

SIMULATOR RADARSKOG ODAŠILJAČA I DVA CILJA ZA POTREBE KABINETSKE VARIJANTE MOTRITELJSKIH RADARA

RADAR TRANSMITTER AND TWO TARGETS SIMULATOR FOR CABINET SURVEILLANCE RADAR SYSTEM

Mirko Jukl¹, Siniša Lacković¹, Marijan Ikadinović¹, Fran Pregernik²

¹*Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska*

²*Altima d.o.o, Zagreb*

Sažetak

U ovom članku ukratko je prezentirana dogradnja kabinetske varijanta motriteljskih radara koja je uz provedbu određenih modifikacija izvedena od profesionalnog radarskog sustava koji je do 2012. godine bio u operativnom radu u Hrvatskoj kontroli zračne plovidbe. Sada se koristi na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu u nastavnom procesu za provedbu laboratorijskih vježbi iz radarske tehnike. Navedeni su planovi razvoja novih podsustava, koji će nakon izrade i integracije u KVMR znatno doprinijeti unaprjeđenju nastavnog procesa. Posebno su opisani razvoj, izrada i završna testiranje simulatora radarskog odašiljača s 2 cilja za primarni radar i dani su rezultati završnih funkcionalnih testiranja i mjerenja tehničkih značajki. Razvijeni simulator može se koristiti i za neke druge motrilačke radare, koji rade u L, ili nekom drugom frekvencijskom području.

Ključne riječi: radar, kabinetska varijanta motriteljskih radara (KVMR), simulator radarskog odašiljača i 2 cilja (SRO&2C)

Abstract

This article briefly presents extension of cabinet surveillance radar system which was derived, with few modifications, from the professional radar system that was in operation in the Croatia Control until 2012. It is now used in the teaching process for the implementation of laboratory exercises in radar systems. Listed plans are for the development of new subsystems, which will after the development and integration in cabinet

surveillance radar system significantly contribute to improvement of teaching process. In particular description of development, production and final testing of the radar transmitter and two targets simulator for the primary surveillance radar is given and shows the results of the final functional testing and measurement of technical features. The developed simulator can also be used for other surveillance radars, operating in L, or any other frequency bands.

Keywords: radar, cabinet surveillance radar system (CSRS), radar transmitter and two targets simulator (RT&TTS)

1. Uvod

1. Introduction

Kao što je to bilo opisano u Polytechnic and Design (Vol. 2, No 2, 2014.) u kabinetsku varijantu motriteljskih radara (KVMR) integrirani su samo određeni podsustavi primarnog motrilačkog radara LP 23 M2 (PSR - Primary Surveillance Radar) i sekundarnog monoimpulsnog motrilačkog radara RSM 970, (SSR -Secondary Surveillance Radar).

Stručni tim TVZ-a proveo je nužne modifikacije na određenim dijelovima podsustava te doveo u stanje tehničke i funkcionalne ispravnosti podsustave radarskog prijemnika primarnog radara RR 800 i digitalne obrade radarskih signala TVD 900, sekundarnog monoimpulsnog radara RSM 970 i podsustava za prikaz radarskih podataka ING 1010.

Izrada KVMR doprinijela je opremanju i razvoju laboratorija za visokofrekvencijsku tehniku i podizanju kvalitete nastavnog procesa iz većeg broja stručnih predmeta koji se slušaju na stručnom i specijalističkom studiju Elektrotehničkog smjera na TVZ-u. Svojom otvorenom hardverskom arhitekturom KVMR je bio dobra osnova za daljnje unapređenje i razvoj novih podsustava kao što su: simulator radarskog odašiljača i 2 cilja; digitalni simulator radarskih ciljeva i smetnji; digitalna obrada radarskih signala i prikazi radarskih ciljeva i smetnji na posebnom računalnom monitoru, tzv radnoj stanici. Na slici 1 prikazana je KVMR s do sada integriranim podsustavima, a na slici 2 blok shema integracije novih podsustava u KVMR. U radu će detaljnije biti opisani razvoj i završna testiranja Simulatora radarskog odašiljača i 2 cilja.

2. Razvoj i izvedba simulatora radarskog odašiljača i simulatora 2 cilja

2. *Development and implementation of radar transmitter and two targets simulator*

Simulator radarskog odašiljača i 2 cilja za primarni radar (SRO&2C) izveden je korištenjem raspoložive donirane opreme koja je bila pribavljena s radarom te nabavljenim samo nedostajućim sklopovima i vlastito razvijenim elektroničkim karticama te potrebnim softverom za simulaciju dva cilja. Svi glavni sklopovi i dijelovi SRO&2C koji su naznačeni na blok shemi danoj na slici 3 postavljeni su u standardni rek (blok) i povezani su sa za tu namjenu izrađenim VF vodovima i ožičenjem. Tako izrađeni blok SRO&2C postavljen je u radarski ormar D i povezan s ostalim blokovima KVMR.



