

PRIMENA SAVREMENE METODE TEHNIČKE DIJAGNOSTIKE U FUNKCIJI UNAPREĐENJA ODRŽAVANJA RADIO-RELEJNIH UREĐAJA

Vojkan M. Radonjić, Milenko P. Ćirić,
Tehnički remontni zavod „Čačak“, Čačak

DOI: 10.5937/vojtehg1204117R

OBLAST: telekomunikacije
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Uvođenjem savremenih radio-releJNIH uređaja na upotrebu u sistem veza Vojske Srbije od njih se zahteva maksimalna efektivnost, raspoloživost i gotovost. Doprinos tome daje nov pristup i način realizacije tehnologija održavanja radio-releJNIH uređaja primenom metode tehničke dijagnostike. Tehnička dijagnostika je naučno-tehnička disciplina koja prepoznaje tehničko stanje ispravnosti uređaja i može se efikasno koristiti u funkciji održavanja.

U radu će biti prikazana primena metode tehničke dijagnostike kroz primenu merenja test-stanicom grupe A, koja omogućava automatizovan način dobijanja svih relevantnih podataka o tehničkoj ispravnosti uređaja. Na osnovu rezultata merenja dalje se realizuje tehnologija održavanja radio-releJNIH uređaja.

Ključne reči: tehnička dijagnostika, održavanje radio-releJNIH uređaja, testiranje ispravnosti, test-stanica.

Uvod

Radio-relejni uređaji familije GRC 408E su savremeni digitalni telekomunikacioni uređaji. Konceptija proizvodnje ove vrste uređaja je moderna i složena, te je za njihovo održavanje potreban visoko-obrazovan i stručan kadar. Za utvrđivanje tehničke ispravnosti uređaja potrebno je poznavanje dosta mernih parametara koji karakterišu isprav-

nost uređaja i njegovih sastavnih modula. S obzirom na koncepciju izrade radio-relejnih uređaja, opšti trend lakšeg i bržeg održavanja, kratkog vremena zadržavanja uređaja na višim nivoima održavanja stvoreni su uslovi da se za efikasno održavanje uređaja koriste savremene metode tehničke dijagnostike [1]. Primena savremene metode tehničke dijagnostike u održavanju radio-relejnih uređaja omogućava veliki broj merenja relevantnih parametara uređaja u kratkom roku, bez velike amortizacije merne opreme i priključnih kablova za skupe instrumente [2]. U budućoj iteraciji tehnologiju održavanja radio-relejnih uređaja treba prilagoditi mogućnostima koje daje primena savremene tehničke dijagnostike.

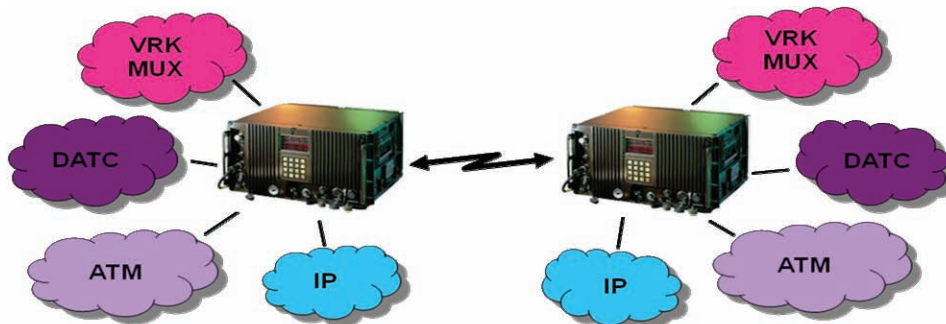
Karakteristike RRU familije GRC 408E

Radio-relejni uređaj familije GRC 408E je digitalni i višekanalni. Izrađen je na bazi savremenih tehnologija, elektronike, telekomunikacija i informatike [3, 4, 5, 6, 7]. Primena mu je u pristupnoj i transportnoj ravni telekomunikaciono-informacionog sistema. Uređaji su izrađeni kao jedan blok u kojem su procesno povezane jedinice za obradu signala na nivou osnovnog opsega, na međufrekventnom nivou, radio-frekventnom nivou i pojačavač snage. Namenjen je za rad u stacionarnom obliku ili u mobilnoj varijanti ugradnjom u pokretne centre veze.



Slika 1 – Radio-relejni uređaj GRC 408E
Figure 1 – GRC-408E multi-channel radio

Radio-relejni uređaji familije GRC 408E namenjeni su za prenos govora, audio-frekventnih signala i podataka multipleksiranih vremenskom raspodelom kanala, kao i signala digitalnih automatskih telefonskih signala (DATC), ATM i IP uređaja. Zavisno od priključenog generatora signala i vrste modulacije uređaj prenosi informacije u digitalnom obliku različitim brzinama, a maksimalna brzina prenosa iznosi 8448 kb/s. Komunikacija između dva radio-relejna uređaja ostvaruje se uspostavljanjem radio-relejnog linka, kako je to prikazano na slici 2.



