

SANTRAUKA

Baigiamajame magistriniame darbe sukurta nauja šviesos diodų švyturio koncepcija. Nauja šviesos diodų švyturio koncepcija sukuria šviesos spindulio sukimosi efektą. Tai pasiekama naudojant mikrovaldiklį, kuris pakeičia elektros pavaras reikalingas sukti šviesą atspindinčius reflektorius. Baigiamajame darbe aprašytas sklандаus šviesos spindulio sukimosi efekto išgavimo būdas, taip pat pateikiamas šviesos diodų švyturio modelis. Eksperimento metu išgautas šviesos sukimosi efektas, padarytos išvados bei rekomendacijos.

SUMMARY

For the master thesis a new light-emitting diodes beacon concept, was created. This LED beacon creates a beam rotation effect. This is achieved by using a microcontroller that replaces the electric drive required to rotate reflector. For final project was proposed new smooth beam rotation effect, extraction method, as well as the light-emitting diodes beacon model. During the experiment, beam rotation effect was obtained, and conclusions and recommendations was made.

TURINYS

SANTRAUKA.....	1
SUMMARY	2
ĮVADAS	4
1. Signalinių švyturėlių konstrukcijų apžvalga.....	5
1.1. Įspėjamasis LED švyturėlis naudojamas aviacijoje.....	5
1.2. Universalus LED švyturėlis.....	6
1.3. 360 laipsnių LED švyturėlis.....	7
1.4. 8 LED švyturėlis su besisukančiu reflektoriumi.....	7
1.5. Horizontalaus šviesos spindulio įspėjamasis švyturėlis.....	8
1.6. Žvaigždės formos įspėjamasis švyturėlis.....	10
1.7. Dvigubo spindulio LED švyturėlis.....	11
2. Šviesos diodų švyturio kūrimas	13
2.1. Šviesos diodas.....	15
2.2. Šviesos spindulio sukimosi efektas.....	17
2.3. Šviesos diodų švyturio modelis.....	19
2.4. Mikrovaldikliai.....	20
2.5. Mikrovaldiklis ATmega 8 ir AVR studio.....	22
2.6. Programavimo kalbos C ⁺⁺ pagrindai.....	25
2.7. Impulso pločio moduliacija.....	28
3. Šviesos diodų švyturio eksperimentinis tyrimas.....	31
3.1. Šviesos diodų švyturio elektros elementų aprašymas.....	31
3.2. Šviesos diodų švyturio programos algoritmo kūrimas.....	36
3.3. Eksperimentinis modelis.....	39
Išvados ir rekomendacijos.....	42
Literatūra:.....	43
Priedai:	44

IVADAS

Sparčiai plečiantis šviesos diodų (LED) panaudojimo sritims, jie užima vis daugiau vietos mūsų pasaulyje. Šviesos diodai vis dažniau naudojami kasdieniniam namų apšvietimui, apšvietimui viešose vietose, pramonės įrenginiuose, įvairių signalų indikavimui ar signalizavimui. Neišimtis ir išpėjamieji signaliniai švyturiai. Išpėjamieji signaliniai švyturiai naudojami daugelyje pramonės šakų, aviacijoje bei jūros ir uosto objektuose. Signalinių švyturių svarbiausi reikalavimai yra ilgaamžiškumas, pastebimumas bei kompaktiškumas. Signaliniuose švyturiuose naudojant šviesos diodus pasiekiami visi prieš tai iškelti reikalavimai, nes šviesos diodai yra ilgaamžiai, užima gana mažai vietos, jais galima išgauti norimą šviesos spindulio intensyvumą ir sukimosi dažnį. Tačiau norint automatiškai keisti šviesos diodų spindulio intensyvumą reikalingos tam tikros elektros grandinės ar mikrovaldikliai.

Dauguma šiuolaikinių signalinių švyturių turi elektros variklius, kurie sukdami rreflektorių sukuria šviesos sukimosi efektą. Panaudojant mikrovaldiklį šviesos sukimosi efektą galima išgauti programiškai. Tokios konstrukcijos signalinis švyturys tampa žymiai patikimesnis, kompaktiškesnis, be to naudoja mažiau galios.

Darbo tikslas - baigiamajame darbe siekiama sukurti šviesos diodų švyturio modelį, kuris išgautų sklandų šviesos spindulio sukimosi efektą.

Uždaviniai :

1. Atlikti naujausių patentinių konstrukcijų apžvalgą.
2. Sukurti šviesos diodų švyturio modelį.
3. Sukurti šviesos diodų švyturio programos algoritmą, kurio būtų sukuriamas sklandus šviesos spindulio sukimosi efektas.
4. Sumodeliuoti šviesos diodų švyturio modelį LT spice aplinkoje.

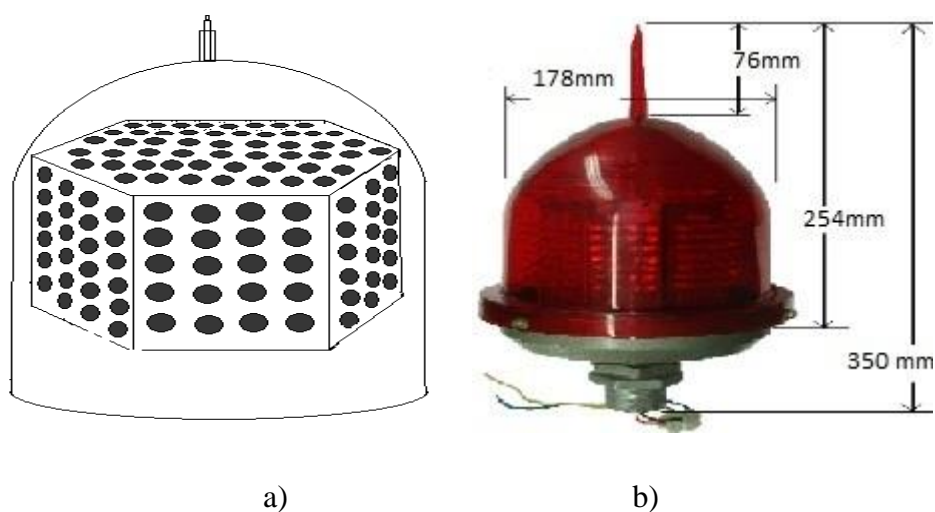
1. SIGNALINIŲ ŠVYTURĖLIŲ KONSTRUKCIJŲ APŽVALGA.

Signaliniai švyturėliai kaip ir kitos technikos srities mechanizmai turi įvairių konstrukcijų, kurios atitinka tam tikrus reikalavimus. Vieni švyturėliai visiškai nepralaidūs vandeniui, kitus galima matyti įvairiais kampais. Siekiant kuo geriau susipažinti su įvairių konstrukcijų signalinių švyturėlių ypatumais, atlikta populiariausių konstrukcijų apžvalga.

1.1. Ispėjamasis LED švyturėlis naudojamas aviacijoje.

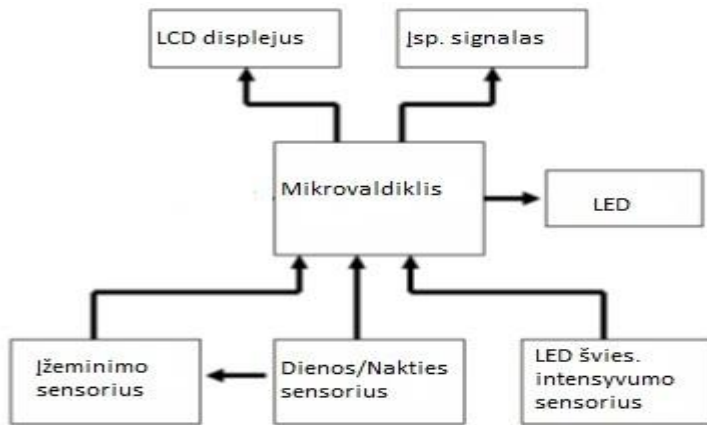
LED švyturėlio konstrukcija.

Švyturėlis susideda iš 300 šviesos diodų, kurie išdėstyti į 60 lygiagrečių linijų. Siekiant didesnio efektyvumo šviesos diodai išdėstyti šešiakampės žvaigždės principu. Šviesa matoma, bet koku horizontaliu, bei vertikaliu kampu. LED švyturėlio bendras vaizdas su matmenimis pateikta 1.1 b. paveikslėlyje, LED išdėstymas pateikti 1.1 a. paveikslėlis. [1]



1.1 pav. a-LED išdėstymas, b-LED švyturėlio bendras vaizdas. [1]

Šis aviacijoje naudojamas švyturėlis reaguoja į LED šviesos intensyvumo sumažėjimą, neutralaus laido gedimus, dienos - nakties sensoriaus gedimą. Visi gedimai indikuojami LCD displejuje. 1.2 paveikslėlyje pateikta blokinė valdymo plokštės diagrama. Visa švyturėlio jutiklių ir LED sistema valdoma RTX51 tyny microvaldikliu. RTX tyny programos parašytos naudojantis C programavimo kalbos standartais.

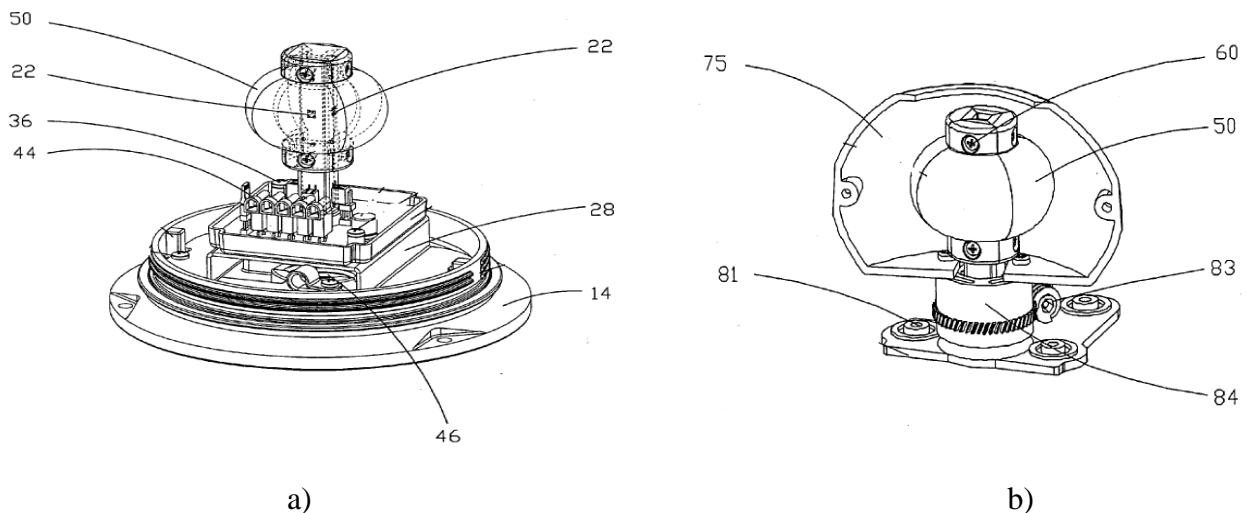


1.2 pav. Blokinė valdymo plokštės diagrama. [1]

1.2. Universalus LED švyturėlis.

Šio universalus LED švyturėlio konstrukcija pateikta 1.3 a) paveikslėlyje. Švyturėlis susideda iš 4 LED lempučių (22), tvirtinimo pado (14), elektrinės schemos (28), pajungimo kontaktų (44), lęšio (50). Toks švyturėlis turi kelis konstrukcijos variantus tai:

- Blyksintis švyturėlis. Naudojamas be papildomo reflektoriaus ir nesukuriantis šviesos sukimosi efekto, tačiau pigiau eksploatuojamas ir patikimesnis, kadangi neturi judančių dalių 1.3 a) paveikslėlyje.
- Švyturėlis su besisukančiu reflektoriumi. Sukuria šviesos sukimosi efektą. Reikalingas papildomas reflektorius, bei pavara jam sukti. 1.3 b) paveikslėlyje reflektorius (75), lęšis (50), tvirtinimo varžtai (81), sraigtais (83), dantratis (84). [2]



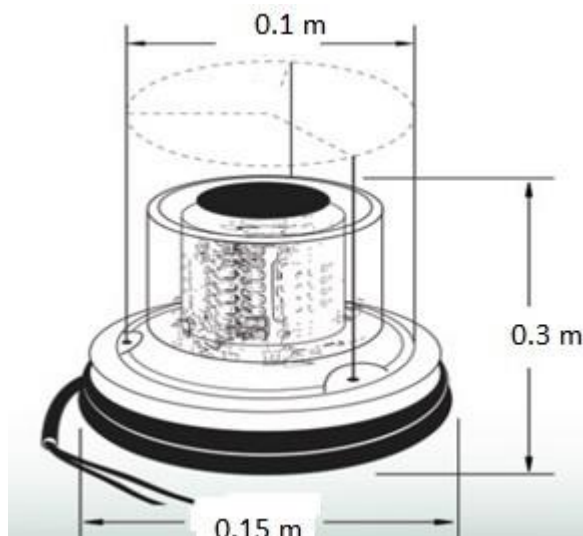
1.3 pav. a) švyturėlio konstrukcija. b) švyturėliu su reflektoriumi konstrukcija.[2]

Šitokios konstrukcijos LED blyksintis signalinis švyturėlis gana patikimas ir ilgai eksploatuojamas, kadangi konstrukcija gana paprasta ir nėra judančių dalių, tačiau norint sukurti šviesos sukimosi efektą reikalinga papildoma elektros pavarą ir reflektorius, kurie mažina švyturėlio efektyvumą bei patikimumą.

1.3. 360 laipsnių LED švyturėlis.

Signalinis švyturėlis sudarytas iš 18 stulpelių ir 4 eilučių didelio intensyvumo LED lempučių matricos su aliuminiu radiatoriumi, LED lemputėms aušinti. Apsaugai nuo mechaninių pažeidimų švyturėlis uždengiamas polikarbonato linze (difuzoriumi). Šitoks švyturėlis labai ekonomišką ir patikimas, neturi jokių judančių dalių, tačiau nesukuria šviesos sukimosi efekto.

Švyturėlis mirksi 63 kartų per minutę dažniu, jo maitinimo įtampa 9-16 V. Signalinio LED švyturėlio matmenys pateikti 1.4 paveikslėlyje. [8]



1.4 pav. 360 laipsnių LED švyturėlio konstrukcija. [8]

1.4. 8 LED švyturėlis su besisukančiu reflektoriumi.

Tai 8 LED, 3W signalinis švyturėlis su besisukančiu reflektoriumi. Reflektorius sukamas magnetine pavarą taip sumažinamas besisukančios pavaros garsas, bei pašalinami tokios pavaros trūkumai. Švyturėlis sukasi 120 kartų per minutę ir maitinamas 12-24 V įtampa.[8]



1.5 pav. Besisukantis LED švyturėlis [8]

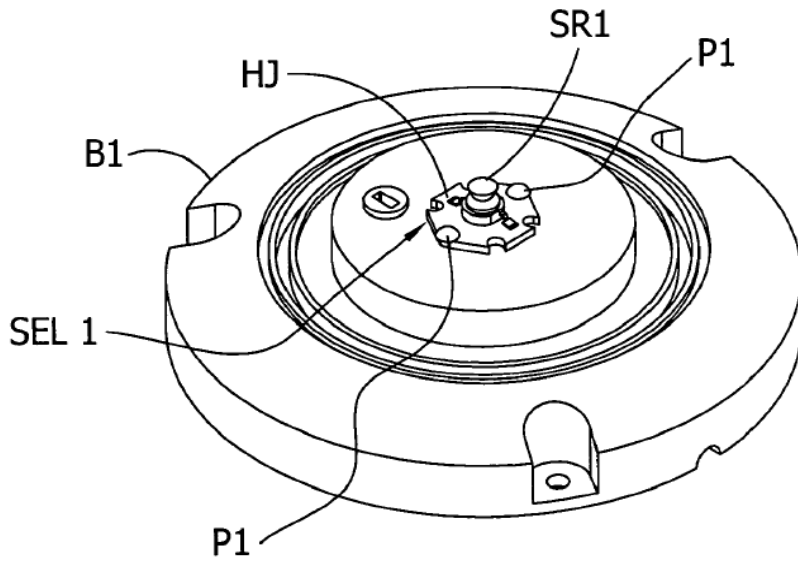
Tokios konstrukcijos signalinis švyturėlis su besisukančiu reflektoriumi yra greičiau pastebimas žmogaus akies, tačiau turi elektros variklį, kuris mažina mechanizmo patikimumą, bei ilgaamžiškumą.

