

# NOVA NASTAVNA LABORATORIJA ZA PROJEKTOVANJE KOMPONENATA, KOLA I SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA NA ELEKTRONSKOM FAKULTETU U NIŠU

Predrag Petković, Marko Dimitrijević, Miljana Sokolović, *Elektronski fakultet u Nišu*

**Sadržaj** – Ovaj rad predstavlja opis organizacije nastavne laboratorije u kojoj se drži nastava iz kurseva «Projektovanje elektronskih kola» i «Projektovanje integrisanih kola» na Elektronskom fakultetu u Nišu. Opisana je osnovna struktura kurseva, hardverski i softverski resursi, sa posebnim akcentom na usvojenom konceptu nastave.

## 1. UVOD

U poslednje vreme svedoci smo da se na tržištu rada sve više traže sistemski inženjeri elektrotehnike. Pri tome od njih se očekuje da urade dve kategorije zadataka. Prva se odnosi na održavanje postojećih sistema i učešće u donošenju odluka o ažuriranju starih ili nabavci novih sistema. Druga vrsta zadataka daleko je atraktivnija jer se od inženjera traži kreativnost i sposobnost da od raspoloživih komponenata i uređaja konstruišu novi sistem.

Ovakav trend nije posledica isključivo tranzicione krize na ovim geografsko-političkim prostorima koja je dovela do zatvaranja mnogih fabrika koje su zapošljavale stručnjake ovog profila. Do sličnih pojava dolazi na globalnom svetskom tržištu. Naime, mala margina profita u proizvodnji integrisanih kola, dovela je do fuzije proizvođača, čime je broj centara za proizvodnju smanjen, na račun značajnog povećanja obima proizvodnje.

Zato se često postavlja pitanje da li treba edukovati stručnjake koji će biti svesni pojava unutar komponenata? Ako je odgovor negativan, onda treba definisati pojam komponente. Do pre par decenija taj pojam bio je isključivo vezan za diskretne komponente. Danas se pod komponentom podrazumeva i mikrokontroler, DSP i mikroprocesor a sutra? Da li će to biti PC, televizijski prijemnik, medicinski skener? Da li to znači da će se od inženjera tražiti samo da zna da poveže žice između dve komponente i da time razvoj elektronike dovede do samouništenja struke? Ako je tako, pitanje je ko će nastaviti razvoj.

Dakle, do samouništenja može doći samo ako to sami inženjeri dozvole. Srećom, možemo da se nadamo da do toga neće doći jer, za razliku od uobičajenog mišljenja da reč inženjer potiče od engleske reči *engine* (mašina), reč inženjer predstavlja prevod francuske reči *ingénieur* u čijem je korenu pojam ingenioznost [1]. Malo je verovatno da će ingeniozni ljudi dozvoliti samouništenje struke.

Da bi se razvoj neke oblasti nastavio, važno je da se ne izgubi osnovno znanje, *know-how*. Njegovim gubitkom gubi se konkurentnost na tržištu, a zavisnost isključivo od strane pameti vodi ka podređenom položaju u svetskoj podeli rada. Naravno, može da se očekuje da će broj centara za edukaciju sistem inženjera da raste na račun redukovano broja centara za obuku inženjera koji znaju šta se u pojedinim komponentama dešava.

U svetskim razmerama to se već dešava. Kao posledica takve politike na tržištu se smanjio broj inženjera sa dobrim

fundamentalnim znanjima. Zato su oni koji se razumeju u kola (naročito analogna) danas znatno bolje plaćeni, ali je broj takvih radnih mesta relativno mali.

