

ŠOLSKI CENTER VELENJE, ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA

TRG MLADOSTI 3

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**POJAV UTRIPANJA PRI SODOBNIH LED-SIJALKAH**

Tematsko področje: elektrotehnika, elektronika in robotika

Avtorji:

Jure Cehner, 4.ET

Admir Smajić, 4.ET

Jaka Blagotinšek, 4.ET

Mentor:

Matjaž Žerak, univ. dipl. inž.

Velenje, 2015

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje, Elektro in računalniška šola.

Mentor: Matjaž Žerak, univ. dipl. inž.

Datum predstavitve:

## **KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD	Elektro in računalniška šola, Šolski center Velenje, šolsko leto 2014/2015
KG	utripanje/vzrok/meritve/LED-sijalka
AV	BLAGOTINŠEK, Jaka/CEHNER, Jure/ SMAJIĆ, Admir
SA	ŽERAK, Matjaž
KZ	3320 Velenje, SLO,
ZA	Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola
LI	2015
IN	POJAV UTRIPANJA PRI SODOBNIH LED SIJALKAH
TD	Raziskovalna naloga
OP	VI, 27 str., 1 tab., 17 sl., 7 vir.
IJ	SL
JI	sl/en
AI	Namen naše raziskovalne naloge je bil ta, da raziščemo in ugotovimo kaj povzroča pojav utripanja pri sodobnih LED-sijalkah. Z rezultati opravljenih meritev smo ugotovili, da pride do utripanja zaradi tlivke, ki je vzporedno vezana na enopolno stikalo v inštalaciji ter kondenzatorja, kateri je v usmerniškem delu vezja v grlu naše LED-sijalke.

## KEY WORD DOCUMENTATION

- ND Elektro in računalniška šola, šolski center Velenje,N2014/2015
- CX flickering/cause/measuring/LED-bulb
- AU BLAGOTINŠEK, Jaka/CEHNER, Jure/ SMAJIĆ, Admir
- AA ŽERAK, Matjaž
- PP 3320 Velenje, SLO,
- PB Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola
- PY 2015
- TI OCCURENCE OF FLICKERING IN MODERN LED-BULBS
- DT RESEARCH WORK
- NO VI, 27 p., 1 tab., 17 fig., 7 ref.
- LA SL
- AL sl/en
- AB The intention of our research work was to explore and find out, what causes the occurrence of flickering in modern LED-bulbs. With the results of the measurements made, we came to a conclusion that the flickering is caused by a small light that is used for illuminating the switch, and a capacitor that is located in the rectifier circuit of our LED-bulb.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO SLIK.....	VI
KAZALO TABEL.....	VI
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV .....	2
2.1 O LED sijalkah .....	2
2.2 Svetleče diode: .....	2
2.3 LED sijalke za uporabo v gospodinjstvih .....	3
2.4 Delovanje led sijalk .....	3
2.5 Standardi LED sijalk.....	4
2.6 Slabosti.....	4
2.7 Primerjava 60 W LED sijalke z ostalimi 60 W sijalkami (6 ur na dan v 20 letih) .....	5
3. MERITVE IN REZULTATI .....	6
3.1 Načrt potrjevanja hipotez.....	6
3.2 Meritev z digitalnim osciloskopom .....	8
3.3 Meritev z DAQ kartico .....	15
3.4 Uporabljen material in pripomočki pri meritvah .....	21
3.5 Opis aparatov .....	22
3.5.1 osciloskop HP 54610B.....	22
3.5.2 DAQ merilna kartica ter programska oprema Labview .....	22
5. DISKUSIJA .....	23
6. ZAKLJUČEK.....	24
7. POVZETEK .....	25

8. ZAHVALA.....	26
9. VIRI IN LITERATURA.....	27

### **KAZALO SLIK**

Slika: 1 različne LED sijalke (Geoffrey, Landis 2012).....	3
Slika 2: Usmerniško vezje s svetlečimi diodami (Vir: <a href="http://www.next.gr/circuits/led-tube-light-using-transformer-l28455.html">http://www.next.gr/circuits/led-tube-light-using-transformer-l28455.html</a> ).....	4
Slika 3: Inštalacijski boks (Foto: A. Smajić).....	7
Slika 4: Načrt enopolnega stika (Foto: A. Smajić).....	8
Slika 5: Razstavljena LED-sijalka (Foto: A. Smajić).....	9
Slika 6: Načrt vezave pri prvi meritvi z osciloskopom (Foto: A. Smajić).....	10
Slika 7: Prva meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić).....	11
Slika 8: Prva meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić).....	12
Slika 9: Druga meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić).....	13
Slika 10: Tretja meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić).....	14
Slika 11: Načrt vezave pri prvi meritvi z DAQ kartico (Foto: A. Smajić).....	15
Slika 12: Prvi rezultati meritve -v programu Labview (Foto: A. Smajić).....	16
Slika 13: Načrt vezave pri drugi meritvi z DAQ kartico (Foto: A. Smajić).....	17
Slika 14: Meritev toka pri vžgani LED-sijalki (Foto: A. Smajić).....	18
Slika 15: Načrt vezave pri tretji meritvi (Foto: A. Smajić).....	19
Slika 16: Tretja meritev z DAQ kartico (Foto: A. Smajić).....	20
Slika 17: Program v Labviewu (Foto: A. Smajić).....	21

### **KAZALO TABEL**

Tabela 1: Primerjava Led sijalk z ostalimi sijalkami .....	<b>Napaka! Zaznamek ni definiran.</b>
--	---------------------------------------

## 1 UVOD

LED tehnologija je dosegla točko, kjer je moderna LED tehnologija postala dostopna, lahka za uporabo in inštalacijo, in lahko ponuja veliko prednosti pred klasičnimi sijalkami, predvsem v njihovi mali porabi ter njihovimi tehnološkimi zmožnostmi. Čeprav so LED-sijalke že zelo pogoste, imajo še nekaj pomanjkljivosti. Eno izmed pomanjkljivosti smo se odločili raziskati, to je pojav utripanja LED-sijalke, ko je le-ta izklopljena. To v dnevni svetlobi skoraj ni opazno, ponoči pa je lahko zelo moteča. Ta pojav smo se odločili raziskati, predvsem nas je zanimalo, kaj ga povzroča in kako bi ga lahko odpravili. To smo naredili v inštalacijskih boksih, kjer smo opravili meritve na inštalaciji.

Hipotezi:

Utripanje LED-sijalke povzroča tlivka, ki je vzporedno vezana na stikalo.

Utripanje LED-sijalke povzroča indukcija, ki nastane zaradi vzporedno potekajočih vodnikov.

## **2 PREGLED OBJAV**

V pregledu objav bomo pregledali, kako LED-sijalke sploh delujejo, standarde, kje jih uporabljamo, slabosti in njihovo prihodnost.

### **2.1 O LED-sijalkah**

LED-sijalka je izdelek, narejen iz svetlečih diod in usmerniškega vezja, vse skupaj pa predstavlja sijalko. Današnje LED-sijalke so zmožne oddajati tudi 100 lumnov na en Watt, njihova življenjska doba, ki znaša okoli 15000 ur, je veliko daljša od navadnih žarnic ki imajo življenjsko dobo okoli 1000 ur, prav tako pa je učinkovitost delovanja boljša od fluorescentnih sijalk in žarnic z žarilno nitko. Njihova začetna cena pa je navadno večja od drugih sijalk. Tržišče LED-sijalk ima napovedano rast iz dveh milijard ameriških dolarjev z začetka 2014 na 25 milijard ameriških dolarjev do leta 2025. LED-sijalke ne potrebujejo ogrevalnega časa, da začnejo svetiti s polno močjo za razliko od večine fluorescentnih sijalk, prav tako se jim življenjska doba ne zmanjša s pogostim vklopjanjem kot se pri fluorescentnih sijalkah. Prav tako imajo LED-sijalke različne karakteristike, ki so napisane na embalaži razlikujejo pa se v porabi, barvi temperature, koliko lumnov oddajajo in moči v primerjavi z žarnicami. Svetleče diode ne oddajajo svetlobe v vse smeri, ampak samo v ozkem valovnem pasu, to pa vpliva na dizajn sijalke. Sama svetleča dioda oddaja manj svetlobe kot žarnica in fluorescentna sijalka zaradi tega so sijalke narejene iz več svetlečih diod.

