

**Dr Miljko Erić,**  
pukovnik, dipl. inž.  
Vojnotehnički institut,  
Beograd  
**Radoje Marković,**  
potpukovnik, dipl. inž.  
Uprava za EI i PED GŠ VSCG,  
Beograd

## IZVIĐANJE RADIO-KOMUNIKACIJA U VF OPSEGU U FUNKCIJI SAVREMENIH OPERACIJA

UDC: 621.396 : 355.535.2

### Rezime:

*U ovom radu je, polazeći od opštih principa izviđanja radio-komunikacija, analiziran problem izviđanja radio-komunikacija u VF opsegu 1,6–30 MHz na operativno-strategijskom nivou koje se sprovodi u funkciji obaveštajnog obezbeđenja. Izložen je koncept širokopojsnog multifunkcionalnog radio-goniometra u kojem su integrisane funkcije automatskog presretanja i goniometrisanja signala, koji treba da omogući trenutni i potpuni nadzor (otkrivanje i goniometrisanje) svih aktivnih emisija u kompletnom VF frekvencijskom opsegu koje nisu kraće od 10 ms. Ovaj goniometar predstavlja osnovicu budućeg automatizovanog radio-izviđačkog sistema za VF opseg, koji sistemu komandovanja savremenim operacijama treba da omogući potpuni uvid u stanje, odnosno praćenje aktivnosti radio-komunikacija u kompletnom VF opsegu, što postojeći sistem za izviđanje VF frekvencijskog opsega ne obezbeđuje. Izložena problematika zasniva se na analizi iskustava i trendova u ovoj oblasti u svetu, na iskustvima stečenim u VTI kroz dosadašnje istraživačke i razvojne zadatke, posebno kroz razvoj i terenska ispitivanja radio-goniometra za VVF/UVF opseg.*

*Ključne reči: obaveštajno obezbeđenje, radio-izviđanje, radio-goniometrisanje, lociranje, MUSIC metoda, triangulacija, digitalna obrada signala.*

---

## COMMUNICATION INTELLIGENCE IN HF RANGE AS SUPPORT OF MODERN OPERATIONS

### Summary:

*Starting from the elaboration of the basic principles of communication intelligence, a problem of communication intelligence in HF range 1,6–30 MHz on the operational-strategic level is analyzed in detail. A concept of the wide-band multifunctional direction finder with integrated intercept and direction finding functions is presented. The direction finder should provide complete surveillance of the HF range and interception with direction finding of all active signals in given frequency range which are not shorter than 10 ms. The direction finder is the key element of the future automated radio reconnaissance system for the HF range, that should provide a complete insight of the signal activities in the HF range, which the existing communication intelligence system does not provide. The subject matter of this paper is based on the analysis of experiences and current trends in this field in the world, on experiences gained in VTI in previous research and development projects, especially in development and testing of the prototype of the direction finder for the VHF/UHF frequency range.*

*Key words: intelligence support, radio reconnaissance, radio direction finding, emitter location, MUSIC method, triangulation, digital signal processing.*

---

### Uvod

Izviđanje radio-komunikacija predstavlja veoma značajan aspekt savremenih operacija. Sprovodi se kontinuirano i

sveobuhvatno, u miru i ratu, i pokriva sve frekvencijske opsege i sve komunikacione tehnike prenosa. U skoro svim savremenim armijama preko 70% obaveštajnih podataka prikuplja se na ovaj na-

čin. Na operativno-strategijskom nivou, izviđanje radio-komunikacija dominantno se sprovodi u funkciji obaveštajnog obezbeđenja koje treba da obezbedi pravovremene i pouzdane informacije o ciljevima i namerama protivnika, razmeštaju njegovih snaga i sredstava, a radi definisanja, pripreme i sprovođenja optimalnog modela vlastitih odbrambenih i/ili ofanzivnih operacija. Na taktičkom nivou, izviđanje radio-komunikacija dominantno se sprovodi radi formiranja elektronske slike bojišta (Electronic Order of Battle – EOB) i vođenja protiv-elektronskih dejstava (PED) i protiv-elektronskih borbenih dejstava (PEBD).

Izviđanje radio-komunikacija je složena delatnost koja obuhvata sledeće osnovne procese: *pretraživanje* radio-frekvencijskog spektra, *prijem* signala, *goniometrisanje*, tehničku *analizu signala* i *obradu podataka*. Složenost procesa izviđanja radio-komunikacija u direktnoj je korelaciji sa složenošću primenjenih komunikacionih tehnika prenosa.

