

Informacione tehnologije u pomorstvu

V dio

DR UGLJEŠA UROŠEVIĆ

ugljesa@ucg.ac.me

Elektrotehnički fakultet

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS sistemi

Global Navigation Satellite Systems

- GPS
- GLONASS
- GALILEO
- BeiDou
- IRNSS

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS sistemi

GNSS - *Global Navigation Satellite System*

- NAVSTAR GPS (*The Global Positioning System*)
- GLONASS (*Глобальная навигационная спутниковая система, Global Navigation Satellite System - ruski sistem*)
- Galileo (*European Global Navigation Satellite System - konzorcijum evropskih država i industrije*)
- Compass (*Beidou-2 IGSO1 - kineska verzija GPS-a*)
- IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System - indijski satelitski navigacioni sistem*)

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS

- GPS, *The Global Positioning System, Department of Defense*
- NAVSTAR GPS; *United State System*



Satelitske ICT i navigacione tehnologije GPS

1945. god.
US Navy
Flight 19
5 aviona je
nestalo

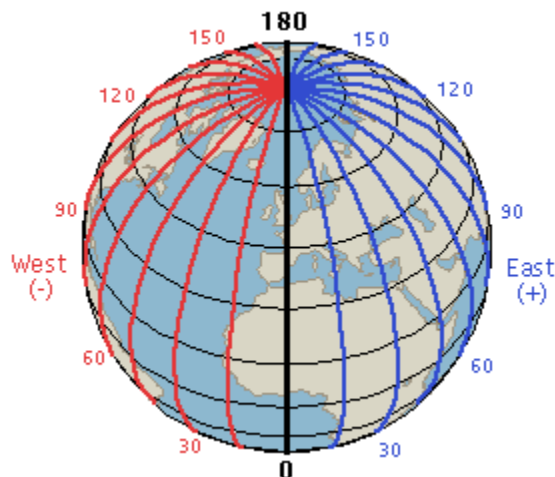


Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Rana Navigacija: *Measuring Latitude is Easy*



Sextant



*Pole star (North Star) - 41° elevacioni ugao
.... geog. širina je 41°!*

Ursa-major



- Pozicija sunca i zvijezda
- Određivanje geog. širine mjerenjem ugla sunca u podne
- *North star, Ursa-major (Great Bear) konstelacija* – određivanje geog. širine mjerenjem elevacionog ugla iznad horizonta, određivanje vertikalnog ugla u odnosu na *North star*
- Geog. širina je 0° za ekvator, odnosno 90° za sjeverni pol

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS - *Measuring Longitude is Hard*



- Nema „fiksne“ tačke u kosmosu kao što je *North Star*, sunce ili mjesec
- Pomorski **hronometar** – časovnik dovoljno tačan za upotrebu kao portabilni vremenski standard;
- Poznavanje GMT za lokalno vrijeme podneva, uz vremensku razliku za poziciju broda i Greenwich Meridian se koristi za određivanje geog. dužine.
- Vremenska razlika između **hronometra i lokalnog vremena na brodu**, se koristi za proračun geog. dužine pozicije broda, u odnosu na Greenwich Meridian (definisan sa 0°), uz primjenu sferne trigonometrije

Poređenje vremena na *Greenwich*-u i lokalog vremena

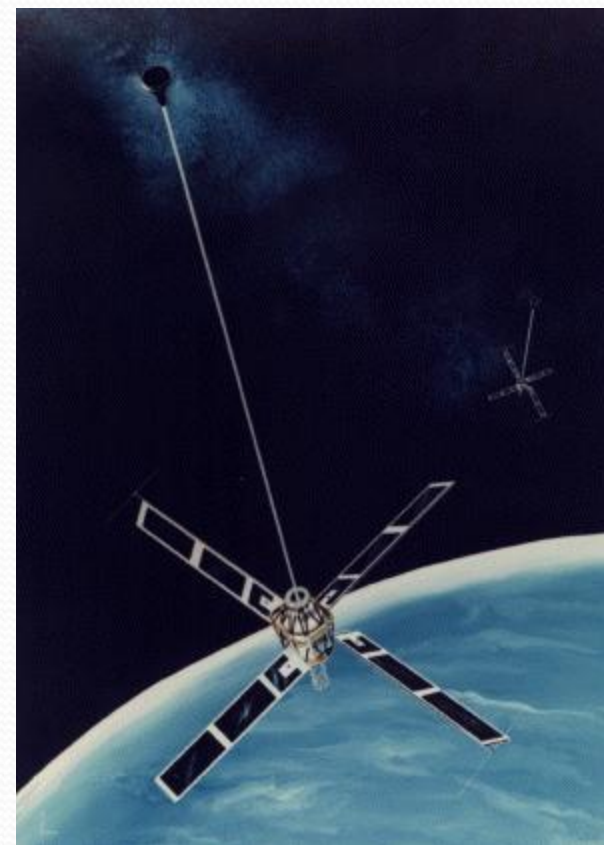
Jedan sat razlike = 15 stepeni geog. dužine

Greška od jedne sekunde unosi grešku od 68 milja!

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS - Sateliti u navigaciji

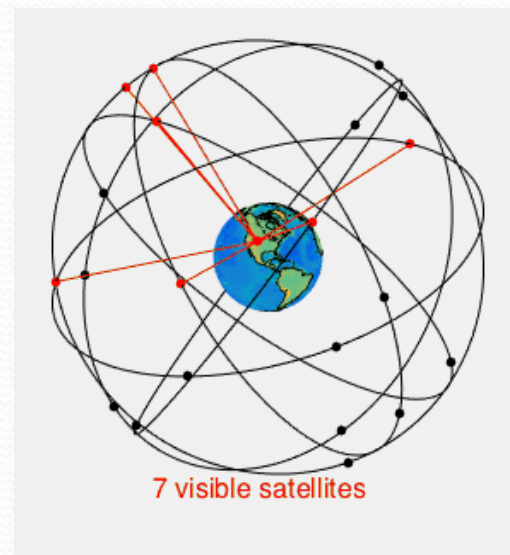
- GPS nije prvi satelitski navigacioni sistem
- **The Naval Research Laboratory's (NRL's) Naval Center for Space Technology (NCST) - the TIMATION (TIME/navigation) program**
- US Navy (1960) – lokacija okenskih plovila
- Naval Research Laboratory Timation Program
- **Najbolja preciznost 25 m – do 6 h između mjerenja!**
- Čekanje radi dobijanja lokacije



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS - Global Positioning System

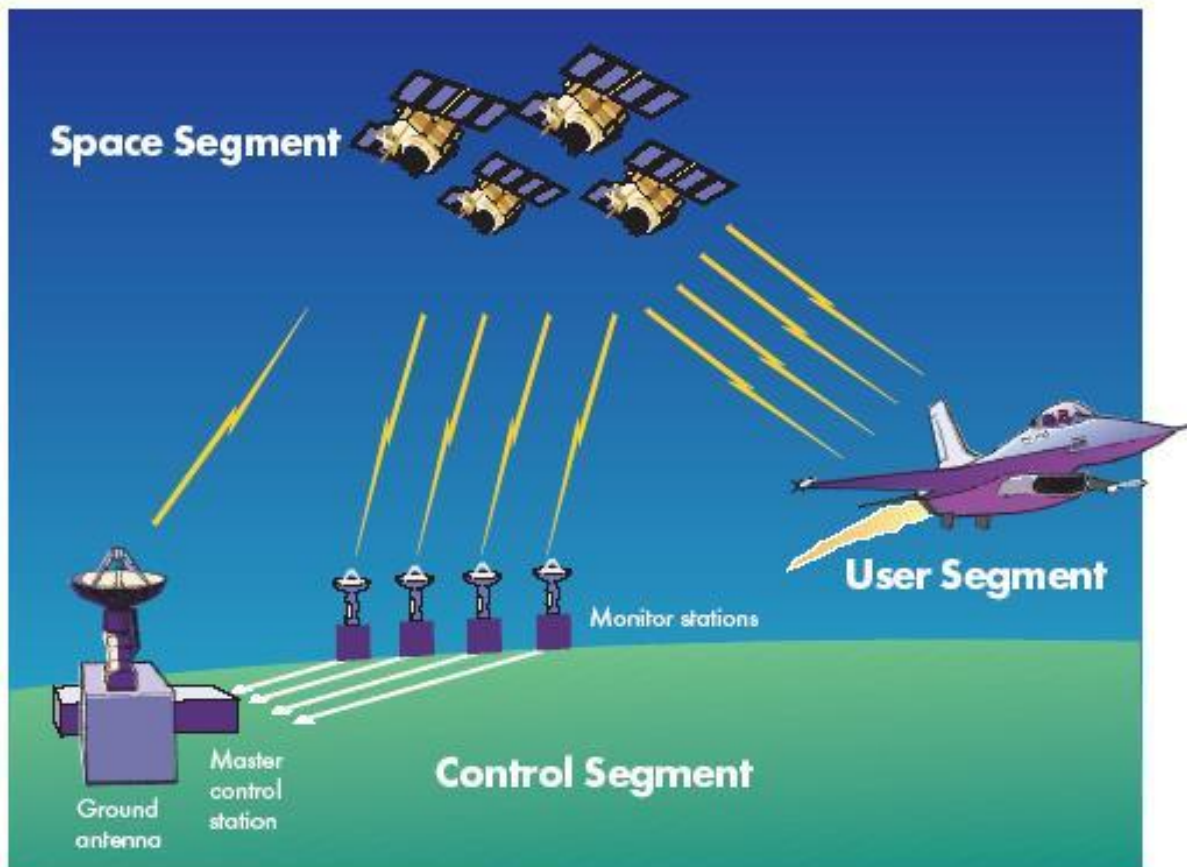
- Prvi GPS satelit – 1978. god.
- 24. satelit u 1993. god, kompletitrana inicijalna namjera za *full capacity*
- Više od \$12 biliona potrošeno
- GPS nadgleda i održava 50th *Space Wing, a division of US Air Force in Colorado*
- 24 satelita u 12h orbitama
- 12,000 milja (20,200 km) visina orbita
- Po dvije orbite na svaka 24h
- 4-8 satelita dostupno, uz elevacioni ugao iznad 15 stepeni
- Lociranje dostupno bilo gdje u svijetu, 24h/7d



Primjer za broj satelita koji su vidljivi sa određene pozicije

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Tri segmenta GPS-a

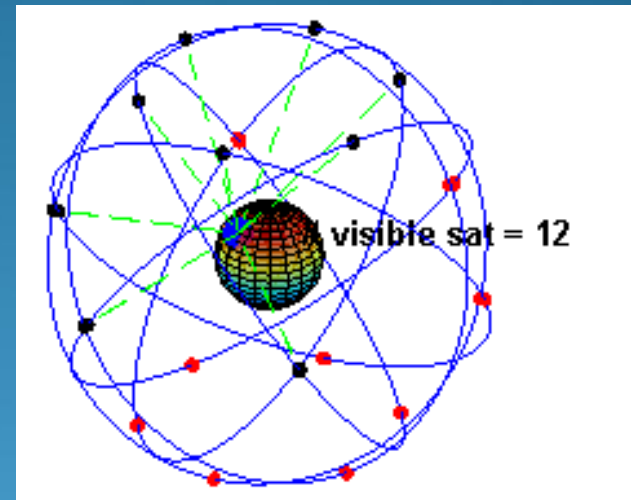


1. *Space*
2. Kontrolni
3. Korisnički

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GNSS – GPS *space segment*

- Preko 30 satelita ~ šest 12 h orbita, 12500 milja
- **GPS konstelacija**
- U svakom trenutku, najmanje 4 satelita su iznad horizonta na svakoj lokaciji na zemlji
- *Ephemeris* – pozicija u kosmosu u svakom trenutku



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS *space* segment: udaljenost od satelita

- Radio talasi - brzina prostiranja
 - Prijemnici imaju [ns] tačnost (0.000000001 s)
- Svi sateliti emituju signal “string” u istom trenutku
 - Razlika u vremenu od trenutka slanja sa satelita do trenutka prijema omogućava određivanje udaljenosti do satelita
- brzina \times vrijeme = rastojanje

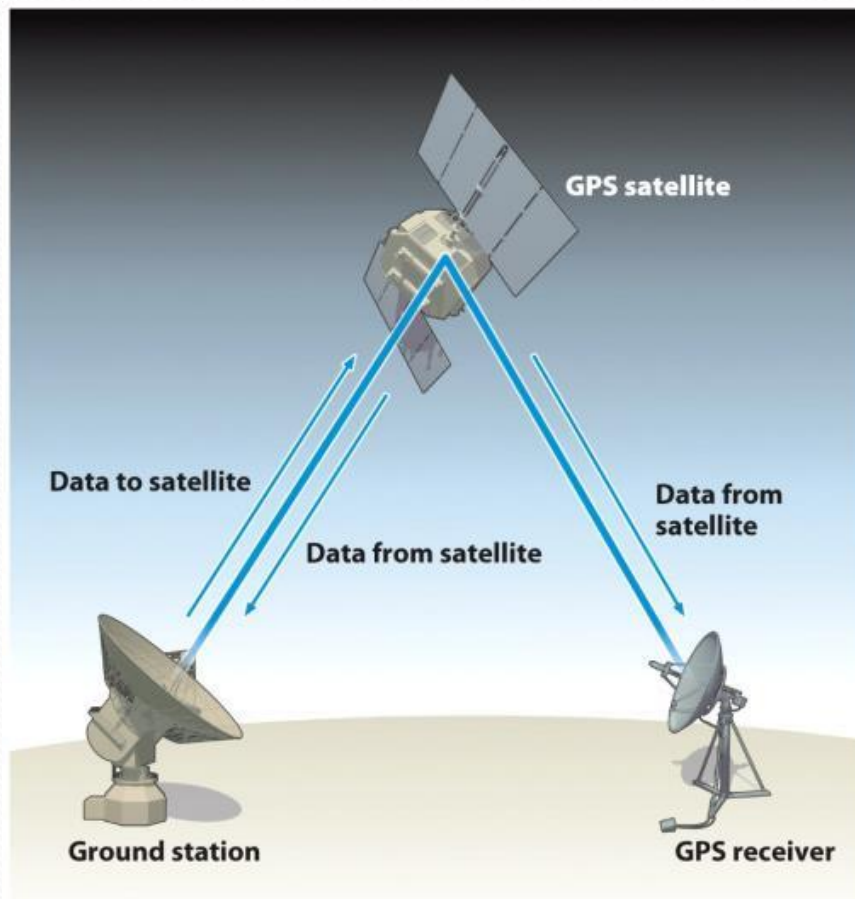
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS *space* segment: Precizni časovnici

- Sateliti imaju vrlo precizne časovnike i vrlo precizne *ephemeris* informacije
- brzina signala – 300 000 km/s
- Razdešenost od 1/100 od sekunde unosi grešku od 3000km!
- Atomiški časovnici na satelitima

