

Merni sistemi u računarstvu, <http://automatika.etf.rs/sr/13e053msr>

# Merni instrumenti i osnove analognih instrumenata

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

Prezentacija za ovo predavanje je delimično pokrivena udžbenikom  
“Metode i instrumentacija za električna merenja”, DOI [10.5281/zenodo.1335250](https://doi.org/10.5281/zenodo.1335250)

|     |       |       |
|-----|-------|-------|
| 30V | 100mA | 300 Ω |
| 12V | 100mA | 120 Ω |
| 6V  | 100mA | 60 Ω  |
| 3V  | 200mA | 15 Ω  |



FL0125

96212

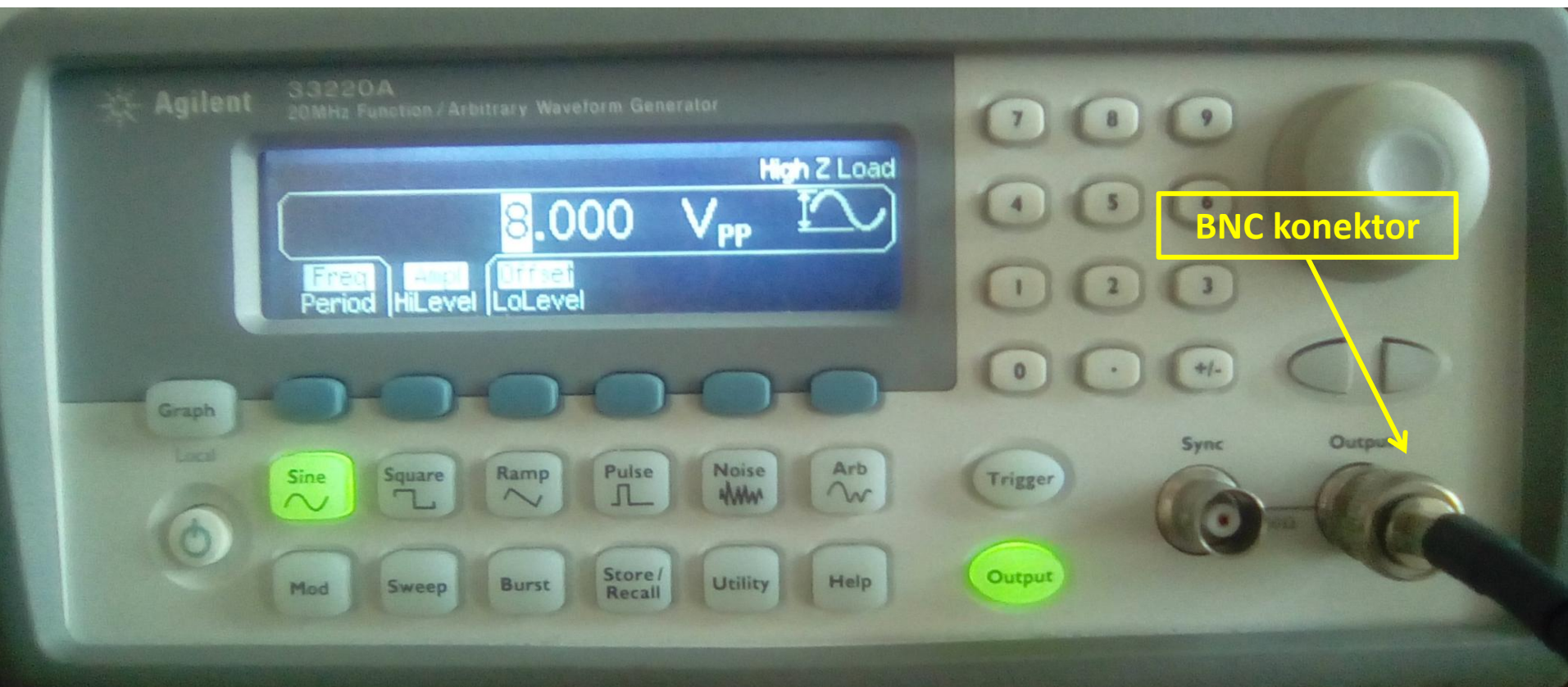
40 60 400H  
0.5 ~ [ ] →

LABORATORIJSKA OPREMA  
GENERISANJE ELEKTRIČNIH SIGNALA

# Naponski AC generatori

- U prvoj laboratorijskoj vežbi pod nazivom “Merenja na analognom osciloskopu”, studenti i studentkinje će imati prilike da rade sa AC naponskim generatorima. Neki su imali prilike da rade sa ovim instrumentima ...
- Zadaci su orijentisani ka merenju osnovnih parametara na analognom osciloskopu. Studenti i studentkinje bi trebalo da su spremni za rad sa osciloskopom ako su odslušali predavanja i uradili zadatke na vežbama.
