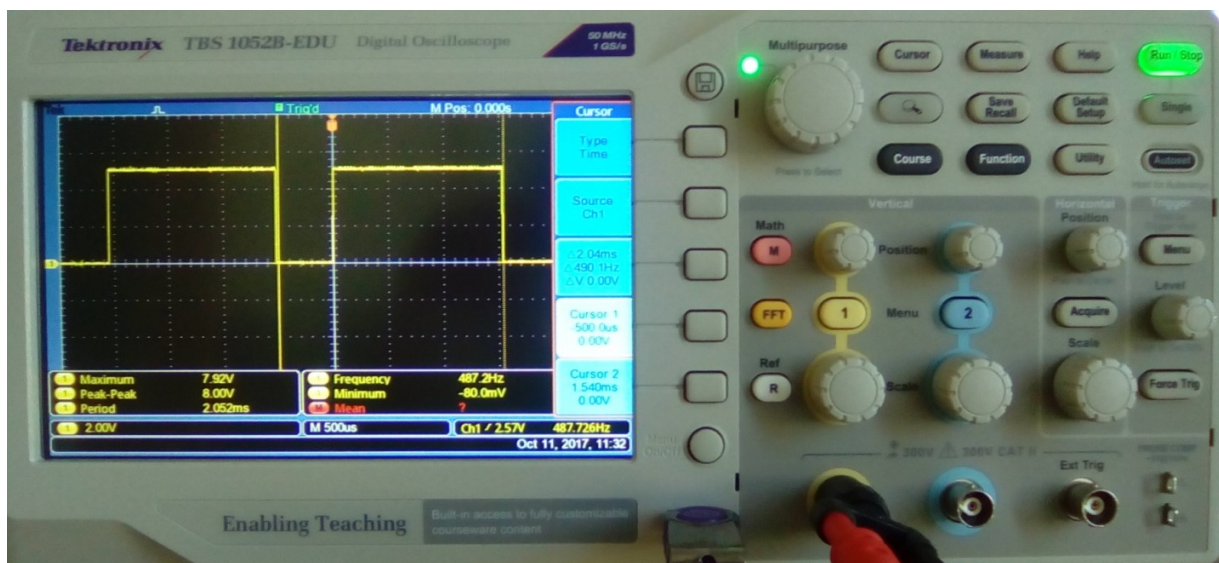


Merni sistemi u računarstvu 13E053MSR, <https://automatika.etf.bg.ac.rs/sr/13e053msr>

Univerzitet u Beogradu - Elektrotehnički fakultet, <http://www.etf.bg.ac.rs/>

Merenja na digitalnom i analognom osciloskopu



Dr Nadica Miljković, vanredni profesor, nadica.miljkovic@etf.bg.ac.rs

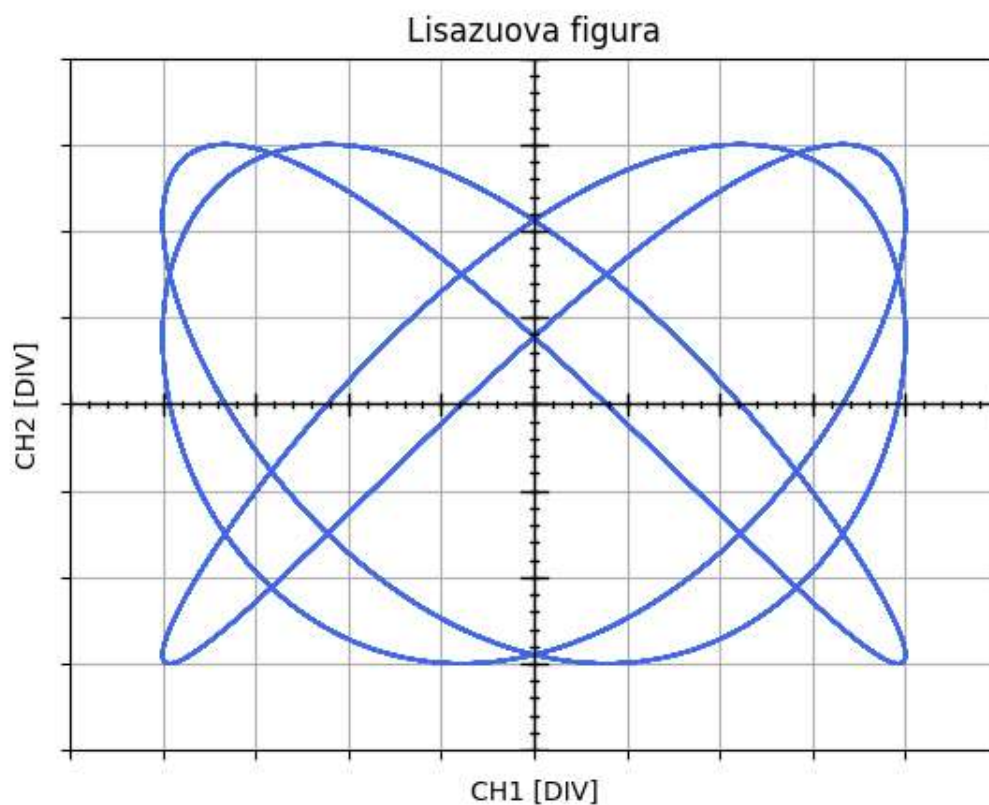
U Beogradu, oktobra 2022. godine

Zadaci za rad sa rešenjima

1. Za Lisažuove figure na sledećim slikama (Sl. 1-8) koje su dobijene tako što je CH1 doveden na ploče za horizontalno skretanje, a CH2 na ploče za vertikalno skretanje, odrediti:

- odnos frekvencija f_1 i f_2 za signale koji su dovedeni na kanale CH1 i CH2, redom,
- faznu razliku $|\varphi|$ gde je to moguće i
- PTP za oba signala, ako je podela naponske ose za CH1 1 V/DIV, a podela za CH2 2 V/DIV.

