

India's Satellite Programme

Communication | Earth Observation | Navigation

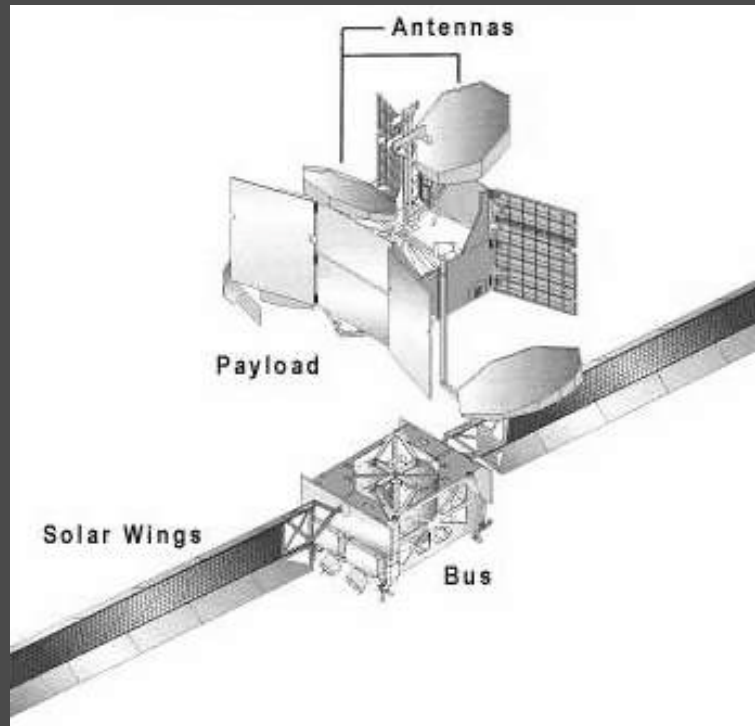
Artificial Satellites

Artificial Satellite

- A man-made object
 - Intentionally placed into orbit around Earth or another celestial body
 - Used for various purposes but the 4 major purposes are:
 1. Communication
 2. Weather monitoring and Earth observation
 3. Navigation
 4. Scientific research
- एक मानव निर्मित पिंड
 - योजना के तहत पृथ्वी या किसी अन्य खगोलीय पिंड की कक्षा में स्थापित किया गया हो
 - विभिन्न उद्देश्यों के लिए उपयोग किया जाता है लेकिन 4 प्रमुख उद्देश्य हैं:
 - संचार
 - मौसम की निगरानी और पृथ्वी का अवलोकन
 - मार्गदर्शन
 - वैज्ञानिक अनुसंधान

Key points

1. Orbit: Artificial satellites orbit around the Earth in various types of orbits such as geostationary, polar, and sun-synchronous orbits, depending on their function.
 2. Launch: They are launched into the correct orbit using rockets.
 3. Components: A typical satellite consists of:
 1. Payload (which carries the instruments or technology to fulfill its mission)
 2. Bus (which has the support systems like power supply, solar panels, communication, and propulsion systems)
- कक्षा: कृत्रिम उपग्रह अपने कार्य के आधार पर विभिन्न प्रकार की कक्षाओं जैसे भूस्थैतिक, ध्रुवीय और सूर्य-तुल्यकालिक कक्षाओं में पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करते हैं।
 - लॉन्च: इन्हें रॉकेट का उपयोग करके सही कक्षा में लॉन्च किया जाता है।
 - घटक: एक विशिष्ट उपग्रह में निम्न शामिल होते हैं:
 1. पेलोड (जो अपने मिशन को पूरा करने के लिए उपकरण या प्रौद्योगिकी ले जाता है)
 2. बस (जिसमें बिजली आपूर्ति, सौर पैनल, संचार और प्रणोदन प्रणाली जैसी सहायक प्रणालियाँ हैं)



Main types-1

- Communication

- Facilitate global wireless communication
- Transmit signals between ground stations
- Mostly in GEO
- India's Example: INSAT series, GSAT series (like GSAT-31)

संचार

- वैश्विक वायरलेस संचार को सुगम बनाना
- ग्राउंड स्टेशनों के बीच सिग्नल संचारित करते हैं
- अधिकतर GEO में
- भारत का उदाहरण: INSAT श्रृंखला, GSAT श्रृंखला (जैसे GSAT-31)

Main types-2

- Weather and Earth Observation
 - Monitor weather patterns and climate changes
 - Assist in forecasting and disaster management
 - Provide detailed Earth imagery for mapping and urban planning
 - Mostly in SSPO but also in GSO
 - India's Example: INSAT-3D (for weather forecasting), Cartosat series (for Earth observation)
- मौसम और पृथ्वी अवलोकन
 - मौसम और जलवायु परिवर्तन का प्रेक्षण
 - आपदा पूर्वानुमान एवं आपदा प्रबंधन में सहायता करना
 - मानचित्रण और शहरी नियोजन के लिए विस्तृत पृथ्वी चित्रण
 - अधिकतर SSPO में लेकिन GSO में भी
 - भारत का उदाहरण: इन्सैट-3डी (मौसम पूर्वानुमान के लिए), रिसोर्सेट, कार्टोसैट श्रृंखला (पृथ्वी अवलोकन के लिए)