Slika 2 – Prenosne mogućnosti GRC 408E
Figure 2 – Transmission capabilities of the GRC 408E

Putem radio-relejnog linka prenose se podaci u frekventnom opsegu od 1360 MHz do 2690 MHz, modulirani nekom od dve postojeće modulacije QPSK i 16QAM.

Postavljanje početnih parametara u modulima uređaja vrši centralna procesorska jedinica (CPU), automatizovano. Veza putem radio-relejnog linka ostvaruje se dvosmerno pomoću **službene i sistemske komunikacije**. Službena komunikacija se realizuje preko službenog kanala između dva operatera uz pomoć MTK. Sistemska komunikacija se ostvaruje kroz kanal za prenos sistemskih podataka. Sistemskom komunikacijom prenose se podaci svrstani u dva virtuelna kanala i to:

- kanal za kontrolne podatke kojim se nadgleda protok podataka,
- kanal za kontrolu kvaliteta radio-relejnog linka.

Podatke međusobno preko radio-relejnog linka, putem sistemske komunikacije, razmenjuju centralne procesorske jedinice.

Uređaj ima snagu na izlazu u rasponu od 24 dBm do 36 dBm (4 W), što pod određenim uslovima omogućava domet u komunikaciji do 50 km. Maksimalni dozvoljeni nivo prijemnog signala je 13 dBm, a minimalni -98 dBm za $BER < 10^{-7}$. Uređaj se može napajati naizmeničnim naponom od 220 V ili jednosmernim naponom od 20 do 32 V, pri čemu je maksimalna potrošnja od 160 do 180 W.

Karakteristike radio-relejnih uređaja sa aspekta održavanja

Centralna procesorska jedinica, kao što je rečeno, u potpunosti upravlja radom uređaja putem sistema za interni nadzor i upravljanje. To podrazumeva da centralna procesorska jedinica upravlja radom modula u uređaju i kontroliše da li moduli rade kako im je definisano. Zaključuje se da je koncepcija rada uređaja da centralna procesorska jedinica defi-

niše naredbe sadržane u digitalnom signalu koji putem unutrašnjih komunikacionih kanala (magistralom) odlaze na izvršenje u module. Takođe, nadzire da li moduli realizuju zadate naredbe.

Sa aspekta održavanja radio-relejnih uređaja uvid u tehničku ispravnost uređaja može se ostvariti *samotestiranjem* uređaja, koje podrazumeva realizaciju modernog softverskog alata za kontrolu tehničke ispravnosti uređaja, odnosno realizaciju programa koji je implementiran u centralnoj procesorskoj jedinici [8].

Jednostavan i lako shvatljiv *TEST-mod* omogućava testiranje prednjeg panela, modula, uređaja po postavljenim ili fiksnim parametrima, odabir do četiri petlje respektivno procesiranju signala. To znači da se samotestiranjem ispituje tehnička ispravnost prijemnog kanala, predajnog kanala i upravljačkog kanala u samom uređaju. Samotestiranjem se formira lista upozorenja na neku od tehničkih neispravnosti, lista grešaka i bliža lokacija neispravnog modula. Podaci su preko displeja dostupni licu koje kontroliše tehničku ispravnost.

Važno je napomenuti da se samotestiranje uređaja vrši primenom završnog opterećenja na konektoru koji vodi signal do antene, jer u suprotnom može doći do ometanja *TEST* signala sa signalom primljenim sa antene. U toku samotestiranja realizacija testiranja uređaja prati se na displeju. Redom od *TEST 1-TEST 5* vrši se kontrola tehničke ispravnosti. Nakon završetka samotestiranja, ukoliko postoji neispravnost, na displeju je ispisana poruka rezultata testiranja koja ukazuje na broj grešaka, vrstu grešaka i lokaciju, odnosno module koji nisu tehnički ispravni.

Zaključuje se da je radio-relejni uređaj GRC 408E pogodan za realizaciju nižih oblika održavanja. Posедуje savremenu softverski upravljaju metodu tehničke dijagnostike za ostvarenje uvida u tehničku ispravnost.

S obzirom na to da je GRC 408E savremeni digitalni telekomunikacioni uređaj izrađen kombinacijom različitih tehnologija izrade navedeni oblik dijagnostike nije dovoljan da bi se ostvario potpuni uvid u tehničku ispravnost uređaja. Uvid u potpunu tehničku ispravnost uređaja ostvaruje se primenom savremene tehničke dijagnostike od strane stručnog kadra na višim nivoima održavanja. U dosadašnjem razvijenom obliku najvišeg nivoa održavanja, kako zbog zastarelosti uređaja koji su na upotrebi u jedinicama VS, pa time i na održavanju u Zavodu, nije bilo primene savremene tehničke dijagnostike tokom održavanja postojećih radio-relejnih uređaja. Savremena tehnička dijagnostika predstavlja izazov za inženjerski kadar, ali i obavezu pravilne primene u funkciji podizanja nivoa kvaliteta najvišeg nivoa održavanja radio-relejnih uređaja.