Pretraživanje elektromagnetskog spektra vrši se radi detekcije (otkrivanja, presretanja) aktivnih emisija. Postoje dve kategorije emisija koje su od interesa. U prvu kategoriju spadaju poznate emisije (sa poznatim parametrima: frekvencija nosioca, tip i parametri modulacije, vrsta prenosa, spektralna širina, pripadnost, lokacija ili širi reon lokacije) pri čemu su nepoznati vreme pojavljivanja, informacioni sadržaj i eventualno lokacija. U ovom slučaju pretraživanje se svodi na detekciju aktivnosti emisija na predefinisanim frekvencijskim kanalima. Ova funkcija je integrisana u većini savremenih izviđačkih prijemnika i može se realizovati bez posebne dodatne opreme.

U drugu kategoriju spadaju nepoznate emisije sa nepoznatim parametrima prenosa i modulacije (frekvencija nosioca, modulacija, spektralna širina, itd.). Proces otkrivanja ovih emisija pretraživanjem daleko je složeniji i komplikovaniji. Uvođenjem savremenih tehnika prenosa u proširenom spektru (frekvencijsko skakanje i direktna sekvenca) koje spadaju u klasu emisija sa malom verovatnoćom presretanja (Low Probability of Intercept – LPI), proces presretanja – detekcije ovih emisija postaje veoma složen i praktično nemoguć bez korišćenja složenih tehničkih sredstava.

Praćenje emisija ima za cilj da se dođe do informacionog sadržaja. Prate se uglavnom emisije za koje su poznati tip i parametri modulacije, a u slučaju digitalnog prenosa i podaci o primenjenom kodu, brzini prenosa, itd. Goniometrisanjem se određuje smer dolaska signala, a na bazi podataka o smerovima dobijenim sa više prostorno dislociranih radio-goniometarskih stanica procenjuje se lokacija radio-predajnika. Tehnička analiza signala vrši se sa ciljem procene tehničkih parametara nepoznatih emisija ili procene nepoznatih parametara poznatih emisija. Ovi parametri se koriste u procesu identifikacije predajnika ili su neophodni za klasifikaciju, demodulaciju, dekodiranje odnosno prijem signala. Obrada podataka ima za cilj da se na osnovu podataka dobijenih procesom pretraživanja, prijema, tehničke analize i goniometrisanja generišu izveštaji sa rezultatima izviđanja koji se prosleđuju pretpostavljenim komandama.

Izviđanje radio-komunikacija na operativno-strategijskom nivou, koje je u funkciji obaveštajnog obezbeđenja, ima

za prevashodni cilj dolazak do informacija. Uvođenjem digitalizovanog prenosa, savremenih tehnika prenosa signala u proširenom spektru (frekvencijsko skakanje i direktna sekvenca), integracijom saobraćaja (govor, podaci, slika, faks), kao i primenom kriptozastite pri digitalnom prenosu, smanjuju se mogućnosti da se procesom izviđanja neposredno dođe do informacija obaveštajnog karaktera. Do obaveštajnih podataka sve više će se dolaziti neposrednim putem, praćenjem aktivnosti radio-saobraćaja, odnosno nadgledanjem stanja u elektromagnetskom spektru (u zapadnoj literaturi za ovaj proces koristi se pojam Activity detection).

Izviđanje na taktičkom nivou za prevashodni cilj ima detekciju i lociranje izvora elektromagnetskog zračenja elektronskih i borbenih sistema protivnika i njihovu identifikaciju. Na osnovu podataka o lokaciji i tehničkim parametrima signala do kojih se dolazi kroz obradu primljenog signala, kao i primljenih obaveštajnih podataka, preduzimaju se odgovarajuće elektronske i/ili borbene protivmere. Radi toga na taktičkom nivou izuzetno je značajno da postoji direktna sprega izviđačkih i borbenih sistema. S obzirom da je goniometrisanje u principu uvek moguće, bez obzira na primenjenu modulaciju i kriptozastitu, ono će sve više dobijati na značaju naročito na taktičkom nivou.

Pored navedenog, proces izviđanja ima i specifičnosti koje proističu iz specifičnosti propagacije radio-signala u pojedinim frekvencijskim podopsezima. U ovom radu detaljnije je razmatrana problematika izviđanja radio komunikacija u VF frekvencijskom opsegu 1,6–30 MHz.

## **Aktuelni problemi izviđanja radio-komunikacija u VF opsegu**

### *Osnovne specifičnosti radio-saobraćaja u VF opsegu*

Osnovne specifičnosti radio-saobraćaja u VF frekvencijskom opsegu su sledeće:

- propagacija radio-signala u VF opsegu obavlja se jonosferskim i površinskim talasom;
- postoje efekti zamiranja signala (fedinga) na mestu prijema zbog višestrukog prostiranja (naročito pri jonosferskom prostiranju);
- veliki broj različitih modulacionih postupaka i različitih spektralnih širina emisija;
- velika zauzetost VF frekvencijskog opsega;
- ne postoji standardizacija u pogledu korišćenja frekvencija u VF opsegu.

