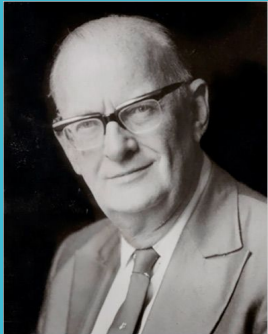


## SATELITSKI SISTEMI

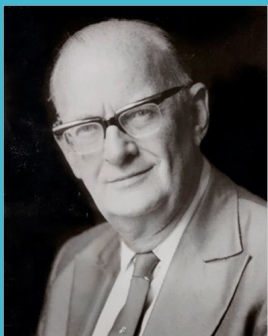


Sir Arthur C. Clarke (1917-2008) je pisac scenarija originalnog filma koji je osvojio Oscara „2001: A Space Odyssey“.

Ali za mnoge njegovo najveće dostignuće je to što se smatra ocem satelitskih komunikacija.

Godine 1945. Clarke je pisao o svojoj viziji komunikacionih satelita koji kruže oko Zemlje u geostacionarnoj orbiti.

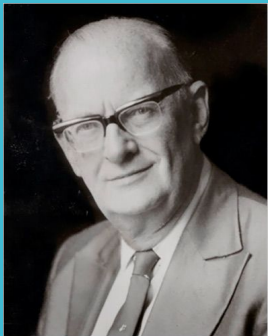
## SATELITSKI SISTEMI



Koncept geostacionarnih komunikacijskih satelita prvi je predložio Artur Klark, zajedno sa Vahidom K. Sanadijem nadovezujući se na rad Konstantina Ciolkovskog.

U oktobru 1945 Klark je objavio članak sa naslovom „Vanzemaljski releji“ u britanskom magazinu U tom članku je opisao principe koji stoje iza implementacije veštačkih satelita u geostacionarnim orbitama u svrhu prenosa radio signala. Stoga se, Arthur Klark često navodi kao neko ko je prvi uveo pojam komunikacionih satelita i termin Klarkov pojas se koristi kao opis orbite

## SATELITSKI SISTEMI



Još 1945. godine pisac naučne fantastike **Artur Klark**, objavio je tekst u kom je tvrdio da bi satelit, **koji bi orbitirao na visini od 36.000km**, zahtevao 24 sata vremena za jedan obilazak oko Zemlje, tj. upravo toliko koliko i Zemlji treba da se okrene oko svoje ose

Takav satelit bi bio u sinhronizmu sa okretanjem Zemlje, pa je orbita kojom bi se on kretao nazvana:

**GEOSINHRONOM ili GEOSTACIONARNOM**

# SATELITSKI SISTEMI

Projekat pod imenom Komunikacioni Mesečev relej je bio telekomunikacioni projekat koji je sprovela mornarica Sjedinjenih Američkih Država

Njegov cilj je bio da se razvije sigurna i pouzdana metoda bežične komunikacije korišćenjem Meseca kao pasivnog reflektora i prirodnog komunikacijskog satelita.

Prvi veštački Zemljin satelit bio je Sputnik , koji je orbitu postavio Sovjetski Savez dana 4. oktobra 1957.

On je bio opremljen sa radio-transmitterom koji je radio na dve frekvencije: 20.005 i 40.002 MHz.

Sputnik 1 je lansiran kao jedan od glavnih koraka u istraživanju svemira i razvoja raketa.

Međutim, on nije bio postavljen u orbitu s ciljem slanja podataka sa sa jedne tačke na Zemlji na drugu.

## SATELITSKI SISTEMI

Prvi satelit za prosleđivanje komunikacije bio je Pionir 1, koji je trebao da bude lunarna sonda.

Iako je svemirska letelica uspjela da pređe samo na pola puta do Meseca, letela je dovoljno visoko da se isproba dokaz koncepta relejne telemetrije širom sveta, prvo od Kejp Kanaverala do Mančestera, Engleska; zatim od Havaja do Kejp Kanaverala; i konačno oko sveta od Havaja do Mančestera.

Prvi namenski izgrađeni satelit za relejne komunikacije bio Projekat SCORE agencije NASA iz 1958. godine,<sup>[</sup> koji je koristio magnetofon za čuvanje i prosleđivanje glasovnih poruka.

<sup>]</sup> Kurijer 1B, koji je izradila kompanija Filko, lansiran je 1960, i bio je prvi aktivni repetitorski satelit na svetu.

# SATELITSKI SISTEMI

Prvi satelitski televizijski signal je prenošen iz Evrope u Severnu Ameriku preko satelita **Telstar** godine 1962.

Prvi geosinhroni komunikacioni satelit Syncom 2 je lansiran godine 1963.

Prvi komercijalni komunikacijski satelit - Intelsat I (zvani Early Bird), je lansiran u geosinhronu orbitu 6.4. 1965.

Pvru nacionalnu mrežu satelitske televizije - Orbitu je stvorio Sovjetski Savez godine 1967. na temelju visokoeliptičnih satelita **Molnija** pomoću kojih se prenosio TV signal na zemaljske downlink stanice.

U Severnoj Americi je prva satelitska mreža bila temeljena na kanadskom geostacionarnom satelitu Anik 1, koji je lansiran 1972. godine. ATS-6, prvi obrazovni i satelit za direktno emitovanje je lansiran godine 1974. Dve godine kasnije je je SSSR lansirao vlastiti satelit za direktno emitovanje po imenu Ekran.

# SATELITSKA TELEVIZIJA

**Satelitska televizija** je zajednički naziv za televizijske sisteme koji televizijske signale prenose pomoću telekomunikacijskih satelita. Izraz se obično koristi kako bi se ti sistemi razlikovali od zemaljske televizije gde se signal prenosi preko predajnika na tlu, odnosno kablovske televizije gde se signal prenosi preko kablova.

