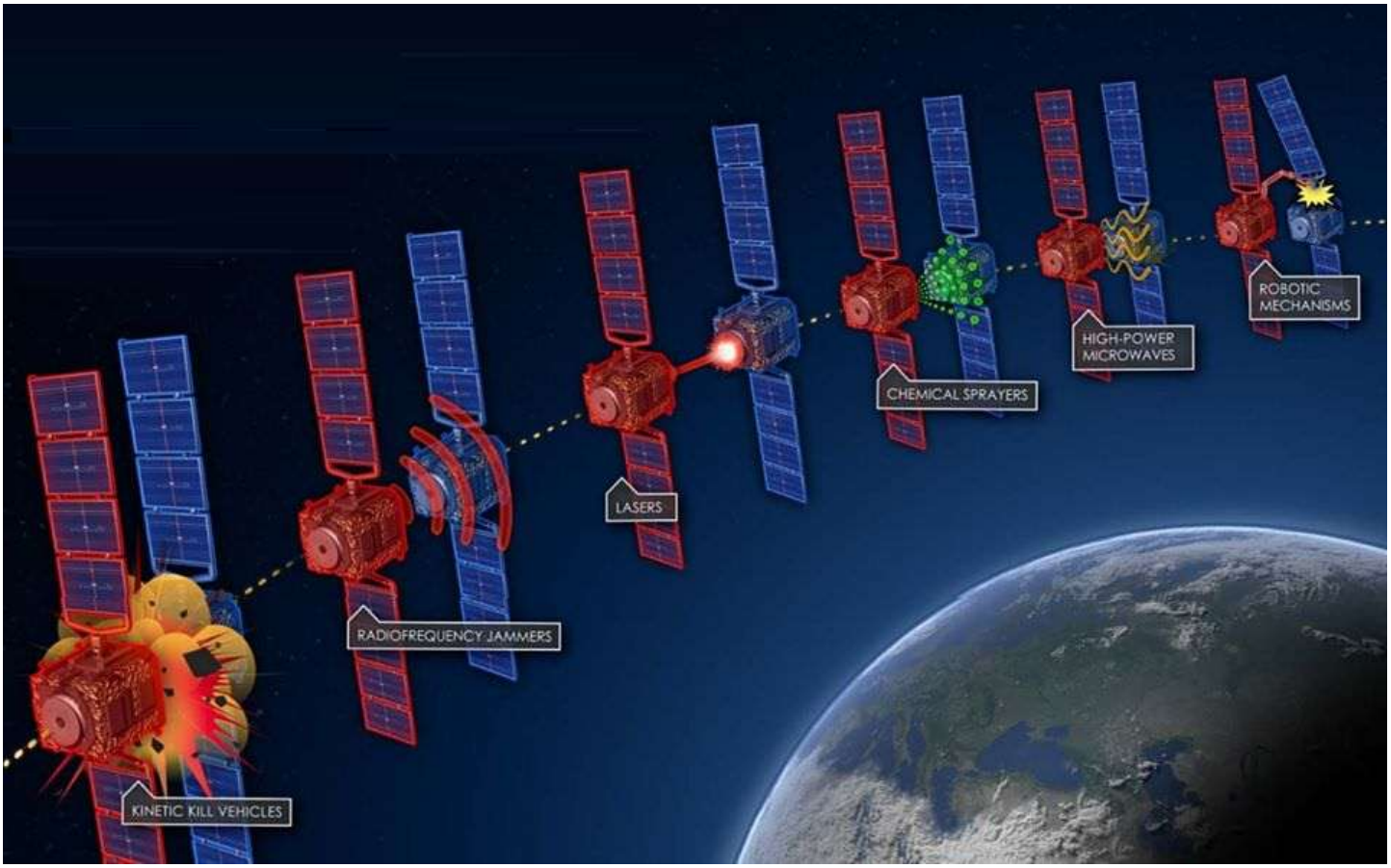
هذه الأقمار الصناعية على الأرض.

في عام 2015 م، قام قمر صناعي روسي يدعى Luch بالتواجد بين قمرين صناعيين للاتصالات الأمريكية وحلق بالقرب منهما لعدة أشهر. وأرسلت الصين أيضا أقمار تفتيش ، وقالت إنها استخدمت لمراقبة معداتها الخاصة في المدار الثابت بالنسبة للأرض.

وقال فيدين لصحيفة The Verge "أحد الشواغل الكبرى هو أنه ليس لدينا أي معايير أو قواعد متفق عليها بشأن كيفية تنفيذ هذه الاقترابات الشديدة".