- Kako bi pravilno uradili lab. vežbe, potrebno je da znate da koristite naponske generatore.
- Kako u laboratoriji ne postoji 4 istih generatora, to će biti prilike da se u praksi susretnete sa raznim proizvođačima i generatorima.
- Pisati lab. uputstvo za takve instrumente pogotovu za njihovu upotrebu na predmetu 13E053MSR ravno je pisanju uputstava za korišćenje “pametnih” mobilnih telefona, pa su zato ovde dati samo osnovni elementi/parametri naponskih generatora.
  - Za rad u laboratoriji i detaljne karakteristike instrumenata pogledati *Datasheet*-ove proizvođača.

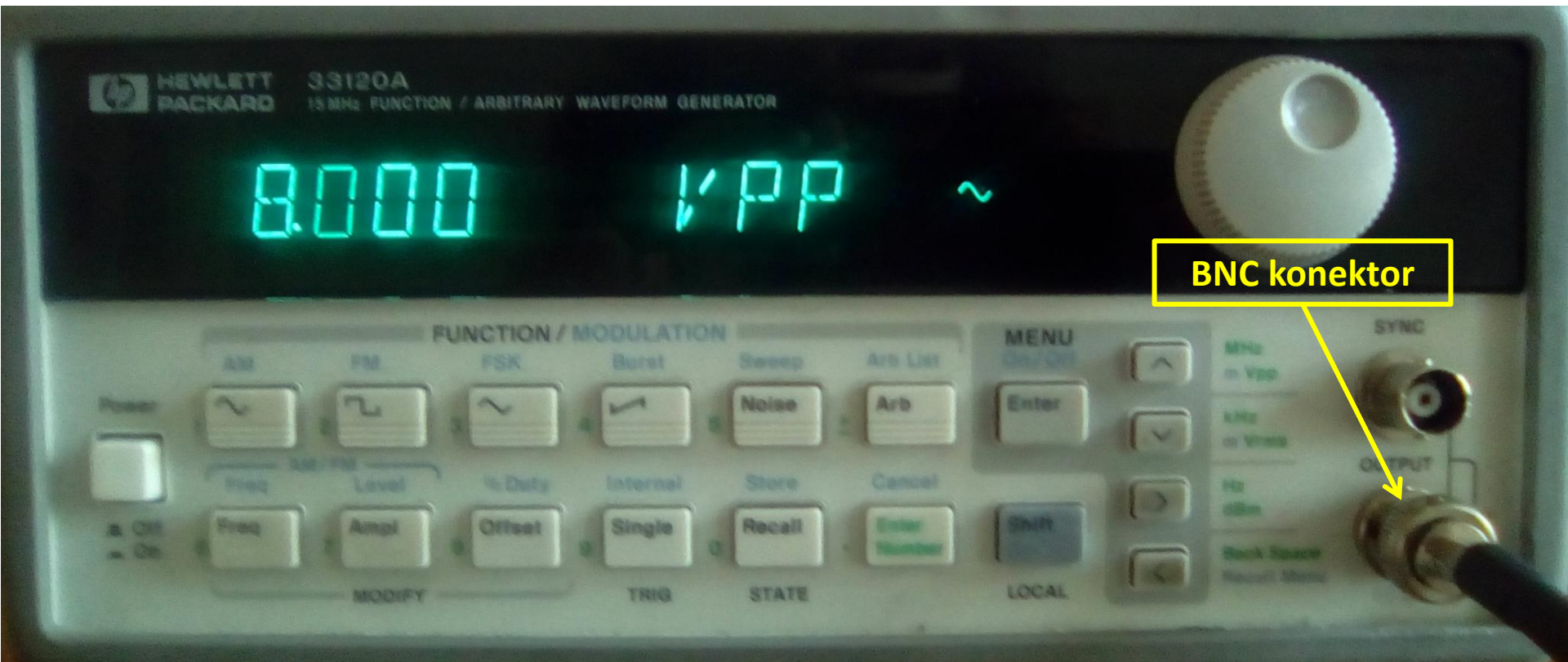
# Generator #1



Agilent 33220A, now acquired by Keysight Technologies

Omogućeno je podešavanje amplitude, frekvencije i ofeta (srednje vrednosti) za naponski signal. Dodatno, moguć je odabir oblika signala na izlazu (*sine, square, ramp, ...*). *Arb* (od eng. *arbitrary*) opcija omogućava proizvoljno definisanje talasnog oblika (ovde podrazumevano EKG signal). Kada je *Output* uključen (kao na slici) onda je signal je izlazu.