Main types-3

- Navigation
 - Provide accurate positioning and timing information globally
 - Assist in navigation and location-based services
 - In geostationary orbit (GEO) / in geosynchronous orbits (GSO)
 - Global systems in MEO
 - India's Example: IRNSS and NVS-01 (first of the second-generation satellites in India)
- नौवहन
 - विश्व स्तर पर सटीक स्थिति और समय की जानकारी
 - नेविगेशन और स्थान-आधारित सेवाओं में सहायता
 - भूस्थैतिक कक्षा (GEO) में / भूतुल्यकाली कक्षा (GSO) में
 - वैश्विक प्रणाली MEO में
 - भारत का उदाहरण: IRNSS और NVS-01 (भारत में दूसरी पीढ़ी के उपग्रहों में से पहला)

Main types-4

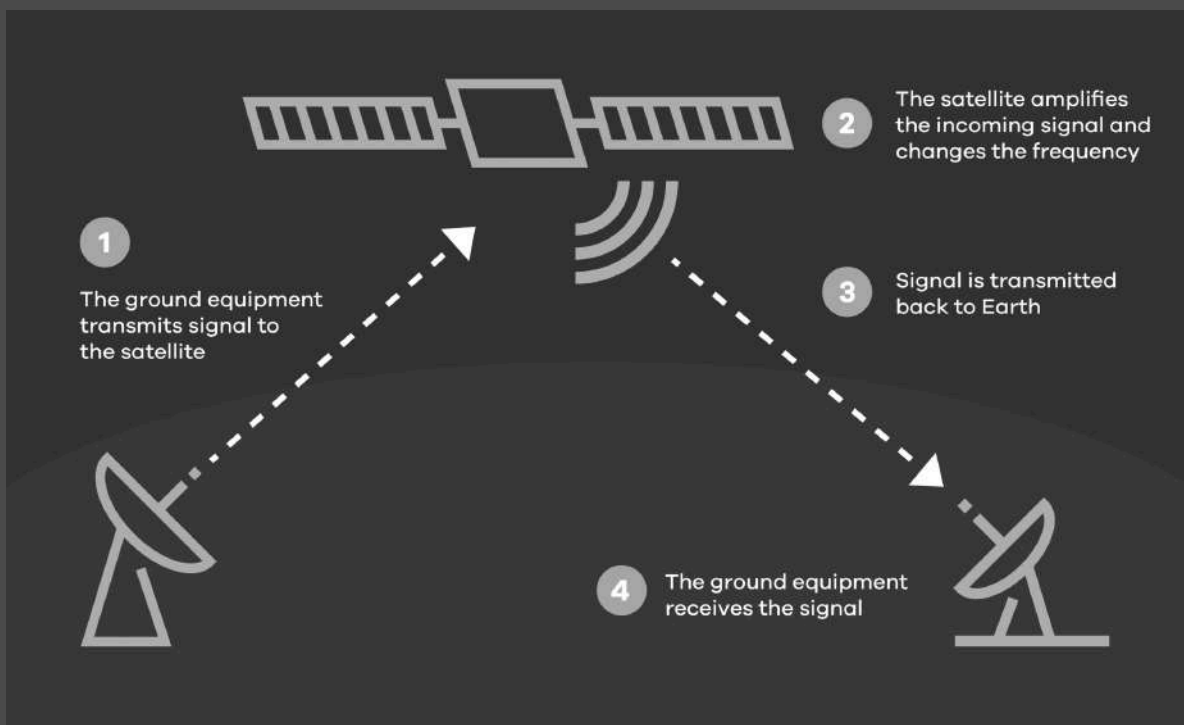
- Scientific Research
 - Conduct astronomical observations
 - Orbit varies with the purpose of the research
 - India's Example: Astrosat (for astronomical observations), Chandrayaan and Mangalyaan (for space research), Aditya L1 (for Sun observation)
- वैज्ञानिक अनुसंधान
 - खगोलीय प्रेक्षणों का संचालन
 - कक्षा अनुसंधान के उद्देश्य पर आधारित
 - भारत का उदाहरण: एस्ट्रोसैट (खगोलीय अवलोकन के लिए), चंद्रयान और मंगलयान (अंतरिक्ष अनुसंधान के लिए), आदित्य एल1 (सूर्य अवलोकन के लिए)

Communication Satellites

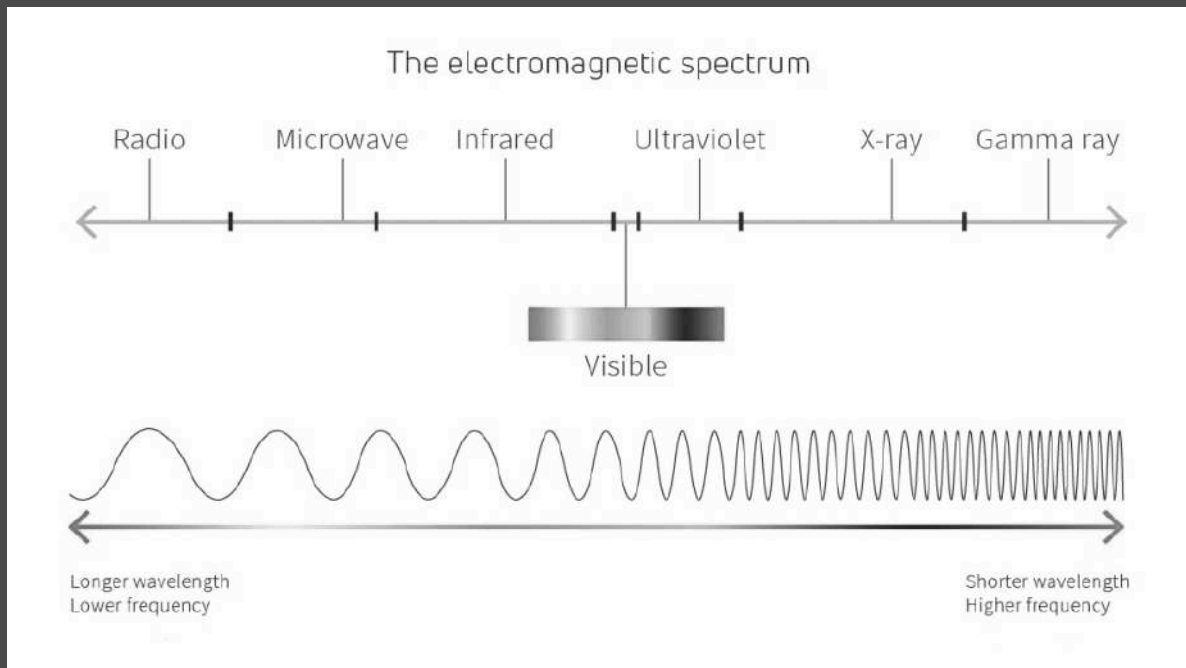
What are communication satellites?