### **2.2 Svetleče diode:**

Prve svetleče diode so se pojavile v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, vendar so bile njihove karakteristike zelo slabe. Po izumu visoko svetleče diode 1994 pa se je njihova tehnologija začela hitro nadgrajevati, da je prišla do te stopnje, kjer je danes. So polprevodniški elektronski elementi s karakteristikami podobnimi navadnim polprevodniškim diodam, s to izjemo, da ko prevajajo tok, zasvetijo. Poznamo jih v več oblikah, barvah in njihovih lastnostih. Oddajana svetloba ima zelo ozko valovno dolžino. Njihov izkoristek je veliko boljši kot pri navadni žarnici z žarilno nitko. Na začetku razvoja so se uporabljale kot indikatorske lučke, v sedanosti pa se vse pogosteje uporabljajo za razsvetljavo. Njihove dobre lastnosti so, da so male, imajo dolgo življenjsko dobo, malo porabo električne energije in krajši vžigalni čas.



### 2.3 LED-sijalke za uporabo v gospodinjstvu

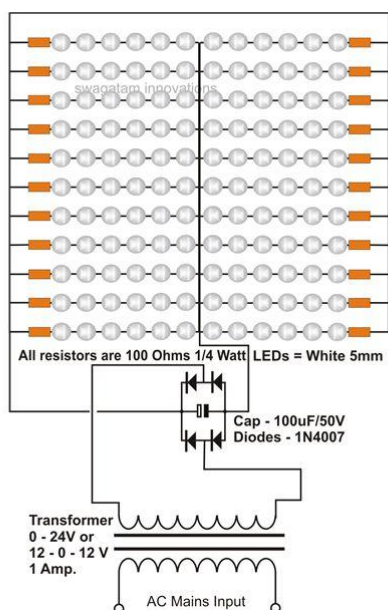
So na voljo v različnih oblikah s klasičnimi navoji (Edisonov navoj), v oblikah fluorescentnih sijalk, da jih lahko uporabimo namesto le-teh in pa v obliki vgradnih sijalk. Na voljo so različne barvne možnosti. Na tržišču pa se množično pojavljajo nove tehnologije, ki ponujajo uporabnikom še večjo izbiro, njihova poraba pa je vedno manjša.



Slika: 1 različne LED sijalke (Geoffrey, Landis 2012)

### 2.4 Delovanje LED-sijalk

LED-sijalka je narejena iz svetlečih diod in usmerniškega vezja. Svetleče diode za delovanje potrebujejo enosmerno napetost, zato se uporabi usmerniško vezje, ki je sestavljeno iz transformatorja, ki nam transformira iz 230 V na primerno manjšo napetost, Greatzovega spoja, ki naredi iz izmenične napetosti enosmerno napetost, kondenzatorjev za zgladitev napetosti in preduporov. Za usmerniškim vezjem sledijo svetleče diode.



Slika 2: Usmerniško vezje s svetlečimi diodami (Vir: <http://www.next.gr/circuits/led-tube-light-using-transformer-128455.html>)

## 2.5 Standardi LED-sijalk

V gospodinjstvu se največ uporabljajo naslednji standardi okov sijalke:

- E14 – LED-sijalka, ki se najpogosteje uporablja za lestence, stenska svetila, kopalniška svetila, stoječe svetilke in nočne, namizne ali bralne svetilke,
- E27 – najbolj pogost okov lestencev, zunanjih luči ter namiznih in stoječih svetilk,
- G4 – pod elementne, bralne in vgradne sijalke, ter vse sijalke na 12 V,
- GU5,3/MR16 – 12 V vgradna svetila in svetila na tirnicah,
- G9 – stenska in vgradna svetila, in kopalniške sijalke,
- GU10 – vgradna svetila, stenska svetila in namizne svetilke,
- LED-cevi – vgradna svetila, ki delujejo na 230 V.

## 2.6 Slabosti

Tako kot vse stvari imajo tudi LED-sijalke slabosti, kot je občutljivost na prekomerno temperaturo, kot večina elektronskih elementov. Zato moramo pred namestitvijo le-teh preveriti, če jih lahko vgrajujemo v delno ali popolnoma zaprta ohišja, sicer lahko pride do okvare sijalke ali pa celo do požara. Pri visokih temperaturah jim prav tako upada njihova učinkovitost in življenjska doba; zaradi tega je moč, ki se lahko porablja v LED-sijalkah omejena. Ta slabost se odpravlja s posebnimi dizajni, ki odvajajo toploto stran od svetlečih diod. Prav tako se pri njih pojavlja migetanje, ki ga zaznavajo digitalne kamere.

## 2.7 Primerjava 60 W LED-sijalke z ostalimi 60 W sijalkami (6 ur na dan v 20 letih)

	Žarnica	Halogenska	Varčna sijalka	LED (Cree)	LED (Philips)	LED (LEDNovation)
Cena	2€	4€	7€	8,45€	7€	26€
Poraba (v Wattih)	60	43	14	9.5	10.5	9.4
lumnov	860	750	775	800	800	810
lumnov na Watt	14.3	17.4	55.4	84	76.2	86.2
Temperatura svetlobe(Kelvini)	2700	2900	2700	2700	2700	2700
Življenjska doba (v urah)	1000	1000	10000	25000	25000	50000
Življenjska doba v letih (6ur na dan)	0.5	0.5	4.6	>11.4	11.4	>22.8
Cena elektrike v 20 letih(11 centov na KWh)	289€	207€	67€	45€	50€	45€

Tabela 1: Primerjava Led sijalk z ostalimi sijalkami (Vir: [http://en.wikipedia.org/wiki/LED\\_lamp#Comparison\\_to\\_other\\_lighting\\_technologies](http://en.wikipedia.org/wiki/LED_lamp#Comparison_to_other_lighting_technologies))

Čeprav so nove tehnologije razsvetljevanja že zelo razširjenje, je navadna žarnica še vedno najbolj pogosta, saj pri njej nimamo problemov z elektroniko in utripanjem.

### 3. MERITVE IN REZULTATI

#### 3.1 Načrt potrjevanja hipotez

Da bi lahko ugotovili, zakaj prihaja do utripanja LED-sijalk, ko so izklopljene, smo najprej pridobili informacije oziroma podatke, ki so na voljo v literaturi in na spletu. Za potrditev hipotez je bilo potrebno najprej ustvariti pogoje, pri katerih so sijalke utripale, kar bi nam omogočalo potrditi postavljene hipoteze. Najprej smo v inštalacijskem boksu naredili preprost enopolni stik z LED-sijalko in stikalom, utripanje pri izklopljenem stikalu se ni pojavilo. Zato smo poskusili narediti še eno vezavo enopolnega stika, kjer pa smo uporabili tlivko, ki smo jo vezali vzporedno na stikalo. V tem primeru se je pri izklopljenem stikalu pojavilo utripanje, katerega smo želeli raziskati. To utripanje ni vidno pri dnevni svetlobi, ponoči pa je lahko zelo moteče. Utrip se pojavlja v približno enakih periodah z enako jakostjo. Prav tako smo v teh vezavah poskusili LED-sijalke drugih proizvajalcev in cenovnih razredov, s čimer smo ugotovili, da nekatere sijalke ne utripajo, medtem ko druge utripajo z različnimi periodami, nekatera pa se sploh ne dajo ugasniti, kadar je v vezju uporabljena tlivka. Z ugotovitvijo, da sijalke ne utripajo pri izklopljenem stikalu, kadar ni uporabljena tlivka, nam je omogočilo zavrniti drugo hipotezo, v kateri smo predpostavljali, da je za utripanje kriva indukcija, ki nastane zaradi vzporedno potekajočih vodnikov.

