

INTEGRISANI SISTEM ZA TESTIRANJE DELOVA TELEFONSKE CENTRALE DKTS 20: OSNOVNI KONCEPTI

Slobodan Zlatković, Dušan Rakić, Sladana Vučić, Milan Matijević, Dejan Deletić, Radoslav Ivanović, Milena Vulović,
Nenad Bogdanović

Ei PUPIN Holding, RJ PUPIN J.T.S., Zemun, Batajnički put 23, ☎ 011/192-485, fax: 011/610-583,
e-mail: zlatko94093p@buef31.etf.bg.ac.yu

Sadržaj - U ovom radu predstavljeni su osnovni koncepti integracije procesa testiranja i kontrole kvaliteta, kao i obrade prikupljenih informacija, u sistemu za proizvodnju telefonskih centrala DKTS 20. Kako je automatizacija i optimizacija izlazne kontrole, odnosno finalnog testiranja telefonske centrale, bila primarni zadatak ovog projekta, akcent u radu je stavljen baš na te delove testnog sistema. Posebna pažnja posvećena je problemima realizacije specifičnog okruženja za testiranje gotovih blokova telefonske centrale korišćenjem standardne računarske i adapterske opreme.

1. UVOD

Projekat javne digitalne telefonske centrale DKTS 20 jedan je od najvećih projekata trenutno aktivnih u našoj zemlji. Prema ugovoru sa JP PTT Srbije, Ei PUPIN DKTS se obavezao da isporuči veći broj ovakvih krajnjih i čvornih telefonskih centrala. Kako su vremenski rokovi za isporuku prvih primeraka telefonske centrale bili kratki, pristupilo se istovremenom razvoju i proizvodnji. Ovako organizovan projekat susreo se sa brojnim problemima, od kojih je jedan od najozbiljnijih potreba za adekvatnim sistemom za testiranje, kako delova centrale (modula, ploča, blokova), tako i gotovih centrala.

Neophodnost testiranja i kontrole kvaliteta u procesu proizvodnje ovako sofisticiranih uređaja, kao što je telefonska centrala DKTS 20, očigledna je. Serijska proizvodnja nameće uvođenje integrisanog testnog sistema radi povećanja efikasnosti samog proizvodnog procesa. Manuelno i delimično automatizovano testiranje, koje je do sada primenjivano, nedovoljno je propusne moći za planirani obim proizvodnje. Samo testiranje doprinosi smanjenju škartu, što vodi boljem kvalitetu proizvoda sa jedne, i nižoj ceni proizvodnje sa druge strane. Kako se istovremeno vrši i razvoj, integrisani sistem testiranja pomaže pri otkrivanju kritičnih mesta projekta i ispravljanju otkrivenih nedostataka. Takođe, daje dobru ocenu kvaliteta isporučениh delova i komponenti, što pomaže pri izboru dobavljača.

Uvođenje računara, kao osnove ovakvog sistema za testiranje, logična je odluka. Kako se radi o vrlo specifičnom proizvodu koji treba ispitati, računarskom sistemu je potrebno dodati više standardnih/nestandardnih adaptera, odnosno dodatne testne opreme.

2. DEFINICIJA PROBLEMA

Napraviti integrisano hardversko-sofversko okruženje za ispitivanje i dijagnosticiranje eventualnih neispravnosti delova telefonske centrale DKTS 20 je definicija problema koji je razmatran. Tekuće potrebe proizvodnog procesa odredile su prioritete razvoja na sledeći način: potrebno je

bilo u što kraćem vremenu osmisliti i osposobiti nova testna mesta koja bi, simulirajući rad u realnom vremenu, vršila testiranja i ispitivala kvalitet delova gotovih telefonskih centrala. Drugim rečima, prvobitno je bilo potrebno oformiti okruženje u kome bi se, u prihvatljivom vremenu i sa velikom pouzdanošću, identifikovao skup nezavisno ispravnih delova DKTS 20 sistema, od kojih bi se, sa velikom verovatnošću, mogao formirati ispravan sistem. Nakon toga, potrebno je integrisati sva postojeća testna mesta (uz potrebne modifikacije), i oformiti nova, u jedinstveni integrisani sistem. Jedinствена база података о свим произведеним деловима DKTS 20 sistema, kao i unifikacija dokumenata u proizvodnom procesu takođe su ciljevi ovog projekta. Naravno, tu je i razvoj aparata za statističku obradu prikupljenih informacija.