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

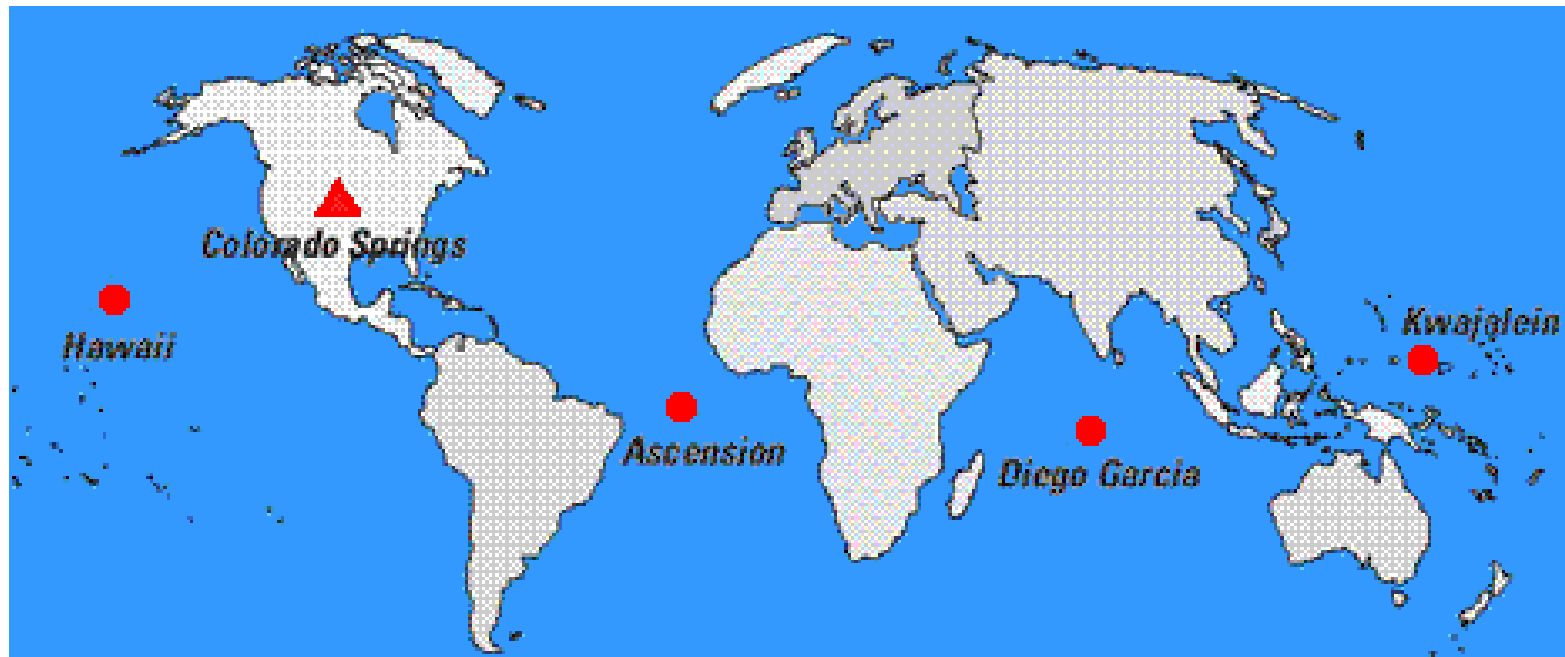
GPS kontrolni segment



- *US Air Force* nadgleda satelite
- Vrše update *ephemeris* informacija za satelite
- Prate stanje satelita
- Konfiguriraju *hardware* satelita
- Provjeravaju časovnike na satelitima

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS monitoring stanice



Lokacije 4 *unmanned* stanice (crveni krugovi) i jedne *master* stanice (crveni trougao) za GPS kontrolni segment

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS korisnički segment

- *Single frequency* prijemnici (L1)
- *Dual frequency* prijemnici (L1+L2, L1+L5)
- GPS prijemnik samo prima podatke sa satelita, ne emituje signal



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS korisnički segment

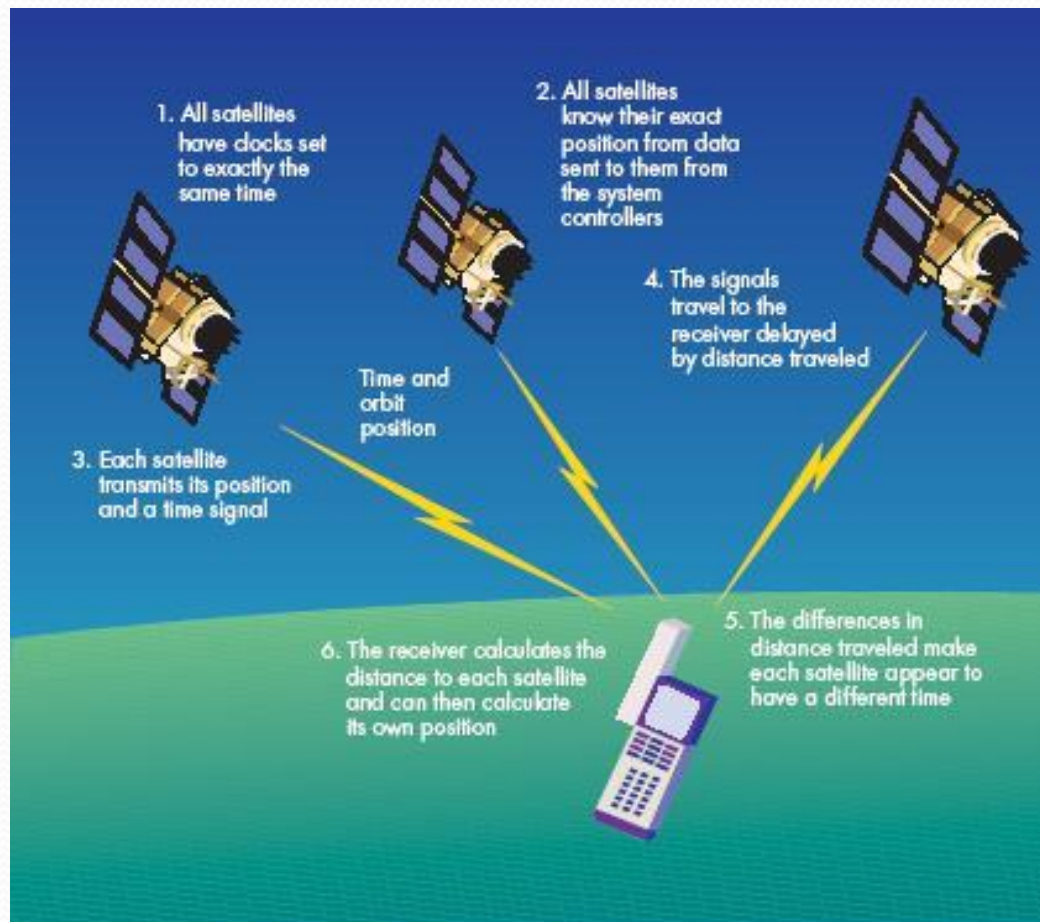


- Xiaomi Mi 8 prvi smartphone sa *dual* GPS

Primjer
Preciznost
Lijevo - u zgradi
Desno - van zgrade

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

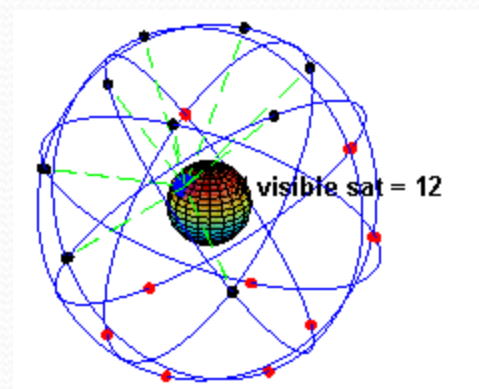
GPS *the simple view*



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

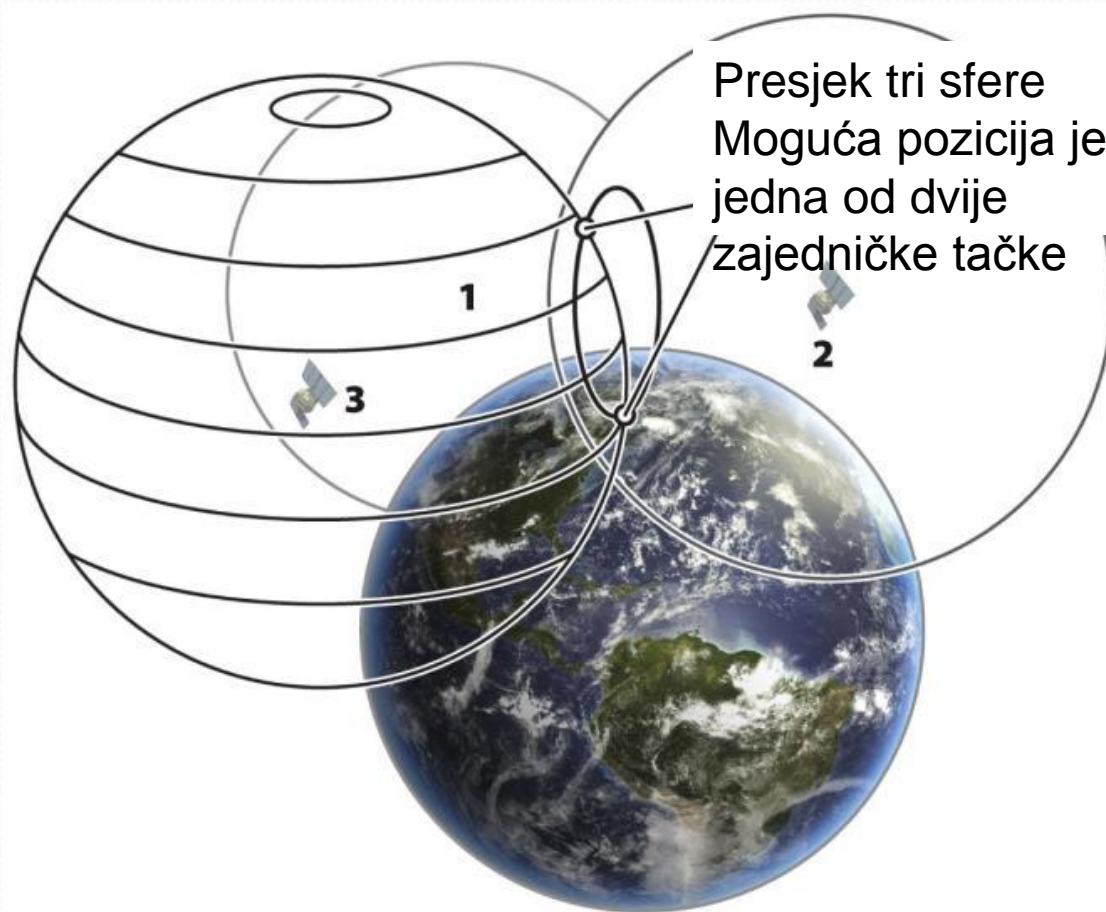
Triangulacija i Trilateracija

- Triangulacija
 - Bazira se na mjerenju uglova
- Trilateracija
 - Bazira se na vremenu (ili rastojanju)
 - GPS se bazira na trilateraciji



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS Trilateracija



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS vrijeme propagacije

Signal se emituje u 8:03:02.12

Primjer: 13,000 milja

Brzina propagacije oko 186,000 milja (300,000 km) po sekundi

Signal se prima u 8:03:02.19



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS vrijeme propagacije

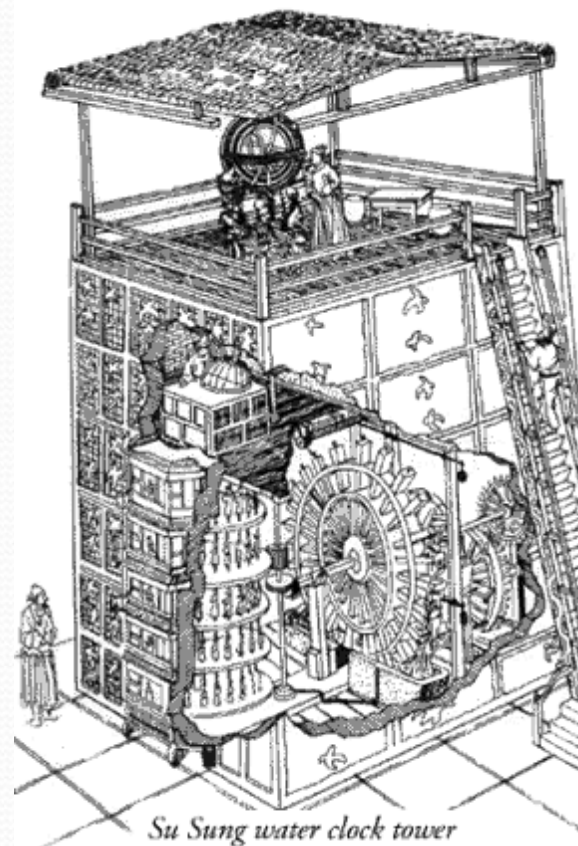
8:03:02.19

- 8:03:02.12

0:00:00.07

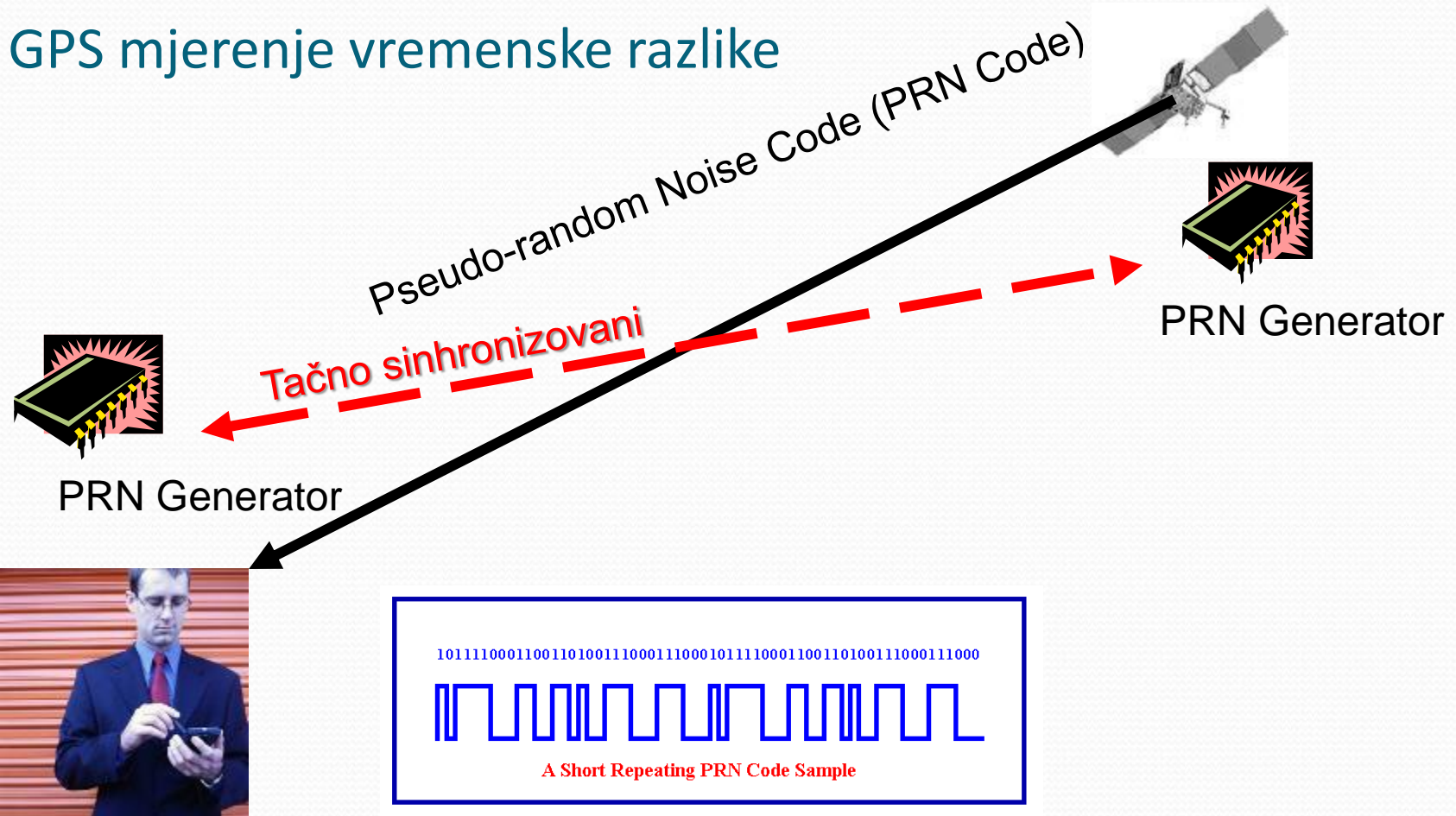
0,07s razlika znači 13,000
milja (20,000 km) rastojanje

Potrebni skupi časovnici!