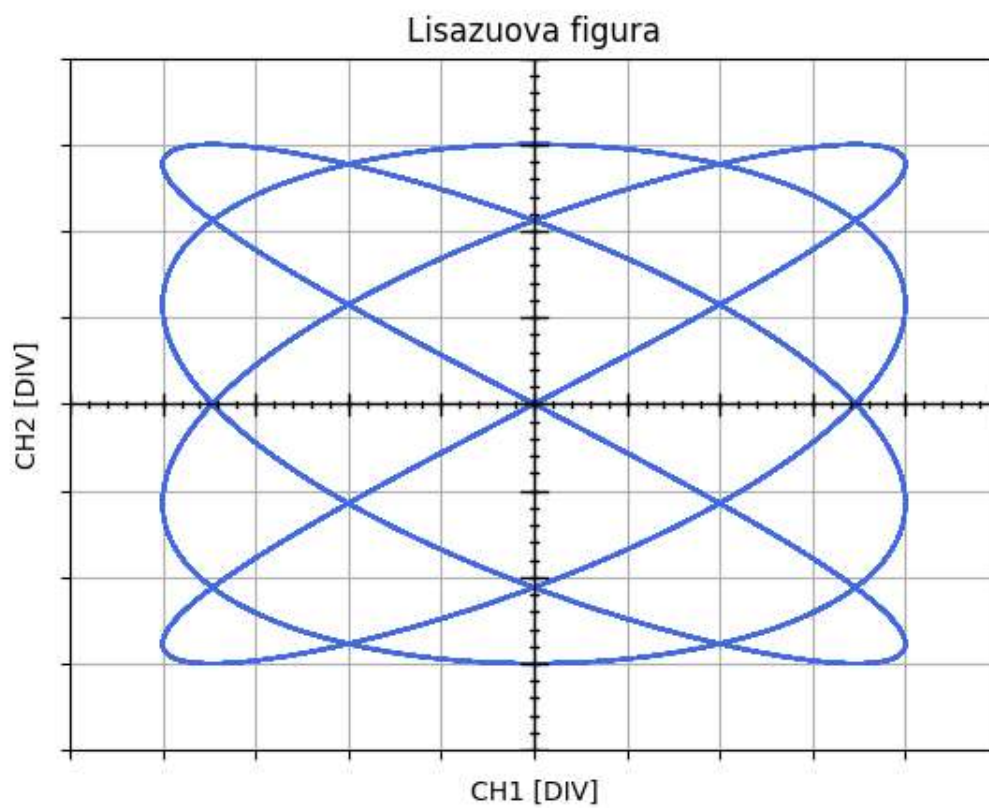
NAPOMENA: Smatrati da su svi CAL potencijometri u kalibrisanom položaju i da se preklopnik koji pojačava napon 5 puta P1(X1, X5) na CH1 nalazi u položaju X1.



Sl. 1, Lisažuova figura 1.

Rešenje 1.1 zadatka:

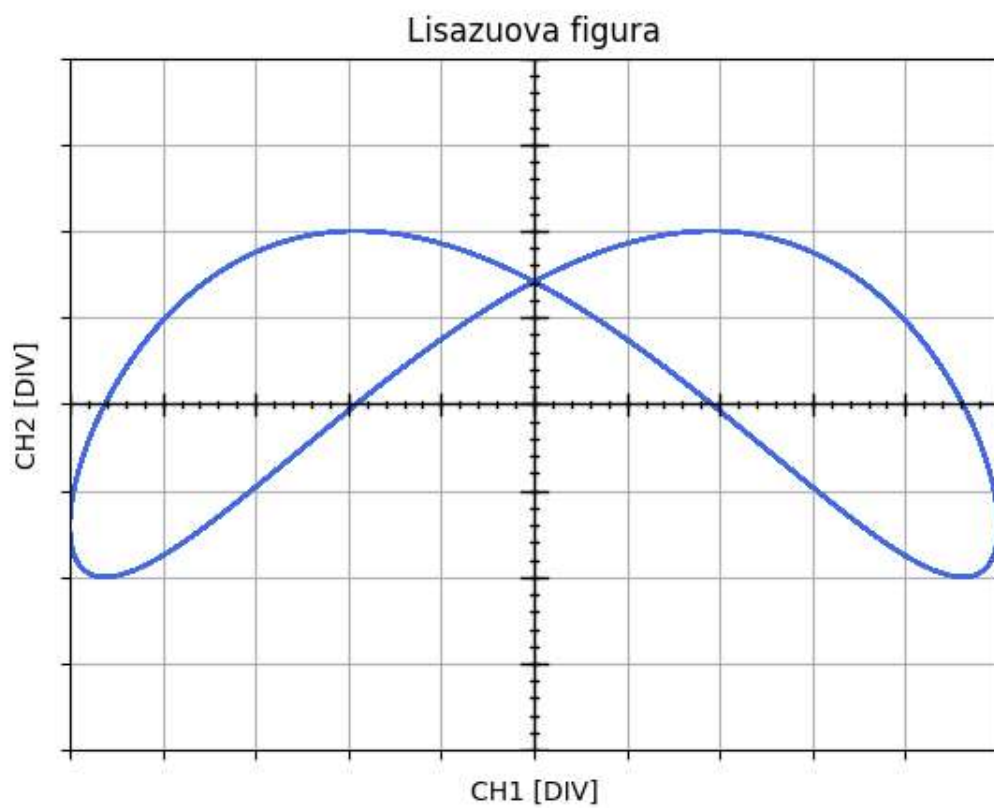
a) $f_1 : f_2 = 3 : 4$, b) $|\varphi| = 45^\circ$, c) PTP1 = 8 V, PTP2 = 12 V



Sl. 2, Lisazuova figura 2.

Rešenje 1.2 zadatka:

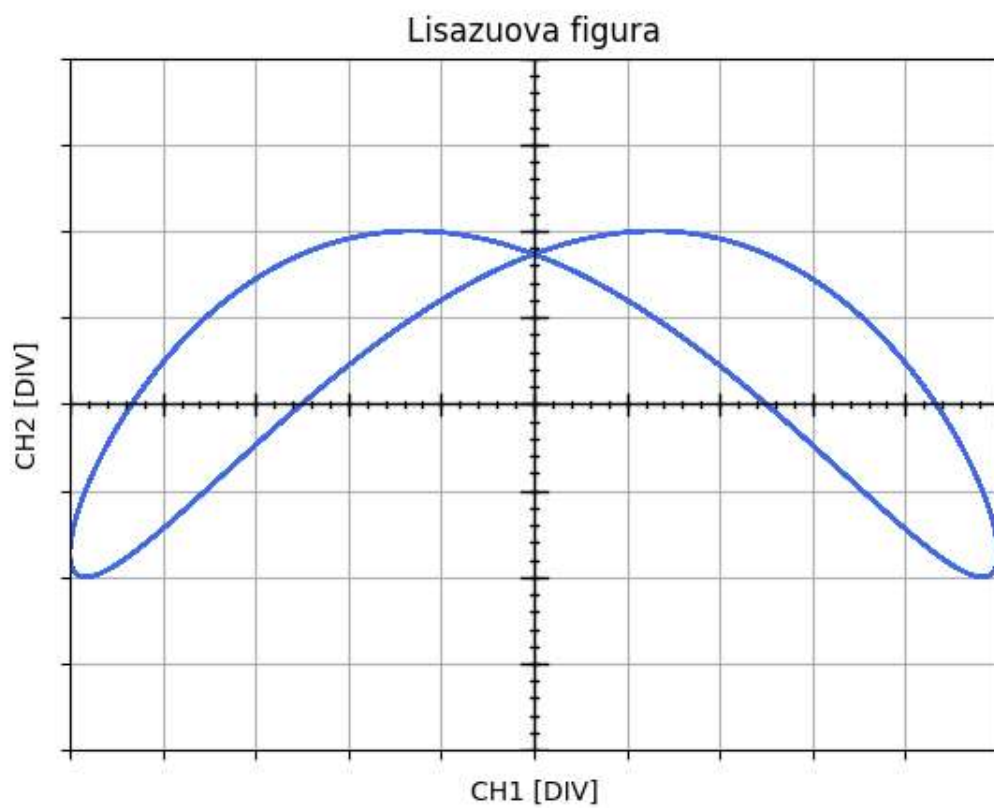
a) $f_1 : f_2 = 4 : 3$, b) $|\varphi| = 45^\circ$, c) PTP1 = 8 V, PTP2 = 12 V



Sl. 3, Lisažuova figura 3.