1.5. Horizontalaus šviesos spindulio įspėjamas švyturėlis.

Toks signalinis švyturėlis gali būti naudojamas su keliomis konfigūracijomis:

- Vieno LED konfigūracija.
- Trijų LED konfigūracija.

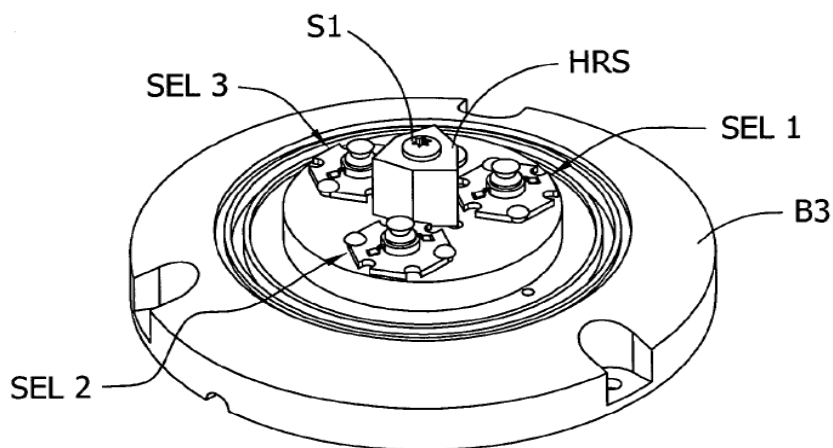
Vieno LED konfigūracija pateikta 1.6 paveikslėlyje. Konstrukcija susideda iš Luxeon Star didelio intensyvumo LED (SEL1), švyturėlio pado ir radiatoriaus (B1), radiatoriaus (HJ), difuzoriaus (SR1) ir LED maitinimo gnybtų (P1, P2).



1.6 pav. Horizontalaus šviesos spindulio 1 LED švyturėlis. [3]

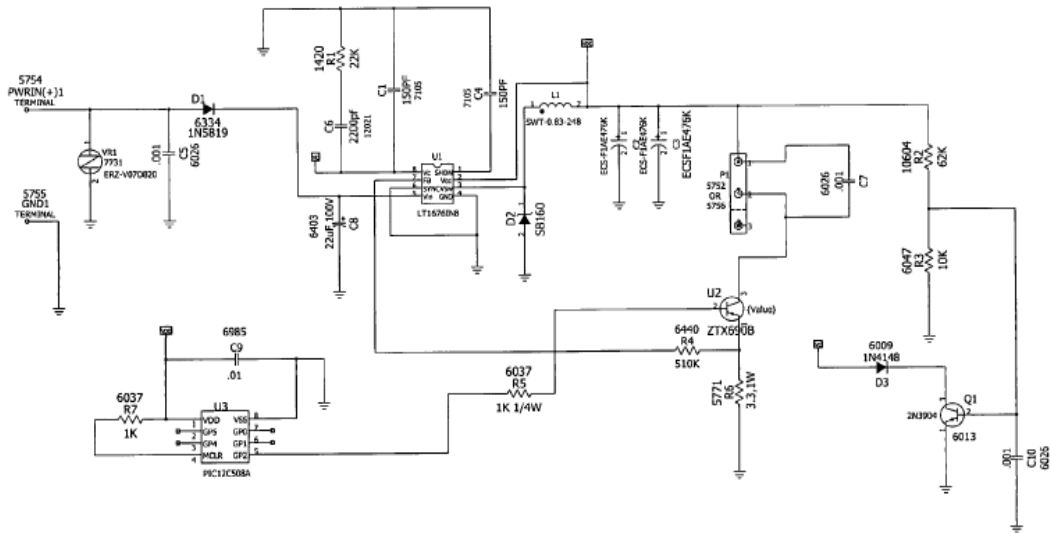
Tokios konstrukcijos LED švyturėlis gana patikimas. Reflektorius (SR1) nukreipia LED šviesos spindulius į $20-30^{\circ}$ horizontalią plokštumą, neleisdamas jiems sklستي vertikalia plokštuma.

Trijų LED konfigūracija pateikta 1.7 paveikslėlyje. Švyturėlis susideda iš trijų didelio intensyvumo LED (SEL1, SEL2, SEL3), švyturėlio pado ir radiatoriaus (B3), šešiakampio reflektoriaus (HRS), varžto (S1).[3]



1.7 pav. Horizontalaus šviesos spindulio 3 LED švyturėlis. [3]

Tokia švyturėlio konstrukcija sudėtingesnė negu 1 LED, tačiau švyturėlis ryškesnis, nes jame įmontuoti 3 didelio intensyvumo LED. Horizontalaus šviesos spindulio LED švyturėlio elektrinė schema pateikta 1.8 paveikslėlyje. [3]

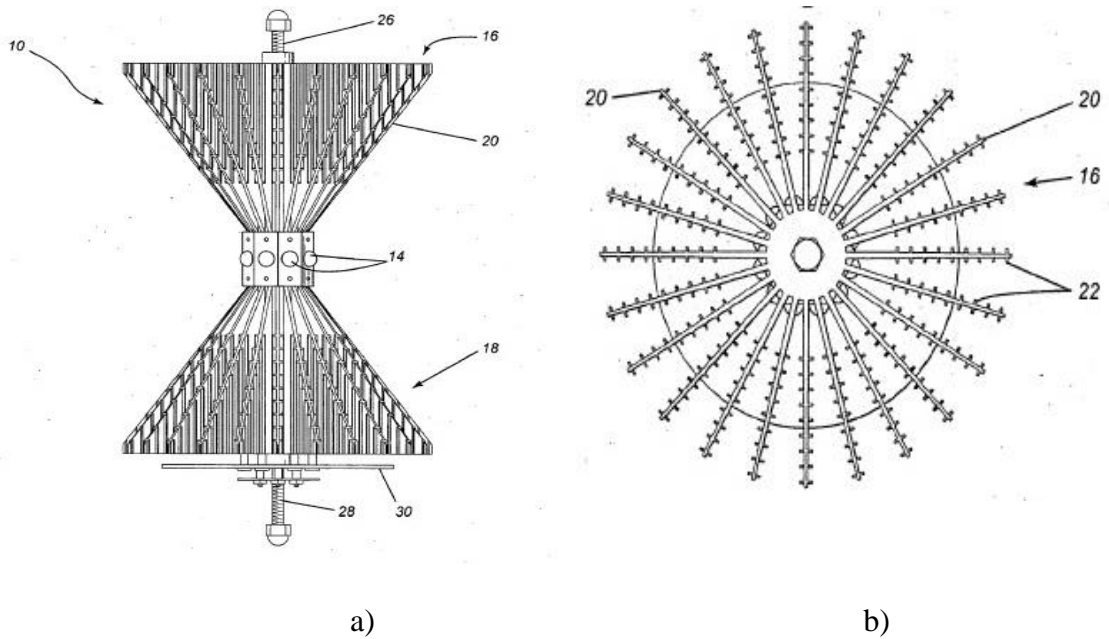


1.8 pav. Horizontalaus spindulio LED švyturėlio elektrinė schema. [3]

1.6. Žvaigždės formos išpėjamas švyturėlis.

Šitokios konstrukcijos švyturėlis dažniausiai naudojamas statybų industrijoje arba aviacijoje. Švyturėlio konstrukcija pateikta 1.9 paveikslėlyje a- konstrukcija iš priekio, b- konstrukcija iš viršaus. Signalinis švyturėlis susideda iš šviesos diodų (14), radiatoriaus-reflektoriaus (16 ir 18), tvirtinimo varžtų (26 ir 28), elektros schemos (30), reflektoriaus (20 ir 22).

Šis išpėjamas švyturėlis turi trikampio formos reflektorių, kuris atlieka ir radiatoriaus funkciją. Reflektorius susideda iš kelių trikampio formos plokštelių išdėstytu ratu aplink šviesos diodus. Toks reflektorius gerai atspindi šviesos diodų skleidžiamą šviesą, todėl nuostolingos šviesos tokiam švyturėlyje nedaug. [4]

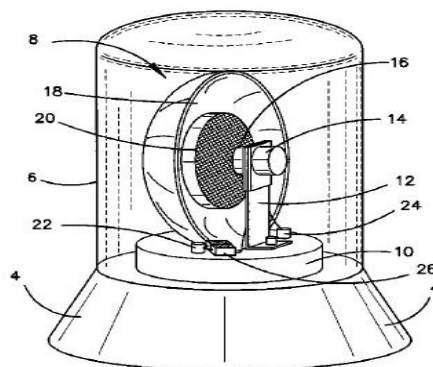


1.9 pav. Įspėjamasis švyturėlis a-vaizdas iš priekio, b-vaizdas iš viršaus. [4]

1.7. Dvigubo spindulio LED švyturėlis.

Įspėjamasis švyturėlis turi du šviesos šaltinius (LED), kurie nukreipti į priešingas puses. Pirmasis šviesos diodas skleidžia šviesos spindulius tiesiogiai, antrasis šviesos diodas nukreiptas į reflektorių, nuo kurio atsispindėję šviesos spinduliai sklinda į gavėją. Abu šviesos šaltiniai ir dvigubas reflektorius, kuris sudarytas iš paprasto šviesą atspindinčio elemento įmontuoto į išgaubtą reflektorių, sukasi kartu, taip sudarydami apšvietimo blyksnius žmogui, kuris stebi švyturėlį iš tam tikro atstumo.

Šio švyturėlio konstrukcija pateikta 1.10 paveikslėlyje. Švyturėlio padas (4), šviesos diodai (14 ir 16), lęšis – gaubtas (6), gaubtas reflektorius (18), paprastas reflektorius (20), elektros kontaktai (22 ir 24), rezistorius (26), judžioji dalis (10). [5]



1.10 pav. Švyturėlio konstrukcija.[5]

Atlikus įspėjamųjų švyturėlių konstrukcijų apžvalgą matoma nemažai dėsningumų. Dauguma senesnių konstrukcijų turi didelius ir gremėzdiškus reflektorius, kurie komplikuoja konstrukciją todėl signaliniai švyturėliai tampa ne tokie kompaktiški, tačiau tokie reflektoriai pagerina švyturėlių ryškumą.

Kiti švyturėliai turi elektros pavaras reflektoriams sukuti, kad būtų išgaunamas šviesos sukimosi efektas. Elektros pavarai reikia palyginti daug galios, todėl tokie švyturėliai tampa neekonomiški suvartojantys daugiau energijos nei signaliniai švyturėliai be elektros pavarų.

Dauguma naujesnių signalinių švyturėlių konstrukcijų susideda iš daug mažesnės galios šviesos diodų sumontuotų ratu keliomis eilėmis. Tokios konstrukcijos gana paprastos ir efektyvios, tačiau labai jautrios akims, nes švyturėliai žybsi tam tikru dažniu ir intensyvumu. Norint sumažinti intensyvumą reikia sukurti šviesos sukimosi efektą. Kaip buvo minėta anksčiau, dažniausiai tai padaroma į signalinį švyturėlį įmontuojant tam tikra elektros pavarą ir reflektorių, tačiau tai neekonomiška. Signalinio švyturėlio šviesos sukimosi efektui išgauti galima naudoti mikrovaldiklius, kurie programiškai įjungdami ir išjungdami šviesos diodus gali sukurti šviesos spindulio sukimosi efektą.

2. ŠVIESOS DIODŲ ŠVYTURIO KŪRIMAS.

Programiškai valdomo šviesos diodų švyturio koncepcija, turi nedidelio galingumo šviesos diodus, išdėstytus ratu keliomis eilėmis, kurie valdomi mikrovaldikliu ir kuriuo sukuriamas šviesos sukimosi efektas. Esant didesnio galingumo poreikiui galima naudoti įvairius komutavimo elementus (puslaidininkius). Toks signalinis švyturys ekonomiškėnis už švyturėlius su elektros pavaramis.

Šviesos efektyvų intensyvumą, bei švyturio intensyvumą dalinai galima apskaičiuoti pagal Schmidt–Clausen arba Blodel-Rey formulę, kuri tinka tik iki 60 Hz mirksėjimo dažnio (didesniems dažniams formulė netaikoma):

$$I_e = \frac{I_p * F}{C + F} \quad (1)$$

I_e - efektyvus šviesos intensyvumas. (cd)

I_p – didžiausias intensyvumas. (cd)

C - matomumo konstanta. (s)

F – mirksėjimo dažnis. (s)

Iš 1 formulės matyti, kad šviesos intensyvumas priklauso, nuo maksimalaus intensyvumo ir mirksėjimo dažnio. Didėjant mirksėjimo dažniui mažėja šviesos intensyvumas, todėl mirksintys signaliniai švyturėliai ne tokie veiksmingi, kaip švyturėliai su šviesos sukimosi efektu ar besisukančiu reflektoriumi.

Apšvieta gali būti apskaičiuojama pagal Allardo taisyklę. Apšvieta E gaunama ant tam tikro paviršiaus yra lygi šviesos šaltinio intensyvumui I , ir atvirkščiai proporcinga atstumo nuo šviesos šaltinio kvadratui.

$$E = \frac{I}{d^2} \cdot T^{d/d_0} \quad (2)$$

E – apšvieta (lx).

I – šviesos intensyvumas (cd).

d – atstumas (m).

T – atmosferinis skaidrumas.

d_0 – matomumo konstanta, priklausanti nuo T .

Allardo formulė (2) apskaičiuotos reikšmės taip pat apytikslės, tačiau galima pastebėti, jog apšvieta E priklauso nuo šviesos intensyvumo ir atstumo iki objekto. Galima teigti, kad signalinis švyturėlis, kuriame naudojami šviesos diodai bus ryškesnis už kitokių konstrukcijų švyturėlius, nes šviesos diodai skleidžia didelio intensyvumo monochromatinę šviesą.

Allardo formulę taip pat patvirtina ir atvirkštinio kvadrato taisyklė, kuri turi daug taikymo pavyzdžių gravitacijos, garso bangų, elektrinio lauko, radiacijos teorijoje.

Atvirkštinio kvadrato taisyklės matematinė išraiška:

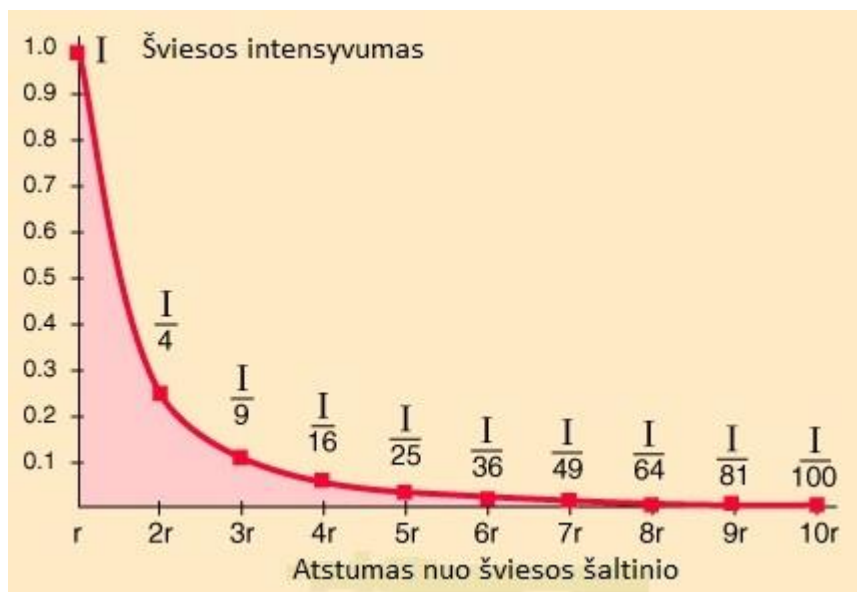
$$E = \frac{I}{d^2} \quad (3)$$

E – apšvieta (lx).

