

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

Merni instrumenti i osnove analognih instrumenata (2023)

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

40...60...400H
0.5 \approx $\left[\right]$ \rightarrow \star



FL0125

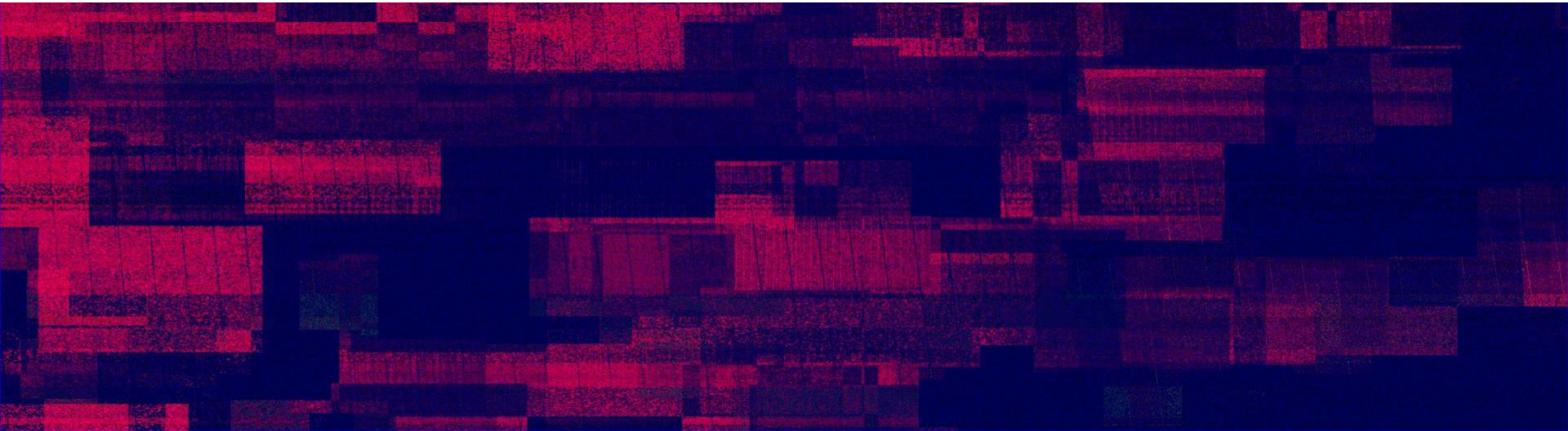
96212

LABORATORIJSKA OPREMA
GENERISANJE ELEKTRIČNIH SIGNALA

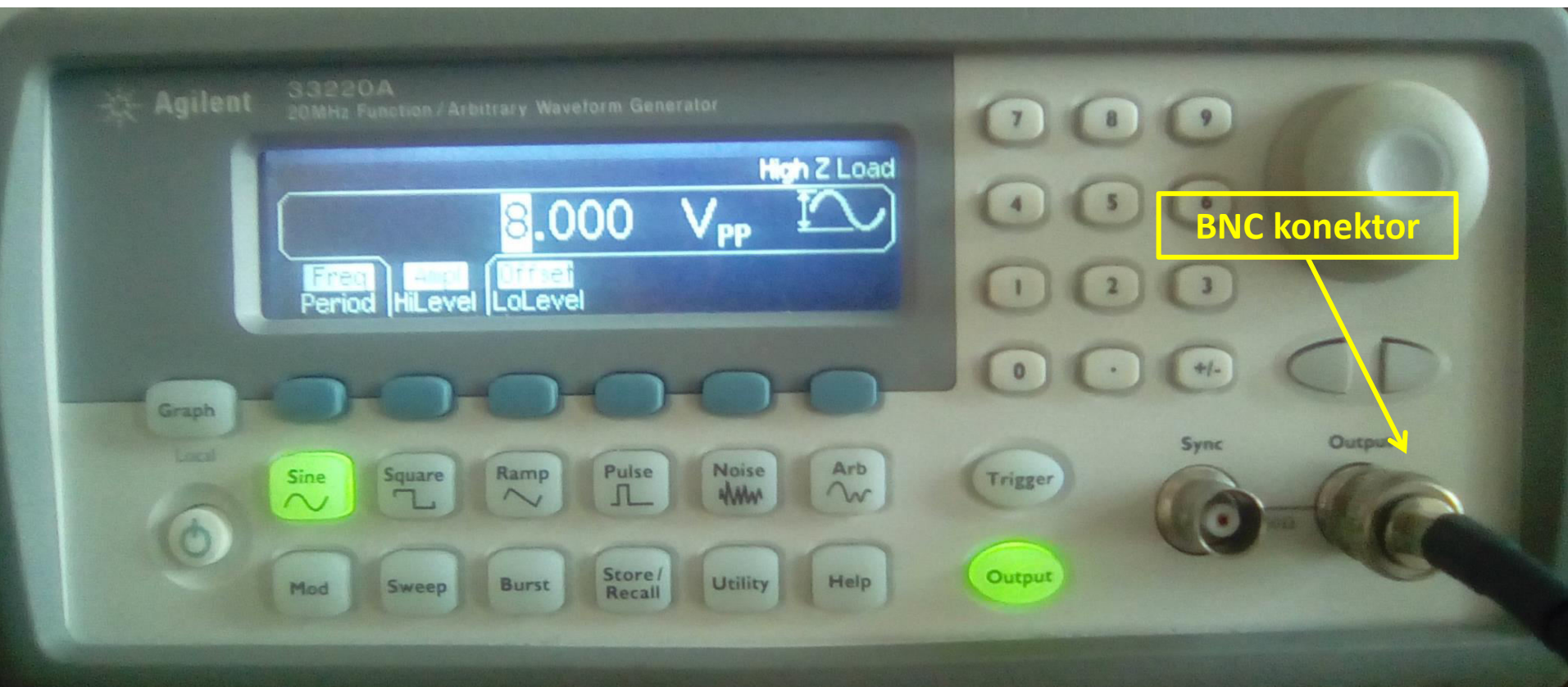
Naponski AC generatori

- Kratak pregled laboratorijskih generatora je prikazan u prezentaciji.
- Pisati lab. uputstvo za takve instrumente pogotovu za njihovu upotrebu na predmetu 13E053MSR ravno je pisanju uputstava za korišćenje “pametnih” mobilnih telefona (ovo je već ranije spomenuto), pa su zato ovde dati samo osnovni elementi/parametri naponskih generatora.
 - Detaljne karakteristike instrumenata se mogu pogledati u uputstvima proizvođača (eng. *datasheet*).

Slika: Paduret Dan Cristian, Glitch Screen 2, <https://www.publicdomainpictures.net/en/view-image.php?image=240594&picture=glitch-screen-2>, pristupljeno 23.10.2023.