Rešenje 1.3 zadatka:

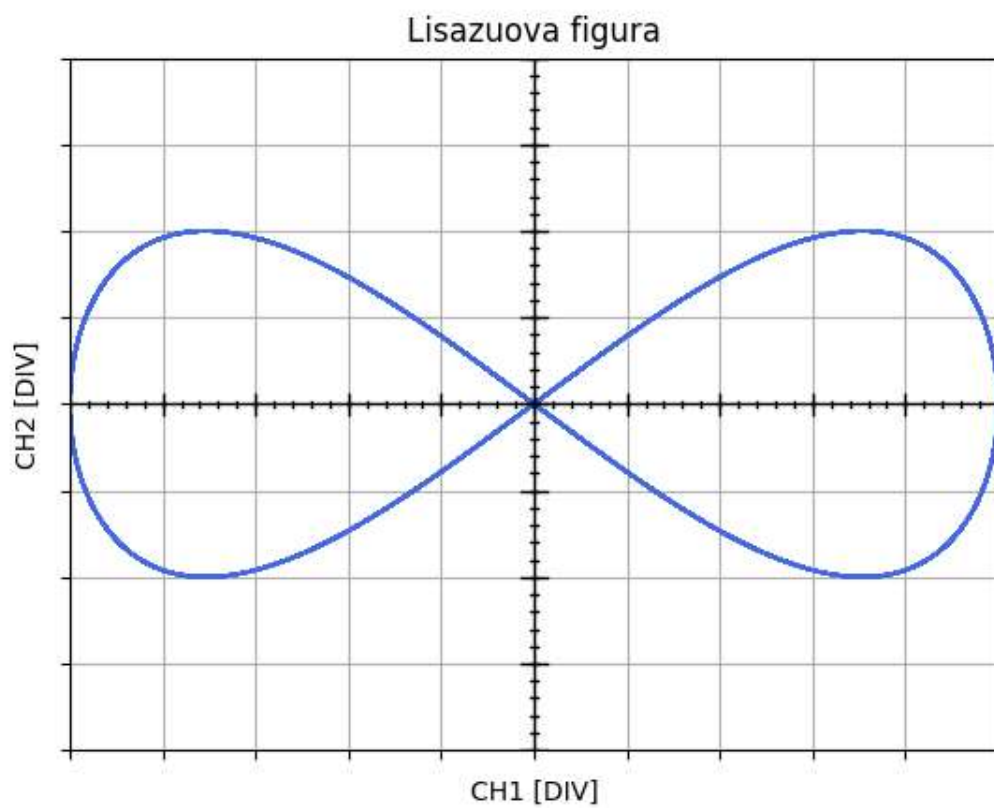
a) $f_1 : f_2 = 1 : 2$, b) $|\varphi| = 45^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V



Sl. 4, Lisažuova figura 4.

Rešenje 1.4 zadatka:

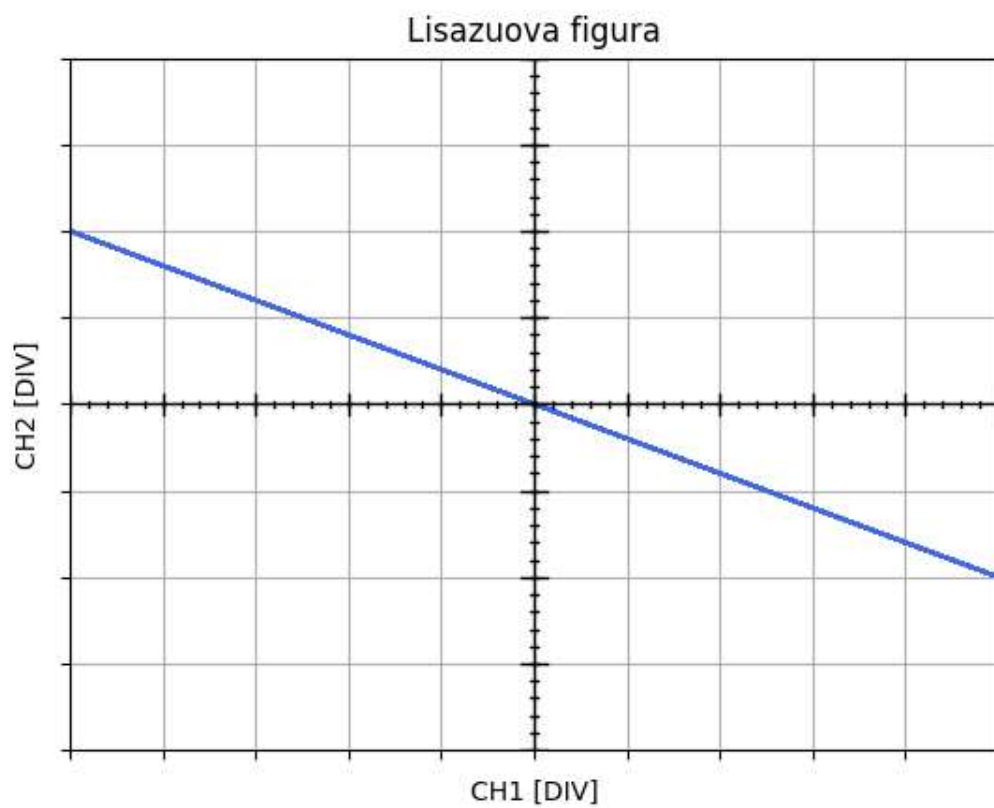
a) $f_1 : f_2 = 1 : 2$, b) $|\varphi| = 60^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V



Sl. 5, Lisažuova figura 5.