المهام التي توكل إلي أقمار التفتيش Inspector Satellites

- تحليل الأدوات – غالبًا الكاميرات – المتواجدة على متن الأقمار الصناعية التي ترصدها من أجل تحديد ما يمكن أن تستهدفه هذه الأقمار الصناعية على الأرض.
- استشعار ومراقبة النشاط الراديوي Radioactivity – على الخطوط الأمامية Front Lines ، وتتبع الأهداف التي يتم اختيارها.
- استلام المعلومات من أصحاب الأقمار التي يتم رصدها ومن الآخرين.
- تعطيل الأقمار الصناعية أو تدميرها دون تفجيرها بشكل استفزازي بواسطة الصواريخ، إذ يمكن لمركبة فضائية أن تقترب ببساطة من القمر الصناعي وترش الطلاء Chemical Sprayers على أجهزته البصرية، أو تدمّر هوائيات الاتصال الخاصة به يدويًّا Robotic Mechanisms ، أو تزعزع استقراره في مداره. بالإضافة إلى ذلك، يمكن استخدام الليزر LASERS لتعطيل الأقمار الصناعية مؤقتًا أو إتلاف مكوناتها، خاصة أجهزة الاستشعار الحساسة، كما يمكن لموجات الراديو Radio Frequency Jammers أو الموجات الصُّغرية (الميكروويف) High-Power Microwaves للتشويش أو الاستيلاء على موجات الإرسال الصادرة من محطات التحكم الأرضية أو القادمة إليها.



طرق تعطيل الأقمار الصناعية أو تدميرها

طرق اخفاء وجود أقمار التفتيش Inspector Satellites

كما ذكرنا سابقا ، فالروس هم مبتكري سلاح الأقمار المقاتلة (والتي أصبحت تسمى أقمار مفتشة كإلتفاف على "اتفاق" عدم عسكرة الفضاء) ، حيث نشّطوا مهمات أقمار التفتيش Inspector Satellites في السنوات العشر الأخيرة ، وأبدعوا بطرق اخفاء وجود تلك الأقمار بين حمولات صواريخهم الفضائية ، و أظهروا للأمريكيين قدراتهم العالية المضادة للأقمار الصناعية.

و إحدى طرق الروس في التكتم عن وجود أقمارهم المفتشة Inspector Satellites بين حمولات صواريخهم الفضائية :

- يتم إخفاء عدة أقمار مفتشة Inspector Satellites داخل بعضها البعض ، و من ثم يتم اطلاقها في الفضاء من بعضها البعض بنفس طريقة اللعبة الروسية ماتريوشكا.

و قد حدث ذلك حقيقةً قبل 3 أعوام .. عندما فاجأ الروس الأمريكيين بوضع عدة أقمار مفتشة Inspector Satellites داخل بعضها و لم يكتشف الأمريكيين الأمر. كان ذلك حين أطلق الروس صاروخهم الفضائي Soyuz-2-1v يوم 23 يونيو 2017 م على أنه يحمل القمر المفتش الروسي ذو الترميز Kosmos-2519 ، و بعد شهرين انطلق من داخل القمر المفتش Kosmos-2519 قمر مفتش آخر جديد تم الكشف عنه في يوم 23 أغسطس 2017 م ، حيث أعلنت حينها وزارة الدفاع الروسية أنه تم إطلاق مركبة صغيرة مصممة لفحص الأقمار الصناعية الأخرى في المدار من مركبة فضائية عسكرية أطلقت قبل شهرين (يقصدون القمر المفتش Kosmos-2519) و تم تسجيل القمر المفتش الوليد بإسم Kosmos-2521 رسمياً ، ثم بعد شهرين و بتاريخ 23 أكتوبر 2017 م أطلق القمر المفتش Kosmos-2521 قمر مفتش جديد من داخله تم تسجيله رسمياً بالاسم Kosmos-2523 ، كان ذلك مفاجئاً للأمريكيين و تناول الإعلام الأمريكي الحدث بكثير من الاهتمام.

- طريقة إخفاء أخرى غريبة يعتمدها الروس في إخفاء وجود أقمارهم المفتشة Inspector Satellites ، حيث ينحدر القمر المفتش و كأنه مجرد بقايا خردة فضائية تنحدر نحو مدار البقايا الفضائية في محيط الأرض و يقوم الأمريكيين بفهرسة هذه البقايا ضمن سجلات الخردة الفضائية ثم يفاجئون بها تبدأ في التحرك و التنقل بين المدارات ، ليعودوا و يفهرسوه لاحقاً كقمر روسي بالتسمية التي يعلن عنها الروس لاحقاً ، و قد حصل ذلك أثناء إطلاق Kosmos-2491 ، و أثناء إطلاق Kosmos-2499 ، و أثناء إطلاق Kosmos-2504 .

و نفذت أقمار التفتيش الروسية عدة عمليات اقتراب باتجاه أقمار أمريكية عسكرية في السنوات الأخيرة. اعتبرها الأمريكيين أنها نشاطات غير طبيعية (عسكرية) في الفضاء بينما الروس اعتبروها نشاطات لأقمار مدنية روسية اعتيادية ، و لا يمكن للأمريكيين إثبات عكس ذلك.

