




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

Merni instrumenti i osnove analognih instrumenata (2020)

Vanredni profesor dr Nadica Miljković, kabinet 68, 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	300Ω
12V	100mA	120Ω
6V	100mA	60Ω
3V	200mA	15Ω

40 60 400H
0.5   



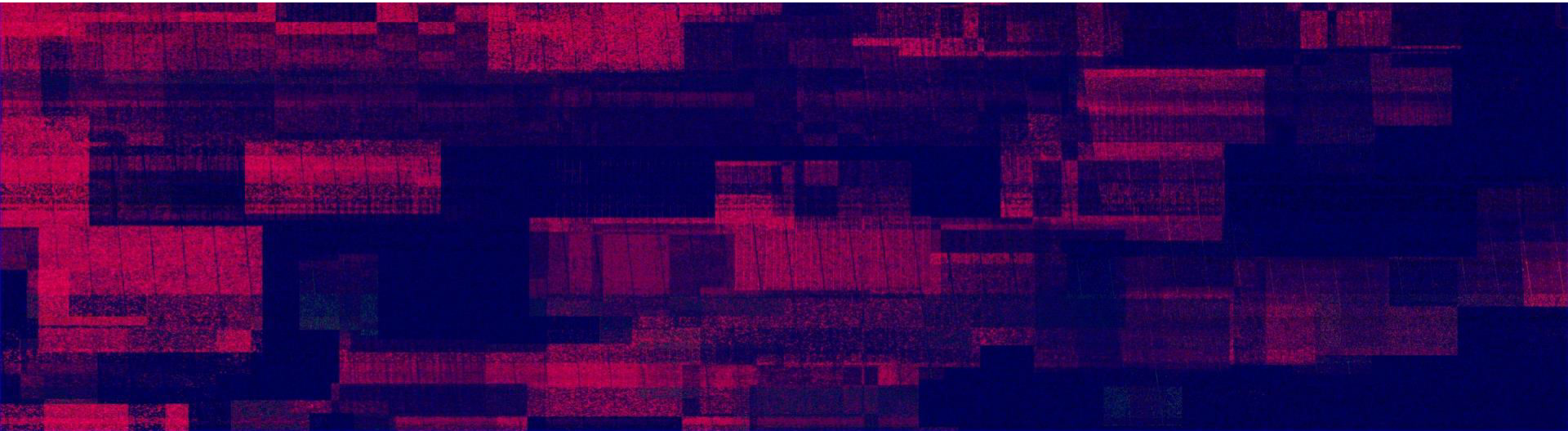