U pokušaju da procenimo naše mesto u globalnom svetu, polazimo od činjenice da na našim univerzitetima postoji kadar koji ima znanja, iskustva i želju da taj «kapital» sačuvaju ostavljajući ga u amanet generacijama koje dolaze. Dešavanja iz protekle dve decenije osakatila su ovo društvo koje nije marilo za štetu koja mu se nanosi sistematskim odlivom znanja. Gubitkom prirodne zamene generacija došli smo u apsurdnu situaciju da je generacijski jaz između onih koji znaju i onih koji treba da uče, produbljen i zakrčen neznanjem i diletantnošću moćnih nesposobnjaka. Nesposobnih da obogate sopstvene umove, a moćnih da, snižavanjem pragova morala i znanja, ubiju aspiracije dolazeće generacije da nauči više i ceni naučeno. Ovaj apsurd može da se vrati u razumne granice jedino pružanjem šanse onima koji su voljni i željni da je iskoriste.

Sa tom idejom na Elektronskom fakultetu u Nišu podržani su u novom nastavnom planu kursevi koji će osposobiti studente kako da razumeju pojave unutar integrisanih kola, tako i da takva kola projektuju.

Ovo opredeljenje podržava *World University Service-Austria, Austrian Cooperation*, (WUS Austria, Belgrade Office) finansirajući odgovarajuće kurseve kroz projekat CDP+ 034/2004.

Kroz finansijsku podršku obezbeđeni su hardverski i softverski resursi za modifikaciju kursa Projektovanje integrisanih kola.

Koncept kurseva Projektovanje elektronskih kola i Projektovanje integrisanih kola čija će se nastava odvijati u nastavnoj laboratoriji opremljenoj kroz opisani projekat, sa akcentom na opis znanja i metodologiju njihovog prenošenja dat je u narednom poglavlju. U trećem poglavlju opisana je hardverska i softverska baza preko koje će se realizovati praktični deo nastave. Četvrto poglavlje posvećeno je opisu praktičnog rada studenata. Rezultati ovakvog pristupa, ocenjeni od strane studenata, sumirani su u petom poglavlju.

## 2. KONCEPT NASTAVE IZ KURSEVA KOJI SE ODOSE NA PROJEKTOVANJE ELEKTRONSKIH KOLA

U okviru nastavne laboratorije za projektovanje mikroelektronskih komponenata, integrisanih kola i sistema automatskog upravljanja, opremljene sredstvima projekta CDP+ 034/2004 odvija se nastava iz više kurseva za čije izvođenje su zadužene Katedra za elektroniku, Katedra za mikroelektroniku i Katedra za automatiku Elektronskog fakulteta u Nišu. Zajednička nit koja povezuje sve kurseve jeste opredeljenost ka projektovanju i to u tri nivoa apstrakcije:

- projektovanje na nivou komponenta
- projektovanje integrisanih kola

- projektovanje sistema automatskog upravljanja.

U okviru svih kurseva predviđena je klasična nastava, vežbe na tabli i laboratorijske vežbe. Iz pojedinih kurseva predviđeno je da studenti stečena znanja verifikuju kroz realizaciju manjih projekata.

S obzirom na široki dijapazon nastavnih oblasti koje se odvijaju u ovoj laboratoriji, celokupni koncept biće prikazan na primeru središnjih kurseva (po nivou apstrakcije) odnosno na dva kursa «Projektovanje elektronskih kola» (PEK) i «Projektovanje integrisanih kola» (PIK).

Predviđeni broj časova nastave u toku nedelje, iskazan po formuli: nastava + računске vežbe + laboratorijske vežbe za kurs PEK iznosi 2 + 2 + 1. Drugi kurs orijentisan je više ka praktičnom radu, tako da se on odvija sa 2 + 1 + 2 časa nedeljno.

Predviđeno je da u okviru ovih kurseva studenti steknu sledeća znanja.

