

**UNIVERZA V LJUBLJANI**

Fakulteta za strojništvo

# **Merilni sistem laser-kamera**

LADISK

**Tim Mušič**

17. avgust 2021

# Kazalo

---

<b>1</b>	<b>Uvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Postavitev sistema</b>	<b>2</b>
2.1	Kaj potrebujemo	2
2.1.1	Hardware	2
2.1.2	Software	2
2.2	Raspberry Pi	3
2.3	PC	3
2.4	Laser in krmilna glava	3
<b>3</b>	<b>GUI vodič</b>	<b>5</b>
3.1	Prvi zagon	5
3.2	Povezovanje na RPi	6
3.3	Kalibracija	6
3.4	Izbira tarč	7
3.5	Nastavitve	7
3.6	Meritev	8
3.6.1	Preko silomera	8
3.6.2	S kladivom	8
3.7	Določanje lastnih oblik	9
<b>4</b>	<b>Znane težave</b>	<b>10</b>

# 1 Uvod

Kratka predstavitev programa. Navedena je potrebna oprema HW in SW, navodila za postavitve te opreme, ter vodič skozi GUI programa.

## 2 Postavitev sistema

### 2.1 Kaj potrebujemo

#### 2.1.1 Hardware

Za postavitev potrebujemo:

- PC z operacijskim sistemom Windows (10)
- Raspberry Pi 3 Model B+
- Raspberry Pi camera (HQ+objektiv)
- National Instruments analog output kartica (NI9263)
- National Instruments analog input kartica (NI 9234)
- laser + glava z zrcali

#### 2.1.2 Software

Od programske opreme se potrebuje:

- Ni MAX
- python 3.9

Python paketi uporabljeni v projektu:

- numpy 1.21.0,
- matplotlib 3.4.2,
- scipy 1.7.0,
- openCV 4.5.2.54,
- nidaqmx 0.5.7,
- imagezmq 1.1.1,
- pyFRF 0.40,
- pyEMA 0.23,
- pyExSi 0.42.

Python skripte potrebne za delovanje programa:

- gui.py,
- MSLK.py,
- RPi\_MSLK.py.

## 2.2 Raspberry Pi

Na RPi naložimo operacijski sistem. Nato odpremo *Raspberry Pi Configuration*, ter spremenimo *hostname* (v našem primeru v pi-kamera). Pod *Interfaces* omogočimo Camera in SSH (da nastavitve začnejo delovati je potreben reboot). V izbrano mapo kopiramo še skripto RPi\_MSLK.py (v našem primeru je to desktop). Za delovanje je potrebno povezati RPi s ethernet kablom na PC.