I – šviesos intensyvumas (cd).

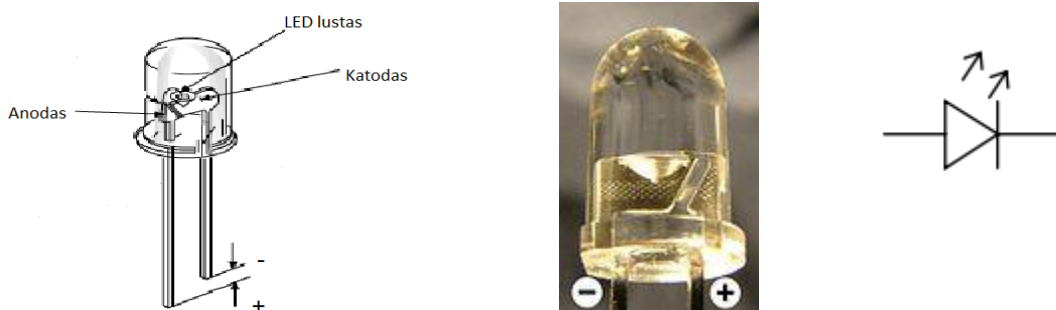
d – atstumas (m).

Atvirkštinio kvadrato formulėje šviesos šaltinis laikomas, kaip vienodo intensyvumo šaltinis. Kadangi apšvieta gali priklausyti nuo daugelio faktorių tokių kaip – galia (W), galia matomumo zonoje ar galia pagal akies jautrumą, taisyklėje naudojamo šviesos šaltinio sąvoka abstrakti. 2.1 paveiklėlyje pateikta šviesos intensyvumo priklausomybė nuo atstumo iki šviesos šaltinio.



2.1. pav. Šviesos intensyvumo ir atstumo priklausomybė.

2.1. Šviesos diodas.



2.2 pav. Šviesos diodas (konstrukcija, vaizdas, žymėjimas). [6]

Šviesos diodas (angl. *LED*; Light – emitting diode) – diodas, kurio sandara pritaikyta šviesai skleisti. Srovei tekant tiesiogine kryptimi, šio diodo pn sandūra šviečia beveik vieno bangos ilgio (monochromatine) šviesa. Šiuo metu rinkoje yra daug diodų įvairiems bangų ilgiams (nuo infraraudonosios iki ultravioletinės šviesos).[6]

Privalumai:

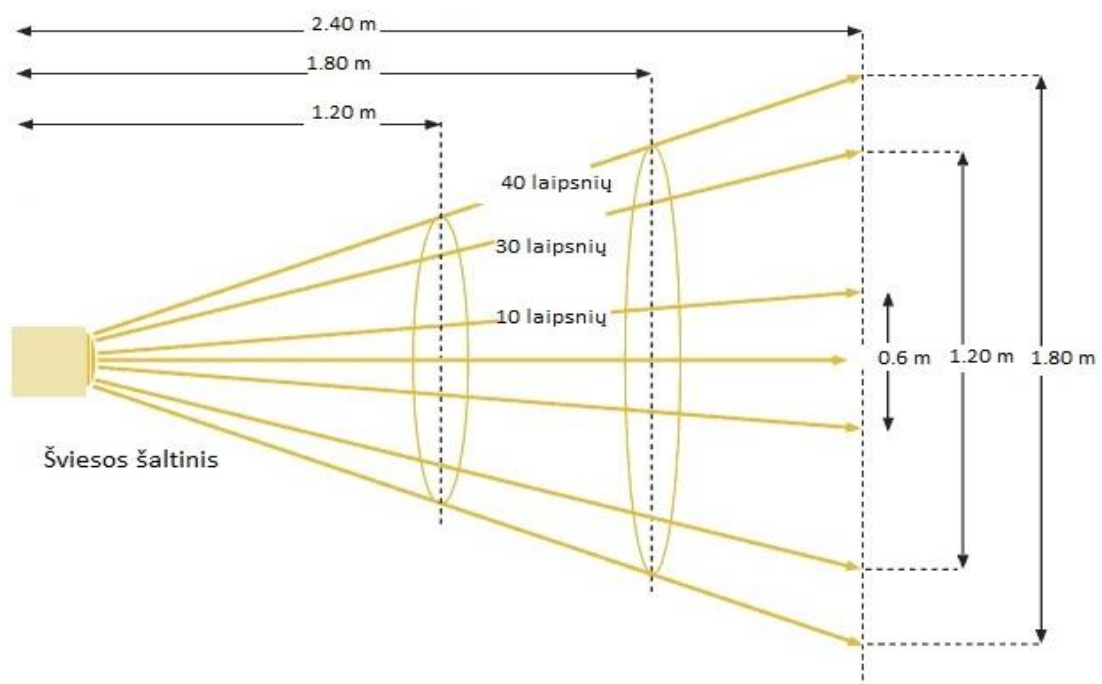
- Šiuolaikinių šviesos diodų efektyvumas prilygsta liuminescencinėm lempoms
- Didelis patvarumas (nėra dūžtančios kolbos) bei ilgaamžiškumas (iki 60000 valandų).
- Šviesos diodai įsižiebia sparčiau nei kaitrinės lemputės.
- Šviesumą galima sklandžiai reguliuoti platesnėse ribose nei kaitrinei lemputei.
- Įtaise nėra sveikatai pavojingo gyvsidabrio.[7]

Trūkumai:

- Palyginus su kitais tipais, šviesos diodų lemputės yra brangios.
- Lempoms kenkia šiluma. Tiek išorinė, tiek generuojama pačios lempos. Tai ypač aktualu galingesnėm lempom su galingais šviesos diodais. Dažnai pakeičiant paprastas kaitrines lempas į šviesos diodines neatsižvelgiama į teisingą lempos aušinimą.

- Skleidžiamos šviesos spektras nėra labai tolygus, todėl kai kurios spalvos gali atrodyti nenatūralios.
- Spalva ir šviesumas gali priklausyti nuo aplinkos temperatūros.
- Šviesos išsklaidymas įvairiomis kryptimis nėra tolygus.[7]

Šviesos diodai gali turėti įvairius šviesos spindulio kampus. Skirtingi šviesos spindulio kampai lemia skirtingą šviesos intensyvumą ir apšvietą. Kuo didesnis šviesos diodo skleidžiamos šviesos spindulio kampas, tuo apšviesto plotas didesnis, tačiau šviesos intensyvumas apšviestame plote mažesnis. Esant labai mažam šviesos diodo spindulio kampui, apšviesto plotas bus mažesnis, tačiau šviesos intensyvumas apšviestame plote bus didelis 2.3. paveikslėlis.



2.3 pav. Šviesos spindulio kampai.

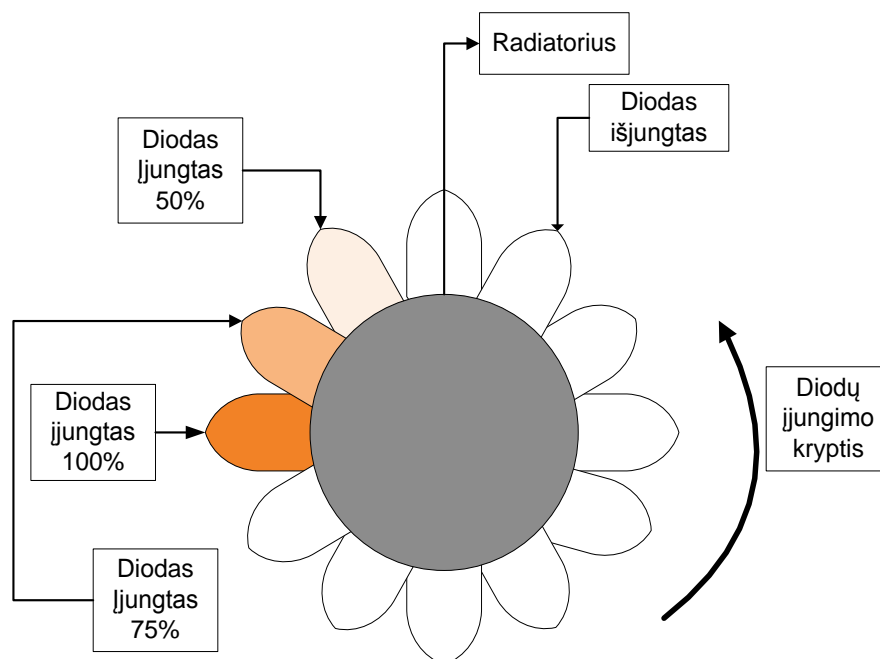
Šviesos diodų švyturio koncepcijoje norint išgauti didelio intensyvumo šviesos spindulius panaudoti šviesos diodai, kurių šviesos spindulio kampas yra 15° laipsnių 2.4. paveikslėlis. Tokių šviesos diodų spindulio kampas yra mažas, todėl atskiro šviesos diodo spindulys gana koncentruotas ir kryptingas.



2.4 pav. Šviesos diodas.

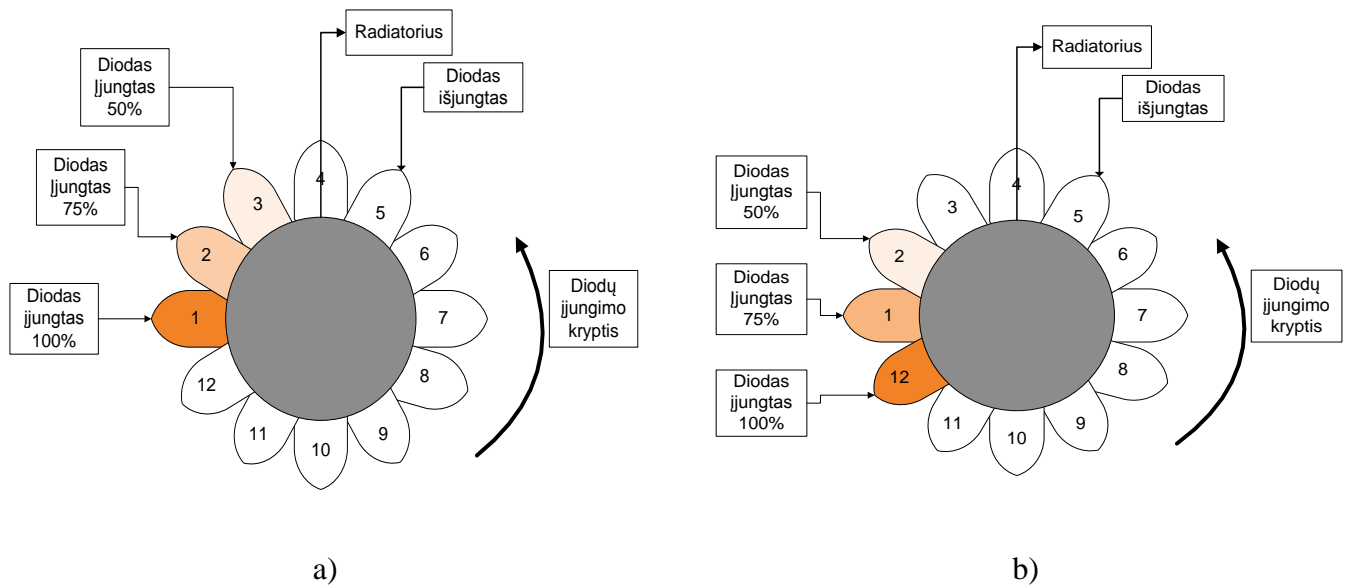
2.2. Šviesos spindulio sukimosi efektas.

Visa šviesos diodų matrica susideda iš šviesos diodų sumontuotu ratu, keliomis eilėmis 2.5 paveikslėlis. Taip išdėstyti šviesos diodai skleidžia bendrus koncentruotus šviesos spindulius. 2.5 paveikslėlyje pavaizduota, kad vienu metu šviečia trys šviesos diodai, tačiau jų skleidžiamas šviesos intensyvumas yra skirtingas. Pirmasis šviesos diodas skleidžia šviesą pilnu pajėgumu t.y. 100%. Sekančio šviesos diodo pajėgumas 75% , o paskutiniojo įjungto šviesos diodo 50 %. Šviesos diodams šviečiant tokia tvarka ir intensyvumu galima teigti jog tai yra signalinio švyturio šviesos diodų „pradinė padėtis“, nes toliau šviesos diodai bus perjungiami paeiliui.



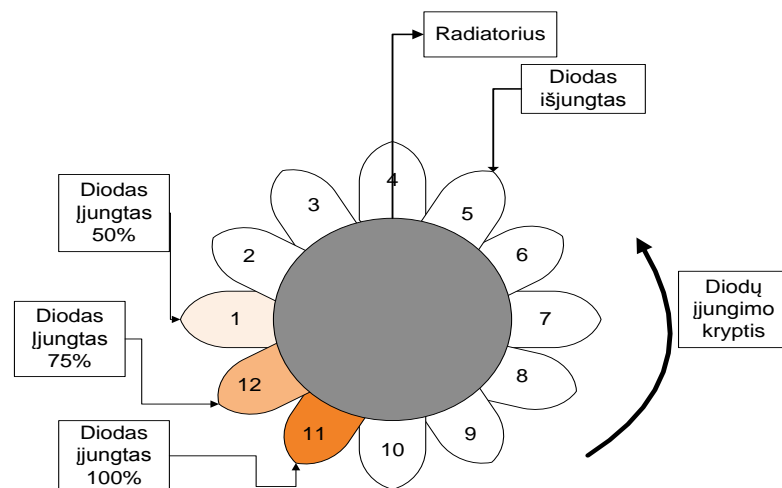
2.5 pav. Šviesos diodų išdėstymas „pirminė padėtis“.

Šviesos diodai perjungiami paeiliui. Kiekvienas šviesos diodas šviečiantis pilnu pajėgumu persijungia į 75 % pajėgumą, o prieš tai švietęs 75 % pajėgumu į 50 %. Pradinėje padėtyje šviesos diodas švietęs 50 % pajėgumu išjungiamas. 2.6 paveikslėlyje pavaizduotas aprašytas šviesos diodų perjungimas a) – prieš perjungimą ir b) - po perjungimo.



2.6 pav. Šviesos diodų perjungimas a) – pradinė padėtis, b) – po perjungimo.

Sekantis signalinio švyturio šviesos diodų perjungimas analogiškas pirmajam. Pilnu pajėgumu įjungiamas 11 šviesos diodas, 12 šviesos diodas perjungiamas į 75% pajėgumą, 1 šviesos diodas perjungiamas į 50% pajėgumą, 2 šviesos diodas išjungiamas 2.7 paveikslėlis.