و يمكن للقمر "المفتش" Inspector Satellite في مواجهته للأقمار المعادية تنفيذ عمليات تدمير دائم أو عمليات تعطيل مؤقت لها ، و تتنوع أسلحته في ذلك حسب المهمة التي توكل له ، إذ يمكن أن يتم تزويده بذراع ميكانيكية لإتلاف أجزاء من الأقمار المعادية أو يمكن تزويده بآلية لرش مواد كيماوية

لإعماء الأقمار التجسسية البصرية ، أو تزويده بقدرات تدميرية بطاقة الليزر أو بطاقة الميكروويف أو تزويده بقدرات تشويش أو أن يتسلح بأسلحة طاقة حركية صغيرة Kinetic Kill Vehicles أو حتى قدرات "انتحارية" لتدمير القمر الهدف.

و أحياناً قد يقوم القمر المفتش Inspector Satellite بدور عميل و ليس قاتل أو مخرب ، و تكون مهمته حينها التجسس على بث و استقبال الأقمار أو تصويرها عن قرب و هذه قد ينفذها أثناء حياته في فترة السلم ، أو تكون مهمته عمليات إرسال إشارات كاذبة لارباك العدو و ربما إرسال إحداثيات خاطئة لارباك أنظمة الملاحة بالأقمار الصناعية للعدو.

الحماية من المؤثرات الخارجية

أعلن أليكسي كريفوروتشكو، نائب وزير الدفاع الروسي، أن روسيا تخطط ضمن إطار برنامج التسلح لغاية عام 2027 لإنشاء منظومة لحماية مجموعة أقمارها العسكرية في الفضاء من المؤثرات الخارجية ، وقال كريفوروتشكو في مقابلة مع مجلة Radioelectronic Technologies، "يتضمن برنامج التسلح الحكومي لغاية عام 2027 م ، خططا لتحسين وتحديث مجموعة الأقمار الصناعية للقوات الفضائية، وإنشاء منظومة لحمايتها من مختلف المؤثرات".

ويذكر أنه في أغسطس عام 2019 م ، أعلنت وزارة الدفاع الروسية عن إطلاق القمرين الصناعيين "كوسموس- 2535 وكوسموس- 2536" بواسطة صاروخ النقل Soyuz-2.1v من مطار بليسيتسك الفضائي في شهر يوليو 2019 م. القمر الأول هو عبارة عن قمر صناعي للرصد والتسجيل، والقمر الثاني للتفتيش- قمر مفتش. قيم حالة القمر الأول وأرسل معلومات عنها إلى الأرض.

ووفقا لما أعلنته وزارة الدفاع الروسية، تكمن مهمة "كوسموس- 2535 وكوسموس -2536" في دراسة تأثير عوامل فضائية وطبيعية في عمل مجموعة الأقمار العسكرية الروسية المنتشرة في الفضاء، وابتكار تكنولوجيات لحمايتها وصيانتها. وترصد أجهزة القمرين تأثير النفايات الفضائية والاشعاع الالكتروني والبروتوني لحزام الاشعاع الطبيعي الخارجي للأرض، والبروتونات والدقائق الثقيلة المشحونة وأشعة الشمس والأشعة الكونية.

وتجدر الإشارة إلى أن القمر الصناعي Condor-E لجمهورية جنوب إفريقيا لسبر الأرض عن بعد قد توقف عن العمل بعد مضي بضعة أشهر على إطلاقه (ديسمبر 2014-أبريل 2015). وأن القمر الصناعي المصري EgyptSat-2 الذي أطلق في أبريل 2014 توقف عن العمل لأسباب غامضة في أبريل 2015. ولم يستبعد الخبراء أن يكون توقف هذين القمرين وغيرهما ناتج عن تأثير عوامل خارجية، أو بسبب النشاط الشمسي المفرط.

اقتراب "المفتش" الروسي من "الجاسوس" الأمريكي

أفاد موقع The Drive، بأن القمر العسكري الروسي Cosmos-2542 قد اقترب كثيرا من قمر التجسس Spy Satellite الأمريكي USA-245 التابع لمكتب الاستطلاع الوطني National Reconnaissance Office NRO . واستند الموقع الأمريكي لتغريدة نشرها مايكل تومسون Michael Thompson وهو طالب دراسات عليا في جامعة بوردو، ومتخصص في الديناميكا الفلكية وقال فيها، إن القمر الروسي زامن مداره مع مدار القمر الثاني الأمريكي واقترب منه لمسافة تتراوح بين 150 و300 كم. وتلقى تومسون هذه المعلومات، من خلال فحص ودراسة البيانات المفتوحة لقيادة الدفاع الجوي لأمريكا الشمالية.