- Man-made objects in orbit facilitating global communication
 - Transmit and receive signals between ground stations
 - Enable wireless communication networks including:
 - Public services like TV, radio, internet, long-distance telephony etc.
 - Dedicated services like – communication networks for armed forces, seafaring, air-traffic, banking, stock exchanges etc.
 - Also integral in
 - connecting remote areas to communication networks for e-Governance, Tele-medicine, Remote education etc.
 - support emergency communication during disasters
 - Examples: INSAT series, GSAT series (of India)
- नियत कक्षा में मानव निर्मित उपग्रह जो वैश्विक संचार की सुविधा प्रदान करती हैं
 - ग्राउंड स्टेशनों के बीच सिग्नल संचारित और प्राप्त करते हैं
 - वायरलेस संचार नेटवर्क सक्षम करते हैं जिनमें शामिल हैं:
 - सार्वजनिक सेवाएँ जैसे टीवी, रेडियो, इंटरनेट, लंबी दूरी की टेलीफोनी आदि।
 - समर्पित सेवाएँ जैसे - सशस्त्र बलों के लिए संचार नेटवर्क, समुद्री यात्रा, हवाई-यातायात, बैंकिंग, स्टॉक एक्सचेंज आदि।
 - अन्य
 - ई-गवर्नेंस, टेली-मेडिसिन, दूरस्थ शिक्षा आदि के लिए दूरदराज के क्षेत्रों को संचार नेटवर्क से जोड़ना।
 - आपदाओं के दौरान आपातकालीन संचार का समर्थन
 - उदाहरण: इन्सैट श्रृंखला, जीसैट श्रृंखला (भारत की)

