

Program za automatsko merenje jačine radio-polja na više bliskih frekvencija

mr. Damir Zaborski, dipl.inž., Miloš Babović, dipl. inž., Aleksandar Radonjić, dipl. inž.
J.P. Železnice Srbije

Sadržaj — Merenje raspodele polja u radio-mrežama sa više prostorno i frekventno razmaknutih predajnika od ključnog je značaja za analizu pokrivenosti korisnim signalom jedne radio-službe kao i za analizu handover-a. Jedna od ovakvih mreža je i lokomotivski radio-dispečerski sistem koji funkcioniše na većini evropskih železnica. Merni softver, koji je tema ovog rada, nastao je kao potreba za merenjem pokrivenosti lokomotivskog radio-dispečerskog sistema analizom raspodele signala na sve tri predajne frekvencije.

Ključne reči — Anritsu ML524B, dB μ V, dB μ V/m, radio-dispečerski, GPS, jačina, merenje, radio-polje, raspodela,

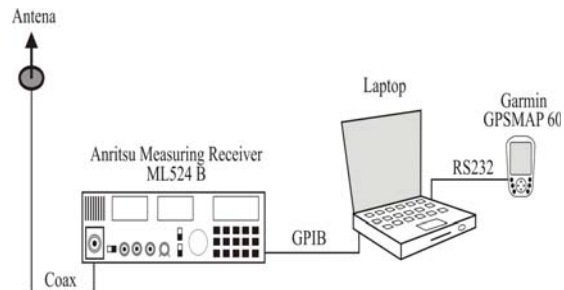
I. UVOD

Pokriivanje pruge radio-poljem kod lokomotivskog radio-dispečerskog sistema ostvarena je rednom vezom baznih stanica čije se predajne frekvencije sukcesivno ponavljaju kao niz $f_1, f_2, f_3, f_1, f_2, f_3, \dots$. Za analizu pokrivenosti pruge korisnim signalom, kao i za analizu prekoračenosti dometa pojedinih baznih stanica potrebno je, duž cele pruge, poznavati jačinu polja koje potiče od sve 3 predajne frekvencije. U sklopu ovog rada najpre će biti prikazan merni set koji čini konfiguraciju za automatsko merenje kao i opisi delova koji čine merni set. Nakon toga biće objašnjen programski deo za merenje kao i programski deo za analizu mernih rezultata.

II. MERNI SET

Kako su Železnice Srbije u sklopu svoje merne laboratorije već posedovale merni prijemnik Anritsu ML524B, došlo se na ideju da se upravo ovaj instrument iskoristi za automatsko merenje na više bliskih frekvencija. Merni set prikazan je na sledećoj slici.

Anritsu merni prijemnik ima mogućnost komunikacije sa računom korišćenjem GPIB magistrale. Međutim ovaj instrument nema mogućnost da u jednom vremenskom trenutku izvrši merenje na više frekvencija.



Sl. 1 Merni set

Zbog ovoga, program koji upravlja instrumentom, sukcesivno, u definisanim vremenskim razmacima, ciklično očitava jačine signala na zadatim frekvencijama. Eksperimentalno je utvrđeno da odmerak između dva uzastopna očitavanja ne bi trebalo da bude ispod 1 sekunde. Analizom velikog broja odmeraka, koji u praksi iznosi nekoliko hiljada, zanemarljiva su prostorna rastojanja između dva uzastopna odmerka na istoj frekvenciji.

GPS prijemnik GARMIN GPSMAP60 je sa računom spojen preko RS232 veze i korišćen je Garmin Simple Text Output Format protokol. Razlog zbog čega nije iskorišćen NMEA0183 protokol je taj što je napred navedeni protokol znatno brži.

III. REALNA SITUACIJA

Pomenuti lokomotivski radio-dispečerski sistem radi u frekventnom opsegu 70cm pri čemu su frekvencije susednih predajnika pomerene za 50 kHz. Usled uticaja raznih faktora kao što su promena uglova usmerenosti antena, promena vegetacije, izgradnja objekata pored pruge i ostalog, dolazi do promena projektovane jačine polja duž pruge. Zbog svega ovoga, a imajući u vidu veliki značaj ovog sistema za bezbednost železničkog saobraćaja, neophodna je periodična kontrola (nekoliko puta godišnje) pokrivenosti svake pruge na kojoj funkcioniše ovaj radio-sistem.