1. RF pojačalo s STC (PSR-Primary Surveillance Radar); 2. Podustav radarskog prijemnika (PSR); 3. Podustav za digitalnu obradu radarskih signala (PSR); 4. Podustav za obradu i prikaz radarskih podataka (koristi se za PSR i SSR - Secondary Surveillance Radar); 5. Podustav za ekstrakciju radarskih ciljeva (SSR); 6. Test mjerna jedinica (PSR); 7. Simulator vrtnje radarskih antena s enkoderom (PSR i SSR); 8. Podustav za prijem, obradu i distribuciju podataka o trenutnom položaju radarskih antena (PSR i SSR); 9. Mjerna i komutacijska ploča signala (PSR i SSR); 10. Primo-predajnici s digitalnom obradom radarskih signala odgovora od pitanog zrakoplova, broda (SSR); 11. Panoramski pokazivač za prikaz obrađenih radarskih podataka (PSR i SSR); 12. Simulator SSR - interogatora („pitač“ na radarskoj postaji) i transpondera („odgovarač“ na zrakoplovu, brodu..). 13. Novi podsustav radarskog simulatora odašiljača i dva cilja (SRO&2C); 14. Studenti iz predmeta Radarski sklopovi mjere na radarskom prijemniku PSR korištenjem SRO&2C; 15. Studenti mjere na odašiljaču sekundarnog radara.

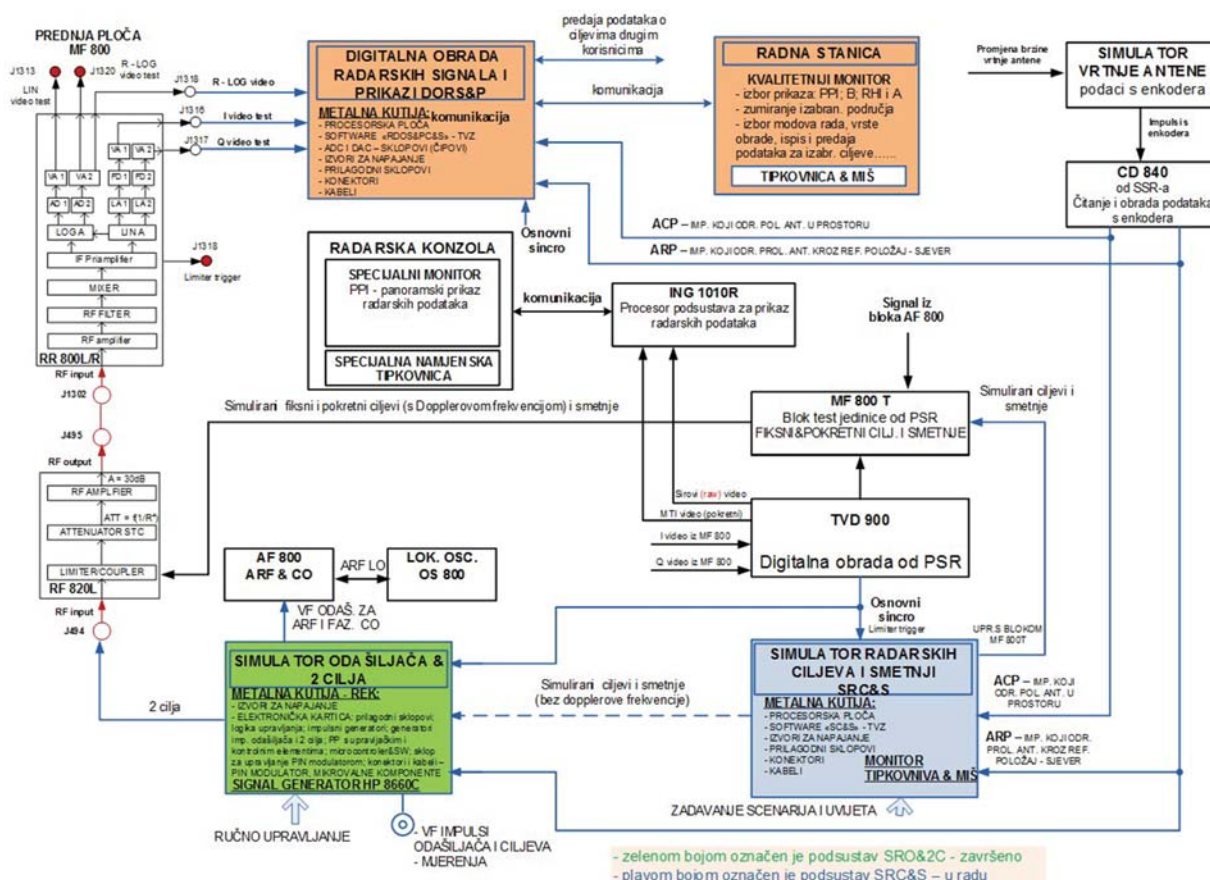
Slika 1 Studenti mjere na KVMR

Figure 1 Students are measuring on CSRS

SRO&2C je namijenjen za kompletiranje primarnog radara (PSR) i funkcionalnu zamjenu originalnog odašiljača velike impulsne snage ($P_t = 2,2 \text{ MW}$) u L frekvencijskom području rada, a koji se zbog velikih gabarita i štetnosti mikrovalnog zračenja nije mogao instalirati u KVMR. Osim funkcionalne zamjene originalnog odašiljača simulator odašiljača namijenjen je da se kroz laboratorijske vježbe mogu provesti mjerenja svih osnovnih parametra koji se mjere pri tehničkom održavanju odašiljača, kao što su: frekvencija (f_0); frekvencijski spektar; snaga (P_i , P_{sr}); širina VF impulsa impulsna (τ_0) i impulsne frekvencije (f_i). Zbog potreba izvedbe određenih demonstracijskih i laboratorijskih vježbi u sklopu simulatora radarskog odašiljača razvijena je i simulacija dva cilja koji mogu biti stacionarni ili pokretni, postavljeni na željenim početnim daljinama, na istim ili različitim azimutima, kretati se u istim, ili različitim smjerovima s istim ili različitim brzinama.