Prva asocijacija na satelitsku televiziju je tanjir koji stoji na krovovima kuća ili zgrada i povezuje se sa receiverom i TV-om.



# SATELITSKI SISTEMI

## MALO ISTORIJATA

Najpoznatije evropske regionalne satelitske mreže su EUTELSAT i ASTRA. EUTELSAT sateliti su u vlasništvu evropske organizacije EUTELSAT (EUropean TELecommunication SATellite), u kome se nalazi preko 40 zemalja, među kojima je bila i bivša Jugoslavija.

Sateliti više generacija EUTELSAT rade od 1983, a sateliti nove generacije EUTELSAT II i III i HOT BIRD 1, 2, 3, 4 itd. puštaju se sukcesivno, počev od 1990, od kada radi prvi satelit generacije EUTELSAT II.

ASTRA su komercijalni sateliti, vlasništvo preduzeća SES (Societe Europeenne des Satelites) iz Luksemburga. Prvi satelit ASTRA 1A lansiran je krajem, 1988, a počeo sa redovnim emitovanjem programa početkom 1989. Nova serija satelita ASTRA ima slične karakteristike kao i sateliti EUTELSAT



# Sateliti se dele na :

Satelite se dele na:

- ❑ Aktivne satelite
- ❑ Reflektujuće satelite

Aktivni satelit:

- ✓ *satelit koji nosi radio-stanicu*
- ✓ *namenjenu za predaju ili retransmisiju*
- ✓ *radio-komunikacionih signala*

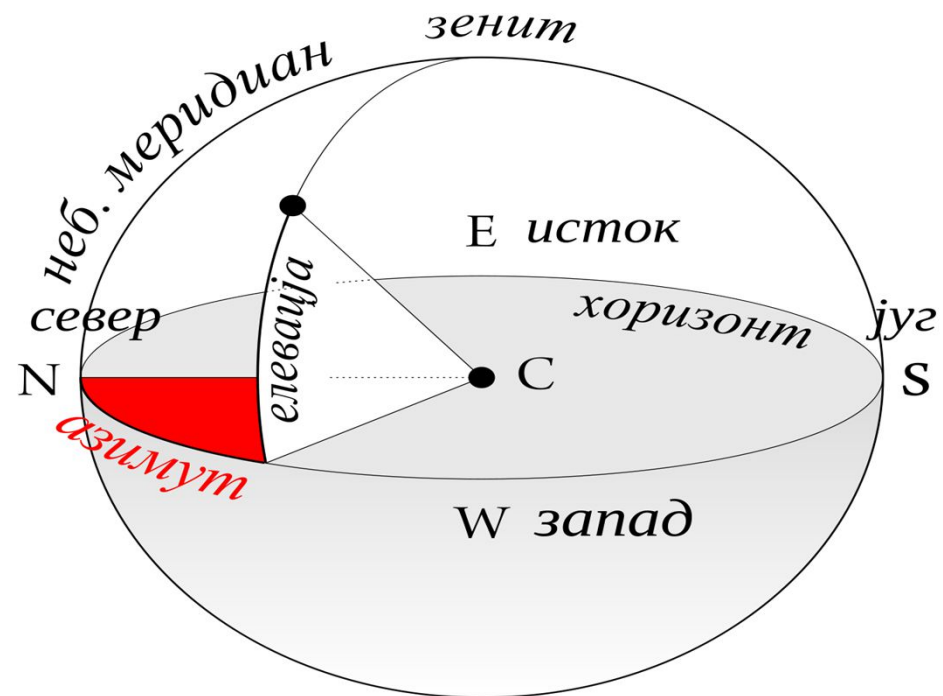
Reflektujući satelit:

- ❖ *satelit namenjen da reflektuje*
- ❖ *radio-komunikacione signale*

# RAZLIČITI MODELI

Postoje različiti modeli za predstavljanje Zemlje:

- Kugla,
- Sferoid
- Geoid



# SFEROID

- Sferoid

Sferoid

Opisuje se pomoću dva poluprečnika:

Ekvatorijalnog i polarnog

Sferernini model predstavlja oblik zemlje u obliku sfere (lopte) sa zadatim radijusom. Ovaj model se najčešće koristi za navigaciju na kratkim rastojanjima i uopštene aproksimacija rastojanja

Sferni model Zemljine površi-radijus 6371 km

Meridijani (linije longitude)-početni meridijan prolazi kroz Greenwich, sa vrednošću longitude  $0^{\circ}$ .

Paralele (linije latitude)-na ekvatoru vrednost je latitude  $0^{\circ}$

Stepeni-minute-sekunde(DMS),

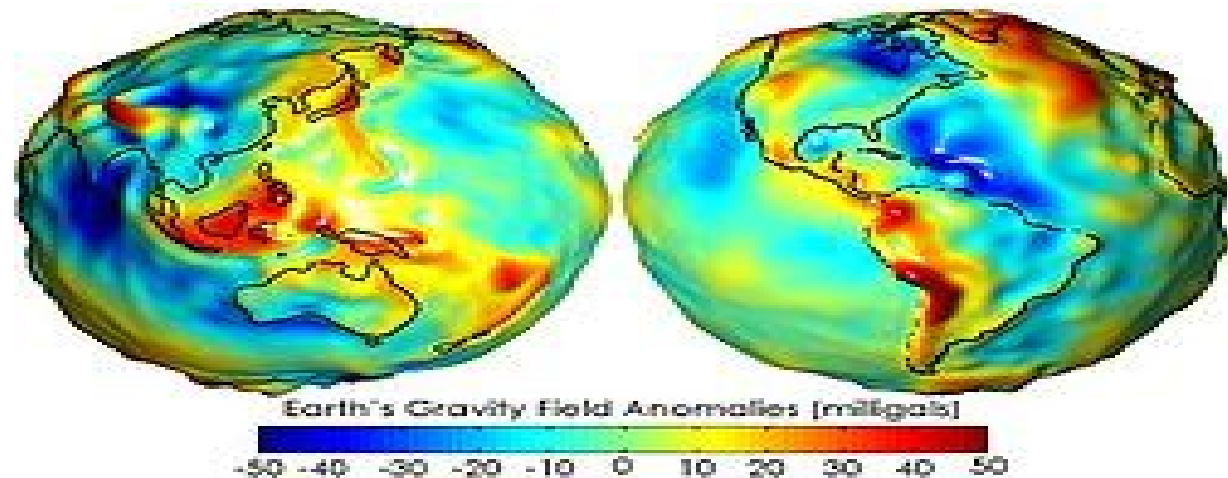
Decimalni zapis stepeni(DD)