FL0125

96212

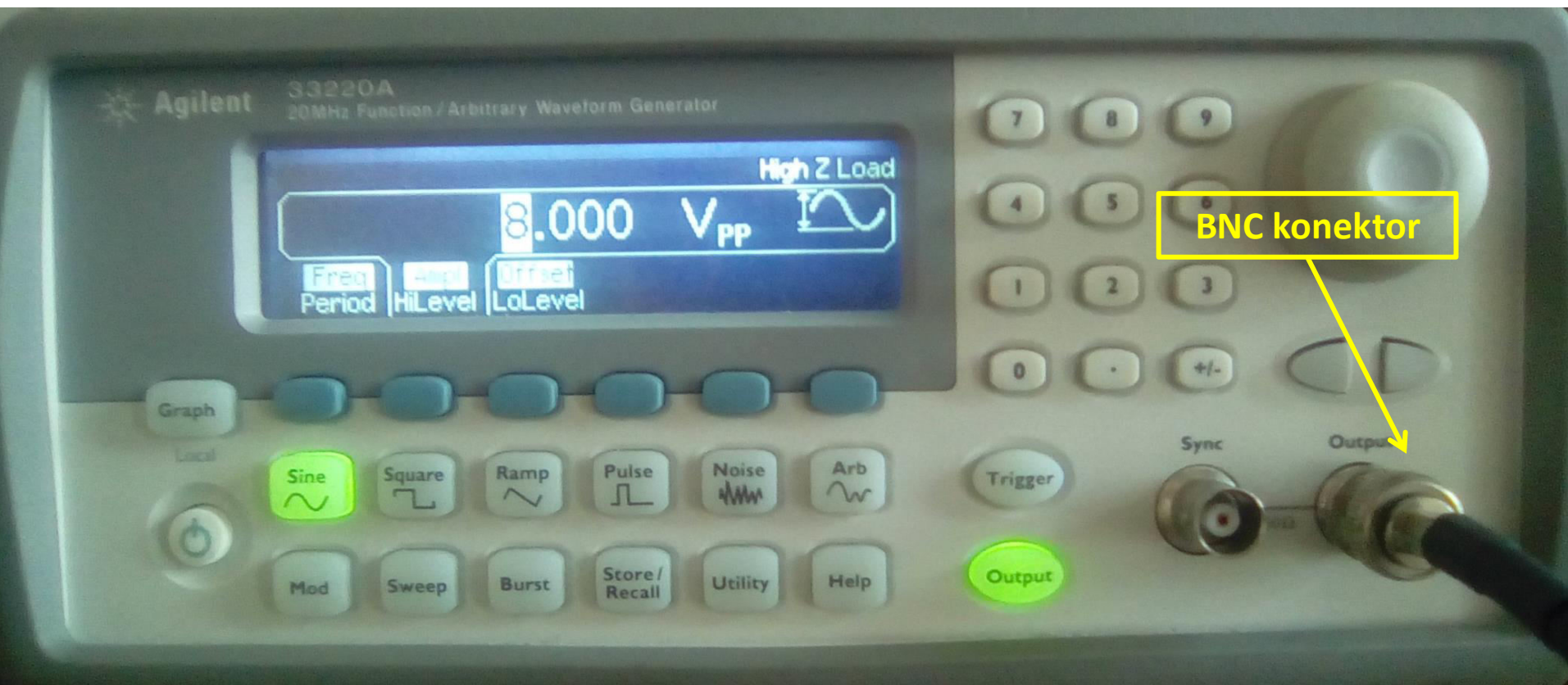
LABORATORIJSKA OPREMA
GENERISANJE ELEKTRIČNIH SIGNALA

Naponski AC generatori

- Kratak pregled laboratorijskih generatora je dat.
- 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.
 - Detaljne karakteristike instrumenata pogledati *Datasheet*-ove proizvođača.