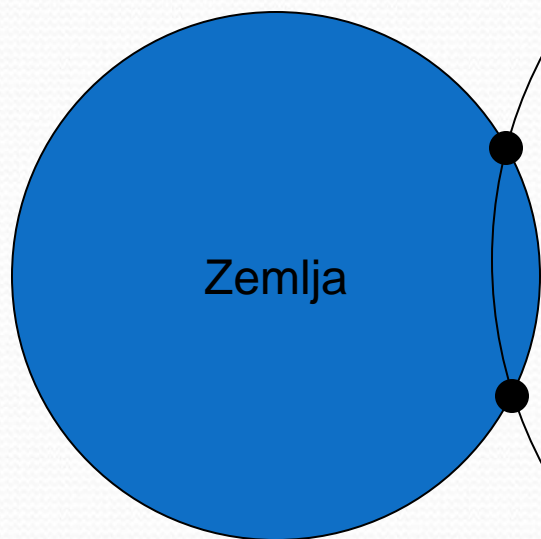
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS mjerenje vremenske razlike



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS određivanje pozicije



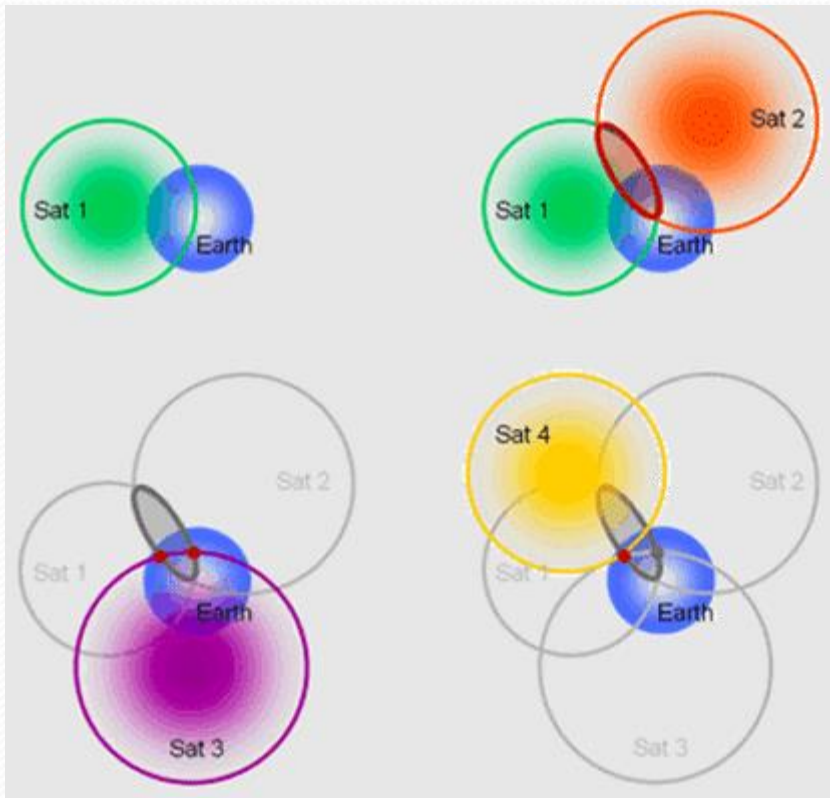
Izračunato
rastojanje



Moguća pozicija je na sferi oko satelita.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS određivanje pozicije



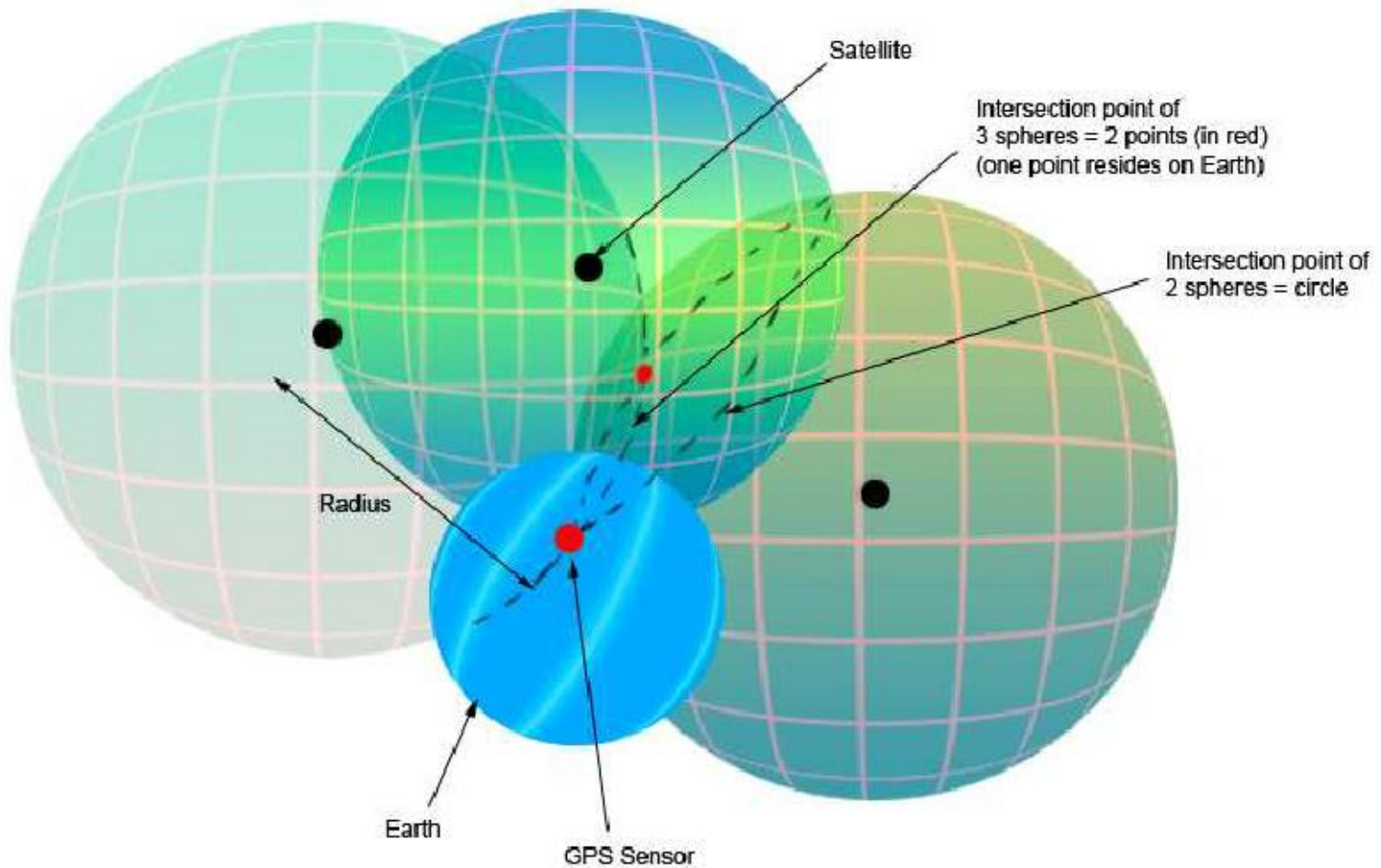
Dva satelita daju moguću poziciju na presjeku dvije sfere tj. kružnici.

Treći satelit daje dvije tačke kao moguće pozicije, presjek sfere i kružnice. Moguća je samo jedna tačka na zemlji.

Četvrti satelit se koristi za određivanje vremenske razdešenosti časovnika kod korisnika, odnosno za 4. “nepoznatu”

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS određivanje pozicije



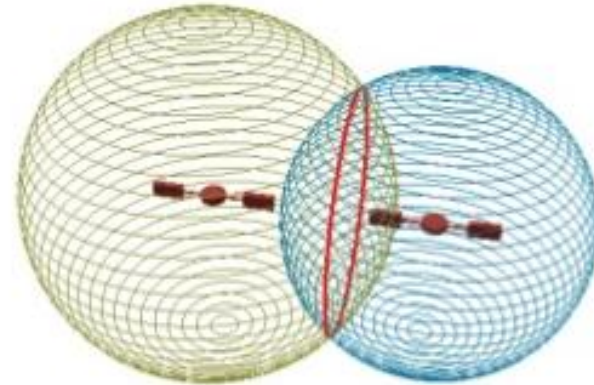
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS određivanje pozicije