Rešenje prethodno definisanog problema je od izuzetne važnosti za Ei PUPIN DKTS, jer je automatizacija i integracija procesa testiranja i kontrole kvaliteta jedan od strateških ciljeva ovog velikog proizvođača telekomunikacione opreme. Neophodnost ovakvog sistema u proizvodnom procesu je nesumljiva. Statistički podaci dobijeni u ovom procesu predstavljaju ključne informacije za modifikaciju i unapređenje i telefonske centrale i proizvodnog procesa. Naravno, ne treba zanemariti ni efekte unifikacije i objedinjavanja svih podataka o nabavljenim komponentama i proizvedenim delovima centrale (modulima, pločama, kabinetima i drugim).

3. POSTOJEĆE STANJE

Da bi se mogla sagledati celina postavljenog problema, dat je opis DKTS 20 sistema, kao i opis postojećeg sistema za kontrolu kvaliteta i testiranje.

3.1. Telefonska centrala DKTS 20

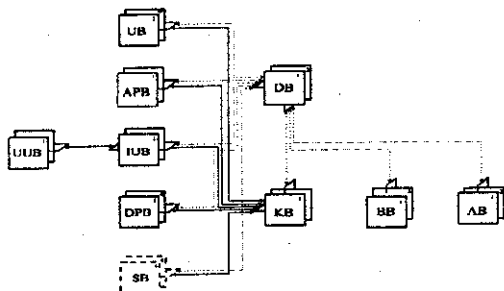
Po svojoj koncepciji i organizaciji telefonska centrala DKTS 20 je digitalni komutacioni sistem sa modularnom arhitekturom i distribuiranim upravljanjem. Osnovni element sistema je blok centrale, koji kao funkcionalno, hardverski i softverski zaokružena celina autonomno obavlja svoj deo posla u DKTS sistemu. Dodavanjem ili izmenom standardizovanih blokova postiže se željena konfiguracija. Sistem čine centralni i periferijski blokovi. U centralne blokove, koji su zbog povećane pouzdanosti i povećanja saobraćajnih mogućnosti duplirani, spadaju:

- blok baze podataka (BB),
- distributivni blok (DB) koji sadrži module za komutaciju međuprocorsorskih poruka,
- komutacioni blok (KB) koji realizuje funkcije uspostavljanja i raskidanja govornih puteva kroz centralu,

- administrativni blok (AB) koji realizuje funkcije administriranja, održavanja, obrade i memorisanja tarifnih informacija, rada sa U/A uređajima i drugih.

Sve linije i kanali koje treba priključiti na centralu se grupišu u odgovarajuće periferne blokove, u koje spadaju:

- učesnički blok (UB) koji opslužuje 128 analognih pretplatničkih linija,
- udaljeni učesnički blok (UUB), priključen na centralne blokove preko interfejsnog bloka (IUB),
- analogni prenosnički blok (APB),
- digitalni prenosnički blok (DPB), i
- blok specijalnih priključaka (SB) za obezbeđivanje specijalnih funkcija koje se ugrađuju u sistem po želji naručioca (kućne centrale i drugo).



Slika 1. Organizacija sistema DKTS 20: označene su veze blokova govornim i signalizacionim putevima.

Ovakva organizacija upravljanja podrazumeva međuprocorsku komunikaciju. Na slici 1 su isprekidanim linijama označeni putevi upravljačkih poruka koje međusobno razmenjuju blokova sistema. Putevi govornih signala su označeni punim linijama. Svi analogni signali sa priključaka periferijskih blokova konvertuju se u digitalni oblik postupkom impulsno kodne modulacije (PCM), tako da pune linije označavaju puteve PCM multipleksnih 32-kanalnih signala. Procesori svih blokova su priključeni na distributivni blok za komutaciju međuprocorskih poruka obrazujući tako specifičnu procesorsku mrežu u kojoj se razmenjuju upravljačke poruke. Protokol koji se koristi za komunikaciju između procesora sastoji se iz tri nivoa: standardnog HDLC nivoa za prenos podataka, signalizacionog nivoa za uspostavljanje i raskidanje puteva kroz distributivni blok i nivoa upravljačkih podataka koji proizilaze iz rada sistema.