U uvodnom delu potrebno je da nauče osnovne pojmove vezane za projektovanje elektronskih kola, kao i da upoznaju prednosti i nedostatke različitih stilova projektovanja. Kroz kratko podsećanje na proces izrade CMOS integrisanih kola prelazi se na osnovne termine i probleme vezane za fizičko projektovanje. Generalnu električnu strukturu statičkih CMOS kola, koju studenti uče u prethodnim kursovima, treba staviti u kontekst sa fizičkim dimenzijama. Akcenat se stavlja na uticaj fizičkih parametara tranzistora na električne karakteristike kola. U ovoj fazi očekuje se da studenti mogu da prepoznaju tranzistor kao komponentu integrisanog kola u osnovnim logičkim ćelijama. U tom cilju primenjuje se simboličko projektovanje primenom stik dijagrama (*stick diagram*). Praktični deo studenti će realizovati primenom *CellEdit* [2] alata koji na jednostavan način demistifikuje problem prelaska sa električne šeme na lejaout. Posle uspostavljanja veze između fizičkog i električnog opisa kola, studenti su spremni da primenom alata za analizu kola izvrše karakterizaciju svake od logičkih ćelija koju su projektovali. U tu svrhu koriste program *Spice*. Da bi znali da ga primenjuju, važno je da steknu i povežu znanja iz simulacije i modelovanja elektronskih kola. Na ovom nivou, veoma je važno da uoče vezu, kako između fizičkih i električnih parametara kola, tako i između elemenata matrice sistema jednačina koja opisuje ponašanje kola i parametara modela. Na kraju ovog dela projektovanja, studenti su u stanju kreirati biblioteku sopstvenih logičkih ćelija. Naravno, radi se o osnovnim logičkim operatorima. Teoretska nastava ilustrovana je na primerima koji su dovoljno jednostavni da privuku pažnju, a na kojima se, istovremeno, može primeniti što više tehnoloških detalja. Predviđeno je da studenti verifikuju znanja iz ove oblasti na samostalno urađenom projektu jednog logičkog operatora. Na taj način, po završetku prvog kursa, dobija se biblioteka osnovnih logičkih ćelija koja će se koristiti za projektovanje digitalnih kola u okviru drugog kursa.

Drugi blok nophodnih znanja odnosi se na projektovanje zasnovano na primeni predprojektovanih struktura. Polazeći od rezultata dobijenih nakon prethodnog kursa, za ilustraciju teoretskih znanja i treniranje praktičnih veština, u kursu PIK, koristi se metod standardnih ćelija.

U tom cilju potrebno je da studenti znanja iz VHDL jezika prošire sa stanovišta njegove primene za automatsku sintezu elektronskih kola. U tu svrhu koriste se odgovarajući alati iz paketa ADK (*ASIC Design Kit*) koje nudi Mentor

Graphics [3]. O njima će više reči biti u narednom odeljku. U ovom trenutku treba reći da se celokupni proces projektovanja zasnovan na metodu standardnih ćelija odvija automatski.

Prilikom ovih aktivnosti studenti se sreću sa izazovima vezanim za vremenske parametre pojedinih logičkih ćelija. Prilikom prelaska sa funkcionalnog na strukturni opis treba insistirati na značaju verifikacije posle sinteze. Zapravo, ni jedan novi korak u projektovanju ne sme da se uvede bez verifikacije rešenja dobijenih iz prethodnog koraka. S obzirom na visoki stepen automatizovanosti koji nudi ADK, važno je na predavanjima predočiti značaj svakog koraka tokom projektovanja. Za ilustraciju pojedinih koraka koristi se primer koji je obrađen u [4].

U okviru ovih kurseva neophodno je da se obrade i povežu znanja vezana za tehnologiju proizvodnje integrisanih kola, modelovanja komponentata, analize nelinearnih reaktivnih kola, simulacije digitalnih kola, strukturnog projektovanja i fizičkog projektovanja. Mnoge od ovih oblasti apstraktne su same po sebi, zato je neophodno da se prikažu na što atraktivniji i jednostavniji način. U tom cilju koriste se savremena sredstva za prezentaciju, računar i video projektor. Istovremeno, studentima su na raspolaganju udžbenik [5], skripta [4] i praktikum laboratorijskih vežbanja [6], kao i slajdovi sa predavanja u pdf formatu na IP adresi <http://www.leda.elfak.ni.ac.yu>.