Michael Thompson - 11:09 PM - Jan 30, 2020

Something to potentially watch: Cosmos 2542, a Russian inspection satellite, has recently synchronized its orbit with USA 245, an NRO KH11.

A thread:

وأشار الموقع إلى أنه من غير المعقول أن يكون الشكل الخارجي للقمر الأمريكي قد أثار اهتمام القمر الروسي، لأن الشكل الخارجي للقمر USA-245 معروف ولا يحتاج الروس لتصويره من جديد. ولكن، ووفقا للموقع فمن المحتمل أن تكون هناك محاولة من جانب الروس لاختبار إمكانية التأثير عن بعد على القمر الأمريكي.

وأعاد الموقع إلى الأذهان، أنه بالإضافة إلى احتمال توجيه ضربة حركية مباشرة واستخدام قدرات الروبوتات للتأثير على الأجهزة الفضائية المعادية، من الممكن استخدام وسائل كيميائية وراديو إلكترونية وميكروويفية وليزرية لقمع هذه الأجهزة الفضائية في المدار القريب من الأرض.

وتم إطلاق القمر الروسي Cosmos-2542 من مطار "بليستسك" الفضائي في نوفمبر 2019 م، فيما تتلخص مهام هذه النوع من الأقمار بمراقبة أداء الأقمار الصناعية الروسية ومسح الأرض،

تم إطلاق قمر التفتيش Kosmos 2542 من مطار "بليستسك" الفضائي Plesetsk Cosmodrome للفضاء في نوفمبر 2019 م، وذكرت روسيا في ذلك الوقت أنه سيقوم بفحص ومراقبة الأقمار الصناعية الروسية ومسح الأرض فقط كجزء من برنامج التفتيش علي الأقمار الصناعية Satellite Inspection Program . بينما القمر الأمريكي USA 245 في مداره منذ قيام مكتب الاستطلاع الوطني NRO بإطلاقه في أغسطس 2013 م.

فبراير 2020 م – أعلن الجنرال الأمريكي جون ريموند، قائد القوات الفضائية الأمريكية، أن السلطات الأمريكية قلقة من "ملاحقة" قمرين روسيين قمر المخابرات الأمريكية . وتفيد مجلة TIME، بأن الحديث يدور حول القمر الصناعي الروسي Cosmos-2542، الذي أطلق إلى الفضاء في نوفمبر

2019 من مطار بليسيتسك الفضائي، وعن القمر الصغير "المفتش" Cosmos-254، الذي انفصل عنه، وعن قمر التجسس الأمريكي USA-245 المعروف باسم KH-11.

ويؤكد الجنرال على أنه بعد إطلاق القمر الصناعي الروسي في نوفمبر 2019 م، بدأ يناور باتجاه القمر الأمريكي. وفي منتصف يناير 2020 بعد انفصال القمر الصغير "المفتش"، أصبحا على مقربة من القمر الأمريكي، حيث كانت المسافة التي تفصلهما نحو 160 كيلومترا فقط ، ويضيف "نعتبر هذه الأفعال غير نمطية ومقلقة. لأنها يمكن أن تخلق وضعا خطيرا في الفضاء".

وكان الجنرال أندريه لاناتا، قائد القوات الاستراتيجية للناتو، الغرب معرض للخطر في الفضاء، لأن الأقمار الصناعية الروسية والصينية تجري مناورات على مقربة من أقماره.

ويذكر أنه في وقت سابق أعلن أن أجهزة التتبع الروسية تراقب التحركات المكثفة للأقمار الصناعية العسكرية الأمريكية GSSAP ، التي تقوم بعمليات تفتيش متفقدة الأقمار الصناعية التابعة للدول الأخرى.

مسؤول في الناتو: الفضاء لم يعد آمنا

يوم 08 فبراير 2020 م – قال رئيس القيادة الاستراتيجية لشؤون التحول في حلف الناتو، الجنرال، أندريه لاناتا، إنه اكتشف خطرا يهدد دول الحلف في الفضاء ، وأوضح لاناتا في حوار مع صحيفة "Washington Examiner" أن الخطر الذي يهدد قيادته يتمثل في تحركات أقمار صناعية روسية وصينية قرب أقمار صناعية تابعة للولايات المتحدة وحلفائها ، وأضاف في حواره أن هذه التحركات تشير إلى أن روسيا "تطارد" هذه الأقمار الصناعية. وقال رئيس القيادة الاستراتيجية للتحول في الناتو إن روسيا أطلقت مؤخرا قمرا صناعيا لمراقبة قمر صناعي أمريكي للتجسس، معتبرا أن الفضاء الخارجي لم يعد آمنا.