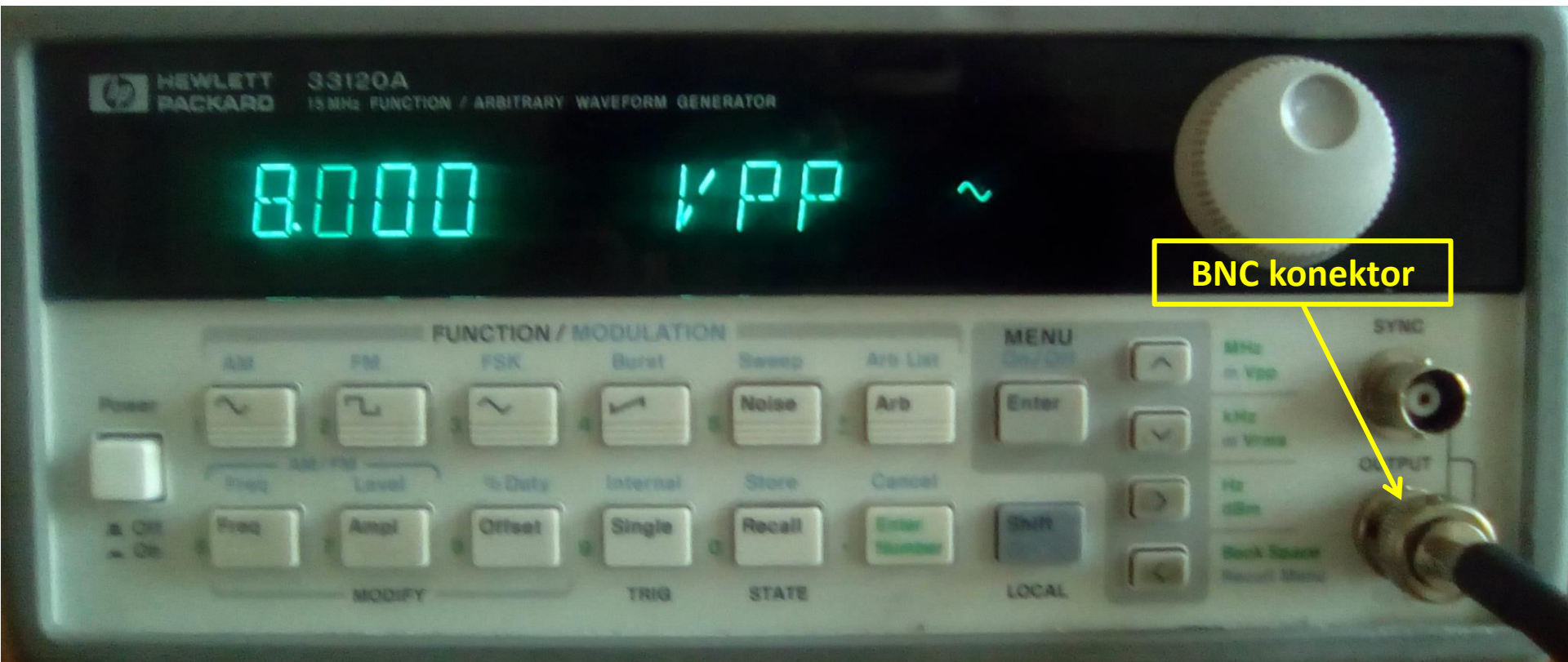
Generator #1



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.