A. Merni instrument

Prijemnik Anritsu ML524B zahteva kalibraciju pre početka merenja. U slučajevima kada se instrumentom upravlja preko računara promena frekvencije i kalibracija na novoj frekvenciji traje oko 5 sekundi. Pri brzini kretanja od 70 km/h dolazi se do zaključka da se merni uzorak uzima na svakih 100 metara. U našem slučaju sa 3

D. Zaborski, JP Železnice Srbije, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija, (e-mail damirz@srbrail.rs)

A. Radonjić, JP Železnice Srbije, Pionirska 6, 11000 Beograd, Srbija, (e-mail aleksandar.radonjic@srbrail.rs)

M. Babović, JP Železnice Srbije, Nemanjina 6, 11000 Beograd, Srbija, (e-mail milos.babovic@srbrail.rs)

ponavljajuće frekvencija to bi značilo da na svakih 300 metara imamo informaciju o jačini polja na jednoj frekvenciji što nije zadovoljavajuće.

Eksperimentalno smo utvrdili da, ako su u pitanju bliske frekvencije (pomak od 50kHz u 450MHz opsegu), dovoljno je izvršiti kalibraciju na centralnoj frekvenciji i to samo pre početka merenja. Ovo omogućava da se promena merne frekvencije u instrumentu sada dešava znatno brže (1 sekunda) tako da se pri brzini kretanja od 70km/h uzorak uzima na oko 20 metara. To bi u našem trofrekventnom sistemu značilo da se na svakih 60 metara dobije informacija o jačini polja na jednoj frekvenciji što je prihvatljivo.

B. GPS uređaj

Kako bi se izmerene vrednosti prostorno alocirale upotrebljen je ručni GPS uređaj koji ima mogućnost RS323 komunikacije. Ovim je izbegnuta USB komunikacija koja zahteva dodatne upravljačke programe. Ovde je važno napomenuti da je kod GPS-a potrebno isključiti opciju Lock On Road jer će u tom slučaju GPS težiti da se pozicionira na drum upotrebljene karte što će dovesti do davanja neispravnih koordinata.

Položaj svake tačke na železničkoj pruzi definisan je takozvanim kilometarskim položajem u formatu kkk+mmm. Ova vrednost raste kada se krećemo ka kraju pruge a opada kada se krećemo ka početku pruge. Program koristi upravo ovaj format zapisa dužine i ima mogućnost upisivanja kilometarskog položaja od kojeg se počinje merenje kao i smeru vožnje (ka kraju ili ka početku pruge). Ovo nam daje mogućnost da izmerimo samo određenu deonicu jedne pruge bez potrebe da krećemo od početka pruge. Kako su kilometarski položaji na pruzi neporomenjivi moguće je vršiti upoređivanje izmerenih i projektovanih vrednosti radio-polja.

C. Računar

Treba imati u vidu da ovakvo sinhronizovano merenje jačine polja i očitavanje koordinata i njihovo prikazivanje u realnom vremenu zahteva i određenu snagu prenosnog računara. Naše iskustvo pokazuje da već prenosni računar sa 512 MB RAM i procesorom od 1GHz može korektno da obradi podatke.

