

MERILNI SISTEM ZA DOLOČANJE KVALITETE LED SVETLOBNIH VIROV ZA GOSPODINJSTVA (NADOMESTKOV ŽARNIC)

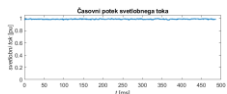
Avtorji:
Matic Markovič, dipl. inž. meh
dr. Primož Sukič
mag. Andrej Orgulan

Maribor, sobota, 09. oktober 2021

1

Predstavitev problema

Sonce → vir skoraj konstantnega svetlobnega toka



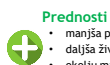
LED sijalke → vir utripajočega svetlobnega toka



2

Predstavitev problema

Uporaba sijalk s svetlečimi diodami - LED



- Prednosti**
- manjša poraba energije
 - daljša življenjska doba
 - okolju manj škodljivi materiali



- Slabosti**
- pulzirajoči svetlobni tok

delavci:

- pogostejši glavobol
- utrujenost
- motnje koncentracije

osebe z nevrološkimi obolenji
(svetlobna epilepsija)

posamezniki z
avtizmom

3

Cilji

- ▶ pregled literature
- ▶ načrtovanje in izdelava merilnega sistema (krmiljenje z MATLAB-om)
 - ▶ izvedba meritev
- ▶ analiza sijalk na slovenskem trgu

4

Merilni sistem



5

Sestavni deli merilnega sistema

Vrtljiva drsna miza z držalom sijalke

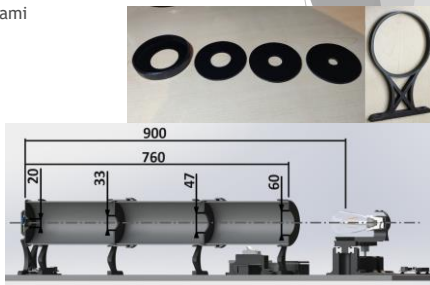
- ▶ povezovalna podlaga
 - ▶ koračni motor
 - ▶ kotalni radialni ležaj
 - ▶ končno stikalo



6

Sestavni deli merilnega sistema

Tunel z zaslonkami



7

Sestavni deli merilnega sistema

Komora za preprečevanje vpliva zunanje svetlobe na meritve



8

Sestavni deli merilnega sistema

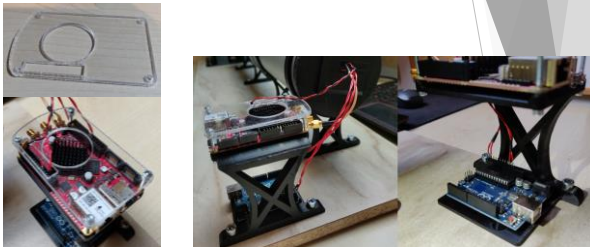
Stojalo napajalnega kabla sijalke



9

Sestavni deli merilnega sistema

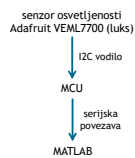
Držalo mikrokrmilnika in merilne platforme Red Pitaya



10

Meritev osvetljenosti

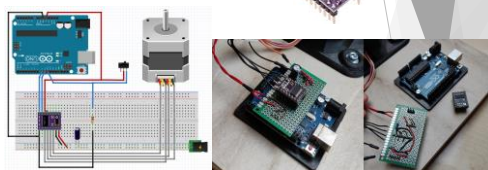
► elektronski sklop za meritev osvetljenosti



11

Elektronski sklop za krmiljenje koračnega motorja

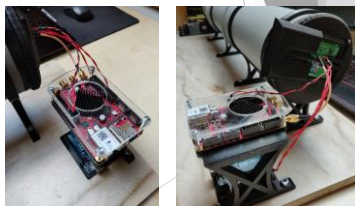
- Krmilni elektronski sklop + koračni motor NEMA 23
 - krmilnik DRV8825
 - MCU Arduino UNO
 - končno stikalo



12

Merilni sistem za hiter zajem podatkov

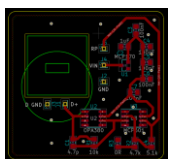
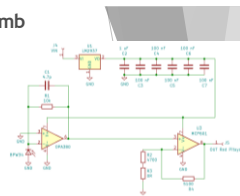
- zajem podatkov za opazovanje hitrih sprememb svetlobnega in električnega toka
 - hitra analogna vhoda (125 MS/s)
 - ethernet povezava



