

## 5. семестар

Merni sistemi u računarstvu

Elektrotehnički fakultet

Univerzitet u Beogradu

Шифра	Нова шифра	Предмет	Статус	Часови (П+В+Л)	Кредити
ИРЗАР1	13E113AR1	Архитектура и организација рачунара 1	О	2+2+1	6
ИРЗАР2	13E113AR2	Архитектура и организација рачунара 2	О	2+2+1	6
ИРЗКДП	13E113КДП	Конкурентно и дистрибуирано програмирање	О	2+2+1	6
<i>Бира се један или два из следеће групе изборних предмета</i>					
ИРЗОС2	13E113ОС2	Оперативни системи 2	И	2+2+1	6
ИРЗТЕК	13E073PTEK	Теорија електричних кола	И	2+2+1	6
ИРЗОАЕ	13E073OAE	Основи анализе електричних кола	И	2+2+1	6
ИРЗЕМ	13E053EMP	Електрична мрежа <sup>2)</sup>	И	2+0+3	6
	13E053MCP	Мерни системи у рачунарству <sup>4)</sup>	И	2+2+1	6

doc. dr Nadica Miljković, kabinet 68, [nadica.miljkovic@etf.rs](mailto:nadica.miljkovic@etf.rs)

	13E092EJ3 13E092PJ3 13E092HJ3 13E092ΦJ3	Страни језик 3	И	2+0+0	3
	13E083PRM	Практикум из рачунарских алата у математици <sup>1)</sup>	И	1+0+1	3
ИРЗППК	13E113ППК	Практикум из пословне комуникације и презентације	И	1+1+0.5	3
Укупно				24-25	30

## 6. семестар

Шифра	Нова шифра	Предмет	Статус	Часови (П+В+Л)	Кредити
ИР4ПИА	13E113ПИА	Програмирање интернет апликација	О	2+2+1	6
ИР4ЗП	13E113ЗП	Заштита података	О	2+2+1	6

# MSR?

- 13E053MSR (Merni sistemi u računarstvu) je predmet koji se nudi studentkinjama i studentima odseka za Računarsku tehniku i informatiku na 3. godini u 5. semestru osnovnih akademskih studija.
- Predmet je prvi put uveden 2017/18 godine
- <http://automatika.etf.rs/sr/13e053msr>



# Kako se polaže MSR?

- Ukratko, učenjem.
- Ocena se formira iz tri dela:
  - kolokvijum (**20** poena, nadoknada je moguća u januarskom ispitnom roku)
  - ispit (60 poena)
  - praktični deo (**20** poena, rad u laboratoriji)
  - **pogledajte promenjene poene od 02.10.2019. na sajtu predmeta**
- Laboratorijske vežbe su obavezne! Ne boduju se.
- Praktični deo se ne nadoknađuje i nije obavezan! Ali, može se zameniti Izazovom.
- **NOVO: Izazov ove godine ne donosi dodatne poene!**
- Ako Vas zanima kako izgledaju kolokvijum i ispit, postoje primeri rokova od prošle godine na sajtu predmeta:  
<http://automatika.etf.rs/sr/13e053msr/704-msr-ir-obave%C5%A1tenja>.



# Materijali za predmet

- Udžbenik N. Miljković “Metode i instrumentacija za električna merenja”, 2016., dostupan u pdf-u na: [http://www.etf.bg.ac.rs/etf\\_files/udzbenici/NMiljkovic\\_Metode\\_i\\_instrumentacija\\_za\\_elektricna\\_merenja.pdf](http://www.etf.bg.ac.rs/etf_files/udzbenici/NMiljkovic_Metode_i_instrumentacija_za_elektricna_merenja.pdf).
- Udžbenik P. Pejović “Princip rada i primena osciloskopa”, 2016., dostupan u pdf-u na: <http://tnt.etf.rs/~oe2em/osc.pdf>.
- Skripte, prezentacije, zadaci, kodovi i ostali materijali na internet stranici predmeta: <http://automatika.etf.rs/sr/13e053msr>.
- IZAZOV 2017: Zbornik zadataka i odabranih studentskih rešenja, [https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/udzbenici/ZBORNIK\\_NMiljkovic.pdf](https://www.etf.bg.ac.rs/uploads/files/udzbenici/ZBORNIK_NMiljkovic.pdf)
- IZAZOV 2018: Zadaci, <https://zenodo.org/record/2531935#.XC-pjc17nIU>
- Svaka prezentacija će sadržiti hiperlinkove ka raznim internet stranicama i preporučenu dodatnu literaturu.
- VAŽNO: udžbenici su besplatni i dostupni online. Legalno je da ih štampate po želji. Nije legalno da ih prodajete!

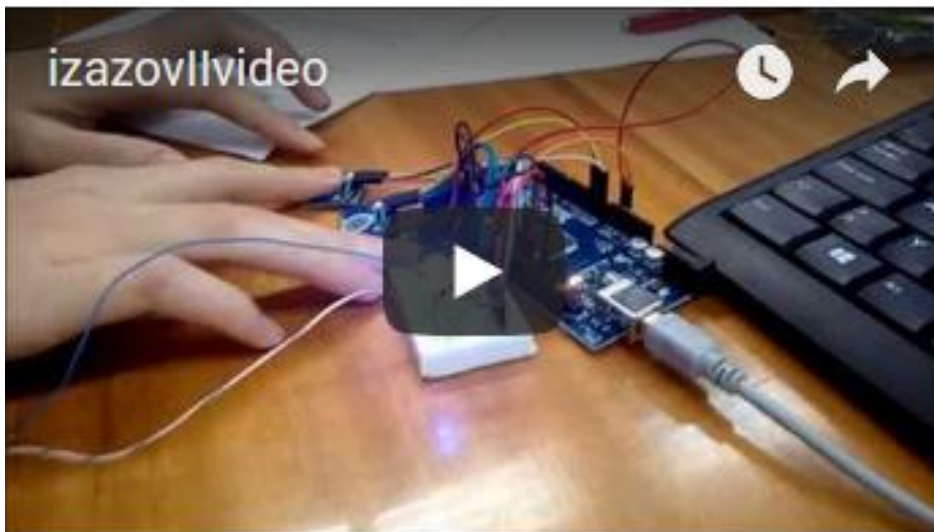


Please consider the environment before printing

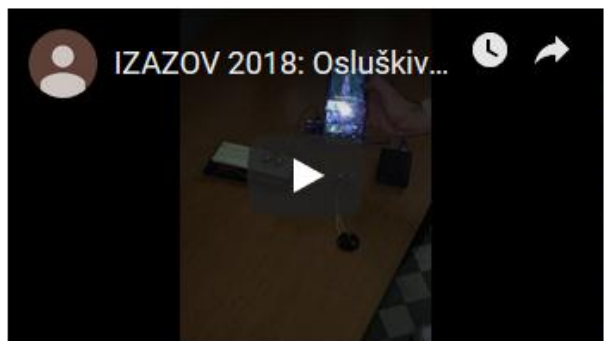
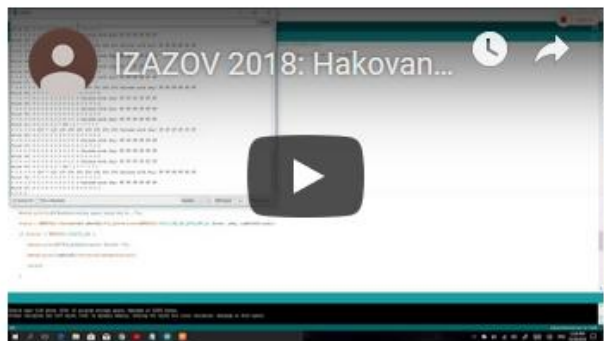
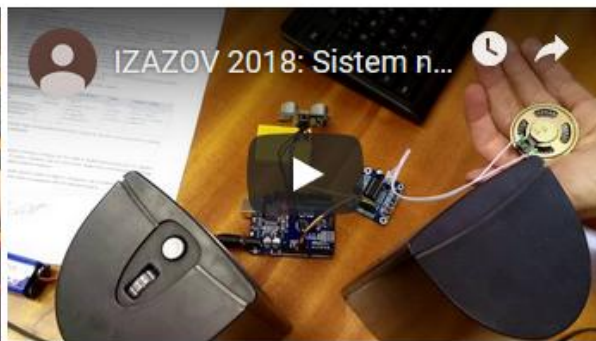
# Problemi ili izazovi?

- Da li se suočavamo sa problemima?
- Da li rešavamo izazove?

# Izazov 2017



# Izazov 2018



# Zenodo?

## MSR - Laboratorijske vežbe



Ukupno ima 10 laboratorijskih vežbi (4 u I ciklusu iz oblasti "Klasične instrumentacije" i 6 u II ciklusu iz oblasti "Programabilne instrumentacije"). Laboratorijske vežbe se ne ocenjuju, ali su obavezne.

U školskoj 2018/19 godini je dodata nova izborna laboratorijska vežba u formi demonstracija koja nije obavezna.

### I ciklus laboratorijskih vežbi (KLASIČNA INSTRUMENTACIJA) 2018/19:

1. Merenja na analognom i virtuelnom osciloskopu, DOI [10.5281/zenodo.1442855](https://doi.org/10.5281/zenodo.1442855)
2. Merenja na digitalnom osciloskopu, DOI [10.5281/zenodo.1442860](https://doi.org/10.5281/zenodo.1442860)
3. Merenje struje i računanje šanta, DOI [10.5281/zenodo.1442863](https://doi.org/10.5281/zenodo.1442863)
4. Merenje napona i otpornosti, DOI [10.5281/zenodo.1442867](https://doi.org/10.5281/zenodo.1442867)

### II ciklus laboratorijskih vežbi (PROGRAMABILNA INSTRUMENTACIJA) 2018/19:

1. Uvod u Arduino I deo, DOI [10.5281/zenodo.1443172](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443172)
2. Uvod u Arduino II deo, DOI [10.5281/zenodo.1443186](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443186)
3. Merenje kapacitivnosti: Primena LCR metra i programabilne instrumentacije, DOI [10.5281/zenodo.1443199](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443199)
4. IR senzor: Arduino i Python merenja, DOI [10.5281/zenodo.1443204](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443204)
5. Pametna kuća i merna nesigurnost, DOI [10.5281/zenodo.1443212](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443212)
6. Merni most i 3D animacije, DOI [10.5281/zenodo.1443220](https://doi.org/10.5281/zenodo.1443220)
7. Merenja primenom RPi platforme, # Under Construction

Spisak najčešćih grešaka koje su studenti/kinje pravili/e tokom rada sa UNO R3 hardverom i Arduino i Python softverom, može se pogledati [ovde](#).

- je repozitorijum koji su kreirali OpenAIRE i CERN. Integrisan je sa GitHub-om (By Shirazibustan - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61782366>).
- CERN: EU organizacija za nuklearna istraživanja sa sedištem u Ženevi u Švajcarskoj.

October 2, 2018

Lesson

Open Access

# Merenja na analognom i virtuelnom osciloskopu

Miljković, Nadica

Lab. assignment No. 1 for Measurement computing devices course at the University of Belgrade - School of Electrical Engineering (<http://automatika.etf.rs/sr/13e053msr>) in 2018.