وفي إطار الرد علي هذا ، قال نائب رئيس لجنة شؤون الدفاع في مجلس الدوما الروسي، ألكسندر شيرين، إن تصريح الناتو بأن روسيا والصين تمثلان تهديدا لدول الحلف في الفضاء "لا أساس له ومثير للسخرية". وقال شيرين في تصريح لقناة "RT" إن تصريح رئيس القيادة الاستراتيجية لشؤون التحول في حلف الناتو، الجنرال أندريه لاناتا، بأن تحركات الأقمار الصناعية الروسية والصينية بالقرب من أقمار صناعية تابعة للولايات المتحدة وحلفائها يمثل تهديدا ويجعل الفضاء غير آمن، "هي قصة جديدة تتعلل بها واشنطن للزيادة في ميزانية الدفاع". وأوضح المسؤول الروسي أن "الولايات المتحدة عندما تريد رصد تمويلات أكبر لميزانيتها العسكرية لتحاول السيطرة على وضع في مكان، فإنها تعلل ذلك بالتصدي لـ"التهديد الروسي".

روسيا تصنع قمرا صناعيا جديدا "المفتّش"

قررت مؤسسة "روس كوسموس" الفضائية الحكومية الروسية تصنيع قمر صناعي تفتيشي جديد قادر على الاقتراب من أقمار صناعية أخرى. ونشرت المؤسسة على موقع المبيعات الحكومية طلبا بهذا الشأن يكلف شركة "سبارك – ماركيتينج" الروسية المقاولة بإعداد مشروع تصميمي للقمر الصناعي التفتيشي وخدمات صيانته في مدار الأرض الثابت. ويجب أن يكون جاهزا، بحلول 15 نوفمبر عام 2020 م.

يذكر أن القمر الصناعي التفتيشي له قدرة على القيام بمناورات في مدار الأرض والاقتراب من أقمار صناعية أخرى. كما بمقدوره أن يفحص الحالة التقنية للقمر الصناعي وينفذ أعمال الإصلاح والصيانة لأغراض مدنية وعسكرية على حد سواء.

يذكر أن وزارة الدفاع الروسية أفادت في أغسطس الماضي بتجربة القمرين الصناعيين التابعين لها في مدار الأرض وأحدهما هو قمر صناعي للاتصال وثانيهما هو قمر صناعي مفتش.

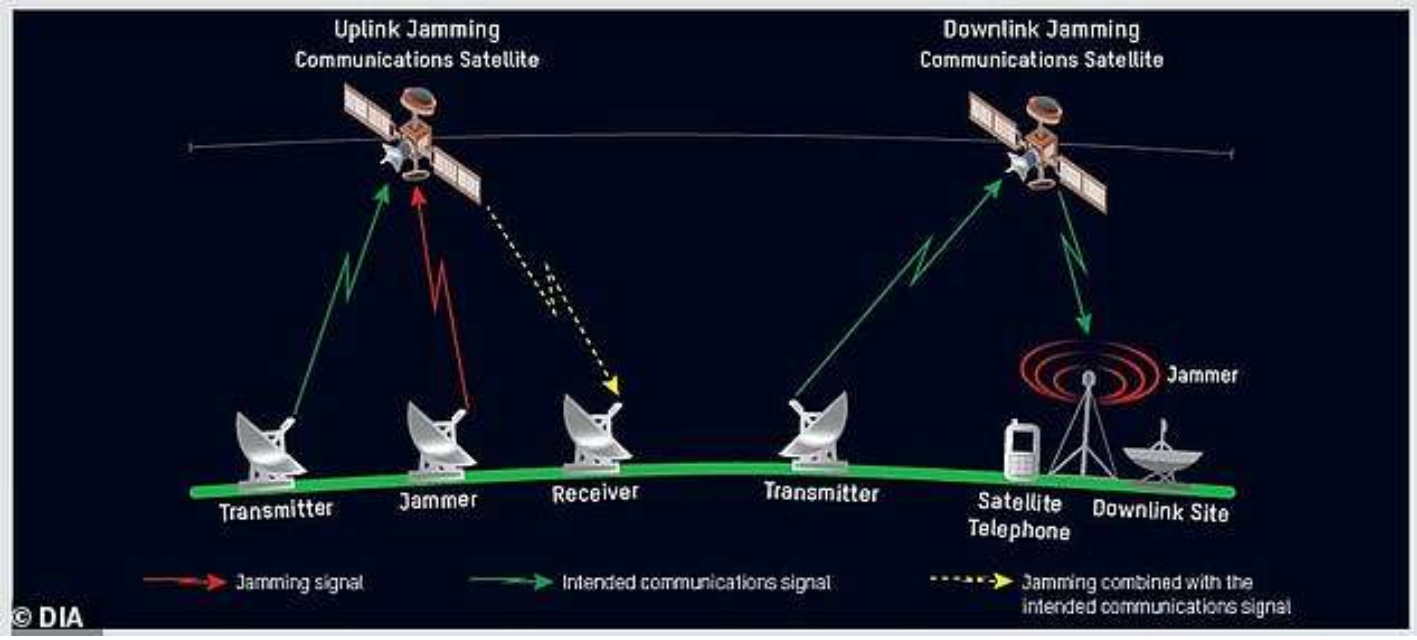
وقبل ذلك أطلقت وزارة الدفاع من قاعدة "بليسيتسك" الفضائية 4 أقمار صناعية من طراز "كوسموس – 2535"، "كوسموس – 2536"، "كوسموس – 2537"، "كوسموس – 2538". ويخصص القمران الصناعيان الأول والثاني، حسب وزارة الدفاع، لدراسة تأثير العوامل الطبيعية و الصناعية على الأجهزة المتوزعة في مجموعة الأقمار الصناعية العسكرية.