13

Vezje za opazovanje hitrih sprememb svetlobnega toka

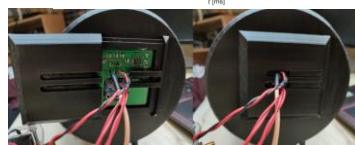
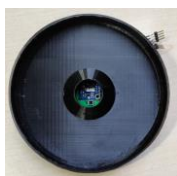
- ▶ LTSpice, KiCAD
- ▶ komponente:
 - ▶ hitra fotodioda BPW34
 - ▶ transimpedančni ojačevalnik OPA380
 - ▶ operacijski ojačevalnik MCP601
 - ▶ linearni regulator napetosti LM2937MP



14

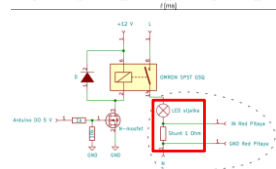
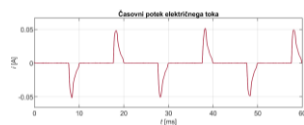
Vezje za opazovanje hitrih sprememb svetlobnega toka

- pokrov tunela
- časovni potek svetlobnega toka
- delež nihanja



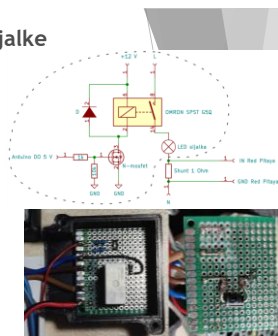
15

Vezje za meritev električnega toka skozi sijalko



16

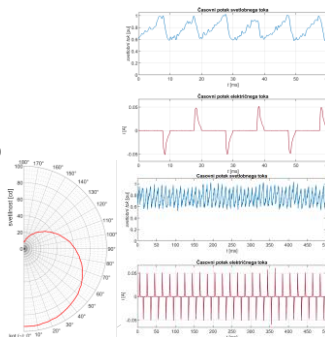
Vezje za vklop napajanja sijalke



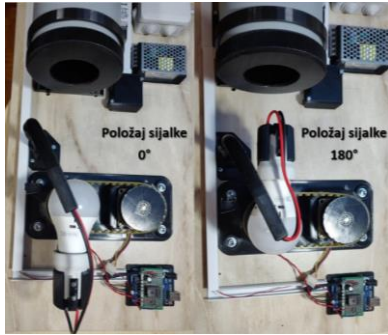
17

Meritve LED sijalk

- 59 sijalk različnih tipov, od 37-ih proizvajalcev (slovenski trg)
- 30 min stabilizacija sijalk
- izvedba meritev (2 min 25 s)
 - polarni diagram prostorske porazdelitve svetlosti
 - časovni potek svetlobnega in električnega toka (500 ms)
 - časovni potek svetlobnega in električnega toka (50 ms)



18



19

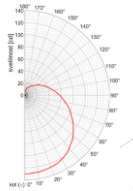
Polarni diagram kotne porazdelitve svetilnosti

- Izračun svetilnosti $I = E \cdot d^2$ [11]
- Izračun svetlobnega toka $\Phi = \sum (\Delta\Omega \cdot I)$

Oblike sijalk:

1. okrogla
2. okrogla (filamentna)
3. hruškasta
4. reflektorska
5. lesketajoča
6. kapljičasta (retro)

1



20

Oblike sijalk:

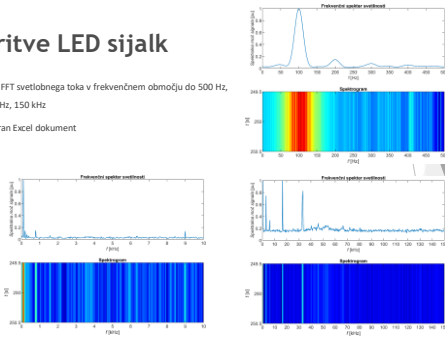
1. okrogla
2. okrogla (filamentna)
3. hruškasta
4. reflektorska
5. lesketajoča
6. kapljičasta (retro)



21

Meritve LED sijalk

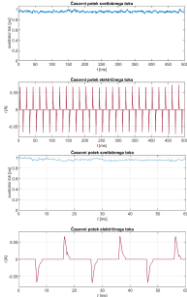
- Izris FFT svetlobnega toka v frekvenčnem območju do 500 Hz, 10 kHz, 150 kHz
- kreiran Excel dokument