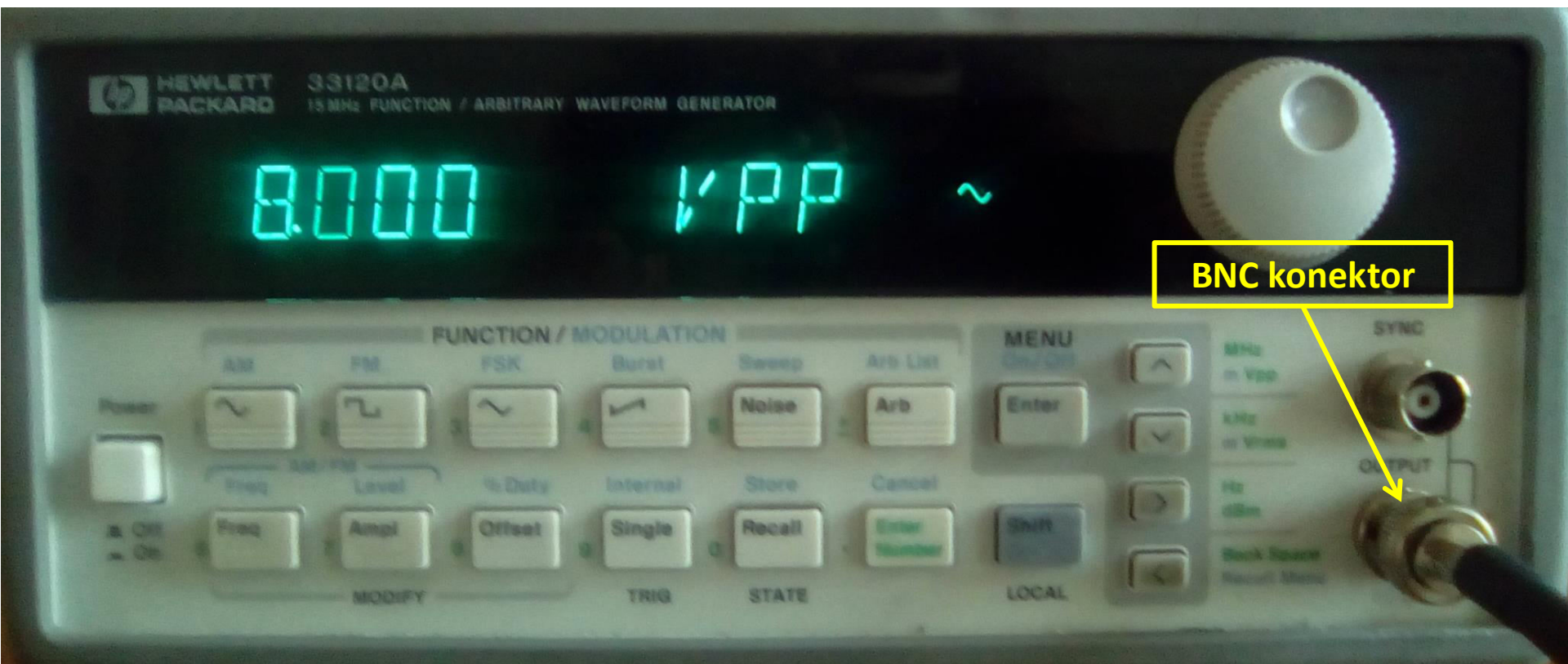
Generator #1



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.

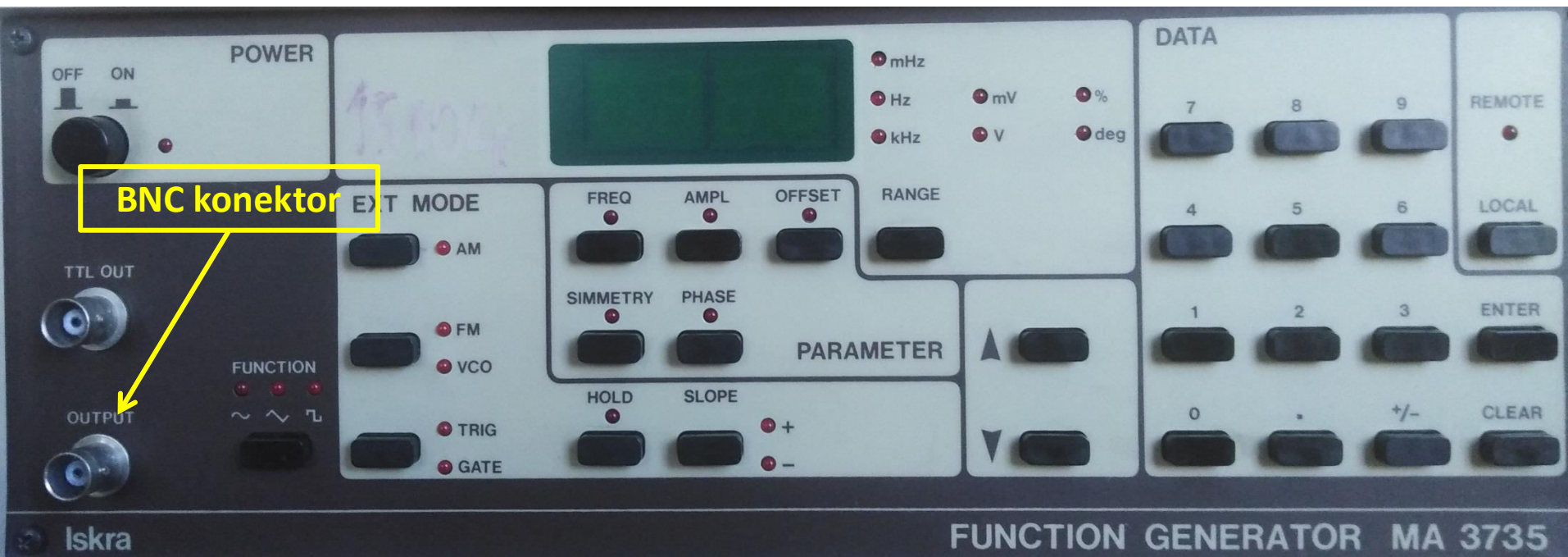
Generator #2



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*).