Oslanjajući se na visok nivo pouzdanosti metoda tehničke dijagnostike, buduća tehnologija najvišeg nivoa održavanja baziraće se na rezultatima dobijenim primenom ove metode, kako u defektaciji, tako i u završnim kontrolnim ispitivanjima.

Oprema za dijagnostiku stanja radio-relejnih uređaja

Opremu za tehničku dijagnostiku stanja radio-relejnih uređaja familije GRC 408E čine merni instrumenti smešteni u tzv. test-stanici grupe A, referentni radio-relejni uređaj i računar preko kojeg se vrši upravljanje i nadzor rada test-stanice, kao i snimanje i prikaz izmerenih podataka. Test-stanicu čine sledeći instrumenti:

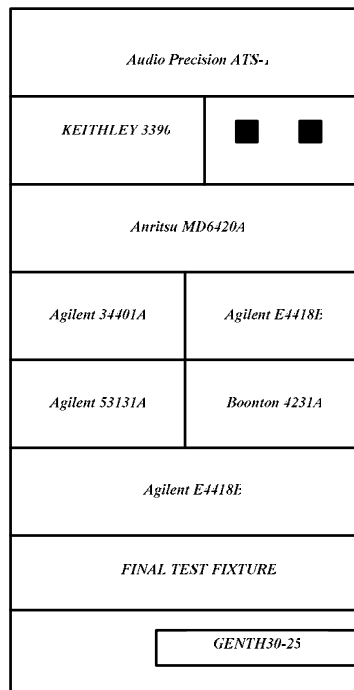
1. Merač RF snage *Agilent E4418B*;
 2. Merač RF snage *Boonton 4231A*;
 3. SONET/SDH/PDH/ATM Analizator *Anritsu MP1570A/A1*;
 4. Digitalni multimetar *Agilent 34401A*;
 5. Brojač frekvencije *Agilent 53131A*;
 6. Analizator digitalnog prenosa *Anritsu MD6420A*;
 7. Generator impulsa *KEITHLEY 3390*;
 8. Tester audio signala *Audio Precision ATS-1*;
 0. Test adapter *FINAL TEST FIXTURE for GRC-408E-GRC-408E34*;
- Izvor napona napajanja *TDK-LAMBDA*.

Merni instrumenti omogućuju merenje svih bitnih parametara za rad radio-relejnih uređaja i analizu tehničke ispravnosti digitalnog radio-relejnog uređaja. Izgled opreme za tehničku dijagnostiku stanja ispravnosti radio-relejnih uređaja GRC 408E prikazan je na slici 3.

Raspored instrumenata u test-stanici prikazan je na slici 4.



Slika 3 – Test-stanica grupe A završnih ispitivanja
Figure 3 – Test Station of the A group final tests



Slika 4 – Raspored opreme u test-stanici
 Figure 4 – Equipment layout in the test station

Referentni radio-relejni uređaj u okviru opreme ima funkciju uspostavljanja radio-relejnog linka i komunikacije sa ispitivanim uređajem. Time se obezbeđuje kontrola kvaliteta komunikacije radio-relejnog linka, kao i provera karakteristika koje utiču na domet uređaja (realizuje se upotrebom različitih vrsta oslabljivača).

Upravljanje programom koji komunicira sa mernim instrumentima u test-stanici vrši se preko računara. Program sadrži tri aplikacije:

- završna ispitivanja radio-relejnog uređaja GRC-408E sa AMI interfejsom;
- završna ispitivanja radio-relejnog uređaja GRC-408E sa V11 interfejsom;
- završna ispitivanja radio-relejnog uređaja GRC-408E\34.

Zavisno od izbora aplikacije pokreće se rad programa za testiranje ispitivanog uređaja i realizuju se merenja. Merenja se realizuju komunikacijom između softvera u računaru, preko odgovarajućeg serijskog porta RS-232, kablova i I/U konektora koji se nalaze na instrumentima. Koji će instrumenti vršiti merenja i u kom trenutku definiše sam program. Realizacija programske naredbe od strane programski definisanog instrumenta ostvaruje se preko IP adrese koju poseduje svaki instrument posebno.

To znači da programska naredba sadrži IP adresu odgovarajućeg instrumenta i samu naredbu (u digitalnom obliku) koja definiše šta konkretni instrument treba da izvrši. U *tabeli 1* prikazane su IP adrese instrumenata u test-stanici grupe A.