Time su za obje navedene namjene maksimalno iskorišteni svi sklopovi unutar bloka SRO&2C i korišten je isti signal generator kao izvor kontinuiranog (CW) signala potrebne frekvencije i izlazne snage. SRO&2C osigurava istovremeni i neometani rad za obje navedene funkcije.

Prije razvoja SRO&2C proučena je tehnička dokumentacija za KVMR [1] i [2] te su utvrđeni svi bitni tehnički parametri koje treba izmjeriti kao svi ulazno izlazni konektori na svim bitnim blokovima, a s kojima treba biti povezan SRO&2C. Bila su izvršena mjerenja signala na: bloku za automatsku regulaciju frekvencije i faziranje koherentnog oscilatora AF 800; lokalnom oscilatoru OS 800; radarskom prijemniku MF 800; blokovima koji daju osnovni sinkro impuls (Tx) i impulse o prolasku antene kroz referentni položaj – sjever (ARP impuls) te trenutni položaj antene (ACP-impulsi).

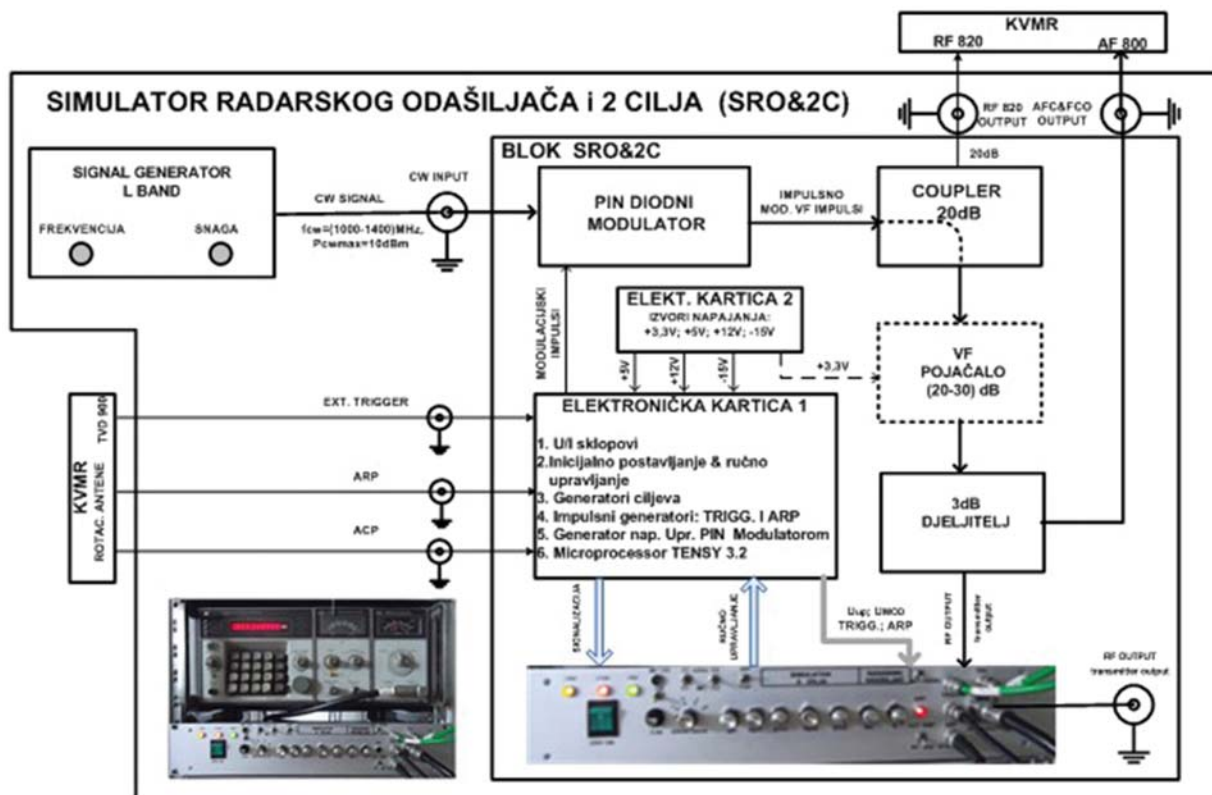


Slika 2 Blok shema integracije novih podsustava u KVMR

Figure 2 Block diagram of integration of new subsystems in CSRS

Vrlo je bitno bilo utvrditi minimalne i maksimalne razine VF impulsa odašiljača potrebne za siguran rad automatske regulacije frekvencije, kao i vrijeme dovođenja Tx impulsa u svakom impulsnom periodu radara. Nadalje bilo je potrebno pored osnovnog rada SRO&2C je, kada je on sinkroniziran i povezan s KVMR, osigurati i samostalni (interni) rad s generiranjem internih sinhro impulsa po daljini i po kutnim koordinatama. Time se željelo osigurati mogućnost provedbi laboratorijskih vježbi na odašiljaču, kada je isključena KVMR. Interni rad je trebao omogućiti promjenu parametara odašiljača, kao što su: radna frekvencija; snaga; impulsna frekvencija i širina VF impulsa. Nakon toga bili su definirani svi tehnički zahtjevi koje mora ispuniti SRO&2C za svaku od gore navedenih funkcija i napisani su zahtjevi za izradu softvera koji bi po zadanim scenarijima trebao generirati simulaciju dva cilja. Zatim je izrađen funkcionalni model SRO&2C i provedena su potrebna testiranja koja su potvrdila opravdanost postavljenih zahtjeva.

