



Globalna veza pomoću svemirskih objekata

Kap. freg. Nikola Safonov, Zagreb

10. jula 1962. godine lansiran je prvi »komercijalni« veštački satelit za radio-vezu, poznat pod nazivom »TELSTAR«. Ovom događaju je dnevna štampa dala prilično širok publicitet, komentirajući prvi uspšan pokus prenosa američkog televizijskog programa u Evropu. Svakako, treba pozdraviti ovaj korak na polju primene savremene raketne i satelitske tehnike »za širu upotrebu« ali treba imati na umu da je »TELSTAR« još uvek samo opit, koji treba da pridonese sticanju iskustava u primeni takozvanih radio-relejnih ili telekomunikacijskih veštačkih satelita, a pre toga je tokom poslednjih godina lansiran veći broj takvih satelita. Razlika je samo u tome što je usvajanje i izradu satelita »TELSTAR« finansirala privatna firma »American Telephone and Telegraph Company«, dok su ostali sateliti konstruirani u režiji američkih državnih ustanova — civilne NASA (National Aeronautics and Space Administration) ili vojne ARPA (Advanced Research Projects Agency).

Zamisao ostvarenja globalne veze, t. j. trenutne veze između dveju bilokojnih tačaka na Zemlji, nikla je u samom početku satelitske tehnike. Postojeće veze između kontinenata, odvojenih oceanima, još i danas se u velikoj meri održavaju putem podmorskih kablova, što je veoma skupo. Kvalitet radio-veze na dugim, srednjim i kratkim talasima varira i zavisi od mnogih faktora, na primer, doba dana, godišnje doba, polarna svetlost i slično. Veza na vrlo kratkim (VKT) i ultra-kratkim (UKT) talasima moguća je samo, u granicama optičke vidljivosti, a za veće daljine zahteva izgradnju razgranate mreže relejnih stanica. Iz ovog razloga uopšte nije moguća preko vodenih prostranstava (mora, oceani) ili nenaseljenih područja (pustine, prašume, močvare itd.). Zbog toga je nemoguće i televizijski prenos preko takvih područja na Zemlji.

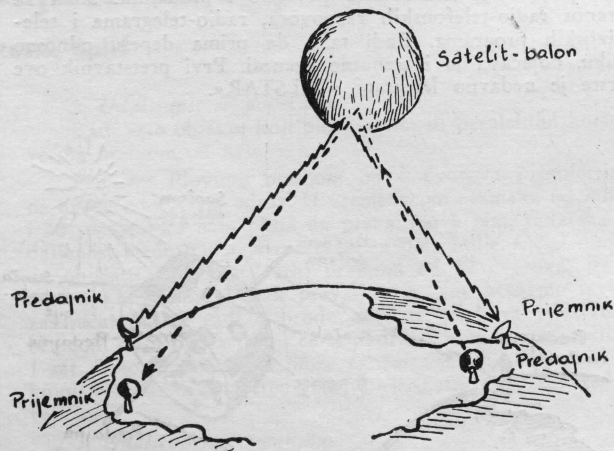
Na širokom planu istraživanja svemira do sada ima niz ideja i odgovarajućih opita da se za globalnu vezu iskoriste prirodni i veštački svemirski objekti. Ovi opiti — koliko je poznato — vršeni su samo u SAD, ali nije isključeno da se i u SSSR razrađuju slični projekti.

Općenito se svemirski objekti — kako prirodni, tako i veštački — mogu u pogledu primene za globalnu vezu podeliti u dve osnovne kategorije: pasivni i aktivni. Pasivni objekti predstavljaju reflektirajuću površinu od koje se odbijaju elektromagnetski talasi, emitirani sa Zemlje i opet

se vraćaju na Zemlju. U ovom slučaju radio-predajnik na Zemlji mora biti dovoljno jak, a prijemnik dovoljno osetljiv, jer je reflektovana energija veoma slaba zbog velike udaljenosti reflektirajućeg objekta. Aktivni objekti imaju prijemnik, koji prima poruke sa Zemlje, pojačava ih i pomoću vlastitog predajnika šalje natrag na Zemlju. Predajnici i prijemnici na Zemlji u ovom slučaju ne moraju biti jaki.

Radio-predajnici i prijemnici na Zemlji redovno moraju imati umerene antene — pogotovo kod veze pomoću pasivnih svemirskih objekata — kako bi predaja odnosno prijem bio što lakši i bolji.

Pasivni svemirski objekti za vezu mogu biti: pasivni veštački sateliti, veštački oblaci reflektirajućih čestica i prirodna nebeska tela.



