Mr Radiša Stefanović,
potpukovnik, dipl. inž.
Vojnotehnička akademija VJ,
Beograd

POSTOJEĆI MOBILNI RADIO-KOMUNIKACIONI SISTEMI I POGODNOST ZA NJIHOVO KORIŠĆENJE U VJ

UDC: 621.396.61:623.615

Rezime:

U članku su opisane karakteristike postojećih mobilnih komunikacionih sistema koji se koriste u svetu, a tek su počeli da se primenjuju i u našoj zemlji. Dat je tabelarni pregled sa osvrtom na pogodnost primene navedenih sistema u vojnim vezama.

Ključne reči: mobilni komunikacioni sistemi, mobilni telefon, pejdžing sistem, radio-telefon, ćelija, bazna stanica.

EXISTING MOBILE RADIO-COMMUNICATIONS SYSTEMS AND THE SUITABILITY FOR THEIR APPLICATION IN THE YUGOSLAV ARMY

Summary:

The article describes characteristics of existing mobile communications systems widely used throughout the world whereas such systems are only begining to be used in our country. The survey is given in a table form with special attention to the possibility of their application in military communications networks.

Key words: mobile communications systems, mobile telephone, paging system, radiotelephone, cell, base station.

Uvod

Mobilni komunikacioni sistemi za razliku od stacionarnih sistema, a posebno žičnih veza, imali su specifičan razvoj. Razlog je, svakako, u karakteru mobilnosti koji se dozvoljava korisnicima i koji podrazumeva njihovu bežičnu vezu, odnosno vezu posredstvom elektromagnetskog (EM) talasa.

U toku postepenog tehnološko-tehničkog razvoja elektronike razvijali su se i komunikacioni sistemi, a mobilni radio-sistemi sve brže iz generacije u generaciju. Rešavajući pitanje kapaciteta i kvaliteta veza i što većih mogućnosti za korisnike, sistemi

su se razvijali od manuelnih, malog kapaciteta i jednostavnih usluga, do potpuno automatskih, velikog kapaciteta i složenih usluga.

Rešenja su se, uglavnom, nalazila u pomeranju ka višim frekvencijskim opsezima, većoj širini zauzetog opsega, boljem iskorišćenju opsega i većem broju kanala.

Sa stanovišta primene u vojne svrhe, interesantno je uporediti jednosmerni prenos poruka radio-vezom, takozvani pejdžing sistem, sistem mobilne telefonije, kao i već postojeći radio-telefonski sistem, po pitanju frekvencija, načina rada i pogodnosti upotrebe.

Pejdžing sistem i sistem mobilne telefonije su u poslednje vreme doživeli vrlo brz razvoj, pa je korisno da se principi njihovog rada detaljnije opišu.

Oba sistema imaju za cilj da opslužuju veliki broj korisnika i to sa velikim kvalitetom (približan ili jednak kvalitetu žičnih veza) a da pri tome cena bude pristupačna. Namenjeni su gusto naseljenim urbanim sredinama, gde su uticaji šumova i smetnji na kvalitet prijernih signala veliki.

Ovi sistemi rade po principu pokrivanja određene teritorije primopredajnicima (bazna stanica), koja se kod mobilne telefonije naziva ćelija (Cell), a kod pejdžing sistema baza. Za sada baznu stanicu kod pejdžing sistema sačinjava samo predajnik, ali od nedavno Američka korporacija »Motorola« propagira dvosmerni pejdžing, takozvani refleks.

Bazne stanice svih ćelija kod mobilne telefonije međusobno povezuje i kontroliše glavna mobilno-telefonska centrala (GMTC), koja je žično vezana na postojeću TT mrežu, a sve bazne stanice pejdžing sistema su direktno povezane sa jedinstvenom pejdžing centralom.

U principu, raspored primopredajnika ne mora biti pravilan, niti ćelije odnosno baze moraju imati neki specifičan oblik.

Sistem mobilne telefonije

Osnovu sistema mobilne telefonije čini centralni procesor u GMTC. Mobilno-telefonska centrala povezana je sa svakom ćelijskom baznom stanicom snopom spojnih linija rezervisanih za radio-kanale i sa po dve ili više linija za podatke, preko kojih GMTC i ćelijske stanice razmenjuju informacije neophodne za obradu poziva.

Ćelijska bazna stanica sadrži primopredajnik za sve kanale koji su joj dodeljeni, opremu za praćenje nivoa signala i opremu za uspostavljanje poziva (setup). Mobilna stanica sastoji se od upravljačke jedinice, primopredajnika, logičke jedinice i antene. Upravljačku jedinicu čine slušalica, tastatura, svetlosni i zvučni indikatori. Primopredajnik, pored pojačavača, filtera i ostalih sklopova sadrži frekven-cijski sintezator. Logička jedinica kontroliše rad primopredajnika i upravljačke jedinice, i prenosi poruke korisnika preko komandi sistema. Da bi mogla da obavlja ove funkcije, mobilna stanica sadrži mikroprocesor.