U VF opsegu signal se prenosi posredstvom površinskog i jonosferskog talasa. Domet površinskog talasa zavisi od snage predajnika, karakteristika vodljivosti tla, i tipično iznosi 50-tak kilometara. Pri jonosferskom prostiranju radio-talasa se jednostruko ili višestruko reflektuje od jonosfere. Korišćenjem jonosferskog talasa moguće je ostvariti komunikacione domeće od više hiljada kilometara. Zbog toga VF opseg se dominantno koristi za radio-komunikaciju na velikim udaljenostima (komunikacije između viših komandi na operativno-strategijskom nivou, diplomatske radio-komunikacije, radio-komunikacije mornaričkih i vazduhoplovnih snaga, komunikacije meteoroloških i drugih specifičnih službi i servisa, itd.). Uslovi prostiranja jonosferskim talasom uslovljeni

su stanjem jonosfere koje se menja u toku dana ali i sezonski. Pri jonosferskom prostiranju gotovo uvek je prisutno višestruko prostiranje signala, pri čemu superponirani talasi imaju različita vremenska kašnjenja i frekvencijske (Doplerove) pomake, što ima za posledicu zamiranje radio-signala (feding) na mestu prijema. Jonosferski radio-kanal se modelira kao kanal sa vremenski promenljivim parametrima. Postojanje fedinga veoma komplikuje proces detekcije, identifikacije i prijema radio-signala, pogotovu pri digitalnom prenosu podataka. U VF opsegu koristi se veliki broj različitih modulacionih postupaka i vrsta prenosa (klasična Morzeova telegrafija, FSK telegrafija, SSB prenos govora, modemski prenos podataka korišćenjem različitih varijanti jednotonskih i multitonskih modema, prenos analognog i digitalnog FAX-a, digitalizovani kriptozštićeni prenos govora, itd.). U VF opsegu spektralne širine emisija tipično se kreću od par stotina Hz do 4 kHz, ređe do 16 kHz. Iz navedenih razloga u savremenim izviđačkim prijemnicima novije generacije integrisane su programabilne banke međufrekvencijskih (MF) filtera različitih spektralnih širina kao i banke demodulatora koji pokrivaju osnovne modulacione postupke koji se susreću u VF opsegu.

U VF opsegu određenim službama i servisima dodeljene su na upotrebu frekvencije, ali u principu u VF opsegu ne postoji standardizacija u pogledu korišćenja frekvencija. To dodatno komplikuje proces izviđanja jer je zbog jonosferskog prostiranja na mestu prijema često prisutna interferencija signala od više radio-predajnika koji rade na istim frekvencijama na različitim lokacijama.

Karakteristika radio-saobraćaja u VF opsegu je i velika zauzetost elektromagnetskog spektra u VF opsegu, odnosno aktivnost velikog broja emisija u relativno uskom frekvencijskom podopsegu.

#### *Osnovni problemi automatizacije procesa izviđanja radio-komunikacija u VF opsegu*

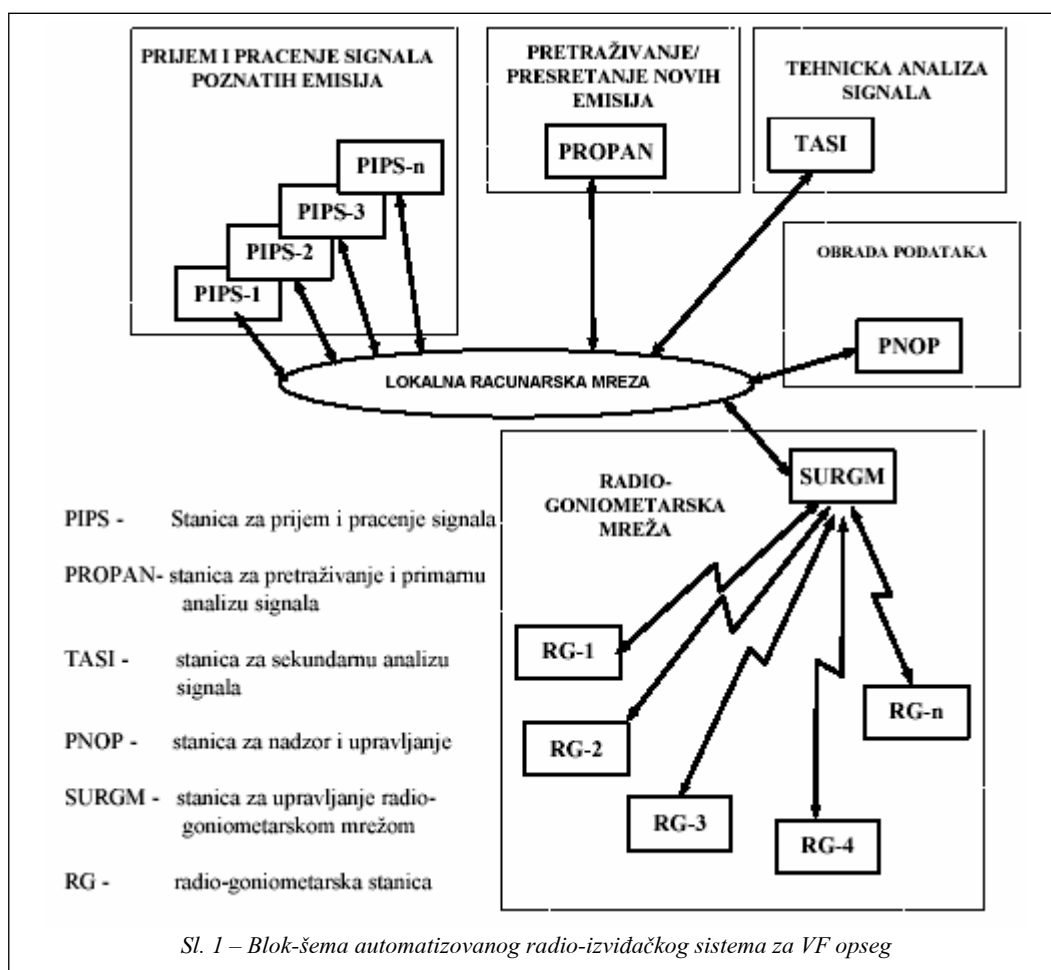
Da bi se povećala efikasnost izviđanja radio-komunikacija, pojedini izviđački procesi moraju da se automatizuju. Automatizacija procesa izviđanja radio-komunikacija, posebno komunikacija u VF opsegu, predstavlja veoma složen tehnički problem.