# Generator #2

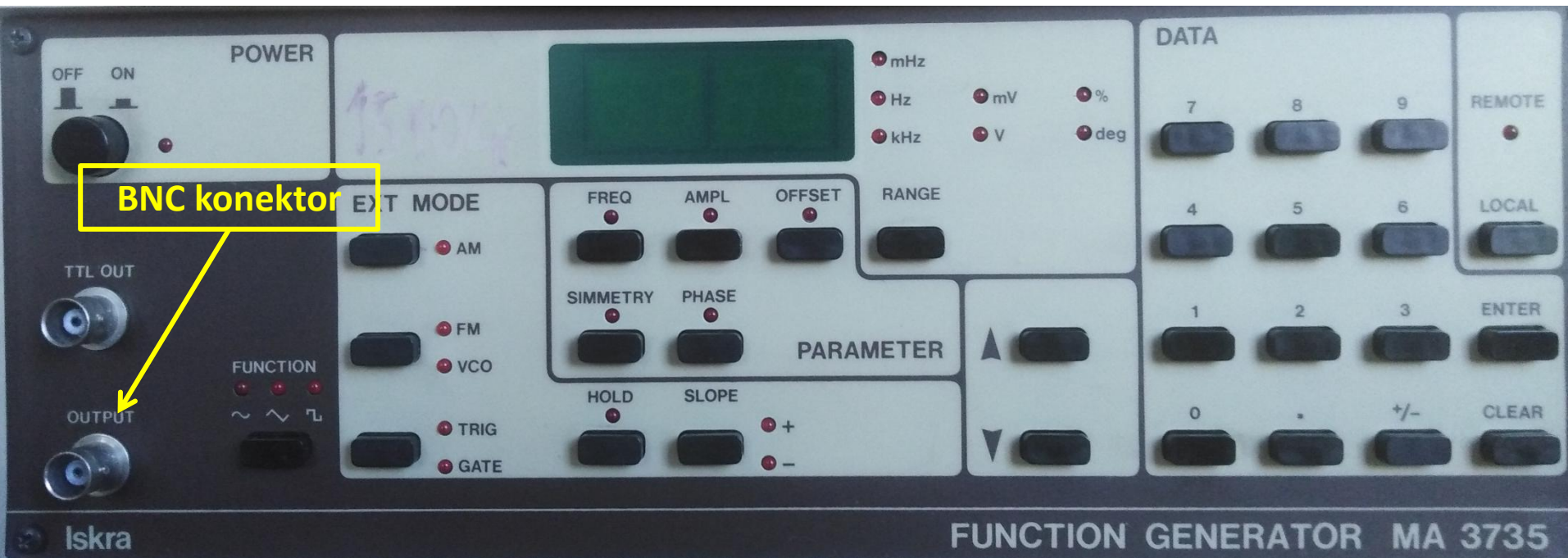


Hewlett Packard 33120A

Omogućeno je podešavanje amplitude, frekvencije i ofseta (srednje vrednosti) za naponski signal. Dodatno, moguć je odabir oblika signala na izlazu (*sine, square, ramp, ...*). Arb (od eng. *arbitrary*) opcija omogućava proizvoljno definisanje talasnog oblika.