جدير بالذكر أن الاستخبارات الأمريكية تعتبر أن الأقمار الصناعية الروسية التفتيشية يمكن أن تشكل خطورة على أقمارها الصناعية.

سلاح جديد يمنع الأقمار من الاتصال بمراكزها على الأرض

The SMC shared this picture of the ground-based satellite communications jamming system on Twitter

حصلت القوات الفضائية الأمريكية على منظومة قتالية هي الأولى من نوعها، وهي ليست صاروخا أو ليزر وإنما منظومة Counter Communications System Block 10.2 [CCS B10.2] لمواجهة الاتصالات الفضائية. وبإمكان هذه المنظمة التشويش على اتصال الأقمار الصناعية بمراكز القيادة الأرضية. وقد تم نقل المنظومة إلى قاعدة جوية أمريكية في ولاية كولورادو حيث يرابط السرب الرابع التابع للقوات الفضائية الأمريكية. ولم يتم حتى الآن الكشف عن أية مواصفات تقنية للمنظومة المذكورة. فيما أفادت بعض وسائل الإعلام بأن الغاية من المنظومة هي منع الأقمار الصناعية من الاتصال بمراكزها الواقعة على الأرض.



This graphic depicts how the Space Force ground based satellites will jam an enemy target satellite. The weapon will be able to jam signal or allow some communications partially through

إن إسقاط الأقمار الصناعية في حال نشوب الحرب هو أبسط طريقة لحل تلك المشكلة. لكن الأقمار الصناعية تتوزع على مدارات وارتفاعات مختلفة وبعضها يحلق على ارتفاع 38 ألف كيلومتر فوق سطح الأرض، الأمر الذي يتطلب تخصيص الوسائل الكثيرة وإنفاق الأموال الباهظة لتصميم الأسلحة التي ستكافحها. لذلك يعتبر التشويش عليها من أبسط وأرخص سبل مكافحتها.

إلا أن هناك مشكلة أخرى وهي مشكلة نقل محطات التشويش إلى موقع من حيث تستطيع التأثير على مجالات الاتصال المعينة ومنع العدو من الحصول على تحذير عن الضربات الصاروخية.

يذكر أن الجيش الروسي يمتلك منظومة كهذه وهي منظومة "تيرادا – 2 إس" التي تضم محطتي التشويش الفضائي اللتين تحددان مجالات عمل الأقمار الصناعية وتشوشان عليها. وقد تم الكشف عن المنظومة في منتدى "الجيش – 2018" حيث وقعت اتفاقية تزويد القوات المسلحة بمنظومات "تيرادا". وقد تسلمتها عام 2019 وحدات المنطقة العسكرية الوسطى للجيش الروسي. أما برنامج تسليح الجيش الروسي لأعوام 2017 – 2027 فيقضي بتصميم منظومة "رودولف" الضاربة المضادة للأقمار الصناعية. ديلي ميل Dailymail .

نظام GSSAP للمراقبة الفضائية

كيف تستطيع أمريكا أن تكشف وجود أي قمر جديد في الفضاء أو تحرك الأقمار الموجودة عن مداراتها بشكل فوري .. كما حصل اليوم .. !!؟

بدأت أمريكا تطوير نظام GSSAP للمراقبة الفضائية بشكل سري منذ 2010 م ، ولم يعلن عنه حتى عام 2014 حين زاد النشاط الفضائي "الغير مدني" الروسي و الصيني .. كرسالة لهم أن نشاطهم الفضائي مرصود بشكل فوري.

يتكون نظام GSSAP من 4 أقمار حالياً و يتوقع إطلاق 2 آخرين في خريف 2020 م ، و يدعمه محطات مراقبة أرضية تتكامل معه. و تتواجد هذه الأقمار في مدارات جغرافية شبه متزامنة (ثابتة و متزامنة بآن واحد .. و هي قادرة على المناورة) و تتواجد على ارتفاع يصل إلى أكثر من 35000 كم ما يسمح لها بكشف كل النشاطات الفضائية في المدارات الأدنى بشكل فوري و دون انقطاع أو سوء الرؤية بسبب طقس أو بسبب تشويه الغلاف الجوي (كما يحصل في محطات المراقبة الأرضية).