### 3. HARDVERSKI I SOFTVERSKI RESURSI

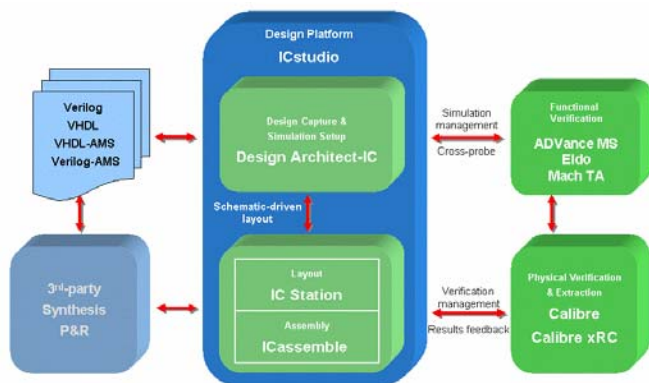
Zahvaljujući finansijskoj podršci u okviru CDP+ projekta, nabavljena je laboratorijska oprema i kupljeno je pravo za korišćenje softvera za projektovanje. Laboratorija je realizovana tako da studentima stoje na raspolaganju 10 PC računara (Intel P4, 3.2GHz, 400MHzFSB, 80GB HDD, 512MB RAM, DVD, nVidia MX 4000 Video, 19" Samsung SyncMaster Monitor, Keyboard, Mouse) koji su povezani u lokalnu mrežu zajedno sa lokalnim serverom, takođe personalni računar sa nešto boljim performansama (2x80GB HDD, 1.5GB RAM). Za organizaciju lokalne mreže nabavljen je i Hawlet-Packard 24-port(24x10/100Mbbs) Switch. Lokalna mreža vezana je za radnu stanicu Sun Blade 150, 1x660 MHz UltraSPARC-III koja se nalazi u Laboratoriji LEDA Elektronskog fakulteta u Nišu. Pored toga, za nastavu su obezbeđeni video projektor, platno i osciloskop. Ukupno investiranje u opremu, s obzirom da je radna stanica ranije nabavljena iz sredstava Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj (sada Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine) Republike Srbije, bilo je u granici do odobrenih 14,848.00 €.

Na radnoj stanici Sun Ultra 10 instaliran je ADK u kome su inkorporirani alati iz dva paketa namenjenih projektovanju integrisanih kola koje Mentor Graphics nudi univerzitetima u okviru HEP programa [7]. To su *IC Nanometer Design* i *Design, Verification & Test*.

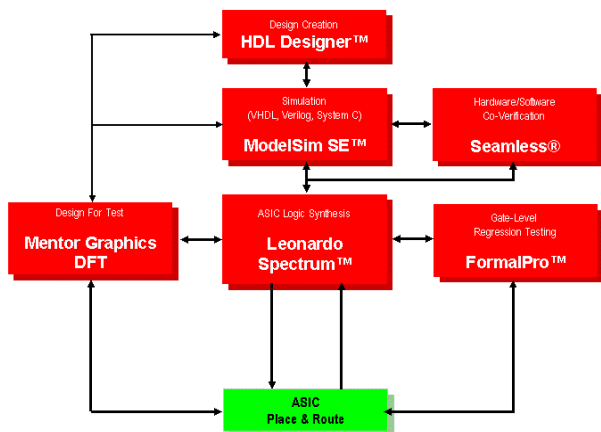
Na slici 1 prikazana je veza između pojedinih alata iz paketa *IC Nanometer Design*, dok slika 2 pokazuje sadržaj paketa *Design, Verification & Test* i njegovu primenu u okviru toka projektovanja integrisanih kola specifične namene.