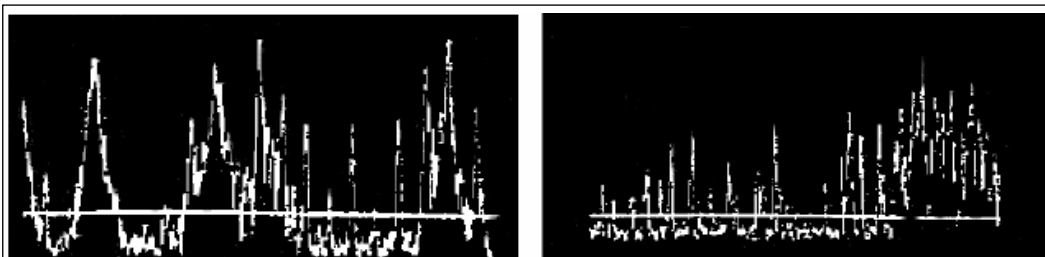
U proteklom periodu u VTI su vršena intenzivna istraživanja metoda i tehničkih rešenja za izviđanje radio-komunikacija u VF i VVF/UVF opsegu. Cilj istraživanja je bio da se procesi pretraživanja, detekcije, prijema, praćenja i goniometrisanja radio-komunikacija u celini ili parcijalno automatizuju. Pri tome se krenulo od neodgovarajuće pretpostavke da koncepcija automatizovanog izviđačkog sistema treba da bude u funkcionalnom smislu potpuno ekvivalentna sa postojećom koncepcijom neautomatizovanog sistema za izviđanje VF opsega. Na slici 1 prikazana je struktura automatizovanog sistema za VF opseg koji je bio predmet istraživanja. Sistem se sastoji od više podsistema a to su: za prijem i praćenje signala – PIPS, za pretraživanje i primarnu analizu signala – PROPAN, za tehničku analizu signala – TASI, za nadzor i upravljanje – PNOP i podsystem radio-goniometarske mreže koja se sastoji od stanice za upravljanje radio-goniometarskom mrežom SURGM i više prostorno dislociranih radio-goniometarskih stanica uvezanih u mrežu komunika-

cionim linkovima. Podsystemi su uvezani u računarsku mrežu.

Ključni problemi automatizacije izviđanja VF opsega, koje je trebalo istražiti, vezani su za procese pretraživanja i detekcije – otkrivanja novih emisija. U uslovima kada ne postoje informacije o aktivnim emisijama u zadanom frekvencijskom opsegu detekcija se vrši na energetskom principu, na taj način što se postavi prag koji je u funkciji izmerene energije signala u zadanom frekvencijском opsegu i uporedi energija sa funkcijom praga (slika 2). Izbor vrednosti

praga predstavlja ključni problem pri detekciji na ovom principu, pogotovu u uslovima zamiranja signala. S druge strane pri ovom načinu detekcije uvek postoji problem detektibilnosti „slabih“ signala u prisustvu „jakih“ signala. Pri automatskoj detekciji, u uslovima kada ne postoje prethodne informacije o broju i parametrima aktivnih signala i u situaciji kada postoji širok spektar modulacionih tehnika i spektralnih širina emisija, pojavljuje se novi tehnički problem tipa združivanja detektovanih pikova u istu emisiju. Ovaj problem je u literaturi poznat





Sl. 2 – Energetska detekcija signala u VF opsegu na principu praga

kao problem segmentacije spektra ili identifikacije informacionih kanala.