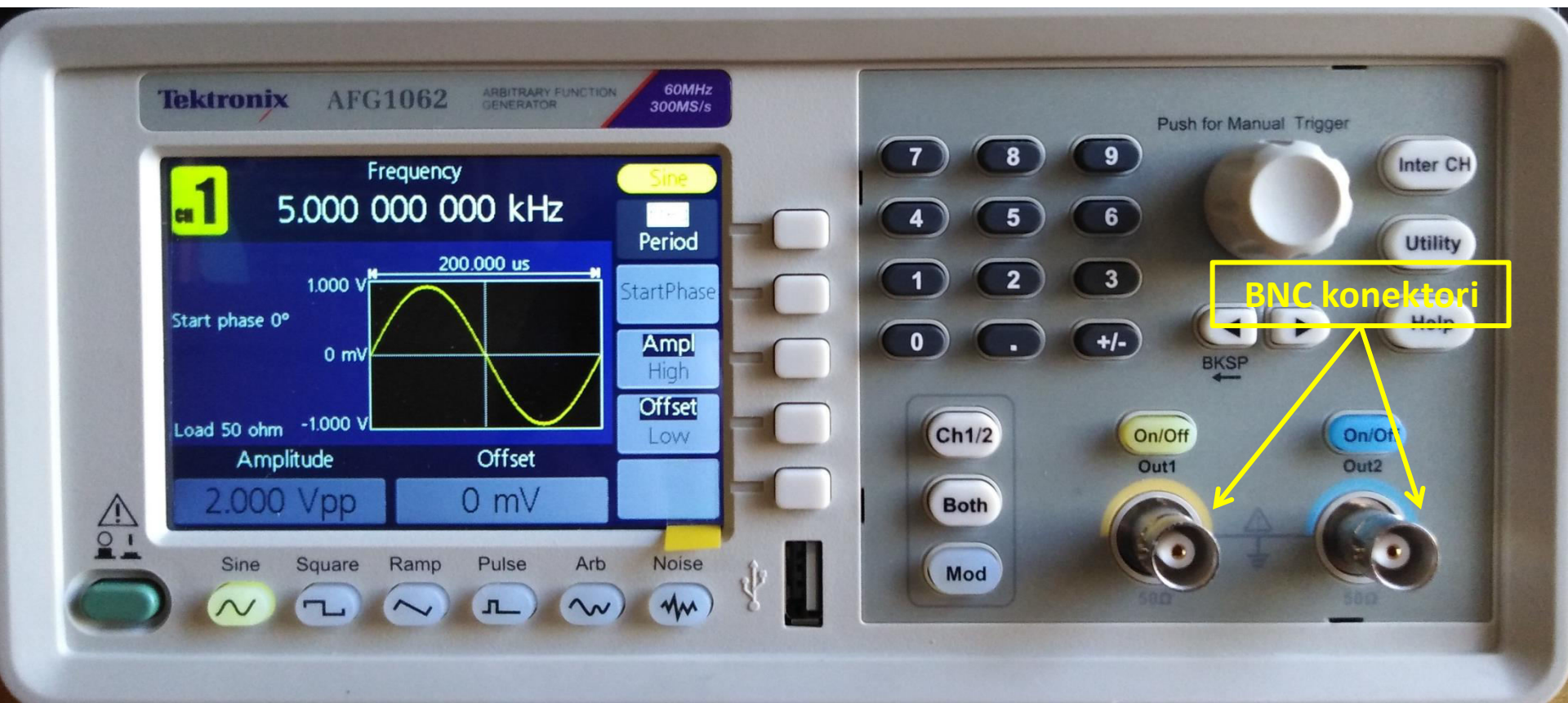
Generator #4 (možda ne ove godine)



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).