Za opis projekta pomoću nekog od jezika za opis hardvera koristi se *HDL Designer*, mada može bilo koji drugi alat (Aldec VHDL i sl.). Opisani projekat verifikuje se u simulatoru *Model Sim SE* koji prihvata opis u VHDL, Verilog

ili System C formatu. Nakon uspešne verifikacije potrebno je izvršiti sintezu. U tu svrhu koristi se *Leonardo Spectrum* iz paketa *Design, Verification & Test*. Ukoliko simulacija posle sinteze daje zadovoljavajuće rezultate, net lista sintetizovane logičke šeme prosleđuje se do *Design Architect* programa kojim se pripremaju podaci za generisanje lejauta u programu *IC Station*. Ovim programom definišu se osnovni parametri projekta na fizičkom nivou, a na osnovu njih obavlja se raspored i povezivanje ćelija. Uspešnost ovih aktivnosti proverava se ekstrakcijom električne šeme iz lejauta. Naravno, tek u ovoj fazi realizacije projekta poznate su dužine svih veza, a time i kašnjenja na njima. Zato je neophodno proveriti električnu šemu (LVS, *Layout versus Schematic*) kao i fizička pravila projektovanja (DRC *Design Rule Check*). Projekat se smatra završenim kada se informacije o lejautu pripreme u CIF ili GDSII formatu.



Sl.1. Sadržaj paketa IC Nanometer Design



Sl.2. Dijagram toka projektovanja ASIC kola pomoću paketa Design, Verification & Test

#### 4. PRAKTIČNI RAD STUDENATA

Tokom realizacije kurseva i studenti i nastavnici suočavaju se sa jednim osnovnim problemom. Kako izvršiti primopredaju svih znanja i veština u okvirima koji su specificirani nastavnim planom? Ovo je moguće jedino kada se sva teorijska znanja odmah demonstriraju na praktičnim primerima, a onda u što kraćem roku primene na individualnim projektima.

Zato presudni značaj na realizaciju kurseva imaju video prezentacija, tokom predavanja, mogućnost direktnog praćenja demonstracionih primera na računarima i mogućnost da svaki student samostalno uradi projekat. To nije moguće bez hardverske i softverske infrastrukture koja je opisana u prethodnom odeljku.

Imajući u vidu da su kursevi okrenuti ka praktičnim realizacijama, važno je da nivo znanja izbalansirano i postepeno raste. Predviđeno je da posle svake odslušane celine, studenti urade laboratorijsku vežbu, a onda, da se kroz kolokvijum koji se odvija u laboratoriji, proveri i oceni nivo znanja i veština. Ocene dobijene na ovim proverama znanja utiču na konačnu ocenu, a studenti znaju da se dobijanjem pozitivne ocene kvalifikuju za izradu završnog projekta. Na kraju kurseva studenti javno, pred kolegama i nastavnikom obrazlažu sopstvene ideje i rešenja. Pre toga, podnose kratak pisani izveštaj u kome opisuju problem koji su rešavali, daju pregled postojećih rešenja i obrazlažu odabrano rešenje. Cilj ovih kratkih izveštaja jeste da osposobi inženjere da sumiraju rezultat rada na jasan, racionalan i razumljiv način, vežbajući veštinu pisanja izveštaja.

Usmena odbrana projekta ima za cilj da razvije i ojača elokventnu sposobnost studenata. S obzirom da se preporučuje primena video prezentacije tokom odbrane, istovremeno se razvija i veština odbrane sopstvenih ideja na ubedljiv i atraktivan način.

Konačnu ocenu student dobija procenom njegovog angažovanja tokom godine (redovno pohađanje nastave, ocena sa laboratorijskih vežbi, ocene sa kolokvijuma) i na osnovu odbranjenog projekta. Pri tome, ocena projekta formira se iz tri dela: ocene rešenja, ocene izveštaja i ocene usmene prezentacije rešenja.

Do sada je izrada projekata više puta pominjana. Početna dilema bila je da li da svi rade na jednom projektu ili da svako dobije individualni zadatak. Optimalno rešenje nađeno je u izradi zajedničkog projekta u kome svako dobija individualni zadatak - da realizuje jedan jednostavniji logički blok. Time se studenti, istovremeno, uvode u timski rad.