Identifikacija informacionih kanala predstavlja ključni problem automatizacije izviđanja radio-komunikacija. Bez rešenja ovog problema nije moguće automatizovati dalje procese automatskog prepoznavanja tipa modulacije, automatskog prijema, demodulacije i dekodiranja. Takođe, s obzirom da klasične metode za goniometrisanje koje se najčešće primenjuju u VF opsegu (Watson-Wattova i interferometrijska) zahtevaju da bude izdvojen informacioni kanal (da goniometar bude podešen na emisiju), nije moguće automatizovati proces goniometrisanja bez prethodnog rešenja problema identifikacije informacionog kanala.

Problem identifikacije informacionih kanala praktično je nerešiv na bazi klasične obrade signala u vremensko-frekvencijskom domenu. Drugim rečima, ovaj problem je praktično nerešiv u izviđačkom sistemu koji je funkcionalno ekvivalentan sa tradicionalnom tehnologijom ručnog ili poluautomatskog izviđanja radio-komunikacija. Problem je rešiv na bazi prostorno-frekvencijske analize signala na taj način što se detektovanim pikovima procesom prostorno-frekvencijske analize pridružuje podatak o smeru dolaska signala, a zatim se po kriterijumu istog smera dolaska sig-

nala, detektovani pikovi združuju u istu emisiju. Konceptija automatizovanog izviđačkog sistema se radikalno menja. Osnovica automatizovanog izviđačkog sistema postaje širokopojasni radio-goniometar koji ima funkcije stanice za presretanje i goniometrisanje signala.

Prvi širokopojasni goniometar ovog tipa realizovala je polovinom 90-tih godina kompanija Telefunken (VKP4000). Za razliku od klasične tehnologije izviđanja, gde se detekcija signala vrši na prislušnim radnim mestima, u ovoj tehnologiji prislušnim radnim mestima se prosleđuju na praćenje emisije koje su prethodno automatski detektovane i goniometrisane. U ovakvom automatizovanom izviđačkom sistemu goniometrisanje postaje deo procesa presretanja. Problem automatske identifikacije informacionih kanala, kao ključni problem automatizacije procesa izviđanja radio-komunikacija, u kasnijim godinama bio je predmet intenzivnih teorijskih i praktičnih istraživanja u Vojnotehničkom institutu.

### **Konceptija širokopojasnog multifunkcionalnog radio-goniometra za VF opseg**

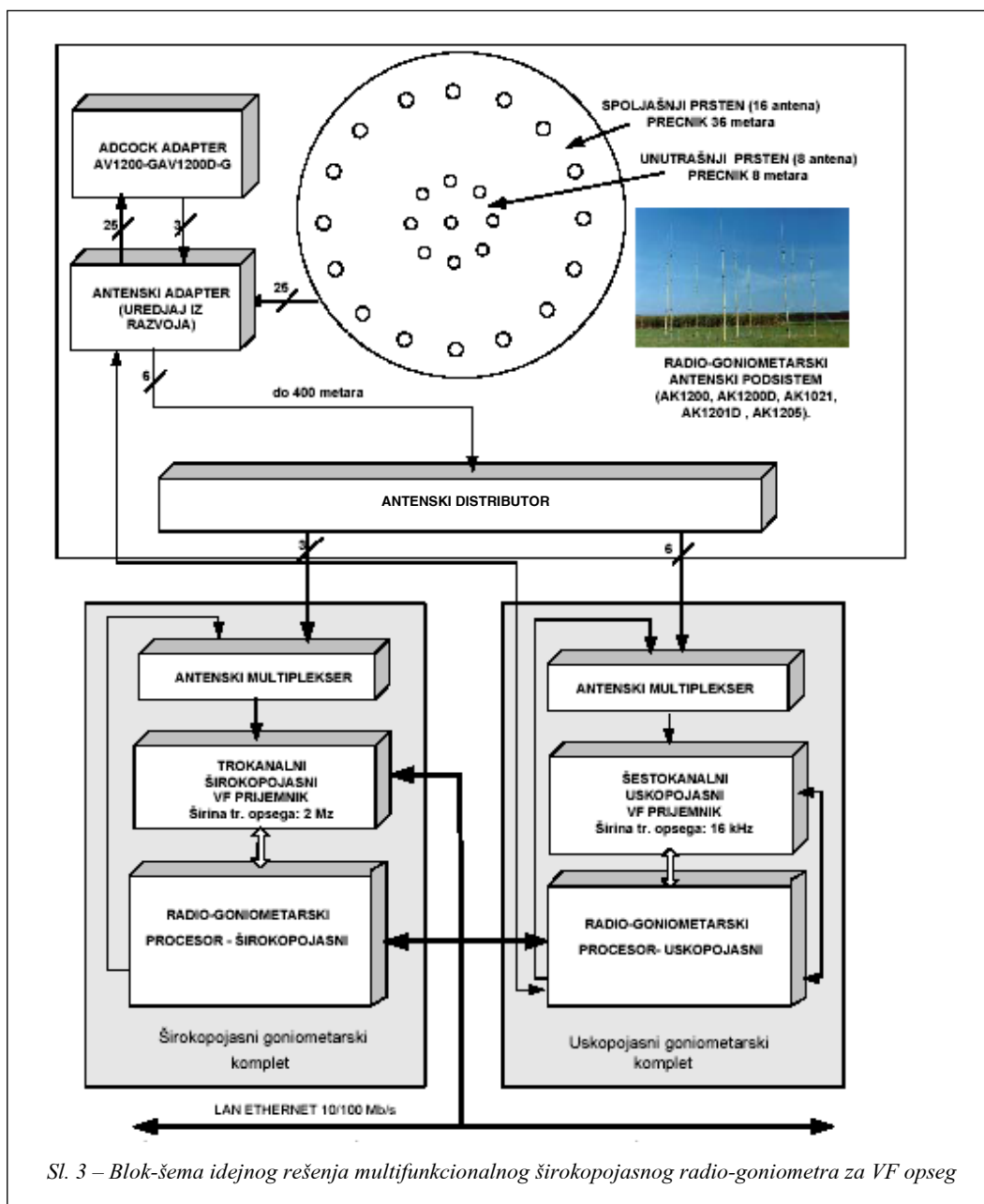
U ovom radu izložena je konceptija širokopojasnog multifunkcionalnog radio-goniometra za VF opseg u kojem su