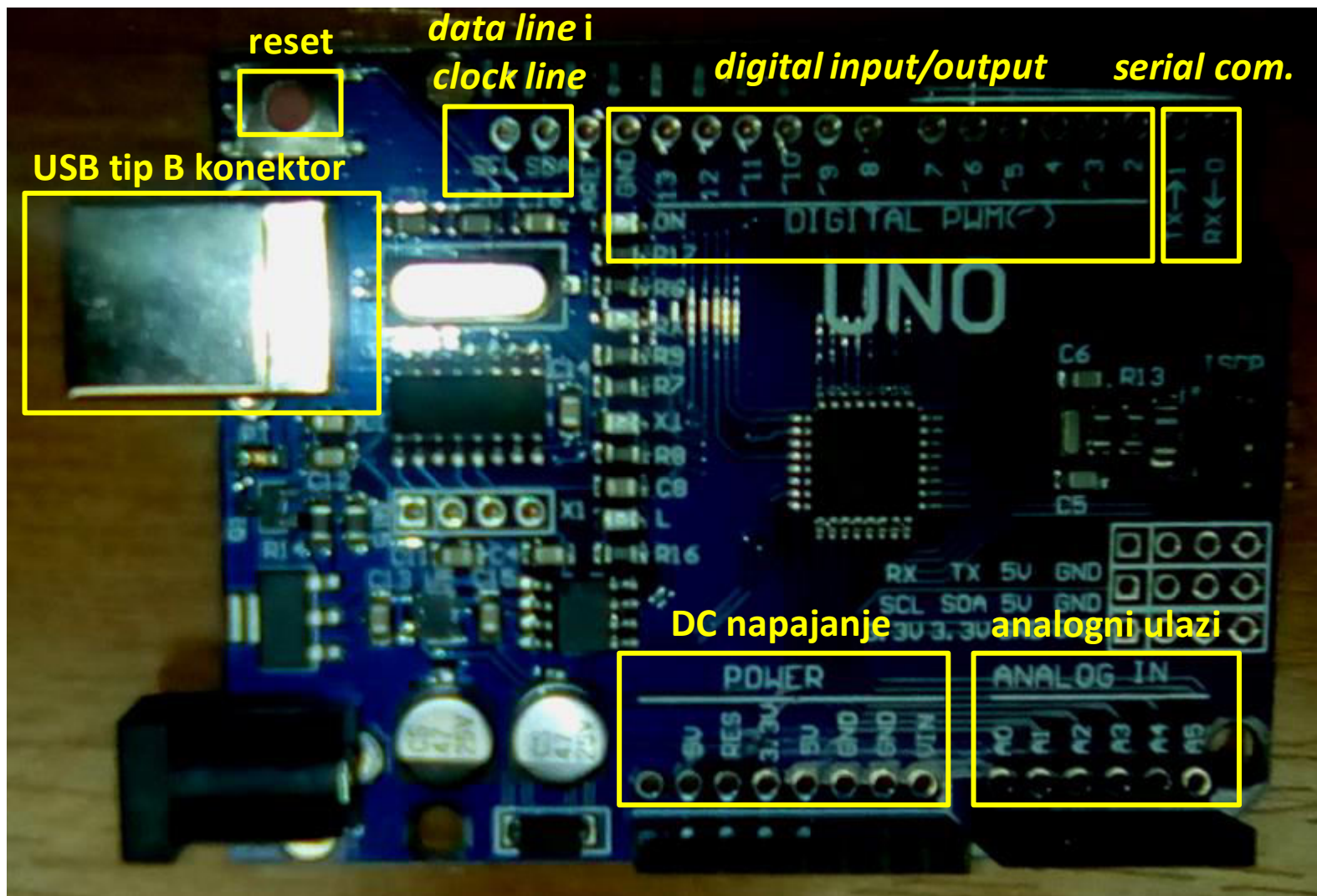
Generator #6, ...