Osim dileme vezane za predmet projekta važno je proceniti opterećenje studenat imajući u vidu da oni istovremeno slušaju još, najmanje četiri kursa. Nije racionalno postaviti zadatke toliko teške da zahtevaju od prosečnog studenta da njihovom rešavanju posvete i vreme koje je neophodno za savladavanje ostalih kurseva. U tom slučaju desiće se ili da zapostave neki drugi predmet ili da zapostave ove kurseve. I jedno i drugo podjednako je loše rešenje jer stvara osećaj krivice i od studenata pravi potencionalne 'gubitnike'. Ukoliko zapostave ove kurseve, celokupni trud nastavnika pada u vodu, jer je osnovni cilj da studenti dolaze spremni na čas i da redovno prate nastavu.

Zato se za procenu opterećenja studenta polazi od pretpostavke da u petodnevnoj radnoj nedelji studenti za pripremu svakog kursa moraju da odvoje jedan radni dan. Imajući u vidu da je u nastavi angažovano pet sati (2+2+1, odnosno 2+1+2), za ispunjenje radnog dana od najviše 10 sati, ostaje još pet sati nedeljno (ne računajući vikend). Praktično, očekuje se da u tom vremenskom okviru student pripremi lekciju koju treba da čuje, obnovi ranije naučene lekcije, uradi domaći rad, pripremi se za laboratorijsku vežbu i radi na projektu. Nije teško zaključiti da takav ritam predstavlja preveliko opterećenje prosečnom studentu. Time dolazimo u opasnost da ga izgubimo. Da bi se definisali problemi koji se mogu smestiti u postojeći vremenski okvir, dobra je praksa da se proceni potrebno vreme tako što se vreme neophodno saradniku da reši isti problem pomnoži sa dva. Naravno, radi se okvirnoj proceni.

Idealno bi bilo da opterećenje bude ravnomerno raspoređeno tokom celog semestra. Iako ovo može delovati

teško, jer projekat može da se radi tek kada se određena znanja steknu, dakle pri kraju semestra, rešenje postoji. Ono je sadržano u fleksibilnijem shvatanju rasporeda časova, tako da u prvim nedeljama nastava može da se izvodi dinamikom 5+0+0, da bi na kraju, kada se dođe do realizacije projekta, ona prerasla u 0+0+5.

## 5. OCENA RADA OD STRANE STUDENATA

Tokom nastave ohrabruje se partnerski odnos na relaciji nastavnik-saradnik-student. U tom smislu važno je da postoji stalna komunikacija medju njima. Osim redovnih sesija za vreme nastave, studenti mogu predloge da upute nastavniku u elektronskom obliku. Ova korespondencija ima za cilj da se dobije povratna informacija od studenata kako bi se procenili efekti nastave.

Dok se ne pronade drugačiji način za evaluaciju nastavnog procesa, studentima se nude dva tipa anketnih listića u kojima oni procenjuju nastavnika ali i sopstveni odnos prema nastavi. Jedan listić studenti popunjavaju tokom nastave. Njegov sadržaj prikazan je u Tabeli 1. U istoj tabeli dat je prosek ocena u rasponu od 1 do 5. Anketa je zamišljena kao anonimna, mada ima slučajeve da se studenti potpišu, a na poleđini napišu predloge.

Tabela 1

Molim Vas da primedbe i sugestije napišite na poleđini	Loše	Više loše nego dobro	srednje	više dobro nego loše	dobro	Prosečna ocena
Nastavnik spreman za čas						4.83
Predavanja su jasna						4.36
Predavanja su zanimljiva						3.92
Došao sam spreman na čas						2.20
Redovno učim prethodne lekcije						2.05

Tabela 2.