Iza testiranja izrađeni su konačni zahtjevi po kojima je izrađen SRO&2C. Za potrebe radarskog odašiljača SRO&2C generira VF impuls određenog trajanja (τ_o), frekvencije (f_o) i snage (P_o) potrebnih za osiguranje korektnog rada određenih blokova KVMR i za potrebe provedbe mjerenja na odašiljaču. Trajanje VF impulsa se po želji korisnika može postavljati na prednjoj ploči (PP) bloka, a frekvencija i razina snage na korištenom signal-generatoru, izvoru kontinuiranog VF signala. Tako generirani VF impuls na SRO odašiljača osigurava korektan rad svih sklopova za automatsku regulaciju frekvencije (ARF) i podsustava za faziranje koherentnog oscilatora (FCO) u bloku AF 800 i to na isti način i s istom razinom signala kao kada bi bio doveden oslabljeni VF impuls od originalnog (njegovog) odašiljaču u stvarnoj izvedbi radarskog sustava, a koji je prije bio u operativnom radu. Blok AF 800 upravlja s promjenom frekvencije lokalnog oscilatora u bloku OS 800 primarnog radara KVMR i



Stika 3 Blok shema SRO&2C

Figure 3 Block diagram of RT&TTS

reagira na svaku namjernu promjenu frekvencije na signal generatoru. Na taj način osigurana je frekvencijska stabilnost međufrekvencije prijemnika i stabilnost amplitude prijemnog signala. Isto tako omogućeno je nametanje faze koherentnom oscilatoru što osigurava fazni mod rada prijemnika, odnosno selekcija pokretnih u odnosu na stacionarne ciljeve. U ovoj izvedbi radara bez faziranja koherentnog oscilatora bio bi moguć samo amplitudni mod rada prijemnika. Pored navedenog s integracijom SRO u KVMR omogućen je razvoj i realizacija nekoliko novih laboratorijskih vježbi, što je već potvrđeno provedenim mjerenjima.

Generiranje 2 radarska cilja na SRO&2C može se provesti u ručnom (R) modu, pomoću mikrokontrolera (MC) i u kombinaciji ručno & mikrokontroler (R&MC). Na prednjoj ploči (PP) SRO&2C za potrebe generirana dva cilja može se ručno u širokom području postaviti za svaki cilj posebno početna daljina (R_{pc}), širina ciljeva (ΔT_c) i početni azimut (β_{pc}). Za pokretne ciljeve na MC se može izabrati četiri moda rada (scenarija) po kojima MC nakon provedenih mjerenja zadanih početnih zahtjeva za ciljeve, u trajanju od dva okreta antene, počinje generirati ciljeve na zadanim početnim daljinama i azimutima. Svakim sljedećim okretom antene u zavisnosti od brzine i smjera leta zrakoplova generira ciljeve na novim pozicijama po daljini i azimutu. Tijekom rada MC cijelo vrijeme čita zadane početne daljine ciljeva, tako da u slučaju ručno uvedene nove početne daljine, računa nove pozicije ciljeva po daljini i nastavlja rad po zadanom scenariju. Isto tako tijekom rada MC moguće je zadati neki drugi početni azimut ciljeva, kao i prijeći u ručni mod rada samo za jedan, ili za oba cilja i ponovno se vratiti u rad s MC.

Za razvoj softvera bilo je potrebno definirati sve ulazne signale koji se dovode s određenih blokova KVMR ili s vlastito razvijene elektroničke kartice (EC1). Posebno su razdvojeni signali koji dolaze u svakom impulsnom periodu radara (R_{pc1} i R_{pc2}) i signali koji dolaze svakim okretom antene kao referentni signal sjevera (ARP) te signali početnog azimuta ciljeva (β_{pc1} i β_{pc2}). Dijagrami za ulazno/izlazne signale prema i od MC su dani na slikama 4 i 5, a za prikaz generiranih ciljeva