Softver sistema je organizovan u malim, nezavisnim modulima sa jednostavnom procedurom međusobnog komuniciranja. Funkcije su tako grupisane da se koristi sve prednosti takozvanih virtualnih mašina. Na ovaj način promene hardvera nemaju nužno za posledicu promene u softveru.

3.2. Testiranje i kontrola u procesu proizvodnje

U procesu proizvodnje vrši se *in-circuit* testiranje na HP 3065 sistemu za testiranje ploča. Pri ovom testiranju analiziraju se karakteristike elektronskih komponenta ugrađenih na ploče sistema. Pored ovoga, u fazi razvoja je testiranje ispravnosti komponenta ploče u potpunom okruženju ostalih komponenti na samoj ploči, ali bez funkcionalnih testova hardvera i softvera. Ukupna efikasnost prethodno

navedenih testova ne prelazi 70% jer prilikom analize rada komponenti nisu uzete u obzir realni uslovi rada pod punim opterećenjem. Takođe, testiranje se ne vrši u uslovima softversko-hardverske integracije i interakcije u realnom vremenu, zato što softverska komponenta nije u domenu parcijalnih hardverskih testova.

U postojećem testnom sistemu postoji još i finalno testiranje sklopljenih centrala. Analiziraju se kompletne funkcije centrale. U simulaciji pretplatničkog saobraćaja koriste se simulatori poziva, čime se kontroliše rad u realnim uslovima pretplatničkog opterećenja. Nakon završetka ove faze centrale se isporučuje i montira na budućem objektu. Sistem ispitivan na ovaj način će sa velikom pouzdanošću zadovoljiti standarde normalnog režima rada.

Međutim, ovako koncipiran sistem za testiranje ne može zadovoljiti zahteve serijske proizvodnje. U uslovima godišnje proizvodnje manjeg broja centrala za finalno ispitivanje cele centrale moguće je odvojiti mnogo više vremena, raspoloživih ljudi i resursa, što je neophodno s obzirom na sužene mogućnosti dijagnostike i lokalizacije mogućih neispravnosti ovako složenog sistema. Ali, pri zahtevanoj godišnjoj proizvodnji od 50 000 priključaka, isvesna doza nagađanja u lokalizaciji izvora neispravnosti i zavisnost ispitivanja jednog dela centrale od ispravnosti svih ostalih blokova proizvodi ozbiljne teškoće i dovodi do pojave uskih grla u kontinuiranim isporukama većeg broja centrala.

U masovnoj proizvodnji centrala velike probleme proizvodi neuniformnost obeležavanja velikog broja elektronskih komponenti i ostalih delova, kao što su kablovi, ploče, blokovi centrale i drugi, sa svim pratećim informacijama sa njima vezanim. Jednoznačno označavanje komponenta predstavlja preduslov za analizu statističkih podataka, koja ima za cilj da ukaže na sistemske slabe tačke u proizvodnim ciklusu.

4. USLOVI TESTIRANJA

Projektovani sistem za testiranje telefonske centrale, pored opštih, mora da zadovolji i određene specifične uslove koji su nametnuti prirodom komutacionog sistema. Opšti uslovi se odnose na prilagođenost testnog sistema postojećoj organizaciji procesa proizvodnje. Naravno, moguće su i izvesne manje modifikacije date organizacije, u cilju povećanja efikasnosti same proizvodnje. Kako su za određene faze testiranja neophodni veoma kompleksni i skupi uređaji, potrebno je formirati testna mesta koja će maksimalno iskoristiti mogućnosti navedenih uređaja. To podrazumeva i uključivanje mogućnosti korišćenja testnih mesta i u druge svrhe; potrebno je omogućiti laku prekonfiguraciju pojedinih testnih mesta, kao i obezbediti sve potrebne interfejsne ka drugim sistemima. Testna mesta moraju biti organizovana tako da imaju približno istu propusnu moć kao proizvodni proces. To znači da se proces testiranja mora kompletno „utopiti“ u proizvodni proces. Ukoliko u ovom pogledu postojeći proizvodni proces ne poseduje dobro izbalansirane faze, sistem za testiranje može uticati i na njegovu promenu.

