

UNAPREĐENJE LABORATORIJSKIH VEŽBI IZ ELEKTRONIKE
KORIŠĆENJEM SAVREMENE MERNE OPREMEMirjana Damjanović¹, Dragomir Nikolić², Milan Bodić³, Marko Vasiljević Toskić⁴,
Miloš Arbanas⁵, Milica Kisić⁶, Kristina Nikolić⁷

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija

¹mirad@uns.ac.rs, ²nikolicd@uns.ac.rs, ³milanbodid@uns.ac.rs, ⁴markovt@uns.ac.rs, ⁵milos.arbanas@uns.ac.rs,
⁶mkisic@uns.ac.rs, ⁷kristinanikolic@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U cilju da se studenti što bolje upoznaju sa osnovnim konfiguracijama i konceptima u elektronskim kolima, nabavljena je nova merna oprema i pripremljene su nove laboratorijske vežbe iz predmeta Uvod u elektroniku i Digitalna elektronika. Da bi se studenti što više zainteresovali za rad uveden je nov način bodovanja: predispitne obaveze uključuju poene koji se odnose na prisustvo laboratorijskim vežbama, a dodatni poeni za pokazano znanje iz odgovarajuće oblasti. Znanje koje studenti steknu iz ovih predmeta predstavlja osnovu za sve stručne predmete iz oblasti elektronike i zato je veoma važno da studenti steknu osnovna znanja koja će im koristiti u daljem školovanju. U radu je prikazana analiza na koji način je uvođenje novih laboratorijskih vežbi uticalo na stečeno znanje studenata i prolaznost iz predmeta Uvod u elektroniku i Digitalna elektronika.

Ključne reči: Elektronika/laboratorijske vežbe/unapređenje nastave

IMPROVING THE QUALITY OF TEACHING ELECTRONICS BY USING
MODERN MEASURING EQUIPMENT

Abstract: In order to get the students acquainted with the basic configurations and concepts in electronic circuits, new measuring equipment was purchased and new laboratory exercises in the subject "Introduction to Electronics" and "Digital Electronics" were prepared. To get students more interested for the work, a new grading system was introduced: pre-requisites include points related to the presence of laboratory exercises, and additional points for demonstrated knowledge in the relevant field. The knowledge that students gain from these courses is the basis for all electronic subjects, and it is therefore very important that students acquire the basic knowledge that they will use in their further education. The paper presents an analysis of how the introduction of new laboratory exercises has influenced the students' acquired knowledge and passing the course "Introduction to Electronics" and "Digital Electronics".

Key Words: Electronics / laboratory exercises /improving the course

1. UVOD

Uvod u elektroniku je osnovni kurs za studente osnovnih akademskih studija (OAS) Energetika, elektronika i telekomunikacije i na OAS Mehatronika. Ovaj predmet, na drugoj godini studija, uveden je u nastavni program školske 2000/2001. godine. Predviđa da studenti steknu osnovna znanja o elektronskim komponentama i osnovnim pojačavačkim konfiguracijama, kao i o D/A i A/D konverziji. Zbog toga predstavlja osnovu za sve stručne predmete iz oblasti elektronike.

Studenti koji uspešno savladaju gradivo iz ovog predmeta biće u stanju da:

- analiziraju rad osnovnih električnih kola sa operacionim pojačavačima,
- analiziraju rad osnovnih električnih kola sa poluprovodničkim komponentama (diodama, bipolaranim tranzistorima, MOSFET-ovima)
- snime statičke karakteristike poluprovodničkih komponenti i
- urade računarske simulacije rada osnovnih elektronskih kola.

Za predmet Uvod u elektroniku pripremljeni su udžbenik „Uvod u elektroniku – teorija i zadaci“ [1] i zbirka zadataka pod nazivom „Uvod u elektroniku - zbirka zadataka“ [2]. U elektronskom formatu je za studente dostupan i Praktikum za laboratorijske vežbe iz Uvoda u elektroniku. Postavljen je na sajtu Katedre za elektroniku Fakulteta tehničkih nauka [3]. Studentima se preporučuje da koriste i dodatnu literaturu [4], [5]. Dakle, studenti imaju svu potrebnu literaturu kojom je pokriveno gradivo koje slušaju na predavanjima, auditornim vežbama i na laboratorijskim vežbama.

Drugi predmet iz oblasti elektronike koji slušaju studenti druge godine smjera Mehatronika u letnjem semestru je Digitalna elektronika. Uveden je u nastavni plan 2000/2001. godine. I za ovaj predmet je pripremljena odgovarajuća literatura [6], [7], [8].

2. LABORATORIJSKE VEŽBE IZ ELEKTRONIKE

VEŽBA BROJ 1: Polarizacija bipolarnog tranzistora
VEŽBA BROJ 2: Polarizacija mosfeta
VEŽBA BROJ 3: Pojačavač sa zajedničkim emiterom
VEŽBA BROJ 4: Snimanje karakteristika poluprovodničkih elemenata
VEŽBA BROJ 5: Kombinatorna mreža
VEŽBA BROJ 6: Digitalni sistem
VEŽBA BROJ 7: Sekvencijalna logička kola

Pre dolaska na laboratorijske vežbe studenti treba da ponove gradivo o elektronskom kolu koje će biti analizirano u okviru vežbe, da bi što efikasnije i sa većim razumevanjem pristupili izradi vežbe.