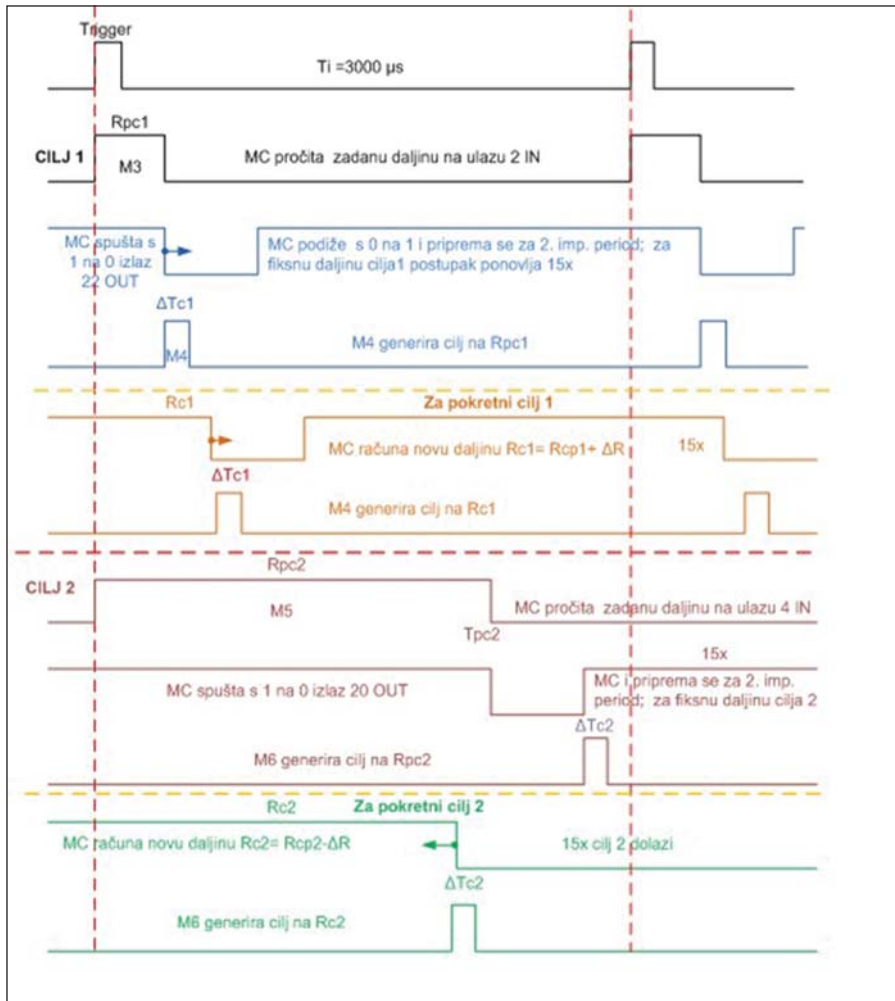
na radarskom (PPI) pokazivaču na slici 6. Osim navedenih signala trebalo je definirati i sve ulazne signale koji će se dovesti na MC preko EC1 u zavisnosti od zahtjeva koji se budu postavljali preko upravljačkih elemenata na PP SRO&2C. Kao što je već navedeno temeljem zahtjeva MC svakim okretom antene generira dva cilja na izračunanim daljinama.

Software je razvijan u otvorenom programskom okruženju *PlatformIO* sa ciljnom platformom *Teensy 3.2* te *Arduino* programskom podrškom, a sukladno uputi za korištenje *PlatformIO* [3] i [4]. Teensy mikrokontroler je baziran na MK20DX256VLH7 procesoru koji ima 3 programibilna hardware tajmera zvana *FlexTimer*. Za simulator se koriste 2 od ta tri, svaki za jedan cilj. Tajmeri su 16-bitni i mogu se pogoniti sa internim clock signalom koji je 72MHz.

Kod za preciznu kontrolu signala je baziran na komponenti za modulaciju pozicijom pulsa (PPM) jer je logika vrlo slična. Za potrebe je kod za precizno pozicioniranje signala specijalno napravljen kako bi ga simulator lakše koristio.

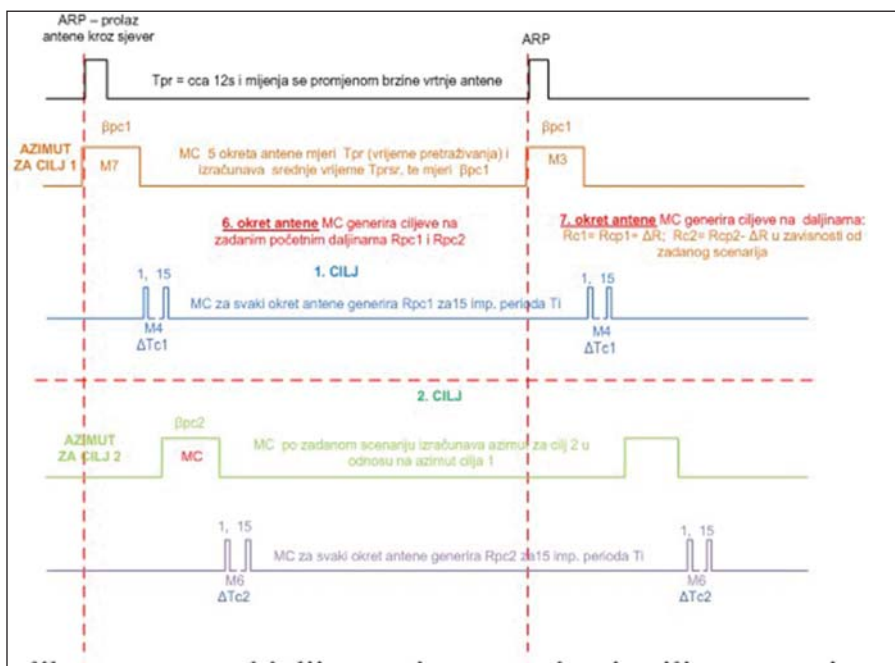
Kod za simulator se sastoji od 4 datoteke: *FlexTimer.h* – konstante vezane za hardware *FlexTimere*; *PP.h* te *PP.h* – komponenta za kontrolu pozicije pulsa i *main.c* – kod za simulator dva cilja.

Mikrokontroler bilježi proteklo vrijeme nakon signala β_c te u pravom trenutku za oba cilja registrira *interrupt handler* za generiranje izlaznog signala ciljeva R_{c1} i R_{c2} . Kod za generiranje signala ciljeva se registrira na padajući brid R_{pc1} i R_{pc2} . Nakon proteka vremena osvjetljavanja Tosv pojedinog cilja i/ili izračunatoga vremena sa obzirom na veličinu cilja (npr. oblak) se *interrupt handler* za generiranje signal deregistrira te mikrokontroler čeka slijedeći trigger - signal β_c . Modul *FlexTimer* ima 16 bitni brojač te se vrši brojanje sa signalom od 72MHz. Potrebno je bilo balansirati rezoluciju izlaznog signala i potrebu za generiranje signala u određenom trenutku u odnosu na R_{pc1} i R_{pc2} . Izborom velike frekvencija, 16 bitni brojač ne bi mogao dosegnuti maksimalnu udaljenost cilja prije nego bi se dosegla maksimalnu vrijednost (65535). Izborom male frekvencije, daljinska rezolucija ciljeva bi bila narušena.