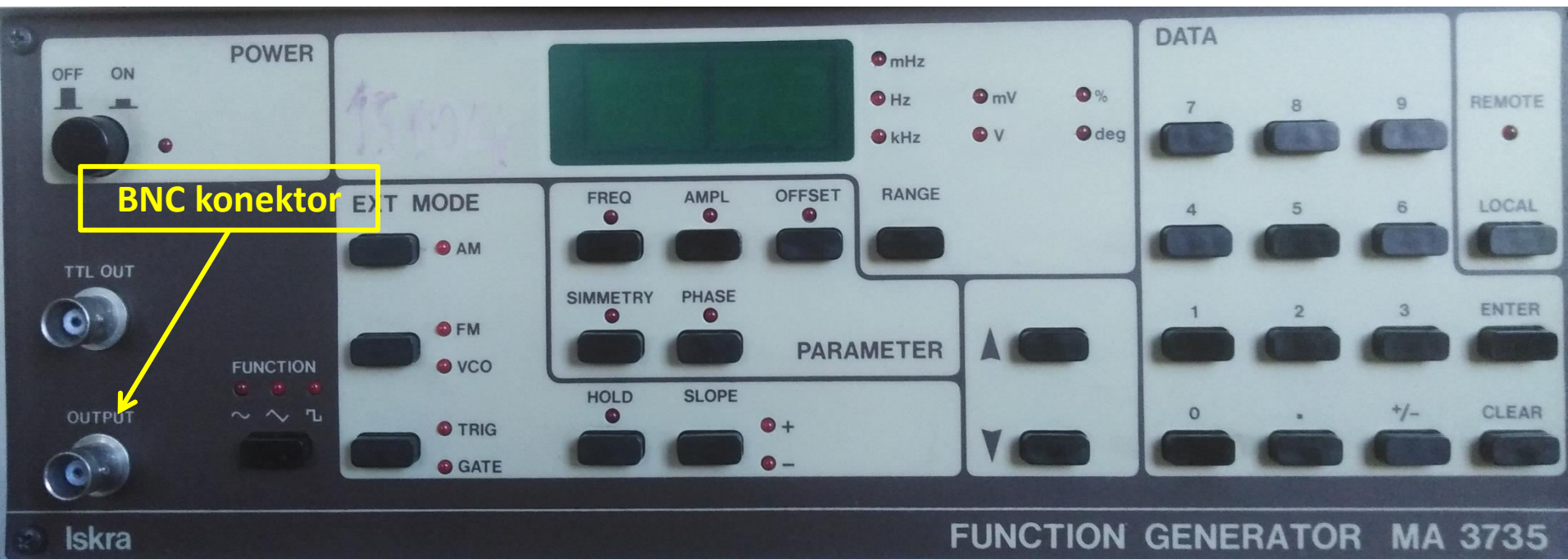
Generator #2



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



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*).

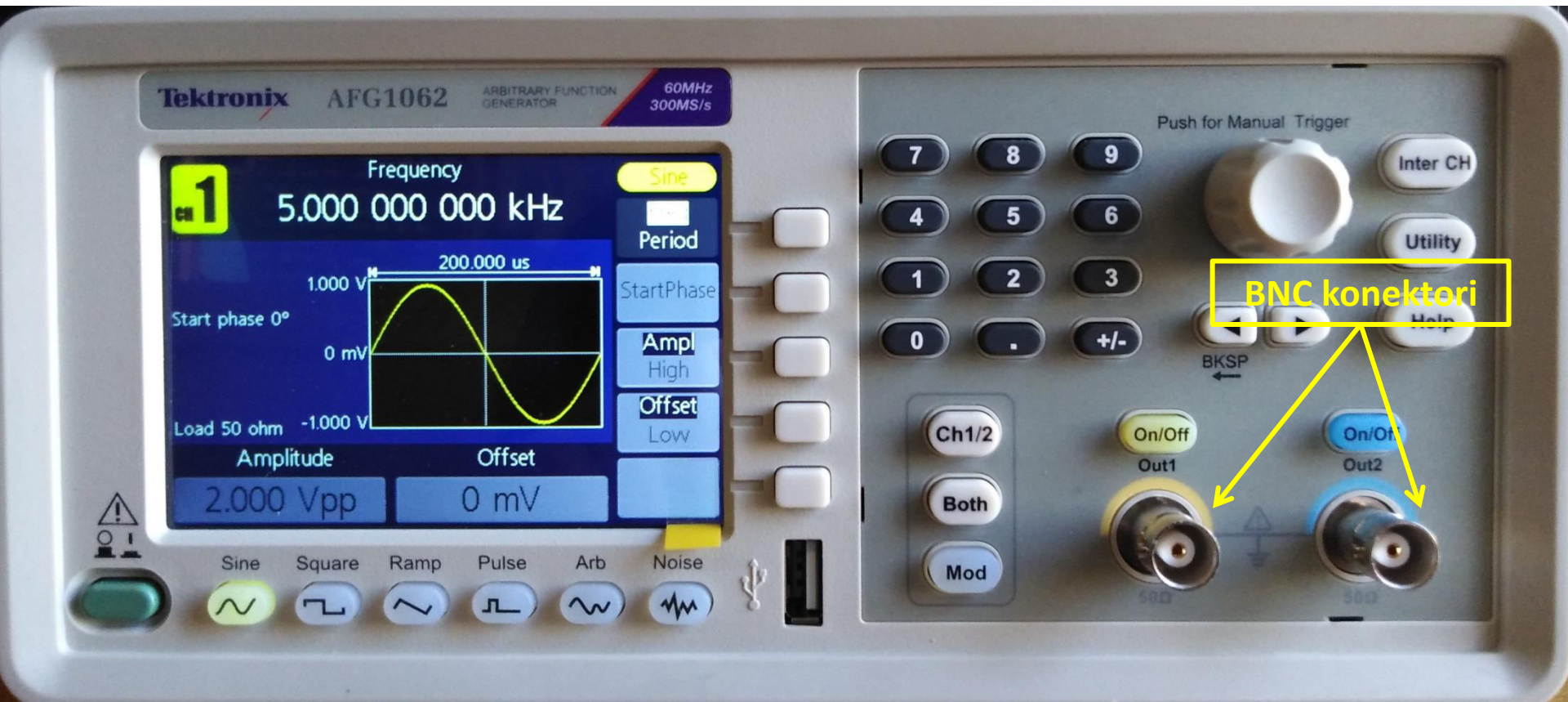
Generator #4



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).