Rešenje 1.5 zadatka:

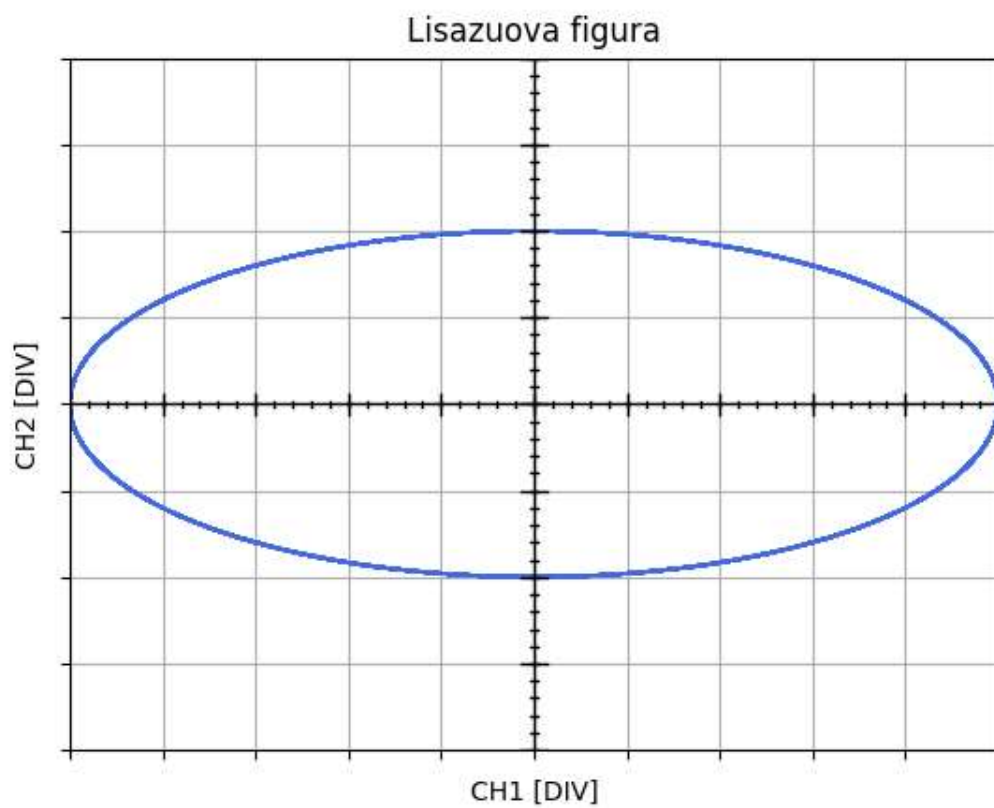
a) $f_1 : f_2 = 1 : 2$, b) $|\varphi| = 180^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V



Sl. 6, Lisažuova figura 6.

Rešenje 1.6 zadatka:

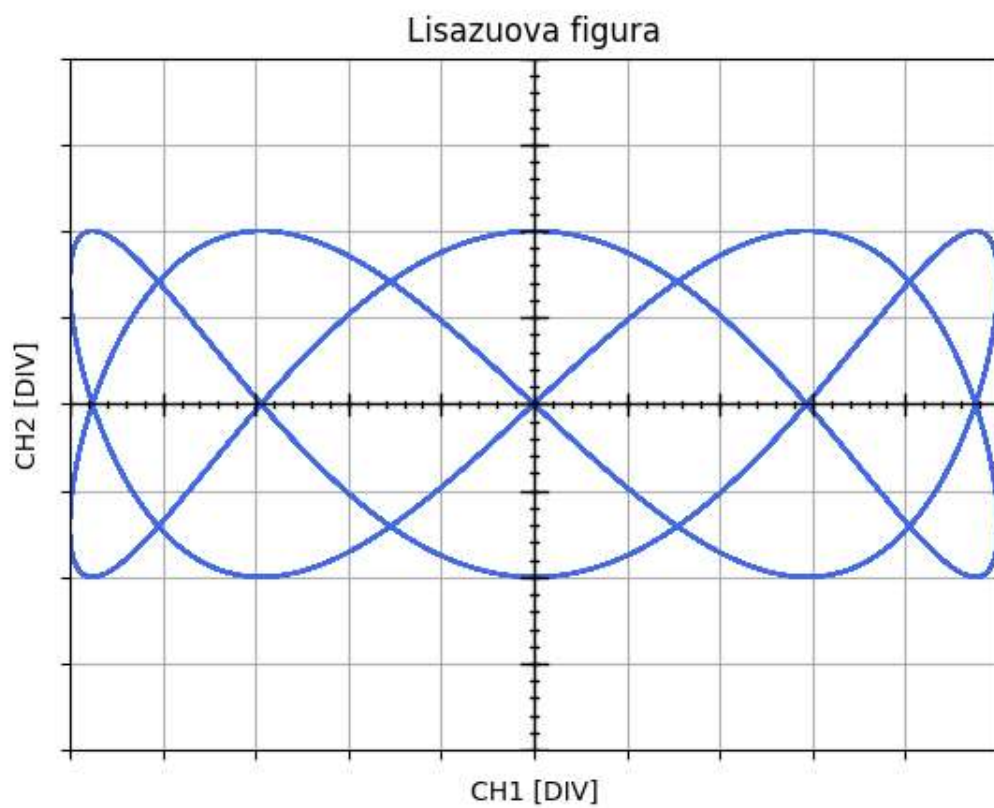
a) $f_1 : f_2 = 1 : 1$, b) $|\varphi| = 180^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V



Sl. 7, Lisažuova figura 7.

Rešenje 1.7 zadatka:

a) $f_1 : f_2 = 1 : 1$, b) $|\varphi| = 90^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V



Sl. 8, Lisažuova figura 8.

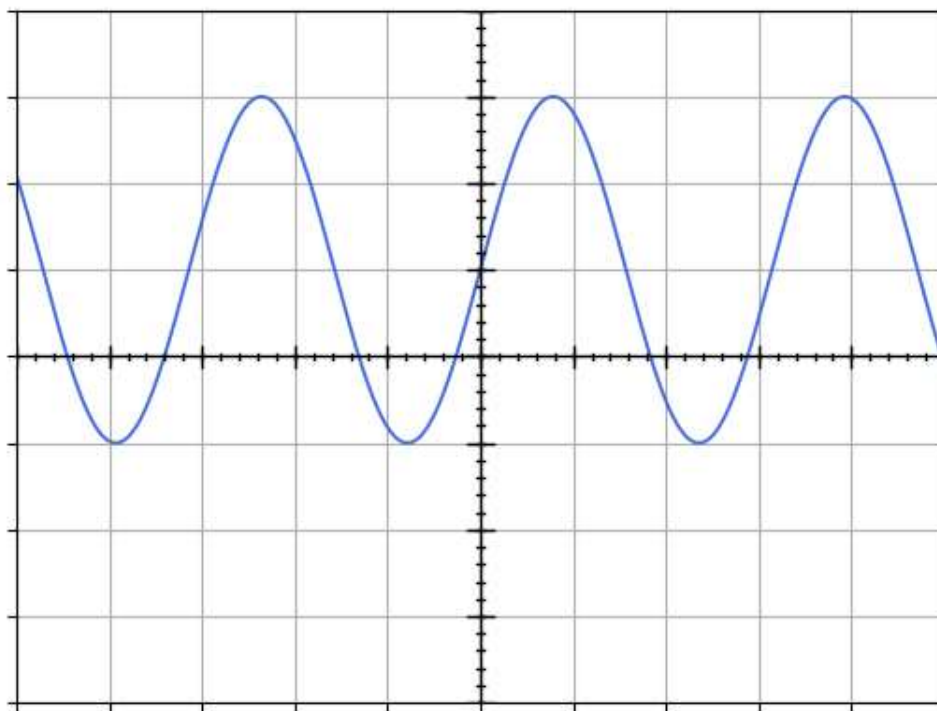
Rešenje 1.8 zadatka:

a) $f_1 : f_2 = 2 : 5$, b) $|\varphi| = 90^\circ$, c) PTP1 = 10 V, PTP2 = 8 V

2. Jednosmerna komponenta V signala $v(t)$ za koji važi da je periodičan $v(t + kT) = v(t)$ sa periodom T gde je k ceo broj je jednaka:

$$V = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt \quad \text{Relacija (1)}$$