Tabela 1
Table 1

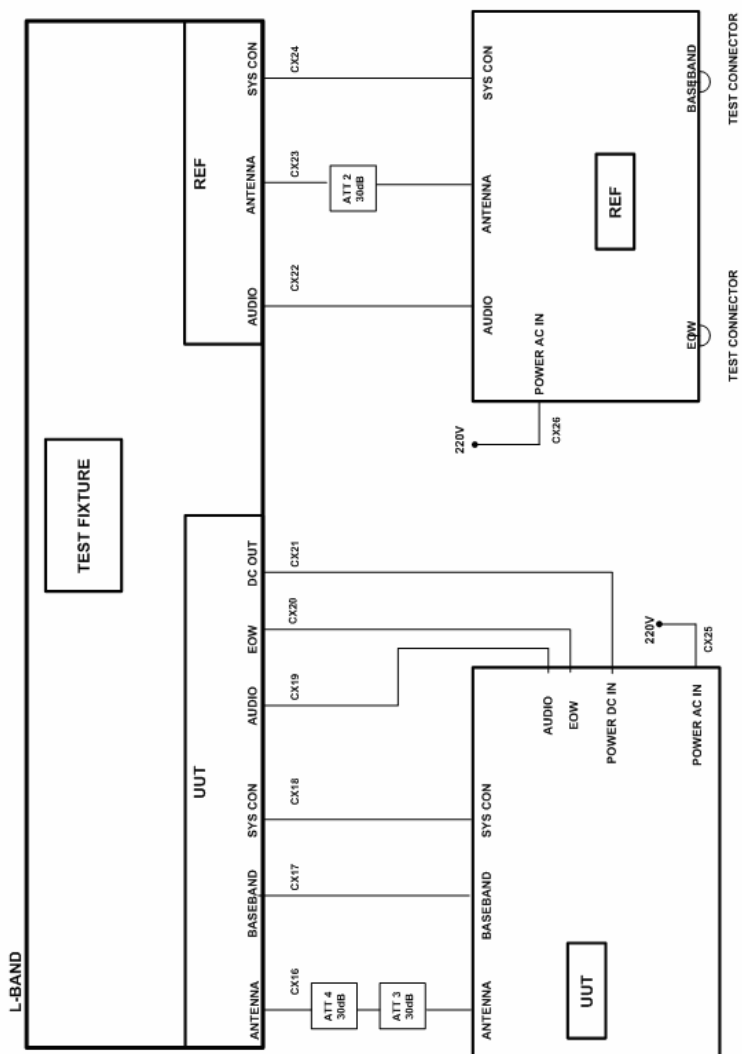
Spisak IP adresa
List of IP addresses

MERNI INSTRUMENTI	IP adresa
Merač RF snage <i>Agilent E4418B</i>	13
Merač RF snage <i>Boonton 4231A</i>	16
SONET/SDH/PDH/ATM Analizator <i>Anritsu MP1570A/A1</i>	15
Digitalni multimetar <i>Agilent 34401A</i>	23
Brojač frekvencije <i>Agilent 53131A</i>	25
Analizator digitalnog prenosa <i>Anritsu MD6420A</i>	11
Generator impulsa <i>KEITHLEY 3390</i>	17
Tester audio signala <i>Audio Precision ATS-1</i>	28
Izvor napona napajanja <i>TDK-LAMBDA</i>	5

Svi izmereni parametri arhiviraju se u računaru u odgovarajućoj bazi podataka. Nakon završenih merenja realizuje se forma za prikaz i štampanje rezultata merenja. Može se reći da je rad sa test-stanicom automatizovan i većim delom ne zahteva prisustvo operatera. Takođe, ne zahteva se prisustvo kontrolora remonta, jer je proces ispitivanja automatizovan i isključuje subjektivni faktor u procesu ispitivanja tehničke ispravnosti radio-relejnog uređaja. Ovakav način primene tehničke dijagnostike smanjuje kapacitete neophodne za održavanje radio-relejnih uređaja na najvišem nivou održavanja.

Dijagnostika ispravnosti radio-relejnog uređaja

Pre početka dijagnostičkih ispitivanja stanja ispravnosti ispitivanog radio-relejnog uređaja pomoću test-stanice grupe A vrše se pripreme radnje. Nakon postavljanja referentnog i ispitivanog radio-relejnog uređaja vrši se kablovsko povezivanje sa test-stanicom preko fabričkog modula "TEST FIXTURE". Ispitivani i referentni uređaj moraju biti iste vrste i sa istim modulom A11. Pre mrežnog ili akumulatorskog uključivanja uređaja moraju se povezati protočni atenuatori ili veštačka opterećenja. Na referentnom uređaju, osim opterećenja, obavezno se montira završetak za EOW priključak i "baseband" kratkospojnik koji se nalaze u kompletu test-stanice. Način povezivanja referentnog uređaja (REFERENCE-REF) i uređaja koji se ispituje (UNIT UNDER CONTROL-UUT) pomoću test-stanice prikazan je na slici 5.