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 laboratorijskim vežbama.
- Povezivanje ove pločice sa računarom se vrši preko USB kabla (konektor tipa A na konektor tipa B).
- 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 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

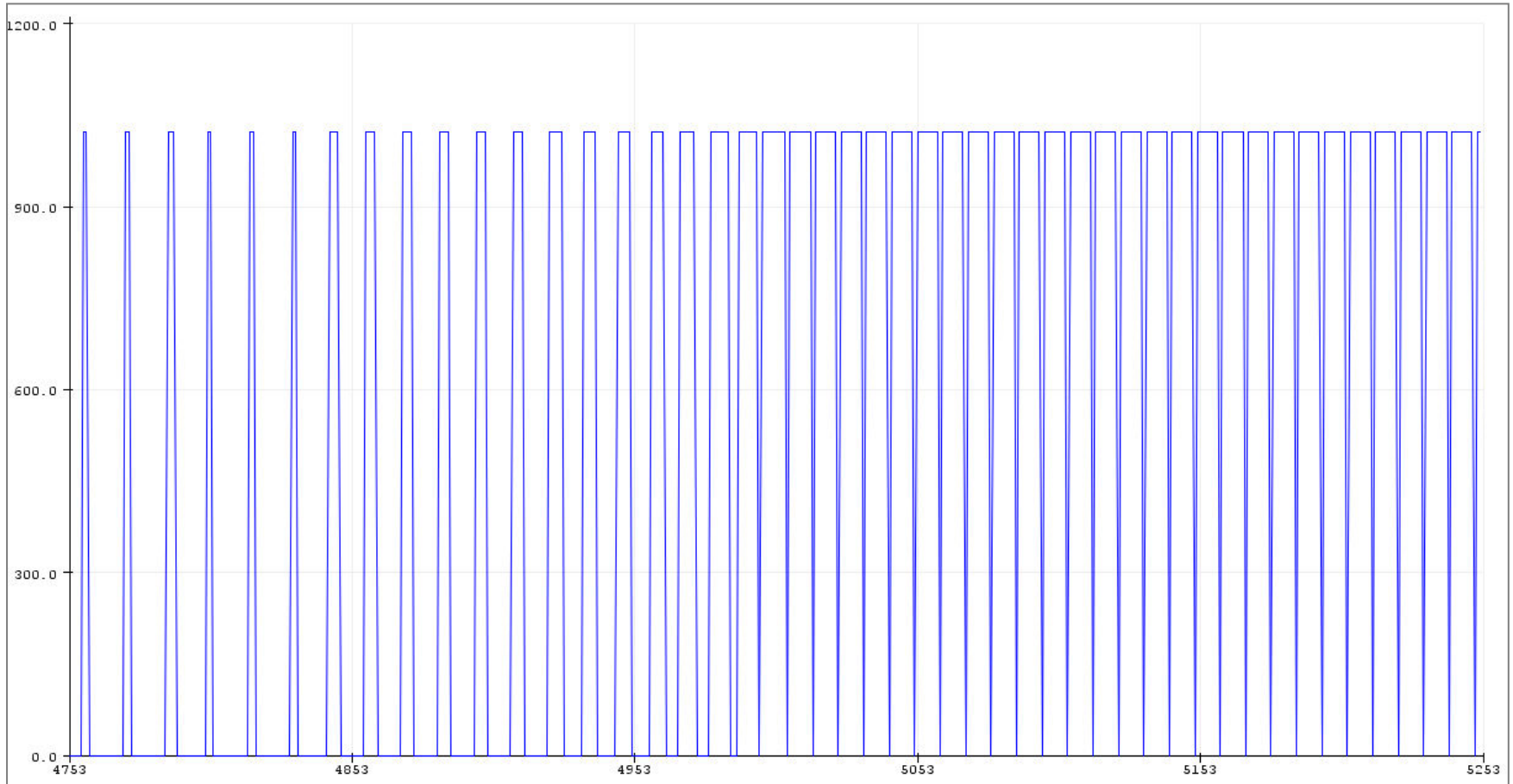
```
// These constants won't change. They're used to give names
// to the pins used:
const int analogInPin = A0; // Analog input pin that the potentiometer is attached to
const int analogOutPin = 9; // Analog output pin that the LED is attached to
int sensorValue = 0; // value read from the pot