Slika 1. Princip rada pasivnog veštačkog satelita

Pasivni veštački sateliti, koji su do sada ubačeni u orbitu oko Zemlje su »ECHO-1« (lansiran 12. augusta 1960. g.) i »SUPER-ECHO« (lansiran 15. februara 1962. g.). Ovo su baloni od plastične mase naduvani plinom, a

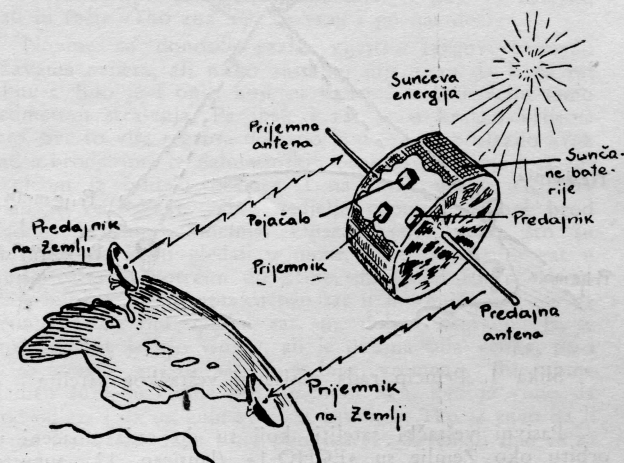
izvana pokriveni tankim aluminijskim slojem (debljine 0,001 mm). Težina takvog satelita iznosi svega oko 70 kilograma iako je njegov prečnik preko 30 metara. »ECHO-1« kruži na visini oko 1600 km i u početku je omogućavao odličnu vezu između istočne i zapadne obale SAD. Kvalitet prenosa počeo se postepeno pogoršavati, jer su balon izbušili mikrometeoriti, zbog čega je plin počeo da ističe, što je dovelo do deformacije oblika reflektirajuće površine. Međutim nakon godinu dana »života« satelita »ECHO-1«, kada se reflektovana energija smanjila za 40% u odnosu na prvobitno stanje, još uvek je bio moguć prenos radio-telegrafskih i radio-telefonskih depeša, kao i slika. Snaga radio-predajnika na Zemlji je 10 KW; prenos se vrši istovremeno u oba pravca, ali na raznim frekvencijama (960 Mc/sek i 2390 Mc/sek). U svakom prolazu satelita iznad teritorija SAD ima 10 minuta vremena, kada se može održavati veza.

Veštački oblaci reflektirajućih čestica sastavljeni su od sićušnih bakrenih iglica-dipola (dužine 18 mm i prečnika 0,00286 mm). Prvi pokus formiranja oblaka »NEEDLES WESTFORD-1« izvršen je 21. oktobra 1961. godine kada je veštački satelit »MIDAS-4« izbacio preko 300 miliona takvih iglica na visini 3360 kilometara. Očekivalo se da će se oko Zemlje stvoriti pojas iglica (slične kao prsten oko Saturna) širine oko 8 km i visine 40 km, koji će delovati na istom principu kao aluminijske trake, zvane »window«, koje su u Drugom svetskom ratu upotrebljavane protiv otkrivanja radarom. Iglice u svemiru trebale su da reflektiraju centimetarske radio-talase i tako omoguće globalnu vezu. Opat je naišao na veliko negodovanje radio-astronoma i geofizičara, koji su očekivali da će iglice stvoriti smetnje kod ostalih radio-talasa i onemogućiti prijem elektro-magnetskih talasa iz svemira. Međutim, usled neravnomernog razbacivanja iglica stvoreno je samo nekoliko gušćih oblaka umesto prstena oko Zemlje, koji su u prvih nekoliko dana omogućili odličan prijem, naročito televizijski, ali samo povremeno; kasnije su se ovi veštački oblaci raspršili i potpuno nestali.

Od prirodnih nebeskih tela za vezu je do sada iskorišten samo Mesec i to kao pasivna relejna stanica. Ovo je bio opit pod nazivom »COMMUNICATION MOON RELEY SYSTEM«. Prema površini Meseca predata je sa Havajskih otoka pomoću elektro-magnetskih talasa nekoliko fotosnimaka; ovi talasi odbili su se od površine Meseca i primljeni su u Annapolisu (SAD). Kvalitet prijema bio je zadovoljavajuć.

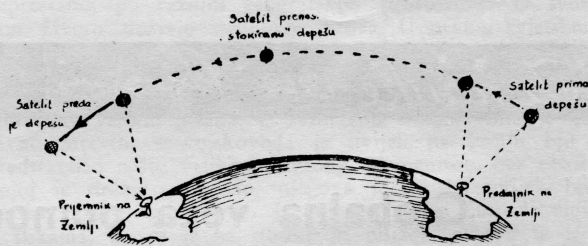
Aktivni svemirski objekti za vezu su isključivo veštački i mogu biti trenutni ponavljači i ponavljači sa zakašnjenjem, smešteni u veštačkom satelitu ili na prirodnom nebeskom telu.