وظيفة هذا النظام زيادة وعي القيادة العسكرية الأمريكية الظرفي بالموقف الفضائي في حينه ، من حيث:

1- حركة الأقمار الصناعية المعادية و مداراتها الدقيقة و تحركاتها في المدارات.

2- مراقبة الأقمار و البقايا الفضائية و فهرستها و التنبؤ بمساراتها و تأمين السلامة الفضائية للأقمار من الاصطدام.

حماية الأقمار الصناعية

تقنية روسية لحماية الأقمار الصناعية من التشويش

إنشاء بروتوكول لقناة اتصال Communication Channel ذات أمان متزايد ضد التشويش.

نظام للهبوط التلقائي Automatic Landing للمركبات الجوية غير المأهولة Unmanned Aerial vehicles على سطح غير مهيأ في ظروف الإجراءات المضادة الإلكترونية Electronic Countermeasures .

منصة اختبار اهتزاز رقمي Digital Vibration Test Bench لاختبار تكنولوجيا الفضاء.

ابتكر الخبراء في شركة "إيرا" ”Era“ Technopolis العسكرية الروسية للمبتكرات تكنولوجيا حماية الأقمار الصناعية من التشويش.

ابتكر الخبراء في شركة "إيرا" العسكرية الروسية للمبتكرات تكنولوجيا حماية الأقمار الصناعية من التشويش وضموا بذلك إمكانية إرسال المعلومات إلى الأرض عبر قناة اتصال سرية مستورة.

يذكر أن شركة "إيرا" للمبتكرات تكنوبوليس Era Technopolis التي قامت وزارة الدفاع الروسية باستحداثها بغية تطوير تقنيات متطورة في مجال الدفاع. وتتخصص الشركة في مجالات الذكاء الصناعي والروبوتات والأقمار الصناعية الصغيرة والأمن الكمبيوتري وغيرها من المجالات.

وقال رئيس الشركة العسكرية اللواء، فلاديمير إيفانوفسكي Vladimir Ivanovsky ، إن الخبراء في الشركة قد قاموا بوضع تكنولوجيا إرسال أخبار فورية محمية من الصعب جدا التقاطها وحل شيفرتها، وذلك أثناء الاتصالات بين قمر صناعي ومركز قيادة أرضي.

وأضاف أن خبراء الشركة وضعوا مشروعا آخر يخص الأقمار الصناعية والمركبات الفضائية صغيرة الحجم. والمقصود بالأمر هو نظام هبوط الأقمار الصناعية والمركبة الفضائية على الأرض في منطقة غير مجهزة لذلك وفي ظروف التشويش عليه من قبل جانب آخر.

وشارك في إعداد المشروع الخبراء من قسم الرؤية التقنية والتعرف على الصور والأجسام.

المصدر: موقع RT نقلا عن تاس TASS يوم 02 فبراير 2021 م

وتبعا لموقع en24 ، قام خبراء شركة Era Technopolis ، ووفقًا لما أوردته TASS ، بإنشاء بروتوكولًا متخصصًا يوفر القدرة على نقل البيانات من المركبات الفضائية عبر قناة اتصال Communication Channel ذات أمان متزايد.

يتم تنفيذ العمل في عدد من المجالات ، بما في ذلك الذكاء الصناعي Artificial Intelligence ، والروبوتات Robotics ، والمركبات الفضائية الصغيرة ، والرؤية الآلية Machine Vision ، وأمن المعلومات Information Security ، إلخ.

قال رئيس تكنوبوليس ، الفريق فلاديمير إيفانوفسكي Vladimir Ivanovsky في مقابلة مع صحيفة كراسنايا زفيزدا Krasnaya Zvezda "كجزء من تطوير أنظمة اتصالات واعدة على أساس معمل اختبار المركبات الفضائية الصغيرة ، تم تطوير بروتوكول *protocol* لإرسال الرسائل الفورية *Instant Messages* مع زيادة الأمان".

كما تحدث السيد إيفانوفسكي Ivanovsky عن مشروع آخر واعد. نحن نتحدث عن نظام للهبوط التلقائي Automatic Landing للمركبات الجوية غير المأهولة Unmanned Aerial vehicles على سطح غير مهيأ في ظروف الإجراءات المضادة الإلكترونية Electronic Countermeasures . يشارك موظفو قسم الرؤية التقنية والتعرف على الأنماط Technical Vision And Pattern Recognition في إنشاء هذه التكنولوجيا.

وبالشراكة مع TsNIIMash ، تعمل شركة Era Technopolis على تطوير منصة اختبار اهتزاز رقمي Digital Vibration Test Bench لاختبار تكنولوجيا الفضاء. سيؤدي هذا النظام إلى تحسين موثوقية Reliability معدات الأقمار الصناعية الروسية.