Author would like to thank BSc students - demonstrators Uroš Kukić and Dušan Prokić for their valuable feedback for assignment's improvements.

Preview

Page: 2 of 3 Automatic Zoom

## Cilj vežbe

Osnovni cilj prve laboratorijske vežbe je da se studentkinje i studenti upoznaju sa merenjima na analognom osciloskopu i sa prikazom signala na ekranu osciloskopa. Ciljevi ove laboratorijske vežbe su: 1) sinhronizacija slike na ekranu osciloskopa, 2) merenje osnovnih parametara signala na osciloskopu (frekvencija i amplituda), 3) merenje usponske i silazne ivice signala i 4) računanje fazne razlike. Paralelno sa osciloskopom, kao osnovnim instrumentom u električnim merenjima, studentkinje i studenti će u ovoj vežbi imati na raspolaganju i generator funkcija (eng. *function generator*).

## Oprema

Studentkinje i studenti će imati prilike da na vežbama rade sa sledećim dvokanalnim osciloskopima: Gold Star OS-5020P i Tektronix 2215A, pa se realizacija merenja može neznatno razlikovati u zavisnosti od modela osciloskopa. Takođe, na raspolaganju su i različiti generatori signala: HP 33120A, Agilent 33220A i stariji modeli ISKRA generatora (MA 3735 i MA 3730). Dodatno, na raspolaganju su: dva BNC (eng. *Bayonet Neill-Concelman*) konektora, jedan BNC M adapter – dupla buksa, dva kabla sa muškim banana konektorima na svojim krajevima (4 mm) i jedan BNC P adapter – dupla buksa.

## Zadatak

Files (1.4 MB)

0

views

0

downloads

[See more details...](#)

Indexed in

OpenAIRE

Publication date:

October 2, 2018

DOI:

DOI 10.5281/zenodo.1442855

Keyword(s):

oscilloscope

virtual instrument

analog instrument

function generator

License (for files):

[Creative Commons Attribution 4.0](#)

## Versions

Version 2018 10.5281/zenodo.1442855 Oct 2, 2018

Version 2017 10.5281/zenodo.1442854 Sep 1, 2017

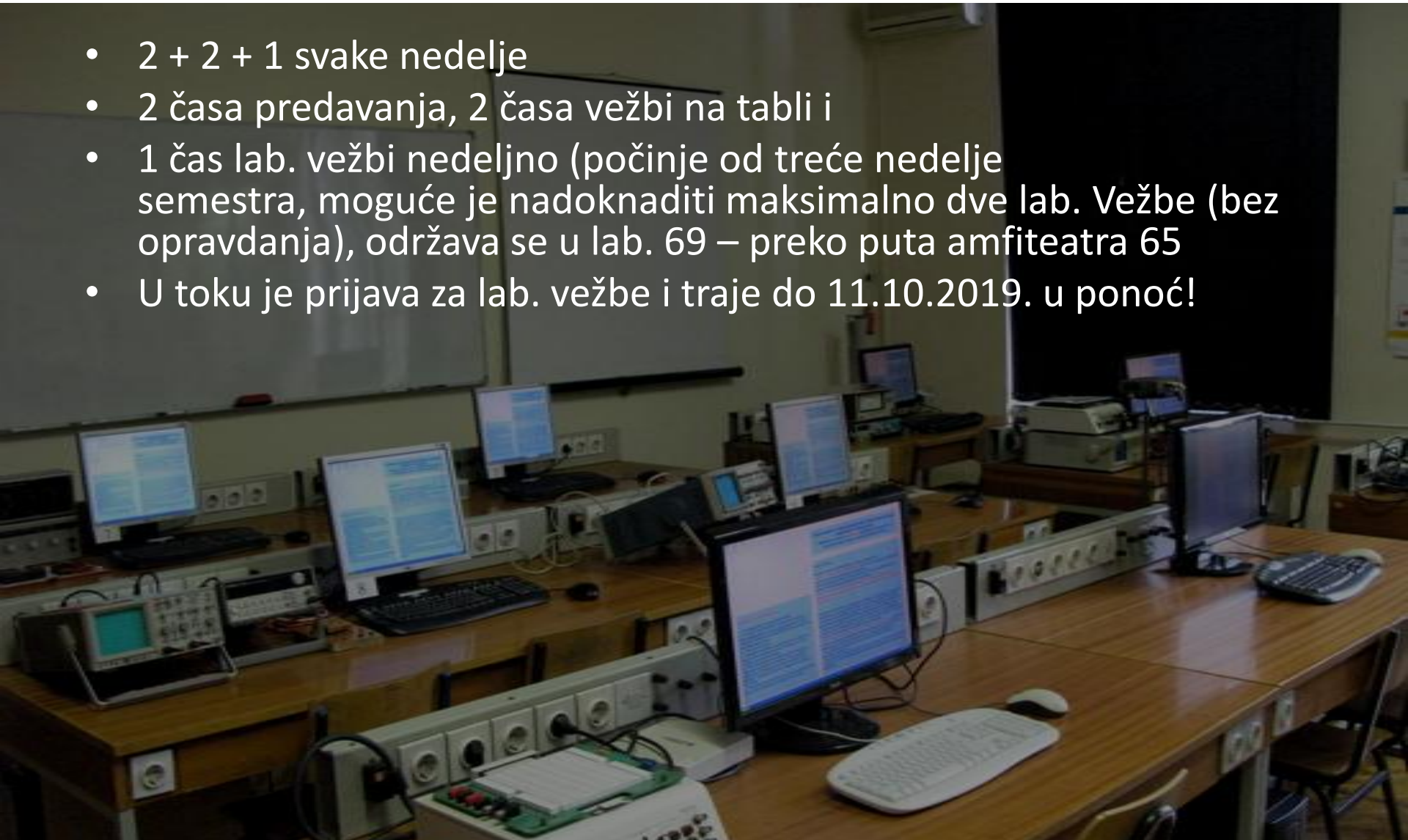
# DOI i verzije

- Nema oblaka.
- Sunčano je.



# Fond časova

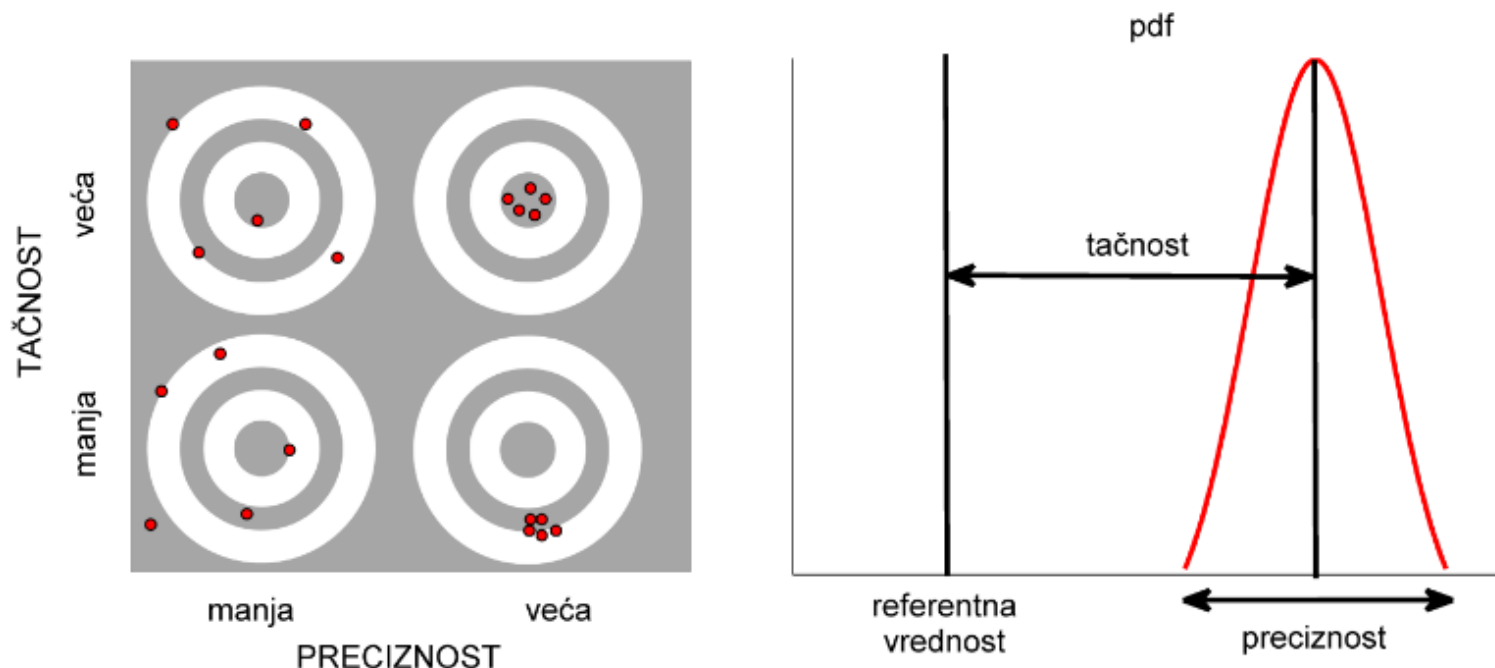
- 2 + 2 + 1 svake nedelje
- 2 časa predavanja, 2 časa vežbi na tabli i
- 1 čas lab. vežbi nedeljno (počinje od treće nedelje semestra, moguće je nadoknaditi maksimalno dve lab. Vežbe (bez opravdanja), održava se u lab. 69 – preko puta amfiteatra 65
- U toku je prijava za lab. vežbe i traje do 11.10.2019. u ponoć!



# P + V + L

- Predavanja, vežbe na tabli i laboratorijske vežbe drži doc. dr Nadica Miljković sa Katedre za signale i sisteme (lična prezentacija na linku:  
<http://automatika.etf.rs/index.php/sr/nastavnici/92-nastavnici/180-msc-nadica-miljkovi%C4%87>)
- Laboratorijske vežbe od 2018/19 drže demonstratori Marko Arsenović i Đurađ Kurepa.
- Konsultacije po dogovoru e-mail-om:  
[nadica.miljkovic@etf.rs](mailto:nadica.miljkovic@etf.rs) u kabinetu 68 (pored lab. 69).

# A sada najvažnije ... gradivo



- Oblasti koje su pokrivenne gradivom na MSR predmetu su:
  - merne greške i merna nesigurnost,
  - metode i instrumenti za merenje električnih veličina,
  - metode i instrumenti za merenje neelektričnih veličina,
  - merni sistemi zasnovani na primeni računara i
  - trendovi u savremenim mernim sistemima.