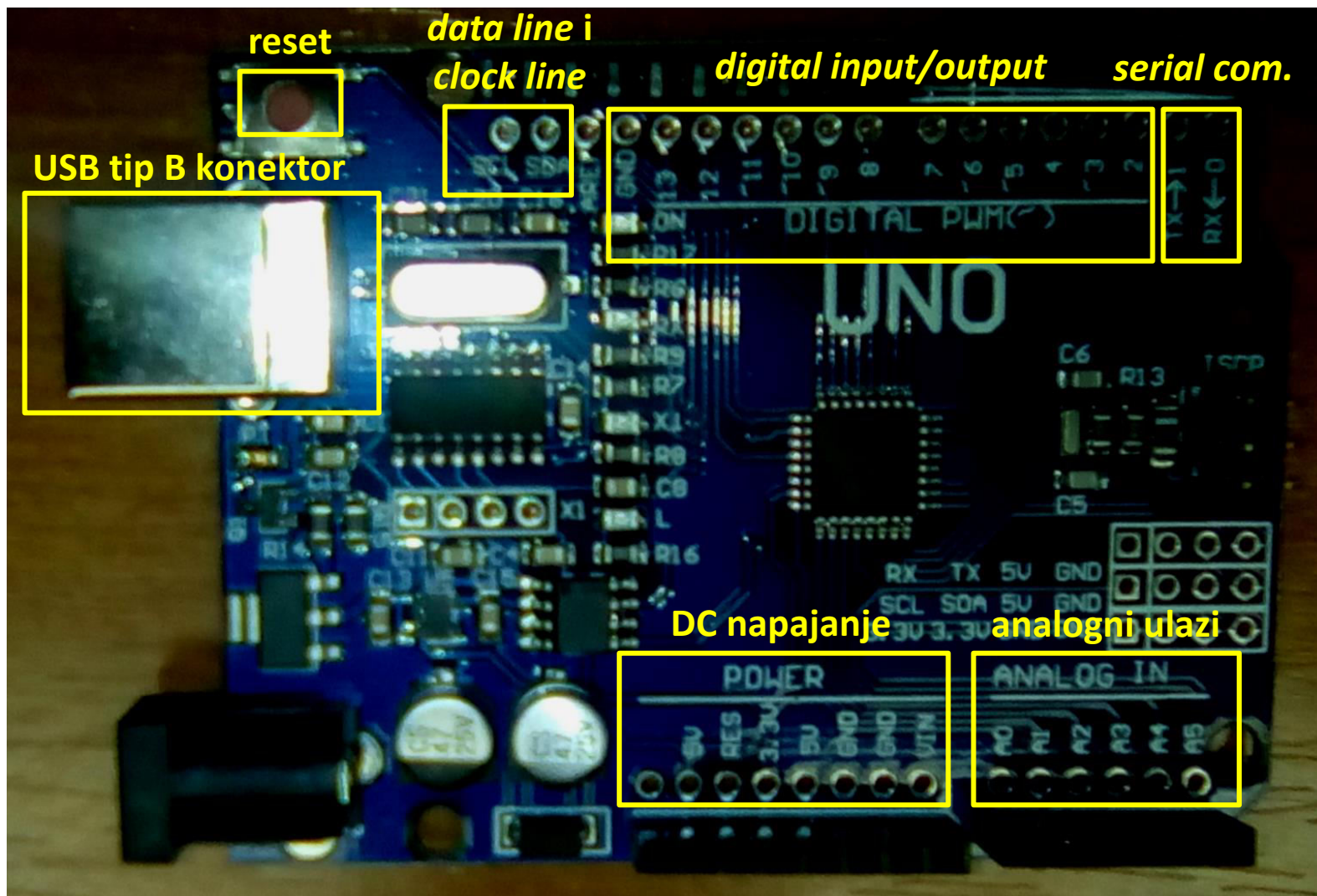
Generator #6, ...