Tlivka v dnevni svetlobi skoraj ni vidna, ponoči pa nakazuje oziroma osvetljuje stikalo.

Navadno je vgrajena v stikalu. Poznamo LED-tlivke in navadne tlivke. Dobimo jih v različnih močeh.

Izvedli smo dve meritvi. Prva meritev je bila meritev z digitalnim osciloskopom, z njim smo izmerili napetost na sami LED-sijalki, druga pa z DAQ kartico, s katero smo lahko na računalniku s pomočjo programske opreme Labview spremljali tok skozi sijalko. Da smo lahko izvedli meritvi, smo morali narediti enake pogoje, kot so pri vsakdanji uporabi, kjer se utripanje tudi pojavlja. Zato smo v inštalacijskih boksih (slika 3) naredili enopolni stik, pri katerem smo tlivko vezali vzporedno na stikalo. Načrt za vezavo pa vidimo na sliki 4.



Slika 3: Inštalacijski boks (Foto: A. Smajič)



Slika 4: Načrt enopolnega stika (Foto: A. Smajić)

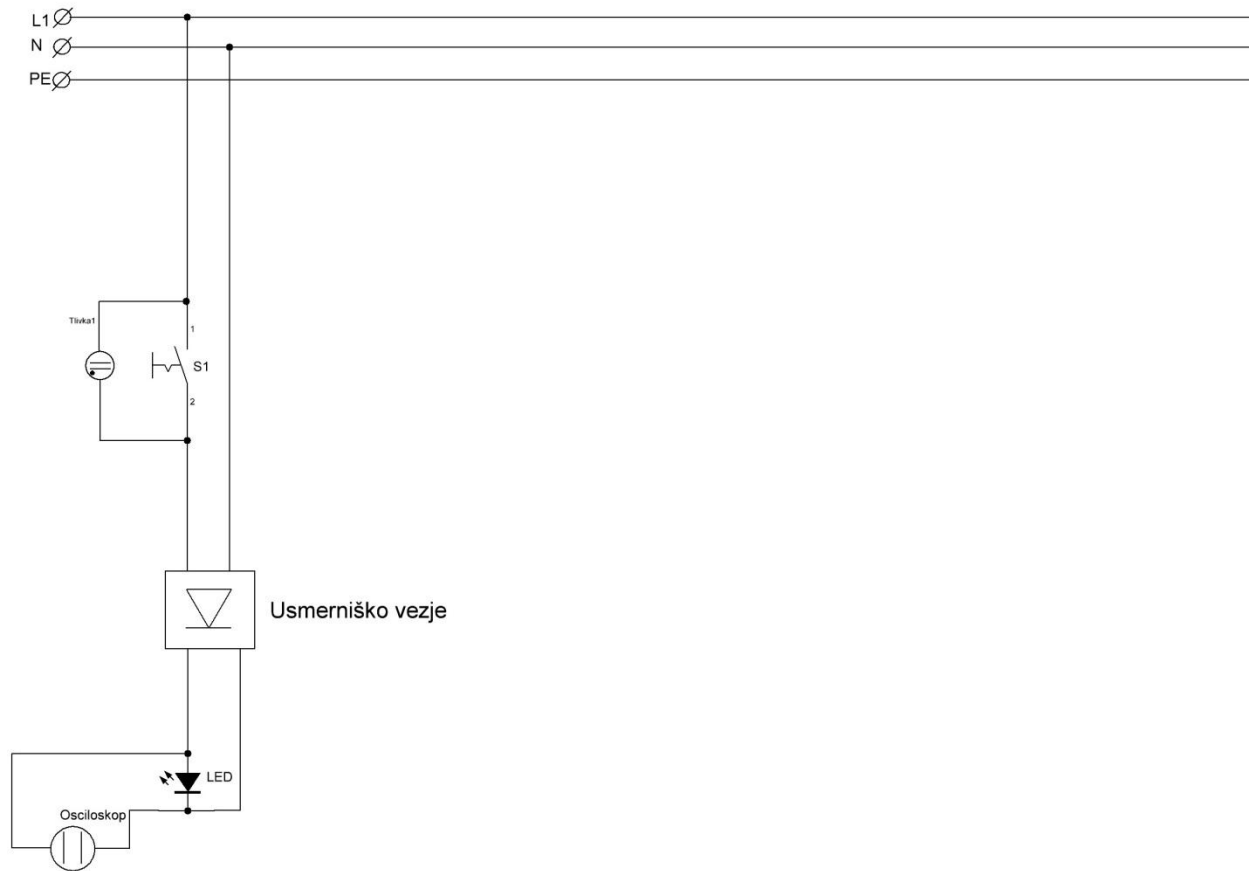
### 3.2 Meritev z digitalnim osciloskopom

Pri prvi meritvi smo uporabili digitalni osciloskop, s katerim smo merili enosmerno napetost in spremljali njeno obliko na sekundarnem delu usmerniškega vezja, ki je vezan na svetleče diode. Da smo lahko to meritev izvedli, smo morali LED-sijalko razstaviti (slika 4), tako da smo imeli dostop do usmerniškega vezja sijalke, ki se nahaja v notranjosti ohišja LED sijalke. Nato smo odvarili/odspajkali napajalno povezavo med usmerniškim vezjem in svetlečim se led diodam. Kasneje smo na razklenjena mesta pritrdili osciloskopske sonde, preko katerih smo zajemali podatke o signalu, ki se je pojavil na usmerniškem vezju pri ugasnjenem stikalu. Namen usmerniškega vezja je, da nam pretvori iz 230 V izmenične napetosti v ustrezno enosmerno napetost, katera je primerna za delovanje LED diod.



Slika 5: Razstavljena LED-sijalka (Foto: A. Smajić)

Ko smo imeli LED-sijalko razstavljeno, smo priklopili merilno sondo od osciloskopa vzporedno k svetlečim diodam, katere so vezane na izhod od usmerniškega vezja (slika5). Potem smo na osciloskopu nastavili napetostno ter časovno konstanto . Ko smo to naredili, smo lahko začeli z izvajanjem meritve.