# GEOID

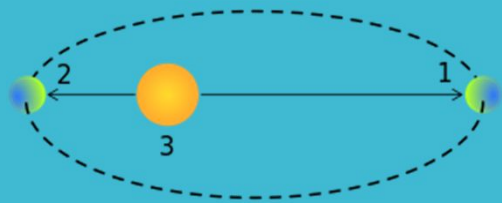
- Geoid

**Geoid** je ekvipotencijalna površ, na koju je, u svakoj njenoj tački, pravac sile teže upravan. To je nepravilna površ, Pojam reči geoid (prema grčkom - oblik Zemlje) prvi put je upotrebio G. I. Listing 1873. godine.

Geoid, koji se na okeanima poklapa sa nivoom vode, produžava se ispod kontinenata, tako da je u svakoj njegovoj tački sila teže usmerena po normali na geoid (u stvari, normalna je na tangentu ravan geoida u tački posmatranja)



# SATELITSKI SISTEMI



Afel planete (npr. Zemlje) 2.  
perihel planete 3. Sunce.

## PARAMETRI SATELITA:

- **Apsida** ( u astronomiji je najbliža i najdalja tačka (ili gornji i donji apsis) putanje nekog tela u kretanju oko središnjeg tela, odnosno oko središta gravitacionog privlačenja. Kod planetskih su putanja apside perihel i afel, kod Mesečeve putanje perigej i apogej, a kod putanja dvojnih zvezda periaster i apoaster. Apsidna linija spaja apside; ako je putanja eliptična apsidna linija se poklapa sa velikom osom.
- **Afel** tačka u kojoj je planeta (ili bilo koji drugi Sunčev pratilac kao planetoid, i drugi) na svojoj eliptičnoj putanji najudaljeniji od Sunca Zemlja prolazi kroz afel svake godine početkom jula i tada je udaljena od Sunca 152 098 233 kilometara

## SATELITSKI SISTEMI

Put satelita oko Zemlje naziva se orbita

Postoje brojne razlike između satelitsko i zemaljsko - baziranih komunikacija

Perioda satelita predstavlja vreme potrebno da satelit obiđe Zemlju. Perioda je određena Kepler-ovim zakonom kojim se perioda definiše kao funkcija rastojanja satelita od centra Zemlje.

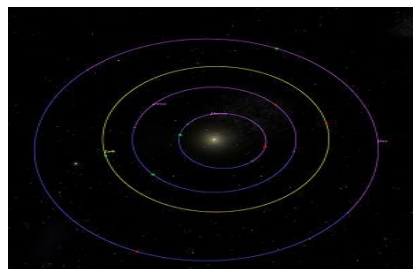
Perioda =  $C * \text{rastojanje}^{1.5}$

gde je C konstanta aproksimativno jednaka 1/100. Perioda je u sekundama, a rastojanje u kilometrima.

# SATELITSKI SISTEMI

## PARAMETRI SATELITA:

- **Perihel** (je položaj neke planete na svojoj eliptičnoj putanji kada je najbliža Suncu)
- **Afel** (tačka u kojoj je na svojoj eliptičnoj putanji najudaljeniji od Sunca)
- Zemlja prolazi kroz afel svake godine početkom jula i tada je udaljena od Sunca 152 098 233 kilometara



Afel (crvena tačka) i perihel (zelena tačka)

# PARAMETRI SATELITA

## PARAMETRI SATELITA:

- **Perigej** (je najbliža tačka na Mesečevoj stazi (udaljenost Mesečevog perigeja je 363 295 kilometara)
- **Apogej** () je najudaljenija tačka na Mesečevoj stazi (405 503 kilometara) ili stazama veštačkih satelita do Zemljine sredine.
- **Periaster** tačka na eliptičnoj stazi zvezde
- **Apoaster** je tačka na eliptičnoj stazi



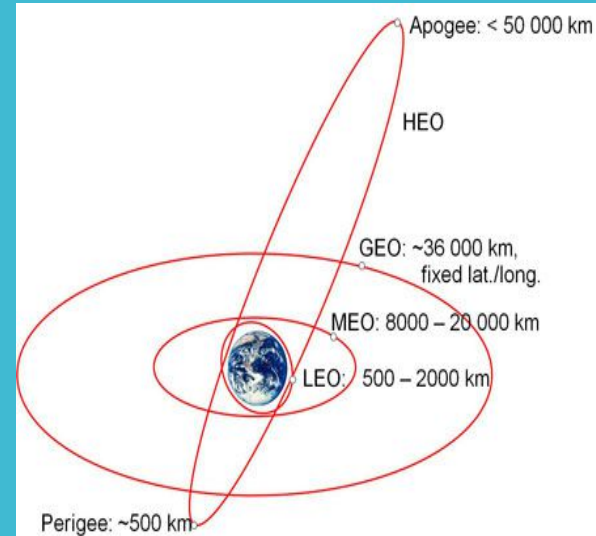
## SATELITSKI SISTEMI

Prenos signala od zemaljske stanice ka satelitu se naziva **uplink**, dok prenos od satelita ka zemaljskoj stanici je poznat kao **downlink**. Elektroniku u satelitu koja prihvata uplink signal, a konvertuje ga u downlink, naziva se transponder. Sistemi koji se nalaze na Zemlji ili blizu Zemlje nazivaju se zemaljske stanice (Earth Stations).