Slika 5 – Električna šema povezivanja uređaja na test-stanicu grupe A
 Figure 5 – Electrical scheme of connecting devices to the test station

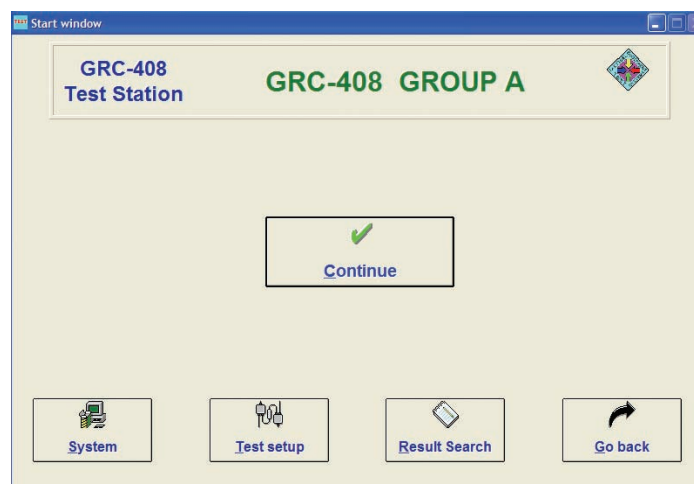
Nakon odgovarajućih povezivanja vrši se priključenje uređaja na propisano naponsko napajanje. Uspostavljanje komunikacije između računara i test-stanice po serijskom portu RS-232 vrši se automatski, tj. nije potrebno uspostaviti „dial-up” konekciju na računaru. Računar će prepoznati test-stanicu ubrzo nakon uključivanja njenog napona napajanja. Uključivanjem programa za dijagnostiku stanja ispitivanog uređaja operater test-stanice sledi uputstva i zahteve koje mu program predočava putem ponuđenih programskih prozora na monitoru računara. Početni prozor aplikacije prikazan je na slici 6.



Slika 6 – Početni prozor aplikacije za GRC-408E (AMI interfejs) završna ispitivanja
 Figure 6 – The initial application window for the GRC-408E (AMI interface) final examination

Pritiskom na dugme “Continue” računar počinje pretragu tražeći referentni i ispitivani uređaj i odgovarajućim obaveštenjem obaveštava operatera da je UUT response OK i REF response OK. To ukazuje operateru da je komunikacija test-stanice sa uređajima uspostavljena i da će program u narednom koraku pokrenuti ispitivanja. U suprotnom, program će generisati poruku da komunikacija nije uspostavljena, zbog čega nije uspostavljena i gde potražiti grešku.

Sledeća programska opcija tokom ispitivanja uređaja prikazana je na slici 7.



Slika 7 – Drugi korak aplikacije za GRC-408E (AMI interfejs) završna ispitivanja
 Figure 7 – The second application window for the GRC-408E (AMI interface) final examination

Operater test-stanice ima ponuđene četiri opcije:

System – komanda namenjena podešavanjima koja nisu dostupna operateru i zaštićena su lozinkom. Ova komanda omogućava pristup programskom rešenju upravljanja radom test-stanice,

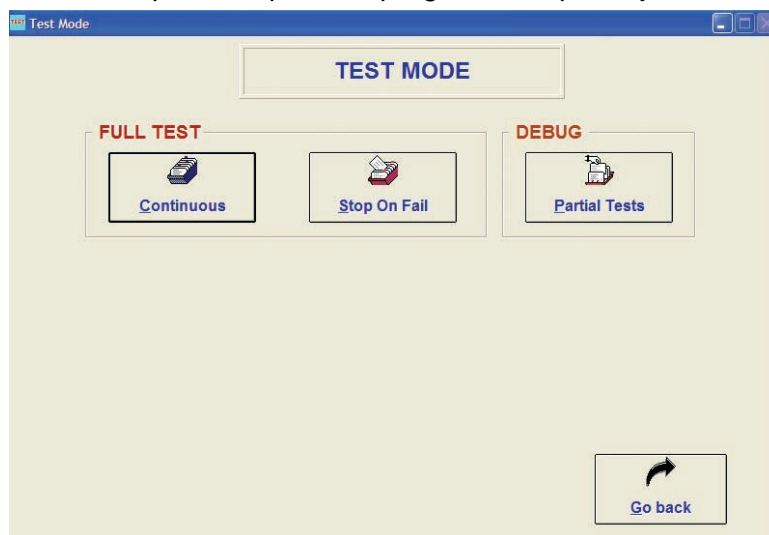
Test setup – komanda pomoću koje se na ekranu prikazuje električna šema povezivanja uređaja na test-stanicu (slika 5). Ovom komandom se operateru na test-stanici omogućava da još jednom proveri da li su uređaji ispravno povezani sa test-stanicom,

Result Search – komanda namenjena operateru ukoliko želi da iz postojeće baze podataka, koja sadrži rezultate prethodnih dijagnostičkih merenja, pregleda rezultate po odgovarajućem fabričkom broju uređaja,

Go back – povratak u prethodni prozor i

Continue – nastavak dijagnostičkih merenja.