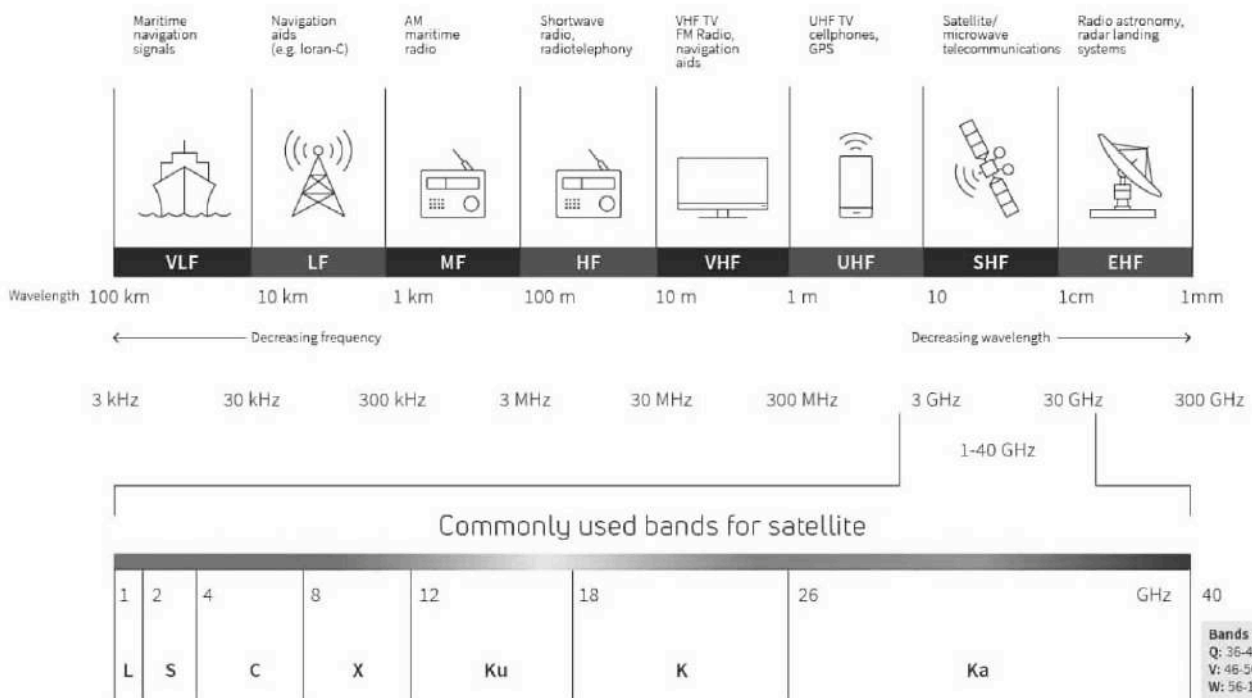
How communication satellites work



Types of satellite communication spectrum-1



Applications along the EM spectrum



C, Extended C, and Ku-bands-1

- C-Band (3 to 4 GHz)
 - Used for traditional satellite television/radio broadcasting
 - Less susceptible to rain fade compared to higher frequency bands
 - Utilized for long-distance telecommunication
- Extended C-Band (4 to 8 GHz)
 - Offers slightly extended frequency range compared to standard C-band
 - Used for direct-broadcast satellite services
 - Suitable for mobile communication and radar applications
- सी-बैंड (3 से 4 गीगाहर्ट्ज़)
 - पारंपरिक उपग्रह टेलीविजन/रेडियो प्रसारण के लिए उपयोग किया जाता है
 - उच्च आवृत्ति बैंड की तुलना में बारिश के फीका पड़ने की संभावना कम है
 - लंबी दूरी की दूरसंचार के लिए उपयोग किया जाता है
- विस्तारित सी-बैंड (4 से 8 गीगाहर्ट्ज़)
 - मानक सी-बैंड की तुलना में थोड़ी विस्तारित आवृत्ति रेंज प्रदान करता है
 - प्रत्यक्ष-प्रसारण उपग्रह सेवाओं के लिए उपयोग किया जाता है
 - मोबाइल संचार और रडार अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त

C, Extended C, and Ku-bands-2

- Ku-Band (12-18 GHz)
 - Used for satellite TV broadcasting, especially for DTH (Direct to Home) services
 - Utilized in radar and satellite communication systems
 - More susceptible to rain fade compared to C-band, requiring larger antennas for compensation
- Applications and Use Cases
 - C-Band: Ideal for rural area connectivity due to lower frequency and better penetration
 - Extended C-Band: Preferred for mobile and radar applications with a wider frequency range
 - Ku-Band: Commonly used for urban area connectivity and high-definition satellite TV broadcasting due to higher frequency and data transmission rate
- Ku-बैंड (12-18 गीगाहर्ट्ज़)
 - सैटेलाइट टीवी प्रसारण के लिए उपयोग किया जाता है, विशेष रूप से डीटीएच (डायरेक्ट टू होम) सेवाओं के लिए
 - रडार और उपग्रह संचार प्रणालियों में उपयोग किया जाता है
 - सी-बैंड की तुलना में बारिश के फीका पड़ने की अधिक संभावना है, क्षतिपूर्ति के लिए बड़े एंटेना की आवश्यकता होती है
- अनुप्रयोग
 - सी-बैंड: कम आवृत्ति और बेहतर पैठ के कारण ग्रामीण क्षेत्र की कनेक्टिविटी के लिए आदर्श
 - विस्तारित सी-बैंड: व्यापक आवृत्ति रेंज वाले मोबाइल और रडार अनुप्रयोगों के लिए पसंदीदा
 - Ku -बैंड: उच्च आवृत्ति और डेटा ट्रांसमिशन दर के कारण आमतौर पर शहरी क्षेत्र कनेक्टिविटी और हाई-डेफिनिशन सैटेलाइट टीवी प्रसारण के लिए उपयोग किया जाता है।

India's communication satellites programme

- Largest domestic communication satellite system in Asia-Pacific
- Initiated in 1983 with INSAT-1B
- Revolutionized India's communication sector
- Currently has 9 operational satellites in geostationary orbit (ISRO: 12 September 2023)
- Equipped with over 200 transponders in C, Extended C, and Ku-bands
- एशिया-प्रशांत में सबसे बड़ी घरेलू संचार उपग्रह प्रणाली
- 1983 में INSAT-1B के साथ आरंभ किया गया
- भारत के संचार क्षेत्र में बड़ी भूमिका
- वर्तमान में भूस्थैतिक कक्षा में 9 परिचालन उपग्रह हैं (इसरो: 12 सितंबर 2023)
- सी, एक्सटेंडेड सी और क्यू-बैंड में 200 से अधिक ट्रांसपोंडर से लैस

Most recent 5 launches

<u>CMS-01</u>	Dec 17, 2020		<u>PSLV-C50/CMS-01</u>	Communication
<u>GSAT-30</u>	Jan 17, 2020	3357 kg	Ariane-5 VA-251	Communication
<u>GSAT-31</u>	Feb 06, 2019	2536 kg	Ariane-5 VA-247	Communication
<u>GSAT-7A</u>	Dec 19, 2018		<u>GSLV-F11 / GSAT-7A Mission</u>	Communication
<u>GSAT-11 Mission</u>	Dec 05, 2018	5854 kg	Ariane-5 VA-246	Communication

Major applications

- 7 major application areas in India:
 1. Facilitates telecommunication
 2. TV broadcasting
 3. Enables satellite news gathering
 4. Assists in societal applications
 5. Aids in weather forecasting
 6. Provides disaster warning services
 7. Supports Search and Rescue operations
- भारत में 7 प्रमुख अनुप्रयोग क्षेत्र:
 1. दूरसंचार की सुविधा प्रदान करता है
 2. टीवी प्रसारण
 3. उपग्रह समाचार एकत्रित करने में सक्षम बनाता है
 4. सामाजिक अनुप्रयोगों में सहायता करता है
 5. मौसम की भविष्यवाणी में सहायता
 6. आपदा चेतावनी सेवाएँ प्रदान करता है
 7. खोज और बचाव कार्यों का समर्थन करता है