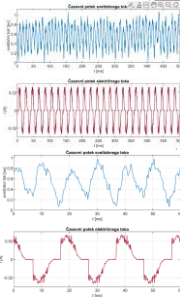
22

Primerjava časovnega poteka svetlobnega in električnega toka sijalk

Sijalka 1



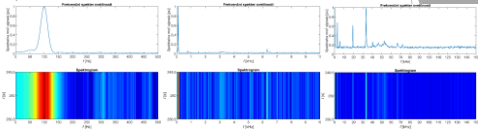
Sijalka 2



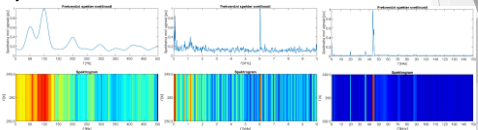
23

Primerjava izrisov FFT svetlobnega toka sijalk

Sijalka 1



Sijalka 2



24

Rezultati

Seznam testiranih sijalk

- 59 različnih sijalk
- 15 trgovin/spletnih trgovin
- 35 proizvajalcev

Št. koda	Proizvajalec	Št.	Proizvajalec
1	VIA VANNIA (Tol.Edo. Hazeo GLS)	39	LUNGORAM
2	VIA VANNIA (Tol.Edo. GLS)	31	BLAUPUNKT (A60 LED)
3	LEATTWAY	32	BLAUPUNKT (A60 LED)
4	XAVAX	33	GOOBAY
5	BRIL-LUX	34	GOOBAY (LED Hazeo)
6	EMOS (LED Hazeo)	35	PHOTONIA
7	EMOS (LED A60, step dimmable)	36	VOLVOLUX (LED Hazeo)
8	EMOS (LED Classic)	37	VOLVOLUX
9	OSRAM (LED value classic A60)	38	SMIPLEX (LED Hazeo, dimmable)
10	OSRAM (LED value classic A60)	39	SMIPLEX
11	OSRAM (LED value classic A60, step dimmable)	40	SMIPLEX
12	WEL-LIGHT (Hazeo)	41	SMIPLEX (LED Hazeo)
13	PHILIPS (CorePro LED bulb)	42	CORAMEL
14	FORTE	43	FORTE
15	OSRAM (LED signature P75 absence of)	44	KOBL-LIGHT
16	OSRAM (Parathom classic A100)	45	KOBL-LIGHT (LED Hazeo, step dimmable)
17	BRIL-LUX	46	VP-EL
18	BRIL-LUX (LED Hazeo)	47	EGLO
19	BRIL-LUX (LED Hazeo)	48	EGLO (LED Hazeo)
20	V-TAC (LED R80 bulb)	49	BRIL-LUX
21	V-TAC (Pro-Sensing LED chip)	50	BRIL-LUX
22	V-TAC (Dimmable Hazeo A60 bulb)	51	BRIL-LUX (LED Hazeo)
23	V-TAC (LED R80 bulb)	52	EGLO (LED Hazeo, dimmable)
24	ETA	53	EGLO (LED Hazeo)
25	ETA (LED Hazeo)	54	EGLO (LED Hazeo)
26	TESLA (reflektorica)	55	EGLO (LED Hazeo)
27	TESLA (reflektorica)	56	EGLO (LED Hazeo)
28	TESLA	57	EGLO (LED Hazeo)
29	OSRAM (LED value classic A60)	58	EGLO (LED Hazeo)

25

Rezultati

Razvrstitev sijalk

Delež nihanja amplitude svetlobnega toka napram temenski vrednosti.

- primerjalna metoda z relativnimi deleži (pogrešek minimiziran)