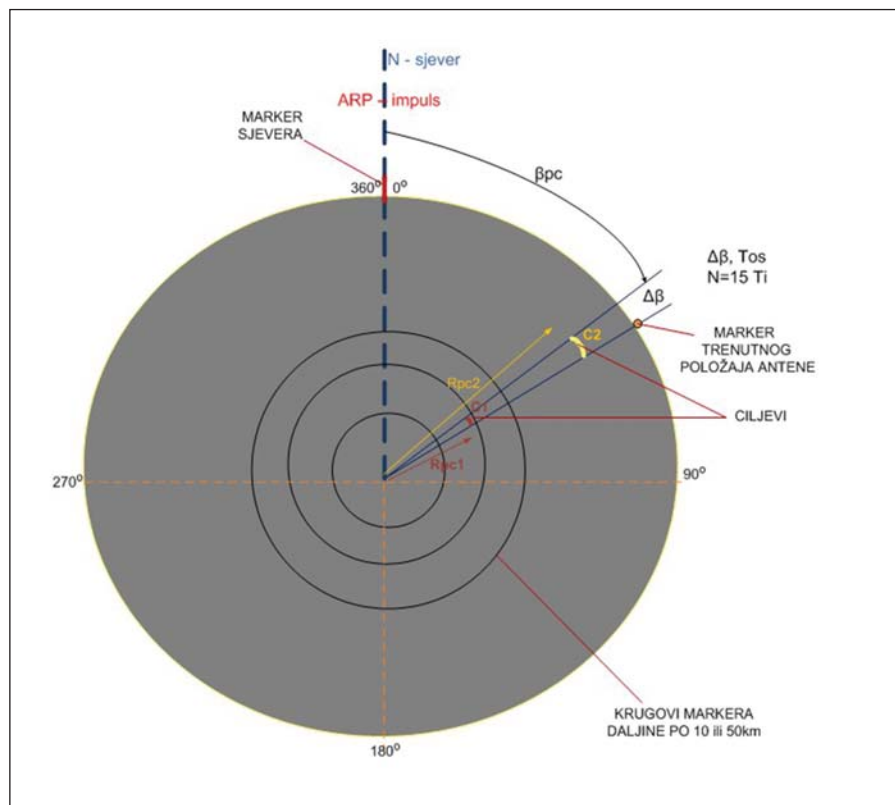
Slika 4
Vremenski dijagram za generiranje ciljeva na željenoj udaljenosti

Figure 4
Time diagram for generation targets at desired distance



Slika 5
Vremenski dijagram za generiranje ciljeva na željenom azimutu

Figure 5
Time diagram for generating targets at desired azimuth



Slika 6

Zahtjev za prikaz ciljeva

Figure 6

Requirements for the display of the targets

Za potrebe simulatora izgrađen je nadmodul PP koji komunicira sa hardware FlexTimer modulom. On rješava problem 16 bitnog brojača i maksimalne udaljenosti signala softverski. Ako FlexTimer postigne maksimalnu vrijednost prije nego je dosegnuta simulirana udaljenost cilja, PP modul resetira brojač na 0. Taj ciklus se događa onoliko puta koliko je potrebno prije nego li je dosegnuta tražena udaljenost cilja.

U inicijalizaciji simulatora se za svaki signal β_c računa položaj cilja (azimut i udaljenost) u vremenskoj domeni. Simulator nakon toga cijelo vrijeme provjerava da li je započeto vrijeme osvjetljavanja prvog i drugog cilja te da li je završeno.

U vremenu dok je cilj osvjetljen svaki impulsni period se generira izračunata vrijednost daljinskog cilja oba cilja te azimut pojedinog cilja β_{c1} i β_{c2} . Svaki cilj može imati različita trajanja osvjetljavanja T_{osvc1} i T_{osvc2} (npr oblak naprema helikopter) te se i to uzima u obzir kod simulacije. Za simulaciju su se neke pretpostavke napravile kao na primjer da su ciljevi centrirani ako su na istom azimutu.

Korisnik može jednostavno ući u softver i posebno promijeniti parametre za cilj 1 i cilj 2 i time po želji kreirati nove scenarije leta zrakoplova, helikoptera, oblaka ili brodova.

Simulirani ciljevi pomoću SRO&2C mogu se koristiti tijekom nastavnog procesa za funkcionalni prikaz rada svih podsustava KVMR od prijemnika, preko digitalne obrade i podsustava za prikaz radarskih podataka do zaključno s PPI prikazom na radarskom pokazivaču. Signale simuliranih ciljeva od VF pojačala do PPI i njihove promjene na navedenom putu moguće je izmjeriti pomoću osciloskopa, ili analizatora spektra i prikazati.

Temeljem navedenog otvorene su mogućnosti za izvođenje većeg broja demonstracijskih i laboratorijske vježbi kao što su: mjerenje daljine (R_c) i azimuta simuliranih ciljeva (β_c); mjerenje rezolucije radara za dva cilja po daljini (ΔR) i po azimutu ($\Delta\beta$); mjerenje vremena osvjetljavanja ciljeva (T_{osv}) i vremena pretraživanja (T_{pr}) odnosno brzine vrtnje antene (Ω_a) za različite brzine vrtnje antene i mjerenje brzine kretanja ciljeva (v_c).