integrisane funkcije presretanja i gonio-  
metrisanja signala (intercet/DF).

Blok-šema idejnog rešenja široko-  
pojasnog multifunkcionalnog goniometra  
za VF opseg prikazana je na slici 3.

Koncepcija goniometra iz razvoja  
treba da zadovolji zahtev multifunkcio-  
nalnosti koji se ogleda u:

– postojanju različitih režima rada  
(širokopojasni i uskopojasni);



– mogućnosti korišćenja različitih tipova stacionarnih i polustacionarnih antenskih nizova (postojeći antenski nizovi koji se nalaze u operativnoj upotrebi u postojećoj stacionarnoj VF radiogoniometarskoj mreži);

– primeni više različitih metoda za goniometrisanje (metoda MUSIC i Watson Watt-ova metoda);

– mogućnosti pamćenja višekanalno digitalizovanih radio-signala i naknadnog (odloženog) goniometrisanja;

– mogućnost trenutne i naknadne analize signala.

Vršni zahtev iz koga proističe predlog tehničke koncepcije radio-goniometra vezan je za zahtev za širokopojasnim režimom rada. U širokopojasnom režimu rada radio-goniometar treba da omogući automatsko pretraživanje zadanog frekvencijskog opsega, presretanje aktivnih signala i njihovo goniometrisanje, prikaz i sortiranje rezultata presretanja i goniometrisanja po unapred zadatim kriterijumima. Filtrirani rezultati presretanja – goniometrisanja prema zadanom kriterijumu (smer dolaska – prostorni sektor, frekvencija, primarna modulacija,...) prosleđuju se na prislušna radna mesta gde se vrši prijem, praćenje, memorisanje, demodulacija, dekodiranje, itd.

U širokopojasnom režimu rada goniometar funkcioniše potpuno automatizovano. Ovim režimom rada stanice obezbeđuje se funkcija presretanja radio-signala u VF opsegu sa verovatnoćom presretanja (probability of intercept) koja je bliska jedinici za sve signale čije je trajanje duže od 10-tak ms. To praktično

znači da se širokopojasnim režimom rada omogućava potpuni trenutni nadzor VF frekvencijskog opsega u smislu detekcije, otkrivanja i goniometrisanja svih aktivnih signala u VF frekvencijskom opsegu, što postojeća stacionarna radio-goniometarska mreža ne omogućava. Rad širokopojasnih goniometarskih stanica je sličan načinu rada stanica za radio-tehničko izvidanje.

U praksi postoji potreba i za uskopojasnim režimom rada pod kojim se podrazumeva goniometrisanje jedne emisije. Uskopojasni režim rada može se implementirati na hardverskoj platformi širokopojasnog goniometra kao poseban režim rada. Međutim, u tom slučaju goniometar može da radi sekvencijalno u uskopojasnom ili u širokopojasnom režimu rada. Tokom trajanja uskopojasnog režima rada smanjuje se verovatnoća presretanja signala čime se gube osnovne prednosti širokopojasnog režima rada. S druge strane, postavlja se i problem sinhronog rada radio-goniometarske mreže u različitim režimima rada.