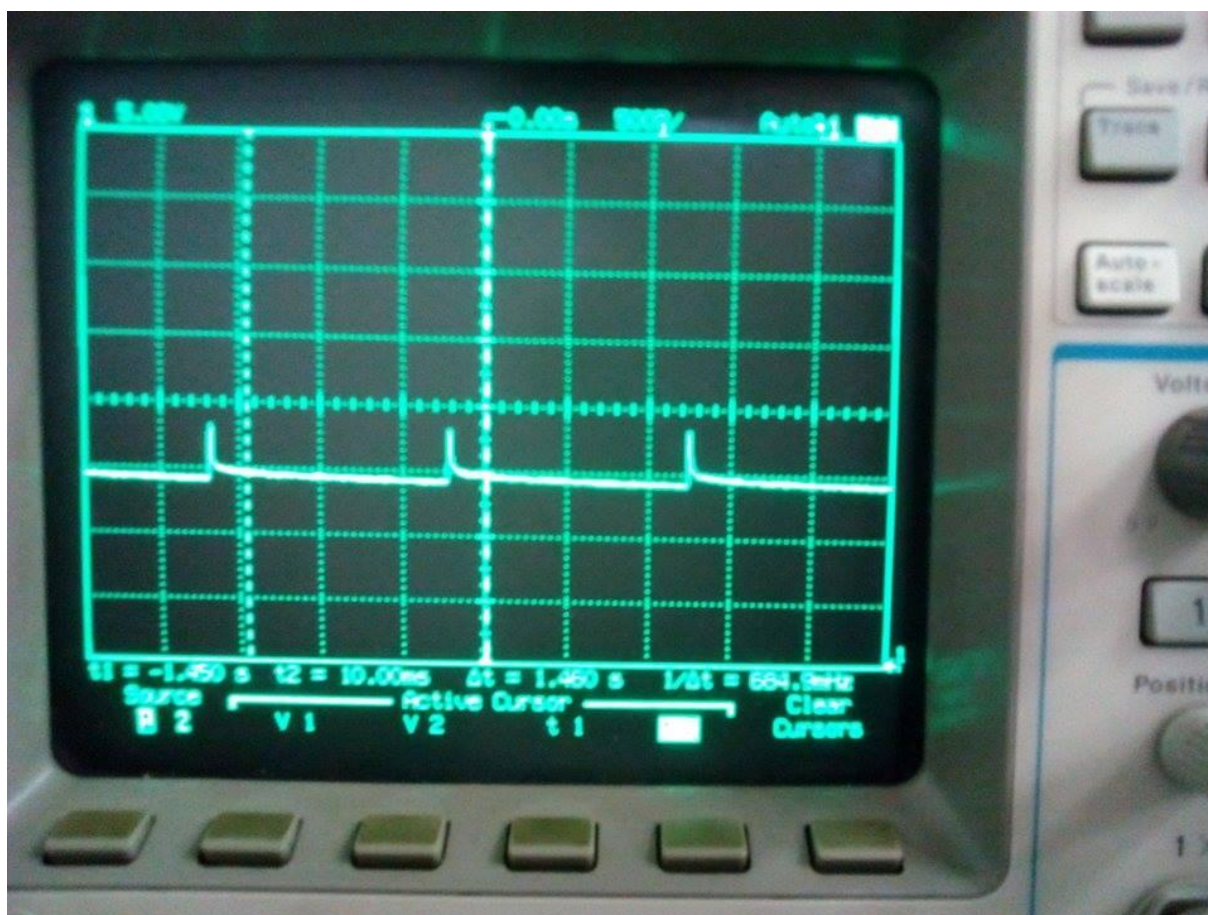


Slika 6: Načrt vezave pri prvi meritvi z osciloskopom (Foto: A. Smajić)





Slika 7: Prva meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić)



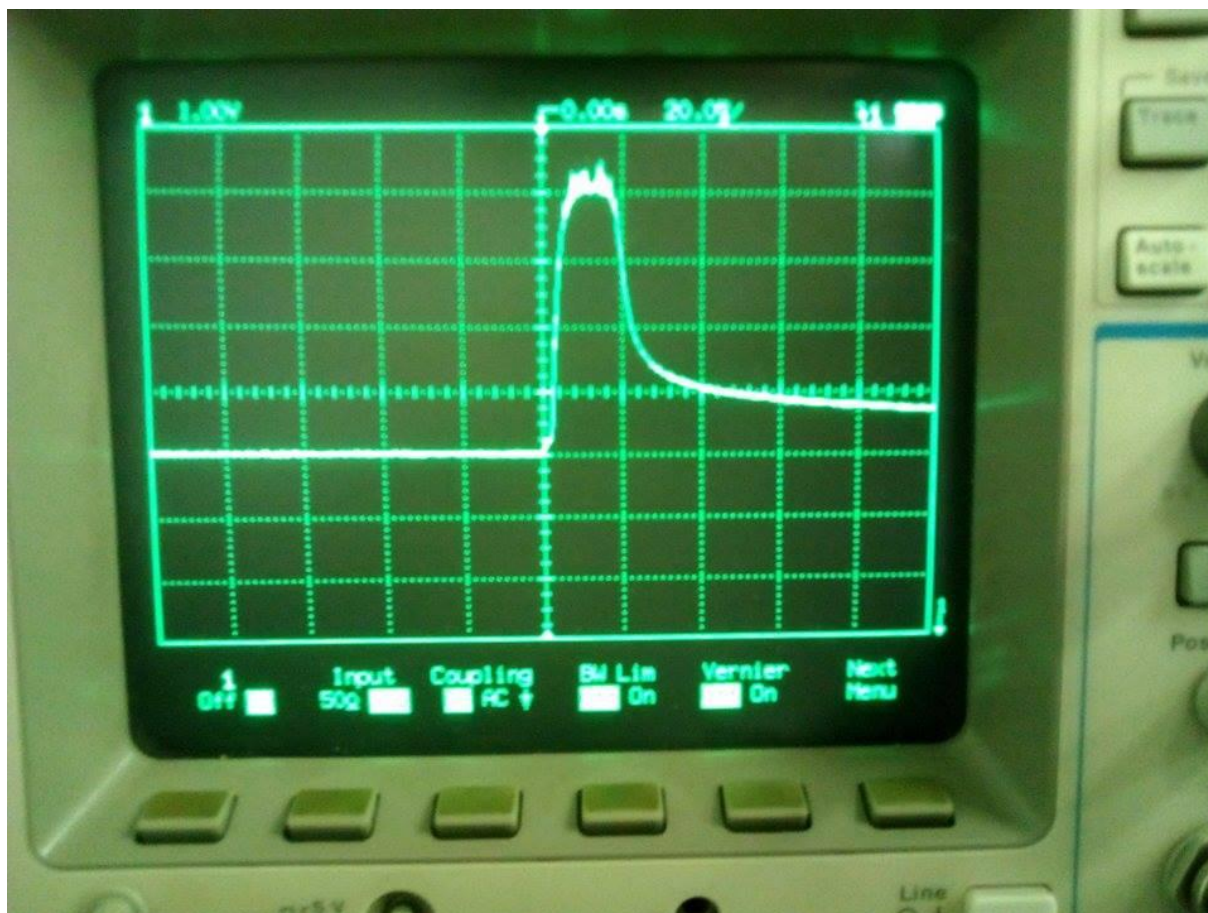
Slika 8: Prva meritev z osciloskopom (Foto: A. Smajić)

Na zgornjem primeru vidimo signal (slika 7), ki smo ga izmerili pri napetostni konstanti petih voltov in časovni konstanti 500 ms. Iz tega smo odčitali, da se utrip sijalke ponovi vsake 1.450 sekunde. Signal smo nato še dodatno približali tako, da se je razločno videlo, kakšna napetost se pojavi na signalu za vsak utrip žarnice. To smo storili tako, da smo nastavili napetost enega razdelka na 1V.



Slika 9: Druga meritve z osciloskopom (Foto: A. Smajić)

Pri drugi meritvi smo merili časovni potek napetosti med usmerniškim vezjem sijalke in led diodami. Iz druge meritve z osciloskopom (slika 7) smo odčitali, da je amplituda konice napetosti, ki se pojavi velika 4.531 V. Iz meritve pa se tudi razločno vidi, kako poteka signal. Ta oblika signala se pojavi pri polnjenju in praznjenju kondenzatorja. Iz tega smo lahko sklepali, da je za utripanje sijalke skriv kondenzator v usmerniškem vezju sijalke. Merjen signal smo nato še dodatno povečali s spremembo časa na en razdelek in tako dobili prikaz ene periode utripa, pri katerem vidimo časovni potek napetosti. (slika 8).