# SATELITSKI SISTEMI – PODELA SATELITA

## PODELA SATELITA:

- **GEO - GEOSTATIONARY EARTH ORBIT**  
Geostacionarna Zemljina orbita – na visini od oko 36.000 km.
- **MEO- Medium-Earth Orbit**  
kružna ili eliptična orbita na visinama oko 8.000 do 20.000 km iznad Zemljine površine
- **LEO - Low-Earth Orbit**  
kružna ili eliptična orbita na visinama oko 500km do 2.000km iznad Zemljine površine



## SATELITSKI SISTEMI

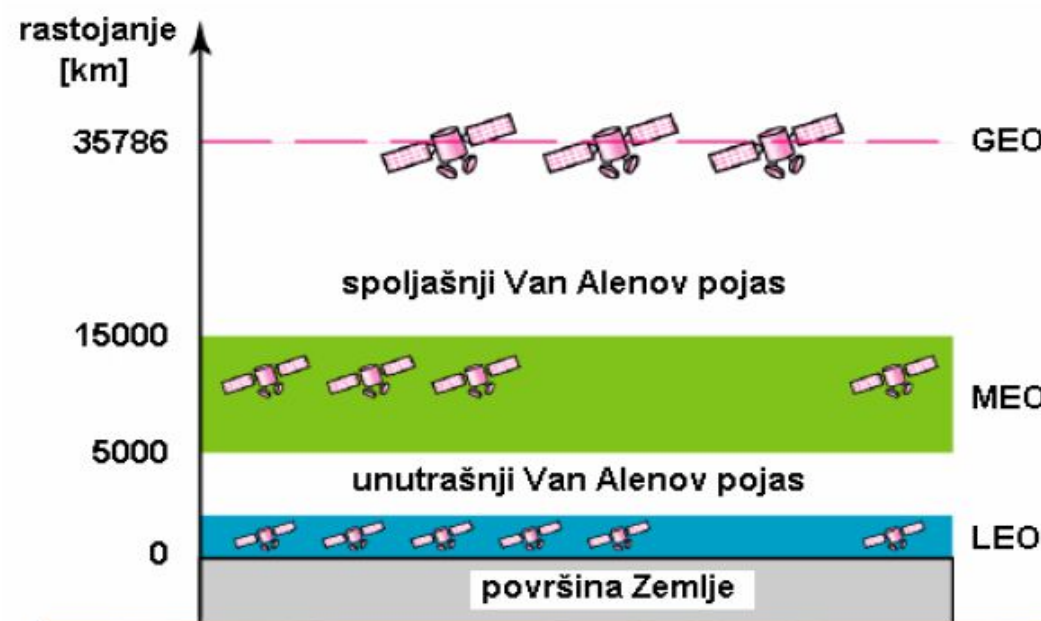
Prijemnici su visoko-osetljivi, najčešće u kombinaciji sa pretpojačavačima iza antena. Postoji velika razlika u antenama u zavisnosti od visine orbite.

Razlog za korišćenje različitih orbita predstavlja postojanje Van Allen-ovih pojaseva (belts).

MEO orbita se nalazi između gornjeg i donjeg Van Allen-ovog pojasa.

# SATELITSKI SISTEMI

## SPOLJAŠNJI I UNUTRAŠNJI VAN ALENOV POJAS



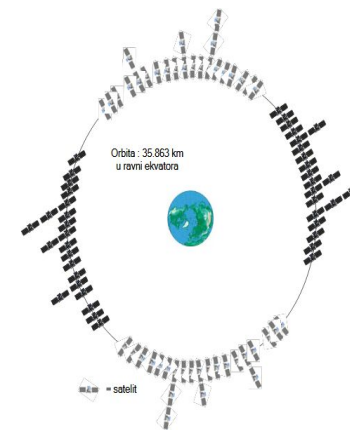
# GEO SATELITI

GEO sateliti se najčešće koriste za prenos medijskih (radio i TV) signala.

obzirom da je pozicija satelita, relativno u odnosu na Zemlju, stacionarna ne postoje problemi sa Doppler-ovim efektom

GEO sateliti su danas najčešći tipovi korišćenih komunikacionih satelita.

.