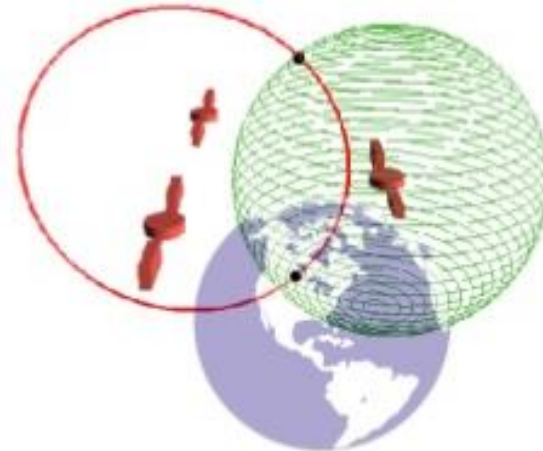
1 satelit



2 satelita

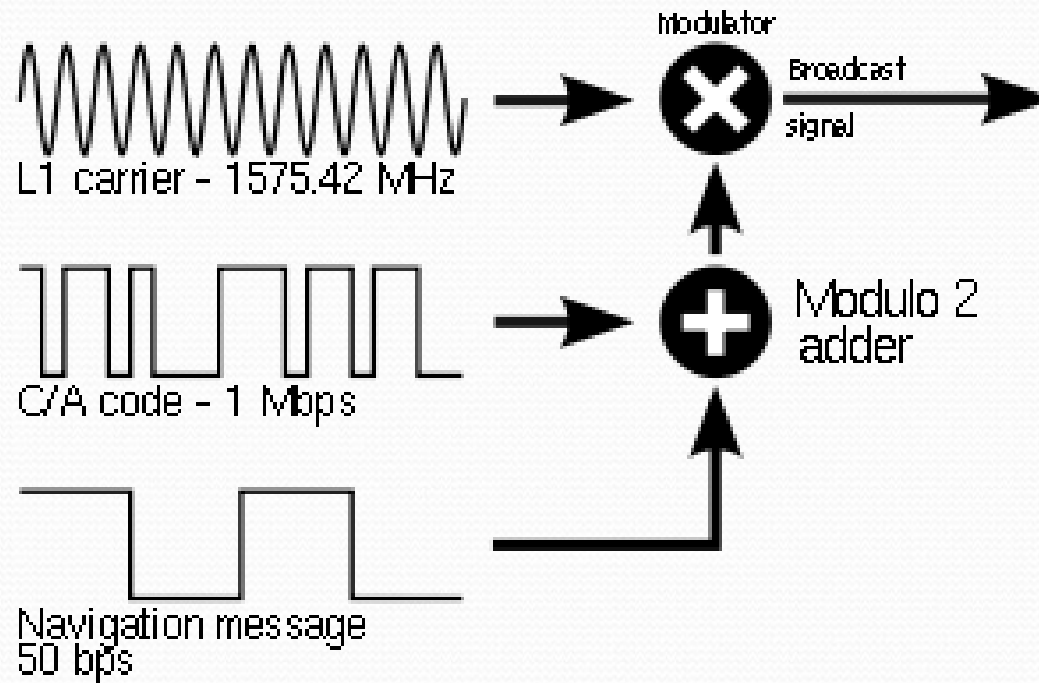


3 satelita



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

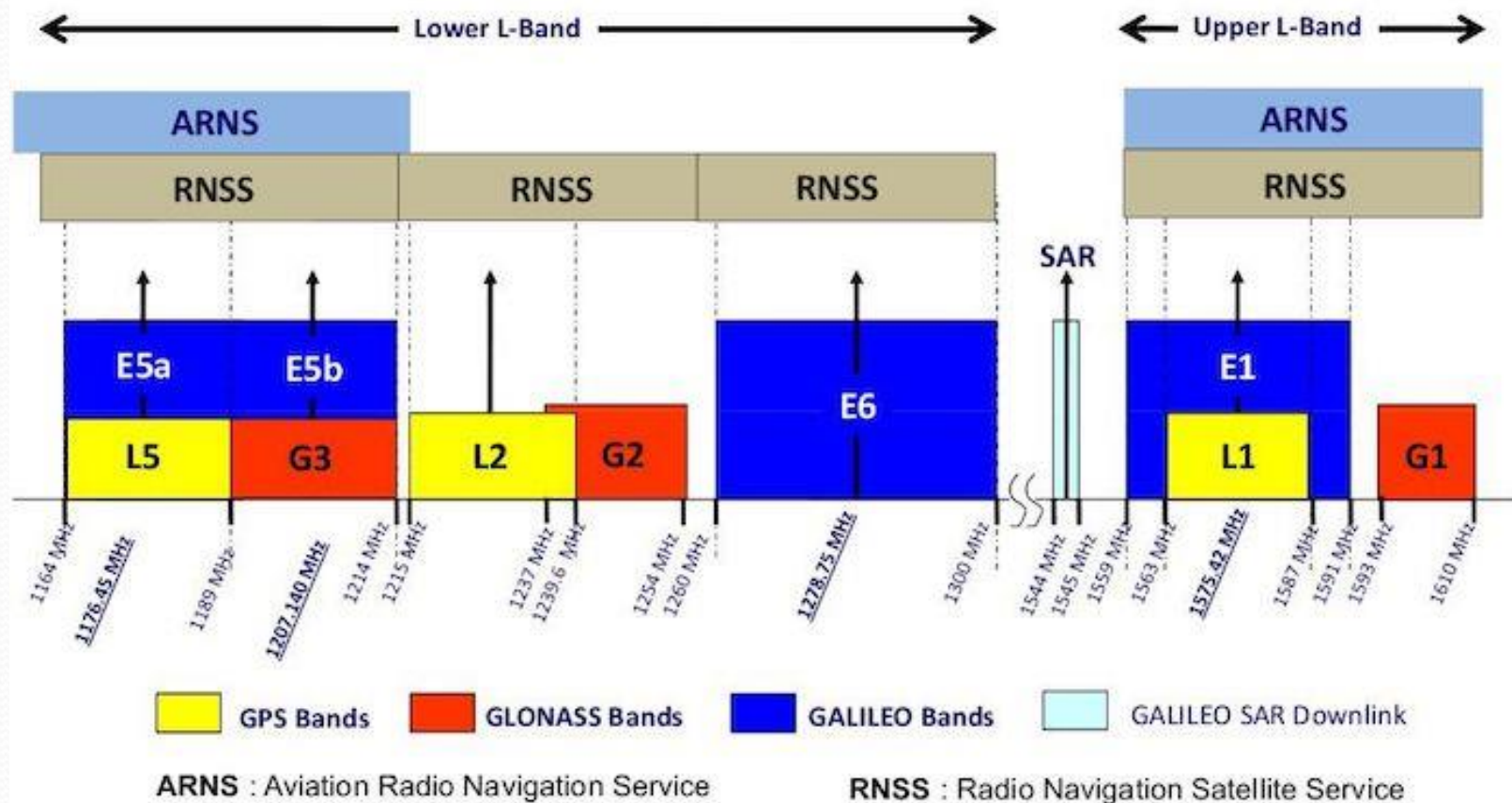
GPS predajnik



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

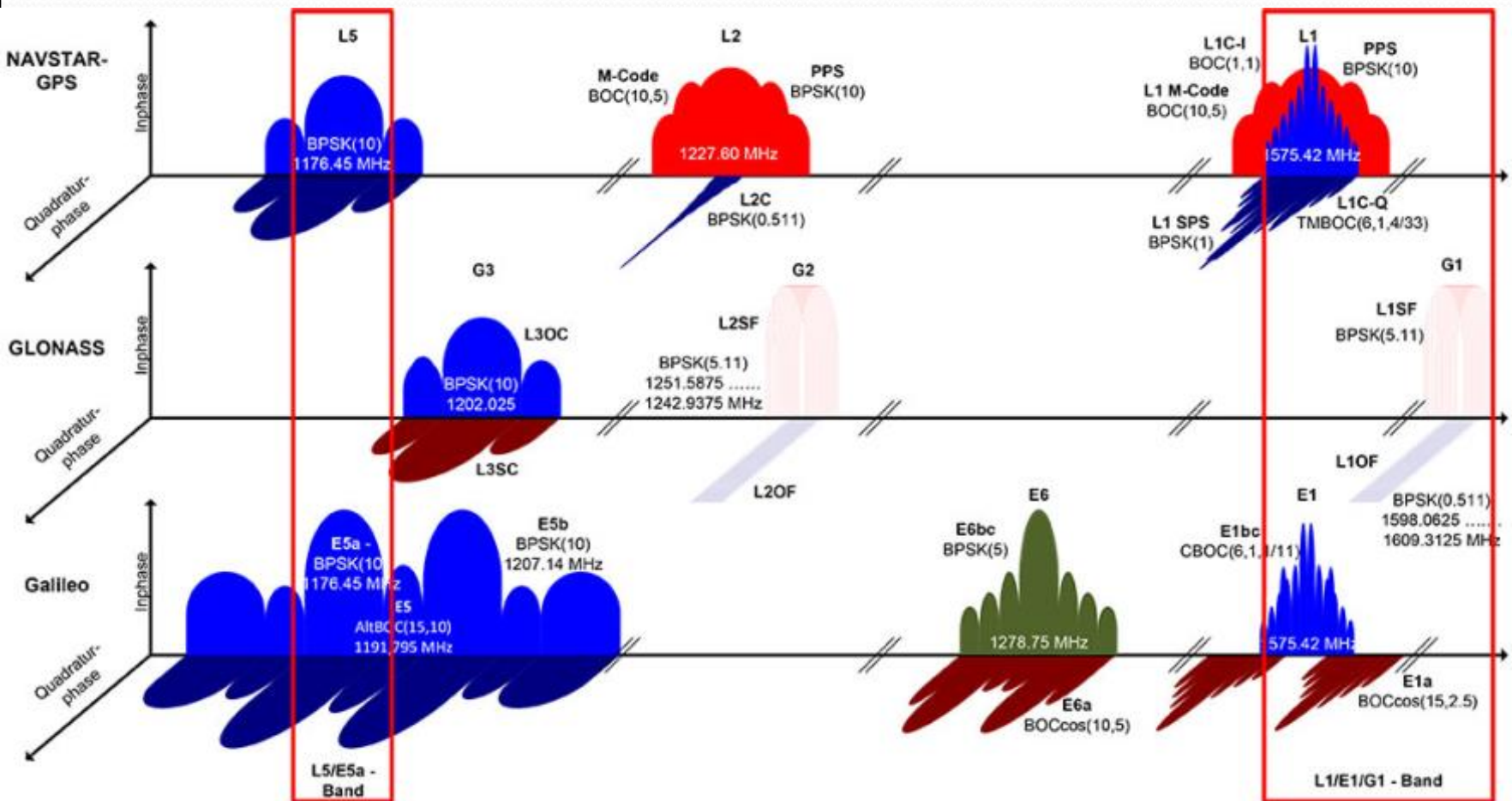
GPS spektar

- GPS sistem koristi frekvencijske opsege između 1.1 GHz i 1.6 GHz



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS spektar



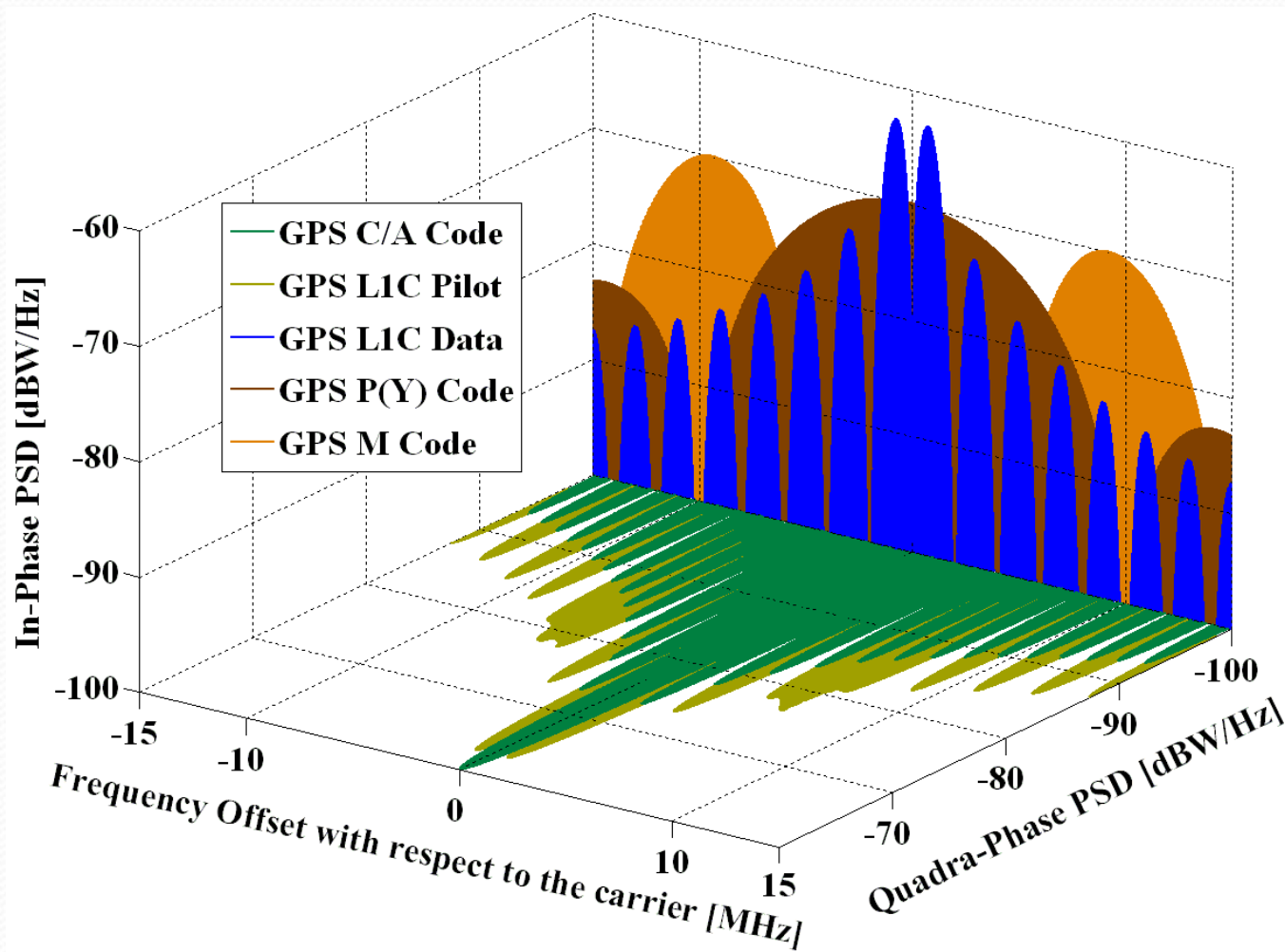
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L1

GNSS System	GPS	GPS		GPS	GPS
Service Name	C/A	L1C		P(Y) Code	M-Code
Centre Frequency	1575.42 MHz	1575.42 MHz		1575.42 MHz	1575.42 MHz
Frequency Band	L1	L1		L1	L1
Access Technique	CDMA	CDMA		CDMA	CDMA
Signal Component	Data	Data	Pilot	Data	N.A.
Modulation	BPSK(1)	TMBOC(6,1,1/11)		BPSK(10)	BOC _{sin} (10,5)
Sub-carrier frequency [MHz]	-	1.023	1.023 & 6.138	-	10.23
Code frequency	1.023 MHz	1.023 MHz		10.23 MHz	5.115 MHz
Primary PRN Code length	1023	10230		$6.19 \cdot 10^{12}$	N.A.
Code Family	Gold Codes	Weil Codes		Combination and short-cycling of M-sequences	N.A.
Secondary PRN Code length	-	-	1800	-	N.A.
Data rate	50 bps / 50 sps	50 bps / 100 sps	-	50 bps / 50 sps	N.A.
Minimum Received Power [dBW]	-158.5	-157		-161.5	N.A.
Elevation	5°	5°		5°	5°

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L1



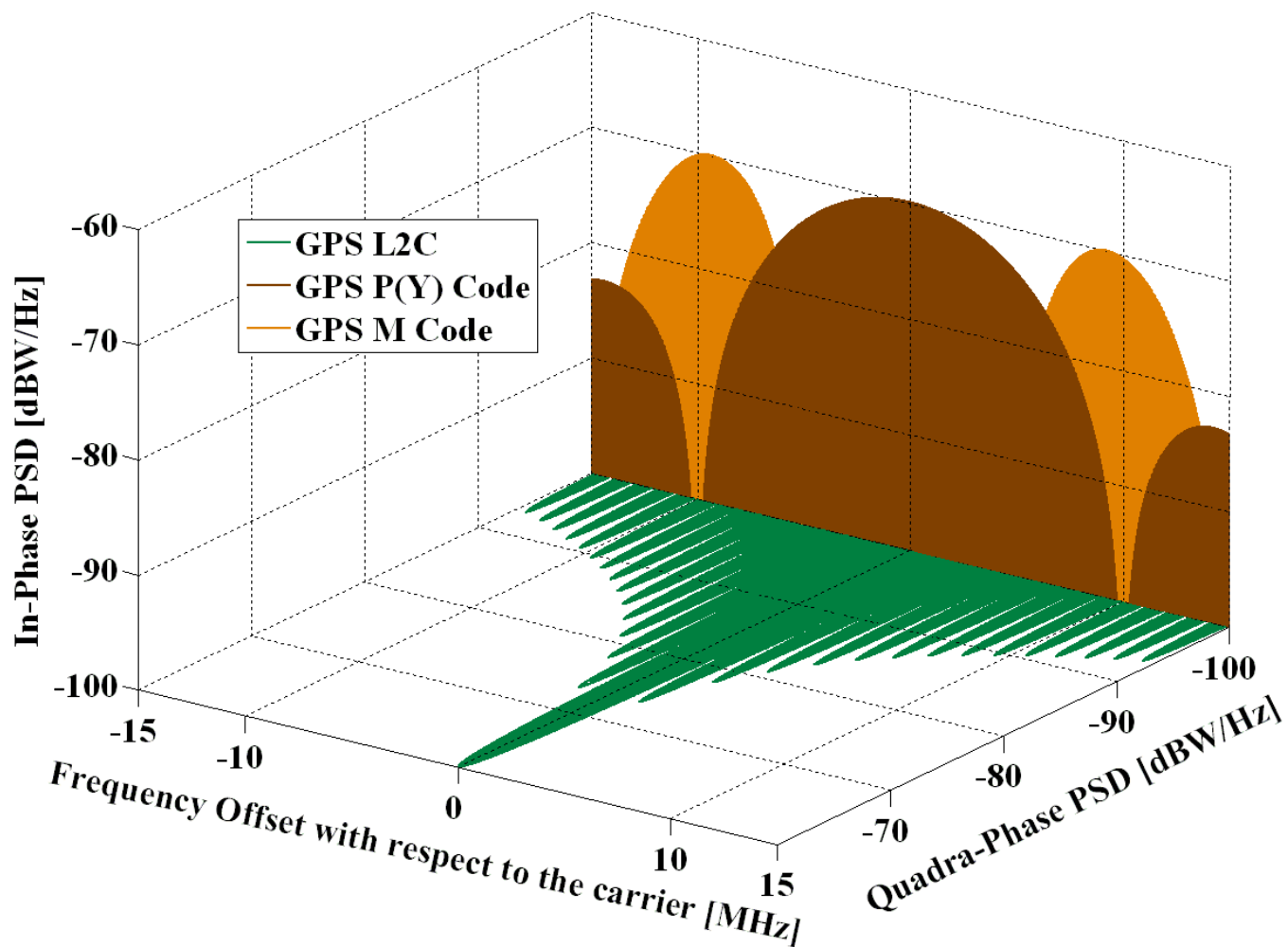
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L2