Earth Observation Satellites

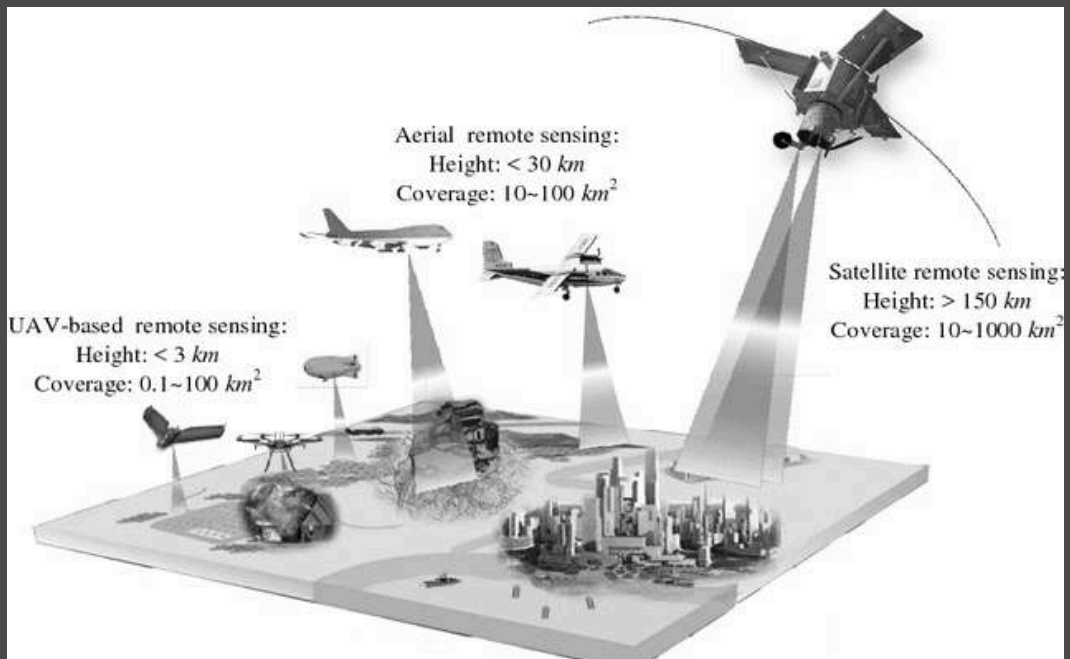
What are earth observation satellites

- Man-made satellites orbiting Earth for remote sensing
- Mostly placed in SSPO
- Some may be placed in LEO / GEO / GSO especially for weather monitoring and forecast purposes
- Capture detailed images of Earth's surface for various analysis
- Have a wide range of applications in diverse areas (Next slide)
- रिमोट सेंसिंग के लिए मानव निर्मित उपग्रह पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे हैं
- अधिकतर SSPO में रखे जाते हैं
- कुछ को विशेष रूप से मौसम की निगरानी और पूर्वानुमान उद्देश्यों के लिए LEO / GEO / GSO में रखा जा सकता है
- विभिन्न विश्लेषणों के लिए पृथ्वी की सतह की विस्तृत छवियां कैचर करते हैं
- विविध क्षेत्रों में अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला है (अगली स्लाइड)

Major use cases for remote earth observation

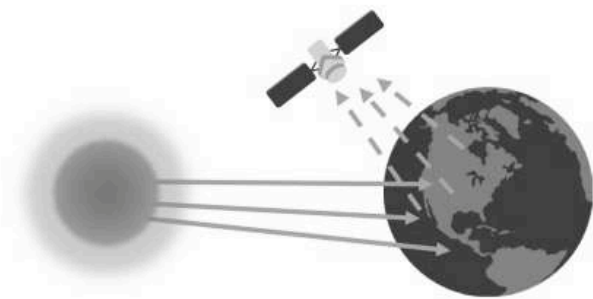
1. Monitor weather patterns and climate changes
2. Assist in urban planning and mapping
3. Help in disaster management and forecasting
4. Utilized in environmental monitoring and resource management
5. Contribute to scientific research on Earth's physical, chemical, and biological systems
6. Support military and security applications through surveillance and reconnaissance
7. Facilitate infrastructure development by providing data on topography and land use
8. Enhance agricultural planning through soil, crop, and water resource monitoring
- मौसम और जलवायु परिवर्तन पर नजर
- शहरी नियोजन और मानचित्रण में सहायता करना
- आपदा प्रबंधन एवं पूर्वानुमान में सहायता
- पर्यावरण निगरानी और संसाधन प्रबंधन में उपयोग किया जाता है
- पृथ्वी की भौतिक, रासायनिक और जैविक प्रणालियों पर वैज्ञानिक अनुसंधान में योगदान
- निगरानी और तोही के माध्यम से सैन्य और सुरक्षा अनुप्रयोगों का समर्थन
- स्थलाकृति और भूमि उपयोग पर डेटा प्रदान करके बुनियादी ढांचे के विकास को सुविधाजनक बनाना
- मिट्टी, फसल और जल संसाधन की निगरानी के माध्यम से कृषि योजना को बढ़ाना