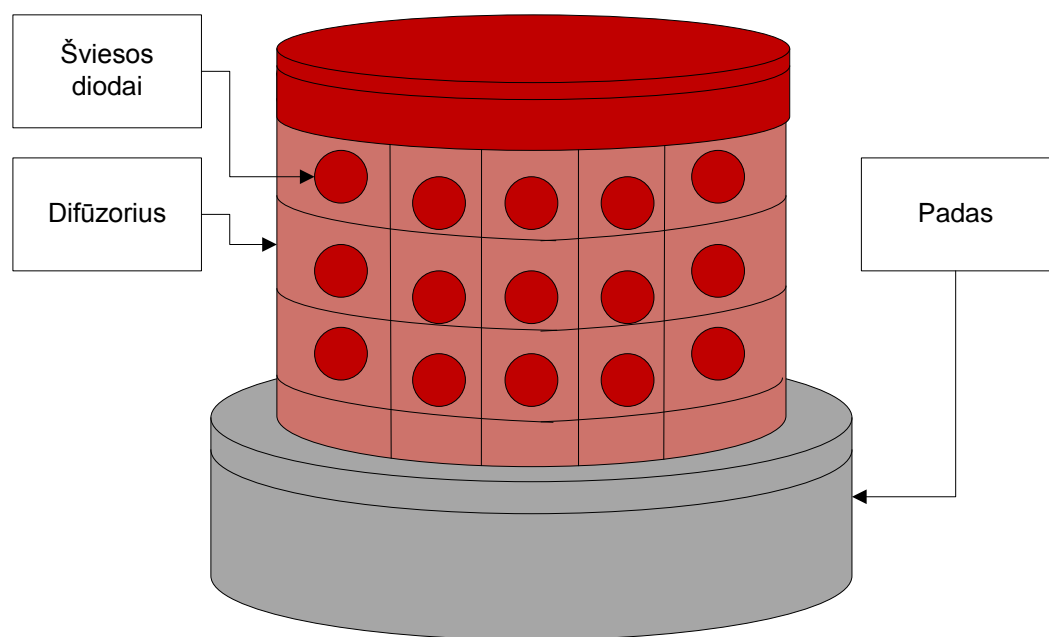
2.7 pav. Šviesos diodų perjungimas.

Šviesos diodų perjunginėjimas analogiškai tęsiasi paeiliui pakol užsidegs pirmas šviesos diodas. Užsidegus pirmam šviesos diodui baigiasi vienas ciklas. Toliau ciklas kartojamas. Toks šviesos diodų įjungimo eiliškumas sukuria gana sklandų šviesos spindulio

sukimosi efektą. Šviesos diodų perjungimui galima naudoti įvairias sudėtingas elektros schemas, kurios veikia gana patikimai, tačiau norint keisti šviesos diodų įjungimo ir išjungimo laikus, bei šviesos intensyvumą reikia perdaryti visą elektros schemą. Šviesos diodams perjungti ir reguliuoti jų skleidžiamą šviesos intensyvumą galima naudoti mikrovaldiklį, kurį galima užprogramuoti norimais parametrais. Kuriant signalinio šviesos diodų švyturio koncepciją mikrovaldiklis neatsiejama dalis, nes norint iširti tokio švyturio galimybes reikia perdaryti algoritmus daugelį kartų.

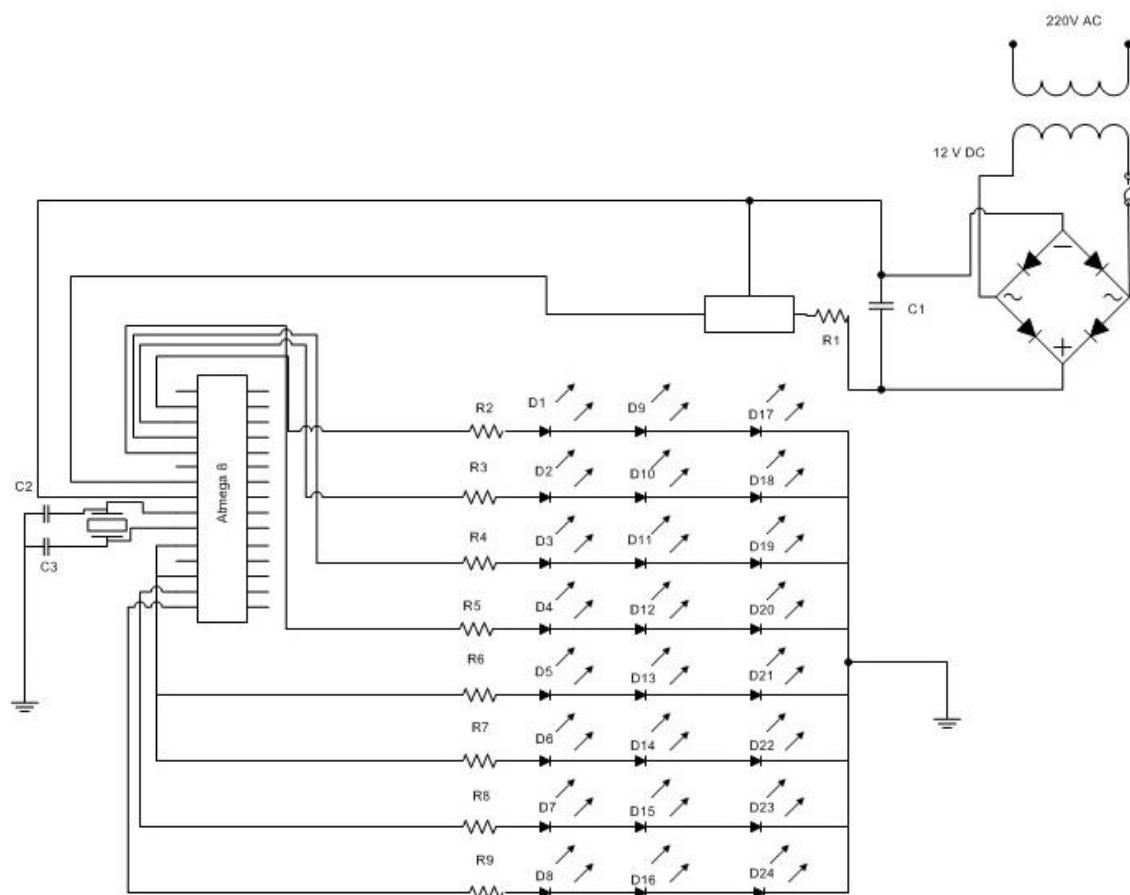
2.3. Šviesos diodų švyturio modelis.

Šviesos diodų švyturio modelio atvaizdas pateiktas 2.8 paveikslėlyje. Modelio atvaizdas susideda iš šviesos diodų matricos, difuzoriaus ir pado. Pade sumontuota visa šviesos diodų švyturio elektronika. Šviesos diodų matrica susideda iš šviesos diodų, bei radiatoriaus šviesos diodams aušinti.



2.8 pav. Šviesos diodų švyturio modelio vaizdas.

Šviesos diodų švyturio modelio elektros schema pateikta 2.9 paveikslėlyje. Elektros schema sudaro žeminantysis transformatorius, diodų tiltelis, įtampos reguliatorius mikrovaldiklis, šviesos diodų matrica ir kvarcinis mikrovaldiklio dažnio generatorius.



2.9 pav. Šviesos diodų švyturio modelio elektros schema.

Šviesos diodų švyturio modelio elektros schema gana paprasta, neturinti sudėtingų elektros grandinių. Tai padidina prietaiso patikimumą ir eksploataavimo laikotarpį. Norint valdyti didesnio galingumo šviesos diodus elektros schemą galima lengvai pakoreguoti ir šviesos diodų komutavimui naudoti tranzistorius.

2.4. Mikrovaldikliai.

Mikrovaldikliai naudojami skaitmeninėje elektronikoje, kur nereikia atlikti itin sudėtingų skaičiavimų realiaame laike. Jie itin patogūs ir lankstūs dėl įvairios periferijos integracijos, galimybės suderinti analogines ir skaitmenines grandines, galimybės atnaujinti projektą, neatliekant pakeitimų schemoje, bei sąlyginai nedidelės kainos.

Pirmieji kontroleriai buvo gaminami iš loginių komponentų. Tęsiantis miniatiūrizacijos procesui, visi komponentai reikalingi kontrolieriui buvo įdiegti tiesiai į vieną integrinę schemą (kristalą). Tokiu būdu išsivystė taip vadinamas vienakristalis kompiuteris, arba mikrovaldiklis.

Mikrovaldiklis yra didelio integracijos lygio mikroschema, kurioje yra visos kontrolieriui reikalingos dalys. Pagrindinės yra šios:

- Centrinis procesorius (CPU);
- Operatyvinė atmintis (RAM);
- Ištrinama programuojama pastovioji atmintis (EPROM/PROM/ROM);
- Nuoseklus ir lygiagretus įėjimo/išėjimo prievadai (I/O ports);
- LCD kontroleriai;
- Taimeriai;
- Pertraukimų kontrolieris.

Įdiegus savybes, specifines tam tikrai užduočiai atlikti, mikrovaldiklio kaina yra santykinai maža. Tipiškas mikrovaldiklis, turi bito valdymo instrukcijas, tiesioginį įėjimo/išėjimo prievadų išrinkimą, taip pat greitą ir efektyvų pertraukimų apdorojimą. Mikrovaldiklį galima vadinti "vieno kristalo sprendimu". Tokia konstrukcija sumažina dalių skaičių ir kainą.

Mikrovaldiklių rinka labai plati ir rinktis tikrai yra iš ko. Nesunku susirasti projekto reikalavimus geriausiai atitinkantį produktą. Mikrovaldikliai pagal architektūrą skiriami į dvi grupes, Harvard ir von Neumann. Harvard būdingos dvi skirtingos magistralės, duomenų ir programos, tuo tarpu von Neumann architektūroje ji yra bendra. Dėl šios priežasties Harvard architektūra pranašesnė greitaiveikos atžvilgiu.[10]

Pagrindiniai mikrovaldiklių pasirinkimo kriterijai:

- Procesoriaus architektūra. Mikrovaldikliai gaminami su 4, 8, 16 ir 32 bitų duomenų magistrale.
- Maksimalus taktinis dažnis. Paprastai mikrovaldiklių greitaiveika pateikiama kaip atliekamų operacijų skaičiumi per sekundę, kuris gali būti mažesnis arba lygus taktiniam dažniui.

- Atminties tipas ir kiekis. Šiuolaikiniuose mikrovaldikliuose plačiausiai taikoma Flash ir EEPROM tipo atmintys kadangi joms programuoti užtenka nedidelės įtampos. ROM tipo atmintis turintys mikrovaldikliai naudojama masinėje gamyboje. Atminties kiekis gali svyruoti nuo 0,5 kB iki 2MB ar daugiau.

- Periferija - tai papildomi moduliai, integruoti į tą patį kristalą. Tai gali būti blokai palaikantys įvairius komunikacijos standartus (RS232, RS485, CAN, USB, I2C), analoginių signalų keitikliai (ASK, SAK), kontrolieriai palengvinantys LCD displejų valdymą ir t.t. [11]

2.5. Mikrovaldiklis ATmega 8 ir AVR studio.

Atmel firmos mikrovaldikliai yra RISC architektūros mikrovaldikliai, taip pat šios firmos mikrovaldiklių kainos ir kokybės santykis nėra nenusileidžia, o kartais ir lenkia MicroChip kompanijos produktus. Tradiciškai MicroChip mikrovaldikliai laikomi geriau tinkamais iš baterijų maitinamiems prietaisams ir pasižymintys didesniu atsparumu elektriniams trukdžiams schemeje, tačiau Atmel firmos mikrovaldikliai turi geresnę atminties architektūrą, turi geresnę spartą, lengviau programuojami todėl tampa vis populiariesni pramonėje, bei mokslinėje srityje.

Atmel AVR šeimos:

- tiny AVR – ATtiny serija

Turi 0,5-8kB programų atmintis, nuo 6 iki 32 išvadų korpusas. Ribotas kiekis periferinių įrenginių.

- megaAVR – ATmega serija.

Turi 4-256kB programų atmintis, nuo 28 iki 100 išvadų korpusas. Išplėsta komandų sistema. Didelis periferinių įrenginių kiekis.

- XMEga – ATxmega serija.

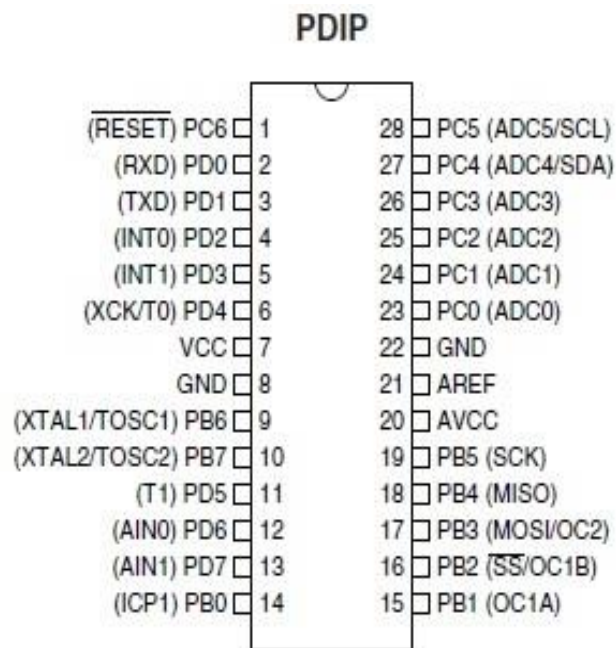
Turi 16-384 kB programų atmintis, 44-100 išvadų korpusas.

Švyturio koncepcijai parinktas megaAVR mikrovaldiklis ATmega 8. Tai 8 bitų, mažos galios mikrovaldiklis atitinkantis reikalavimus kuriamai koncepcijai. Mikrovaldiklis turi PDIP tipo korpusą su 28 išvadais. AVR branduolys turi 32 bendrosios paskirties registrus tiesiogiai sujungtus su aritmetiniu loginiu įtaisu (ALU) tai leidžia pasiekti du atskirus registrus vieno mikrovaldiklio ciklo metu. ATmega 8 turi tris taimerius/skaitiklius, 23

programuojamus įėjimo/išėjimo modulius. Mikrovaldiklio taktinio dažnio diapazonas 0 – 8 MHz. Bendras ATmega 8 korpuso vaizdas pateiktas 2.10 paveikslėlyje.

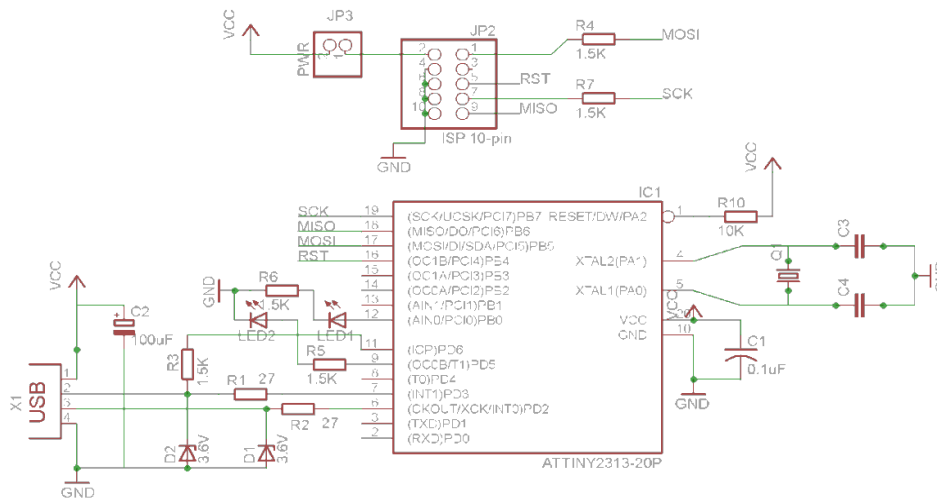
ATmega 8 išvadų aprašymas:

VCC išvadas skirtas mikrovaldiklio maitinimui (2.7 – 5.5V, DC), GND išvadas skirtas mikrovaldiklio žemėnimui. Port B (PB7-PB0) išvadai yra 8 bitų įėjimo/išėjimo modulis. Port C (PC5-PC0) išvadai 7 bitų įėjimo/išėjimo modulis. Port D (PD7-PD0) išvadai yra 8 bitų įėjimo/išėjimo modulis. AV_{cc} išvadas yra analoginio/skaitmeninio konverterio maitinimas.