Veštački satelit — trenutni ponavljač (ili repetitor) ima prijemnik, elektronsko pojačalo i predajnik. Služi za prenos radio-telefonskih razgovora, radio-telegrama i televizijskih programa. Radi tako da prima depešu odnosno sliku, pojačava ju i trenutno prenosi. Prvi pretstavnik ove vrste je nedavno lansirani »TELSTAR«.



Slika 2. Veštački satelit-trenutni ponavljač

Veštački satelit-ponavljač sa zakašnjenjem ima prijemnik, koji prima emisiju (radio-fonsku, radio-telegrafsku ili televizijsku) prilikom prolaza iznad predajne stanice na Zemlji. Ova emisija se »stokira« u elektronskoj memoriji satelita. Ujedno satelit prima komandu kada treba da počne sa emisijom. U određeno vreme, kada je satelit iznad napred izabrane prijemne stanice na Zemlji, počinje da radi njegov predajnik, koji predaje »stokiranu« emisiju. Prvi takav satelit bio je »ATLAS-SCORE« (Signal Communications Orbit Relay Experiment), lansiran 18. decembra 1958. godine. Kružio je 12 dana na visini između 176 i 1472 kilometra, a zatim izgoreo. Opat je bio uspešan, pa je na osnovu toga 4. oktobra 1960. godine lansiran »COURIER-1.B«, težine 225 kilograma; ovaj satelit još uvek kruži na visini između 970 i 1200 km, ali je »mrtav«, jer su njegove baterije iscrpljene. Njegova oprema obuhvata 1300 tranzistora, 5 elektronskih memorija, više radio-predajnika i prijemnika, ako i 1 radio-far. Za vreme od oko 5 minuta, koliko se zadržava nad jednim mestom nad Zemljom, primao je oko 350.000 reči. Predaja istog broja reči trajala je također svega 5 minuta. Ovaj satelit pokazao je odlične rezultate.



Slika 3. Veštački satelit-ponavljač sa zakašnjenjem

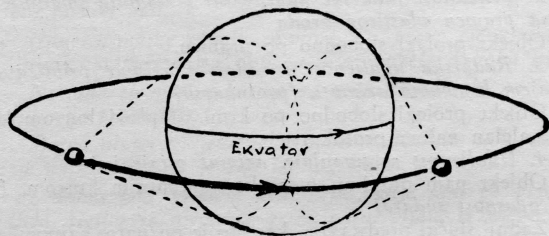
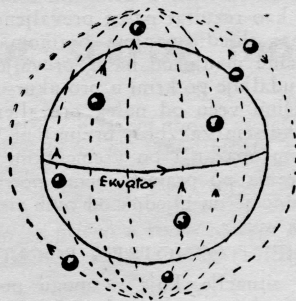
Umesto montiranja trenutnih ponavljača odnosno ponavljača sa zakašnjenjem u veštačke satelite postoji namera da se takvi uređaji pomoću snažnih raketa prenese i oprezno spuste na površinu prirodnih nebeskih tela, prvenstveno na Mesec. Ovo bi svakako bio veoma složen i obiman poduhvat ali bi »život« takvog ponavljača bio znatno produžen, jer nebi bio tako kratak kao »život« veštačkog satelita. Ukoliko bi kasnije na Mesec stigli i ljudi, onda bi bilo rešeno i pitanje neprekidnog napajanja ponavljača električnom energijom. Za sada se napajanje ponavljača na veštačkim satelitima vrši pomoću hemijskih baterija i sunčanih baterija, u kojima se sunčeva svetlosna energija pretvara u električnu. Međutim trajanje ovakvih baterija je prilično ograničeno.

Kada je reč o veštačkim satelitima za vezu treba spomenuti i pokuse, koji nisu imali za cilj uspostavljanje veze već prikupljanje raznih podataka, važnih za globalnu vezu. Tako je 22. februara 1961. godine lansiran »LOFTI« (Low Frequency Trans Ionospheric) za istraživanje širenja niskih frekvencija u svemiru.

Dok su navedeni veštački sateliti proizvod rada najistaknutijih naučnih ustanova, dotle su već lansirani i amaterski sateliti. Sredstva za lansiranje, t. j. rakete stavila je na raspoloženje armija SAD. 12. decembra 1961. godine ubačen je u orbitu oko Zemlje »OSCAR-1« (Orbital Satellite Carrying Amateur Radio), mali satelit težine svega oko 5 kilograma. Ovaj satelit je proizvod grupe radio-amatera u Kaliforniji. Nosio je samo 1 radio-predajnik, koji je tokom mesec dana emitirao na 145 Mc/s signal »H I« po Morze azbuci. 1. februara 1962. godine lansiran je i »OSCAR-2«, sličan svom prethodniku, samo sa nešto jačim predajnikom.