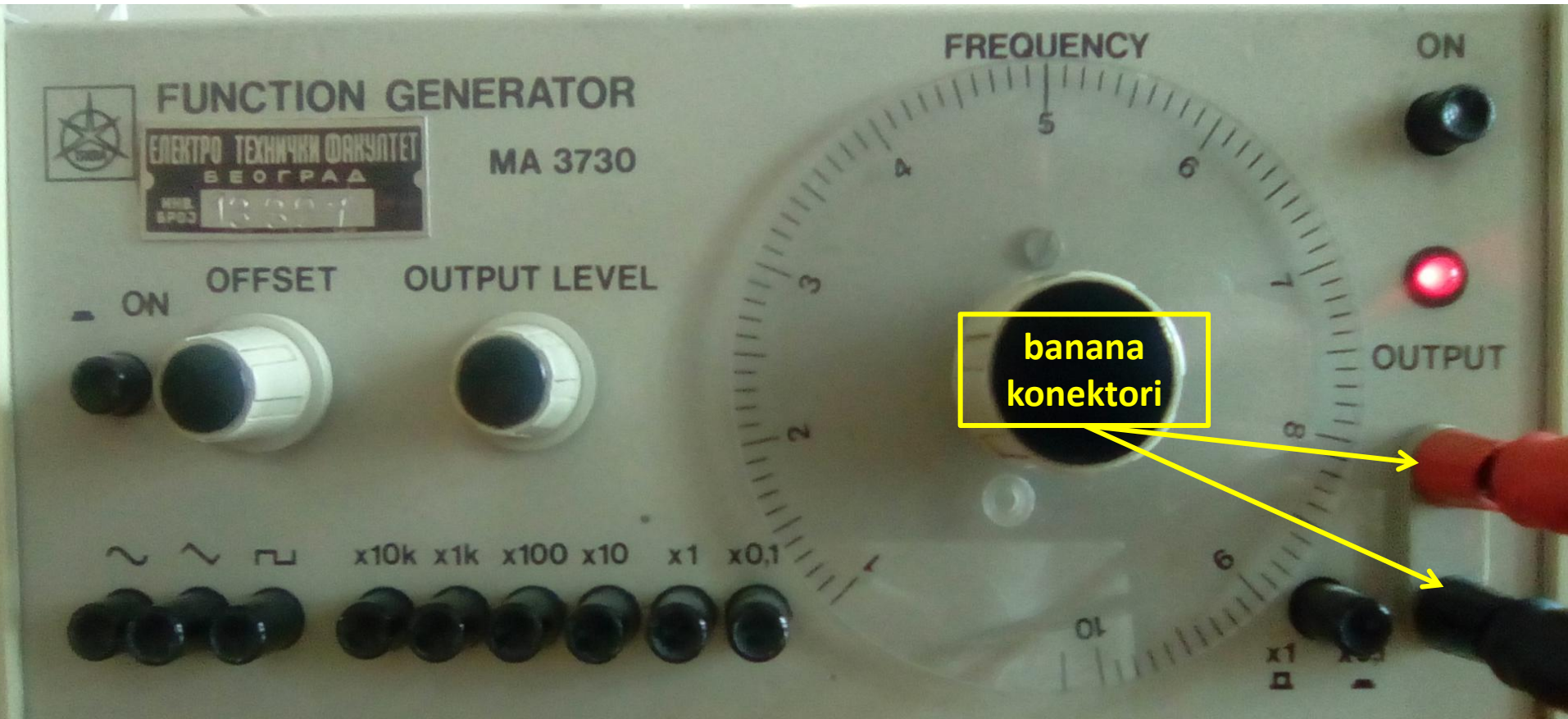
# Generator #3 (možda ne ove godine)



Iskra MA 3735

Omogućeno je podešavanje amplitude, frekvencije i ofseta (srednje vrednosti) za naponski signal. Dodatno, moguć je odabir oblika signala na izlazu (*sine, square, ramp*).