How remote sensing satellites work-1

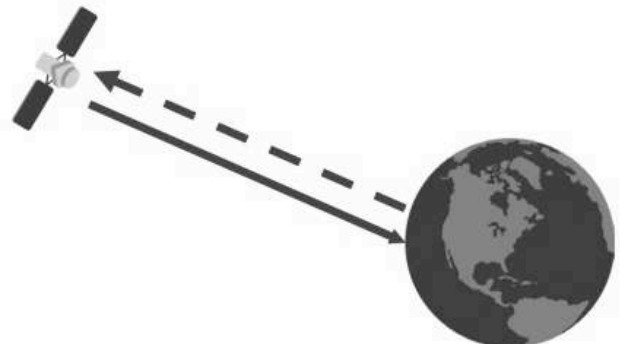


How remote sensing satellites work-2

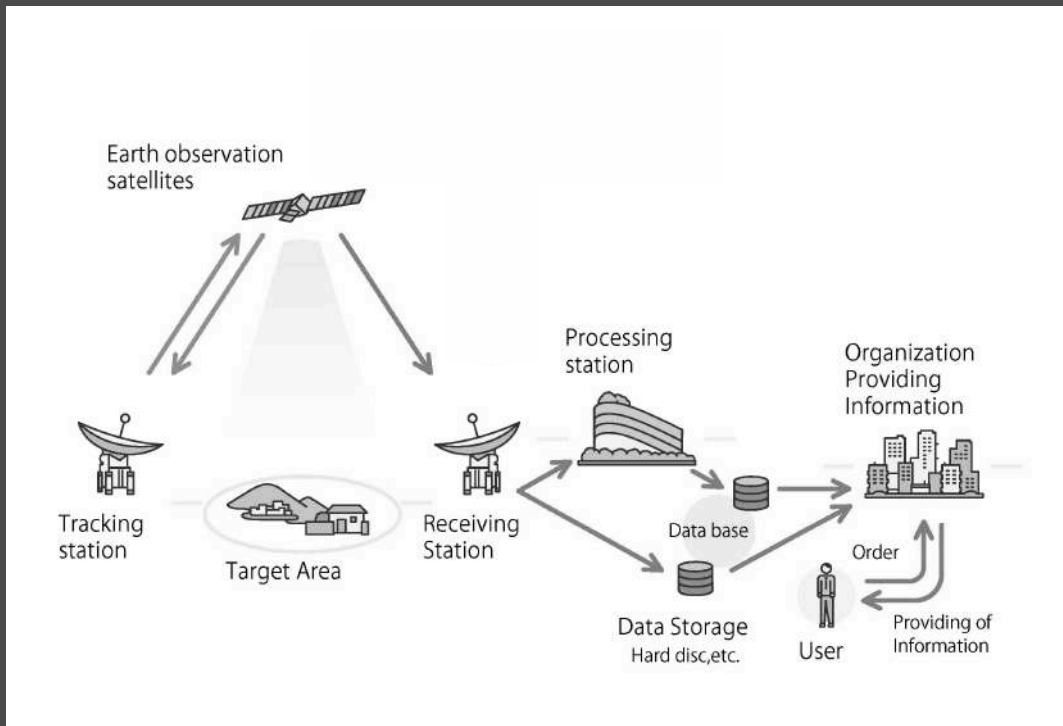
Passive Sensors



Active Sensors



How remote sensing satellites work-3



India's Earth Observation Programme

- Initiated with the launch of IRS-1A in 1988
- ISRO operates one of the largest remote sensing satellite constellations globally
- Equipped with diverse instruments for varied spatial, spectral, and temporal resolutions
- India has a total of 23 Earth Observation Satellites in space (PIB, 11 August 2023)
- Cater to both domestic and global user requirements
- 1988 में IRS-1A के लॉन्च के साथ शुरुआत हुई
- इसरो विश्व स्तर पर सबसे बड़े रिमोट सेंसिंग उपग्रह समूहों में से एक का संचालन करता है
- विभिन्न स्थानिक, वर्णक्रमीय और लौकिक प्रेक्षण के लिए विविध उपकरणों से सुसज्जित
- भारत के पास अंतरिक्ष में कुल 23 पृथ्वी अवलोकन उपग्रह हैं (PIB, 11 अगस्त 2023)
- घरेलू और वैश्विक दोनों उपयोगकर्ताओं की आवश्यकताओं को पूरा करते हैं

Navigation Satellites

What are Navigation Satellites?

- Autonomous geo-positioning provider satellites
 - Part of global or regional satellite navigation systems
 - Provide 3 services
 - Position
 - Time
 - Navigation
 - Operate independently of telephonic or internet reception
 - Communicate directly with a receiver device
- स्वायत्त भू-स्थिति प्रदाता उपग्रह
 - वैश्विक या क्षेत्रीय उपग्रह नेविगेशन सिस्टम का हिस्सा
 - 3 सेवाएँ प्रदान करते हैं
 1. स्थान बताना
 2. समय बताना
 3. मार्गदर्शन करना
 - टेलीफ़ोनिक या इंटरनेट रिसेप्शन से स्वतंत्र रूप से काम करते हैं
 - रिसेवर डिवाइस से सीधे संचार करते हैं

Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

- United States: Global Positioning System (GPS) – 31 satellites
- Russia: Global Navigation Satellite System (GLONASS)
- China: BeiDou Navigation Satellite System
- European Union: Galileo
- General features of GNSS:
 - 18-35 medium Earth orbit (MEO) satellites
 - Orbital inclinations $>50^\circ$
 - Orbital periods: ~ 12 hours
 - Altitude: $\sim 17,000$ - $20,000$ kilometers
- संयुक्त राज्य अमेरिका: ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस) - 31 उपग्रह
- रूस: ग्लोबल नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम (ग्लोनास)
- चीन: BeiDou नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम
- यूरोपीय संघ: गैलीलियो
- जीएनएसएस की सामान्य विशेषताएं:
 - 18-35 मध्यम पृथ्वी कक्षा (एमईओ) उपग्रह
 - कक्षीय झुकाव $>50^\circ$
 - कक्षीय अवधि: ~ 12 घंटे
 - ऊंचाई: $\sim 17,000$ - $20,000$ किलोमीटर