Osim toga jedan od simuliranih ciljeva može se koristiti u sklopu laboratorijskih vježbi za mjerenje osjetljivosti (S_{\min}) i propusnog područja (B) prijemnika, kao i za snimanje karakteristike STC kod primarnog i sekundarnog radara.

3. Testiranja

3. Testing

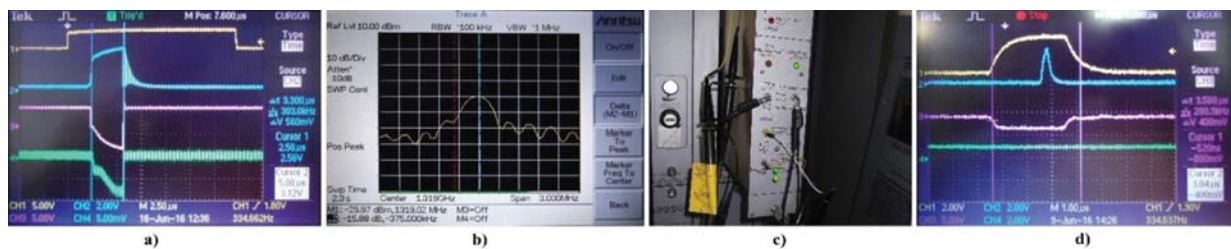
Tijekom razvoja SRO&2C u svakoj fazi su provedena međufazna testiranja, a nakon izrade i integracije SRO&2C s KVMR provedena su završna testiranja svih deklariranih funkcionalnih i tehničkih značajki SRO&2C.

Rezultati provedenih testiranja su potvrdila sukladnost s postavljenim operativnim i tehničkim značajkama za izradu ovog simulatora.

Mjerenja tehničkih značajki provedena su korištenjem razne opreme poput:

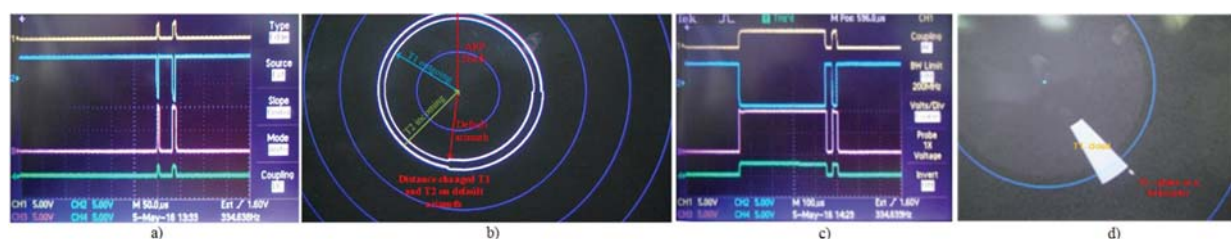
- analizator spektra,
- osciloskop,
- mjerač mikrovalne snage,
- detektorske diode i ostala kalibrirana mjerna oprema i kablovi.

Rezultati nekih od mjerenja dani su na slikama 7 i 8.



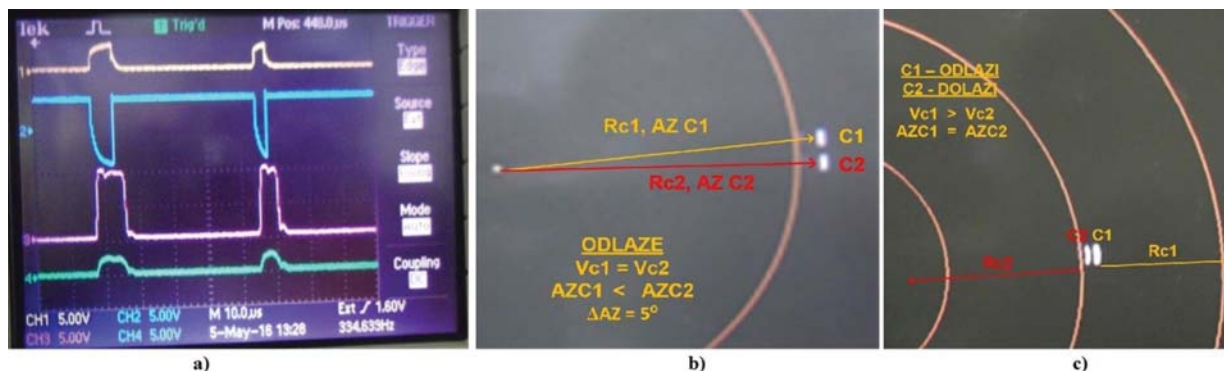
Slika 7 Mjerenja na SRO&2C i AF800: a) RF impulsi, b) Spektar RF impulsa, c) Mjerenja na bloku AF800, d) Mjereni signali na bloku AF800

Figure 7 Measurements on RT&TTS and AF800: a) RF impulses, b) Spectrum of RF impulses, c) Measurements on AF 800 block, d) Measured signals on AF 800 block



Slika 8 Mjerenja na SRO&2C, prijemu MF 800 i prikaz na PPI: a) Scenarij jedan - dva kontinuirana cilja na različitim udaljenostima, b) ciljevi sa slike a) na PPI, c) Scenarij drugi - oblak i helikopter, d) Ciljevi sa slike c) na PPI