 $b,$

Figure 1 shows two electronic instruments. (a) is a Siglent SDG1032C function generator, displaying a square wave and a sine wave on its screen. (b) is a Siglent SPD3030C programmable DC power supply, showing voltage and current settings for two channels.

a)

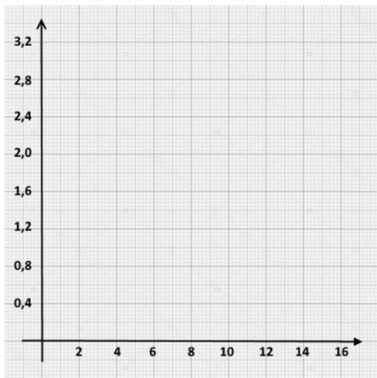
Da bi se studenti što više motivisali da sa razumevanjem urade vežbe od školske 2017/2018. godine uveden je novi način ocenjivanja laboratorijskih vežbi. Za prisustvo svakoj vežbi student dobija po 1 poen. Za ispravno urađenu vežbu (tj. za odgovore na kratka teorijska pitanja i za uspešno izmerene karakteristike kola), student može da dobije još maksimalno 1 poen. Na taj način, student koji je ponovio odgovarajuće gradivo, moći će da tačno odgovori na postavljena pitanja u ulaznom testu, a zatim, u toku izrade vežbe, moći će sa razumevanjem da analizira rad posmatranog kola i uradi zadatke (slika 3). Gradivo, koje je teorijski obrađeno u okviru predavanja i auditornih vežbi, biće još jednom ponovljeno.

Ime i prezime studenta, broj indeksa: _____ Grupa: _____

Zadatak 1. Popuniti tabelu na osnovu izabranih vrednosti za otpornike R_{B1} i R_{B2} , zatim izračunati vrednosti V_T i R_T koje predstavljaju napon Tevenenovog generatora i njegovu otpornost, redom. Na osnovu izračunatih podataka i dobijenih rezultata pomoću osciloskopa odrediti vrednosti struje baze, kolektora, i naponskog pojačanja tranzistora.

Tranzistor	R_{B1}	R_{B2}	R_C	V_T	R_T	I_B	V_{CE}	I_C	HFE

Zadatak 2. Nacrtati statičku radnu karakteristiku tranzistora



Zadatak 3. Na internetu pronaći datasheet tranzistora BC547A i uporediti dobijeno pojačanje sa kataloškim.

HFE _{mereno}	HFE _{kataloški}


 Katedra za elektroniku

Ime i prezime studenta, broj indeksa: _____ Grupa: _____

Na prikazanoj slici označiti priključke i naznačiti tip tranzistora:



Ukoliko tranzistor radi u aktivnom režimu, kojeg reda su struje baze i struje kolektora? Zaokružiti tačan odgovor.

1. $I_C \sim \text{mA}$, $I_B \sim \text{mA}$
 2. $I_C \sim \text{uA}$, $I_B \sim \text{mA}$

3. $I_C \sim \text{mA}$, $I_B \sim \text{uA}$
 4. $I_C \sim \text{A}$, $I_B \sim \text{nA}$

Ako su dva otpornika $R_{B1} = 100 \text{ k}\Omega$ i $R_{B2} = 1 \text{ k}\Omega$ povezani u paraleli, kolika je vrednost njihove ekvivalentne otpornosti:

Asistent: _____


 Katedra za elektroniku

Slika 3. Test koji studenti treba da urade tokom izrade Laboratorijske vežbe 1

Dakle, za ciklus od sedam vežbi, student može da dobije do 14 poena. Ukoliko student stekne 14 poena na vežbama, dobija iz Digitalne elektronike 4 dodatna poena, za 13 poena dobija 3, a za 12 dobija 2 poena. Ti poeni važe ukoliko student položi predmet, i mogu samo uticati na povećanje ocene. Time se motivišu studenti da i tokom vežbi, koje ranije nisu bile ocenjivanje, sa više pažnje pristupe radu, jer će biti nagrađeni boljom ocenom.

3. ANALIZA PROLAZNOSTI IZ UVODA U ELEKTRONIKU I DIGITALNE ELEKTRONIKE

U tabelama 1 i 2 prikazana je prolaznost na ispitima iz Uvoda u elektroniku i Digitalne elektronike na OAS Mehatronika u nekoliko školskih godina. Od školske 2017/2018. su uvedene nove, unapređene laboratorijske vežbe.