Specifični zahtevi postavljeni sistemu za testiranja odnose se na pojedine faze testiranja. Tako, na primer, testiranje gotovih funkcionalnih celina centrale koje mogu samostalno funkcionisati, kao i kompletnih sistema DKTS 20, treba da dokaže sposobnost ispitivanih delova da rade u

realnim uslovima i pod maksimalnim opterećenjem. To znači da je neke delove telefonske centrale potrebno testirati u realnom vremenu. Takođe, za pojedine faze testiranja potrebno je obezbediti simulatore realnog okruženja.

Kvalitet ispitivanja zavisan je od dužine ispitivanja. Kako je, iz ranije navedenih razloga, vreme pojedinih faza testiranja određeno zahtevima proizvodnog procesa, potrebno je napraviti određeni kompromis između dužine samog testiranja i njegovog kvaliteta sa ciljem da se ne smanji propusna moć celokupnog sistema.

5. PREDLOŽENO REŠENJE

Definicija problema i prioriteta naručioca sistema za testiranje nametnuli su redosled realizacije delova integrisanog testnog sistema. U uslovima kada postojeći oblici testiranja (prvenstveno *in-circuit* testiranje) daju dobru ocenu komponenti (ploča, modula) koje zajedno u sistemu ne rade dobro, primarni cilj je ispitati funkcionalne celine - blokove sistema DKTS 20: prolazak na ovim testovima daje najveću verovatnoću ispravnog rada cele centrale. Zbog toga se prvo uvode nove faze testiranja - nova testna mesta za ispitivanje blokova, njihove funkcionalnosti i karakteristika. Nakon toga sledi modifikacija postojećih testnih mesta da bi se mogla uključiti u integrisani sistem za testiranje, kao i formiranje još nekih novih testnih mesta.

Na ovaj način se u procesu integracije kreće „od repa ka glavi“: to je prvenstveno posledica kratkih vremenskih rokova, u kojim je potrebno realizovati ono što neposredno utiče na izlazne rezultate. Predložene nove faze testiranja, pored toga, daju dobru predstavu o kvalitetu svih prethodnih, postojećih faza (iako još nije izvršena njihova integracija).

Da bi se proces ispitivanja, provere ispravnosti, odnosno detaljnog dijagnosticiranja eventualnih neispravnosti u radu, DKTS 20 telefonske centrale testiranja, kao i obrade prikupljenih informacija, što efikasnije odvijao, uvedeni su računari, povezani u mrežu, kao osnova sistema. Radi univerzalnosti, raspoloživosti i lake prenosivosti, odabrani su standardni PC kompatibilni računari sa odgovarajućom adapterskom opremom i uređajima za realizaciju specijalnih operacija testiranja. (Ovi uređaji su, takođe, preko adaptera povezani sa računarnima.) Da bi se okruženje za testiranje kompletiralo, razvijena je DKTS TEST! for Windows aplikacija. Sistem unificiranog označavanja i statističke analize, za koji je planirano da se integriše u navedenu aplikaciju, trebalo bi da bude osnov za optimizaciju raspolaganjima resursima u proizvodnji i da, zajedno sa podacima dobijenim prilikom testiranja, bude inkorporiran u jedinstvenu bazu podataka vezanu za celokupan proces proizvodnje.

6. TESTNO OKRUŽENJE

U ovom radu biće detaljnije predstavljena samo proširenja u odnosu na postojeći sistem testiranja i kontrole kvaliteta, dok će metode modifikacije i uključivanja i ostalih faza testiranja u jedinstveni integrisani sistem biti opisane u radovima koji slede.

6.1. Nove faze testiranja

Da bi se mogle realizovati navedene nove faze ispitivanja, blokovi DKTS 20 sistema se posmatraju kao autonomne hardversko-sofverske celine. To je omogućeno distribuiranim organizacijom telefonske centrale, što znači da

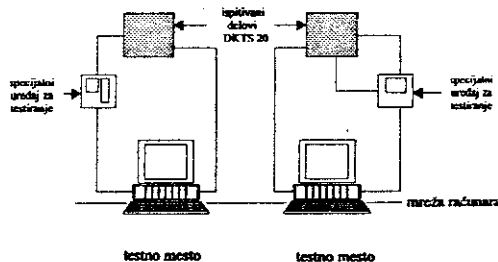
svaki blok funkcioniše samostalno sve dok mu nisu potrebne usluge nekog drugog bloka kome se obraća korišćenjem signalizacionog puta. Simulacijom ostatka DKTS 20 sistema, spajanjem računara sa priključkom ispitivanog bloka za međuprocorsku komunikaciju, bloku se mogu izdavati instrukcije kojima se vrši ispitivanje njegovih elemenata. Kako se i inicijalizacija blokova vrši tim istim signalizacionim putevima, potrebno je da priključeni računar pošalje testiranom bloku ili standardan softver za rad centrale, ili odgovarajući testni softver (mašinski kod za mikroprocesor MC6809 firme Motorola).