D. Zahtevi

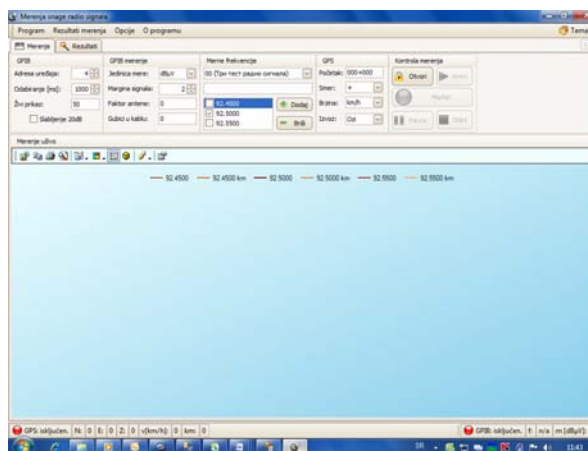
Prethodno izlaganje definiše uslove koje mora da ispuni softver za merenje signala: obavljanje merenja na tri bliske frekvencije i njihovo memorisanje zajedno sa podatkom o kilometarskom položaju, a takođe i pregled podataka u tabelarnoj i grafičkoj formi, uz obaveznu mogućnost usrednjavanja (očekivani broj rezultata merenja jedne frekvencije je reda veličine 1000). Pošto je položaj svakog predajnika fiksna, program treba da omogući i prikazivanje kilometarskog položaja predajnika, tokom merenja i kasnije u pregledu rezultata merenja. Frekvencije radio-signalu duž železničkih pravaca su takođe fiksne te ih treba predefinisati u samom programu. Program treba i da prati podešavanje samih uređaja čije podatke očitava, kao i parametre merne opreme: adresu mernog uređaja, vreme između dva merenja, faktor antene,

gubitke u kablu, početni kilometarski položaj, pravac kretanja (ka kraju ili početku pruge). Savremeni Internet koncepti zahtevaju i pregled rezultata merenja u standardnim programima Google Earth i Ozi Explorer čije su ulazne datoteke u XML formatu, te bi bilo potrebno da program ima i opcije izvoza rezultata merenja u tim formatima. Kako je proces merenja monoton posao za mernog operatera razrađen je koncept prikazivanja jačine polja, kilometarskog položaja, brzine kretanja i koordinata u realnom vremenu kao i definisanje interesantnih tačaka (markera).

IV. PROGRAM ZA MERENJE

A. Opšte karakteristike

Program je pisan za NET platformu (verzija 2), iskorišćene su NET biblioteke proizvođača GPIB/PCMCIA kartice *National Instruments* i dodatno preuređene u novu klasu za jednostavnije komandovanje instrumentom i očitavanje rezultata merenja. Program očekuje GPS uređaj na portu COM1, uz brzinu prenosa od 9600 bauda – i za GPS uređaj je pisana klasa koja daje široki spektar izlaznih funkcija – koordinate položaja u Lat/Lon WGS84 obliku i u metričkom obliku državnog koordinatnog sistema, trenutnu brzinu u km/h ili m/s, a sve uz pažljivu proveru sintakse rečenice koja stiže iz GPS uređaja.



Sl. 2 Program za merenje nivoa radio signala – modul za merenje

Interfejs je savremen, u obliku Office 2007 trake sa alatima i podeljen u dva dela: za merenje i za pregled rezultata merenja. Tokom merenja podaci se čuvaju u običnom tekstualnom formatu (za svaku mernu frekvenciju se formira poseban dokument o merenju i o položaju koji se na kraju merenja pakuju u jednu zip arhivu, a međusobno se prepoznaju jedinstvenim brojem merenja). Program detektuje postojanje pojedinih instrumenata pa ga je moguće koristiti bez mernog instrumenta kada beleži samo GPS podatke, ili bez GPS uređaja, kada beleži nivoe radio polja bez informacije o položaju.

B. Programski modul za merenje

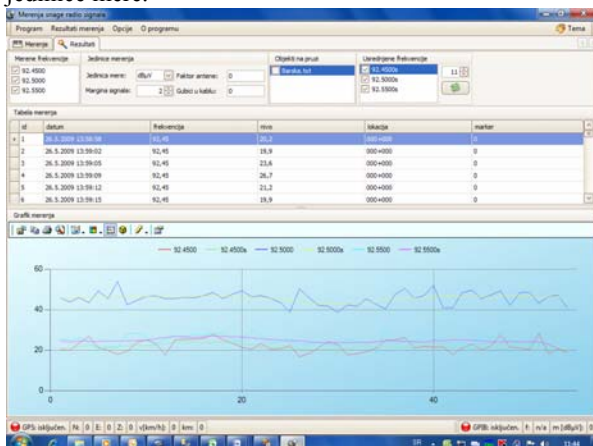
Samo startovanje merenja je elastično: pre početka merenja se inicijalizuju merni instrument i GPS uređaj, kada se u programu prikazuju podaci o GPS položaju (koji se ne snimaju) i potvrda da je instrument prisutan i korektno konfigurisan. Tokom merenja prikazuju se dva grafika: Prvi je „plivajući" i kod njega je apcisa fiksne širine u brojevima mernih uzoraka. Širina ovog „prozora" odnosno broj poslednjih mernih uzoraka koje će pratiti apcisa definiše se pre početka merenja.