Regional Navigation Satellite Systems

- Japan: Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)
 - Enhances GPS accuracy
 - Independent navigation from GPS planned for 2023-24
- India: Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) or NavIC (Navigation with Indian Constellation)
 - Autonomous regional satellite navigation system, developed by ISRO
 - Provides accurate position information services
 - Coverage: India and up to 1500 km from its boundary
 - Offers reliable position, navigation, and timing services
- जापान: क्वासी-जेनिथ सैटेलाइट सिस्टम (क्यूजेडएसएस)
 - जीपीएस सटीकता को बढ़ाता है
 - 2023-24 के लिए जीपीएस से स्वतंत्र नेविगेशन की योजना बनाई गई है
- भारत: भारतीय क्षेत्रीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम (आईआरएनएसएस) या NavIC (भारतीय उपग्रहों के साथ नेविगेशन)
 - इसरो द्वारा विकसित स्वायत्त क्षेत्रीय उपग्रह नेविगेशन प्रणाली
 - सटीक स्थिति सूचना सेवाएँ प्रदान करता है
 - कवरेज: भारत और इसकी सीमा से 1500 किमी तक
 - विश्वसनीय स्थिति, नेविगेशन और समय सेवाएँ प्रदान करता है

India's SatNav System-1

- Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) or NavIC (Navigation with Indian Constellation) Named "NavIC" (Navigation with Indian Constellation) by Prime Minister Mr. Narendra Modi
- Developed by the Indian Space Research Organization (ISRO)
- Coverage and Services
 - Provides real-time positioning and timing services
 - Coverage: India and surrounding region (up to 1500 km)
 - Plans for further extension of coverage area
 - Two levels of service:
 1. Standard Positioning Service (open for civilian use)
 2. Restricted Service (encrypted, for authorized users including military)
- भारतीय क्षेत्रीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम (आईआरएनएसएस) या NavIC (भारतीय उपग्रहों के साथ नेविगेशन) को प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी द्वारा "NavIC" नाम दिया गया है।
- भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) द्वारा विकसित
- कवरेज और सेवाएँ
 - वास्तविक समय पोजीशनिंग और टाइमिंग सेवाएं प्रदान करता है
 - कवरेज: भारत और आसपास का क्षेत्र (1500 किमी तक)
 - कवरेज क्षेत्र को और अधिक विस्तारित करने की योजना
 - सेवा के दो स्तर:
 1. मानक स्थिति निर्धारण सेवा (नागरिक उपयोग के लिए खुली)
 2. प्रतिबंधित सेवा (सेना सहित अधिकृत उपयोगकर्ताओं के लिए एन्क्रिप्टेड)

India's SatNav System-2

Technical Details

- Constellation of 8 satellites in orbit
 - 3 satellites in geostationary orbit (GEO)
 - 5 satellites in geosynchronous orbits (GSO) with a 29° inclination to the equatorial plane
- 2 additional stand-by satellites on ground
- Position accuracy: better than 20 meters (GPS: 7.0-meter accuracy, 95% of the time, globally)
- Operates during all weather conditions
- Dual frequency operation: L5 and S band
- तकनीकी डिटेल
 - कक्षा में 8 उपग्रहों का तंत्र
 - भूस्थैतिक कक्षा (GEO) में 3 उपग्रह
 - भूमध्यरेखीय तल पर 29° झुकाव के साथ भू-समकालिक कक्षाओं (जीएसओ) में 5 उपग्रह
 - जमीन पर 2 अतिरिक्त स्टैंड-बाय उपग्रह
 - स्थिति सटीकता: 20 मीटर से बेहतर (जीपीएस: 7.0-मीटर सटीकता, 95% समय, वैश्विक स्तर पर)
 - सभी मौसम स्थितियों के दौरान काम करता है
 - दोहरी आवृत्ति संचालन: L5 और S बैंड

India's SatNav System-3

- Launch Timeline of IRNSS Satellites
 1. IRNSS-1A: July 2, 2013
 2. IRNSS-1B: April 4, 2014
 3. IRNSS-1C: October 16, 2014
 4. IRNSS-1D: March 28, 2015
 5. IRNSS-1E: January 20, 2016
 6. IRNSS-1F: March 10, 2016
 7. IRNSS-1G: April 28, 2016
 8. IRNSS-1I: April 12, 2018
- Note: The PSLV-39 / IRNSS-1H launch was unsuccessful, and the satellite could not reach orbit
- आईआरएनएसएस उपग्रहों की लॉन्च टाइमलाइन
 1. आईआरएनएसएस-1ए: 2 जुलाई 2013
 2. आईआरएनएसएस-1बी: 4 अप्रैल 2014
 3. आईआरएनएसएस-1सी: 16 अक्टूबर 2014
 4. आईआरएनएसएस-1डी: 28 मार्च 2015
 5. आईआरएनएसएस-1ई: 20 जनवरी 2016
 6. आईआरएनएसएस-1एफ: 10 मार्च 2016
 7. आईआरएनएसएस-1जी: 28 अप्रैल, 2016
 8. आईआरएनएसएस-1आई: 12 अप्रैल, 2018
- नोट: पीएसएलवी-39/आईआरएनएसएस-1एच प्रक्षेपण असफल रहा, और उपग्रह कक्षा तक नहीं पहुंच सका