Ovakvom kontrolom ispitivanih blokova (potpunom!), dopušten je izbor detaljnosti testiranja: punjenjem memorije bloka standardnim softverom centrale moguće je izvršiti samo funkcionalno testiranje blokova za operacije koje bi se izvršavale u realnim okruženju; kombinacijom softvera u PC računaru i specijalizovanih rutina u prenesenih u memoriju bloka, moguće je izvršiti vrlo precizno dijagnosticiranje eventualnih neispravnosti (do nivoa komponente na ploči). U praksi je najdelotvornije hibridno testiranje: vrši se samo funkcionalno testiranje, sve dok se ne otkriju neispravnosti, kada se vrši i dodatno testiranje sa ciljem dijagnosticiranja. Priključivanjem specijalnih uređaja, kontrolisanih računarnom, na priključke za govorne puteve moguće je detaljno ispitati njihove karakteristike.

Ovako organizovano finalno testiranje omogućava jednostavno uključivanje u proces proizvodnje, ispitivanje i u graničnim uslovima rada, kao i ispitivanja delova centrale na mestima na kojima su montirane.

6.2. Podela po testnim mestima u procesu proizvodnje

Da bi se optimizovalo vreme zadržavanja na testnim mestima, odnosno izvršila paralelizacija testiranja, kao i da bi se što je moguće optimalnije iskoristili skupi uređaji za analizu PCM govornih puteva, izvršena je podela po testnim mestima za finalno testiranje. Takođe, vodilo se računa i o prenosivost testnih mesta (mogućnost ispitivanja na terenu).



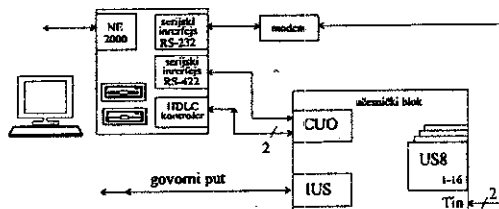
Slika 2. Testna mesta za finalno ispitivanje blokova.

Za potrebe ove faze testiranja, definisana su dva testna mesta: za funkcionalno testiranje i za testiranje karakteristika govornih kanala. Integracija procesa testiranja zahteva povezanost računara u mrežu (slika 2).

6.2.1. Funkcionalno testiranje

Funkcionalno testiranje blokova odvija se u dve faze. Prva faza obuhvata blok kao jedinstvenu celinu i posmatra se njegovo ponašanje pri komunikaciji sa okolinom u realnim uslovima rada, kada je blok napunjen standardnim softverom centrale. U ovoj fazi vrši se samo ispitivanje na funkcio-

nalnom nivou. PC računar simulira presek između ostatka sistema DKTS 20 i testiranog bloka (simulacijom ostatka centrale). Processorska ploča testiranog bloka povezana je sa računarnom preko serijskog interfejsa RS-422/HDLC (signalizacioni put), što je učinjeno i sa administrativnim priključkom bloka. Za potrebe testiranja učesničkog bloka, za vezu sa priključcima za pretplatničke linije, koristi se eksterni modem, što je prikazano na slici 3.

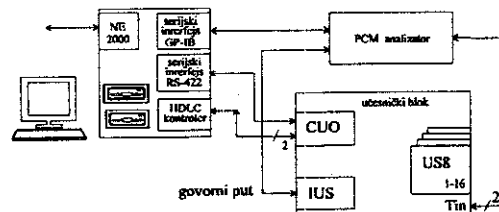


Slika 3. Testno mesto za funkcionalno testiranje (kao primer, na slici je dato ispitivanje UB).

Druga faza testiranja obuhvata testiranje pojedinačnih ploča unutar blokova. Koristila bi se hardverska konfiguracija kao i u prvoj fazi, dok bi se u ovom slučaju blok napunio određenim asemblerskim rutinama za detaljno ispitivanje pojedinačnih komponenti. Ova faza omogućava detaljniju dijagnostiku, preciznu lokalizaciju grešaka i pruža statističke podatke potrebne za poboljšanje kvaliteta centrale.