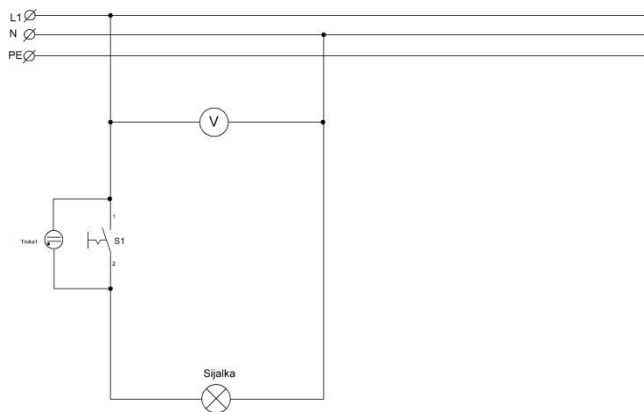


Slika 10: Tretja meritve z osciloskopom (Foto: A. Smajić)

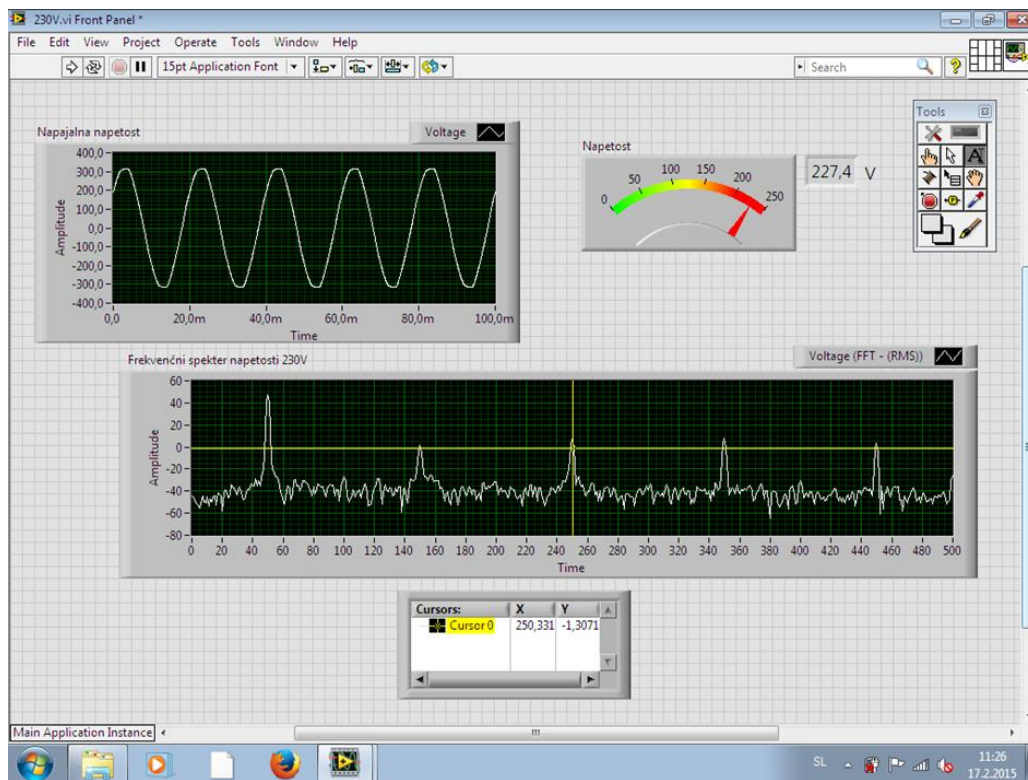
Pri tretji meritvi smo eno špico signala približali s spremembo časa na en razdelek. Tako smo dobili bolj natančen prikaz, kako točno je videti napetostna konica. S to meritvijo smo ugotovili, da je za utripanje ključen kondenzator v usmerniškem delu LED-sijalke, saj se kondenzator hitro »nabije« ter počasi sprazni. Opazimo lahko tudi, da je napetostna konica merjenega signala popačena.

### 3.3 Meritev z DAQ kartico

Pri meritvi z DAQ kartico smo najprej izmerili napajalno napetost. To smo storili tako, da smo med fazni vodnik ter nevtralni priklopili DAQ kartico, katera je bila povezana z računalnikom. V labviewu pa smo morali nastaviti takšno hitrost vzorčenja in število zajetih vzorcev, da smo dobili najboljši možni prikaz signala. Pri tej meritvi smo imeli hitrost vzorčenja 5 k na sekundo ter 25 k vzorcev na sekundo.



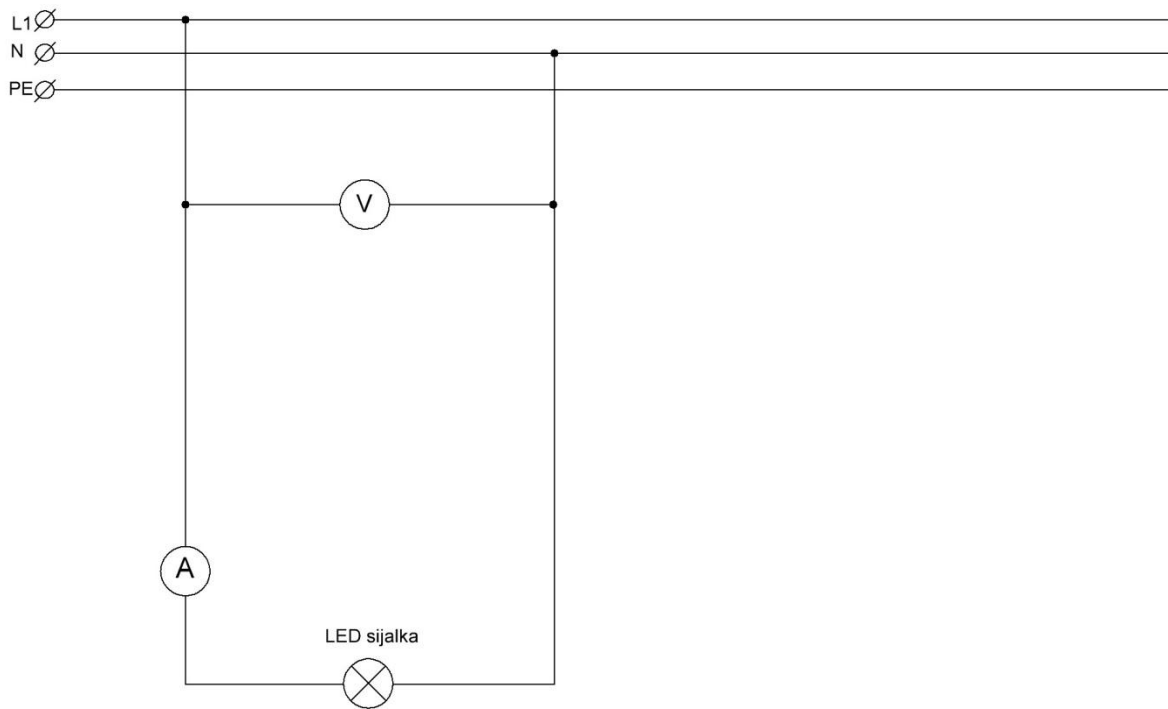
Slika 11: Načrt vezave pri prvi meritvi z DAQ kartico (Foto: A. Smajić)