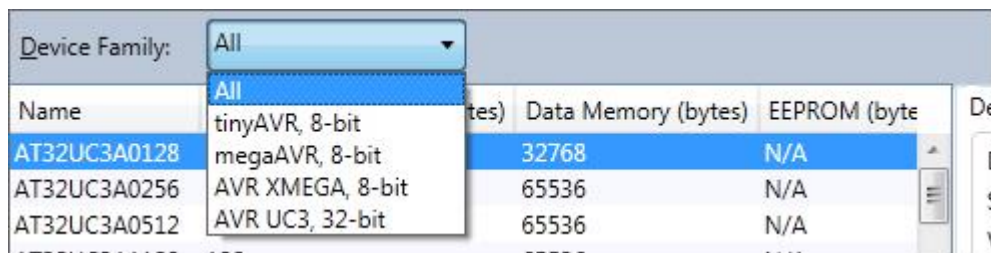
2.10 pav. ATmega 8 išvadai.[12]

Norint užprogramuoti mikrovaldiklį reikalingas programatorius, kuris kompiuteriu sukurtą programą perkelia į mikrovaldiklį. ATmega 8 mikrovaldiklis turi ISP (In System Programming) programavimo galimybę, kuri leidžia naudojamą mikrovaldiklį užprogramuoti jo neišėmus iš pagrindinės plokštės, tai sutrumpina programavimo laiką ir supaprastina patį programos įkėlimo procesą. ISP programatoriaus elektrinė schema pateikta 2.11 paveikslėlyje.



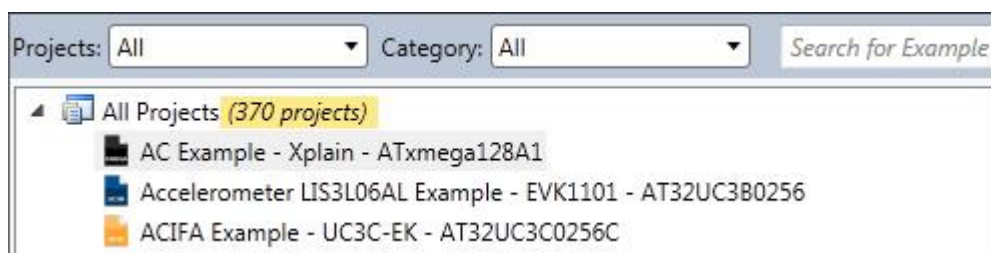
2.11 pav. ISP programatoriaus elektrinė schema.[9]

Programatorius jungiamas per USB jungtį, kuria galima patogiai prisijungti prie kompiuterio. Programas mikrovaldikliams galima rašyti daugeliu C programavimo kalbos redaktorių, tačiau atmel firma turi savą. Tai AVR studio. AVR studio labai patogus redaktorius tiek rašant, tiek tikrinant parašytas programas, jame daug pavyzdžių. AVR studio galimas ir simuliacijos režimas. Šis redaktorius palaiko visų AVR mikrovaldiklių sistemas tiek 8 tiek ir 32 bitų, taip pat yra galimybė tiesiogiai parsisiųsti naudojamo mikrovaldiklio aprašymą.



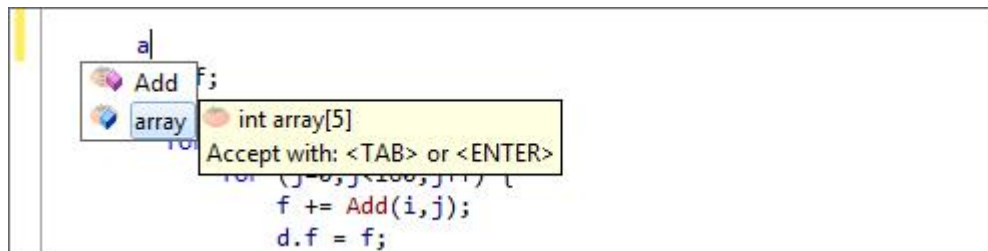
2.12 pav. AVR studio[12]

Kuriant naują projektą AVR studio leidžia pasirinkti iš labai didelio kiekio pavyzdžių arba nusistatyti redaktorių norimam mikrovaldikliui.



2.13 pav. AVR studio naujas projektas.[12]

AVR studio 6 turi patobulintą redagavimo programą, kuri leidžia programuoti efektyviau ir greičiau taip sutaupoma daug laiko. Redaktoriuje parašius kelias simbolio ar operatoriaus raides iššoksta pasiūlymai.



2.14 pav. AVR studio redaktorius.[12]

2.6. Programavimo kalbos C++ pagrindai.

C – tai nepriklausoma nuo mašinos tipo procedūrinė gerai išvystyta aukšto lygio programavimo kalba. Dauguma komercinių programos parašytos būtent C arba C++ kalba. 1969 metais išleista C kalbos pirma versija. Sukurta kaip sudėtinė UNIX operacinės sistemos dalis. Buvo dvi ankstesnės versijos – A ir B, bet jos buvo nevykusios. Iš trečio karto buvo sukurta C programavimo kalba. C++ – tai objektinis procedūrinės programavimo kalbos C poaibis.

C++ programose laikomasi to paties formato: pradedama nuo vieno ar keleto operatorių *#include*, yra eilutė *void main(void)*, po to seka operatorių rinkiniai, sugrupuoti tarp kairiojo ir dešiniojo figūrinių skliaustų.

- Operatorius *#include* suteikia išorinių failų panaudojimo pirmenybę, kuriuose yra C++ operatoriai ar programos apibūdinimai.
- Pagrindinė C++ programos dalis prasideda operatoriumi *void main(void)*.
- Programa susideda iš vienos ar kelių funkcijų, kurios, susideda iš operatorių, skirtų spręsti tam tikrai užduočiai.

Void main(void)

Kuriant C++ programas jūsų išeities faile bus daugelis operatorių. Tvarka, kuria operatoriai atsiranda programoje, nebūtinai turi sutapti su tvarka, kuria operatoriai bus vykdomi paleidžiant programą. Kiekviena C++ programa turi vieną įėjimą, nuo kurio

pasideda programos vykdymas, t.y. pagrindinę programą. C++ programoje operatorius *void main(void)* parodo jūsų programos pradžią.

Kai programos tampa didesnės ir sudėtingesnės, jos dalinamos į kelias mažesnes. Šiuo atveju operatorius *void main(void)* nurodo pradinius (arba pagrindinius) programos operatorius – programos dalis, kuri vykdoma pirmiausia.

Programoje turi būti vienas ir tik vienas operatorius vardu *main*. Peržiūrint dideles C++ programas ieškote *main*, kad nustatyti operatorius, nuo kurių prasideda programos vykdymas.

Grupavimo operatorius: {}

Programose gali būti operatorių rinkinys, kurį kompiuteris privalo įvykdyti kelis kartus arba kai yra patenkinta tam tikra sąlyga. Kad sugrupuoti susietus operatorius, C++ programose naudojami figūriniai skliaustai {}.

Komentarų panaudojimas:

Daugybė programoje esančių operatorių gali ją padaryti sunkiai skaitomą. Kad ji taptų aiškesnė reikia:

- Naudoti prasmingus kintamųjų vardus;
- Naudoti tam tikrą teksto formavimo techniką;
- Naudoti tuščias eilutes tam, kad būtų atskirti nepriklausomi operatoriai;
- Naudoti komentarus, aiškinančius programos darbą

Komentarai C++ kalboje yra formuojami su simboliais (//) pradžioje //čia komentarai, arba /* tai komentaras */. Kai C++ kompiliatorius suranda //, jis ignoruoja visą po to einantį eilutės tekstą.

Operacijos ir išraiškos

Išraiška – tai seka operandų, operacijų ir skiriamųjų ženklų. Skiriamieji simboliai: [] { } , ; : ... * = #. Išraiškas kompiliatorius interpretuoja griežtai besilaikydamas vyresniškumo taisyklių. Vyresniškumo taisyklės kaip matematikoje priimtos pagrindines operacijos.

- Aritmetinės operacijos
- Poskiltinės loginės operacijos
- Postūmio operacijos
- Loginės ir santykio operacijos
- Sąlygos operacijos

Tipinės aritmetinės operacijos:

- Sumavimo operacija +
- Atėmimo operacija –
- Daugybos operacija *
- Dalybos operacija /
- Liekanos nustatymo operacija %
- Inkremento operacija ++
- Dekremento operacija --

Poskiltinės loginės operacijos

Vadinamos poskiltinėmis todėl, kad loginiai veiksmai atliekami su kiekviena kintamojo arba konstantos skiltimi atskirai. Poskiltinių loginių operacijų yra keturios:

& - loginis IR (AND operacija);

^ - poskiltinis sumavimas moduli 2 (XOR operacija);

| - loginis ARBA (OR operacija);

~ poskiltinė inversija.

Poskiltinio postūmio operacijos:

>> - postūmis dešinėn

<< - postūmis kairėn

Priskyrimo operacija =.

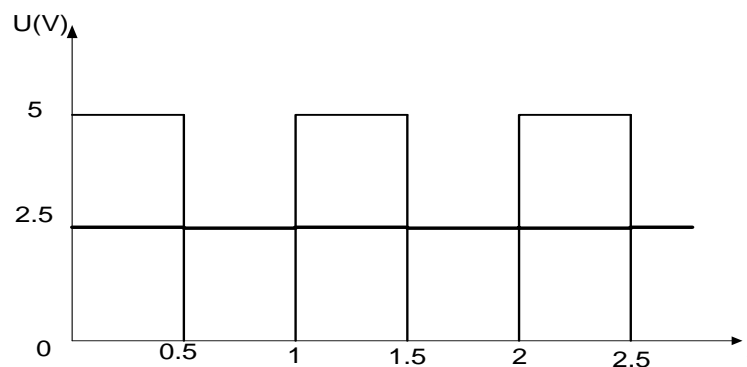
Loginės operacijos ir santykio operacijos pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Loginės operacijos ir santykio operacijos.

Santykio operacijos:	Loginės operacijos:
<ul style="list-style-type: none">• > - daugiau• < - mažiau• == - tapaciai lygu• >= - daugiau arba lygu• <= - mažiau arba lygu• != - nelygu	<ul style="list-style-type: none">• && - loginis IR• - loginis ARBA• ! - loginis NE

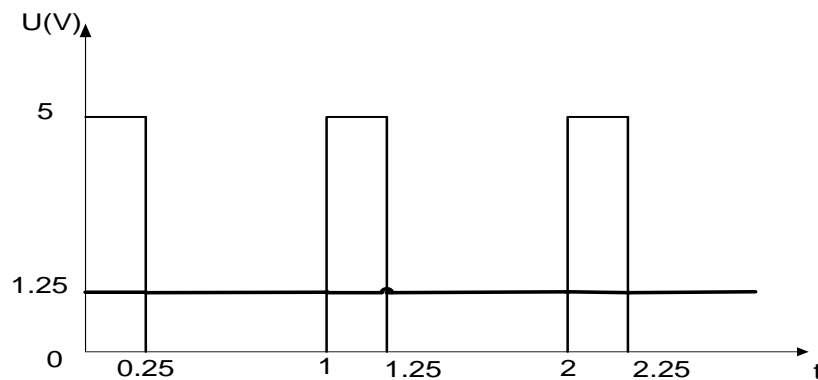
2.7. Impulso pločio moduliacija.

Impulso pločio moduliacija (angl. Pulse width modulation (PWM)) yra analoginio signalo lygio kodavimas skaitmeniniu būdu. Impulso pločio moduliacija naudoja stačiakampių impulsų bangas, kurių impulso plotis yra moduluojamas. Mikrovaldiklio pagrindiniai išvadai, yra skaitmeniniai, t.y. arba loginis nulis, arba loginis vienetas, arba +5 V (įtampa yra) arba 0 V (įtampos nėra). 2.15 paveikslėlyje pateiktoje charakteristikoje įtampos lygis yra $U = 5V$, ir tai yra skaitmeninio išėjimo lygis, kuris lygiais intervalais kinta nuo 1 iki 0. Horizontaliosios grafiko ašies apačioje pažymėtas sąlyginis laikas, t . Įtampa skaitmeniniame išėjime kinta laiko atžvilgiu. Pradžioje buvusi būsenoje "loginis 1" ties puse intervalo įtampa nukrenta iki "loginio 0", toliau ties pirmo intervalo pabaiga ir antro pradžia vėl atsiranda "loginis 1", kuris ties 1,5t laiko tarpo žyme vėl pereina į "loginį 0". Šiuo atveju santykis "loginis 1" ir "loginis 0" yra 1:1, tai yra 50% viso laiko. Tokiu atveju, toks signalo vidutinė reikšmė yra 50% 5 V įtampos, tai lygu 2,5 V.



2.15 pav. Impulso pločio moduliacija. 50% įtampos.

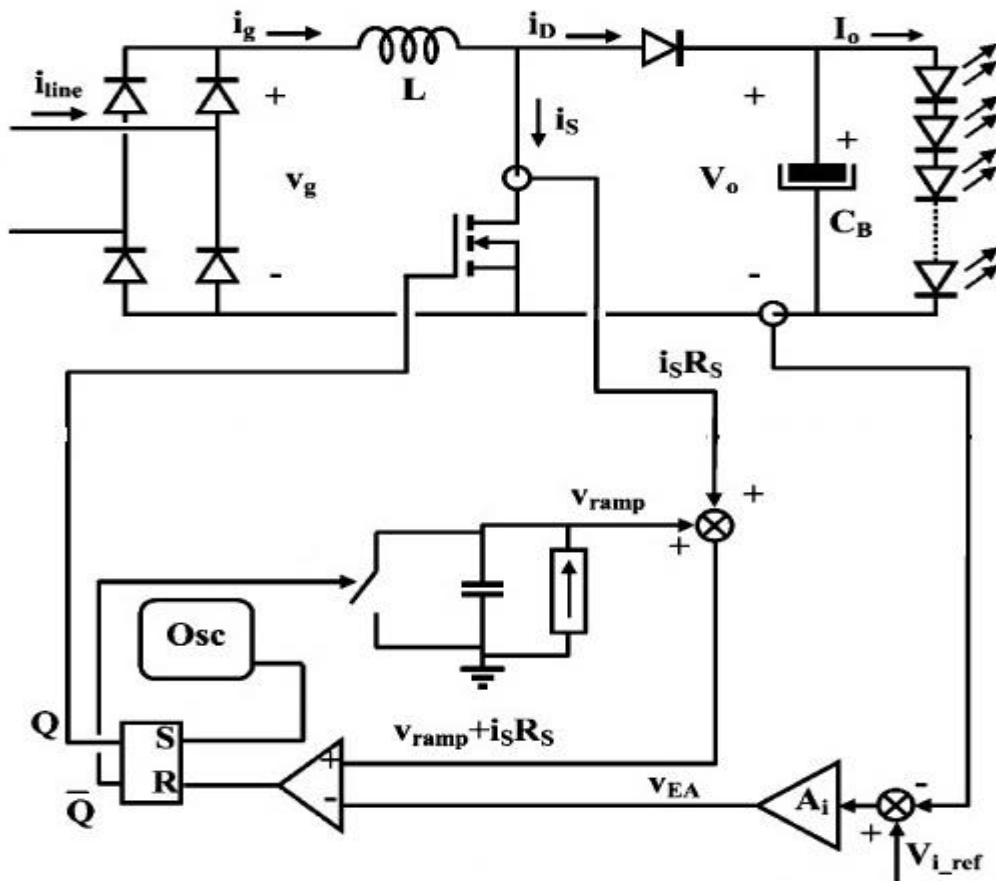
2.16 paveikslėlio charakteristikoje įtampos impulsai yra 25% laiko, todėl išėjime įtampa bus 1,25 V. Analogiškai ir didesnei įtampai jeigu įtampos impulsai bus 75% laiko, įtampa bus 3,75 v.



2.16 pav. Impulso pločio moduliacija. 25% įtampos.