Tabela 1 – Analiza uspešnosti studenata na predmetu Uvod u elektroniku na OAS Mehatronika

	Školska 2014/2015. godina	Školska 2015/2016. godina	Školska 2016/2017. godina	Školska 2017/2018. godina	Školska 2018/2019. godina
Broj prvi put upisanih studenata	52	55	60	70	73
Broj studenata koji su položili ispit u prvom roku (januarsko-februarski)	4+15=19	30+15=45	22+10=32	17+16=33	23+13=36
Ukupan broj studenata koji su položili ispit u toku školske godine	47	50	55	58	68
Prolaznost	90,38	90,91	91,67	82,86	93,15
Prosečna ocena	8,18	7,72	8,13	8,31	8,10

Tabela 2 – Analiza uspešnosti studenata na predmetu Digitalna elektronika na OAS Mehatronika

	Školska 2014/2015. godina	Školska 2015/2016. godina	Školska 2016/2017. godina	Školska 2017/2018. godina	Školska 2018/2019. godina
Broj prvi put upisanih studenata	52	56	71	70	73
Broj studenata koji su položili ispit u prvim rokovima (junski, julski)	19+9=28	25+9=34	32+8=40	28+14=42	23+16=39
Ukupan broj studenata koji su položili ispit u toku školske godine	43	52	61	57	63
Prolaznost	82,69	92,86	85,92	81,42	86,30
Prosečna ocena	8,63	8,19	8,46	8,25	8,25
Broj studenata koji su uradili lab. vežbe	48	53	68	67	69
Broj studenata koji su dobili višu ocenu pomoću poena sa laboratorijskih vežbi	-	-	-	19	27

Kao što se može videti, prolaznost iz predmeta Uvod u elektroniku i Digitalna elektronika je uvek bila dobra, preko 80 %, i viša od proseka na studijskom programu OAS Mehatronika.

U poređenju sa prosečnom prolaznošću na svim studijskim programima OAS na Fakultetu tehničkih nauka, prolaznost na Uvodu u elektroniku je bila bolja. Digitalna elektronika je imala višu prolaznost od prosečne u svim školskim godinama sem 2014/2015. godine. (na FTN-u je prosečna prolaznost bila 84,11 %, a na predmetu nešto niža, 82,69 %) [10].

Prosečna ocena na oba predmeta je iznad 8. Uvedeni nagradni poeni imali su pozitivan uticaj na studente da se više trude. Pomoću nagradnih poena 19 studenata je dobio višu ocenu školske 2017/2018. godine, odnosno 27 studenata (što iznosi više od jedne trećine cele generacije) 2018/2019. godine.

4. ZAKLJUČAK

Katedra za elektroniku raspolaže savremenom mernom opremom, koja je nabavljana preko nacionalnih i međunarodnih projekata u prethodnom periodu. Nju imaju mogućnost da koriste studenti doktorskih akademskih studija i studenti na završnim godinama akademskih studija (na 4. godini OAS i na MAS). Ipak, da bi studenti stekli što više praktičnog znanja, veoma je važno da se tokom studija upoznaju sa korišćenjem merne opreme i drugih električnih uređaja i komponenti. Svako radno mesto u laboratorijama Katedre za elektroniku je opremljeno istim kompletima merne i računarske opreme što svakako olakšava i poboljšava rad u laboratorijama kako studentima tako i nastavnicima i asistentima.

Da bi što pre stekli odgovarajuća znanja, Katedra za elektroniku je uz sufinansiranje Fakulteta tehničkih nauka, nabavila mernu opremu koju mogu da koriste i studenti na nižim i višim godinama studija. Unapređenje laboratorijskih vežbi je naišlo na pozitivan odziv kod studenata, koji su, uz nov način bodovanja, bili motivisani da se što više trude i nauče. Ovim su korist imali i studenti, koji su stekli odgovarajuće veštine, ali i nastavnici, koji su u okviru predmeta na višim godinama mogli da podignu nastavu, naročito u praktičnom delu (izrada projekata, semestralnih radova, diplomskih radova) na viši nivo.

5. LITERATURA

- [1] Miloš B. Živanov, *Uvod u elektroniku – teorija i zadaci*, FTN izdavaštvo, udžbenik broj 429, Novi Sad, 2013.
- [2] Goran Stojanović, Mirjana Damjanović, Nataša Samardžić, Jelena Radić, Sanja Kojić, *Uvod u elektroniku – zbirka zadataka*, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, skripta, 2019.
- [3] Internet stranica <https://www.elektronika.ftn.uns.ac.rs>
- [4] Miodrag Popović, *Osnovi elektronike*, Elektrotehnički fakultet, Beograd, 2006.
- [5] Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, *Microelectronic Circuit Design*, 4th Edition, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 2011.
- [6] Laslo Nađ, *Digitalna elektronika*, skripta, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [7] Mirjana Damjanović, Laslo Nađ, *Zbirka rešenih zadataka iz digitalne elektronike*, FTN Izdavaštvo, udžbenik broj 436, Novi Sad, 2013.
- [8] Laslo Nađ, Mirjana Damjanović, *Praktikum za računarske vežbe iz digitalne elektronike*, FTN Izdavaštvo, udžbenik broj 437, Novi Sad, 2013.
- [9] Internet stranica <https://www.siglent.eu/>
- [10] Prof. Dragiša Vilotić, MSc Zoran Konjović, *Izveštaj o prolaznosti studenata na ispitima - osnovne akademske studije - za period od 2014/15. do 2017/18. školske godine*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, februar 2019.