# Generator #4 (možda ne ove godine)

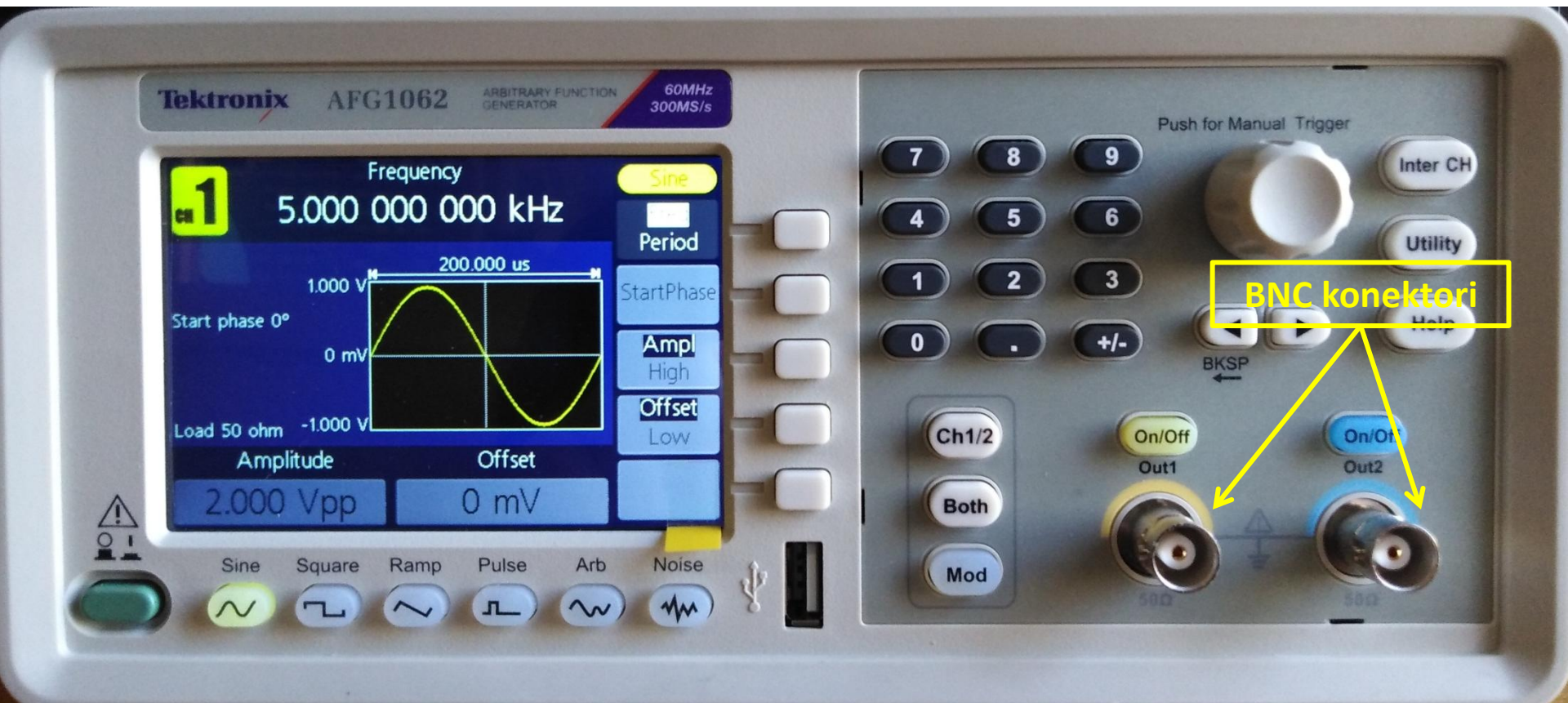


Iskra MA 3730

Omogućeno je podešavanje amplitude, frekvencije i ofseta (srednje vrednosti) za naponski signal. Dodatno, moguć je odabir oblika signala na izlazu (*sine*, *square*, *ramp*). Ne postoji indikator amplitude signala i ofseta, ali postoji prekidač za skaliranje napona (pored banana konektora na slici).



# Generator #5



Tektronix AFG1062

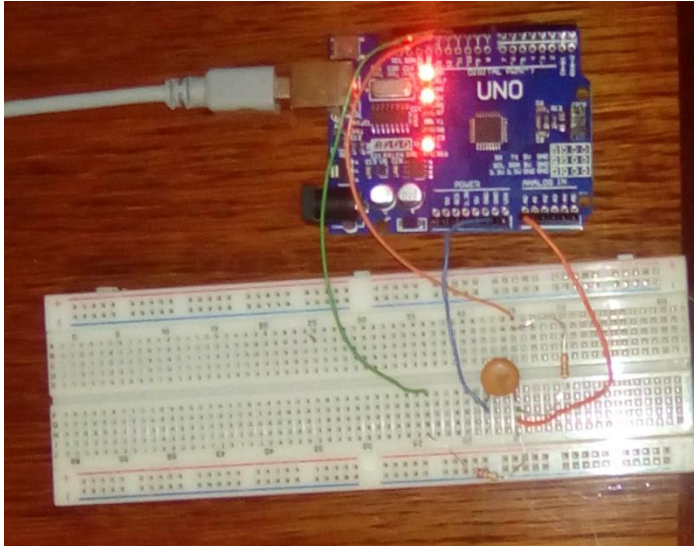
Omogućeno je podešavanje amplitude, frekvencije i ofseta (srednje vrednosti) za naponski signal. Dodatno, moguć je odabir oblika signala na izlazu. Ovaj instrument ima mogućnost 2D prikaza signala na ekranu i istovremeno generisanje dva izlaza (Out1 i Out2).