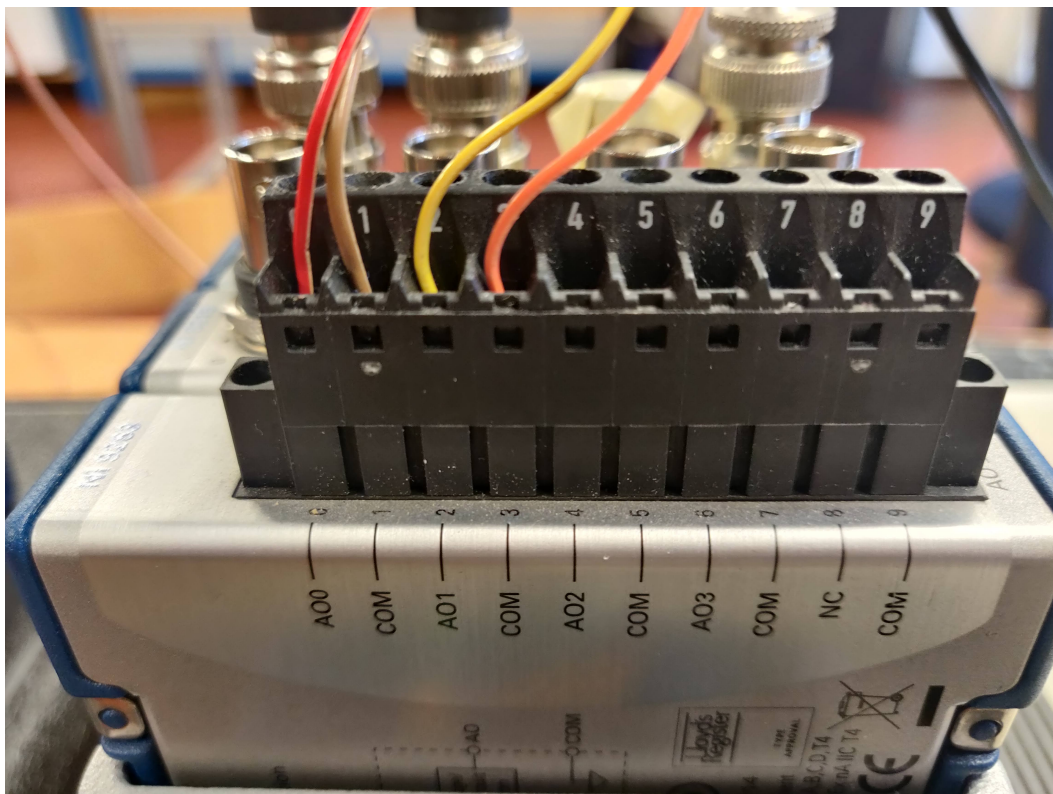
## 2.3 PC

Iz githuba je potrebno potegniti in shraniti v isto mapo:

- gui.py,
- RPi\_MSLK.py,
- celotno mapo files.

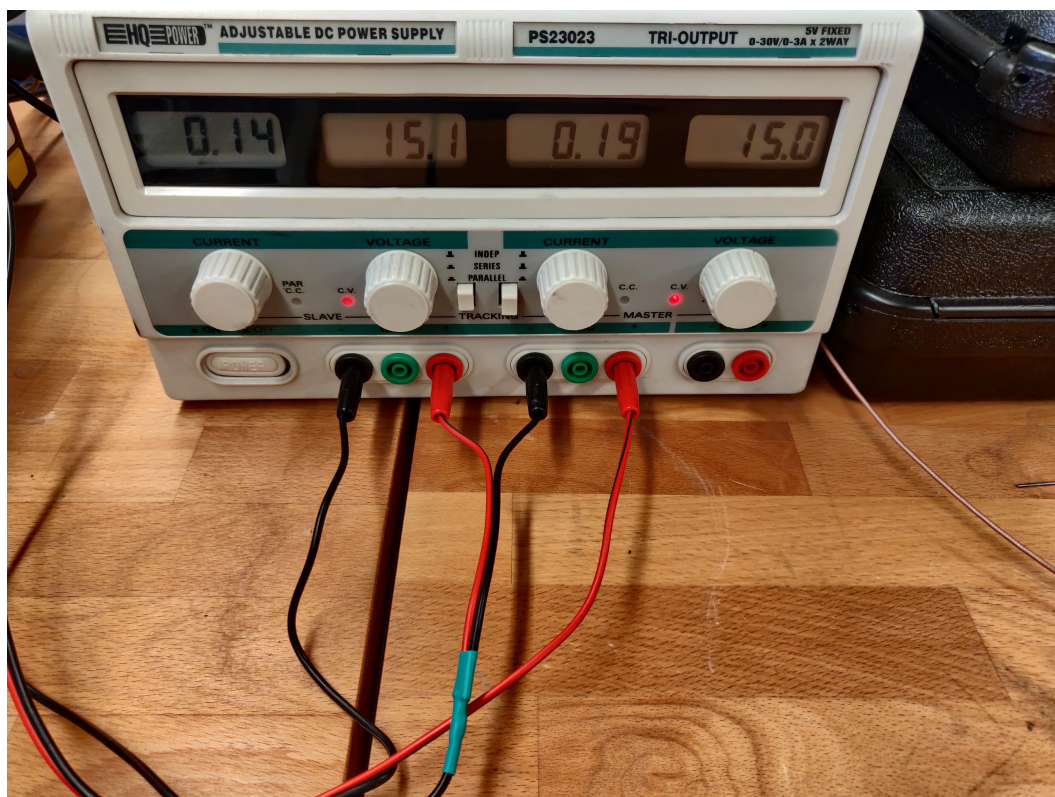
## 2.4 Laser in krmilna glava

Na laser se pritrdi krmilno glavo, ki se jo poveže na AO kartico (slika 2.1).