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

Programabilna instrumentacija

- UNO kontrolerska pločica ili mikrokontrolerska PCB (eng. *Printed Circuit Board*) će biti korišćena na 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/>, pristupljeno 23.10.2023), o čemu ste dosta čuli na vežbama.

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

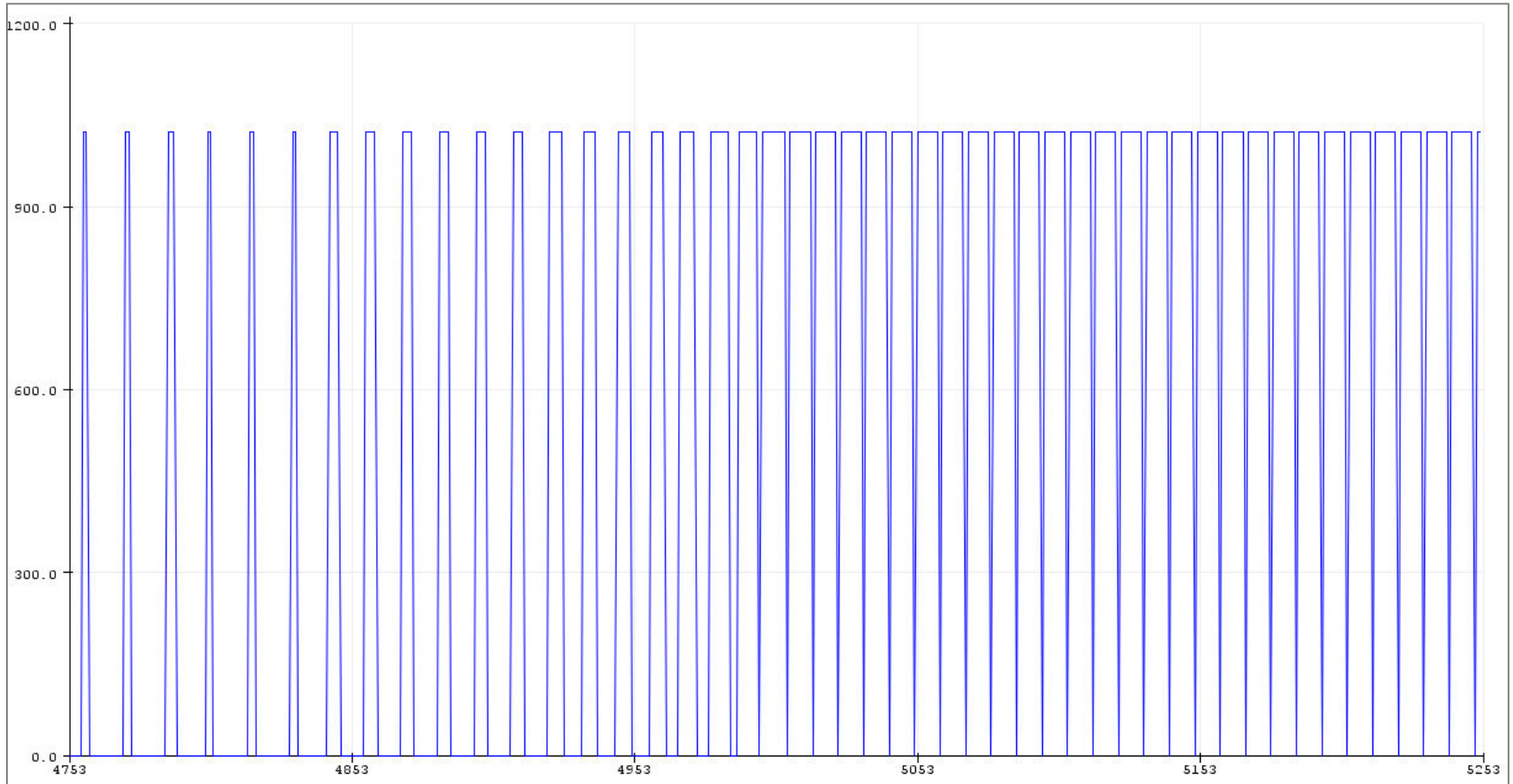
```
// These constants won't change. They're used to give names
// to the pins used:
const int analogInPin = A0; // Analog input pin that the potentiometer is attached to
const int analogOutPin = 9; // Analog output pin that the LED is attached to