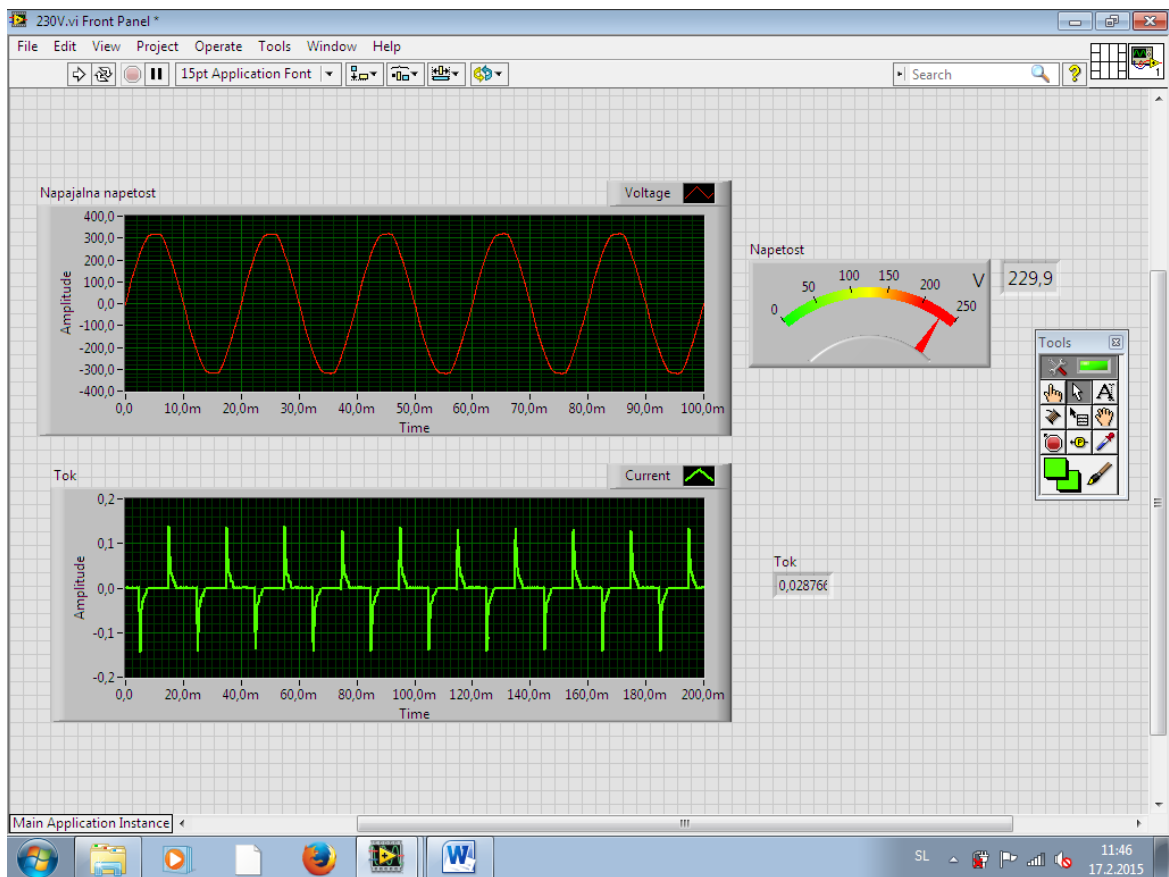
Slika 12: Prvi rezultati meritve -v programu Labview (Foto: A. Smajić)

Izmerili smo, da je napajalna napetost, ki smo jo uporabili 227,4 V, sinusne oblike.

Pri drugi meritvi z DAQ kartico smo merili, kakšen tok je pri vžgani LED-sijalki. Izvedli smo jo tako, da smo sijalki zaporedno vezali DAQ kartico ter vezje priklopili na napajalno napetost. Rezultate pa smo odčitali iz računalnika.



Slika 13: Načrt vezave pri drugi meritvi z DAQ kartico (Foto: A. Smajić)

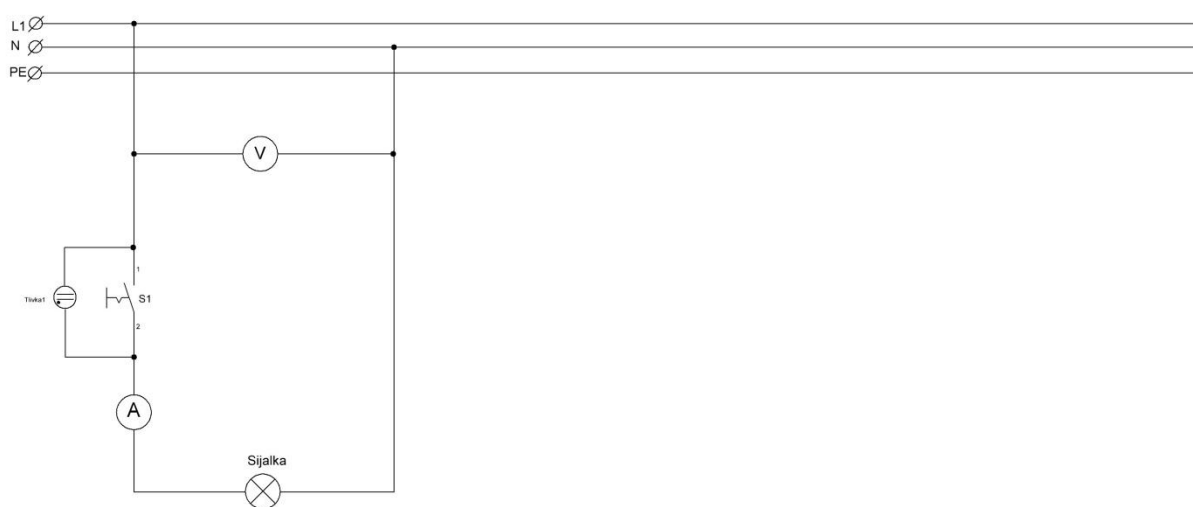


Slika 14: Meritev toka pri vžgani LED-sijalki (Foto: A. Smajić)

Vrednost toka pri drugi meritvi skozi sijalko je 0,028 A. Kot vidimo, tok ni sinusne oblike kot pri navadnih žarnicah, ampak je posebne oblike, zaradi česar je poraba LED-sijalk manjša kot pri navadnih žarnicah.