Št. koda	Proizvajalec	Delež nihanja [%]	20.	13.0	40.	23.6
1.	8 EMOS (LED Classic)	0	21.	13.1	41.	24.1
2.	27 TESLA (reflektorica)	4.1	22.	13.2	42.	24.5
3.	23 V-TAC (LED R80 bulb)	5.0	23.	13.2	43.	24.7
4.	46 VP-EL	5.5	24.	13.3	44.	26.2
5.	16 OSRAM (Parathom classic A100)	7.6	25.	13.0	45.	26.7
6.	37 VOLVOLUX	7.8	26.	14.0	46.	28.1
7.	13 PHILIPS (CorePro LED bulb)	7.8	27.	14.1	47.	28.8
8.	32 BLAUPUNKT (A60 LED)	8.3	28.	14.4	48.	29.3
9.	2 SYLVANIA (Tol.Edo.GLS)	8.4	29.	16.7	49.	29.9
10.	43 TORE	8.8	30.	17.7	50.	30.7
11.	7 EMOS (LED A60, step dimmable)	8.9	31.	17.8	51.	31.4
12.	42 COMMELO	10.1	32.	17.9	52.	32.2
13.	58 EGLO (dimmable)	10.8	33.	19.3	53.	34.6
14.	44 KOBL-LIGHT	10.8	34.	20.3	54.	35.8
15.	55 BRIL-LUX (ECO line A60)	11.2	35.	20.5	55.	36.8
16.	33 GOOBAY	11.5	36.	20.8	56.	37.4
17.	4 XAVAX	11.5	37.	21.3	57.	37.8
18.	24 ETA	12.2	38.	23.2	58.	38.8
19.	9 OSRAM (LED value classic A60)	12.8	39.	23.5	59.	39.4

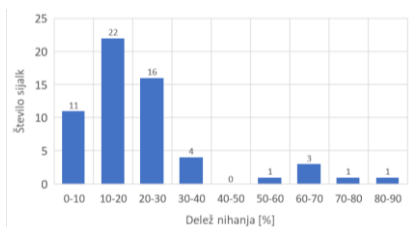
Podani rezultati kažejo relativne vrednosti in ne absolutne.

Merilni sistem ni certificiran in umerjen s strani akreditirane institucije.

26

Rezultati

Histogram



27

Rezultati Razvrstitev sijalk

Odstopanje izmerjene vrednosti svetlobnega toka od svetlobnega toka, navedenega na embalaži.

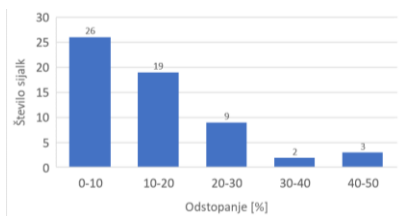
- kalibrirana meritev osvetljenosti (Laboratorij za razsvetljavo in fotometrijo FE UL)

Merilni sistem ni certificiran in umeren s strani akreditirane institucije.

Št. koda	Proizvajalec	Odstopanje [%]	20	7,2	40
1	16 OSRAM (Parathom classic A100)	-6,3	21	-7,8	41
2	43 TORE	6,6	22	8	42
3	54 GE LIGHTING	-6,9	23	8,7	43
4	38 SIMPEX (LED filament, dimmable)	-7	24	9,1	44
5	50 ISKRA	1,6	25	-9,3	45
6	34 GOODAY (LED filament)	2,3	26	-9,6	46
7	5 BELLALUX	-3,1	27	-10	47
8	48 GLOBO (LED filament)	-3,3	28	10,1	48
9	21 V-TAC (Pro Samsung LED chip)	-3,3	29	-11	49
10	11 OPTONICA	3,5	30	-11	50
11	2 SYLVANIA (ToLEDs GLS)	-4,5	31	-12	51
12	3 LIGHTWAY	4,8	32	11,5	52
13	32 BLAUPUNKT (A60 LED)	-5,1	33	-13	53
14	42 COMMELE	-5,7	34	-13	54
15	47 GLOBO	-5,7	35	-14	55
16	23 V-TAC (LED R80 bulb)	-6,3	36	-14	56
17	37 VOLTOLUX	-6,3	37	14,5	57
18	19 HOMEWARE	6,5	38	-16	58
19	56 FARO (milky LED)	-7,2	39	-17	59

28

Rezultati Histogram



29

Sklep

► Ugotovitve meritev:

- Svetlobni tok LED sijalk ni konstanten.
- Svetlobni tok LED sijalk niha z dvakratnikom omrežne frekvence ter s stikalno frekvenco pretvornika.
- Obstaja odstopanje vrednosti svetlobnega toka, ki ga oddaja sijalka od vrednosti, ki je navedena na embalaži sijalk, s strani proizvajalca.
- Rezultati kažejo velika odstopanja med sijalkami na slovenskem trgu (glede na izbrana parametra).

30

Hvala za Vašo pozornost.

Matic Markovič, dipl. inž. meh
dr. Primož Sukič
mag. Andrej Orgulan