Prema Relaciji (1), odrediti jednosmerne komponente signala koji su prikazani na ekranu osciloskopa kao na Sl. 9 i Sl. 10. Podešavanja za oba signala (Sl. 9 i Sl. 10) su ista. Podela naponske ose je 1 V/DIV, a vremenske 100 μ s/DIV. Nulti nivo napona je postavljen na centralnu liniju graduacije ekrana. Preklopnik AC/DC/GND se nalazi u položaju DC, a preklopnik koji pojačava napon 5 puta P1(X1, X5) se nalazi u položaju X1. Smatrati da su svi CAL potencijometri u kalibrisanom položaju.



Sl. 9, Periodični signal $v(t)$ koji je prikazan na ekranu osciloskopa.

Rešenje 2.9 zadatka:

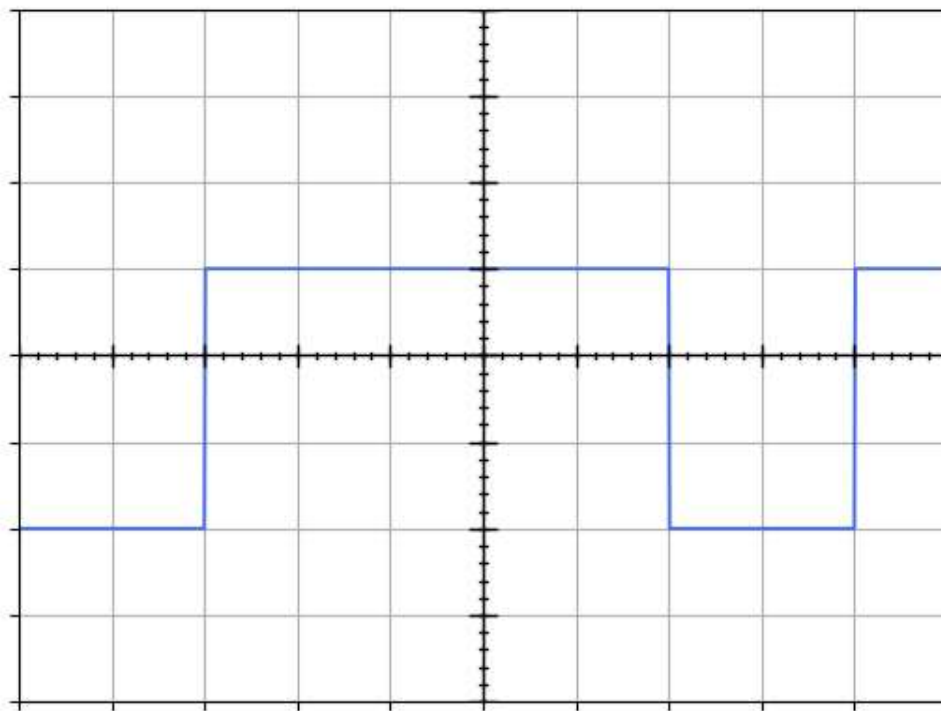
Signal sa Sl. 9 $v(t) = V_{sr} + V_a \sin(2\pi ft)$ ima amplitudu $V_a = 2$ V, periodu $T = 320$ μ s i osnovnu učestanost $f = 3.125$ MHz, pa se izraz dat Relacijom (1) može napisati kao:

$$V = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T (V_{sr} + V_a \sin(2\pi f t)) dt = \frac{1}{T} \int_0^T V_{sr} dt + \frac{1}{T} \int_0^T V_a \sin(2\pi f t) dt$$

$$V = V_{sr} - V_a \cos(2\pi f T) + V_a \cos(0) = V - V_a \cos\left(2\pi \frac{1}{T} T\right) + V_a$$

$$V = V_{sr}$$

Na ekranu osciloskopa se može odrediti da je jednosmerna komponenta signala $v(t)$ kao $V_{sr} = 1$ V.



Sl. 10, Periodični signal $v(t)$ koji je prikazan na ekranu osciloskopa.

Rešenje 2.10 zadatka:

Za signal sa Sl. 10 može se napisati sledeći izraz:

$$v(t) = \begin{cases} 1 \text{ V} & t \in \left(0, \frac{5}{7}T\right) \\ -2 \text{ V} & t \in \left(\frac{5}{7}T, T\right) \end{cases}'$$

pa se izraz dat Relacijom (1) može napisati kao:

$$V = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{5}{7}T} (1 \text{ V}) dt + \frac{1}{T} \int_{\frac{5}{7}T}^T (-2 \text{ V}) dt$$

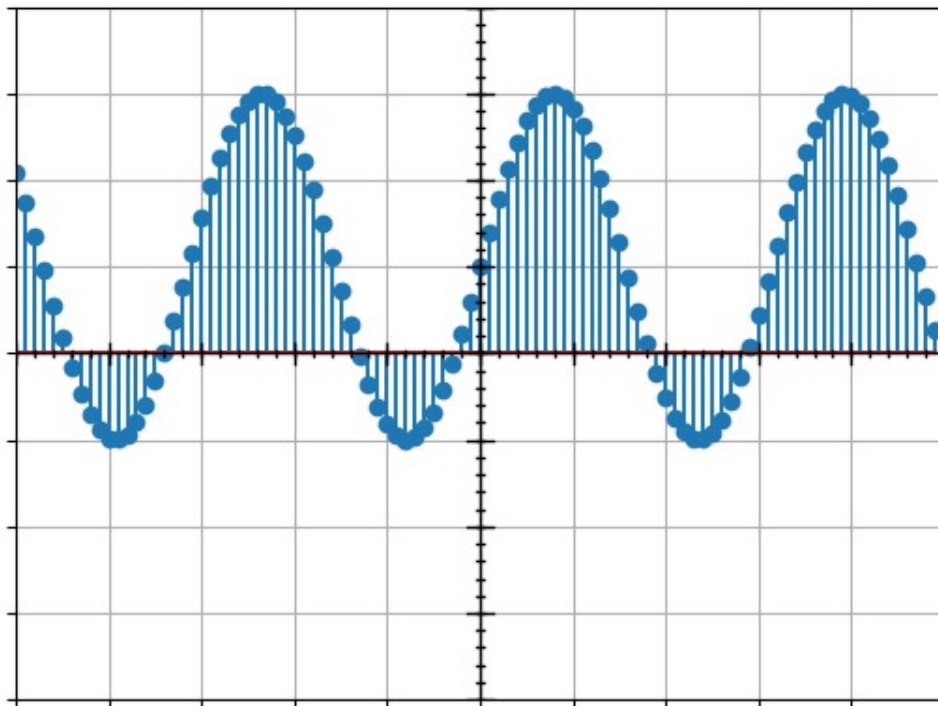
$$V = \frac{1}{T} \left(\frac{5}{7}T - 0 \right) - \frac{2}{T} \left(T - \frac{5}{7}T \right) = \frac{5}{7} - \frac{4}{7} = \frac{1}{7} \text{ V}$$