Kada je mobilna stanica uključena, a korisnik ne razgovara, njena uloga je da prati i pronalazi kanal za uspostavljanje poziva. Mobilna stanica se uključuje u kanal sa kojeg je dobijen najjači signal, sinhronizuje se sa nizom podataka koje prema njoj emituje ćelijska bazna stanica, da bi najčešće ostala na ovom kanalu, ali može se desiti da primljeni podaci upućuju na to da mobilna jedinica treba da odmeri snagu signala sa bazne stanice druge ćelije. Nizovi podataka po kanalu za uspostavljanje poziva, uključuju identifikacione brojeve mobilnih stanica do kojih se trenutno šalju pozivi. Kada mobilna stanica detektuje da je pozvana, još jednom odmeri snagu signala na svim kanalima za uspostavljanje poziva, da bi mogla da se odazove preko ćelijske bazne stanice koja nudi najjači signal na njenoj trenutnoj lokaciji.

Mobilna stanica prima signal odabranog kanala za uspostavljanje poziva i emituje svoj odgovor. Odabrana ćelijska bazna stanica šalje informaciju o tome koji je zvučni kanal dodeljen mobilnoj stanici na koji se uklju-

čuje, te prima naredbu da zvučnim signalom obavesti korisnika o pozivu.

Svaka ćelija ima svoju grupu frekvencijskih kanala. Susedne ćelije moraju imati različite grupe frekvencijskih kanala da bi se izbeglo međusobno ometanje. Ćelije koje su dovoljno udaljene jedna od druge mogu da koriste istu grupu kanala. Samim tim ćelija predstavlja zonu u kojoj je verovatnoća korišćenja njene grupe kanala najveća.

S obzirom na način prenosa signala u radio-delu, od bazne do mobilne stanice, u Evropi su trenutno najzastupljenija dva sistema javne mobilne telefonije, i to:

— NMT 900 (Nordic Mobile Telephone na 900 MHz),

— GSM (Global System for Mobile Communications).

Sistem NMT 900 spada u analogne sisteme s frekvencijskom raspodelom kanala FDMA (Frequency Division Multiple Access), gde se za prenos signalizacionih reči koristi brza digitalna modulacija sa frekvencijskim pomeranjem FFSK (Fast Frequency Shift Keying), pri čemu je binarna jedinica predstavljena sinusoidom od 1200 Hz, a binarna nula sinusoidom od 1800 Hz [1].

GSM, koji je najzastupljeniji u većini evropskih zemalja, spada u digitalne sisteme u kojima se koristi kombinovana tehnika frekvencijske raspodele kanala FDMA i vremenske raspodele kanala TDMA (Time Division Multiple Access), u kombinaciji sa frekvencijskim skakanjem. Njegove bitne karakteristike su da se primenjuje digitalna frekvencijska modulacija sa minimalnim frekvencijskim pomakom i Gausovim uobličavanjem impulsa GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), sa indeksom modulacije 0,3 i brzinom prenosa od 271 kbit/s. Tehnika frekvencijskog skakanja koristi se zbog smanjenja efekta degradacije signala, usled višeputnog prostiranja. Brzina skakanja, kojom se menja frekvencija nosioca, iznosi 217 skokova u sekundi. Sistem mobil-

ne telefonije u Evropi, za prenos signala koristi DMA tehniku [2].

S obzirom na to da ovakav prenos može izazvati prekid veze sa baznom stanicom kod prelaska iz jedne ćelije u drugu, jer baš u tom vremenskom trenutku kanal može biti zauzet, tendencija je da se koristi kodna raspodela kanala CDMA (Code Division Multiple Access). Nova tehnika omogućuje povećanje kapaciteta za 4 do 7 puta, u zavisnosti od toga da li se radi o analognom ili digitalnom sistemu, a pružaće još neke prednosti.

Trenutno je kod nas mobilnost ograničena zonom pokrivanja GSM mreže, ali upotrebom satelita poprimiće evropske razmere.

Pejdžing sistem

Pejdžing sistem predstavlja sistem za jednosmernu komunikaciju, koja pruža mogućnost prenosa poruke radio-putem prema radio-prijemniku, pejdžeru. Mobilnost korisnika omogućava mreža predajnika u baznim stanicama. Radi smanjenja mogućnosti pojava oblasti sa istokanalskom interferencijom, što znatno degradira prijemni signal, pristupa se formiranju radio-mreža na principu vremenske, frekvencijske ili vremensko-frekvencijske raspodele operacija u mreži.