# MEO

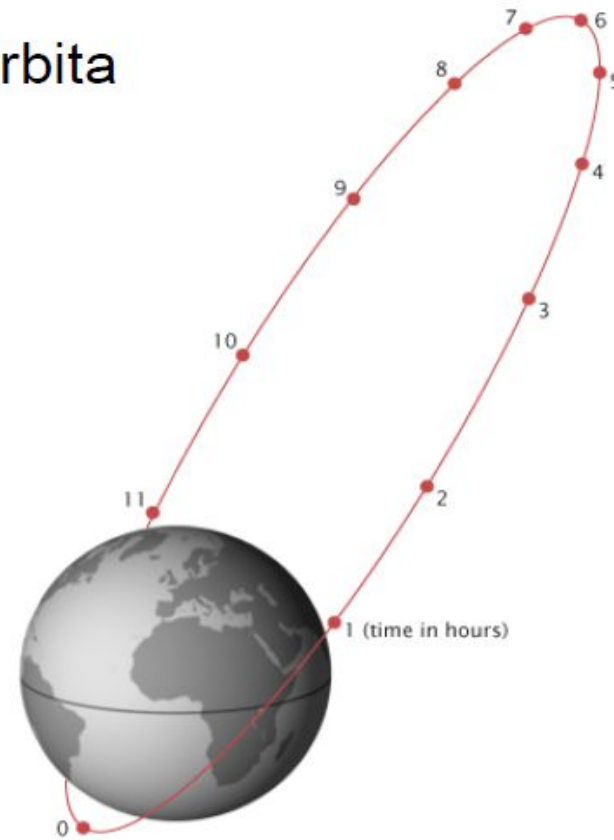
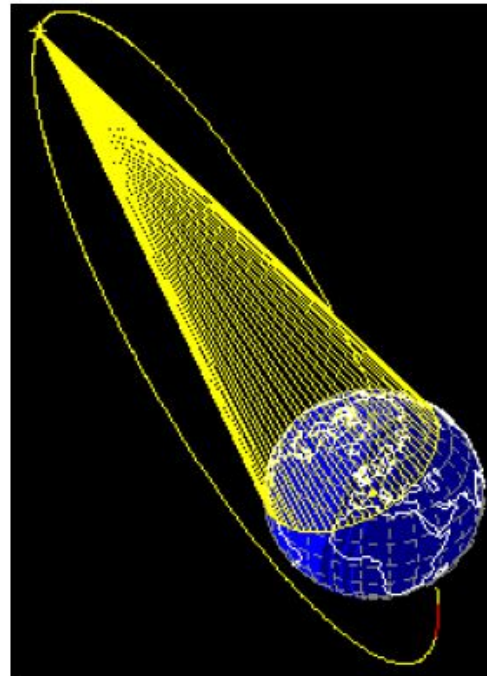
Visina orbite 8000-20000 km, iznad Van Alenovog pojasa

- Eliptične orbite (za razliku od GEO)
- Mogućnost pokrivanja polarnih zona (za razliku od GEO)
- Kašnjenje 0.06-0.14 s
- Potrebno ih je ~10 za pokrivanje cele Zemljine površine
- Mana: relativno nepovoljan odnos kašnjenja i broja potrebnih satelita

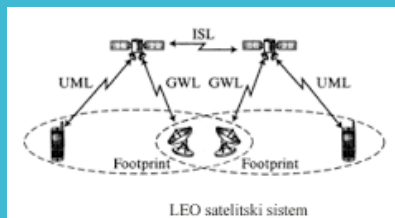
Primeri – **MOLNIYA**

MEO

## Primer - Molniya orbita



# LEO



LEO sateliti imaju polarne orbite (vidi sliku 13.8a)). Oni su locirani na visinama između 500 i 2000 km, a imaju periodu rotacije od 90 do 120 minuta. Brzina satelita je od 20 000 do 25 000 km/h.

- kružna ili slabo naglašena eliptična orbita na visini od 2000 km.
- dijametar pokrivanja je 8000 km.

EO sateliti se mogu podeliti u tri kategorije:

- ✓ Little LEO
- ✓ Big LEO
- ✓ Broadband LEO



# RELATIVNO KRETANJE

## Prema relativnom kretanju

- Sinhroni
  - Subsinhroni
  - Stacionarni
- 
- **Sinhronne orbite** – perioda jednaka srednjoj zvezdanoj periodi obrtanja Zemlje oko sopstvene ose (1 zvezdani dan)
  - **Subsinhronne orbite** - srednja zvezdana perioda obrtanja Zemlje oko sopstvene ose jednaka celobrojnom multiplu srednje zvezdane periode obrtanja satelita oko Zemlje (primer – Molnia, perioda obrtanja oko Zemlje iznosi 12h) – satelit u toku jednog dana dva puta prođe kroz istu tačku iznad Zemlje

## Prema obliku orbite

- Helio-sinhroni
- Sa kružnom orbitom
- Sa eliptičnom (HEO)

## **Prema smeru kretanja**

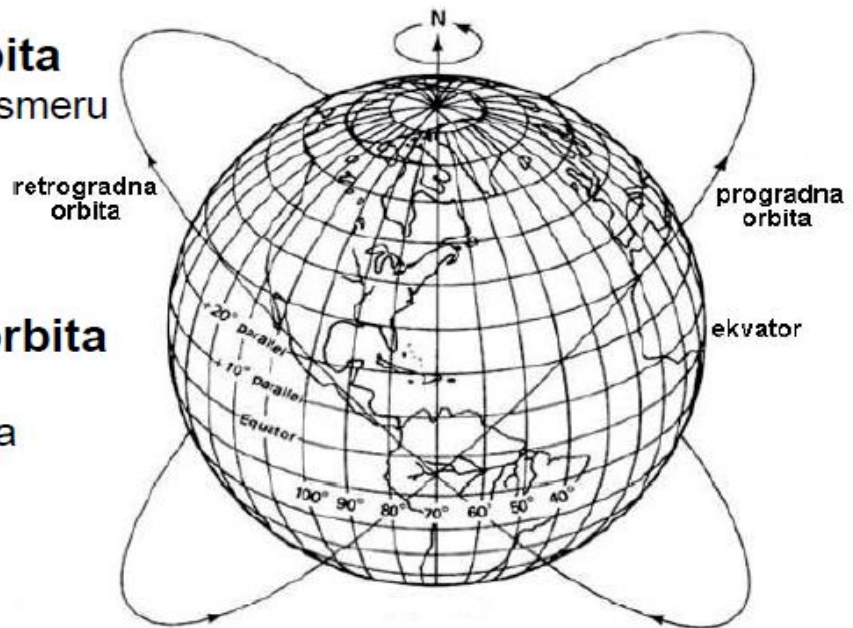
- Sa progradnom orbitom
- Sa retrogradnom orbitom

# PROGRADNA | RETROGRADNA ORBITA

## PROGRADNE I RETROGRADNE ORBITE

- **Progradna orbita**  
satelit se kreće u smeru  
Zemljine rotacije

- **Retrogradna orbita**  
satelit se kreće  
suprotno od smera  
Zemljine rotacije