# Generator #6, ...

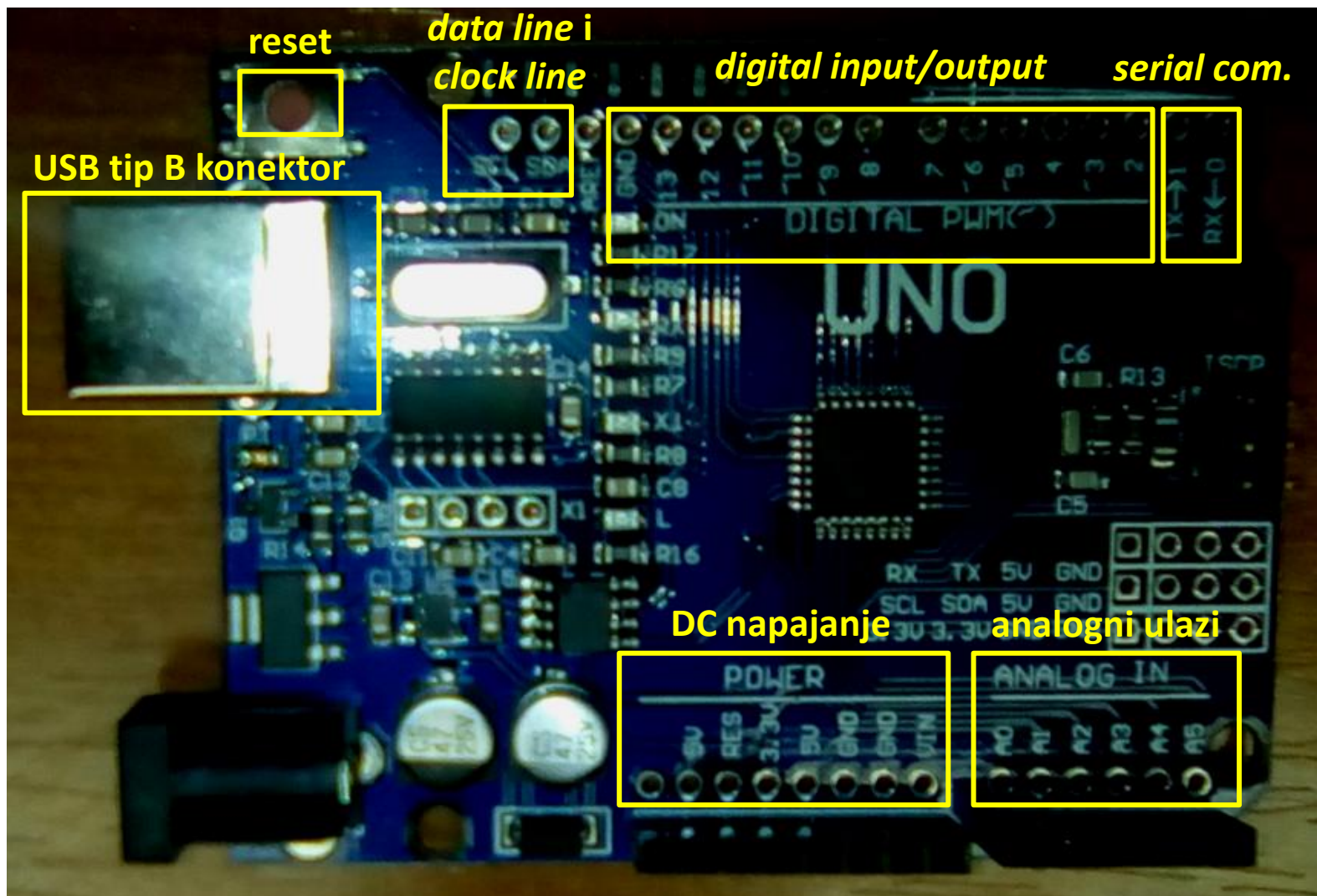
Sećate se, instrumenti se menjaju, ali principi ostaju isti?

# Programabilna instrumentacija



- Iako nije predmet druge lab. vežbe, UNO kontrolerska pločica ili mikrokontrolerska PCB (eng. *Printed Circuit Board*) će biti korišćena u drugoj lab. vežbi za potrebe generisanja digitalnog signala.
- Povezivanje ove pločice sa računarom se vrši preko USB kabla (konektor tipa A na konektor tipa B) kao na slici.
- UNO sadrži analogne ulaze, digitalne izlaze i ulaze, DC napajanje (3.3 V i 5 V) – pogledati sliku
- Upravljanje ovom instrumentacijom tj. programiranje se vrši preko Arduino softvera (<https://www.arduino.cc/>).

# UNO: raspored osnovnih pinova





# PWM?

- PWM (eng. *Pulse Width Modulation*), [https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width\\_modulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-width_modulation) je tehnika modulacije koja se koristi da bi se enkodirala “poruka” u digitalni signal.
- Kod ovih signala se kontroliše faktor ispunjenost impulsa  $dt$  (eng. *duty cycle*).
- Može se koristiti i za kontrolu snage kod električnih uređaja. Manji  $dt$  odgovara manjoj snazi, a veći  $dt$  odgovara većoj snazi.
- Za kontrolu  $dt$  može se koristiti i potencijometar.