Slika 2.1: Povezava krmilne glave na AO.

Napajamo jo preko napajalnika v zaporedni vezavi s 15V, kakor je prikazano na sliki 2.2.



Slika 2.2: Napajanje krmilne glave

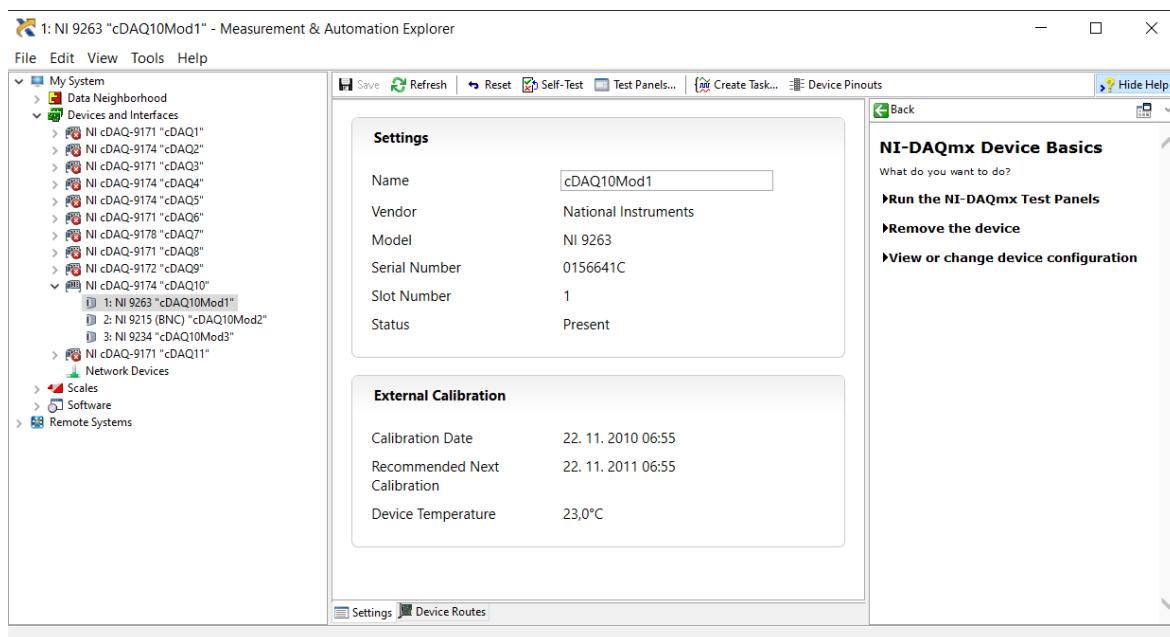
## 3 GUI vodič

### 3.1 Prvi zagon

Zaženemo skripto GUI.py, odprlo se nam bo okno s pomočjo katerega se upravlja merilni sistem. Ob prvem zagonu se pomaknemo na zavihek *Nastavitve* (slika 3.3), kjer moramo izpolniti vsa polja. Pod Hostname, vpišemo hostname, ki smo ga določili v RPi (slika). Če nismo spreminjali imena in gesla sta ostala privzeta in sicer ime:pi, geslo:raspberrypi. Na koncu vpišemo še pot do datoteke RPi\_MSLK.py.

Izpolnimo še kanala za krmiljenje zrcal. Pod *Izhodni kanal 1* se vpiše kanal, ki bo nadzoroval  $x$  smer (glede na orientacijo kamere,  $x$  smer je v smeri daljše stranice slike). Pod *Izhodni kanal 2* pa kanal, ki nadzoruje  $y$  smer.