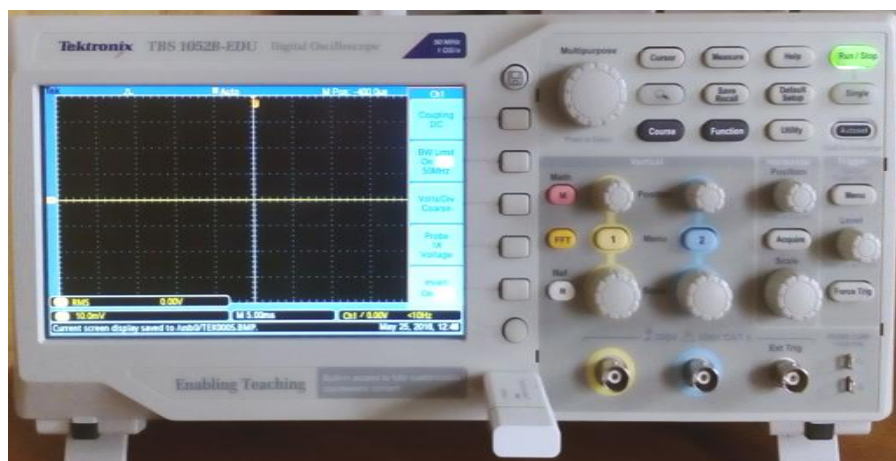
# Vežbe na tabli

- Zadaci
  - primeri ispitnih zadataka (zadaci će detaljno biti objašnjeni na časovima, a materijali postavljeni na internet stranici predmeta),
  - oblasti: računanje merne greške i merne nesigurnosti; rešavanje osnovnih električnih kola za merenje otpornosti, kapacitivnosti i induktivnosti; osnove programiranja za rad sa programabilnom instrumentacijom i
  - svi zadaci na vežbama su primeri ispitnih zadataka.
- Demonstracije
  - prikaz kompleksnijih mernih sistema,
  - primeri praktične realizacije mernih sistema i
  - elementi bezbednosti i etike u merenjima.

# Laboratorijske vežbe

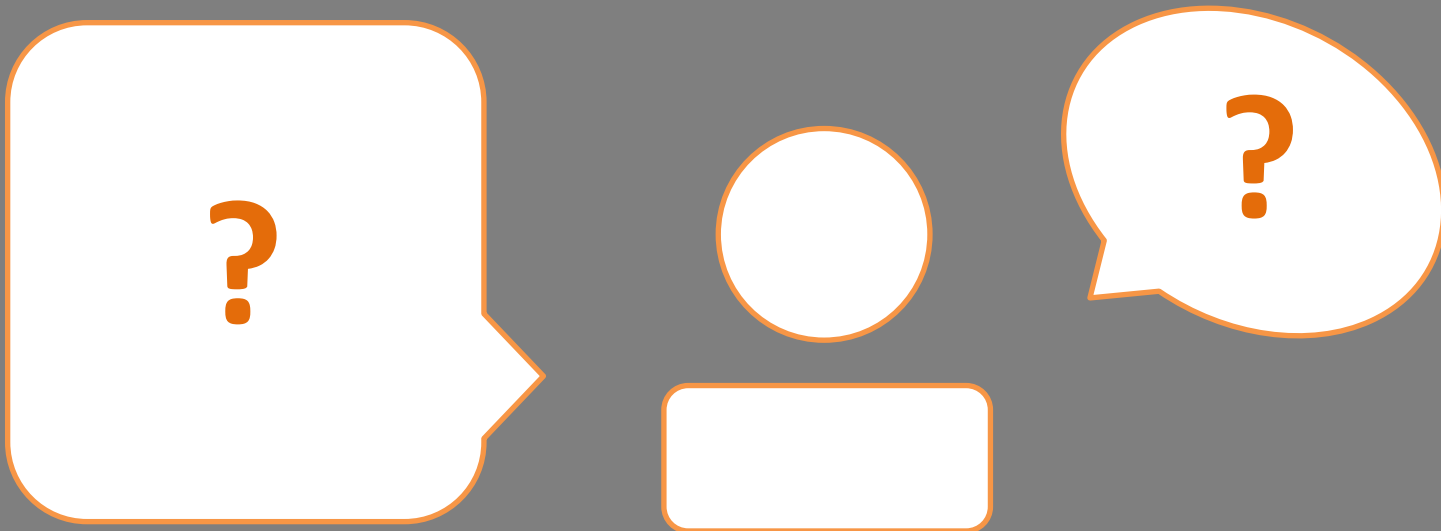


- Uključuju i softver i hardver.
- Osnove Arduino (<https://www.arduino.cc/>) programskog okruženja i Python (<https://www.python.org/>) okruženja za upravljanje instrumentacijom, ali i računanje mernih grešaka i merne nesigurnosti.
- Hardver uključuje:
  - standardnu laboratorijsku instrumentaciju (analogni i digitalni osciloskopi, pasivne i aktivne elektronske komponente i dr.)
  - programabilnu instrumentaciju (UNO i dr.)



# Cilj/evi predmeta

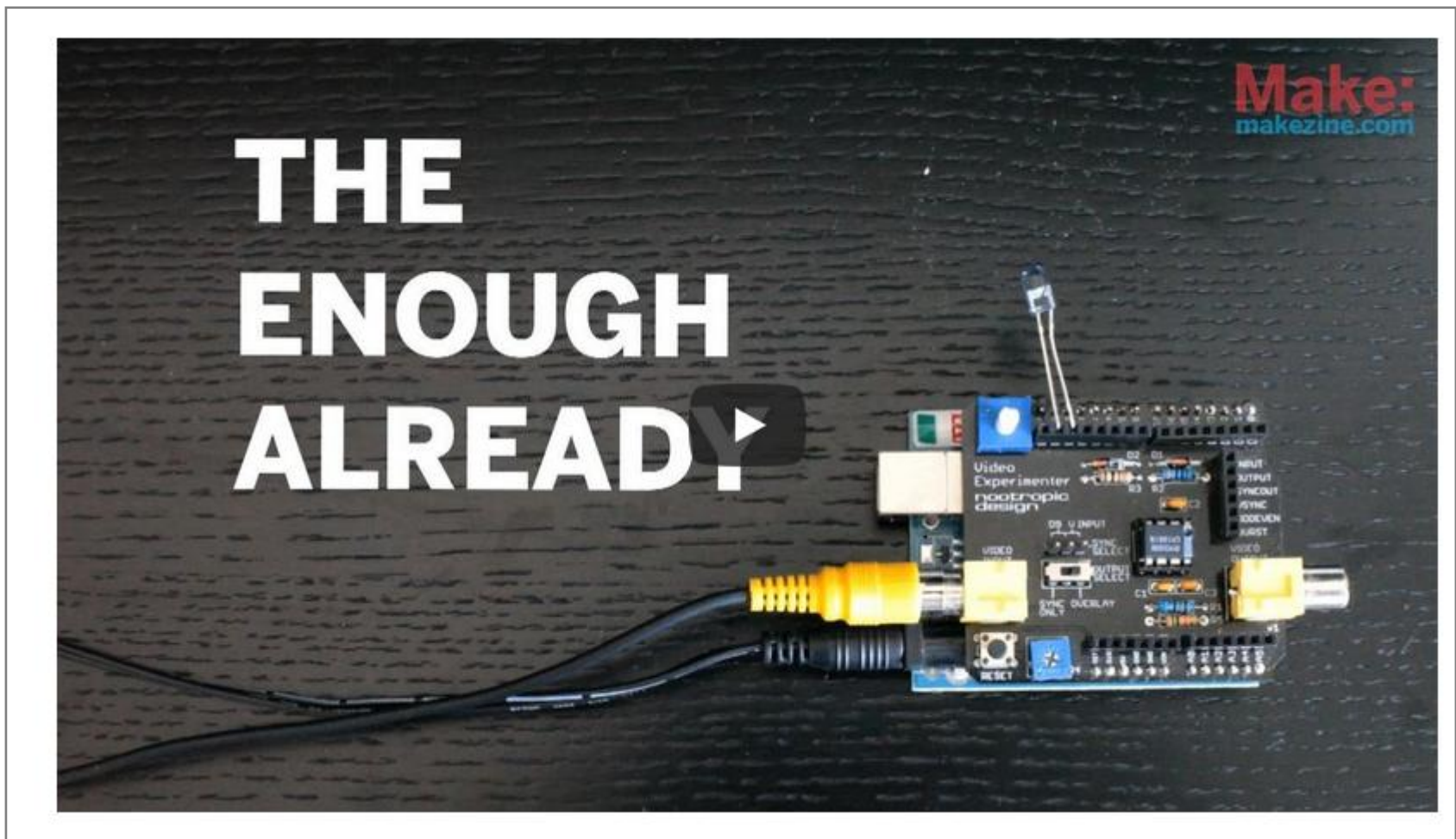
- Da studenti/kinje razumeju osnovne principe rada klasičnih mernih uređaja i uređaja zasnovanih na primeni računara (programabilna instrumentacija).
- Da studenti/kinje mogu samostalno da realizuju merenja i projektuju merne sisteme zasnovane na primeni računara.
- Da predmet motiviše studente/kinje za dalji rad u oblasti mernih sistema.



# Gde možete da primenite naučeno?

- Pametna kuća tj. *smart home* aplikacije.
- Električna i neelektrična merenja (predstavljanje rezultata i računanje merne nesigurnosti) – na primer: merenje vremena izvršavanja koda, ...
- Upravljanje gedžetima
- [Human-Machine Interface](#) – interfejs između čoveka i računara
- Mobilne aplikacije
- Druge korisničke aplikacije
- Automobilaska industrija
- Vojska
- ...