int sensorValue = 0; // value read from the pot
int outputValue = 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>, pristupljeno 23.10.2023. (*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.

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

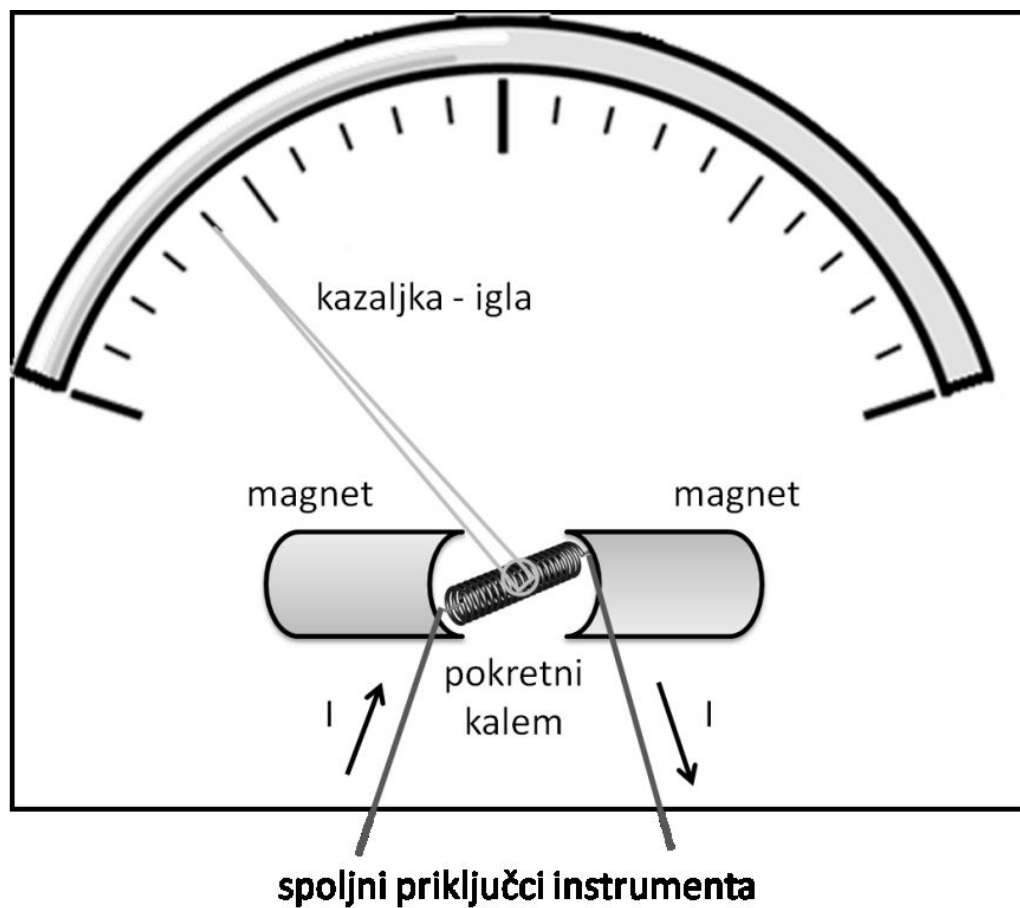


- Najčešće se ampermetri i voltmetri koriste u okviru DMM (eng. *Digital Multi-Meter*) instrumenata i prikaz struje i napona je numerički na ekranu instrumenta.
- Međutim, vrednost struje i napona može se očitati i na displeju sa kazaljkom i graduisanom skalom.
- Na slici je prikazan ALCRON DT-68 digitalni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