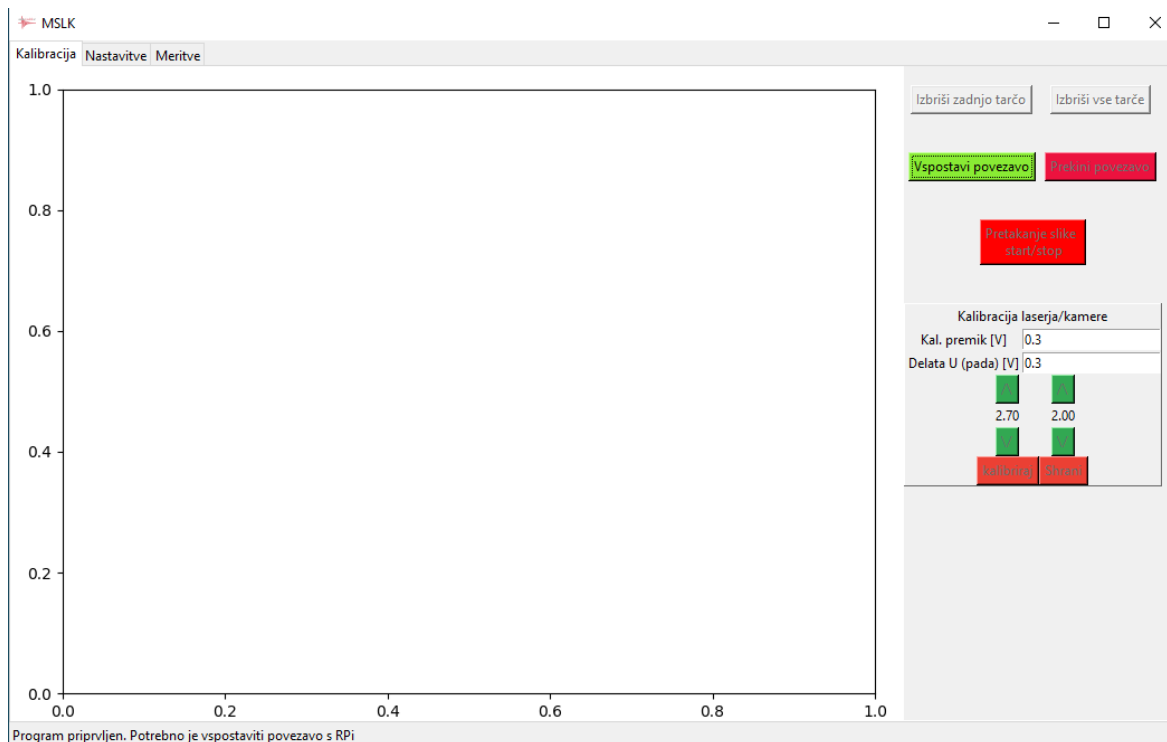
Če imen kanalov ne poznamo jih lahko pogledamo s pomočjo NiMAX, kjer se navigiramo do priklopljene kartice (slika 3.1). Odčitamo ime in mu dodamo "/ao", ter številko zelenega kanala. V našem primeru je tako ime prvega kanala za  $x$  smer: cDAQ10Mod1/ao0.



Slika 3.1: Iskanje imena kanal s pomočjo NiMAX

## 3.2 Povezovanje na RPi

Pred začetkom meritve se je potrebno povezati na RPi. To naredimo tako, da se pomaknemo na zavihek *Kalibracija* (slika 3.2), kjer se s pritiskom na zeleno tipko *Vspostavi povezavo*, vzpostavimo povezavo na RPi. Če smo pravilo izpolnili vsa okna pod zavihkom *Nastavitve*, bi se v nekaj sekundah morala vzpostaviti povezava, pikaže se slika iz kamere, prav tako se zgodi kalibracija laserja.



Slika 3.2: Zavihek Kalibracija

V primeru da je bil program predhodno nepravilno izklopljen, obstaja možnost da se povezave prejšnje seje niso pravilno zaprle, v tem primeru moramo narediti reboot sistemov.