Drugi je kumulativan i kod njega apcisa prikazuje trenutni kilometarski položaj na pruzi (mernoj trasi). On prikazuje sve merne uzorke izmerene od početka merenja.

Pauziranje toka merenja rezultira zaustavljanje oba grafika. U toku samog merenja moguće je promeniti jedinice prikaza. Podržane jedinice su: dB μ V, dB μ V/m, μ V i dBm. Moguće je i postaviti donju marginu signala za direktno vizuelno uočavanje signala čija jačina pada ispod nivoa upotrebljivost. Merenje je moguće pauzirati - što je opcija za prolazak kroz tunele i čekanje u stanicama. Kako bi sam merni proces bio manje monoton ugrađena su dva obrtomera koji nezavisno prikazuju trenutnu brzinu kretanja i nivoe signala na izabranim frekvencijama.

C. Programski modul za analizu rezultata merenja

Kod pregleda rezultata dostupni su tabelarni i grafički prikaz merenja. Grafik se može detaljno konfigurisati, i štampati u raznim formatima, a tabelu možemo konvertovati u Excel ili PDF datoteke. Mogu se birati zasebne merne frekvencije kao i njihovi usrednjeni oblici, zatim moguće je menjati parametre usrednjavanja i jedinice mere.



Sl. 3 Program za merenje nivoa radio signala – modul za analizu rezultata merenja

V. ZAKLJUČAK

U ovom radu je potvrđeno da je moguće na većem broju frekvencija iz uskog frekventnog opsega meriti jačinu polja bez stalne kalibracije instrumenta. Ovim se smanjuje vreme odziva kao i vreme između dva uzastopna odmerka. Program je prvenstveno razvijen za potrebe merenja radio-dispečerskog sistema na železnici, ali može biti upotrebljen za analizu bilo kojeg komercijalnog radio-sistema čiji je frekventni opseg u domenu mernog uređaja

(analogna TV, analogni FM radio, DVB-T, TETRA, funkcionalne radio-mreže, GSM,...) Prednosti ovog mernog seta su brzo i efikasno merenje uz pružanje velike fleksibilnosti prilikom obrade podataka. Eksportovanje podataka u formatima podržanim od programa Google Earth i OziExplorer mogu koristiti za efektno vizuelno prezentovanje rezultata merenja.

ZAHVALNICA

Vladimiru Bulatoviću (Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad) na pomoći u transformaciji WGS84 koordinata u državni koordinatni sistem.

ABSTRACT

This paper describes the software for automatic measurement of radio-field strength on several nearby frequencies. Measuring receiver ML524B, managed by PC via GPIB bus, sends to PC radio-field strength values at the given frequencies. Garmin GPSMAP60 device, via RS232 bus, sends to computer geographic coordinates in WGS84 system at every second. Software collects measurement data and geographical coordinates and puts them in a file. After the measurement is done we can do analysis of measurement results. The software is primarily developed for the maintenance of the radio-dispatch system in the Serbian Railways, but is applicable for the analysis of any commercial radio systems whose frequency range supported by measuring device (analog TV, analog FM radio, DVB-T, TETRA, functional radio-network, GSM,...)

Software for automatic measurement of radio-field strength on several nearby frequencies

mr Damir Zaborski, dipl.inž., Miloš Babović, dipl. inž. and Aleksandar Radonjić, dipl. inž. Public Company Serbian Railways