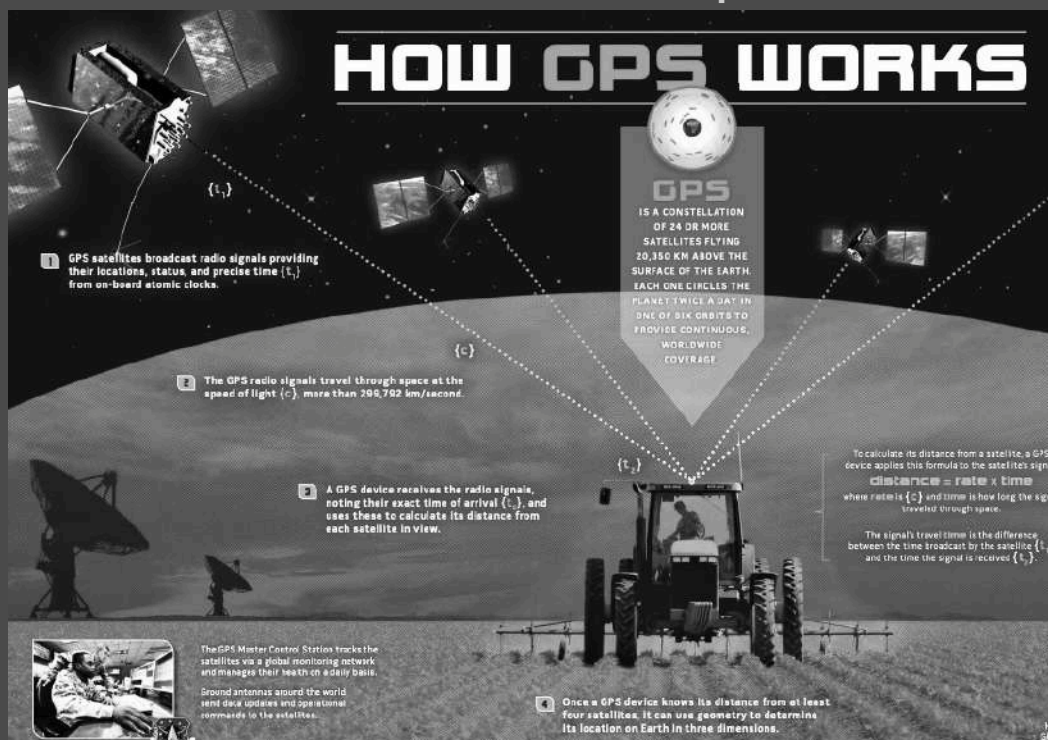
Some applications of IRNSS

- Terrestrial, Aerial and Marine Navigation
- Disaster Management
- Vehicle tracking and fleet management
- Integration with mobile phones
- Precise Timing
- Mapping and Geodetic data capture
- Terrestrial navigation aid for hikers and travellers
- Visual and voice navigation for drivers
- स्थलीय, हवाई और समुद्री नेविगेशन
- आपदा प्रबंधन
- वाहन ट्रैकिंग और बेड़े प्रबंधन
- मोबाइल फोन के साथ एकीकरण
- सटीक समय
- मैपिंग और जियोडेटिक डेटा कैचर
- पैदल यात्रियों और यात्रियों के लिए स्थलीय नेविगेशन सहायता
- ड्राइवरों के लिए दृश्य और ध्वनि नेविगेशन

NVS-01

- NVS-01: First second-generation satellite in NavIC services
- GSLV-F12/NVS-01 mission launch: May 29, 2023
- Orbit type: Geosynchronous
- Role: To sustain and enhance NavIC with improved features
- New Addition: Incorporates L1 band signals for expanded services
- Noteworthy: Carries the first indigenous atomic clock
- Significance: Marks a milestone in self-reliance and technological advancement for India's space program
- NVS-01: NavIC सेवाओं में पहला दूसरी पीढ़ी का उपग्रह
- जीएसएलवी-एफ12/एनवीएस-01 मिशन प्रक्षेपण: 29 मई, 2023
- कक्षा प्रकार: जियोसिंक्रोनस
- भूमिका: बेहतर सुविधाओं के साथ NavIC को बनाए रखना और बढ़ाना
- नया जोड़: विस्तारित सेवाओं के लिए L1 बैंड सिग्नल शामिल करता है
- उल्लेखनीय: पहली स्वदेशी परमाणु घड़ी
- महत्व: भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए आत्मनिर्भरता और तकनीकी उन्नति में एक मील का पत्थर है

How Sat-Nav works: Example of GPS



How Sat-Nav works: Example of GPS

- Utilizes 31 satellites emitting signals for location and time determination
- Receivers require signals from at least four satellites for accurate positioning
- GPS satellites equipped with highly accurate atomic clocks. Time information embedded in satellite codes for precise time determination
- Receivers compute satellite locations and make necessary adjustments for accurate positioning
- Signal propagation delays accounted for, considering ionosphere and troposphere effects
- Receivers calculate three-dimensional position (latitude, longitude, altitude) and time using data from four satellites, eliminating the need for an atomic clock in the receiver
- स्थान और समय निर्धारण के लिए सिग्नल देने वाले 31 उपग्रहों का उपयोग करता है
- सटीक स्थिति के लिए रिसीवर को कम से कम चार उपग्रहों से सिग्नल की आवश्यकता होती है
- अत्यधिक सटीक परमाणु घड़ियों से सुसज्जित
- सटीक समय निर्धारण के लिए उपग्रह कोड में समय की जानकारी अंतर्निहित है
- रिसीवर उपग्रह स्थानों की गणना करते हैं और सटीक स्थिति के लिए आवश्यक समायोजन करते हैं
- आयनमंडल और क्षोभमंडल प्रभावों पर विचार करते हुए सिग्नल प्रसार में संशोधन
- रिसीवर चार उपग्रहों से डेटा का उपयोग करके त्रि-आयामी स्थिति (अक्षांश, देशांतर, ऊंचाई) और समय की गणना करते हैं, जिससे रिसीवर में परमाणु घड़ी की आवश्यकता समाप्त हो जाती है।