GNSS System	GPS	GPS	GPS	GPS
Service Name	L2 CM	L2 CL	P(Y) Code	M-Code
Centre Frequency	1227.60 MHz	1227.60 MHz	1227.60 MHz	1227.60 MHz
Frequency Band	L2	L2	L2	L2
Access Technique	CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Spreading modulation	BPSK(1) result of multiplexing 2 streams at 511.5 kHz		BPSK(10)	BOCsin(10,5)
Sub-carrier frequency	-	-	-	10.23 MHz
Code frequency	511.5 kHz	511.5 kHz	10.23 MHz	5.115 MHz
Signal Component	Data	Pilot	Data	N.A.
Primary PRN Code length	10,230 (20 ms)	767,250 (1.5 seconds)	6.19 x 1012	N.A.
Code Family	M-sequence from a maximal polynomial of degree 27		Combination and short-cycling of M-sequences	N.A.
Secondary PRN Code length	-	-	-	N.A.
Data rate	IIF 50 bps / 50 <u>sps</u> IIR-M Also 25 bps 50 <u>sps</u> with FEC	-	50 bps / 50 <u>sps</u>	N.A.
Minimum Received Power [dBW]	II/IIA/IIR -164.5 <u>dBW</u> IIR-M -161.5 <u>dBW</u> IIF -161.5 <u>dBW</u>		II/IIA/IIR -164.5 <u>dBW</u> IIR-M -161.4 <u>dBW</u> IIF -160.0 <u>dBW</u>	N.A.
Elevation	5°		5°	5°

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L2



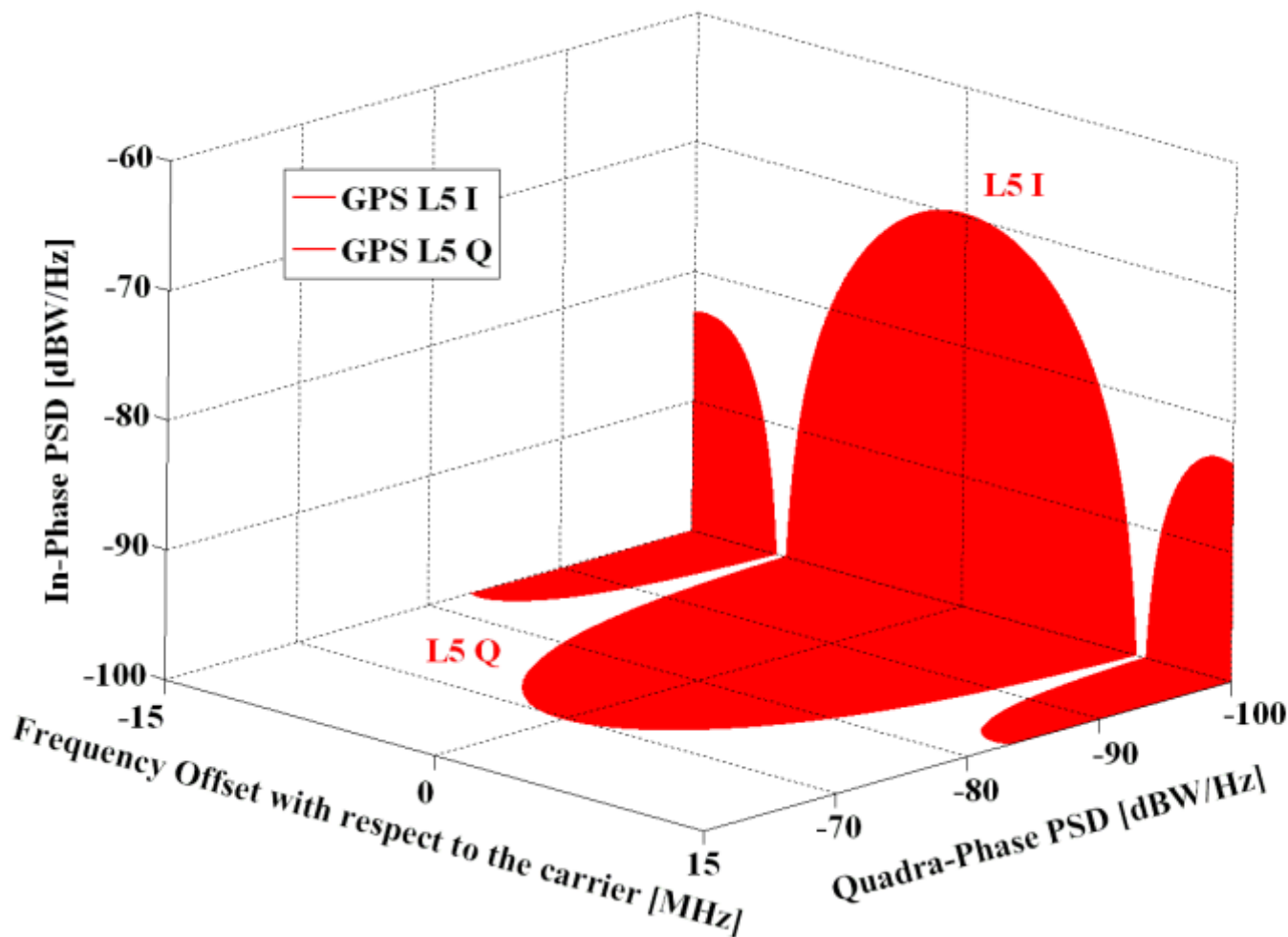
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L5

GNSS System	GPS	GPS
Service Name	L5 I	L5 Q
Centre Frequency	1176.45 MHz	1176.45 MHz
Frequency Band	L5	L5
Access Technique	CDMA	CDMA
Spreading modulation	BPSK(10)	BPSK(10)
Sub-carrier frequency	-	-
Code frequency	10.23 MHz	10.23 MHz
Signal Component	Data	Pilot
Primary PRN Code length	10230	10230
Code Family	Combination and short-cycling of M-sequences	
Secondary PRN Code length	10	20
Data rate	50 bps / 100 <u>sps</u>	-
Minimum Received Power [<u>dBW</u>]	-157.9 <u>dBW</u>	-157.9 <u>dBW</u>
Elevation	5°	5°

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GPS L5



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

- GLONASS (Глобальная навигационная спутниковая система, Global Navigation Satellite System - ruski sistem)



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

- Sovjetski Savez je počeo razvoj GLONASS-a 1976. GLONASS je najskuplji program Ruske Federalne Svemirske Agencije, trećina budžeta u 2010. godini.

Koliko je koštao GLONASS?

Do 2011. godine ruska vlada potrošila je oko 5 milijardi dolara na projekat GLONASS, a dodatno se uložilo 320 milijardi rubalja (10 milijardi dolara) za period od 2012. do 2020. godine.



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

- Različite verzije GLONASS-a
- GLONASS - lansiran 1982. godine, lansirani sateliti bili su namijenjeni za obezbjeđivanje vremenskih podataka, mjerenju brzine i dobijanje tačnog vremena bilo gdje u svijetu ili blizu Zemlje od strane vojnih i službenih organizacija.
- GLONASS-M - lansiran 2003. godine, dodao je drugi civilni kod. GIS mapiranje prijemnika.
- GLONASS-k - započeo je 2011. godine i ima još 3 tipa k1, k2 i km (istraživanje). Dodata treća civilna frekvencija.
- GLONASS-K2 - trenutno u fazi projektovanja
- GLONASS-KM - trenutno u fazi istraživanja

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

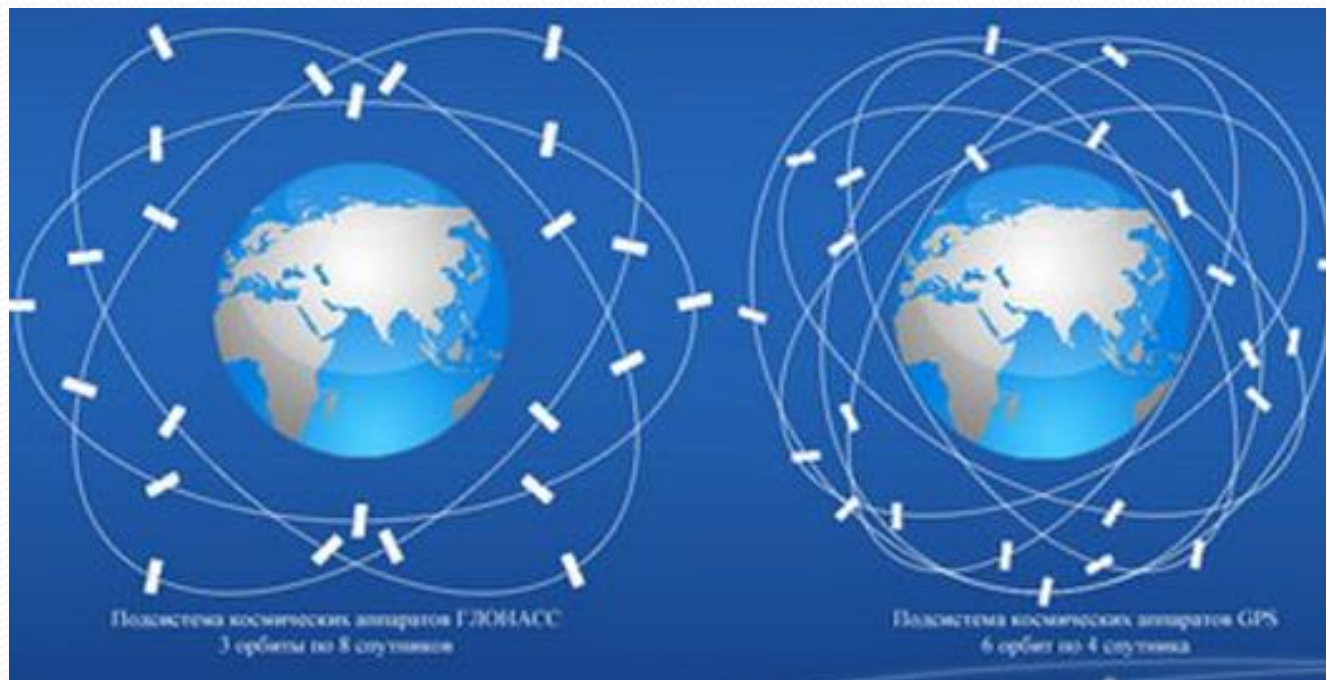
A-GLONASS

- A-GLONASS, pomoćni GLONASS je veoma sličan GLONASS-u, ali A-GLONASS donosi više mogućnosti za pametne telefone.
- Navigacija *turn-by-turn*, podaci o saobraćaju u stvarnom vremenu...
- Koristi cellularne bazne stanice blizu lokacije korisnika, za brzo pozicioniranje, uz pomoć *data* konekcije.
- A-GLONASS takođe poboljšava performanse u čip setovima koji dolaze sa GLONASS *support*-om.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

- GPS mrežu od 31 satelita.
- GLONASS mreža ima 24 satelita koji pokrivaju Zemlju.



Orbite i konstelacije GLONASS (lijevo) i GPS (desno).

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

Specifikacija	GLONASS	GPS
Država	Ruska Federacija	SAD
Coding	FDMA	CDMA
Broj satelita	Najmanje 24	31
Orbitalna visina	21150 Km	19130 km
Preciznost	Pozicija: 5–10 m	Pozicija: 3.5-7.8 m
Orbitalna ravan inklinacija	64.8°	55°
Orbitalni period	11 h 16 min	11 h 58 min
Frekvencija	Okolo 1.602 GHz (SP) Okolo 1.246 GHz (SP)	1.57542 GHz (L1 signal) 1.2276 GHz (L2 signal) 1.2276 GHz (L5 signal)
Status	Operativan	Operativan

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

Prednost GLONASS-a nad GPS-om (GLONASS vs GPS)?

- Preciznost u odnosu na GPS.
- Kada se koristi samo GLONASS nema tako veliku pokrivenost kao GPS, ali kada se oba koriste povećava se preciznost sa pokrivenošću.
- Korisniji je u sjevernim geografskim širinama jer je započet prvobitno samo za Rusiju.
- Preciznost je prednost GLONASS-a, do 2 metra.
- Kombinacija GPS + GLONASS omogućava da korisnički uređaj bude usmjeren na grupu od 55 satelita širom svijeta. Primjer, ukoliko se na određenom mjestu GPS signali znatno oslabljeni, urbane sredine, uz velike zgrade, ili u metroima, GLONASS sateliti pružaju pozicioniranje.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

Komercijalna upotreba GLONASS-a?

- GLONASS je prvi put komercijalno korišćen u auto-navigatoru kao Glospace SGK-70, ali je bio glomazan i skup. Ruska vlada intenzivno promovise komercijalnu upotrebu GLONASS-a.
- iPhone 4S je bio prvi proizvod koji je koristio GPS i GLONASS za određivanje lokacije na mapama.
- Svi *high end* uređaji koji podržavaju GPS opremu, posebno navigatori uključuju GLONASS prijemnike na čipu za korišćenje servisa zasnovanih na lokaciji.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS

- Danas bilo koji smartphone telefon, bilo da je u pitanju *high-end* ili *low-cost* pametni telefon, opremljen je A-GPS-om (*assisted* GPS, koji koristi mrežne mogućnosti za pronalaženje lokacije).
- Pošto se GLONASS nudi za javne servise, sve više smartphon-a je opremljeno GPS + GLONASS tehnologijom.
-
- Nakon *flagship* ili *high end smartphon-a*, *low* i *mid-range* uređaji će biti opremljeni GPS + GLONASS tehnologijom.