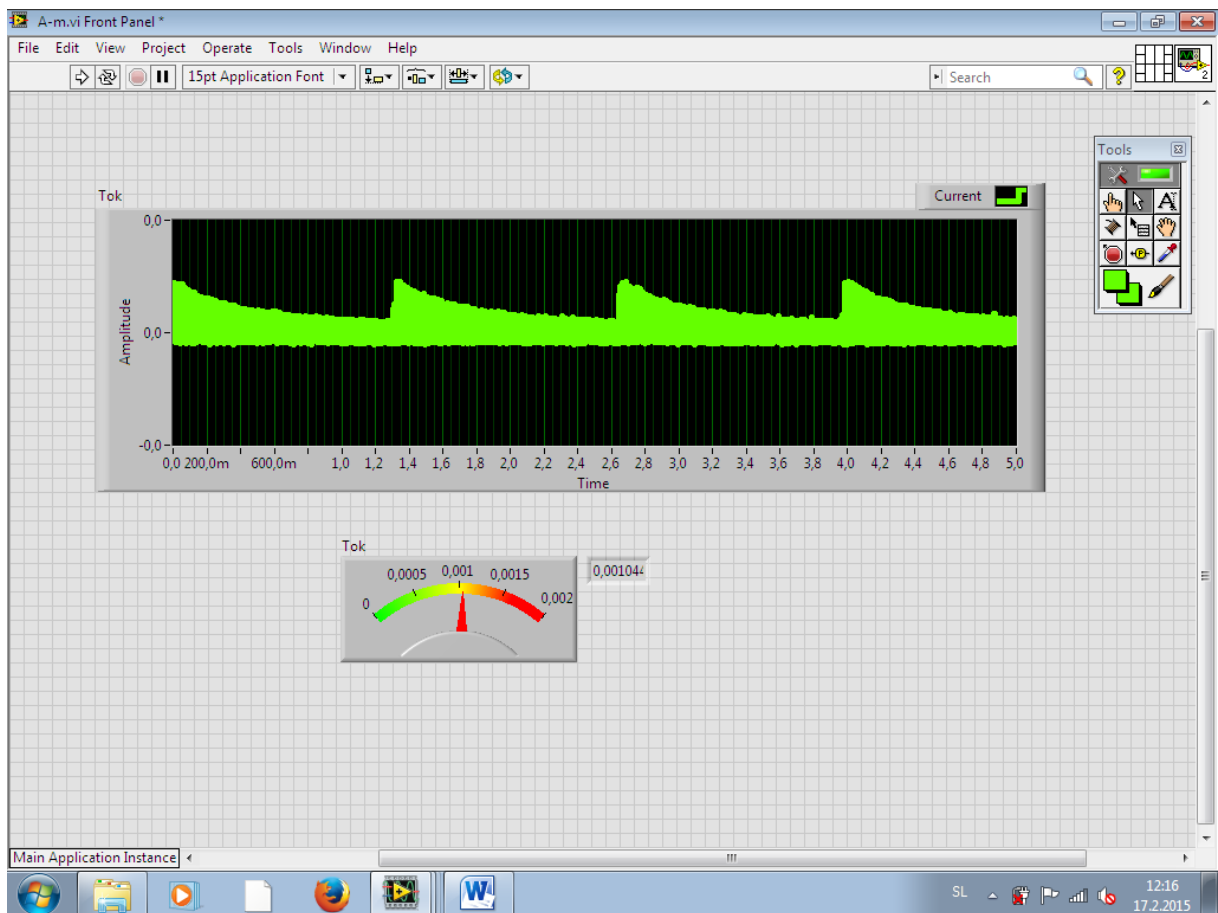


Za tretjo meritev z DAQ kartico smo morali ponovno zagotoviti pogoje, pri katerih sijalka utripa, ko je stikalo izklopljeno. To smo naredili enako kot pri meritvi z osciloskopom. Naredili smo enopolni stik pri katerem smo vzporedno na stikalo vezali tlivko. Ko smo imeli primerne pogoje, smo lahko začeli z izvajanjem tretje meritve, pri kateri je bilo stikalo izklopljeno, LED-sijalka je utripala, mi pa smo merili, kakšen tok teče skozi napeljavo ter njegovo napajalno napetost. Hitrost vzorčenja je bila 2,5 k število zajetih vzorcev pa je bilo 5 k na sekundo.



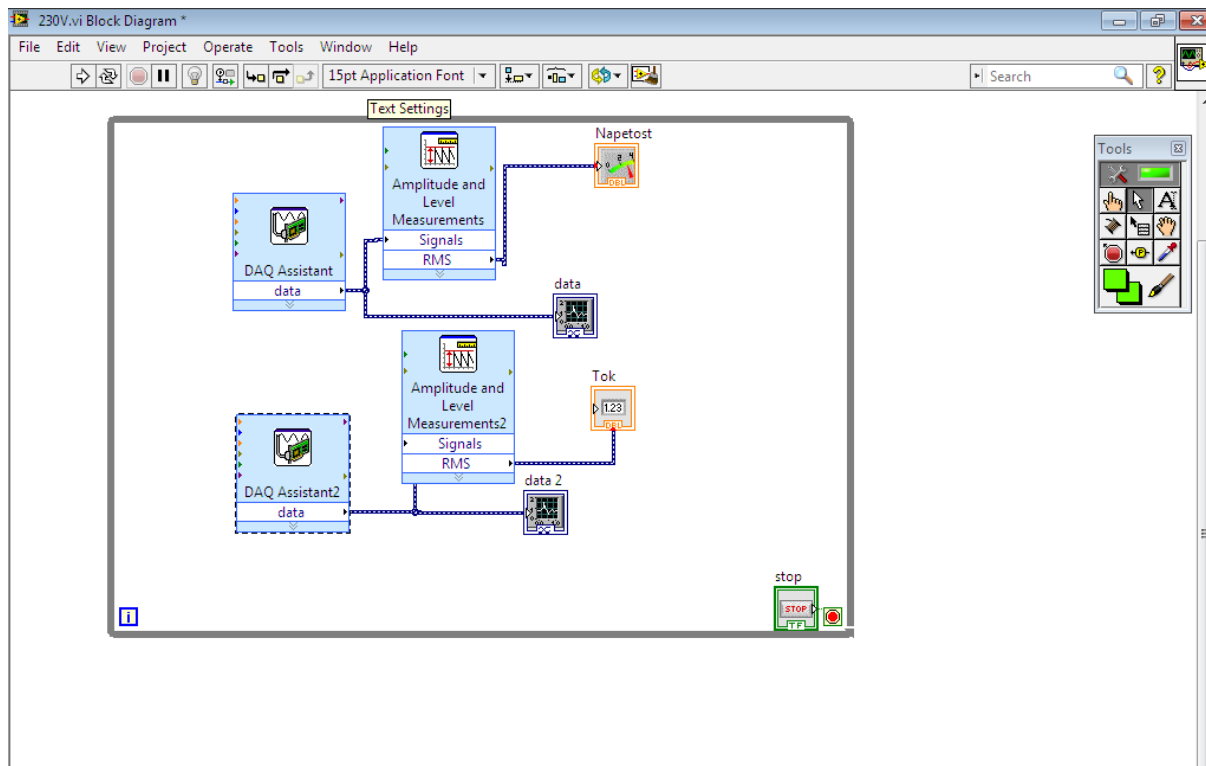
Slika 15: Načrt vezave pri tretji meritvi (Foto: A. Smajić)

Iz tretje meritve smo razbrali, kakšen tok se pojavi pri utripanju. Ta tok je bil enak polnjenju in praznjenju kondenzatorja. Pojav pa se je ponovil na 1,4 sekunde.



Slika 16: Tretja meritev z DAQ kartico (Foto: A. Smajić)

Z vse meritve smo morali v programski opremi Labview narediti program, po katerem so se izvajale meritve z DAQ kartico. Ta program vidimo na sliki 16.



Slika 17: Program v Labviewu (Foto: A. Smajić)

### 3.4 Uporabljen material in pripomočki pri meritvah

Da smo lahko naredili vezavo smo potrebovali:

- enopolno stikalo,
- tlivka LED modra 230 V 5 W Modul Tem IA20BL,
- tri vodnike 1 x 1,5 mm<sup>2</sup>(zaščitni, nevtralni ter fazni vodnik),
- LED-sijalko 230 V.

Za izvedbo meritev smo uporabili inštrumente:

- digitalni osciloskop HP 54610B,
- programsko opremo Labview,
- merilno kartico National Instruments CDAQ 9178.

### **3.5 Opis aparatov**

#### **3.5.1 osciloskop HP 54610B**

Digitalni osciloskop HP 54610B je naprava, ki nam omogoča spremljanje spreminjajočega se električnega signala v obliki grafa. Graf lahko »oblikujemo« tako, da si krivuljo oz. električni signal približamo, raztegnemo, skrčimo ... Osciloskop je naprava, s katero opazujemo hitro se spreminjajoče napetosti, ki jim kazalčni merilniki, zaradi vztrajnosti kazalca in tuljavice, ne morejo slediti. V osnovi je sestavljen iz katodne cevi, torej elektronskega topa, kjer elektroni nastajajo in se pospešujejo, kondenzatorskih plošč, ki curek elektronov ukrivljajo in zaslona, kjer trki elektronov povzročajo nastanek svetlobe, ki jo vidimo. Osciloskop, katerega smo uporabili pri meritvah, je dvokanalni ter ima možnost shranjevanja meritev, kar nam omogoča lažje delo. Prav tako ima možnost »autoscale«, kateri nam pomaga najti najprimernejši signal.