6.2.2. Testiranje govornih puteva i njihovog kvaliteta

Osnovu za testiranje govornih puteva i određivanje njihovog kvaliteta predstavlja uređaj PCM Channel Analyzer MS371A japanske firme Anritsu. Ova ispitivanja se vrše nakon ispitivanja funkcionalnosti bloka. Okruženje za testiranje govornih puteva i njihovog kvaliteta čine jedan PC računar, PCM analizator i sam blok koji se testira. PC računar je povezan sa PCM analizatorom preko GP-IB adapterske kartice, a sa processorskom pločom testiranog bloka centrale serijskom HDLC vezom. PCM analizator je povezan sa priključkom govornog puta i priključcima pretplatničkih linija ispitivanog bloka.



Slika 4. Testno mesto za testiranje govornih puteva i njihovog kvaliteta (za primer je uzet UB).

Pod testiranjem kvaliteta govornih puteva podrazumevaju se sva merenja niskofrekventnih karakteristika koja su predviđena standardima, a definisana atestnim zahtevima (uneseno slabljenje, promena pojačanja u funkciji frekvencije ili naponskog nivoa, kvantizacioni šum, šum praznog kanala, preslušavanje, grupno kašnjenje i drugo). Merenja mogu biti A-A, A-D, D-A i D-D; na celom ili na polu-kanalu (na

predajnoj i na prijemnoj strani), kao i merenja na digitalnoj prenosnoj liniji.

7. ZAKLJUČAK

Integrirani sistem za testiranje i kontrolu kvaliteta neophodan je u uslovima serijske proizvodnje telefonskih centrala DKTS 20. Realizovani projekat testnog okruženja zadovoljava u potpunosti potrebe testiranja gotovih blokova sistema u proizvodnom procesu i u uslovima montaže, na terenu. Oformljena su nova testna mesta, a postoji i mogućnost uključivanja svih postojećih testnih mesta u jedinstven sistem sa zajedničkom bazom podataka o proizvedenim delovima centrale i nabavljenim komponentama, kao i aparatom za njihovo ažuriranje.

Sledeću fazu razvoja predstavlja razrada konkretnih problema, koji su prethodno koncipirani. Realizacija aparata za statističku obradu i analizu podataka, prikupljenih u svim fazama testiranja, predstavlja prvi sledeći zadatak. Novotvoreni problemi postoje i u domenu formiranja jedinstvenog sistema za obradu podataka, ne samo u procesu testiranja, već i uz uključivanje svih ostalih sistema u procesu proizvodnje telefonskih centrala DKTS 20.

REFERENCE

- [1] „Centralni upravljački organ CUO-07,” Tehnički opis, Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1993.
- [2] „Digitalna telefonska centrala DKTS,” Centar za obuku Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1993.
- [3] „DS-201 - Instruction Manuel Dual Channel Asynchronous RS-422 Serial Interface,” Qua Tech, Akron, Ohio, U.S.A., 1990.
- [4] „IUS-18,” Tehnički opis, Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1994.
- [5] Miletić, D., *Metodologija merenja transmisionih karakteristika digitalnog komutacionog sistema*, Dokumentacija odeljenja proizvodnog inženjeringa Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1994.
- [6] „Operation Manual - PCM Channel Analyzer MS371A/MS371A1,” Anritsu Corporation, Japan, 1994.
- [7] „Štampana ploča MFC-33,” Tehnički opis, Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1994.
- [8] „US-8,” Tehnički opis, Ei PUPIN DKTS, Beograd, Srbija, Jugoslavija, 1994.

Abstract - This paper presents basic concepts of an integrated system for testing, quality controlling, and data processing in the DKTS 20 telephone exchange production system. Automatization and optimization of the testing process, as well as realization of the new testing points for final testing of the produced telephone exchanges, were the main goals of this project. Realization of the special testing environment for the completed telephone exchange blocks, made of common computers and adapting auxiliaries, was subject of special considerations.

INTEGRATED TESTING SYSTEM OF THE DKTS 20 TELEPHONE EXCHANGE: BASIC CONCEPTS

Slobodan Zlatković, Dušan Rakić, Slađana Vučić,
Milan Matijević, Dejan Deletić, Radoslav Ivanović,
Milena Vulović, Nenad Bogdanović