$$V = 0.14 \text{ V}$$

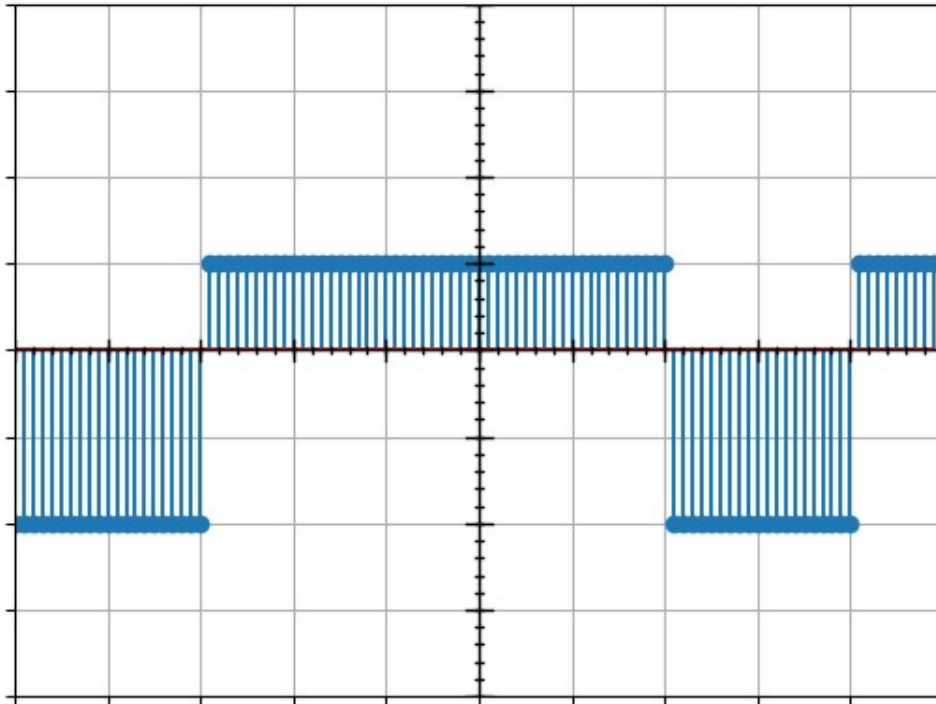
3. Kako bi ste "isprogramirali" integrale u 2. zadatku?

Rešenje 3. zadatka:

Obzirom da se signal na računaru sastoji iz konačnog broja odbiraka, realna reprezentacija tih signala bi bila kao na Sl. 11 i Sl. 12. Taj konačan broj odbiraka je određen periodom odabiranja tj. frekvencijom odabiranja.



Sl. 11, Periodični signal $v(t)$ sa Sl. 9 prikazan u odbircima.



Sl. 12, Periodični signal $v(t)$ sa Sl. 10 prikazan u odbircima.

Integral se u tom slučaju aproksimira sumom odbiraka. Na primeru signala sa Sl. 12, ako su vremenski trenuci u promenljivoj k , a odbirci naponskih signala u promenljivoj x , onda je dobija da je srednja vrednost jednaka 0.14 V, ako se primeni Python kod¹ sa Sl. 13.

```
# racunanje integrala
br = 0
sr = []
for ind in range(len(k)):
    if (k[ind] > -3 and k[ind] <= 4):
        sr.append(x[ind])
        br += 1

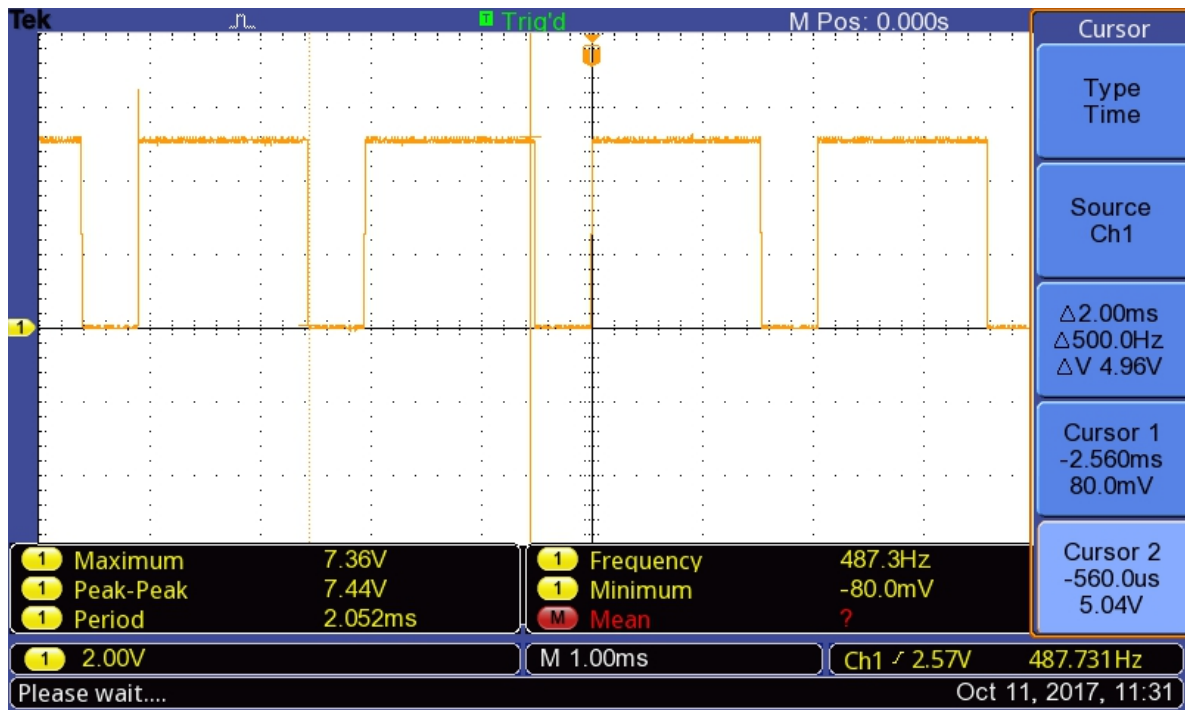
Vsr = sum(sr) / float(br)
print 'srednja vrednost signala je: ', Vsr
```

```
srednja vrednost signala je:  0.142857142857
>>> |
```