Jedno od osnovnih pitanja za uspostavljanje globalne veze pomoću veštačkih satelita jer izbor njihovih putanja i broj satelita u orbiti oko Zemlje. Ako se želi obezbediti neprekidna veza mora u vidiku svake tačke na površini Zemlje, biti uvek bar jedan satelit. Pri polarnoj orbiti Zemlja se prividno okreće ispod satelita tako da se sa nekoliko satelita može prekriti cela Zemlja; sem toga prolaz satelita iznad polova obezbeđuje vezu u polarnim krajevima, gde je inače radio-veza veoma nepouzdana. Orbita

položena pod izvesnim uglom prema ekvatoru ima slične osobine kao polarna ali ne omogućava vezu oko Zemaljskih polova. Konačno pri ekvatorijalnoj orbiti sa svega tri satelita na visini oko 36.000 kilometara prekriva se praktički cela Zemlja, izuzev jedne te iste tačke na površini Zemlje.



Slika 4. Mreža satelita sa polarnom orbitom (gore) i mreža satelita sa ekvatorijalnom orbitom (dolje)

U bližoj budućnosti može se očekivati uspostavljanje nekoliko mreža radio-relejnih satelita i to:

— sistem »ECHO«, pasivni sateliti-baloni na visini oko 1600 km u polarnoj orbiti. U svemiru bi stalno trebalo da kruži 6-8 satelita.

— sistem »REBOUND«, sličan sistemu »ECHO«, s tim da bi imao u orbiti najmanje 12 satelita. Ovde je interesantno da se sa jednom raketom predviđa ubacivanje u orbitu 3 satelita ovog sistema.

— sistem »COURIER«, aktivni ponavljači sa zakašnjenjem. Na visini oko 1000 km treba da kruži do 5 satelita.

— sistem »ADVENT« od 3 aktivna satelita-trenutna ponavljača u ekvatorijalnoj orbiti na visini 36000 km. Očekuje se da će se pomoću ovog sistema jedna depeša preneti iz Japana u Zapadnu Evropu za svega nekoliko mikrosekundi. Radio-predajnik u Japanu preneće depešu satelitu iznad Pacifika, a ovaj će ju proslediti prijemniku u Americi. Depeša primljena u Americi proslediće se satelitu iznad Atlantika, a odavde u Zapadnu Evropu. Međutim u poslednje vreme SAD su objavile da se realizacija ovog sistema mora odgoditi, jer se još ne raspolaže tako velikim raketama, koje bi sa sigurnošću mogle ubaciti satelite »ADVENT« u odgovarajuće orbite, a upravo kod ovog sistema osnovni uslov je da se satelit »smesti« tačno na predviđeno mesto u svemiru.

Pored državnih naučnih ustanova SAD na razvijanju radio-relejnih satelita rade (pored firme »American Telephone and Telegraph Company«, koja je proizvela satelit »TELSTAR«) i neke privatne firme, na primer:

— firma Hughes razvija satelit »SYNCOM«, težine oko 15 kilograma, koji će biti u stanju da istovremeno prenosi do 600 telefonskih razgovora (na frekvenciji 4 KHz) i veći broj telegrama (na 4,5 MHz). Satelit bi trebao da uđe u ekvatorijalnu orbitu na visini 36.000 kilometara.

— firma Hawker Siddeley razvija satelit težine oko 250 kilograma, koji će prenositi do 100 telefonskih razgovora, a kružiće na visini 6500 - 16.000 kilometara. U orbiti nagnutoj prema ekvatoru za 63° trebalo bi da bude 12 satelita.

— francuski projekt »SEREB-CSF« predviđa satelit težine do 60 kilograma sa 60 do 120 telefonskih kanala, koji bi kružio na visini oko 10.000 kilometara. Broj satelita u mreži još nije precizan ali verovatno biće potrebno preko 12 satelita.

Iz ovog kratkog pregleda vidi se da se na širokom planu pristupilo proučavanju i realizaciji u pogledu primene veštačkih svemirskih objekata za uspostavljanje globalne veze. Kao i svako novo komplicirano tehničko sredstvo oni će u početku biti veoma skupi, ali sa daljim razvitkom tehnike i industrije troškovi će naglo opadati i u doglednoj budućnosti može se očekivati sve šira primena ovih objekata za vezu. Rok kada će prirodni svemirski objekti — prvenstveno Mesec — poslužiti kao radio-relejne stanice sada se još ne može predvidjeti i verovatno do toga može doći nakon spuštanja ljudi na površinu Meseca.