2.8. Galios koeficiento korekcija.

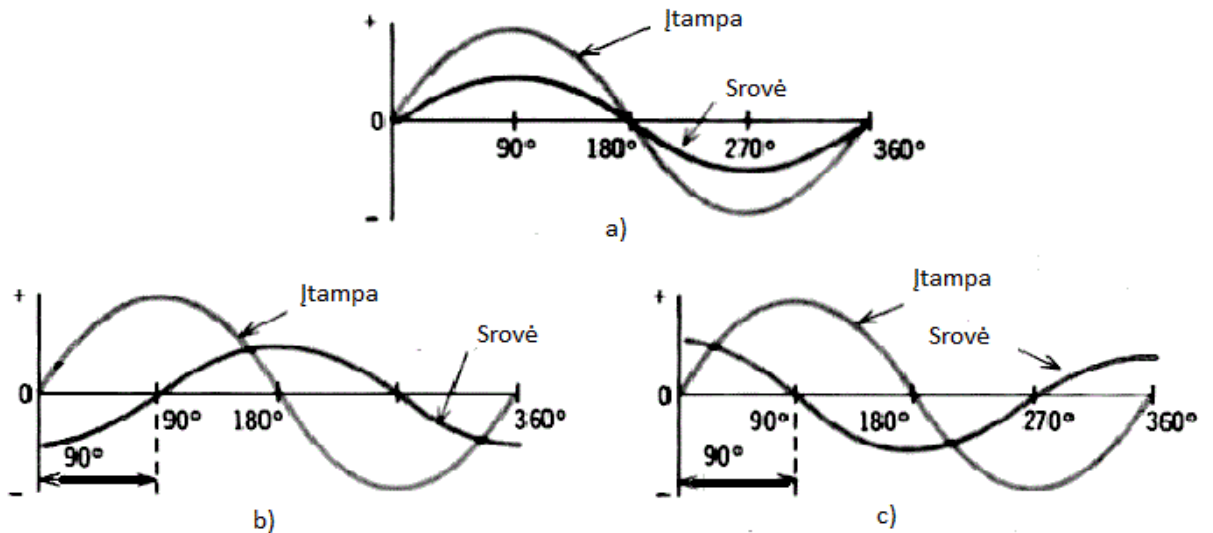
Kuriant šviesos diodų švyturį naudojama didelio galingumo šviesos diodų matrica ir komutuojantys įrenginiai. Tokia šviesos diodų matricą iškreipia galios koeficientą, todėl reikalinga galios koeficiento korekcija. Tai pasiekama naudojant įtampos lygintuvo su grįžtamaisiais ryšiais elektros schemą 2.17 paveikslėlis.



2.17 pav. Galios faktoriaus korekcijos elektrinė schema.[13]

Galios faktoriaus korektoriaus elektrinė schema yra sudaryta iš įtampos lygintuvo su srovės, bei įtampos grįžtamaisiais ryšiais. Srovės grįžtamajam ryšiui panaudotas srovės jutiklis, kurio įtampa $i_s R_s$ ir įtampa V_{ramp} turi būti lygi įtampai V_{EA} . V_{EA} yra norima įtampa, todėl V_{ramp} įtampos amplitudė neturi viršyti įtampos V_{EA} reikšmės. Įėjimo srovė tokioje schemoje reguliuojama ciklas po ciklo, todėl gali būti naudojamas aukšto dažnio prietaisuose iki 400 Hz.

Galios koeficiento korekcija būtina, kai maitinimo šaltinio apkrova turi talpinės ar reaktyvinės varžos savybių, nes esant, bet kuriai iš šių apkrovų srovės ir įtampos fazės nebesutampa. Esant varžiniai apkrovai fazės kampas tarp srovės ir įtampos artimas arba lygus nuliui 2.17 paveiklėlis a). Esant induktyviai apkrovai srovės fazė atsilieka nuo įtampos 90° kampu, o esant talpiniai apkrovai įtampos fazė atsilieka nuo srovės 90° kampu 2.16 paveiklėlis b) ir c).



2.18 pav. Įtampos ir srovės fazės kampo priklausomybės nuo apkrovos pobūdžio.

Šviesos diodų švyturio eksperimento metu naudojami elektros prietaisai, turi tik varžines savybes todėl į galios faktoriaus korekciją neatsižvelgiama. Tačiau tolimesniuose etapuose naudojant galingesnius šviesos diodus galios faktoriaus tampa svarbus, nes naudojama didesnė galia ir atsiranda daugiau prietaisų, kurie gali turėti ir induktyvinės ir talpinės varžos savybių todėl ir atsižvelgiama į šį faktorių.

3. ŠVIESOS DIODŲ ŠVYTURIO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Šviesos diodų švyturio eksperimentas atliekamas naudojant mažos galios šviesos diodų matricą, maitinimo šaltinį ir mikrovaldiklį. Eksperimento metu siekiama išgauti šviesos diodų skleidžiamų spindulių sukimosi efektą. Visą eksperimento eigą galima suskirstyti į kelis etapus, tai:

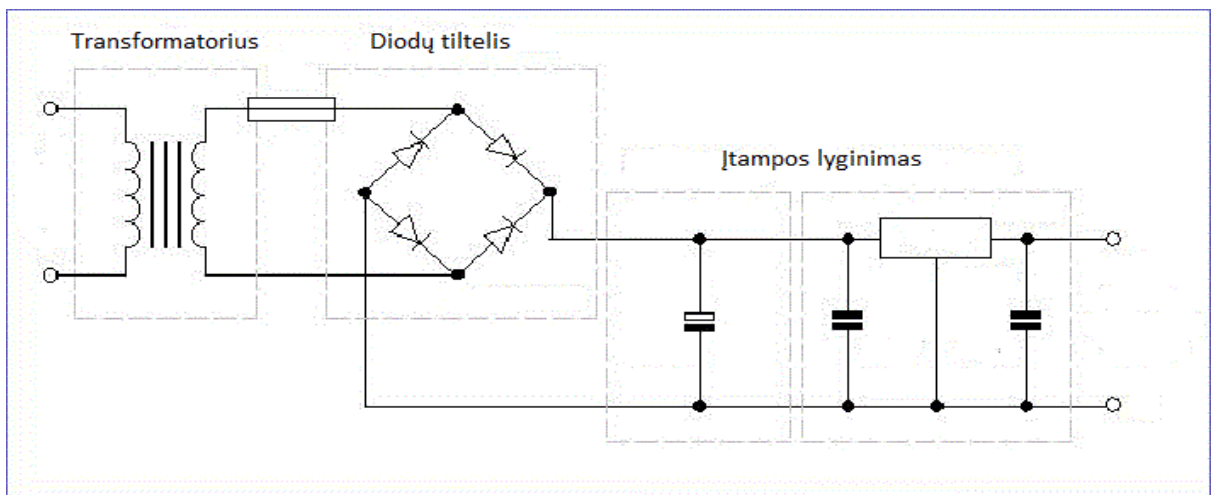
1. Šviesos diodų švyturio elektros elementų aprašymas.
2. Šviesos diodų švyturio programos algoritmo kūrimas.
3. Eksperimentinis modelis.

3.1. Šviesos diodų švyturio elektros elementų aprašymas.

Šviesos diodų švyturio eksperimento elektriniai elementai:

- Transformatorius.
- Diodų tiltelis.
- Mikrovaldiklis.
- Šviesos diodų matrica.
- Pasyvieji elementai (varžos, kondencatoriai).
- Teigiamos įtampos reguliatorius.

Eksperimentinis šviesos diodų švyturio modelis maitinamas iš kintamos įtampos tinklo. Norint gauti tinkamą nuolatinės srovės maitinimo įtampą reikalingas įtampos lygintuvas 3.1 paveikslėlis.



3.1 pav. Įtampos lygintuvas.

Įtampos lygintuvas susideda iš transformatoriaus, diodų tiltelio, kondensatoriaus ir saugiklio.

Transformatorius:

Transformatorius sumažins tinklo įtampą iki reikiamos reikšmės. Parenkant transformatoriaus antrinės apvijos įtampą U_2 patartina vadovautis tokia išraiška:

$$U_2 \approx 1.1 \cdot U_0 \quad (4)$$

čia U_0 – maitinimo šaltinio išėjimo nuolatinė įtampa.

Labai svarbu, kad transformatoriaus antrinės apvijos srovė I_2 , prijungus maksimalią apkrovą, neviršytų leistinos. Paprastai tariant transformatoriaus galia turi būti didesnė, nei numatomos naudoti apkrovos maksimali galia. Taigi antrinės apvijos srovė parenkama su rezervu:

$$I_2 \geq 1.11 \cdot I_0 \quad (5)$$

I_0 dydį užduoda maksimali apkrovos galia, kuri dažniausiai visada yra žinoma.

Tuomet:

$$I_0 = P_0 / U_0 \quad (6)$$

čia P_0 – maksimali apkrovos galia.

Saugiklio F1 suveikimo srovė turėtų būti 50÷100 % didesnė nei transformatoriaus pirminės apvijos darbinė srovė (įjungimo momentu ši srovė dažniausiai būna gerokai didesnė už darbinę srovę). Transformatoriaus pirminės apvijos darbinę srovę galima apskaičiuoti:

$$I_1 = 1.11 \cdot I_0 / (U_1 / U_2) \quad (7)$$

Diodų tiltelis:

Puslaidininkinių diodų tiltelis atlieka pagrindinį darbą keičiant kintamą įtampą nuolatine. Tai padaroma išnaudojant pagrindinę lygintuvinio diodo savybę: praleisti srovę tik viena kryptimi.

Atgalinė diodo įtampa turi tenkinti sąlygą:

$$U_{atg.} \approx 1.6 \cdot U_0 \quad (8)$$

U_0 – norima išėjimo įtampa (V)

Norima vidutinė srovė per diodą apskaičiuojama:

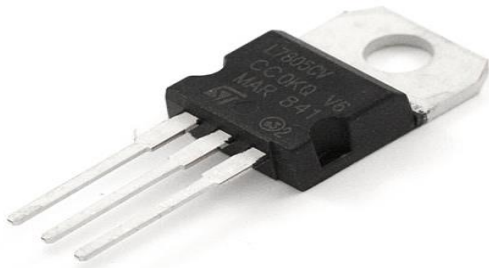
$$I_{\text{vid.}} = 0.5 \cdot I_0. \quad (9)$$

Teigiamos įtampos reguliatorius:

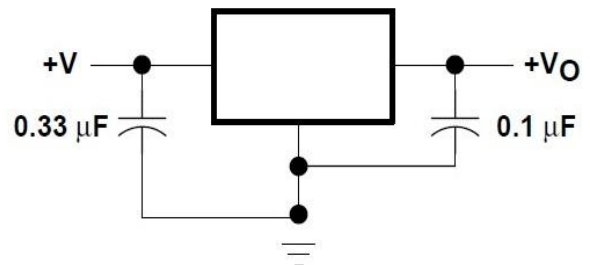
Teigiamos įtampos reguliatorius naudojamas norint iki galo išlyginti įtampą, kuria bus maitinamas mikrovaldiklis. Įtampos reguliatoriaus naudojamas norint gauti 5V išėjimo įtampą. Tai padaroma reguliatoriui nukerpant didesnę gaunamos įtampos dalį ir paliekant tik reikalingą 5V įtampą.

3.1 lentelė Teigiamos įtampos reguliatoriaus parametrai

Įėjimo įtampa	7-25 V
Išėjimo įtampa	5 V
Išėjimo srovė	Iki 1.5 A
Išėjimo triukšmų dažnis	Nuo 10 Hz iki 100kHz



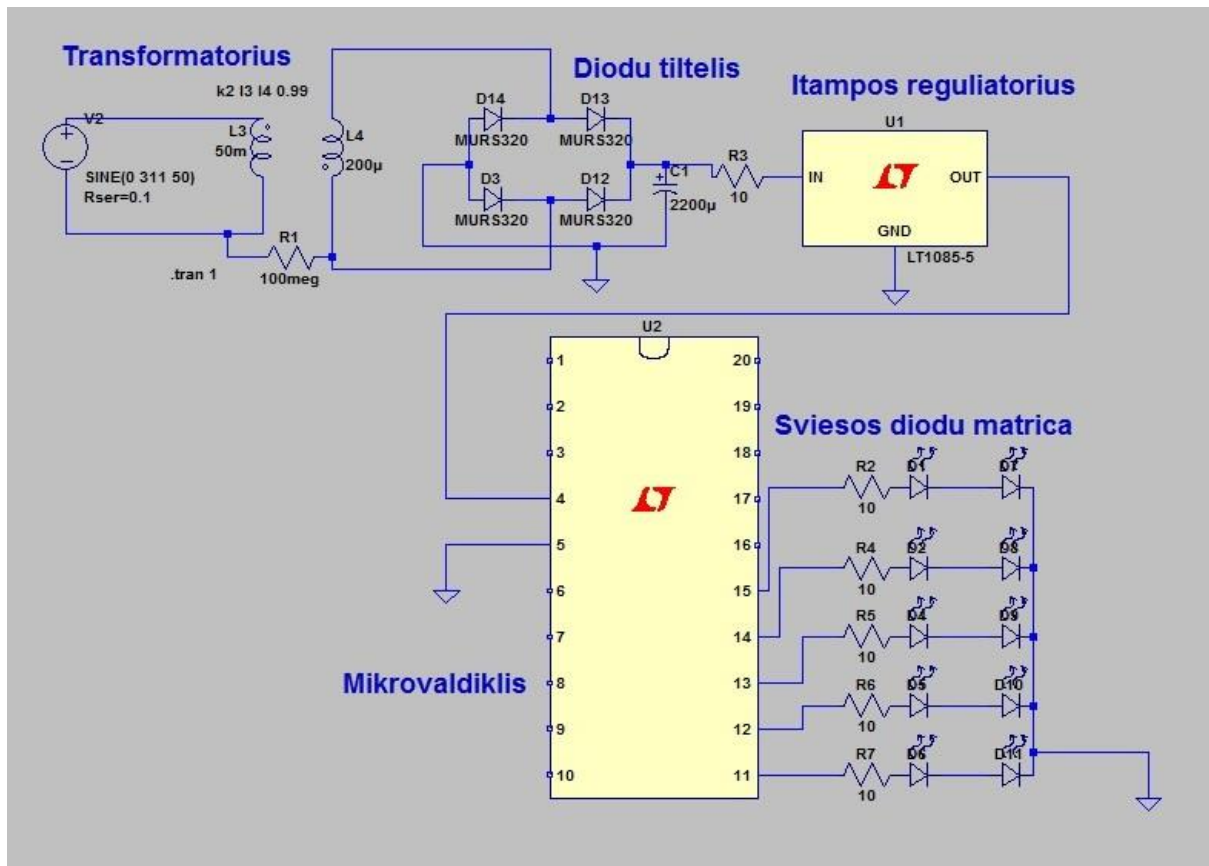
a)



b)

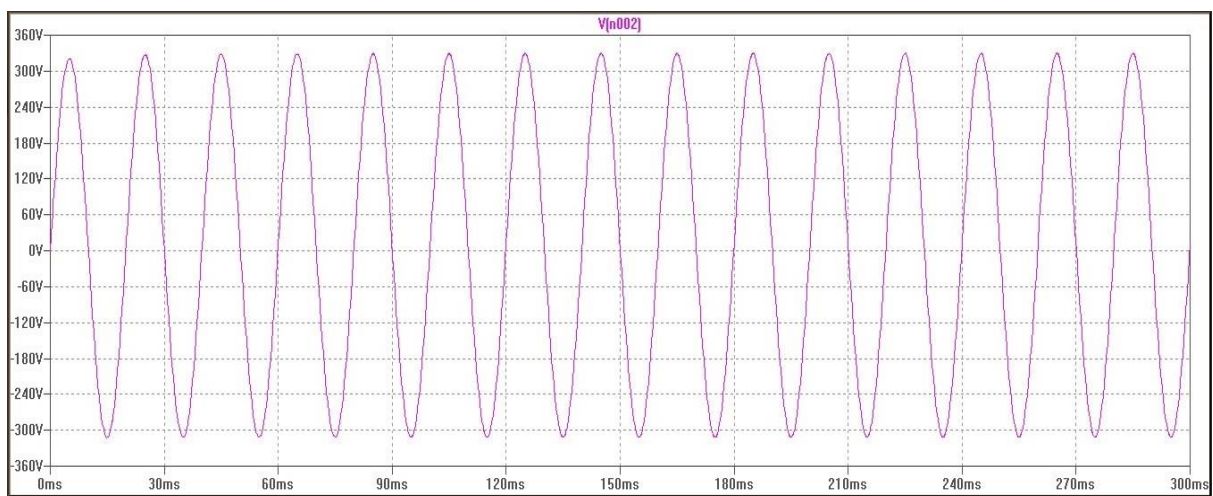
3.2 pav. Teigiamos įtampos reguliatorius. a) atvaizdas b) pajungimas. [14]

Norint gauti tikslesnius šviesos diodų švyturio eksperimento duomenis LT spice aplinkoje buvo sumodeliuota elektrinė schema. Elektrinė schema pateikta 3.5 paveikslėlyje. Šviesos diodų švyturio modelis LTspice aplinkoje susideda iš transformatoriaus, diodų tiltelio, įtampos reguliatoriaus, šviesos diodų matricos ir mikrovaldiklio.