# Arduino kod

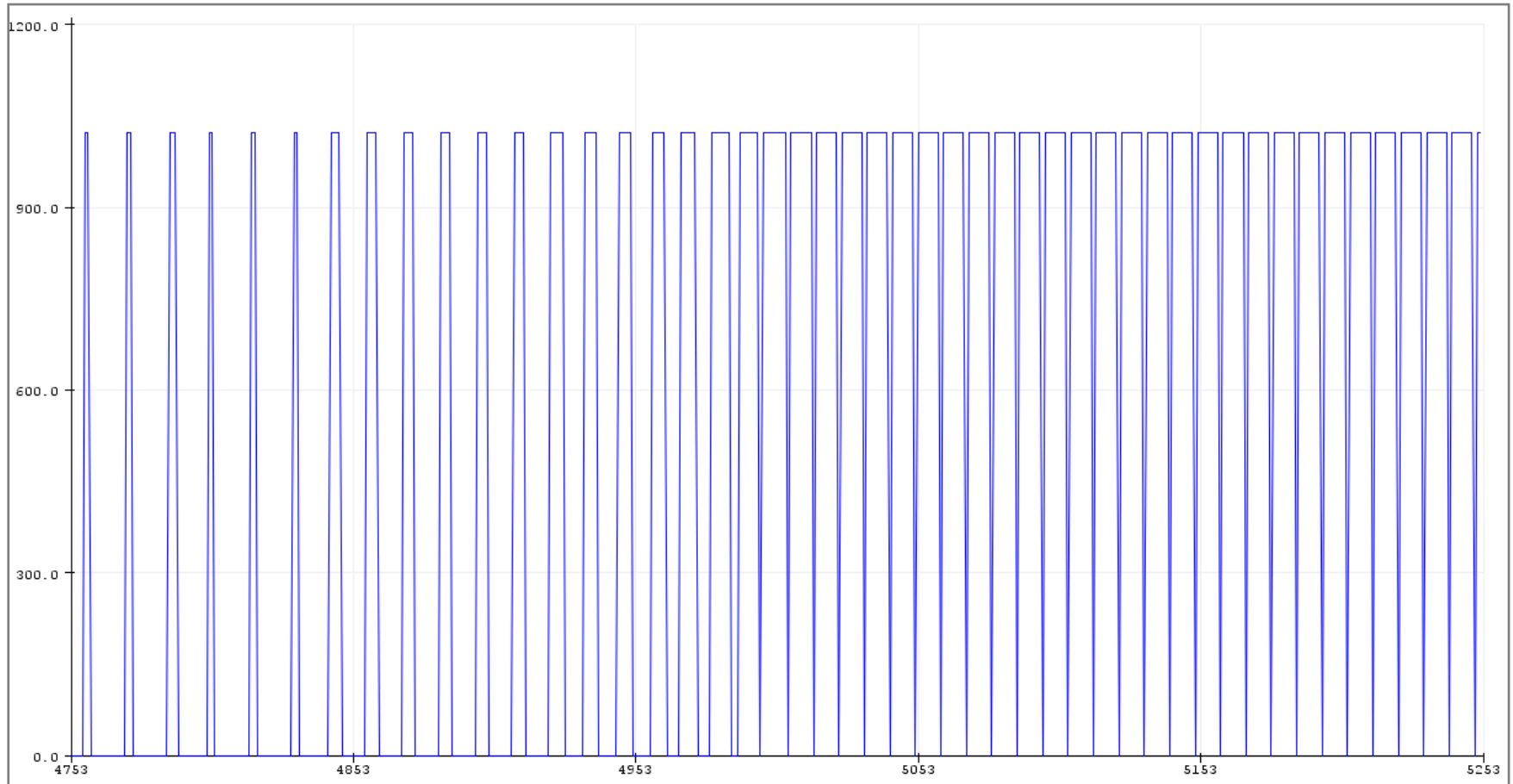
```
// These constants won't change. They're used to give names
// to the pins used:
const int analogInPin = A0; // Analog input pin that the potentiometer is attached to
const int analogOutPin = 9; // Analog output pin that the LED is attached to
int sensorValue = 0; // value read from the pot
int outputValue = 0; // value output to the PWM (analog out)
unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 1; // vrednost periode u ms

void setup() {
  Serial.begin(9600); // initialize serial communications at 9600 bps:
}

void loop() {
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;
    sensorValue = analogRead(analogInPin); // read the analog in value:
    outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 255); // map it to the range of the analog out:
    analogWrite(analogOutPin, outputValue); // change the analog out value:
    int sV = analogRead(A1); // izlaz iz dig. pina 9 je povezan za A1
    Serial.println(sV);
  }
}
```

- Kod je preuzet i dodatno modifikovan sa: <http://www.arduino.cc/en/Tutorial/AnalogInOutSerial> (modified and inspired by Tom Igoe).
- Na slici je prikazan kod koji omogućava prikaz PWM na pinu 9.

# Lab. 2



- Na slici je prikazan izgled digitalnog izlaza na UNO pločici.
- Primećuje se kontinualna promena položaja potenciometra (otpornika promenljive otpornosti) kojim se podešava širina pulsa tj. faktor ispunjenosti impulsa.
- U lab. vežbi 2 se ovaj signal posmatra na digitalnom osciloskopu i vrše se odgovarajuća merenja.



ANALOGNI MERNI INSTRUMENTI  
*GENTLE INTRODUCTION*

# Ampermetar i voltmetar

- Idealan ampermetar ima unutrašnju otpornost  $R_A$  jednaku nuli, a idealan voltmetar ima unutrašnju otpornost  $R_V$  koja je beskonačna.
- Međutim, to nije osobina realnih instrumenata. Zato je potrebno da se zadovolje određena praktična ograničenja tj. da  $R_A$  bude što je moguće manje, a  $R_V$  što je moguće veće.
- U električnim kolima, voltmetar se aproksimira otvorenom vezom, a ampermetar kratkim spojem, zato se:
  - ampermetar vezuje u kolo redno, a
  - voltmetar paralelno.