# Primer aplikacije / *just for fun* ili ne?



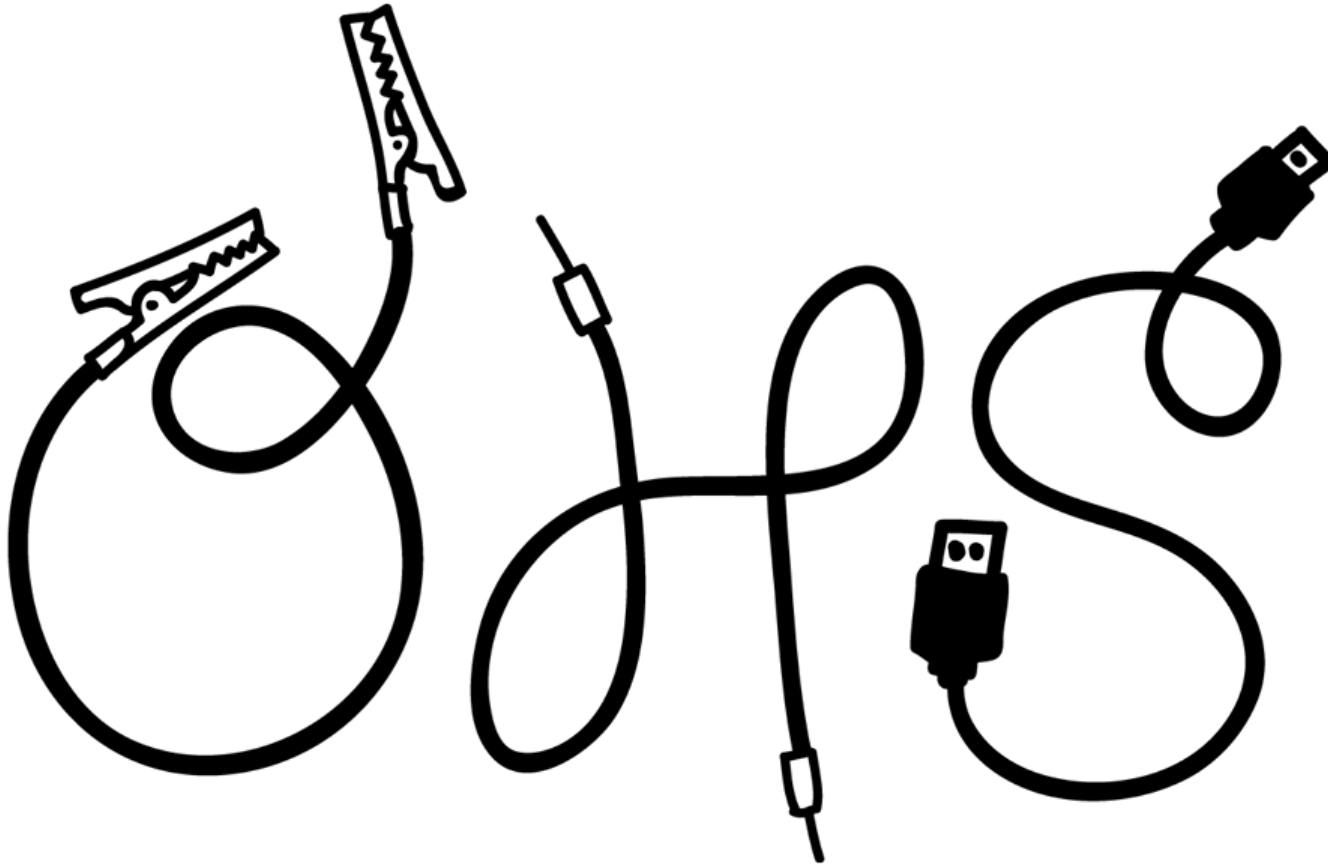
<https://makezine.com/2011/08/16/enough-already-the-arduino-solution-to-overexposed-celebs/>

# Hardver u trendu



Adafruit Co., <https://www.adafruit.com/includes/templates/adafruit2013/images/limor-wired.jpg>

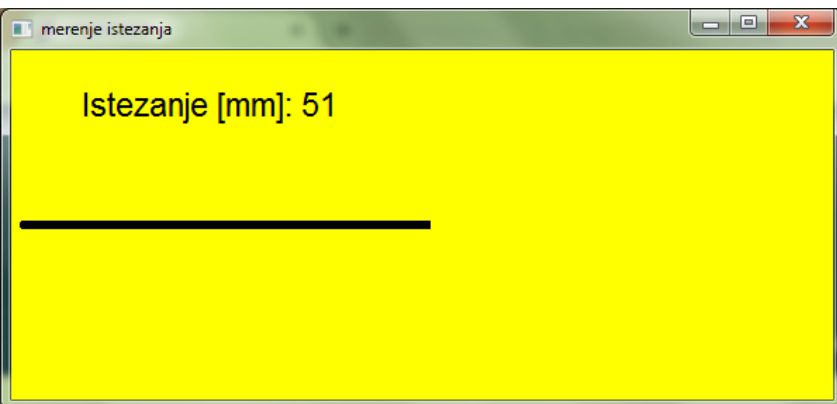
# OSH, FOSH i OSHWA



- *Open Source Hardware Association*, OSHWA, <https://www.oshwa.org/>, slika: [https://i2.wp.com/www.oshwa.org/wp-content/uploads/2017/05/OHS17\\_1.png?ssl=1](https://i2.wp.com/www.oshwa.org/wp-content/uploads/2017/05/OHS17_1.png?ssl=1).
- *Free and Open Source Hardware*, FOSH
- *Open Source Hardware*, OSH

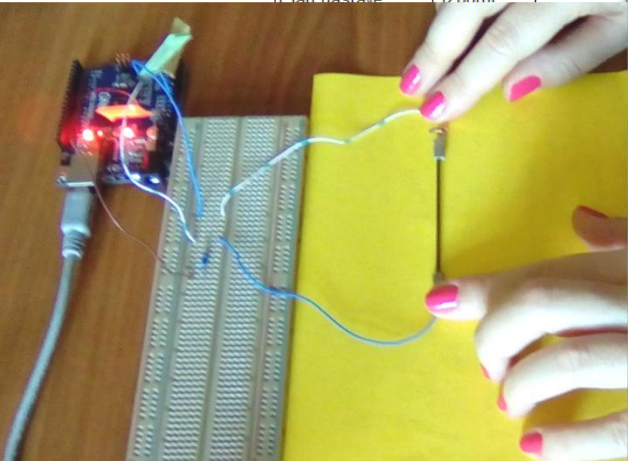


# Merenje istezanja - interfejs

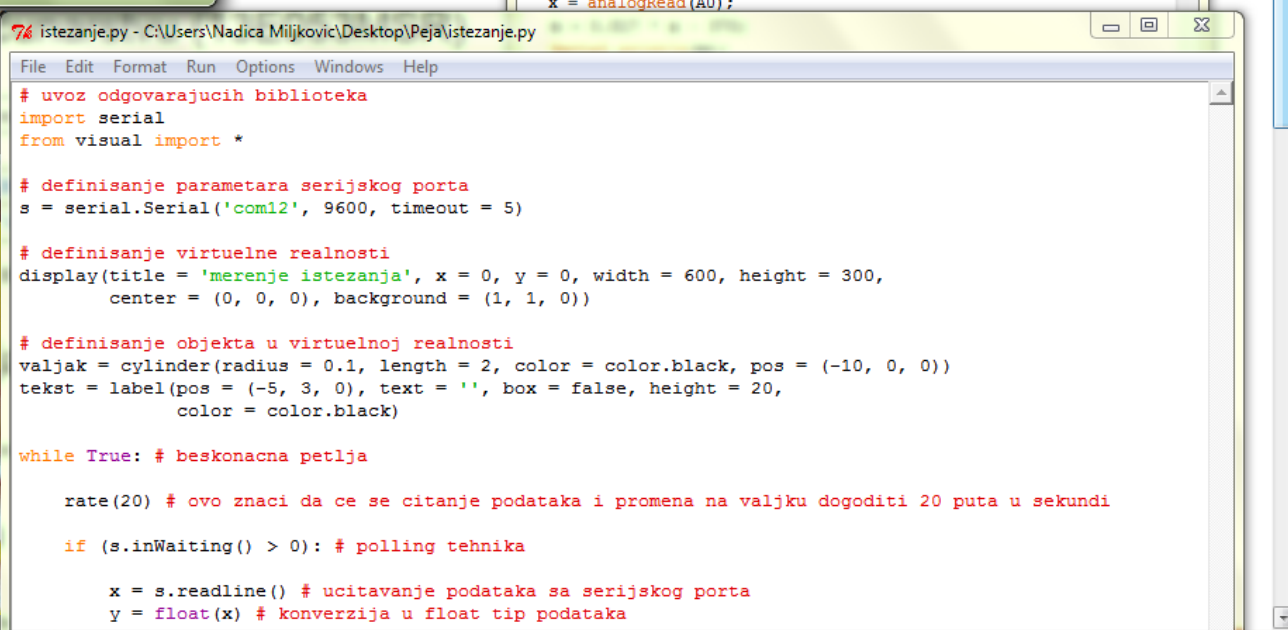


Merni sistemi u rač

Predmet	Status	Broj časov
Plan nastave	Izhorni	



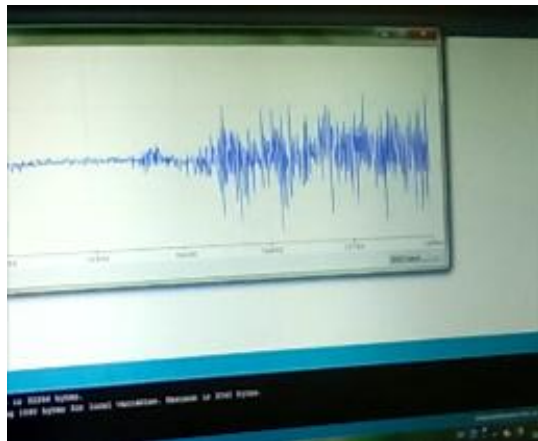
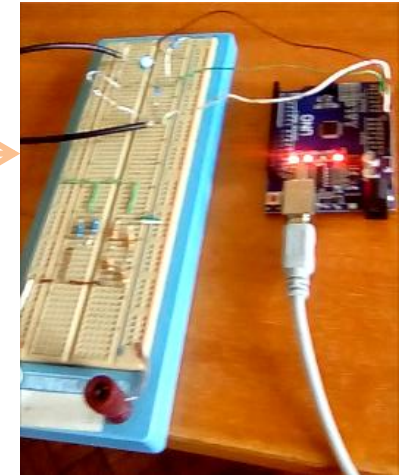
Materijali za predavanja će biti dostupni ovd



# Merenje istezanja – hardver i softver

- Primena rezistivnog senzora istezanja (koji menja otpornost prilikom deformacije).
- U programskom kodu se merenja analiziraju i na osnovu njih se kreira animacija kao na prethodnom slajdu (13 linija koda!).
- Merenje je realizovano u Arduino i Python okruženju sa VPython (<http://vpython.org/>) i pyserial bibliotekama (<https://pypi.python.org/pypi/pyserial>).

# Merenje mišićne aktivnosti



- Povezani su Ag/AgCl elektrode, elektrofiziološki pojačavač (g.tec, Austria), kolo za kondicioniranje i UNO mikrokontrolerska pločica sa računarom.
- Jednostavan prikaz merenih signala u Arduino softveru.
- Snimljeno u Laboratoriji 69 na ETF-u.