## 3.3 Kalibracija

Ob povezavi se že avtomatsko zgodi kalibracija laserja, če je le ta slaba, ali pa da ni uspela jo lahko ponovimo s komandami pod *Kalibracija laserja/kamere* (slika 3.2 na desni). S zeleno obarvanimi tipkami spreminjamo vrednosti napetosti na posameznem zrcalu, za koliko se bo spremenila napetost na zrcalu (izpisana med zelenima tipkama), kontroliramo s vrednostjo vnešeno v polje *Delata U*. Ko laser postavimo na primerno mesto za kalibracijo, pritisnemo rdeči gumb *kalibracija*, zgodi se kalibracijski premik za vrednost podano pod *Kal. premik*. Če želimo, da se bo takšna kalibracija zgodila ponovno ob naslednji povezavi pritisnemo gumb *Shrani*.



## 3.4 Izbira tarč

Ko imamo sliko, lahko tarče preprosto izbiramo tako, da kliknemo na želo meso na slik. Prikaže se zelen kvadrateg, ter oznaka tarče. V primeru, da smo se zmotili, lahko s pritiskom na gumb *Izbriši zadnjo tarčo*, izbrišemo tarčo, ki je bila zadnja dodana. Če želimo izbrisati vse tarče kliknemo *Izbriši vse tarče*.

## 3.5 Nastavitve

Pred začetkom meritev je v zavihki *Nastavitve* potrebno nastaviti še lastnosti laserja, izberemo ali bomo za vzbujevanje uporabljali silomer ali kladivo. Nastaviti moramo osnovno frekvenco merilne karice, s klikom na gumb *Iračunaj frekvence*, se osveži izbira možnih frekvenc vzorčenja. Če želimo shranjevati podatke moramo odkljukati okno shranjuy podatke.

MSLK

Kalibracija Nastavitve Meritve

**Nastavitve Raspberry Pi**

Hostname: pi-kamera  
 Port: 22  
 Username: pi  
 Password: pi  
 Skripta: Desktop/RPi\_MSLK.py  
 Reset to default Save

**Nastavitve laserja**

Kanal laserja: cDAQ10Mod3/ai0  
 Napetost max [V]: 4  
 Napetost min [V]: -4  
 Merilno območje [mm/s]: 100.0  
 Časovni zamik laserja [s]: 0.00124  
 Reset to default Save

**Merilna kartica izhodni kanali**

Izhodni kanal 1: cDAQ10Mod1/ao0  
 Izhodni kanal 2: cDAQ10Mod1/ao1  
 Reset to default Save

**Nastavitve silomera/kladiva**

☒ Silomer ☐ Kladivo  
 Kanal silomera: cDAQ10Mod3/ai1  
 Faktor silomera [pC/N]: 4.034  
 Faktor nabojnega ojačevalnika [mV/pC]: 9.923  
 Faktor mirnosti: 0.3  
 Trigger value: 3.0  
 Dolžina meritve pred trigger (s): 0.01  
 Reset to default Save

