

13E053MSR - Merni sistemi u računarstvu

Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet

**Laboratorijska vežba br. 2**  
**Merenja na digitalnom osciloskopu**  
**2019/2020**

u Beogradu, oktobar 2019

## Cilj vežbe

Osnovni cilj vežbe je da se studentkinje i studenti upoznaju sa radom na digitalnom osciloskopu i sa osnovnim merenjima na digitalnim signalima. Pomoću UNO R3 MEGA328P mikrokontrolerske pločice i odgovarajućeg programa, studentkinje i studenti će generisati digitalne signale pomoću PWM (eng. *Pulse Width Modulation*) i prikazati te signale na digitalnom osciloskopu.

## Zadatak

Povezati potencijometar (10 k $\Omega$ ) na A0 analogni ulaz UNO R3 pločice, a krajeve potencijometra povezati za +5 V i GND (GND za analogne pinove). Potom, pomoću improvizovane sonde koja na krajevima ima banana konektore i štipaljke tj. pipalice, povezati digitalni izlaz sa pina 9 i digitalni GND (ovo je posebno važno!) na CH1 digitalnog osciloskopa.

Za sinhronizaciju slike na ekranu koristiti AUTOSET opciju, osim u slučaju kada je potrebno preciznije očitavanje parametara sa ekrana osciloskopa (npr. primenom kursora).

## Oprema

Studentkinje i studenti će imati prilike da na vežbama rade sa sledećim dvokanalnim osciloskopima: Tektronix TDS 210, Tektronix TBS 1052B-EDU, Tektronix TBS 1072B-EDU i Tektronix TDS 2002, pa se realizacija merenja može neznatno razlikovati u zavisnosti od modela osciloskopa. Dodatno, na raspolaganju su: linearni potencijometar (10 k $\Omega$ ), BNC M adapter – dupla buksna, dva kabla sa banana konektorima (4 mm) na svojim krajevima, UNO R3 mikrokontrolerska pločica sa USB kablom (tip B na tip A) za povezivanje sa računarem, dve merne pincete tzv. štipaljke, kratkospojnici, LE dioda, otpornik od 220  $\Omega$  i protobord.

## Napomene

Povezivanje kola na napajanje, što se u ovom slučaju vrši povezivanjem kabla između UNO R3 pločice i računara preko USB konektora (tip B na tip A) NE vršiti samostalno, odnosno sačekati da dežurni nastavnik/ca ili saradnik/ca provere da li je kolo ispravno povezano pre početka merenja. Posebno voditi računa da digitalni GND sa UNO R3 pločice i referentni potencijal osciloskopa tj. masa budu kratko spojeni. Moguće je koristiti materijale za MSR predmet prilikom izrade lab. vežbi (prezentacije sa predavanja, udžbenike, priručnike, materijale sa vežbi na tabli i druge materijale).

Na kraju vežbe, studenti/kinje bi trebalo da pozovu dežurnu/og pre nego što "razvežu" kolo kako bi se proverila ispravnost merenja. **Nakon toga, dežurni/a potpisuje popunjen izveštaj sa vežbi.** Studenti/kinje bi trebalo da čuvaju taj izveštaj do upisa ocene iz predmeta Merni sistemi u računarstvu (13E053MSR).

Ime i prezime studentkinja/nata	Broj indeksa

## Laboratorijska vežba br. 2 - Merenja na digitalnom osciloskopu

**Zadatak #1:** Sa sajta 13E053MSR predmeta preuzeti Arduino kod *pwmLab2.ino* i otvoriti ga na računaru. Proučiti funkcionalnost koda uz korišćenje materijala odakle je kod preuzet i prilagođen za ovu vežbu: <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInOutSerial> (pristupljeno 11. oktobra 2019). Upload-ovati ovaj kod u UNO R3 mikrokontrolersku pločicu pomoću *Upload* komande u gornjem levom uglu Arduino prozora. Iz padajućeg menija *Tools* odabrati *Serial Monitor* i *Serial Plotter* opcije, pa odgovoriti na sledeća pitanja:

- a) Da li je moguće istovremeno posmatrati promene na *Serial Monitor*-u i na *Serial Plotter*-u? Obrazložiti odgovor.

---

- b) Kakve se promene uočavaju promenom otpornosti tj. okretanjem potencijometra u smeru kazaljke na satu i u suprotnom smeru?

---

- c) U kojim jedinicama je ordinata na *Serial Plotter*-u? Objasniti.

---

**Zadatak #2:** Povezati izlaz iz digitalnog pina 9 na ulaz osciloskopa. U tabeli su date oznake za merenja koja je potrebno izvesti uz pomoć kursora (CURSOR) ili koja je potrebno generisati automatski (AUTO). Za digitalni signal sa UNO R3 na pinu 9 izmeriti:

Parametri	Vrednosti
perioda signala [ms] (AUTO)	
perioda signala [ms] (CURSOR)	
podešavanje [s / DIV] (AUTOSET)	
podešavanje [V / DIV] (AUTOSET)	
srednja vrednost signala [V] (AUTO)	
Vmax [V] (CURSOR)	

Parametri	Vrednosti
Vmin [V] (CURSOR)	
PTP [V] (CURSOR)	
PTP [V] (AUTO)	
trajanje logičke jedinice [ms] (CURSOR)	
trajanje logičke nule [ms] (CURSOR)	
faktor ispunjenosti impulsa [%] (CURSOR)	

**Zadatak #3:** UNO R3 ima DC izlaz od  $V_{cc} = 3.3$  V. Povezati ovaj izlaz i GND (GND za analogne kanale) sa UNO R3 na CH1 osciloskopa. Izmeriti pomoću kursora naponski nivo ovog DC signala  $V_{cc\_osc}$  i izračunati relativnu grešku  $rel$  napona od 3.3 V koji dalje UNO R3 pločica na svom izlazu prema formuli:

$$rel = 100 \times \frac{|V_{cc\_osc} - V_{cc}|}{V_{cc}}$$

Relativna greška napona na izlazu iz UNO R3 pločice u procentima je: \_\_\_\_\_.

**Zadatak #4:** Povezati kolo kao na <https://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInOutSerial> (pristupljeno 11. oktobra 2019) i testirati kod koji je na raspolaganju na tom sajtu. Objasniti kako funkcioniše PWM (eng. *Pulse Width Modulation*)?

---



---



---



---