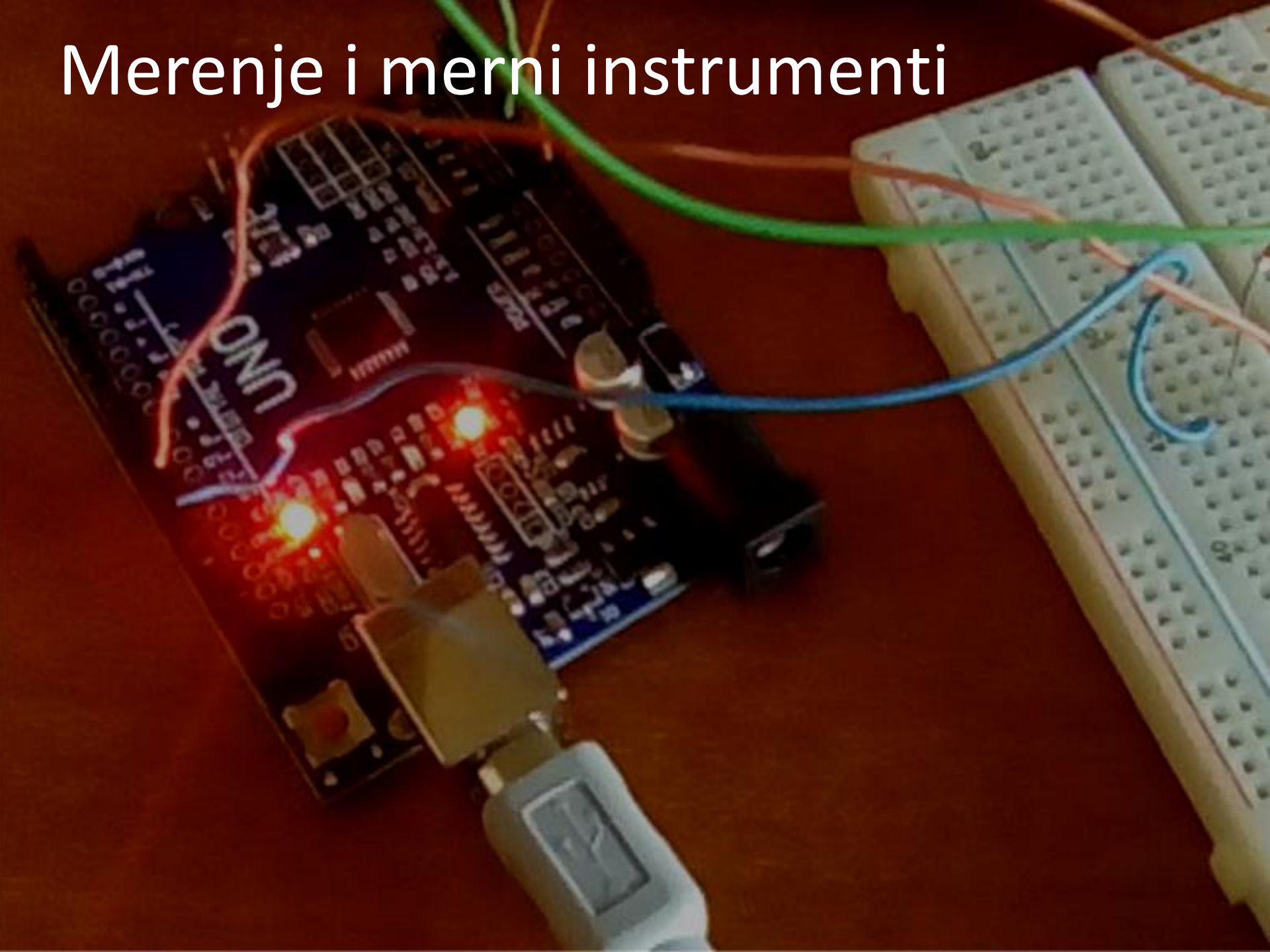
# Zašto sever nije na severu?



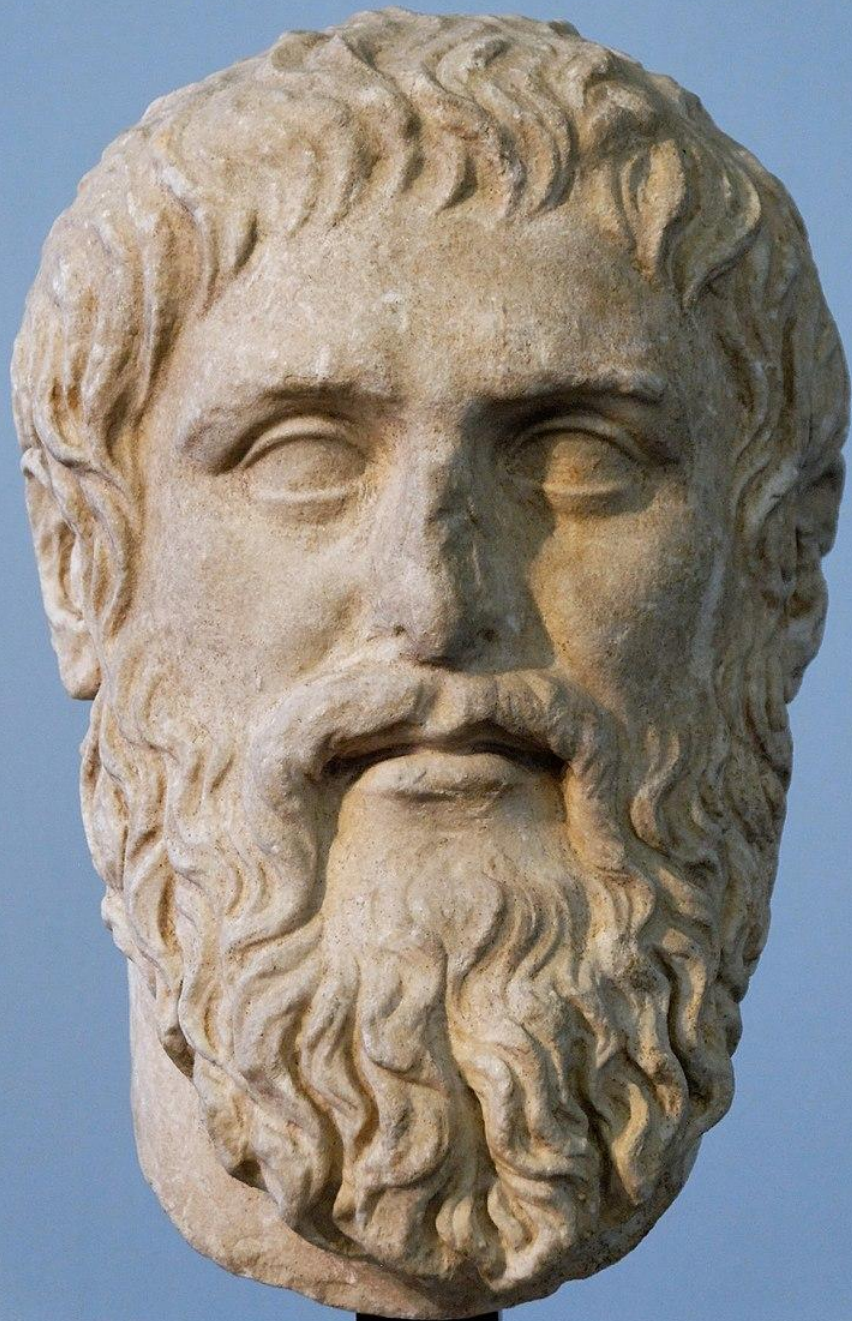
- O kom čuvenom eksperimentu se radi?
- Kako se ovaj fenomen koristi u električnim merenjima?
- Odgovori na predavanjima i vežbama iz MSR predmeta.



# Merenje i merni instrumenti







# Merenje

Merenje je metoda dodele kvantitativnih mernih jedinica određenoj veličini.

Rezultat merenja je kvantitativna procena merene veličine koja uključuje predstavljanje metode merenja i informaciju o validnosti rezultata merenja (mernoj nesigurnosti).

Rezultat merenja je najbolja estimacija (tj. procena) merene vrednosti ili njena aproksimacija.

# SI sistem

Međunarodnim dogovorom (od 17. do 20. veka u Francuskoj) je usvojen Međunarodni sistem jedinica (SI, eng. *International System of Units*) koji je zvanično u upotrebi u nauci.

Svaka od ovih jedinica ima svoju definiciju i etalon (standard za proveru vrednosti neke jedinice).

Pored jedinica (u tabeli), ovaj sistem definiše i prefikse.

Izvedene jedinice se izražavaju preko osnovnih jedinica.

prefiksi -	prefiksi +
deci – d	deka – da
centi – c	hekto – h
mili – m	kilo – k
mikro – $\mu$	mega – M
nano – n	giga – G
piko – p	tera – T
femto – f	peta – P
ato – a	eksa – E
zepto – z	zeta – Z
jokto – y	jota – Y

veličina	jedinica
dužina	m (metar)
masa	kg (kilogram)
vreme	s (sekunda)
el. struja	A (Amper)
temperatura	K (Kelvin)
jačina sv.	cd (kandela)
kol. materije	mol (mol)

# Stil pisanja jedinica

1 l  
26Hz  
26 *Hz*  
5 *GHz*  
14 hz  
100 pa  
80 Hz-ova  
400 ss  
70 kg.  
5 %



1 L  
26 Hz  
26 Hz  
5 GHz  
14 Hz  
100 Pa  
80 Hz  
400 s  
70 kg  
5%



Pokazano je kako bi trebalo i kako ne bi trebalo pisati jedinice na primeru "Times" fonta.

# Rezultat merenja

Rezultat merenja je cilj svakog merenja.

Rezultat merenja sadrži:

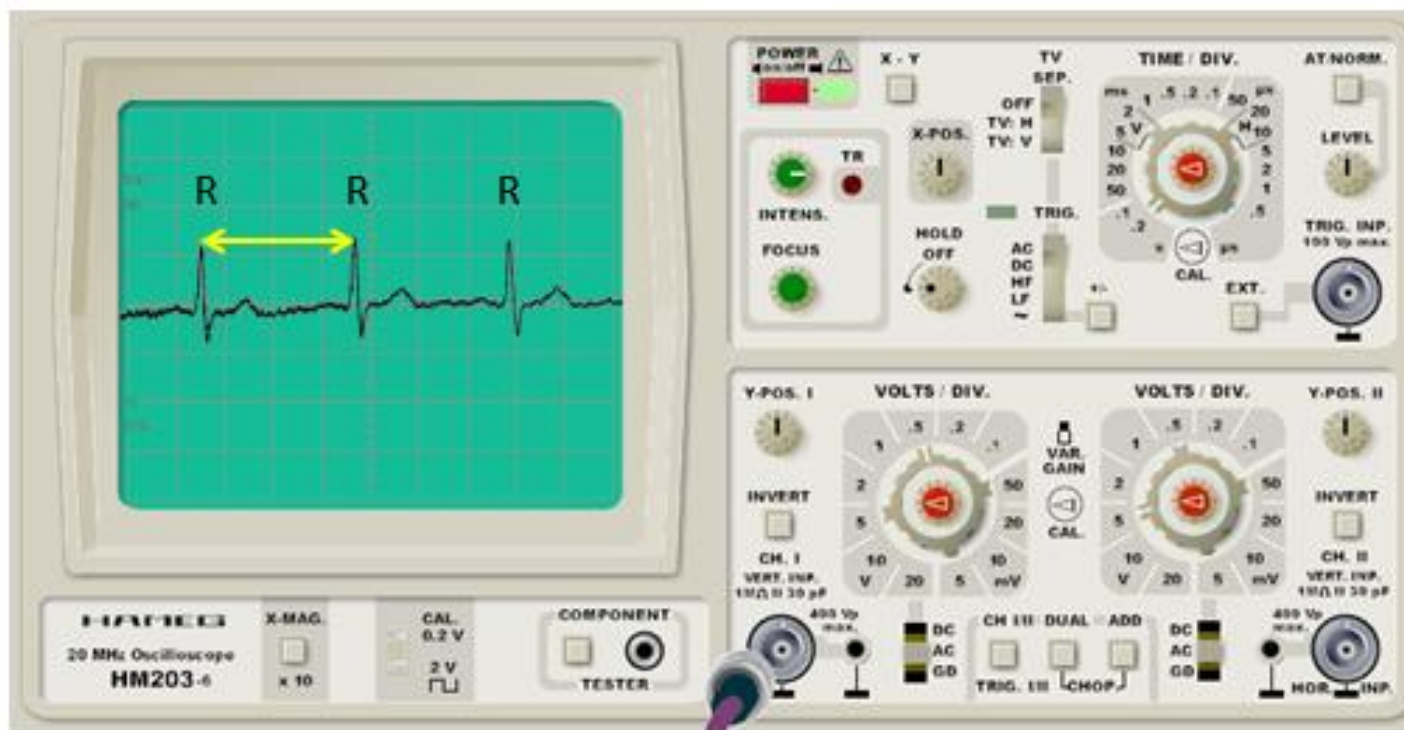
1. Kvantitativnu veličinu izraženu u osnovnim ili izvedenim jedinicama
2. Podatak o pouzdanosti korišćene metode
3. Opis primenjene merne metode

Merni postupak i rezultat merenja mogu biti prikazani u kompleksnijoj formi (opširno) ili u relativno jednostavnoj formi (sažeto) u zavisnosti od prioriteta i značaja merenja.