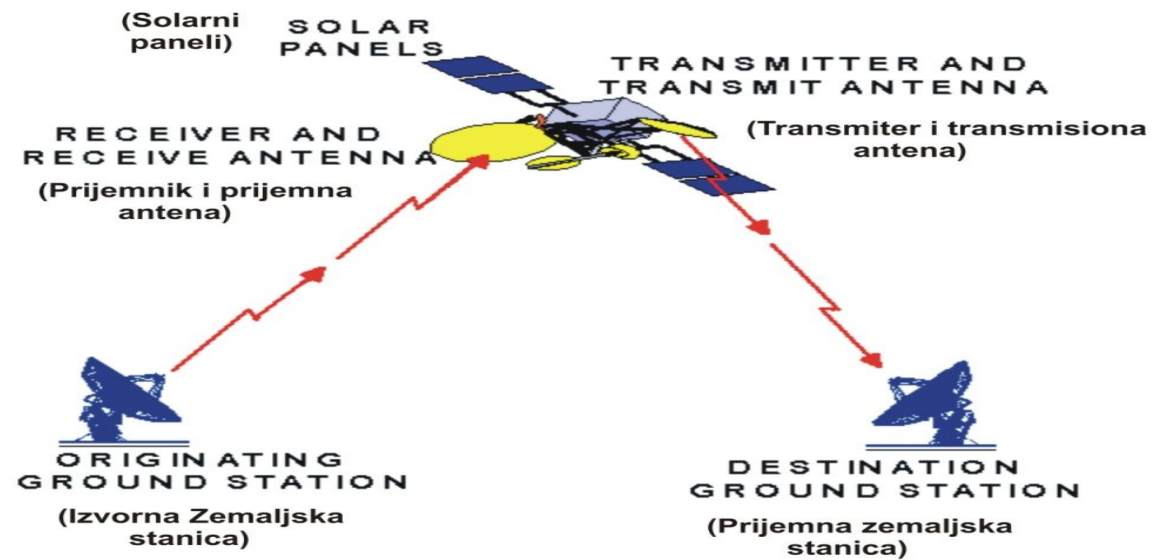
JOS MALO  
PODELA

## Prema nameni

- Meteorološki
- Vojni
- TK
- Naučno-istraživački

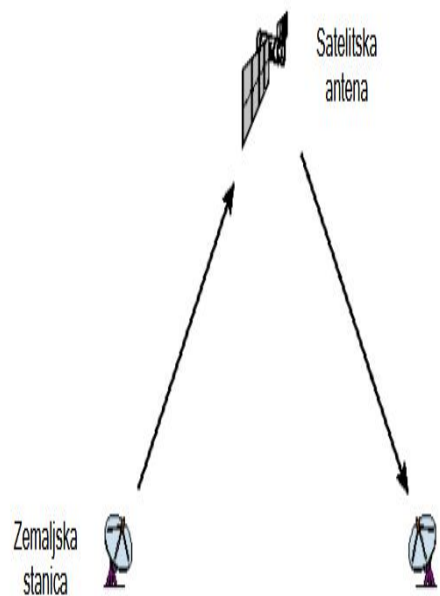
.....

# SATELITSKI SISTEMI

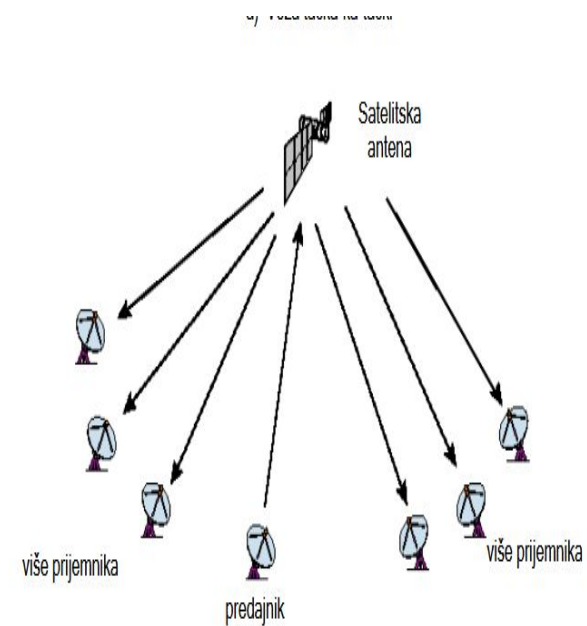


# SATELITSKI SISTEMI

## Satelitske mrežne konfiguracije . tačka-ka-tački



## Satelitske mrežne konfiguracije bradcas



Strategije koje se odnose na dodelu kapaciteta propusnog opsega se mogu svrstati u sledeće tri kategorije:

- FDMA (frequency division multiple access)
- TDMA (time division multiple access)
- CDMA (code division multiple access)

# ZEMALJSKA SATELITSKA STANICA

## Vrste zemaljskih stanica

**Zemaljska satelitska stanica** predstavlja krajnji komunikacioni link na Zemlji objekta koji se nalazi u svemiru. Sa druge strane, drugi kraj ovog linka, koji se nalazi u svemiru, često se naziva *svemirska „stanica“* iako taj termin generalno nije ispravan jer podrazumeva da čovek mora biti u njoj (

Zemaljska satelitska stanica se sastoji od primopredajnog dela - satelitske antene i stanice koja beleži podatke i pomoću koje se odvija komunikacija sa satelitom. Komunikacija se ostvaruje radio-talasima i to signalima u mikrotalasnom opsegu.