Figure 8 Measurements on RT&TTS, receiver MF 800 displayed on PPI: a) Scenario one – two continuous targets at different distances, b) Targets from a) seen on PPI, c) Scenario two – cloud and helicopter, d) Targets from c) seen on PPI



Slika 9 Mjerenje na SRO&2C i prijemniku MF 800: a) RF impulsi ciljeva, b) Scenarij tri – dva cilja udaljavaju se istom brzinom, c) Scenarij četiri – dva točkasta cilja udaljavaju se jedan od drugoga

Figure 9 Measurements on RT&TTS and receiver MF 800: a) RF impulses of targets, b) Scenario three – two targets moving away at same speed, c) Scenario four – two dot targets moving away one from another

4. Zaključak

4. Conclusion

SRO&2C razvijen je zbog potreba funkcionalne zamjene originalnog radarskog odašiljača, koji zbog gore objašnjениh razloga nije uzet od donatora, kako bi se proširile operativne i tehničke mogućnosti prvotno razvijene KVMR. Nakon izrade idejnog rješenja za SRO&2C, a prije definiranja konačnih operativno tehničkih zahtjeva, provedena su mjerenja na svim za SRO&2C važnim blokovima i sklopovima KVMR. Po postavljenim zahtjevima prvo je razvijen funkcionalni model simulatora radarskog odašiljača i nakon toga provedena su funkcionalna testiranja i mjerenja, koja su potvrdila da se može nastaviti s izradom funkcionalnog modela simulatora dva cilja. Tek nakon uspješno provedenih testiranja simulatora dva cilja u ručnom modu rada pristupilo se izradi softvera za pokretne ciljeve i izradi prototipa SRO&2C po konačno postavljenim operativno tehničkim zahtjevima. Završna testiranja svih funkcionalnih i tehničkih značajki SRO&2C potvrdila su postavljene zahtjeve i opravdanost njegove izrade. Korištenjem SRO&2C znatno su povećane operativne i tehničke mogućnosti KVMR, a time i mogućnosti izvedbi većeg broja novih demonstracijskih i laboratorijskih vježbi.

5. Reference

5. References

- [1] Thomson-CSF: „Tehnička dokumentacija za uporabu i održavanje primarnog motrilačkog radara (LP 23M2)“.
- [2] Thomson-CSF: „Tehnička dokumentacija za uporabu i održavanje sekundarnog motrilačkog radara (RSM 970)“.
- [3] PlatformIO: „PlatformIO open source ecosystem for IoT development“, s Interneta, <http://platformio.org/> 10.11.2016.
- [4] PJRC: „Teensy microcontroller“, s Interneta <https://www.pjrc.com/teensy/teensy31.html> 10.11.2016.
- [5] Freescale Semiconductor: „MK20DX256 Manual“, s Interneta, <https://www.pjrc.com/teensy/K20P64M72SF1RM.pdf> 10.11.2016.

AUTORI · AUTHORS

Mirko Jukl - Nepromijenjena biografija nalazi se u časopisu Polytechnic & Design Vol. 2, No. 2, 2014.

Korespodencija

mirko.jukl@tvz.hr

**Siniša Lacković**

Struč. spec. ing. el. Siniša Lacković rođen je 28.5.1989. godine u Zaboku. Osnovnu školu pohađao je u Zlatar Bistrici, a srednju školu pohađao je u Konjščini gdje se je odlučio za smjer Tehničar za elektrostrojarstvo. Preddiplomski i diplomski studij završio je na Tehničkom Veleučilištu u Zagrebu gdje je nakon preddiplomskog studija zaposlen na mjesto laboranta. Objavio je više stručnih i znanstvenih radova iz područja mobilnih radiokomunikacija i radarske tehnike. Sudjeluje na dva projekta vezano uz radarsku tehniku gdje je jedan od projekata interna modernizacija laboratorija za visokofrekvencijsku tehniku i Radara dobivenog u donaciji, a drugi je vezan s gospodarstvom.

Korespodencija

sinisa.lackovic@tvz.hr

**Fran Pregernik**

Rođen je u Zagrebu, Republika Hrvatska. Osnovnu školu završio je u Zagrebu kao i srednju prirodoslovno matematičku. Diplomirao je 2007. godina na Fakultetu elektrotehnike i računarstva, smjer računarstva i stekao zvanje diplomiranoga inženjera računarstva. Radno iskustvo je stekao na nekolicini projekata za vrijeme pohađanja fakulteta, a nakon fakulteta u firmama poput Pliva na razvoju aplikacija i stranica, Atento i Altima na razvoju aplikacija za BSS i OSS u telco industriji (Kosovo, Albanija, Bosna i Hercegovina) gdje trenutačno radi kao viši stručnjak za poslovna rješenja te osim razvoja zadužen za mentoriranje mladih kolega. Interes za elektroniku je imao od malih nogu te za vrijeme fakulteta za digitalnu elektroniku, mikrokontrolere i robotiku.

Korespodencija

fran.pregernik@gmail.com

**Marijan Ikadinović**

Rođen je 12.3.1950. u Karlovcu. Osnovnu školu pohađao je u Zagrebu, a nastavio školovanje na Mornaričko tehničkoj školi u Puli i Splitu smjer Radarski uređaji i računala. Radni vijek proveo je u Centru kontrole zračnog prometa u Zagrebu na mjestu voditelja radarske postaje Kurilovec. Uz stalno zaposlenje radio je kao Instruktor za radarske sustave sve do umirovljenja 2013. godine.

Korespodencija

marijan.ikadinovic@tvz.hr