Odabirom komande „Continue” za nastavak dijagnostičkih merenja na ekranu će se operateru ponuditi programska aplikacija kao na slici 8.



Slika 8 – Izbor načina dijagnostičkih merenja
Figure 8 – The choice of diagnostic measurements

U ovom koraku operater treba da izabere vrstu dijagnostičkih merenja koju želi da realizuje:

Continuous – test predviđen programom ispitivanja bez prekidanja testa ukoliko se registruje vrednost merenja van propisanih granica,

Stop On Fail – test predviđa izvršenje programa ispitivanja sve do trenutka kada su izmerene vrednosti van dozvoljenih granica kada se test prekida,

Partial Tests – test koji je operater unapred zadao – pojedinačni test.

Odabirom neke od ponuđenih komandi sa slike 8, kojima se realizuje potpuno merenje parametara uređaja, pojavljuje se prozor kao na slici 9. Operator unosi fabrički broj uređaja koji se ispituje, čime se u bazi podataka beleže sva merenja vezana za uneti fabrički broj uređaja. Takođe, unosi se ime operatera i bitne napomene vezane za dijagnostička ispitivanja radio-relejnog uređaja.

Slika 9 – Identifikacija ispitivanog uređaja i operatera
 Figure 9 – Identification of the tested devices and users

Unos podataka u ovom programskom koraku je bitan, jer se oni čuvaju u bazi podataka i kasnije se prikazuju tokom štampanja rezultata dijagnostičkih merenja. Nakon unetih podataka program počinje sa konkretnim merenjima karakteristika ispitivanog radio-relejnog uređaja.

Prema programu prvo se vrše odgovarajuća merenja karakteristika predajnog kanala uređaja. Mere se nivoi izlazne snage uređaja za sve tri opcije (mala snaga – LOW, srednja – MEDIUM i visoka – HIGH). Pri tome se kombinuju obe vrste modulacije (16QAM i QPSK) i vrše merenja tačnosti frekvencije za QPSK modulaciju. Merenje tačnosti frekvencije vrši se samo za QPSK modulaciju, jer je po definiciji QPSK modulacija fazna, signal se fazno moduliše i bitan parametar je tačnost frekvencije. U ovom delu dijagnostičkih merenja vrši se i merenje potrošnje uređaja, odnosno snaga potrošnje. Posebno se naglašava da se ovom vrstom dijagnostičkih merenja isključivo vrši provera nivoa snage na izlazu uređaja, a za kompletno i detaljno ispitivanje predajnog kanala mora se pristupiti merenjima na samim modulima. To znači da se RF signal prenosi radio-relejnim linkom propisanim nivoom snage, ali se test-stanicom ne može ustanoviti da li je signal dobro pripremljen pre prenosa kroz link. Odnosno, test-stanicom u ovoj fazi dijagnostičkih merenja ne može se ustanoviti da li je osnovni signal dobro modulisan i da

li prenosi originalne podatke. Bilo kakva odstupanja nivoa snage od referentnih vrednosti sugerise da neki od modula u predajnom kanalu nije tehnički ispravan.

Nakon završetka ispitivanja predajnika program će zapamtiti izmerene vrednosti i obavestiti operatera da umesto merača snage priključi "FINAL TEST FIXTURE" na priključku "UNIT ANTENNA" preko protočnog oslabljivača od 60 dB. Sledi grupa merenja koja se realizuju automatski i odnose se na merenja bitnih parametara u radu prijemnog kanala radio-relejnog uređaja. To su: merenje osetljivosti, merenje nivoa signala servisnog kanala, merenje parametara službenog kanala, provera rada u *Emergency mod-u*, merenje nivoa greške u prenosu podataka *BER*.

Završetkom svih dijagnostičkih merenja vrši se štampanje rezultata uz istovremeno pamćenje svih izmerenih vrednosti u bazi podataka. Deo dobijenih rezultata prikazan je na slici 10. Kompletno dijagnostičko ispitivanje jednog radio-relejnog uređaja GRC 408E traje oko 60 minuta. Pri tome su instrumenti u test-stanici izmerili oko 150 parametara bitnih za analizu tehničke ispravnosti uređaja [9].