Vremenska raspodela može biti na bazi sekvencijalnog emitovanja poruka sa svih predajnika ili uspostavljanjem kvazisinhronizma, podešavanjem internog kašnjenja signala na baznim stanicama, takozvani simulkast režim rada. Pri ovakvoj raspodeli operacija u mreži, prenos signala se realizuje na istoj frekvenciji.

Kod frekvencijski raspodeljene mreže, susedne zone radio-pokrivanja koriste različite frekvencije.

Ako se prenos poruka u radio-mreži realizuje na osnovu kombinovane raspodele rada, mora se strogo definisati raspodela vremenskih i frekvencijskih ciklusa u susednim zonama.

Tendencija je da se postojeće nacionalne mreže u Evropi, sa već prihvaćenim POCSAG (Post Office Code Standardisation Advisory Group) standardom za pejdžing sisteme, integrišu sa sistemom ERMES (European Radio MESaging System).

Evropski digitalni pejdžing sistem ERMES ima mogućnost prebrisavanja (skeniranja) 16 radio-kanala, radi čega pejdžer ima ugrađen sintezator frekvencija.

Poruke mogu biti:

- tonske (do 8 različitih zvučnih signala),

- numeričke (do 20 karaktera po poruci),

- alfanumeričke (do 400 karaktera).

Pored ovih osnovnih poruka postoji i širok spektar dodatnih, kao što su:

- grupni poziv;

- sprečavanje gubljenja poziva (ponavljanje, brojanje, memorisanje, ponovno emitovanje poruka);

- formiranje prioriternih nivoa poziva (urgentni, normalni, sa nekritičnim vremenom prosleđivanja);

- indikacija da je korisnik van zone pokrivanja, itd.

Na području SRJ i Srbije uglavnom su zastupljena dva komercijalna pejdžing sistema. Jednu od nacionalnih pejdžing mreža izgradilo je Javno preduzeće PTT saobraćaja »Srbija« (sada Telekom Srbija), koja sa 31 baznom stanicom pokriva šira područja gradova, magistralne pravce, kao i sve glavne saobraćajnice. Planirani kapacitet pejdžing sistema Srbije je 50.000 pretplatnika, uz mogućnost proširenja kapaciteta u već izgrađenoj mreži [3]. Drugu mrežu osnovalo je privatno preduzeće »Bel Pagette«, koje, uglavnom, pokriva područje Beograda i Novog Sada.

Sa korisničke tačke gledišta mala cena aparata i usluga, te jednostavno korišćenje, čine pejdžing sistem i dalje atraktivnim. S obzirom na to da

se u Evropi sve više radi na uvođenju satelitskog pejdžing sistema, upotrebom INMARST-a (International Maritime Satellite), pejdžing ima realne izgleda da u narednim godinama i dalje egzistira u vrlo oštroj konkurenciji mobilnih komunikacija. Predviđa se da pejdžing prijemnici primaju do 128 karaktera, numeričkih i alfanumeričkih poruka i moći će da se, pomoću specijalnog adaptera, ugrade u automobil.

Radio-telefon

Radio-telefon predstavlja uređaj preko kojeg korisnik ostvaruje pristup radio-telefonskoj mreži. U komercijalne svrhe koriste se radio-telefon koji, pored sklopova za prenos signala u RF (radio frekvencijskom) opsegu, imaju i sklop za proces signalizacije. Osnova uređaja je mikroprocesor, najčešće malog kapaciteta, sa osnovnom funkcijom da u procesu signalizacije mobilnom korisniku u svakom trenutku obezbedi pristup mreži i odgovor korisnika na poziv iz mreže [5].

Da bi se odazvao pozivu ili zvao, korisnik najpre mora da se identifikuje. Podatak o svom identitetu korisnik ima na kartici sa integrisanim čipom, koja se ugrađuje u radio-telefon. Time je postignuta potpuna zaštita od zloupotrebe.

Radio-telefoni UKT FM-66 i FM-13i, koji se koriste u vojnim komunikacionim sistemima, nemaju ugrađen sistem automatske identifikacije već se koriste takozvani pozivni znaci korisnika.

Radio-telefon, za razliku od mobilnog telefona, koristi vezu sa bazom koja je direktno priključena na paricu, a preko parice na centralu. Kod većine komercijalnih radio-telefonskih uređaja pristup bazi je kodiran, ali postoje i jednostavniji uređaji, kod kojih to nije izvedeno, pa je lako moguća zloupotreba korisničkog broja.

Uporedni prikaz karakteristika opisanih sistema

Radi lakšeg uočavanja pojedinih karakteristika navedenih sistema, dat je tabelarni pregled, s osvrtom na pogodnost upotrebe u vojnim komunikacijama.

korišćenje komunikacionih satelita, mobilne veze stave na raspolaganje i nižim taktičkim jedinicama, borbenim sistemima, avionima i brodovima [4]. Snage UNPROFOR-a su ih na prostoru prethodne Jugoslavije masovno koristile preko komercijalnog satelitskog sistema INMARST.