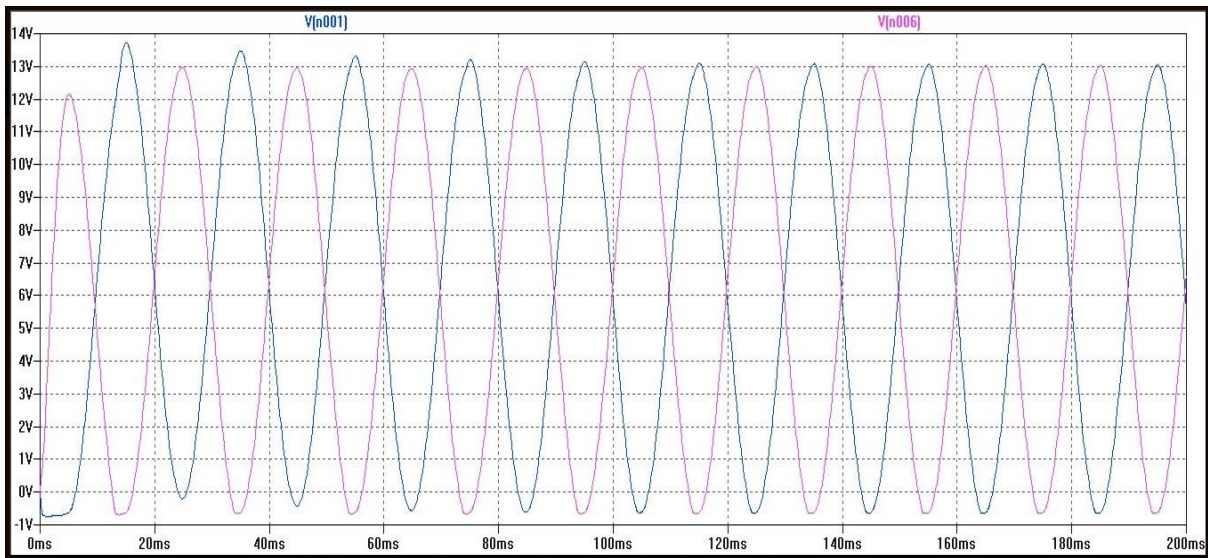


3.3 pav. Elektrinė eksperimentinio šviesos diodų švyturio schema.

Šviesos diodų švyturio elektrinėje schemoje matyti elektriniai elementai naudojami atlikti eksperimentui. Žemiau pateiktos charakteristikos, kurios sumodeliuotos Ltspice aplikoje. 3.4 paveikslėlis kintamos įtampos sinusoidė V(n002) įėjimo įtampos kreivė. 3.5 paveikslėlis V(n006) ir V(n001) charakteristikos įtampos lygintuvo (diodų tiltelio) išėjimo įtampos kreivės.

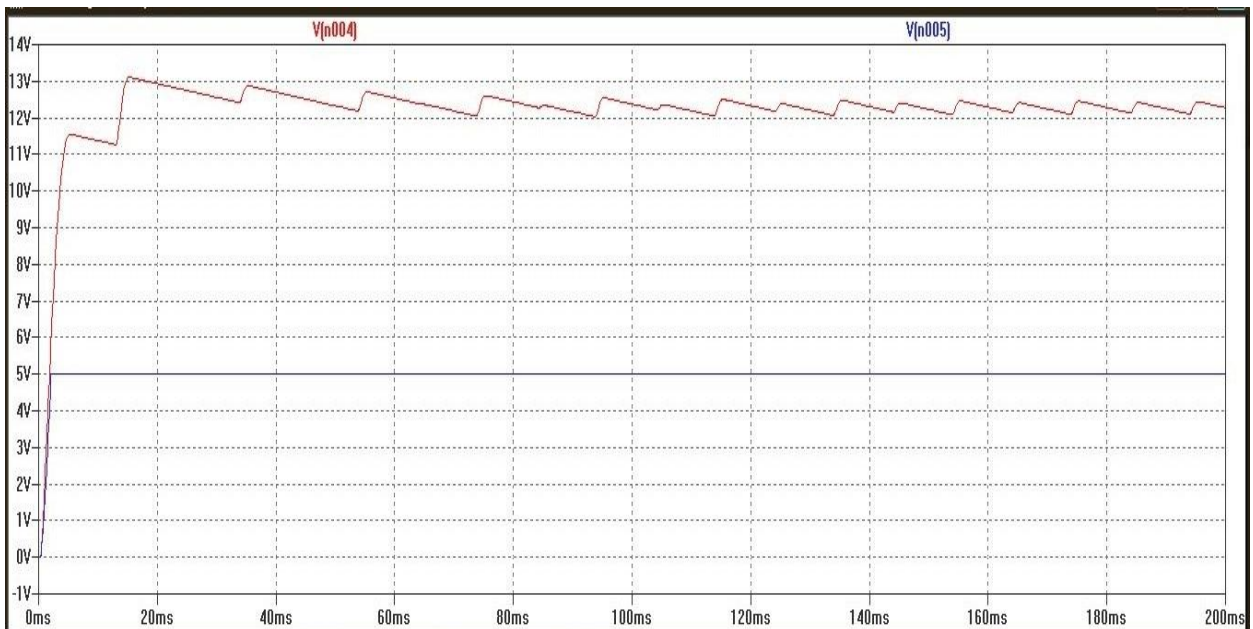


3.4 pav. Įėjimo įtampos kreivė.



3.5 pav. Diodų tiltelio išėjimo įtampos charakteristika.

Norint išlyginti diodų tiltelio įtampa reikalingas kondensatorius. 3.6 paveikslėlyje V(004) pavaizduota įtampos kreivė po C1 kondensatoriaus. Kreivė V(005) išlygintos įtampos kreivė, po teigiamos įtampos reguliatoriaus.

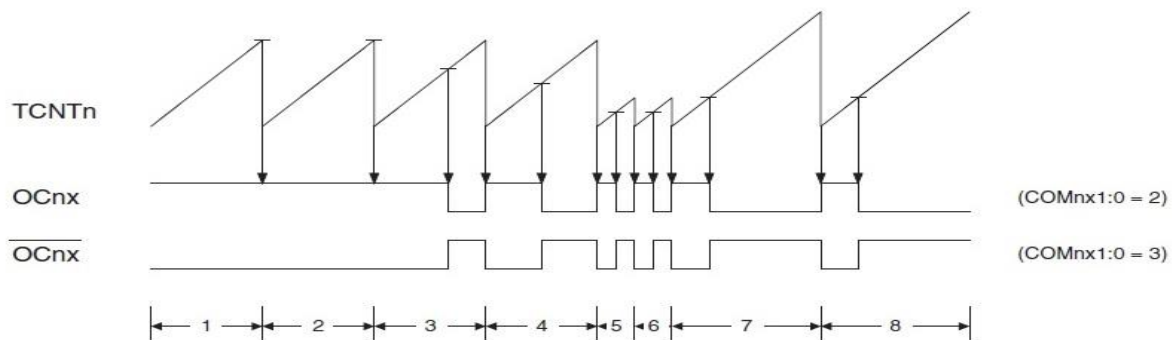


3.6 pav. Įtampų kreivės.

3.2. Šviesos diodų švyturio programos algoritmo kūrimas.

Šviesos diodų švyturio programos kūrimas susideda mikrovaldiklio programavimo impulso pločio moduliacija. Kiekvienas mikrovaldiklis turi atskirus registrus, kurie reikalingi impulso pločio moduliacijai. Programinėje impulso pločio moduliacijoje egzistuoja du būdai. Tai greita impulso pločio moduliacija ir paprasta impulso pločio moduliacija. Pirmuoju atveju mikrovaldiklio skaitiklio registras pildosi iki tam tikros reikšmės, ir pasiekęs maksimalią reikšmę nusistato į pradinę reikšmę, kuri yra lygi nuliui. Po to vėl skaičiuoja iki maksimalios vertės. Paprastoji impulso pločio moduliacija yra tada, kai mikrovaldiklio skaitiklio registras skaičiuoja iki tam tikros maksimalios reikšmės ir pasiekęs ta maksimalią vertę pradeda skaičiuoti nuo maksimalios vertės iki pradinės, kuri yra lygi nuliui. Po to skaičiavimas kartojasi.

Žemiau esančiame 3.7 paveikslėlyje pavaizduota, kaip veikia greita impulso pločio moduliacija (Fast PWM).



3.7 pav.[12]

TCTn yra 8-nių bitų atmegos 8 laikmačio registras. Kaip pavaizduota 3.7 paveikslėlyje šitas registras pildosi nuo minimalios iki maksimalios reikšmės, pasiekus didžiausią reikšmę jis nusistato reikšmę nulis ir toliau kartojamas šitas ciklas. Į registrą OCRn (output compare register) yra įrašomi 8-nių bitų ilgio duomenys (0 iki 255). Duomenis šitame registre gali būti atnaujinami tik tuo atveju, kai registras TCTn persikrauna. Į registrą yra įrašomas skaičius nuo 0 iki 255 tada pradeda pildytis laikmačio registras TCTn. Tol kol duomenys nesutampa TCTn ir OCRn registruose tol išėjime yra loginis vienetas, kai reikšmės abejuose registruose sutampa, tada išėjime atsiranda loginis nulis ir tai tęsiasi kol TCTn registras yra perkraunamas.

Norint nustatyti greitą impulso pločio moduliaciją mikrovaldikliui atmega 8 reikia į 8-nių bitų registra TCCRn įrašyti loginius vienetus į tokius bitus. WGMn0, WGMn1 – įrašius loginius vienetus į šiuos bitus, nustatome, kad bus naudojama greita impulso pločio moduliacija. CSn0, CSn1, Cn22 – bitai nurodo iš kokio dalmens bus dalinamas mikrovaldiklio dažnis. Dalmens reikšmė ir į kokius bitus įrašomi loginiai vienetai yra pateigta žemiau esančioje 3.2 lentelė.

3.2 lentelė. Mikrovaldiklio dažniai.

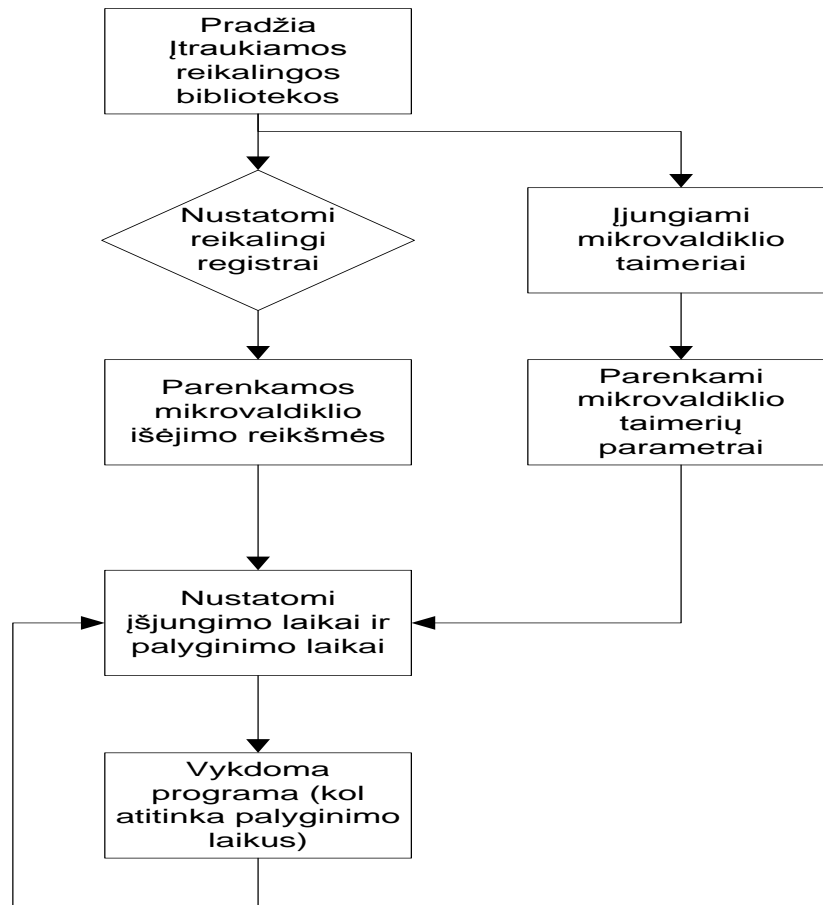
CSn2	CSn1	CSn0	Apibūdinimas
0	0	0	Laikmatis sustabdytas
0	0	1	$clk_{TIO}/$ (be daliklio)
0	1	0	$clk_{TIO}/8$ (daliklis)
0	1	1	$clk_{TIO}/64$ (daliklis)
1	0	0	$clk_{TIO}/256$ (daliklis)
1	0	1	$clk_{TIO}/1024$ (daliklis)
1	1	0	Išorinis laikmatis
1	1	1	Išorinis laikmatis

COMn0 ir COMn1 bitai nustato, koks turi būti loginis lygis išėjime. 3.3 lentelė, kai COMn0 ir COMn1 bitų reikšmės yra nuliai, tai išėjimo signalas gali veikti kaip paprastas išėjimo signalas. Kai bitų reikšmės COMn0=0 ir COMn1=1, tai kol registro TCTn duomenys yra mažesni už registro OCRn duomenis, tai išėjime yra loginis vienetas, kai tik registro duomenys pasidaro vienodi, tai tuo momentu išėjime yra loginis nulis ir tai tęsiasi kol registras TCTn persikrauna ir visas ciklas kartojamas iš naujo. Kai bitų reikšmės yra COMn0=1 ir COMn1=1 iš pradžių išėjime yra loginis nulis ir kai reikšmės sutampa turime loginį vieneta.

3.3 lentelė. PWM išėjimo reikšmės

COMn1	COMn0	Apibūdinimas
0	0	Paprastas uostas. OC2 išjungtas
0	1	Uostas uždaras
1	0	OC2 palyginimo konfigūracija. OC2 išjungiamas kai sutampa su TCTn
1	1	OC2 palyginimo konfigūracija. OC2 įjungiamas kai sutampa su TCTn

Norint išgauti sklاندų šviesos diodo švyturio šviesos spindulio efektą reikalinga gana sudėtinga ir ilga C++ kalba parašyta programa. Tokios programos susideda iš įvairių operandų, postūmio, inkremento, dekeremento, algebrinių operacijų. Kad supaprastinti sukurtą programą sudaromas supaprastintas algoritmo grafas 3.8 paveikslėlis.