#### **3.5.2 DAQ merilna kartica ter programska oprema Labview**

Merjenje ima zelo pomembno vlogo v fiziki in tudi na splošno v vseh človeških aktivnostih, saj so že prve civilizacije uporabljale osnovne meritve, npr. pri gradnji bivališč, spomenikov, blagovni menjavi ... Osnova večine fizikalnih eksperimentov je prav merjenje najrazličnejših fizikalnih veličin, to pa je tudi eden izmed osnovnih namenov programskega okolja LabVIEW. LabVIEW poleg merjenja omogoča tudi krmiljenje in se zato pogosto uporablja tudi kot krmilni sistem v industrijskih strojih. Programiranje v programskem okolju poteka preko grafičnega vmesnika (Labview), zato je delo z njim precej enostavno. V našem primeru smo DAQ kartico uporabili kot ampermeter, z njo smo merili časovni potek toka ( $I$  (A) od  $t$  (s)) in voltmeter za merjenje napetosti na izvoru.

## 5. DISKUSIJA

V sedanjem času lahko skoraj na vsakem koraku srečamo sodobne LED sijalke različnih cenovnih razredov. Najpogosteje se uporabljajo v wellnesih, srečamo jih pa tudi v novogradnjah, kot so hoteli, stanovanja, hiše, itd. Zaradi tega smo se odločili raziskati eno izmed njihovih slabosti – utripanje. Izsledki naših raziskav so pokazali, da je za utripanje kriva tlivka, s čimer smo potrdili našo prvo hipotezo. Poleg tlivke je še za utripanje krivo usmerniško vezje v grlu LED sijalke. Do te ugotovitve smo prišli po čistem naključju, ko smo opravljali meritve. Najprej smo to opazili pri rezultatih meritev z osciloskopom, nato pa še zaradi natančnosti z DAQ kartico in programsko opremo Labview. Obliko merjenega toka in napetosti je možno razbrati na sliki 14. Potek toka in napetosti je v obeh primerih enak polnjenju in praznjenju kondenzatorjev. Bili smo rahlo presenečeni nad tem rezultatom. S tem smo tudi potrdili našo prvo hipotezo, ki pravi: utripanje LED sijalke povzroča tlivka, ki je vzporedno vezana na stikalo. Zaradi omejitev oz. težko izvedljiv pogojev in potrditve prve hipoteze, se za raziskavo druge sploh nismo odločili, smo jo ovrgli. Napake pri meritvah so po našem mnenju takšne, kot jih imajo profesionalni merilni pripomočki. Iz meritve z DAQ kartico in programsko opremo Labview smo videli, zakaj imajo LED sijalke tako nizko porabo, slika 13. Kot lahko razberemo iz slike, da usmerniško vezje pri  $60^\circ - 70^\circ$  faznega kota, steče tok skozi napeljavo oz. vžge sijalko. Ker tok v primerjavi z napetostjo ni ves čas prisoten, se to tudi na koncu meseca malo opazi na položnici.

## 6. ZAKLJUČEK

Glavne ugotovitve naše raziskovalne naloge so bile, da utripanje povzroča:

- vzporedno vezana tlivka na enopolno stikalo,
- polnjenje in praznjenje kondenzatorjev v usmerniškem vezju, ki je vgrajen v grlu sijalke.

Pri sklenjenem tokokrogu in prisotni čisti sinusni napetosti je tok prisoten samo del sinusne napetosti.

Naši rezultati so nam povzročili nova vprašanja:

- Kako odpraviti utripanje?
- Kakšne so izgube zaradi utripanja?
- Ali imajo te izgube vpliv na porabo električne energije?

## 7. POVZETEK

Ste že kdaj opazili utripanje LED ali varčnih sijalk, čeprav so bila stikala izklopljena? Tega sigurno ne morete opaziti pri žarnicah, ker se to dogaja le pri sodobnih kompaktnih in LED-sijalkah. No, mi smo to opazili in si zastavili cilj, da bomo problem raziskali. Dela smo se lotili najprej teoretično in informacije iskali po svetovnem spletu in literaturi. Najprej smo sklepali, da je za ta pojav kriva indukcija, ki se pojavlja v vzporednih potekajočih se vodnikih. Z razstavitvijo LED-sijalke smo ugotovili, da se v grlu sijalke nahaja usmerniško vezje. Po kratkem posvetu in razmislekom smo prišli do ideje, da bi bil možni krivec za utripanje kondenzator. Opravili smo preizkus, da bi ugotovili, kaj od naštetega povzroča utripanje. Po vseh preizkusih smo ugotovili, da se pojavi utripanje samo pri vzporedni vezavi tlivke k stikalu.

Meritev smo se lotili najprej v inštalacijskem boks, kjer smo zvezali preprosti enopolni stik, s katerim smo poustvarili pogoje, pri katerih je moderna LED-sijalka začela utripati. Najprej smo z univerzalnim inštrumentom izmerili, kakšen tok teče skozi tlivko in LED-sijalko pri izklopljenem stikalu. Nato smo na izhodu usmerniškega dela vezja razstavljenе sijalke izmerili napetost z univerzalnim inštrumentom. Ker smo opazili, da meritev ni dovolj točna, smo za večjo natančnost uporabili osciloskop in Labview DAQ merilno kartico. Naši rezultati meritev so pokazali, da je za utripanje LED in varčnih sijalk kriva tlivka in kondenzator v grlu usmerniškega vezja.

## **8. ZAHVALA**

Zahvaljujemo se mentorju Matjažu Žeraku, uni. dipl. inž., za omogočanje izdelave raziskovalne naloge in za ves čas in trud, ki nam ga je posvetil.

Zahvaljujemo se tudi mag. Branku Dvoršaku, ki nam je posodil LED-sijalke. Branku Višnarju za omogočen inštalacijski boks v njegovi učilnici. Velika zahvala gre tudi Jožetu Lukancu, ki nam je posodil vso merilno opremo in kasneje tudi pomagal pri izvajanju le teh. Zahvaljujemo se tudi Bojani Vrbnjak, za pravočasno lektoriranje povzetka in kasneje tudi celotne naloge.

Zahvaljujemo se tudi našim staršem, ki so nam ves čas stali ob strani in nas podpirali.



## 9. VIRI IN LITERATURA

<http://www.kosnic.com/technology/articles/in-the-clinic/> (5.1.2015).

[http://www.archlighting.com/leds/leds-fighting-flicker\\_o.aspx](http://www.archlighting.com/leds/leds-fighting-flicker_o.aspx) (5.1.2015).

<http://community.smarthings.com/t/fix-dimming-led-lights-that-flicker-or-wont-turn-off/5618> (5.1.2015).

<http://www.digikey.com/en/articles/techzone/2012/jul/characterizing-and-minimizing-led-flicker-in-lighting-applications> (5.1.2015).

<http://diy.stackexchange.com/questions/25834/how-can-i-prevent-these-leds-from-blinking-when-turned-off> (5.1.2015).

<http://www.instructables.com/answers/How-to-stop-a-220V-LED-flashing-in-OFF-mode-/> (5.1.2015).

<http://www.magnitudeinc.com/led-revolution-flickering-issue/> (5.1.2015).