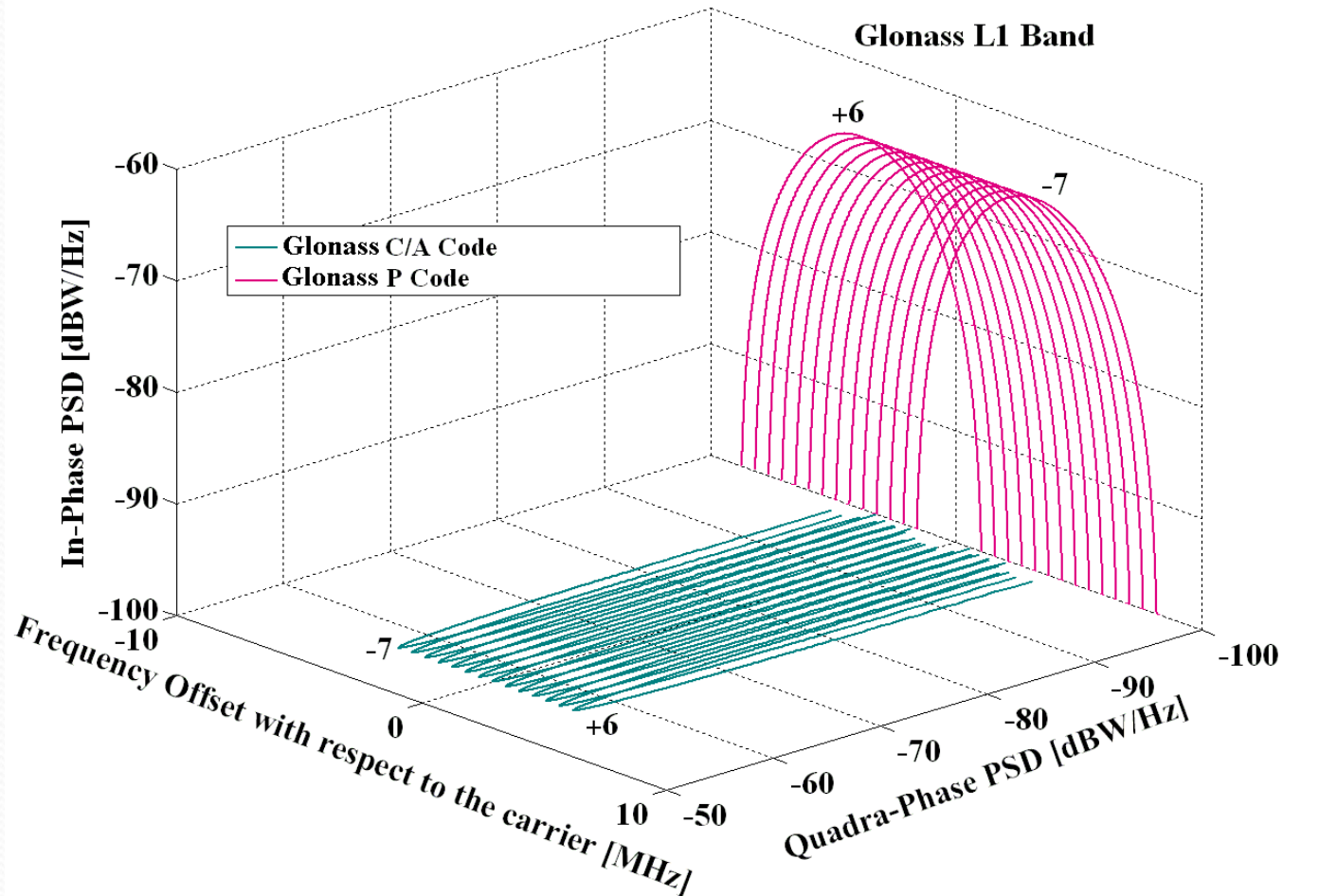
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS L1 *band*

GNSS System	GLONASS	GLONASS
Service Name	C/A Code	P Code
Centre Frequency	(1598.0625-1605.375) MHz \pm 0.511 MHz	
Frequency Band	L1	L1
Access Technique	FDMA	FDMA
Spreading modulation	BPSK(0.511)	BPSK(5.11)
Sub-carrier frequency	-	-
Code frequency	0.511 MHz	5.11 MHz
Signal Component	Data	Data
Primary PRN Code length	511	N/A
Code Family	M-sequences	N/A
Meander sequence	100 Hz	N/A
Data rate	50 bps	N/A
Minimum Received Power [dBW]	-161 dBW	N/A
Elevation	5°	N/A

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

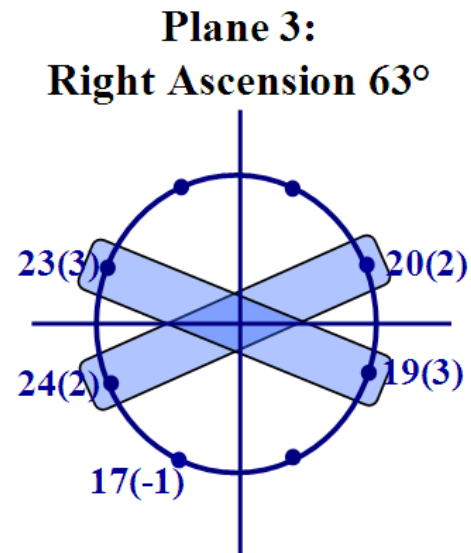
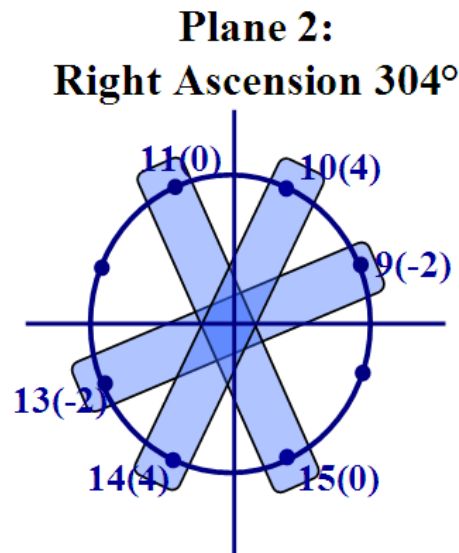
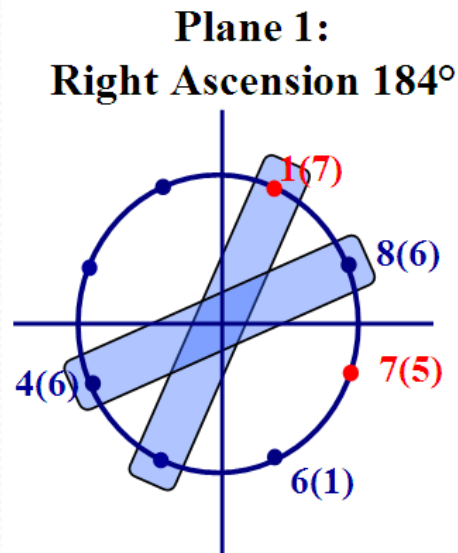
GLONASS L1 band



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

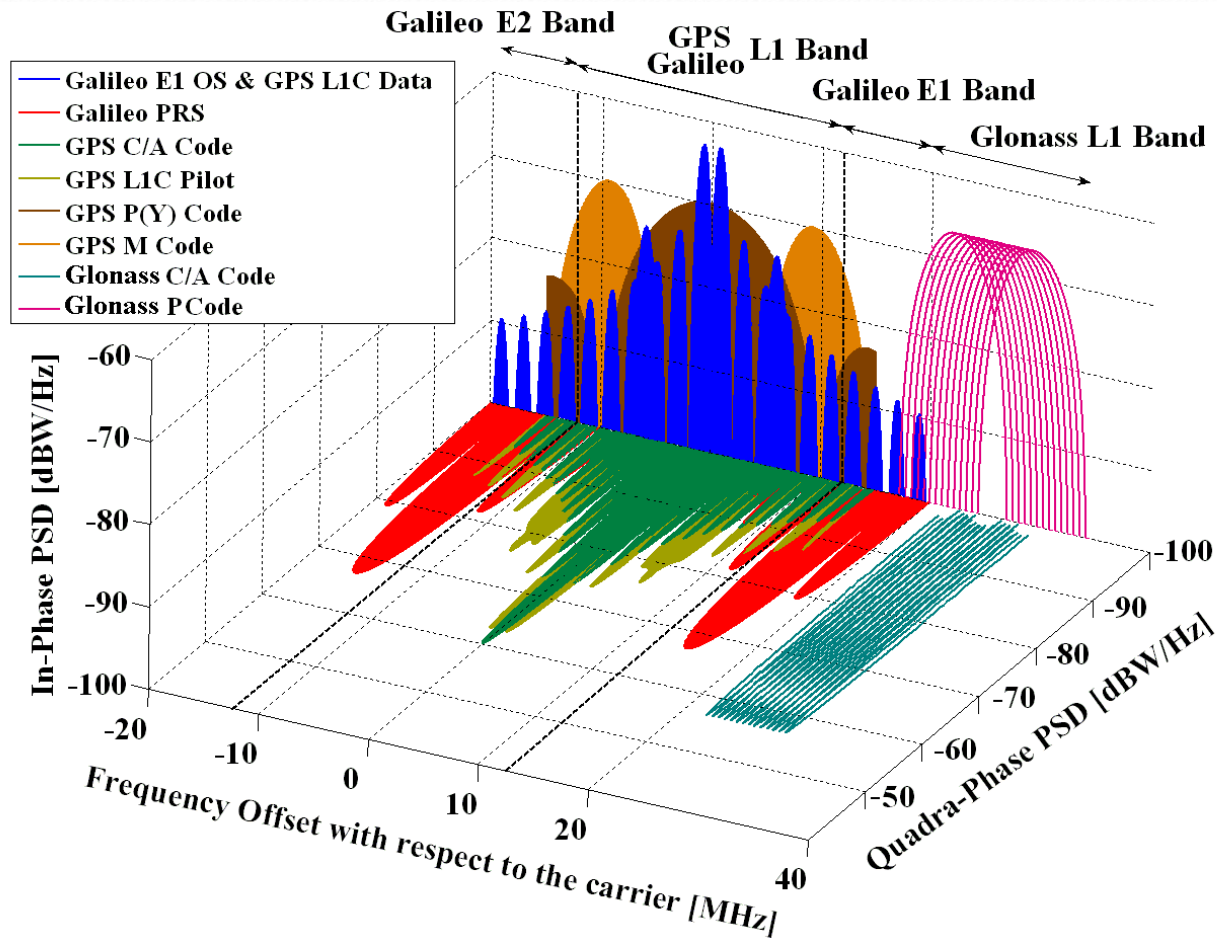
GLONASS L1 *band*

- Iako je samo frekvencijskih 14 kanala u L1 opsegu, interferencija se izbjegava, jer iste kanale koriste sateliti na suprotnim stranama zemlje



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS L1 band



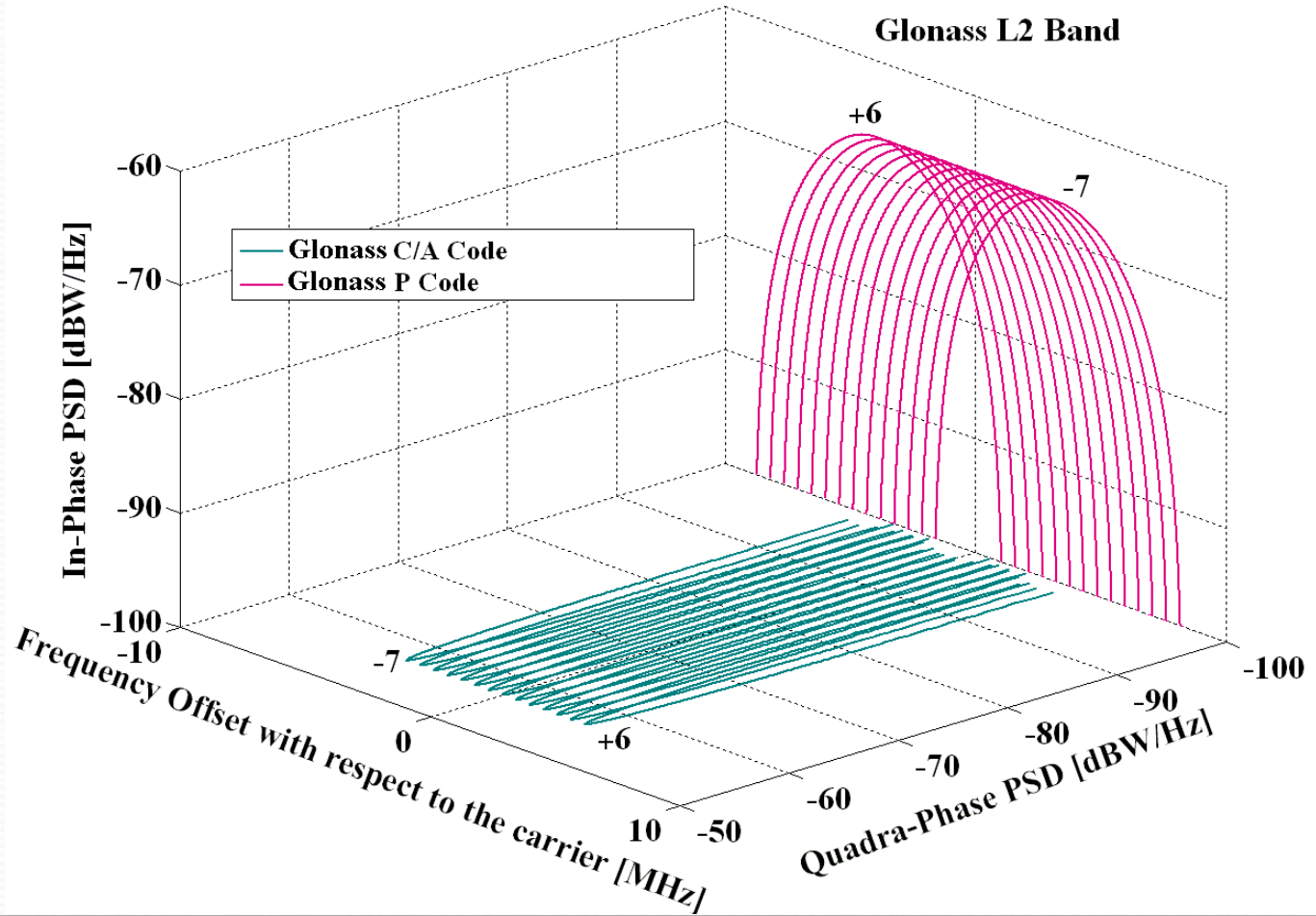
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS L2 *band*

GNSS System	GLONASS	GLONASS
Service Name	C/A Code	P Code
Centre Frequency	(1242.9375... 1248.625) MHz \pm 0.511 MHz	
Frequency Band	L2	L2
Access Technique	FDMA	FDMA
Spreading modulation	BPSK(0.511)	BPSK(5.11)
Sub-carrier frequency	-	-
Code frequency	0.511 MHz	5.11 MHz
Signal Component	Data	Data
Primary PRN Code length	511	N/A
Code Family	M-sequences	N/A.
Meander sequence	100 Hz	N/A
Data rate	50 bps	N/A
Minimum Received Power [dBW]	-167 dBW	N/A
Elevation	5°	N/A