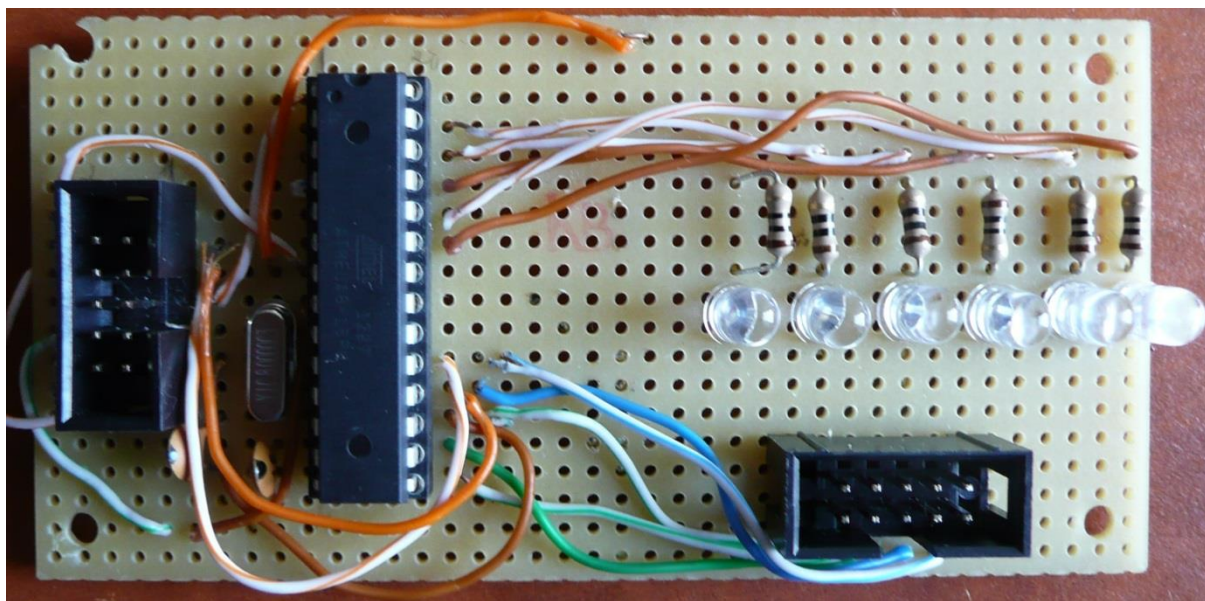


3.8 pav. Šviesos diodų švyturio algoritmo grafas.

Šviesos diodų švyturio programos algoritmo grafe matyti, kad svarbiausias programos tikslas nustatyti tikslus įjungimo ar išjungimo laikus, nes norint išgauti sklاندų šviesos spindulio sukimosi efektą šviesos intensyvumas turi keistis lėtai. Programos pavyzdžiai pateikti 1 priede.

3.3. Eksperimentinis modelis.

Eksperimentinio šviesos diodų švyturio modelis susideda iš kelių modulių. Tai mikrovaldiklio modulis 3.9 paveiklėlis, programatoriaus modulis 3.10 paveiklėlis, šviesos diodų modulis 3.11 paveiklėlis ir maitinimo šaltinio.



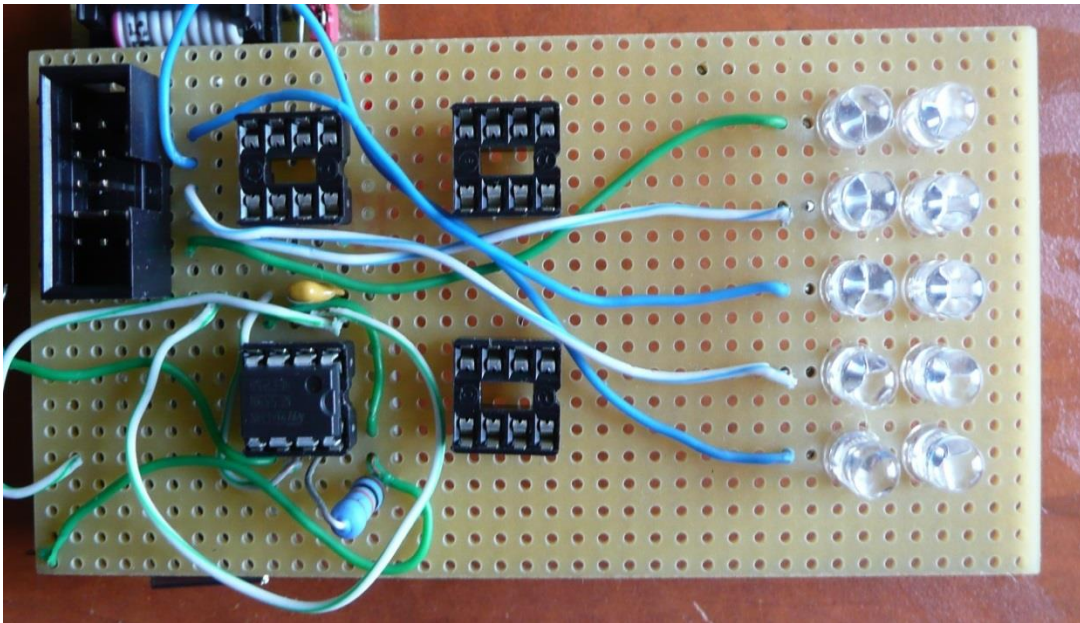
3.9 pav. Mikrovaldiklio modulis.

Mikrovaldiklio modulis susideda iš mikrovaldiklio (Atmel ATmega 8) ir 8 MHz kvarcinio dažnio generatoriaus, dviejų 18 pF kondensatorių. Taip pat modulyje yra du 10 kojų kištukiniai lizdai BH-10S, kurie naudojami programatoriui, bei šviesos diodų moduliui prijungti.



3.10 pav. Programatoriaus modulis.

Programatoriaus modulis susideda iš Atmel ATtiny mikrovaldiklio, 12 MHz kvarcinio dažnio generatoriaus, dviejų 20 pF keramikinių kondensatorių. Taip pat programatorius turi lizdą mikroschemai DIP20, rezistorius 0.25W 1K5 5%, rezistorius 0.25W 27R 5%, rezistorius 0.5W 10K 5%, zenerio diodą 1N5227B, lizdą USB B tipo, kištuką BH-10S, daugiaslouksnį keraminį kondensatorių 100nF 50V Y5V, kondensatorių 100uF 50V 105°, šviesos diodą Ø5mm 12V žalias matinis 8-20mcd 60°, šviesos diodą Ø5mm 12V raudonas matinis 12-30mcd 60°.

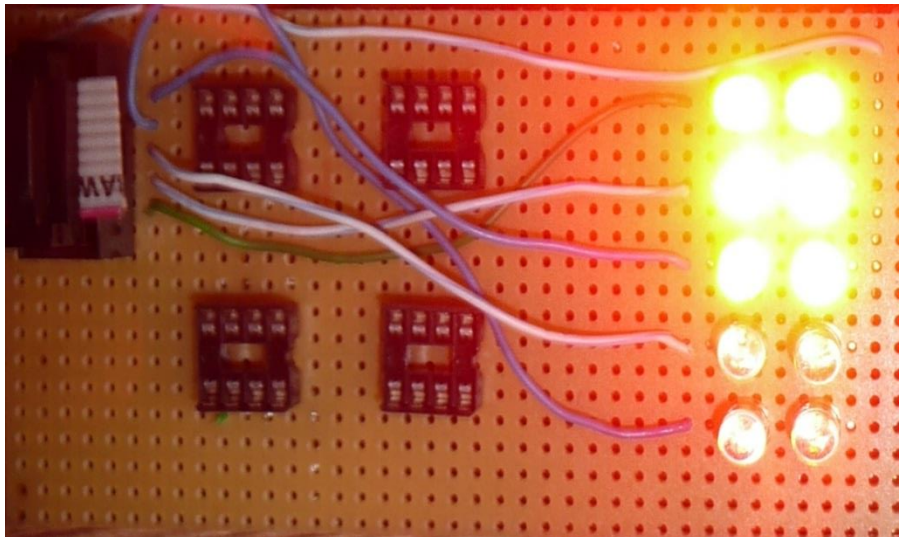


3.11 pav. Šviesos diodų modulis.

Šviesos diodų modulis susideda iš 10 skaidrių, raudonų šviesos diodų, kurie yra Ø5mm storio 2V, 20mA, 3.5-4cd, 15°, 635nm. Šviesos diodai pajungti tiesiai į 10 kojų kištukinį lizdą BH-10S, kuris sujungiamas su mikrovaldikliu.

Eksperimento metu siekiama išgauti sklاندų šviesos sukimosi efektą. Pirmu žingsniu mikrovaldiklis užprogramuojamas pagal sukurto algoritmo grafa. Šviesos diodai perjungiami iš eilės taip išgaunamas šviesos sukimosi efektas. Norint išgauti norimą šviesos diodų intensyvumą reikia naudoti impulso pločio moduliaciją. Kaip ir minėta anksčiau mikrovaldiklis atmega 8 turi tris impulso pločio moduliacijai reikalingus išvadus, tačiau norint išgauti sklاندų šviesos spindulio sukimosi efektą, kuris parašomas darbe, nepakanka tik trijų impulso pločio moduliacijos išvadų, tikslinga naudoti mikrovaldiklį su 8 impulso

pločio moduliacijai skirtais išvadais. Naudojant šviesos diodų modulį ir atmega 8 eksperimentinio tyrimo metu sukurtas supaprastintas šviesos spindulio sukimosi efektas. Mikrovaldiklis perjungia šviesos diodus su 50 milisekundžių atidėjimu. Tokia šviesos diodų perjunginėjimo programa pateikta 1 priede, 2 programos pavyzdys. 3.12 paveikslėlyje matyti išgautas šviesos sukimosi efekto gavimo principas.



3.12 pav. Šviesos diodų perjunginėjimas.

Atidedant šviesos diodų įjungimą 50 milisekundžių gaunamas gana sklandus šviesos sukimosi efektas. Toliau mažinant šviesos diodų įjungimo atidėjimo laikus gaunamas šviesos sukimosi efekto būdas, akiai sunkiai pastebimas, nes šviesos diodų perjunginėjimas labai greitas.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Baigiamajame darbe apžvelgtos signalinių švyturių bei švyturėlių konstrukcijos. Pateiktas naujas šviesos diodų švyturio modelis. Modelis turi mikrovaldiklį, kuriuo išgaunamas norimo dažnio šviesos spindulio sukimosi efektas. LTspice aplinkoje sumodeliuota šviesos diodų švyturio maitinimo schema, pateiktos išėjimo įtampos kreivės.

2. Eksperimentinio tyrimo metu išgautas šviesos spindulio sukimosi efektas yra gana sklandus, tačiau reikalingi tolimesni tyrinėjimai. Tikslinga pamatuoti skleidžiamą šviesos intensyvumą, ir palyginti su paprasto signalinio šviesos diodų švyturėlio skleidžiamu šviesos intensyvumu.

3. Norint išgauti sklandų šviesos spindulio sukimosi efektą reikalingas mikrovaldiklis turintis, daugiau impulso pločio moduliacijai skirtų išvadų. Tokių išvadų kiekis priklauso nuo signalinio šviesos diodų švyturio, šviesos diodų kiekio.

LITERATŪRA:

1. An Intelligent Aviation Obstruction Warning light, Muhammad Mehedi Al Emran Hasan, and Badal Chandra Sarker, 2008m.
2. LED beacon, R. Michael Datz, Stephen T. Vukosie, 2011m.
3. Side emitter beacon, Paul L. Stein, David M. Diedrich, Tim B. Murray, Sarmad A. Hannosh, Richard Gray, 2007m.
4. LED beacon obstruction lighting system, Marc Henri, Louis Leblanc, Patrick Bergevin, 2010m.
5. Flashing beacon, Frederick George Clerk, 2010m.
6. Šviesos diodas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 12 19]. Prieiga per internetą: http://lt.wikipedia.org/wiki/%C5%A0viesos_diodas
7. Šviesos diodai. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 12 20]. Prieiga per internetą: <http://www.ledinis.lt/category/led#post-name>
8. Signalinių švyturių aprašai. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 11 15]. Prieiga per internetą: <http://www.grote.com/prodcat/G.html>
9. Virtuali mokymosi aplinka. Klaipėdos universitetas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2012 12 20]. Prieiga per internetą: <http://vma.ku.lt/study/course/category.php?id=9>.
10. Mikrovaldiliai .[interaktyvus]. [žiūrėta 2013 02 06]. Prieiga per internetą: <http://www.scribube.com/limba/lituaniana/Mikrovaldikli-apibrimas-ir-sav111982314.php>
11. Vytautas Jonkus. 2006m. Mikrovaldikliai elektroninėse grandinėse. Mokymo priemonė. Vilnius.
12. Mikrovaldiklio ATmega 8 aprašas. AVR studio aprašas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 03 20].Prieiga per internetą: <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/default.aspx>
13. A Very Simple Control Strategy for Power Factor Correctors Driving High-Brightness LEDs, Diego Gonzalez Lamar , Javier Sebastian Zuniga, Alberto Rodriguez Alonso, Miguel Rodriguez Gonzalez, Marta Maria Hernando Alvarez, 2009 m.
14. Teigiamos įtampos reguliatorius aprašas. [interaktyvus]. [žiūrėta 2013 04 05]. Prieiga per internetą: http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/MC7800-D.PDF

PRIEDAI:

1 Priedas šviesos diodų švyturiu programų pavyzdžiai:

1 Pogamos pavyzdys:

```
/*
 * PWM.c
 *
 * Created: 2013.05.06 14:17:58
 * Author: Vygantas
 */
#define F_CPU 8000000UL
#include <avr/io.h>
#include <avr/delay.h>
#include <avr/interrupt.h>
#include <stdint.h>

int main(void)
{
    TCCR1A|=(1<<WGM10);
    TCCR1A|=(1<<WGM11);
    TCCR1A|=(1<<COM1A1);
    TCCR1A|=(1<<COM1B1);
    TCCR1B|=(1<<CS10);
    TCCR2|=(1<<WGM20);
    TCCR2|=(1<<WGM21);
    TCCR2|=(1<<COM21);
    TCCR2|=(1<<CS20);
    DDRB = 0xFF;
    PORTB = PINB3;
    PORTB = PINB1;
    PORTB = PINB2;

    for(;;)
    {
        for (uint8_t i = 0; i < 100; ++i) {
            OCR2 = i;
            _delay_ms(20);
        }

        for (uint8_t i = 100; i > 0; --i) {
            OCR2 = i;
            _delay_ms(20);
        }

        for (uint8_t i = 0; i < 150; ++i) {
            OCR1A= i;
            _delay_ms(20);
        }

        for (uint8_t i = 150; i > 0; --i) {
            OCR1A = i;
            _delay_ms(20);
        }

        for (uint8_t i = 0; i < 255; ++i) {
```

```

        OCR1B=i;
        _delay_ms(20);
    }

    for (uint8_t i = 255; i > 0; --i) {
        OCR1B = i ;
        _delay_ms(20);
    }
}
}

```

2 programos pavyzdys :

```

/*
 * loop
 *
 * Created: 2013.05.08
 * Author: Vygantas
 */

#define F_CPU 8000000UL
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

int main( void )
{
    DDRB=0xFF;

    for(;;)
    {
        PORTB=1<<PINB3;
        _delay_ms(50);

        PORTB=1<<PINB2;
        _delay_ms(50);

        PORTB=1<<PINB5;
        _delay_ms(50);

        PORTB=1<<PINB1;
        _delay_ms(50);

        PORTB=1<<PINB4;
        _delay_ms(50);
    }
}

```

3 programos pavyzdys:

```

/*
 * PWM
 *
 * Created: 2013.05.07

```

```
* Author: Vygantas
*/

#define F_CPU 8000000UL
#include <avr/io.h>
#include <util/delay.h>

int main (void)
{

    DDRB = 255;

    TCCR1A = (1 << COM1A1);
    TCCR1A = (1 << WGM11);
    TCCR1B = (1 << CS11);
    TCCR1B =(1 << WGM13);
    TCCR1B = (1 << WGM12);

    ICR1 = 4000;
    OCR1A = 2000;
    OCR1B = 2000;

    while (1);
}
```