**Zemaljska stanica (RR 1.63):**



## Vrste zemaljskih stanica

- ✓ **Mobilna Zemaljska stanica (RR 1.68):**  
Zemaljska stanica u mobilnoj satelitskoj službi namenjena za upotrebu u kretanju ili za vreme zadržavanja na neodređenim tačkama

ZEMALJSKA  
SATELITSKA  
STANICA

TIPOVI

## Tipovi mobilnih zemaljskih stanica

- ❖ koferske" (*suite case*) stanice;
- ❖ male prevozne (*fly away*) stanice
- ❖ prevozne stanice (*drive away*) stanice
- ❖ prenosive (*transportable*) stanice

**Frekvencijski opsezi za potrebe radarskih i satelitskih sistema**

Slovna Oznaka	Radarski sistemi		Satelitski sistemi	
	Frekvencijski opseg	Primer	Nominalna oznaka	Primer
L	1 – 2 GHz	1.215-1.4 GHz	1.5 GHz	1.525-1.710 GHz
S	2 – 4 GHz	2.3-2.5 GHz 2.7-3.4 GHz	2.5 GHz	2.5-2.690 GHz
C	4 – 8 GHz	5.25-5.85 GHz	4/6 GHz	3.4-4.2 GHz 4.5-4.8 GHz 5.85-7.075 GHz
X	8 – 12,4 GHz	8.5-10.5 GHz	-	-
Ku	12,4 – 18 GHz	13.4-14.0 GHz 15.3-17.3 GHz	11/14 GHz 12/14 GHz	10.7-13.25 GHz 14.0-14.5 GHz
K	18 – 26,5 GHz	24.05-24.25 GHz	20 GHz	17.7-20.2 GHz
Ka	26,5 -- 40 GHz	33.4-36.0 GHz	30 GHz	27.5-30.0 GHz

# GPS GLOBAL POSITIONING SYSTEM

**Primena u GPS-u ( Globalni Pozicioni Sistem) i drugim navigacionim sistemima**

**GPS je mreža satelita koja kontinualno odašilje kodovane informacije pomoću kojih je omogućeno precizno određivanje položaja na Zemlji.**

**Sateliti šalju radio-signale GPS prijemniku da bi odredio svoj položaj na zemlji.**

**GPS je američki sistem, a Evropa je razvila sistem GALILEO, dok je ruski sistem GLONASS.**

# GPS GLOBAL POSITIONING SYSTEM

**Globalni pozicioni sistem (GPS; *Global Positioning System, GPS*)** je trenutno jedini potpuno funkcionalan globalni navigacioni satelitski sistem

- ❑ GNSS; *Global navigation satellite system, GNSS*)
- ❑ GPS se sastoji od 24 satelita raspoređenih u orbiti Zemlje, koji šalju radio signal na površinu Zemlje. GPS prijemnici na osnovu ovih radio signala mogu da odrede svoju tačnu poziciju - nadmorsku visinu, geografsku širinu i geografsku dužinu - na bilo kom mestu na planeti danju i noću, pri svim vremenskim uslovima.

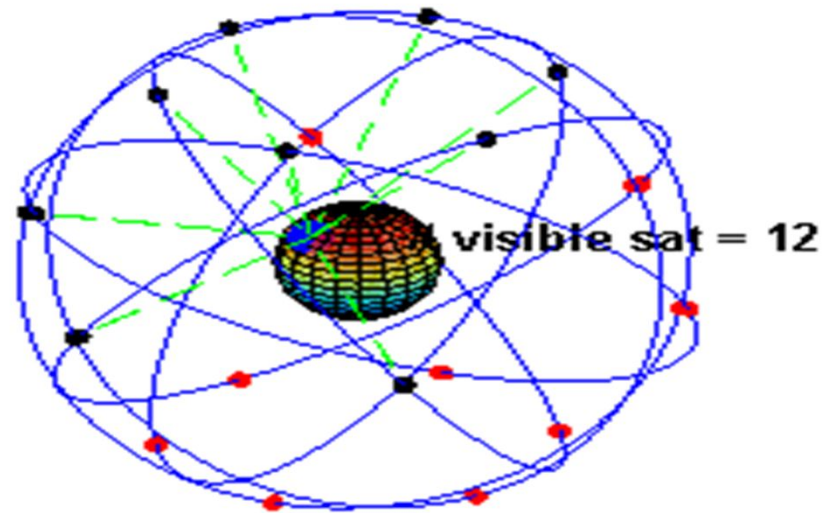
GPS ima veliku primenu kao globalni servis u raznim oblastima, u komercijalne i naučne svrhe: navigacija na moru, zemlji i u vazduhu, mapiranju zemljišta, pravljenju karata, određivanju tačnog vremena, otkrivanju zemljotresa i slično.

# SATELITSKI SISTEMI

## Globalni pozicioni sistem (GPS; *Global Positioning System,*

### GPS

je prostorno bazirani navigacioni satelitski sistem koji pruža pouzdane podatke o prostoru i vremenu u svim vremenskim uslovima i bilo gde na Zemlji i blizu Zemlje pod uslovom da nema prepreke vidljivosti prema četiri ili više GPS satelita.