Na primer: novi etalon i merenje otpornosti u laboratorijama.

Pouzdanost merenja se izražava podatkom o mernoj nesigurnosti. Zašto? Primer?

# Merenje elektrokardiografskog signala (EKG) osciloskopom



Maska osciloscopa je preuzeta sa sajta <https://www.virtual-oscilloscope.com/>, © 2002 Peter Debik, Berlin.

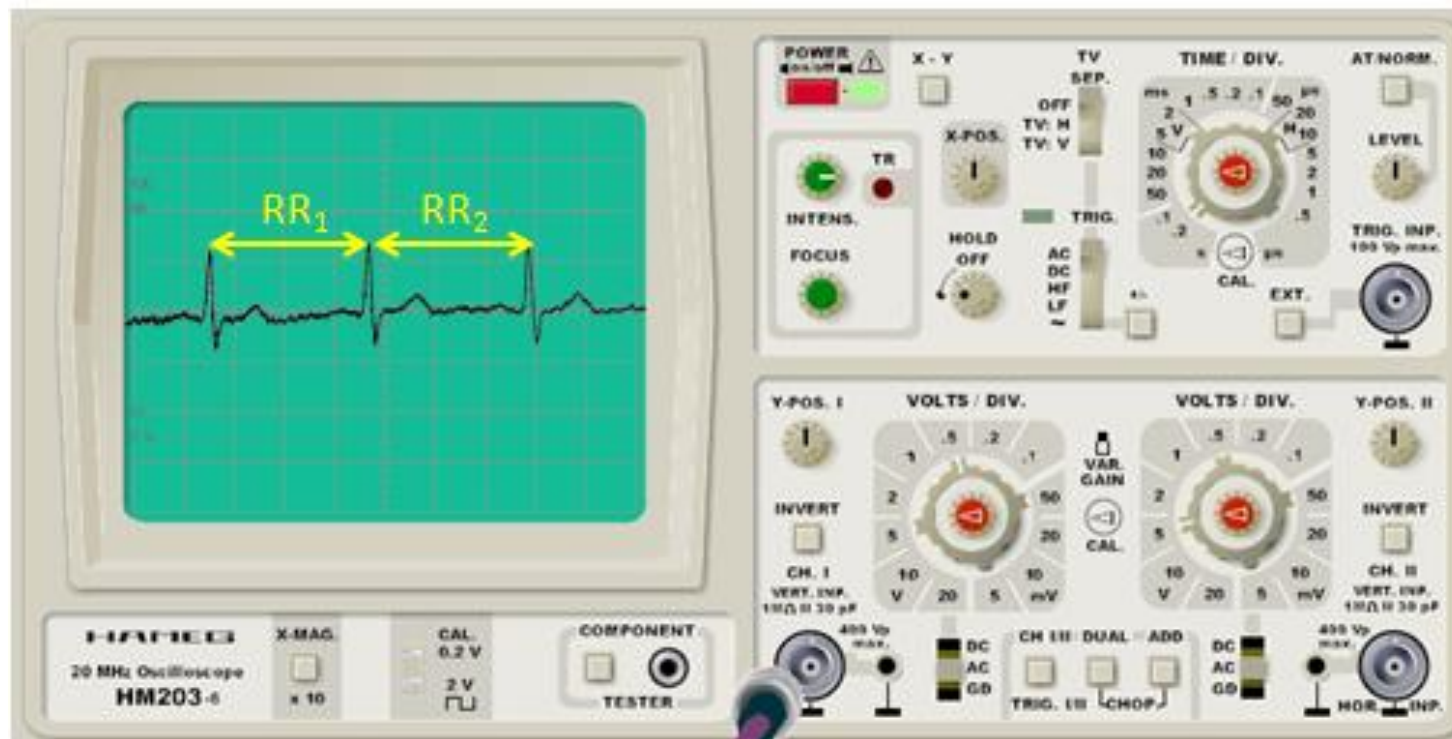
EKG (<https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocardiography>) – napon koji se posmatra na osciloskopu

Kolika je vrednost bpm (eng. *beats per minute*)?

Kolika je PTP (eng. *peak-to-peak*) vrednost signala?

Kolika je vrednost RR intervala?

# Merenje elektrokardiografskog signala (EKG) osciloskopom

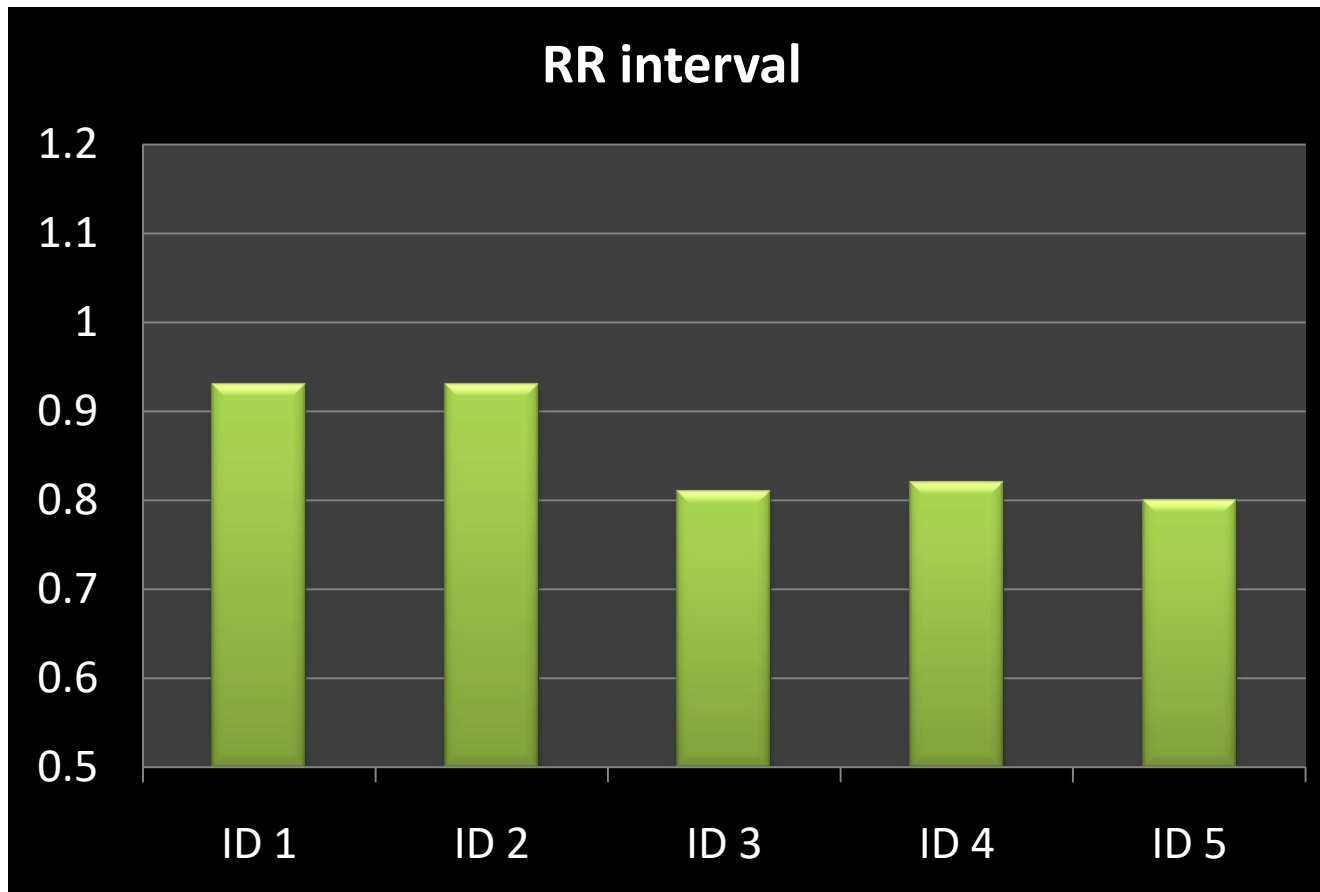


Da li je  $RR_1 = RR_2$ ?

Zadatak:

Izmeriti vrednost RR intervala na 5 ispitanika (ID1-5) i prikazati rezultat merenja. Za svakog ispitanika ponoviti merenje 10 puta.