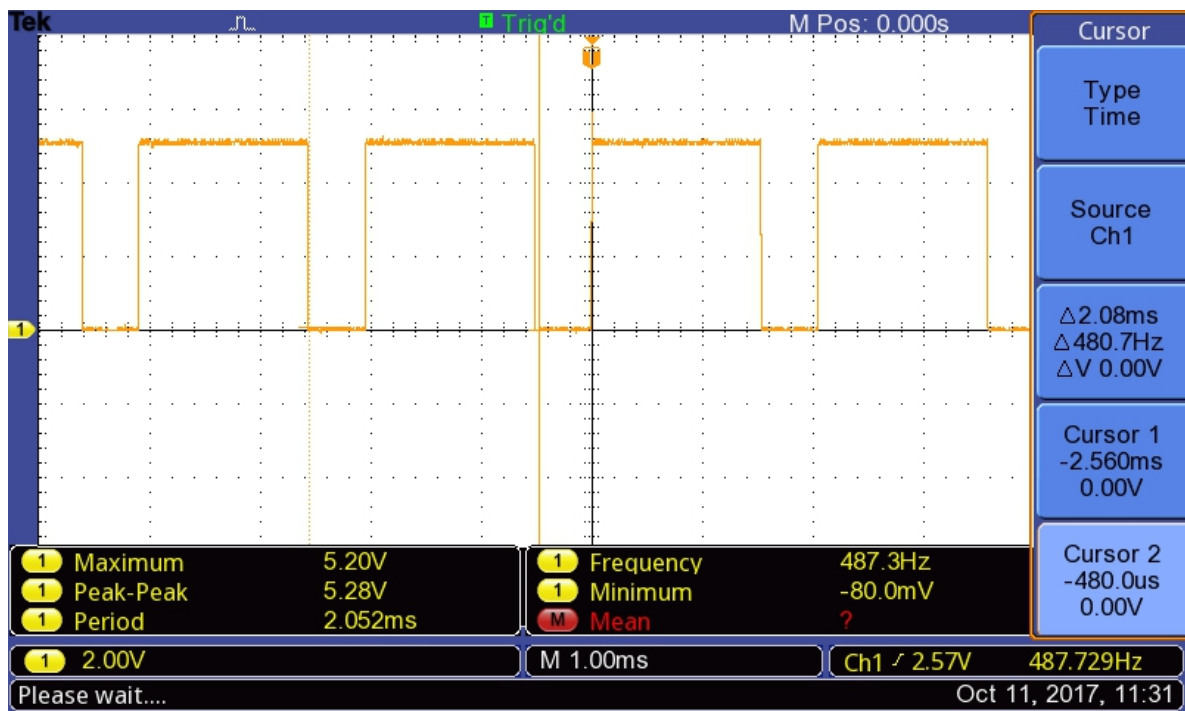
Sl. 13, Python kod za računanje srednje vrednosti signala sa Sl. 12 na gornjam panelu i rezultat iz Python Shell na donjem panelu.

¹ Primititi da je na slici dat Python kod u ranijoj verziji, potrebno je `print()` funkciju pozvati sa otvorenom i zatvorenom zagradom za noviju verziju.

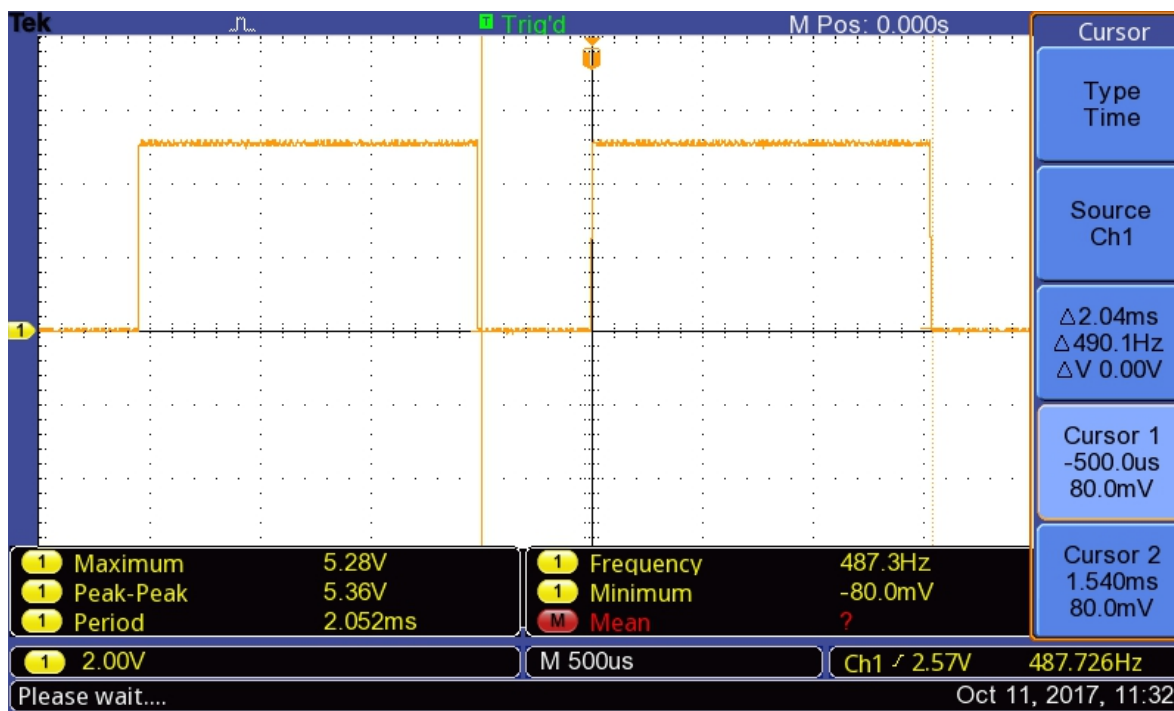
4. Na digitalnom osciloskopu je iskorišćena opcija CURSOR za merenje periode signala. Da li su kursori ispravno postavljeni na Sl. 14-16? Objasniti.



Sl. 14, Merenje periode signala primenom kursora na digitalnom osciloskopu.



Sl. 15, Merenje periode signala primenom kursora na digitalnom osciloskopu.