Parametar	ocena
Sadržaj koji se izučava	4.36
Odnos časova predavanja i praktičnog rada	4.27
Značaj kursa u budućoj profesiji	4.82
Metodologija izvođenja nastave	4.82
Pokrivenost kursa literaturom	4.27
Upotrebljivost propisane literature	4.45
Tehnička opremljenost hardverska	4.55
Tehnička opremljenost softverska	4.55
Kooperativnost nastavnika	4.73
Generalni utisak	4.45

Na kraju kursa studenti popunjavaju drugi listić u kome procenjuju celokupan sadržaj i organizaciju kursa. Pri tome ocenjuju sledeće parametre: organizaciju kursa sa aspekta sadržaja koji se izučava; odnos časova predavanja i praktičnog rada; značaj kursa u budućoj profesiji; metodologiju izvođenja nastave; pokrivenost kursa literaturom; upotrebljivost propisane literature; tehničku opremljenost posebno hardverski i softverski aspekt; kooperativnost nastavnika; težinu kursa i generalni utisak o

kursevima. Rezultat ankete dobijen prošle godine od strane 11 studenata sa smeru Elektronika dat je u Tabeli 2.

## 6. ZAKLJUČAK

Opisan je način organizovanja kurseva Projektovanje elektronskih kola i Projektovanje integrisanih kola na Elektronskom fakultetu u Nišu. Opisani su ciljevi i metodologija realizacije nastave kao i hardverski i softverski resursi koji se koriste za njenu realizaciju. Akcenat je stavljen na praktičan rad studenata kroz obogaćivanje njihovog teoretskog znanja, ali i razvoju veština koje se odnose na primenu pojedinih alata, pisanje izveštaja, obrazlaganje i prezentovanje usvojenih rešenja.

Studenti su u školskoj 2004/05 godini ocenili kurseve prosečnom ocenom 4,53. U ovoj školskoj godini kursevi su u toku, tako da će ocena biti dostupna po završetku semestra.

## LITERATURA

- [1] G. C. Orsak, S. L. Wood, et. al., *Engineering Our Digital Future*, Prentice Hall, 2003, ISBN: 0130354821.
- [2] M. Pastre, *CellEdit tutorial*, EPFL, Lausanne, <http://legwww.epfl.ch/CSL/CellEdit/CellEditPages/LayoutToolHome.html>, 2000.
- [3] *Designing ASICs with the ADK Design Kit and Mentor Graphics Tools*, Mentor Graphics, 2000, [http://www.mentor.com/company/higher\\_ed/asic/user/index.cfm](http://www.mentor.com/company/higher_ed/asic/user/index.cfm).
- [4] P. Petković, M. Sokolović, B. Anđelković, *Projektovanje integrisanih kola, VHDL simulacija i sinteza*, Elektronski fakultet Niš u saradnji sa WUS Austrian Cooperation, Niš 2005.
- [5] V. Litovski, *Projektovanje elektronskih kola: simulacija, optimizacija, testiranje, fizičko projektovanje*, DGIP "Nova Jugoslavija" – Vranje, 2000.
- [6] M. Damnjanović, et. al. *Praktikum laboratorijskih vežbanja iz projektovanja i testiranja elektronskih kola i sistema*, Elektronski fakultet Niš, 2000.
- [7] *Higher Education Program Product Brochure 2005-06*, [http://www.mentor.com/company/higher\\_ed/upload/Brochure\\_2006\\_2007.pdf](http://www.mentor.com/company/higher_ed/upload/Brochure_2006_2007.pdf), Mentor Graphics, 2006.

## ACKNOWLEDGEMENT

Lecturing Laboratory for Microelectronic Devices, Integrated Circuits and Control Systems Design is funded by *World University Service-Austria, Austrian Cooperation*, through project CDP+ 034/2004 within Course Development Program Plus.

**Abstract** – This paper presents experiences in lecturing of courses Electronic Circuits Design and Integrated Circuit Design at Faculty of Electronic Engineering, University of Niš. Structure of courses, methodology and used hardware and software infrastructure are described.

## NEW LABORATORY FOR MICROELECTRONIC DEVICES, INTEGRATED CIRCUITS AND CONTROL SYSTEM DESIGN AT FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING IN NIŠ

Predrag Petković, Marko Dimitrijević, Miljana Sokolović