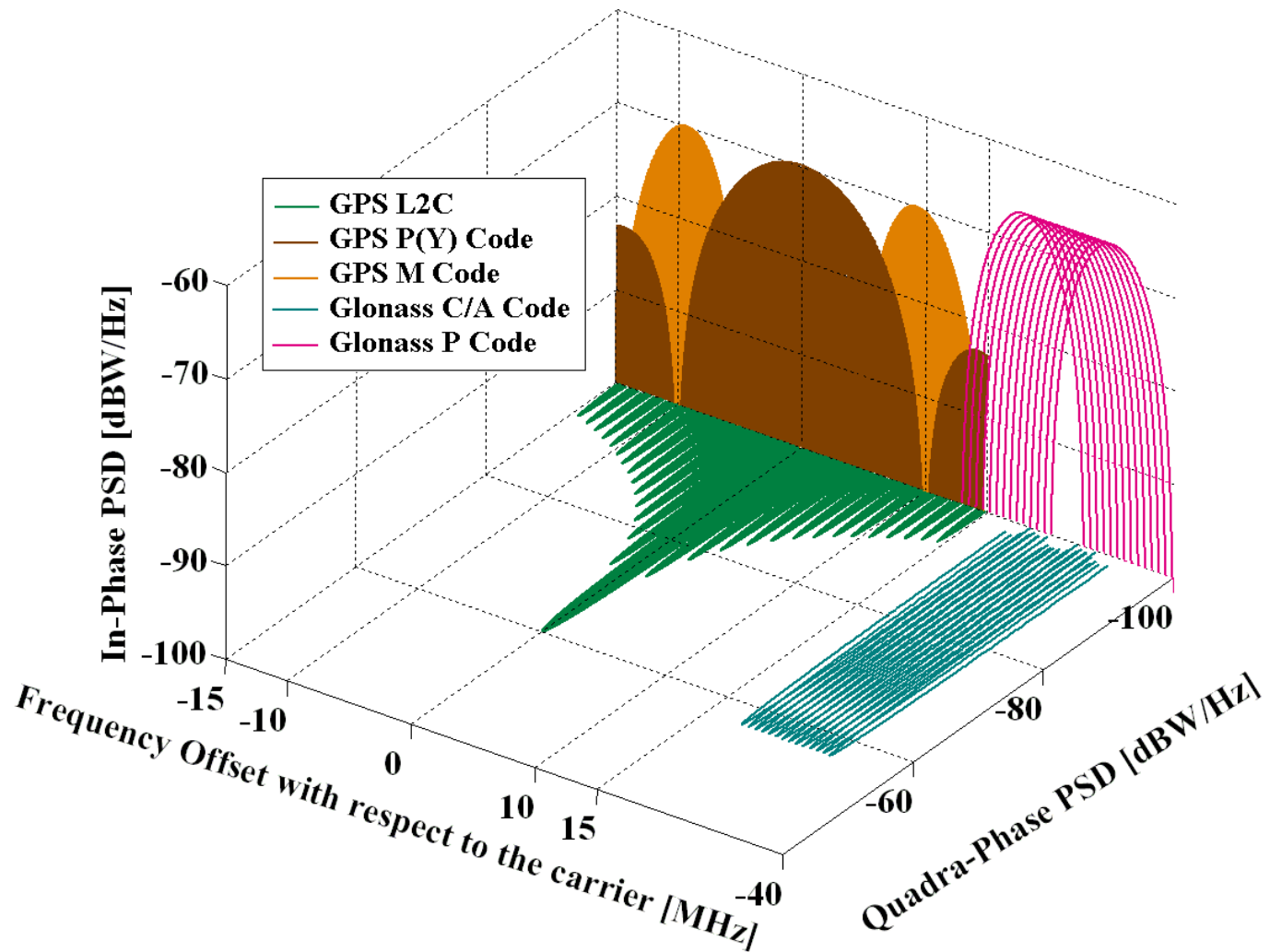
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS L2 band



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

GLONASS L2 *band*



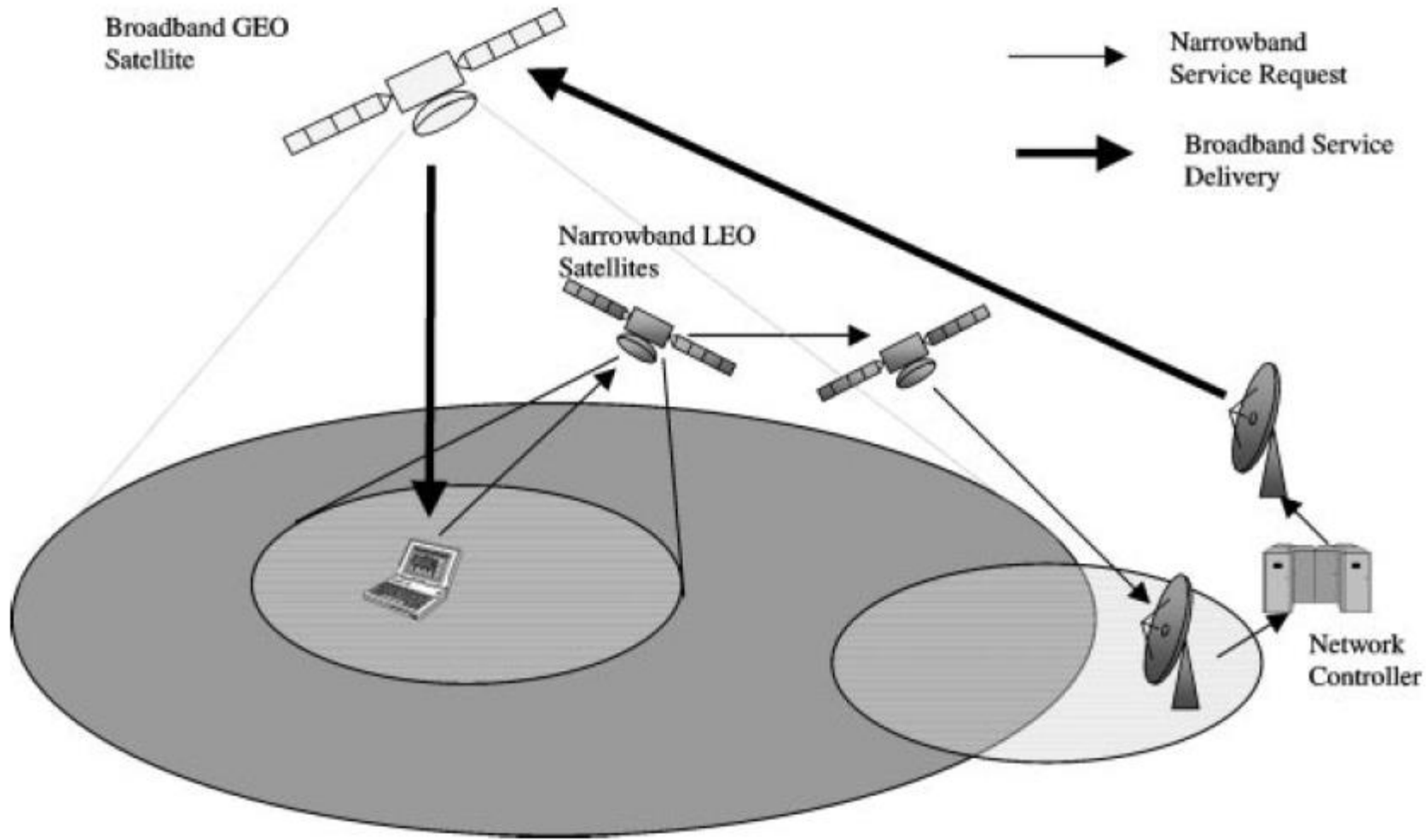
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Hibridne konstelacije satelita

- Svaki tip satelitskih orbita ima prednosti i mane u odnosu na ostale tipove. Na primjer, geostacionarna orbita se može smatrati pogodnijom za pružanje servisa koji nisu preosjetljivi na propagaciono kašnjenje i za pokrivanje većeg regionalnog područja, dok su LEO orbite povoljnije za real-time servise.
- Lako je zaključiti da je kombinacija više orbita, tj. primjena hibridnih konstelacija efikasno rešenje za određene servise
- Na primjer za *web browsing*, koji se karakteriše asimetričnom prirodom saobraćaja na uplinku i downlinku, tj. znatno većim protokom na downlinku applications, LEO link (ili opcionalno terestrialni link GPRS, UMTS i td) se može koristiti za uplink, dok se GEO link može koristiti za downlink. Ovaj scenario je prikazan na sledećoj slici.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Hibridne konstelacije satelita



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Hibridne konstelacije satelita

- Postoji niz drugih varijanti. Na primjer, geostacionarni satelit, koji može da pokrije veoma velika područja, se može primjenjivati za broadcast ili multicast servise dok se negeostacionarni sateliti mogu koristiti za unicast servise.
- Regionalno pokrivanje GEO satelita se može proširiti sa konstelacijom negeostacionarnih satelita, pri čemu je naravno neophodna cost-benefit analiza za procjenu da li bi cijena ovakve multi satelitske konstelacije bila opravdana sa stanovišta povećanja inenziteta saobraćaja

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Mobilni *broadband*

- Jedan od glavnih problema koje treba prevazići u mobilnim širokopojasnim satelitskim komunikacijama je problem slabljenja signala koji se javlja na frekvencijama predviđenim za date servise (Ka opseg). Osim većeg slabljenja signala zbog pomjeranja ka višim frekvencijama značajan je i uticaj određenih hidroloških parametara a posebno kiše na datim frekvencijama.
- Kod fiksni satelitskih komunikacija postoji više metoda za smanjivanje uticaja kiše: Uplink ili downlink kontrola snage; Adaptivna modulacija i kodiranje; Prostorni diversity za promjenu transmisionog puta između Earth stanice i satelita, koji uključuje satelitski ili orbitalni diversity kao i diversity na bazi više Earth stanica. Trenutno se neke od prethodno spomenutih tehnika mogu koristiti u mobilnim satelitskim komunikacijama, naročito adaptivna modulacija i moćne tehnike kodiranja kao što su turbo kodovi

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Mobilni *broadband*

- Mobilni broadband satelitski servisi su posebno interesantni u aeronautičkom sektoru, naročito u slučaju dugotrajnih interkontinentalnih letova, pošto su satelitske komunikacije jedino dostupne
- Na ovakvim letovima, entertainment servisi kao i razni biznis servisi mogu da generišu veliki intenzitet saobraćaja
- Potreba za telekomunikacionim servisima je izražena i na kraćim letovima, pri čemu su procjene da letovi koji traju oko 2–4 sata predstavljaju pravu šansu za mobilne broadband satelitske servise
- Kratki letovi do 1h su interesantni sa stanovišta pružanja biznis servisa

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Mobilni *broadband*

- Jedan od benefita primjene mobilnih širokopojasnih satelitskih komunikacija u aeronautičkom sektoru predstavlja i to što je avion u najvećem dijelu vremena iznad oblaka pa je slabljenje usled kiše izbjegnuto u tom periodu leta. Takođe, line-of-sight signal se može obezbijediti optimalnom lokacijom aeronautičke antene
- U pomorskom sektoru naročito sa pojavom nove generacije kruzera mobilni satelitski broadband entertainment i biznis servisi postaju veoma interesantni
- U ovom kontekstu treba reći da sateliti mogu imati važnu ulogu u informacionom društvu 21og vijeka, omogućavajući telekomunikacione servise bilo gdje, na kopnu, u vazduhu ili na okeanu

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Konvergencija fiksnih i mobilnih servisa

- Osim konvergencije mobilnih i Internet tehnologija, vrlo značajna je i konvergencija mobilnih i fiksnih tehnologija
- Dopunjavajući broadcasting sisteme se uskopojasnim uplinkom, novi interaktivni servisi se mogu pružiti u DVB (*digital video broadcast*) i DAB (*digital audio broadcast*) sistemima.
- Takav scenario se može primijeniti u cellularnim mrežama demonstrirajući koncept konvergencije personalnih mobilnih komunikacija, Internet i broadcasting tehnologija

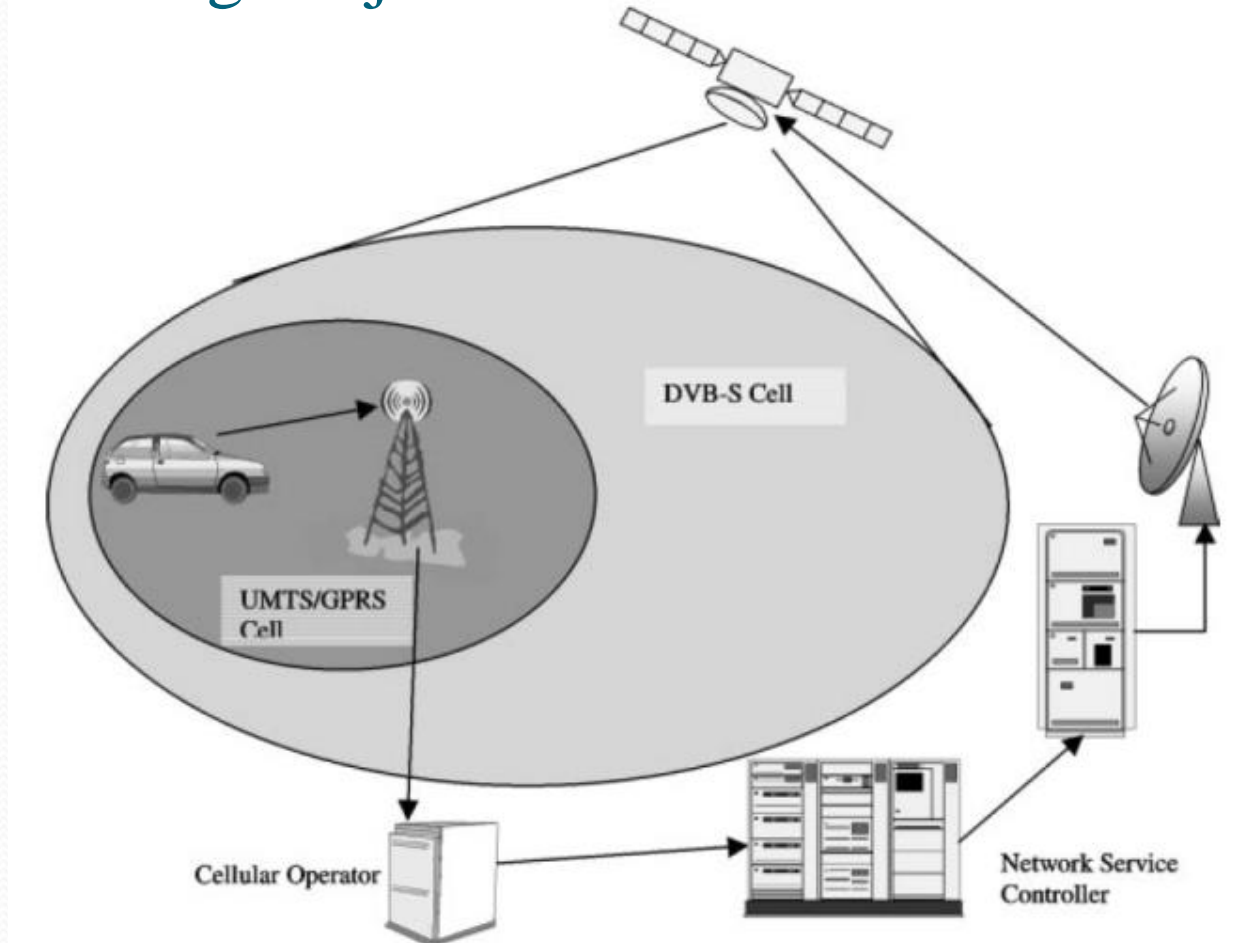
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Konvergencija fiksnih i mobilnih servisa