روابط الموقع والصفحات التابعة له

- قسم الفضاء في مكتبة محاكاة الأجهزة

- صفحة الفضاء Inst_Space

- **مجموعة أجهزة ومعدات الفضاء Inst_Space**

كتب أجنبية عن الأقمار الصناعية

كتاب The Commercial Space Launch Industry: Small Satellite Opportunities And Challenges - 19 إبريل 2016 م - عدد الصفحات 127 صفحة

موضوعات أخري

مقالات

* مكتبة الأقمار الصناعية
* مواقع إلكترونية وقواعد بيانات الأقمار الصناعية
* ما الذي جعل الأقمار الصناعية ذات المدار الأرضي المنخفض LEO Satellites هي سباق جديدا في الفضاء ؟
* كيف يمكن رؤية الأقمار الصناعية في السماء؟
* بطاريات يابانية من الليثيوم–أيون Lithium–Ion تحقق نجاح في البيئات الفضائية القاسية
* التأخير في إشارة الأقمار الصناعية

* مصطلحات خاصة بعملية إطلاق الأقمار الصناعية
* نشر الأقمار الصناعية الصغيرة من المحطة الفضائية الدولية Deploying Small Satellites From ISS
* الإطلاق الفضائي من البحر
* نظام الإطلاق الجوي إلي المدار Air–Launch–to–Orbit
* ما الذي يتطلبه الأمر لوضع قمر صناعي للهواة Amateur–Satellite في المدار؟

* أدوات الهواة لمراقبة الأقمار الصناعية
* تطوير تقنيات بصرية خفيفة غير مسبوقة للأقمار الصناعية النانوية Nanosatellites
* القمر الصناعي المصري طيبة TIBA1
* القمر الصناعي المصري Egyptsat–A
* برنامج القمر الصناعي المصري المصغر NARSSCube نارس كيوب
* خليفة سات KhalifaSat

* نجاح الهند في اسقاط قمر صناعي

كتب

الأقمار الصناعية

* كتاب الأقمار الصناعية Satellites من التصنيع والإطلاق إلي الإنزال – الإصدار الثاني

* كتاب : أقمار إيبوكي Ibuki Satellites اليابانية لرصد الأرض – الإصدار الثاني

* كتاب : كل شئ عن القمر الصناعي الياباني GRUS-1A

* كتاب : الاستشعار عن بعد واستخداماته في علم الآثار

* كتاب : (سلسلة قصة قمر صناعي) أول قمر تنجح إيران في إطلاقه نور Noor-1

* كتاب : (سلسلة قصة قمر صناعي) أول قمر إتصالات أنجولي أنجوسات AngoSat-1

* كتاب : القمر الصناعي المصري مصرسات-2 أو MisrSat-2

* كتاب : القمر الصناعي التونسي تحدي Challenge 1

مركبات الإطلاق الفضائي

* كتاب : شركة أسترا Astra لإطلاق الأقمار الصناعية الصغيرة

* كتاب : اليابان وأصغر الصواريخ الفضائية الحاملة للأقمار الصناعية SS-520 .

* كتاب : الصاروخ مومو MOMO أول صاروخ تجاري ياباني Commercial Rocket

* كتيب التعريف بقسم : هندسة الطيران والفضاء 2005 م – جامعة الملك فهد .

* كتاب : شركة ڤيرجن أوربت Virgin Orbit وإطلاق الأقمار الصناعية بمساعدة طائرة

سفن الفضاء Spaceships

* كتاب : امتحان رائد الفضاء Astronaut Test

* كتاب : أحكام الفضاء الخارجي في الفقه الإسلامي

* كتاب : استخدام الفضاء الخارجي وانعكاساته

* كتاب : رحلات الفضاء _ تاريخ موجز Spaceflight: A Concise History

* كتاب 7 أيام في الفضاء

* كتاب : Packing for Mars

* كتاب : أطلس الفضاء The Space Atlas

* كتاب: المركبة الفضائية Space Ship من التصنيع إلي الإطلاق والهبوط (ص2)

* كتاب : مركبة التنين الفضائية (دراجون) المأهولة Crew Dragon

* كتاب : قصة الإطلاق التجريبي لمركبة Starliner المأهولة إلى المحطة الفضائية الدولية

مسابير الفضاء

* مسابير الفضاء – Space Probes الإصدار الأول (نسخة تجريبية)

* كتاب : البعثة الفضائية إنسايت InSight لاستكشاف باطن المريخ

* كتاب : مسبار الأمل الإماراتي إلي المريخ UAE Hope Mars Probe

* كتاب : كل شئ عن مسبار الصين إلي المريخ تيانون Tianwen-1

* كتاب : المسبار القمري الإماراتي راشد UAE Rashid Lunar Rover

* كتاب : المسبار القمري الصيني تشانغي Chang'e 5