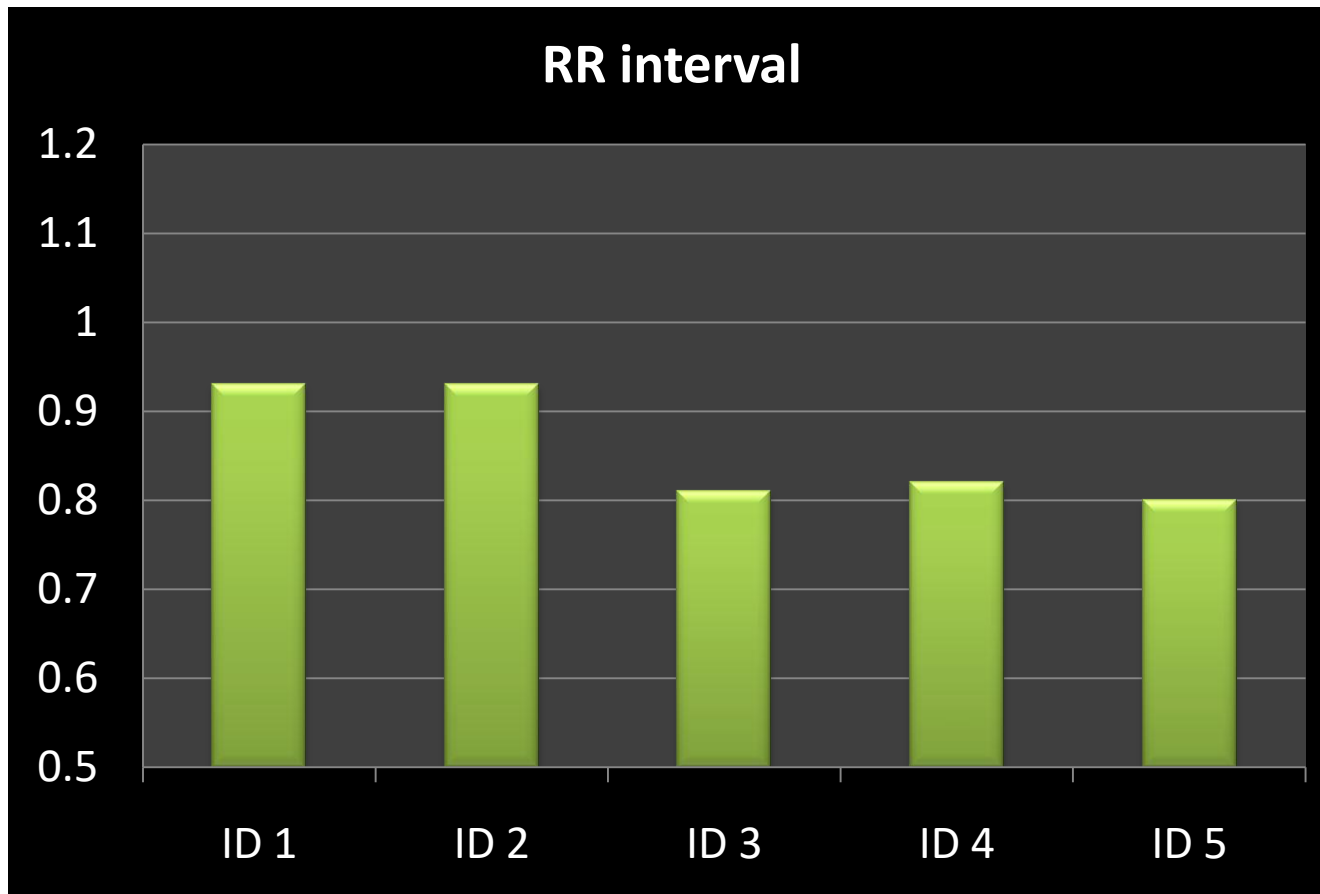
# RR interval: rezultat merenja



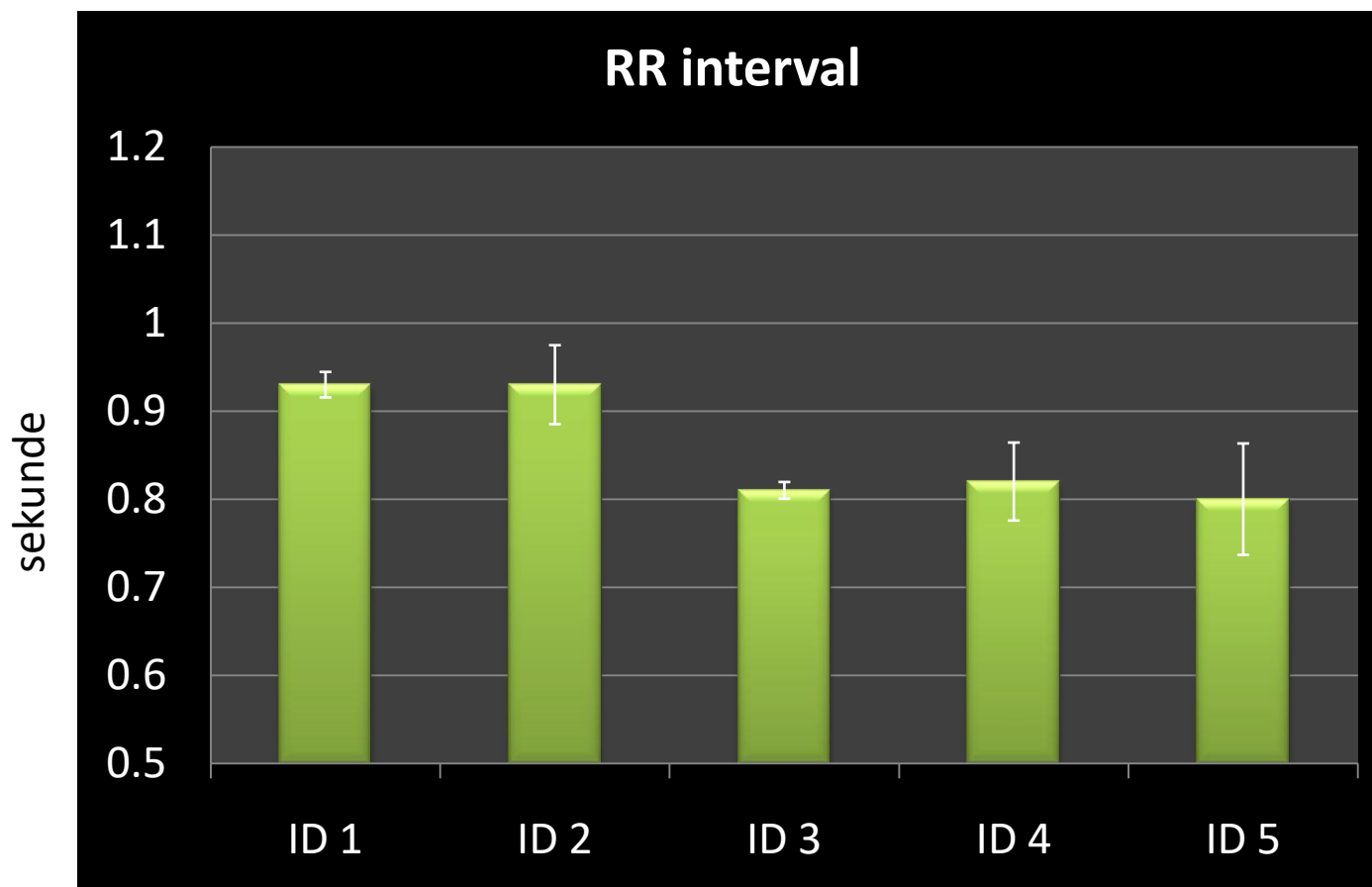
# Predstavljanje rezultata merenja: RR?

br. merenja	RR interval [s]				
	ID 1	ID 2	ID 3	ID 4	ID 5
1	1	1	0.8	0.6	0.6
2	0.9	1	0.8	0.7	0.6
3	0.9	1	0.8	0.8	0.6
4	0.9	0.6	0.8	1	1
5	1	1	0.8	1	1
6	0.9	1	0.8	1	1
7	0.9	1	0.8	0.7	1
8	0.9	1	0.9	0.8	1
9	0.9	0.7	0.8	0.9	0.6
10	1	1	0.8	0.7	0.6

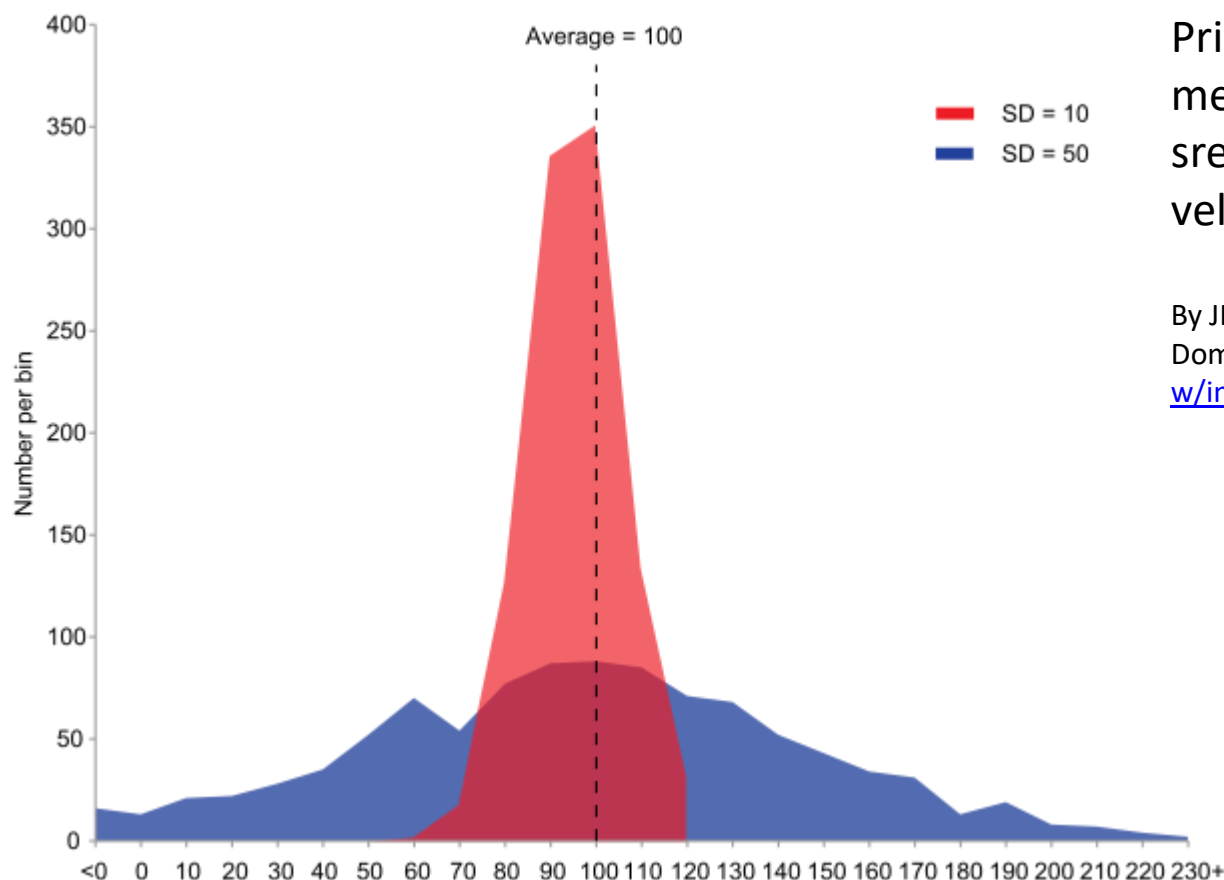
# RR interval: rezultat merenja ?



# Predstavljanje rezultata merenja: RR



# Predstavljanje rezultata merenja



Primer velikog broja merenja u dva slučaja za istu srednju vrednost merene veličine dat je na slici levo

By JRBrown - Own work, Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10777712>

Merna nesigurnost je neizostavni parametar rezultata merenja, jer sa sobom nosi informaciju o pojedinačnim merenjima – koju je nemoguće predstaviti isključivo preko srednje vrednosti merene veličine. Da bi se došlo do ovih merenja, potrebno je imati na raspolaganju odgovarajuće merne instrumente.