Zbog svega toga planira se da se uskopojasni režim rada realizuje na posebnoj hardverskoj platformi. Dakle, komplet radio-goniometra sastoji se od širokopojasnog i uskopojasnog radio-goniometarskog kompleta koji bi istovremeno obavljali svoje funkcije. Operator inicira rad širokopojasnog goniometra a zatim interaktivno upravlja radom uskopojasnog radio-goniometra i goniometarskom mrežom. Širokopojasni radio-goniometar potpuno automatski obavlja funkcije presretanja sa goniometrisanjem i prosleđuje uskopojasnom goniometru informacije o novim emisijama i njihovim procenjenim



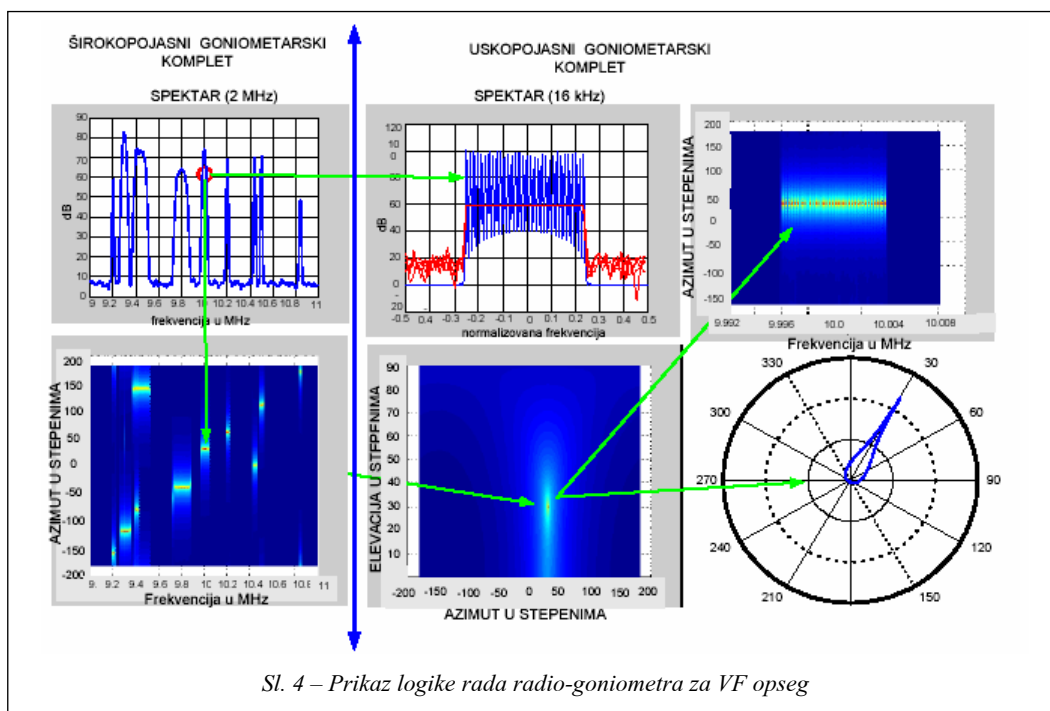
smerovima. Informacije o novim emisijama se filtriraju po dodatnim kriterijumima (prostorni sektor, frekvencija, primarna modulacija, itd.). Osnovni kriterijum za novu emisiju je promenjeni smer dolaska signala. Budući da je trajanje signala u VF opsegu najčešće veće od trajanja opservacionog intervala, pod kojim se podrazumeva vremenski interval u kome se prijemnik zadržava na selektovanom podopsegu (tipično 10 ms) broj novih emisija uvek je manji od broja emisija koje su presretnute u procesu pretraživanja. Ideja je da uskopojasni goniometar goniometriše samo nove emisije. Zahtev za goniometrisanje uskopojasnom goniometru mogu opciono da izdaju i prislušni kompleti po istoj tehnologiji kao do sada.

Operator prati stanje u pogledu pojavljivanja novih emisija na osnovu informacija koje širokopojasni goniometar prosleđuje uskopojasnom i izdaje zahtev goniometarskoj mreži za goniometrisanje uskopojasnih emisija od interesa. Proces goniometrisanja se ponavlja uskopojasnim goniometrisanjem ili se koristi podatak o smeru koji daje širokopojasni goniometar. Pri uskopojasnom goniometrisanju može se izabrati duže trajanje goniometrisanja kako bi se obezbedila veća tačnost. S druge strane, na uskopojasnom goniometru se primenom prostorno-frekvencijske analize tačnije određuju spektralna širina i centralna frekvencija emisije koja se goniometriše. Ovi parametri se dalje koriste u procesu demodulacije emisije koja je od interesa.