*** GROUP-A FULL TEST REPORT ***						
UUT NAME:	GRC-408 L BAND AMI	TEST DATE:	11/05/2010			
CATALOG NO.	21120901500 AMI	TEST TIME:	14:18:40			
SERIAL NO.	000003	TEST DURATION:	00:52:37			
OPERATOR:	Radonjic vojkan					
Note:	Slabljenje trase 5 dB					
STATUS:	FAIL	TESTED BY:	_____			

005 Sensitivity 16QAM Modem Test						
Freq/Function	Param	Low Limit	High Limit	Units	Results	F
1350.000	AMI 2048K		1.E-5	BER	5.6E-3	*
	AMI 8192K		1.E-5	BER	No Link	*
1600.000	E1		1.E-5	BER	No Link	*
	4E1		1.E-5	BER	No Link	*
1850.000	AMI 2048K		1.E-5	BER	No Link	*
	AMI 8192K		1.E-5	BER	No Link	*
2400.000	E1		1.E-5	BER	No Link	*
	4E1		1.E-5	BER	< 1E-7	
2690.000	AMI 2048K		1.E-5	BER	No Link	*
	AMI 8192K		1.E-5	BER	No Link	*

Slika 10 – Prikaz dela rezultata dijagnostičkih merenja RRU
Figure 10 – Display of the results of diagnostic measurements RRU

Sa slike 10 se vidi da "TEST REPORT" sadrži sledeće podatke:

- šta se meri,
- donju i gornju graničnu vrednost,
- jedinicu mere,
- rezultat dijagnostičkih merenja,
- status dobijenih rezultata – da li vrednost odstupa od referentnog opsega (donje i gornje granične vrednosti).

Takođe, u zaglavlju "TEST REPORT-a" prikazani su svi bitni podaci o uređaju koji se dijagnostički ispituje, vremenu ispitivanja i konačna odluka o ispravnosti uređaja na osnovu dijagnostičkih merenja (STATUS: FAIL ili ABORT).

Na osnovu dobijenih rezultata dijagnostičkih merenja, ukoliko je neki od izmerenih parametara van dozvoljene tolerancije, može se pristupiti lociranju greške i modula koji generiše te greške. Na osnovu liste mogućih grešaka pristupa se detaljnijim merenjima na preporučenim modulima, koji zbog svoje tehničke neispravnosti uzrokuju pojavu greške. Merenja se vrše u mernim tačkama na modulima, koje su povezane neposredno sa komponentama u modulu.

Kao što je ranije rečeno, primena tehničke dijagnostike na najvišem nivou održavanja je složena, ali obezbeđuje uvid u sve bitne parametre za tehničku ispravnost uređaja. Pristup dijagnostičkim merenjima je potpuniji u odnosu na samotestiranje koje se vrši neposredno na uređaju od strane tehničkog lica tokom periodičnih pregleda.

Zaključak

Novonabavljeni radio-relejni uređaji izrađeni su primenom savremenih tehnologija elektronike, telekomunikacija i informatike. Modularnog su tipa, gde su modulima softverski upravljale procesorske jedinice. Time su stvoreni uslovi da se održavanje radio-relejnih uređaja realizuje primenom savremenih metoda tehničke dijagnostike. Test-stanica grupe A omogućuje merenje velikog broja bitnih parametara za analizu tehničke ispravnosti uređaja. Takođe, omogućava automatizovana merenja parametara, a time i lakše održavanje uređaja na najvišem nivou održavanja. S obzirom na to, tehnologiju održavanja treba prilagoditi i koncipirati tako da se propišu svi postupci bitni za kvalitetno održavanje radio-relejnih uređaja uz primenu savremene metode tehničke dijagnostike. Primenom dijagnostike znatno se poboljšava kvalitet održavanja, smanjuje vreme zadržavanja sredstva na remontu, isključuje subjektivnost operatera u merenjima, manje amortizuju skupi instrumenti sa priborom i smanjuju kapaciteti opredeljeni za remont ove vrste uređaja.

Literatura

[1] Jeremić, B., Todorović, P., Mačužić, I., Koković, V., *Tehnička dijagnostika*, Mašinski fakultet Kragujevac, 2006.

[2] Radonjić, V., Gačeša, N., *Uticaj sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa kod digitalnih radio-relejnih uređaja GRC 408*, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 1, pp.40-61, 2011.

[3] *Multi-channel radio GRC-408E (MCR)*, korisničko uputstvo, verzija F 2112-09585-00-0A, Elbit Systems, Izrael, 2008.

[4] *Multi-channel radio GRC-408E (MCR)*, uputstvo za održavanje, verzija F 2112-09586-00, Elbit Systems, Izrael, 2009.

[5] *Multi-channel radio GRC-408E (MCR)*, tehničko uputstvo, verzija F 2112-09587-00, Elbit Systems, Izrael, 2009.

[6] *Prezentacije sa kursa za 1. i 2. nivo poznavanja i rukovanja RRU GRC-408E*, Elbit Systems Land and C⁴I-Tadiran, 2008.