# SATELITSKI SISTEMI VSAT

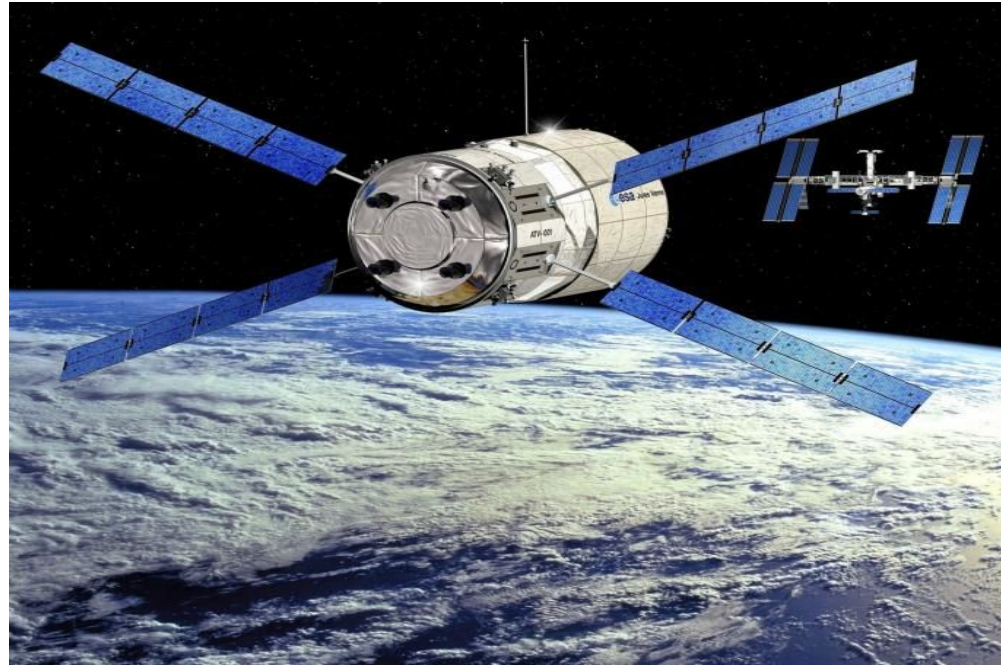
## **VSAT (Very Small Aperture Terminal) sistemi**

*VSAT sistemi* su razvijeni kao kompromisno rešenje između sistema za komunikaciju od tačke do tačke PTP (*Point-to-Point*) i sistema od jednog predajnika ka većem broju prijemnika – difuzni sistemi (*Broadcasting*)

Satelitska telekomunikaciona mreža VSAT funkcioniše tako što centralna satelitska antena šalje signale do satelita, prijem se obavlja preko malih satelitskih antena na zemlji, a namenjen je firmama u ruralnim i nenaseljenim oblastima.

SATELITSKI  
SISTEMI  
OPERATORI

Satelitski operatori





# SATELITSKI OPERATORI EUTELSAT



## Satelitski operatori

### Eutelsat

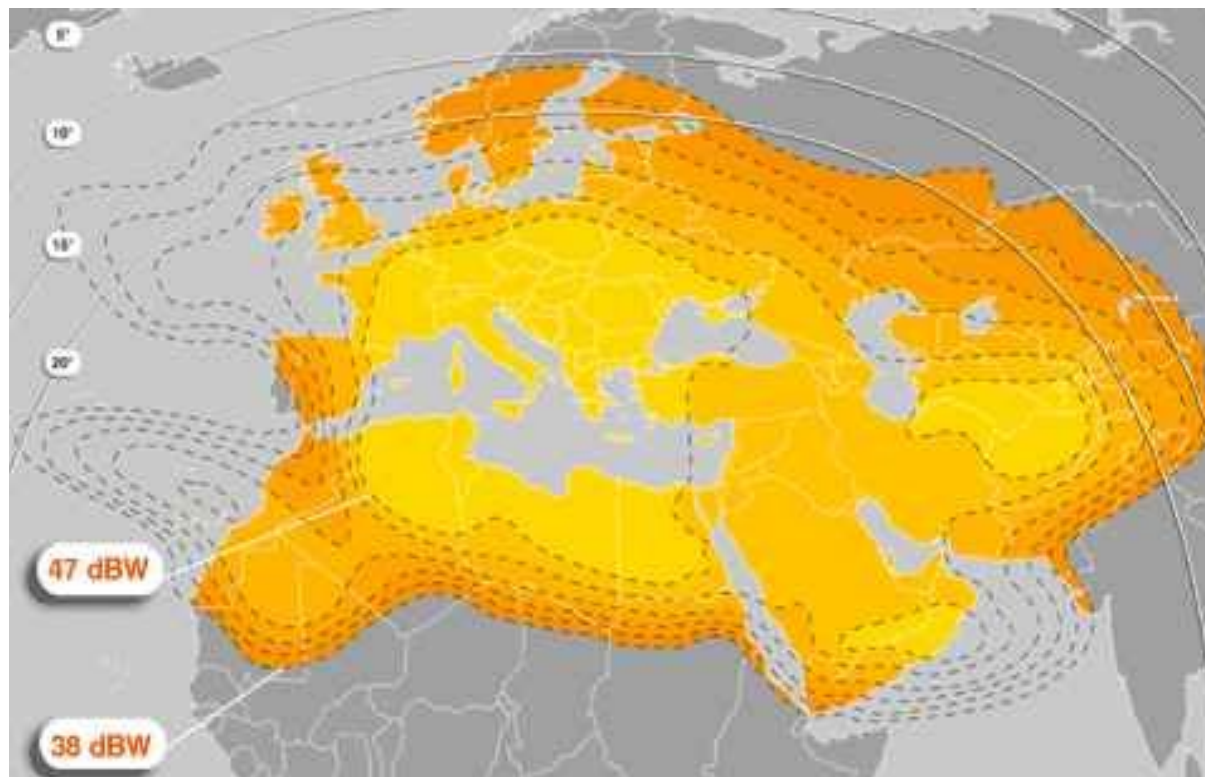
European Telecommunications Satellite Organization (EUTELSAT) osnovana je 1977, 17 evropskih zemlja je učestvovalo

Njegova uloga je bila razvijanje i upravljanje satelitskom telekomunikacijskom infrastrukturuom za Evropu.

Zajednica jugoslovenskih PTT je bila Potpisnica operativnog sporazuma iz koga se istupilo 2004. godine. YUG telefonski saobraćaj od 1992.god

Iznajmljivan transponder za distribuciju TV signala

# SATELITSKI SISTEMI



# INTELSAT



## Intelsat

**Intelsat 10-02** je komunikacijski satelit kompanije Intelsat.

Izradila ga je kompanija EADS Astrium.

Smešten je na orbitalnoj poziciji od  $1^{\circ}$  zapadno.

Lansiran je u orbitu s noseće ruske rakete Proton M 16. 2004. u Kazahstanu.