# DMM



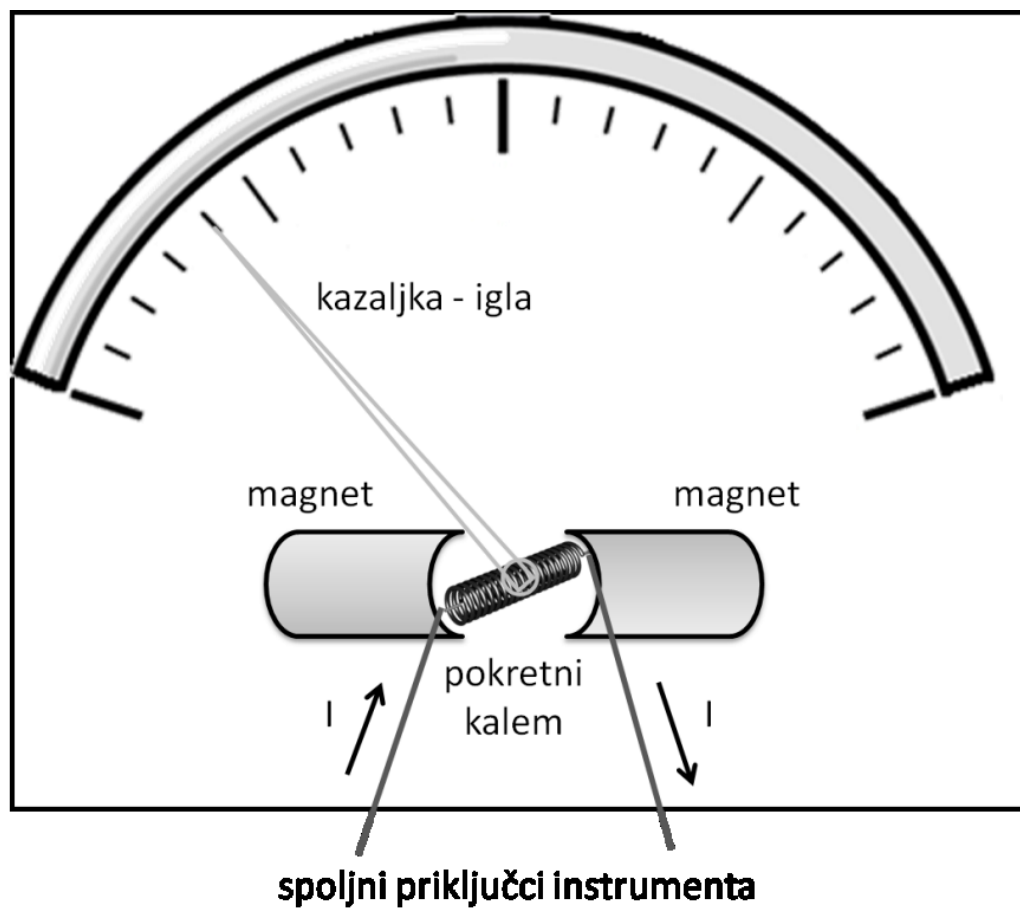
- Najčešće se ampermetri i voltmetri koriste u okviru DMM (eng. *Digital Multi-Meter*) instrumenata i prikaz struje i napona je numerički na ekranu instrumenta.
- Međutim, vrednost struje i napona može se očitati i na displeju sa kazaljkom i graduisanom skalom.
- Na slici je prikazan ALCRON DT-68 digitalni multimeter.



# Analogni vs. digitalni instrumenti

- Princip rada instrumenata može biti:
  - elektro-mehanički (analogni instrumenti) ili
  - elektronski (digitalni instrumenti).
- Osnovna prednost analognih instrumenata: nema dodatnog izvora napajanja
- Osnovna prednost digitalnih instrumenata: karakteristike su bolje u pogledu tačnosti (tzv. klasa tačnosti) i ulazne otpornosti (bliže su idealnim u odnosu na analogne instrumente)
- Postoji više realizacija elektro-mehaničkih instrumenata:
  - sa pokretnim kalemom (na MSR i u udžbeniku),
  - sa pokretnim gvožđem (na MSR i u udžbeniku),
  - sa pokretnim magnetom,
  - sa unakrsnim kalemima,
  - elektrodinamički,
  - elektrostatički i
  - termoelektrični.

# Instrument sa pokretnim kalemom



- Slika instrumenta sa pokretnim kalemom iz MIEM udžbenika.
- Nastavljamo sledeće nedelje ...