[7] *Prezentacije sa kursa za 3. i 4. nivo tehničkog održavanja RRU GRC-408E*, Elbit Systems Land and C⁴I-Tadiran, 2009.

[8] *Skripta digitalni višekanalni radio-relejni uređaj serije GRC-408E*, Vojna akademija Beograd, 2010.

[9] Radonjić, V., *Uticao sredine na prostiranje elektromagnetnih talasa kod digitalnih radio-relejnih veza*, magistarska teza, TF Čačak, 2010.

TECHNICAL DIAGNOSTICS AS A MODERN METHOD FOR IMPROVING MAINTENANCE OF RADIO-RELAY DEVICES

FIELD: Telecommunications

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Summary:

Modern radio-relay equipment introduced in the communications system of the Serbian Army is required to have maximum effectiveness, availability and readiness. A contribution to these requirements is a new approach and a realization method: technology of maintaining radio-relay devices using the method of technical diagnostics. Technical diagnostics is a scientific and technical discipline that recognizes the technical condition of proper functioning and can efficiently be used for maintaining purposes.

The paper shows the application of the method of technical diagnostics through the application of measurements with an A group test station which allows an automated acquisition of all relevant data on the technical condition of a device. Based on measurement results, the maintenance of radio-relay equipment is further carried out.

Characteristics of GRC 408E radio-relay devices

Radio-relay devices belonging to the GRC 408E family are multi-channel digital radio-relay devices. They are based on modern technology, electronics, telecommunications and information technology. Their applications include the access and transport roles of telecommunication and information systems. Devices are designed as one block linking a power amplifier with a process unit for signal processing at the base-band level, the inter-frequency level and the radio-frequency level. They are designed to work as stationary or mobile variants in mobile communications centers.

Characteristics of radio-relay equipment from the maintenance aspect

The central processing unit fully controls the device through a system of internal control and command. From the radio-relay equipment maintaining point of view, an insight into the proper operation of a device can be achieved by device self-testing. After self-test completion, if there is a malfunction, the display indicates the number and type of errors as well as the location of the modules with errors.

Considering the fact that the GRC 408E is modern digital telecommunications equipment made by combining various technologies, this diagnostics is not sufficient to achieve a complete insight into the technical soundness of the device. A complete insight into the technical soundness of the device is achieved using modern technical diagnostics of the professional staff at higher levels of maintenance.

Equipment for the diagnostics of radio-relay equipment conditions

Equipment for technical diagnostics consists of modern measuring instruments placed in the test cell, a reference radio-relay device and a computer through which the management and supervision of the test station is carried out. Measuring instruments enable measurement of parameters important for the operation of digital radio-relay equipment. The implementation of the program for testing the validity of a radio-relay device establishes communication of the computer with the measuring instruments through appropriate IP addresses. The measured parameters of the device are stored in the database.

Diagnostics of radio-relay equipment validity

In order to activate the program for the diagnostics of proper functioning of radio-relay equipment, the device and the equipment should be connected appropriately. After connecting the equipment and turning on the computer, the program is automatically activated and takes the user through the implementation of measurements on the test station. Testing is completely automatic. The testing is first performed, i.e., the measurement of parameters important for the transmission channel: the level of RF power, power consumption during transmission and the accuracy of frequency for QPSK modulation. After that, reception channel parameters are measured: sensitivity, signal level of the service channel and the official channel, Emergency mode check and the level of errors in BER data transmission. The complete measurement takes about 60 minutes and tests 150 parameters important for the analysis of the technical accuracy of digital radio-relay equipment. The measurement results are stored in the database and print in the TEST REPORT.

If there are discrepancies between the obtained and prescribed values, the operator can locate errors and a defective module. Further measurements are performed manually at the measurement points on the modules, according to the maintaining technology for the type of device in question, i.e. the device is repaired at the component level.

Conclusion

Radio-relay devices of the GRC 408E family are modern digital telecommunication devices incorporating electronics, telecommunications and computers. Their complexity requires extensive development expertise to the highest level of maintenance, ie. the level of maintenance at the component level. A large number of parameters is to be measured in order to detect whether a device functions properly. Modern technical diagnostics is thus applied. The test station that combines a large number of instruments enables the measurement of all important parameters of digital radio-relay equipment necessary for a quality analysis of proper functioning. The diagnostics significantly improves the quality of maintenance, reduces the overhaul time, eliminates the operator's subjectivity in measurements, reduces the amortisation of expensive instruments as well as overhauling capacity for this type of devices.

Keywords: technical diagnostics, maintenance of radio-relay equipment, testing for proper functioning, test stations

Datum prijema članka/Paper received on: 12. 12. 2011.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/Manuscript corrections submitted on:
19. 05. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted for publishing
on: 21. 05. 2012.