int outputValue = 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 potencimetra (otpornika promenljive otpornosti) kojim se podešava širina pulsa tj. faktor ispunjenosti impulsa.

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

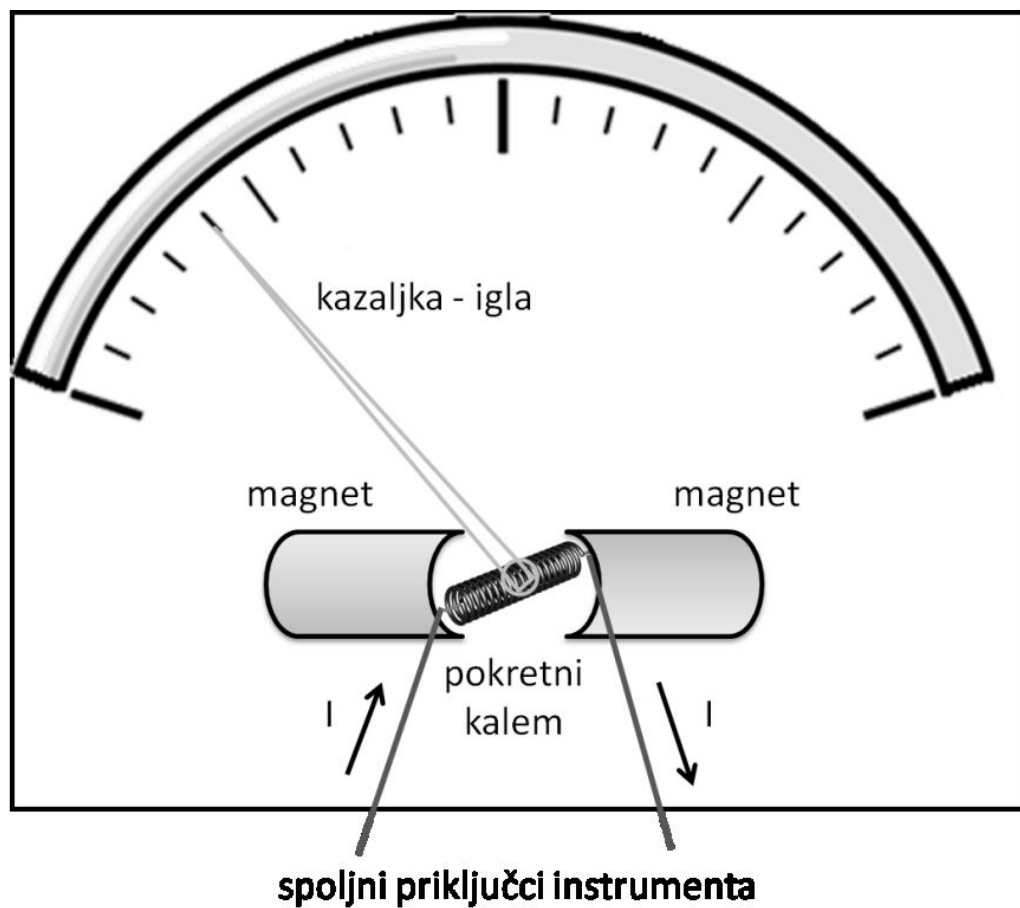


- Najčešće se ampermetri i voltmetri koriste u okviru DMM (eng. *Digital Multi-Meter*) instrumenata i prikaz struje i napona je numerički na ekranu instrumenta.
- Međutim, vrednost struje i napona može se očitati i na displeju sa kazaljkom i graduisanom skalom.
- Na slici je prikazan ALCRON DT-68 digitalni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