- Interesantan je razvoj multimedia koncepta za automobile, gdje mobilni korisnik može pristupiti informativnim i entertainment servisima, ili jednim imenom *infotainment* servisima. Osim multimedijalnih servisa, servisi bazirani na lokaciji korisnika se mogu koristiti (navigacija, locirano media pokrivanje i td).
- U ovakvom scenariju, korisnik zahtjeva određeni servis preko lokalne celularne mreže. Ovdje osim pokrivenosti celularnom mrežom, postoji i DVB/DAB-T (terrestrial) cellularno pokrivanje datog područja. Nakon prijem zahtjeva za DVB/DAB-T servis, zahtjevani podaci se enkapsuliraju i broadcastuju u datoj DVB/DAB-T ćeliji.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Konvergencija fiksnih i mobilnih servisa



Scenario sa hibridnim direktnim video broadcast servisom

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Konvergencija fiksnih i mobilnih servisa

- Moguće je takođe primjena hibridnih konstelacija satelita. Inicijalni zahtjev za servisom se može proslijediti negeostacionarim satelitom, dok se broadcast servis pruža putem GEO satelita
- Od velikog značaja za satelitsku broadcast satellite komunikacije je standardizacija DVB-RCS (DVB-return channel via satellite), koji omogućava korisnicima direktnu komunikaciju sa broadcast satelitskom mrežom preko posebnog povratnog (return) kanala
- Ovo znatno pojednostavljuje mrežnu arhitekturu i funkcije menadžmenta mreže pošto se sva komunikacija obavlja u istoj mreži

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Super GEO

- Nova generacija *high-powered multi-spot-beam* satelita već sad omogućava da mobilni terminali budu slični izgledom sa mobilnim terminalima koji se koriste u terestialnim celularnim mrežama. Takođe, razvoj procesiranja na samom satelitu je smanjio potrebu za *double-hop* komunikacije prilikom *mobile-to-mobile* veze. Ovo naravno značajno smanjuje kašnjenje na linku
- Očekuje se da će nekoliko geostacionarnih satelita sa navedenim karakteristikama biti lansirano. Korak naprijed biće i povezivanje ovakvih GEO satelita u jednu globalnu mrežu inkorporiranjem inter-sateliske link (ISL) tehnologije. Ovakav scenario će omogućiti satelitskoj mreži da bude nezavisna od terestrialnr infrastrukture

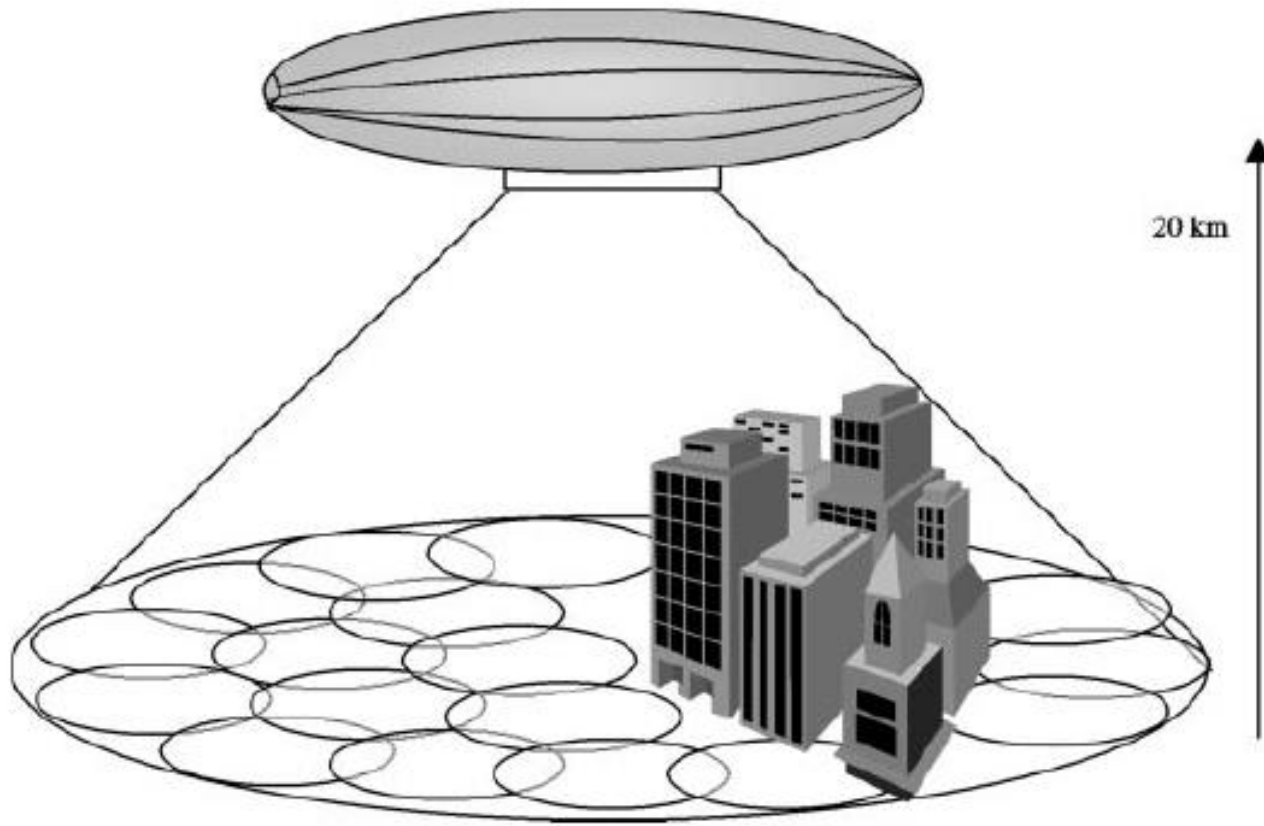
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

Super GEO

- Takođe, statička priroda geostacionarnih satelita omogućava mnogo više praktičnijih rešenja u komparaciji sa dinamičkom prirodom negeostacionarnih satelita.
- Mogućnost velikih brzina prenosa preko ISL, ekvivalentnih brzinama na jezgru terestrialnih mreža uz pristup korisnika preko satelitskog linka je veoma atraktivan budući scenario
- Osim toga važno je napomenuti da obzirom da će sateliti novih generacija imati vijek trajanja od 15–20 godina nove satelitske platforme se moraju dizajnirati tako da budu fleksibilne u pogledu neophodnih izmjena.
- Imajući prethodno navedeno u vidu, u cilju optimalnog dizajna mreže pažljivo treba odrediti kompromis između terestrialne i satelitske tehnologije

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms



Platforma u stratosferi, 20 000 km

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

- Prednosti:
 - Pokrivanje bilo kojeg područja se može brzo obaviti
 - Brzo pomjeranje i relociranje
 - U određenom području pokrivanja mreže se mogu smatrati lokalnim
 - Manji broj neophodnih komponenti mreže kao i cijena izgradnje
 - Za razliku od klasičnih satelita ne postoji potreba za lansiranjem i posebnim vozilom za to, platforme se same kreću do određene lokacije korišćenjem sopstvenih resursa
 - Visoka margina linka se može uspostaviti, omogućujući penetraciju u zgradama

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

- Prednosti:
 - Veliki elevacioni ugao se može postići omogućavajući line-of-sight signal u većini slučajeva. Samim tim antene sa većim dobitkom i užom širinom snopa se mogu koristiti za poboljšanje margine linka
 - Šema pokrivanja je slična kao u slučaju klasičnih cellularnih mreža
 - Relativno malo round-trip kašnjenje, manje od 1 ms, pa se broadband interaktivni servisi mogu isporučivati sa dobrim QoS.
 - Cijena pokrivanja određenog područja je značajno manja nego u slučaju primjene klasičnih terestrialnih ili satelitski mreža što omogućava vrlo konkurentnu politiku cijena usluga

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

- Nesostaci:
 - Pozicija platforme mora se pažljivo održavati iznad određene lokacije da bi se osiguralo fiksno pokrivanje područja
 - Stratosfera se karakteriše snažnim vjetrovima
 - Platforme koje nemaju ljudsku posadu zahtjevaju periodično održavanje što zahtjeva vraćanje na zemlju, tj. periodično dopunjavanje goriva, payload upgrad-ove itd. Ovo se može obaviti tokom perioda sa malim intenzitetom saobraćaja, zamjenjujući jednu platformu drugom, što ipak dovodi do određenog prekida u isporuci servisa korisnicimand. Platforme koje imaju ljudsku posadu funkcionišu u rotacionim smjenama.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms



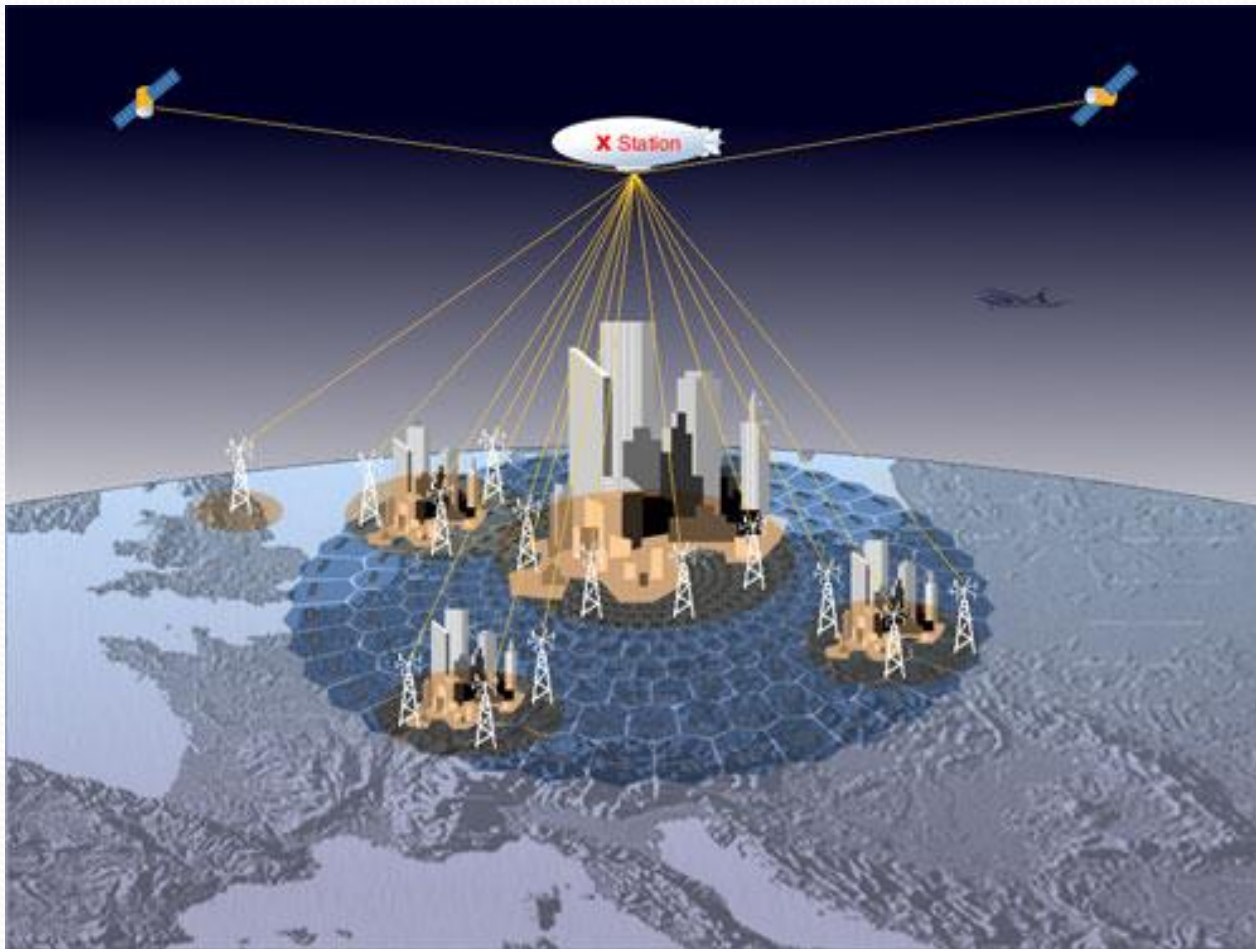
Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms Airbus Zephyr HAPS



Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

Airbus Zephyr HAPS

- Zephyr je pseudo-satelit (HAPS) UAS / UAV
- Radi na solarnoj energiji
- Pruža lokalne satelitske usluge.
- Ponaša se kao satelit, fokusira se kao avion i jeftiniji je od bilo kojeg od njih.
- Probni let - 25 dana, 23 h, 57 min

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

Airbus Zephyr HAPS

- Farnborough, 8. avgust 2018. - Airbus Defense i Space su najavili uspješno sletanje svojih prvih UAV, proizvodnje Zephyr programa, novog Zephyr S HAPS-a (*High Altitude Pseudo-Satellite*)
- Nakon odlaska 11. jula u Arizoni, SAD, Zephyr S je zabilježio prvi let od preko 25 dana, najduži let koji je ikada obavljen na ovaj način
- Napravljena je aplikacija da se ovo utvrdi kao novi svjetski rekord
- Ovaj prvi let solarnog pogona Zephyr S pokazuje mogućnosti sistema

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms Airbus Zephyr HAPS

- Prethodni rekord najdužeg trajanja leta zabilježen je takođe prototipom Zephyr aviona prije nekoliko godina, uz više od 14 dana neprekidnog leta, što je već deset puta duže od bilo kog sličnog aviona.
- Ovaj novi rekordni let bio je podržan od strane britanske vlade i odražava poziciju Ministarstva odbrane Velike Britanije kao prvog klijenta.
- Zephyr je vodeća svjetska, solarno-električna, stratosferska bespilotna letjelica (UAV). Leti iznad konvencionalnog vazdušnog saobraćaja, dopunjava mogućnosti satelita, bespilotnih letjelica i letjelice sa ljudskom posadom, radi pružanja perzistentnih lokalnih satelitskih usluga.

Satelitske ICT i navigacione tehnologije

High Altitude Platforms

Airbus Zephyr HAPS

- Zephyr će pružiti nove mogućnosti, kako komercijalnim tako i vojnim korisnicima.
- Potencijal za revolucioniranje upravljanja elementarnim nepogodama, uključujući praćenje širenja požara ili izlivanja nafte.
- Zephyr će omogućiti stalan nadzor, prateći promjenjivi ekološki pejzaž u svijetu i moći će pružiti komunikaciju s najnepovezanim dijelovima svijeta.