# DEMO MERENJE SA PROGRAMABILNOM INSTRUMENTACIJOM

# EKG i Arduino

01 Definicija merenja i merni instrumenti 2017 - Microsoft PowerPoint

Home Insert Design Animations Slide Show Review View Developer PDF Architect 4 Creator PDF Architect 5 Creator PDF Architect

analogReadBezKasnjnja | Arduino 1.8.3

File Edit Sketch Tools Help

analogReadBezKasnjnja

```
/*
AnalogReadSerial + BlinkWithoutDelay
kombinacijom ova dva koda nastao je ovaj jedan
ideja je da frekvencija odabiranja bude fiksna, odnosno
da se na svakih interval milisekundi šalje po jedan
odbirak na serijski port, a da se o
*/

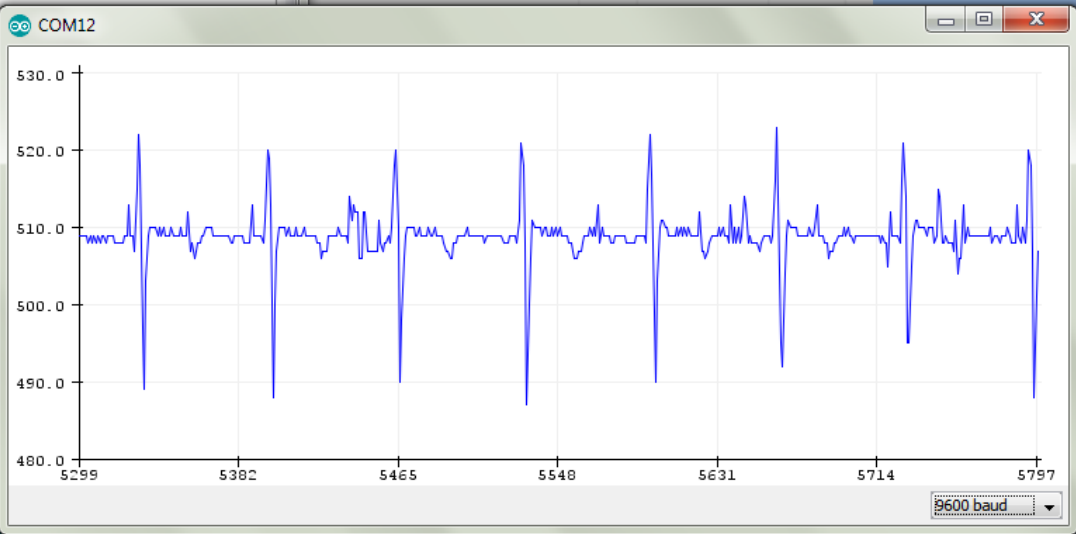
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 10; // ako je 10 // jednak 10

// the setup routine runs once when you open the IDE editor
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bauds
  Serial.begin(9600);

  // the loop routine runs over and over again forever
}

Done uploading.
Sketch uses 1858 bytes (5%) of program memory.
Global variables use 192 bytes (9%) of dynamic memory.
```

COM12



Click to add notes

Slide 1 of 38 "Office Theme" English (United States)

SR 67% 15:08 26.9.2017

# Zašumljeni EKG i Arduino

01 Definicija merenja i merni instrumenti 2017 - Microsoft PowerPoint

Home Insert Design Animations Slide Show Review View Developer PDF Architect 4 Creator PDF Architect 5 Creator PDF Architect

Paste Cut Copy Format Painter Clipboard New Slide

Slides Outline

1 O predmetu

2 MSR?

3

4 Kako se polaže MSR?

5

AnalogReadSerial | Arduino 1.8.3

File Edit Sketch Tools Help

AnalogReadSerial

```
/*
AnalogReadSerial
Reads an analog input on pin 0, prints the result to the serial
Graphical representation is available using serial plotter (Tools -> Serial Plotter)
Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the outside pins to +5V and ground.

This example code is in the public domain.

*/

// the setup routine runs once when you open the IDE editor
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bauds
  Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // convert the raw data to a voltage (0 to 5V):
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023);
  // print the output to the serial port:
  Serial.println(voltage);
}
```

Done uploading.

Sketch uses 1888 bytes (5%) of program memory. Global variables use 188 bytes (9%) of dynamic memory.

COM12

530.0  
520.0  
510.0  
500.0  
490.0

14222 14322 14422 14522 14622 14722

9600 baud

3. godina

5. semestar

Предмет	Статус	Часови (П+В+Л)	Кредити
Ојачавајућа рачунара 1	О	2+2+1	6

Click to add notes

Slide 1 of 38 "Office Theme" English (United States)

SR 15:02 26.9.2017

# EMG i Arduino

01 Definicija merenja i merni instrumenti 2017 - Microsoft PowerPoint

Home Insert Design Animations Slide Show Review View Developer PDF Architect 4 Creator PDF Architect 5 Creator PDF Architect

analogReadBezKasnjenja | Arduino 1.8.3

File Edit Sketch Tools Help

analogReadBezKasnjenja

```
/*
AnalogReadSerial + BlinkWithoutDelay
kombinacijom ova dva koda nastao je ovaj jedan
ideja je da frekvencija odabiranja bude fiksna, odnosno
da se na svakih interval milisekundi šalje po jedan
odbirak na serijski port, a da se o
*/

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 5; // ako je 10
// jednaka 10

// the setup routine runs once when you open the IDE and enter the Run menu
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bauds
  Serial.begin(9600);

  // the loop routine runs over and over again as long as the program is running
}

Done uploading.
Sketch uses 1858 bytes (5%) of program memory.
Global variables use 192 bytes (9%) of dynamic memory, leaving 808 bytes free.
```

COM12

Click to add notes

Slide 1 of 38 "Office Theme" English (United States)

67%

15:12 26.9.2017

# How to?

https://www.circuito.io/app?components=512,10168,11021

circuito.io

Parts 5

GO TO PRO

Connectivity/IoT Power Supplies

ATmega328P

DHT22/11 Humidity and Temperature Sensor

Servo - Generic Continuous Rotation (Micro Size)

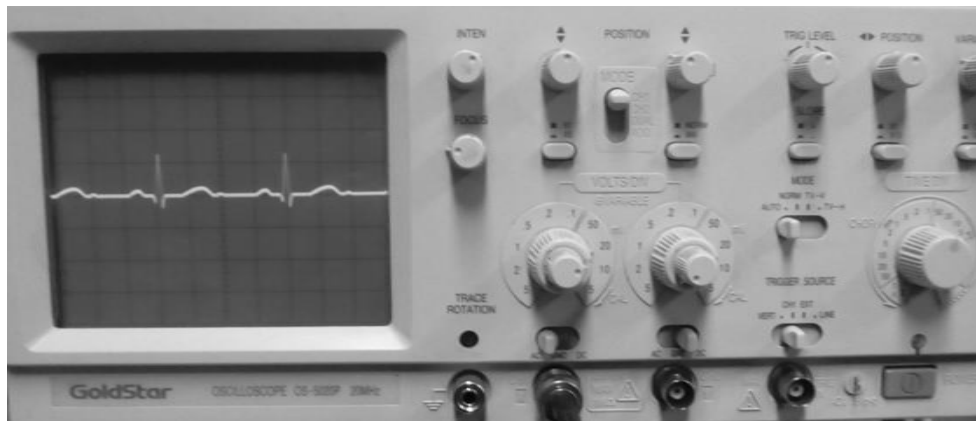
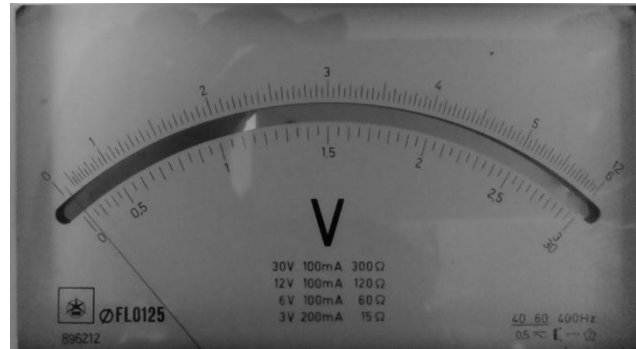
Continuous Rotation Micro Servo - FS90R

Arduino Uno

This website uses cookies to improve your experience. I Understand

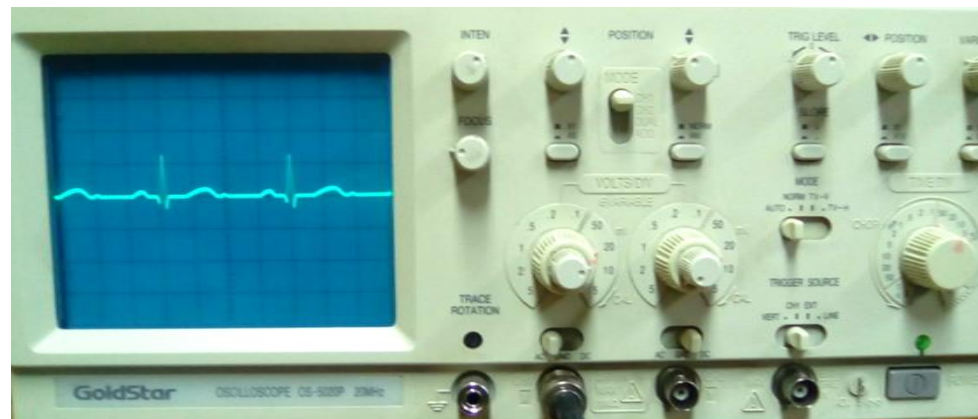
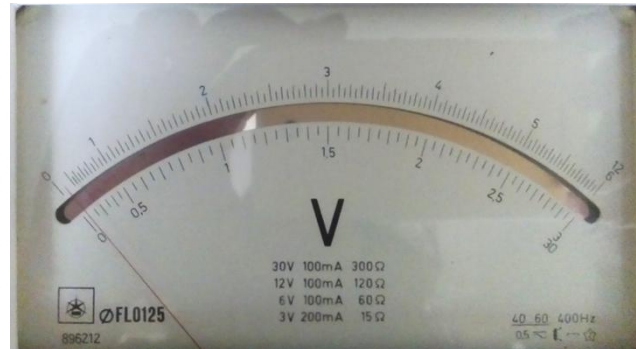


# Merni instrumenti



Najčešće korišćeni klasični instrumenti koje ćete imati prilike da vidite i da merite sa njima su: osciloskop, multimeter, LCR metar, ampermetar i voltmetar. Važno je poznavati princip rada osnovnih mernih instrumenata za njihovo pravilno korišćenje (i digitalni i analogni instrumenti koriste iste fizičke principe). **Cilj predmeta nije poznavanje specifičnih instrumenata, već usvajanje generalnih principa.**

# Merni instrumenti



Najčešće korišćeni klasični instrumenti koje ćete imati prilike da vidite i da merite sa njima su: osciloskop, multimeter, LCR metar, ampermetar i voltmetar. Važno je poznavati princip rada osnovnih mernih instrumenata za njihovo pravilno korišćenje (i digitalni i analogni instrumenti koriste iste fizičke principe). **Cilj predmeta nije poznavanje specifičnih instrumenata, već usvajanje generalnih principa.**

# Merenja u praksi



Na vežbama: principi električnih instrumenata sa primerima ispitnih zadataka

A sada kratak film kako izgledaju merenja u praksi.

Film je preuzet sa edX kursa pod nazivom "Observation Theory: Estimating the Unknown", Delft University of Technology, (TU Delft), Netherlands

# PSSOH 26.10.2019.



Primena slobodnog softvera i otvorenog hardvera na ETF-u, <http://pssoh.etf.bg.ac.rs/>.