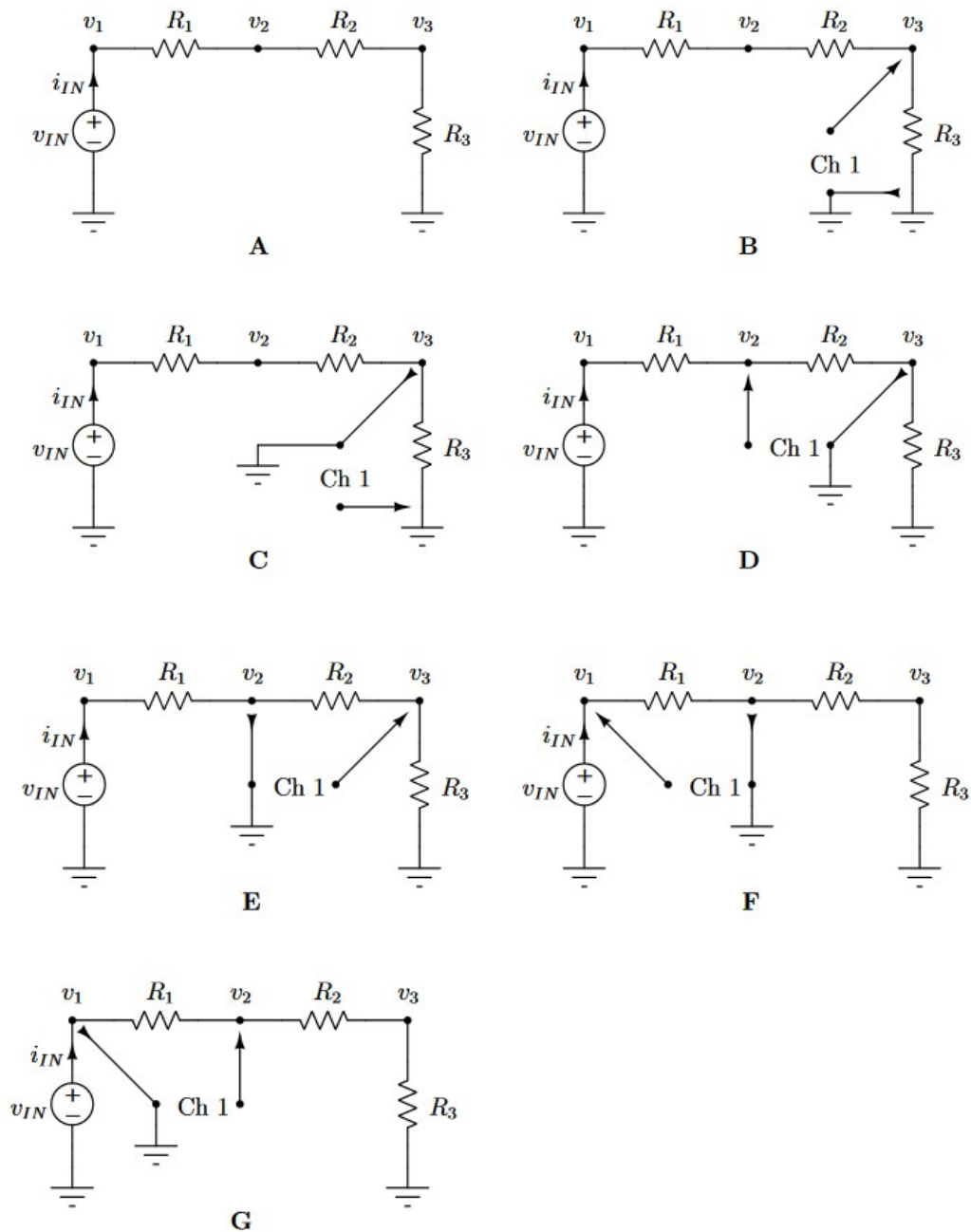
Sl. 16, Merenje periode signala primenom kursora na digitalnom osciloskopu.

Rešenje 4. zadatka:

Kako bi merenje periode signala sa kursorima bilo što preciznije, postoji parametar ΔV koji omogućava da se proveri postavka kursora. Na Sl. 16 i Sl. 15 razlika napona na oba kursora je jednaka 0 V, pa su kursori pravilno postavljeni. Međutim, jednostavnije se kursori postavljaju ako je na ekranu prikazan manji broj perioda signala, pa je najbolja postavka na Sl. 16.

Na Sl. 14 su napravljena dva propusta prilikom merenja primenom kursora: 1) nije prikazana jedna perioda signala i 2) kursori nisu pravilno postavljeni, pa je razlika napona između dva kursora > 5 V.

5. Da li je u električnim kolima sa Sl. 17 (A-G) osciloskop ispravno povezan? Objasniti.



Sl. 17, Primer povezivanja sonde sa osciloskopom. Slika je kompletno preuzeta iz udžbenika P. Pejović, "Princip rada i primena osciloskopa".

Rešenje 5. zadatka:

Pogledati prezentaciju sa predavanja i udžbenik prof. P. Pejovića, "Princip rada i primena osciloskopa".

Dodatak 1: Python kod za prikaz Lisažuovih figura

Kod za prikaz Lisažuove figure (kod je iskorišćen za pripremu Sl. 8) je dostupan na sajtu predmeta https://automatika.etf.bg.ac.rs/images/FAJLOVI_srpski/predmeti/izborni_kursevi_ostali/IR/IR3MSR/Lfig.zip i prikazan u nastavku:

```
# prikaz Lisazuovih figura
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

k = []
x = []
y = []

# definisanje signala (x i y) koji se dovode na ulaze osciloskopa
for ind in np.arange(0, 200, 0.01):
    k.append(ind)
    x.append(3.5 * np.sin(2 * ind))
    y.append(2 * np.sin(2 * ind + np.pi/2)) # faza je pi/2

fig = plt.figure()

ax = fig.add_subplot(111)
ax.plot(x, y, color = 'black', linewidth = 2)
ax.set_xticks(np.arange(-5, 5, 1))
ax.grid(True)
ax.axis([-5, 5, -4, 4])

# dodavanje centralnih linija za graduaciju ekrana osciloskopa
ax.axhline(y = 0, linewidth = 1, color = 'black')
ax.axvline(x = 0, linewidth = 1, color = 'black')

# dodavanje podeoka sa korakom 0.2 na centralnoj liniji
for inx in np.arange(-10, 10, 0.2):
    ax.axhline(y = inx, xmin = 0.495, xmax = 0.505, linewidth = 1, color = 'black')
for inx in np.arange(-8, 8, 0.2):
    ax.axvline(x = inx, ymin = 0.495, ymax = 0.505, linewidth = 1, color = 'black')

# dodavanje "duzih" podeoka sa korakom 1 na centralnoj liniji
for inx in np.arange(-10, 10, 1):
    ax.axhline(y = inx, xmin = 0.485, xmax = 0.515, linewidth = 1, color = 'black')
for inx in np.arange(-8, 8, 1):
    ax.axvline(x = inx, ymin = 0.485, ymax = 0.515, linewidth = 1, color = 'black')

# ovo je sa leve strane i sa donje strane da postoji dodatna graduacija
# moze a ne mora
plt.xticks(range(-5, 6), 11 * '')
plt.yticks(range(-4, 5), 9 * '')
```

```
plt.title('Lisazuova figura')
plt.xlabel('CH1 [DIV]')
plt.ylabel('CH2 [DIV]')
plt.show()
```