Triangulacija smerova dobijenih uskopojasnim ili širokopojasnim goniometrima vrši se na bazi jedinstvene vremenske reference u goniometarskoj mreži. Da

bi bila moguća triangulacija smerova koje daju širokopojasni goniometri, oni moraju da obavljaju funkcije pretraživanja sa goniometrisanjem potpuno sinhrono. Taj sinhronizam se obezbeđuje korišćenjem jedinstvene vremenske reference u sistemu koja se zasniva na korišćenju GPS (Global Position System) sistema.

S obzirom na to da će se obezbediti jedinstveno vreme u sistemu, moguće je za lociranje predajnika, pored klasičnog principa triangulacije smerova, primeniti i princip lociranja koji se zasniva na merenju relativnih vremenskih kašnjenja u propagaciji radio-signala između parova radio-goniometara i presecanju hiperpovršina koje odgovaraju istim vremenskim kašnjenjima signala između parova radio-goniometara. Ovaj princip lociranja je manje osetljiv na višestruko prostiranje signala (multipath), koje je tipično za jonosfersko prostiranje VF signala i koje ima za posledicu zamiranje signala (fading). S druge strane, uskopojasni goniometar se vezuje na isti antenski niz na koji se vezuje i širokopojasni, tako da je moguće realizovati prostorno filtriranje signala formiranjem dijagrama usmerenosti antenskog niza čime se povećava odnos signal/šum prijemnog signala i povećava tačnost procene parametara signala i vremenskih kašnjenja. Očekuje se da se kombinacijom navedenih principa lociranja može postići bolja tačnost i pouzdanost određivanja lokacije goniometrisanog predajnika, što će se praktično verifikovati u fazi formiranja goniometarske mreže. Logika rada radio-goniometra prikazana je na slici 4 gde su dati rezultati simulacije koji se zasnivaju na prethodno verifikovanom modelu signala



na antenskom nizu, i na primeni metode MUSIC za procenu smera, na identičan način kako će biti primenjena u goniometru iz razvoja.

### Zaključak

Radio-komunikacije u VF opsegu koriste se za razmenu informacija na velikim udaljenostima van zone optičke vidljivosti. Bez obzira na veoma aktuelan i dinamičan razvitak drugih komunikacionih sistema, kao što su satelitske komunikacije, komunikacije u VF opsegu još dugo će biti aktuelne, pa prema tome biće aktuelan i problem izvidanja VF oprega. U radu je izložen koncept širokopojsnog multifunkcionalnog radio-goniometra koji treba da omogući trenutni i potpuni nadzor (otkrivanje i goniometrisanje) svih aktivnih emi-

sija u kompletnom VF frekvencijskom opsegu koje nisu kraće od 10 ms.

Primenom širokopojsnog multifunkcionalnog radio-goniometra moguće je realizovati novi pristup izvidanja VF frekvencijskog opsega i u potpunosti se menja tehnologija izvidanja VF opsega. U širokopojsnom režimu rada, koji se izvršava potpuno automatski, vrši se presretanje – detekcija i goniometrisanje svih aktivnih radio-signala u celokupnom VF frekvencijskom opsegu, sa verovatnoćom presretanja koja je bliska jedinici. To praktično znači da u ovom režimu rada goniometar obezbeđuje trenutni uvid u stanje u VF frekvencijskom opsegu, otkrivanje i određivanje smera svih aktivnih emisija čije je trajanje veće od 10-tak ms. Podaci o detektovanim emisijama se filtriraju po unapred zadatim kriterijumima kao što su frekvencija, prostorni sek-

tor koji je od interesa, primarna modulacija i šalju uskopojasnom goniometru, i/ili prislušnim radnim mestima.

U uskopojasnom režimu rada vrši se analiza, procena parametara i naknadno uskopojasno goniometrisanje ali samo novih emisija. Određivanje lokacije vrši se samo za nove aktivne predajnike, čime se drastično smanjuju zahtevi u pogledu kapaciteta komunikacionih linkova u radio-goniometarskoj mreži. Prislušnim kompletima se prosleđuju parametri o

emisijama koje su po definisanom kriterijumu interesantne za dalje praćenje. Upotrebom ovakvog radio-goniometra značajno se povećava efikasnost goniometrisanja i izviđanja VF opsega.

*Literatura:*

- [1] Monografija: 50 godina Vojnotehničkog instituta, 1998, str. 83.
- [2] Erić, M.: Prostorno-frekvencijska analiza radio-frekvencijskog spektra, doktorska disertacija, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1999.
- [3] Program realizacije za razvoj radio-goniometra za VF opseg 1,6–30 MHz, RG-1/VF, VTI, mart 2004.