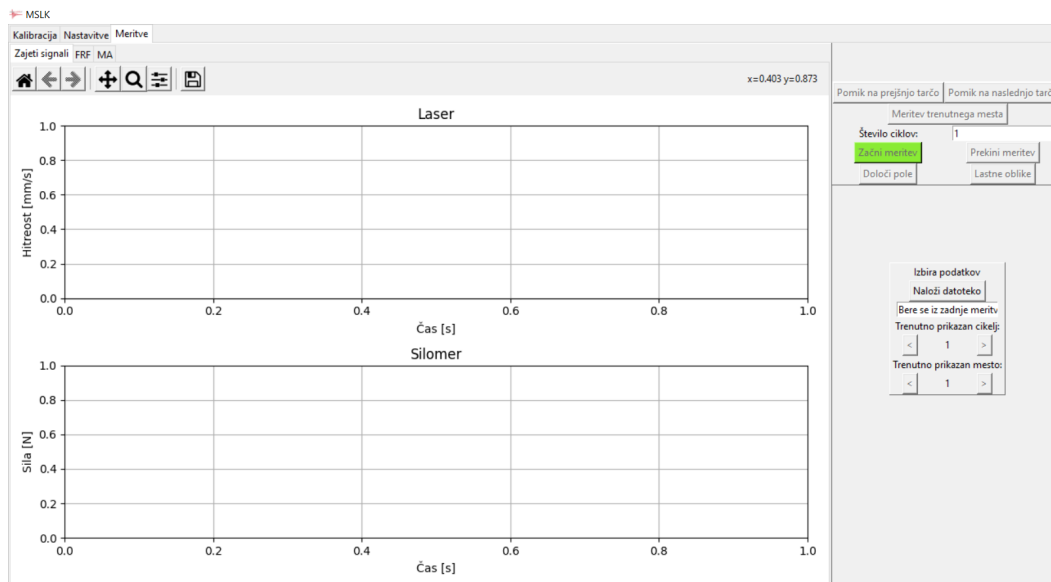
**Nastavitve meritev**

Frekvenca merilne kartice [Hz]: 13107200  
 Izračunaj frekvence  
 Frekvenca vzorčenja [Hz]: 51200.0  
 Čas meritve [s]: 1.0  
 Vzorcev za povprečenje: 5  
 Okno exc: Hamming  
 Vrednost za okno exc: 0.1  
 Okno h: Hamming  
 Vrednost za okno h: 0.1  
 Typ: Hv  
☐ Shranjuj podatke  
 Ime datoteke: meritev\_kladivo\_kovins  
 Pot do datoteke: C:/Users/Student/Desktop  
 Reset to default Save

Slika 3.3: Nastavitve

## 3.6 Meritev

Za začetek meritev se pomaknemo na zavihek *Meritve* (slika 3.4).



Slika 3.4: Zvihek meritve

Če želimo izvesti meritev samo v določeni točki, se lahko na to točko pomaknemo z gumbi *Pomik na prejšnjo tarčo* in *Pomik na naslednjo tarčo*. Ko se laser nahaja na zeleni poziciji, začnemo meritev z gumbom *Meritve trenutnega mesta*.

Če želimo izvesti meritev na vseh označenih mestih, kliknemo gumb *Začni meritev*, laser se bo pomaknil na prvo mesto, izvedel meritev, ter nato pomaknil naprej na naslednje mesto. Pomik in izvajanje meritev skozi vsa mesta (cikel), se izvede tolikokrat koliko, ciklov smo določili v polju *Število ciklov*

### 3.6.1 Preko silomera

V primeru da merimo s pomočjo silomera (vzbujamo s štinger-jem”), samo zaženemo meritev, laser se bo premikal od tarče do tarče, dokler niso izvedene vse meritve.

### 3.6.2 S kladivom

Ko zaženemo meritev se laser pomakne v prvo točko, ko se objekt dovolj umiri (*Nastavitve/faktor mirnosti*) zaslišimo zvok (dolg pisk, kratek pisk). To pomeni da lahko udarimo s kladivom, če je bila meritev uspešna se izriše FRF, v nasprotnem primeru zaslišimo zvok (kratek pisk, dolg pisk). Če je bila meritev uspešna bo program počakal, da se merjenec ponovno umiri, predno se bo pomaknil na naslednje merilno mesto. Ponovno počakamo na zvok, za začetek meritve.

## 3.7 Določanje lastnih oblik

Ko smo naredili meritev na vseh mestih, lahko izračunamo še lastne oblike. Prvo je potrebno določiti pole, kar naredimo s pritiskom na gumb *Določi pole*. Odpre se nam novo okno, kje izberemo pole. Ko somo izbrali pole, lahko zapremo okno (v katerem smo izbirali pole), ter kliknemo gumb *Plotaj lastne oblike*.

## 4 Znane težave

- Pri nepravilni izklopitvi programa se lahko zgodi, da se povezave ne zaprejo pravilno. Ko se to zgodi se ne da ponovno vzpostaviti povezave med PC in RPi. **Rešitev:** Reboot PC-ja in RPi.