	Frekvencijski opseg	Snaga	Širina kanala	Modulacija	Broj kanala pretraživanja	Pogodnost upotrebe
Pejdžing sistem	138—174 MHz 169,4—169,8	25—250 W odr., baza	25 kHz	4 PAM/FM	16	mala
Mobilna telefonija	890—960 MHz savr. 1,8 GHz	ručne, 1W prev., 20W	200 kHz	FH/GMSK TDMA	124	velika kao i telefona
Radio-telefonski uređaji	civ. 46—49 MHz voj. 153—155 MHz	max. do 10 W	25 ili 50 kHz	FM	podesiv na 1 voj. 18+4	manja od mobilnog

Pejdžing sistem nije potpuno automatizovan već iziskuje posrednika na pejdžing centrali i telefon kao dodatno sredstvo za vezu sa posrednikom. Za sada je ograničen samo na alfanumeričke poruke (brojeve i slova), a od novijih se očekuju i glasovne poruke.

Upotreba radio-telefona ograničena je dometom (direktnom vezom ili preko repetitora), a upotrebom radio-telefonske centrale postoji mogućnost ulaska u postojeću telefonsku mrežu na kojoj je priključena radio-telefonska centrala.

Zaključak

Sagledavajući publikovane i ostale raspoložive podatke o novim i planiranim mobilnim komunikacionim sistemima, kao i njihovu upotrebu u skorijim ratovima, pa i ratu u prethodnoj Jugoslaviji, moguće je predvideti razvoj i način upotrebe mobilnih komunikacionih sistema. Mobilne veze našle su primenu na svim nivoima komandovanja. Tendencija je da se, uz

S obzirom na definiciju Vojske Jugoslavije, kao oružane snage koja brani teritoriju SRJ, to se i mobilnost njenih komunikacionih sistema može ograničiti na zonu pokrivanja teritorije SRJ. Pejdžing sistem očigledno nije prihvatljiv za uvođenje u sistem veza VJ, ali je upotrebljiv u internim sistemima veza (skladišta, bolnice, ustanove).

Iako je mobilna telefonija napredniji način komuniciranja na daljinu, nije zaustavila širenje pejdžing sistema, prvenstveno zbog znatne razlike u ceni. Uvođenje mobilne telefonije sa prenosom signala u proširenom spektru svakako je perspektiva razvoja vojnih komunikacija, radi boljeg kvaliteta veza, kao i otežanog ometanja. Zbog velikih materijalnih ulaganja, potrebnih za uvođenje mobilne telefonije, ne može se očekivati da će u komunikacionim sistemima VJ tako brzo zaživeti.

Za potrebe mirnodopskih mobilnih komunikacija, najmanje ulaganje za VJ bilo bi adaptiranje i dogradnja postojećih radio-telefonskih sistema. U tom smislu trebalo bi povećati broj repetitora i radio-telefonskih centrala

za šira područja gradova, duž magistralnih pravaca, kao i duž svih glavnih saobraćajnica i ugraditi sistem automatske identifikacije. Postojeći jednokanalni sistem može se zaštititi od prisluškivanja šifrovanjem, ali je vrlo ranjiv na ometanje, pa treba imati u vidu da je nepouzdan za ratne uslove. Svakako, vojne komunikacione sisteme treba organizovati kao komplementarne, pa bi bilo potrebno razvijati i radio-relejne i posebno žične

sisteme veza, radi veće pouzdanosti i bolje zaštite informacija.

Zbog nepovoljne materijalne situacije prelazak na nove sisteme mobilnih radio-komunikacija obavlja se evolutivno, radi maksimalnog iskorišćenja kapaciteta svih postojećih sistema. Poznavanje mogućnosti postojećih komunikacionih sistema, kao i njegovo širenje uvođenjem savremenijih, doprinosi bržoj i pouzdanijoj razmeni informacija na svim nivoima.

L i t e r a t u r a:

- [1] Šošić, D., Stojanović, J.: Prikaz i uporedna analiza radio-interfejsa kod NMT 900 i GSM sistema javne mobilne telefonije, TELFOR 96, Beograd, 1996.
- ♣ [2] Simić, R., Đaković, I.: Budući javni mobilni radio-komunikacioni sistemi, Telekomunikacije br. 1/90.
- [3] Radovanović, S. i ost.: Tehničko rešenje i usluge pejdžing sistema Srbije, TELFOR 95, Beograd, 1995.
- [4] Šušnjevarić, M., Ponoš, Z.: Satelitski telekomunikacioni sistemi u vojnoj primeni, Vojnotehnički glasnik 6/93.
- [5] Balević, M.: Prenos podataka u mobilnoj radio-telefonskoj mreži, VTA VJ, diplomski rad, Beograd, 1995.