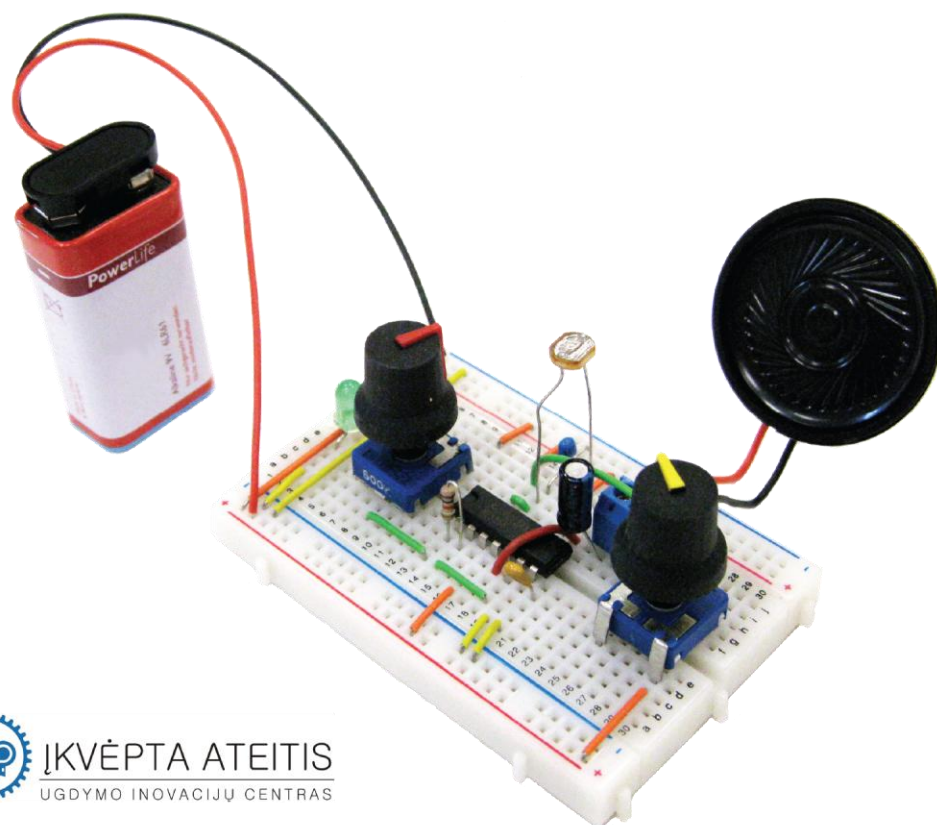


VERSIJA  
2.0

MOKOMASIS RINKINYS

# ELEKTRONIKA

## ELEKTRINĖS GRANDINĖS



**ANODAS**  
electronics

PATIRTIES  
VJG



ĮKVĖPTA ATEITIS  
UGDYMO INOVACIJŲ CENTRAS

[WWW.ANODAS.LT](http://WWW.ANODAS.LT)





VJG Ugdymo inovacijų centras

## **Mokomasis rinkinys. Versija 2.0**

Atnaujinta 2016.03.25

### **Rinkinio knygos recenzentai**

**Romas Čiupaila**

Vilniaus Žemynos progimnazijos vyr. mokytojas

**Vytautas Janušonis**

VDA dizaino laboratorijos elektronikos specialistas

vytautas.janusonis@vda.lt

© Marius Narvilas, 2015

© Ieva Marija Dautartaitė, 2015

© Elektronikos fondas, 2015



# TURINYS

## 1. Apie elektrines grandines:

Apie elektrines grandines .....	5
Elektronikos elementai ir komponentai .....	6
Kaip sudaryta maketo plokštė .....	8

## 2. Grandinių ABC:

GRND Nr.1. Šviesos diodo jungimas grandinėje .....	13
GRND Nr.2. Šviesos diodų jungimas lygiagrečiai ir nuosekliai ..	15
GRND Nr.3. Šviesos diodų valdymas potenciomtru .....	17
GRND Nr.4. Kondensatorius: 1 grandinė .....	19
GRND Nr.5. Kondensatorius: 2 grandinė .....	21
GRND Nr.6. Kondensatorių jungimas lygiagrečiai ir nuosekliai .	23
GRND Nr.7. Švyturėlis su NPN tranzistoriais .....	25
GRND Nr.8. Garso generatorius su NPN tranzistoriais .....	27
GRND Nr.9. Tamsos jutiklis su fotorezistoriumi .....	29

## 3. Integriniai grandynai:

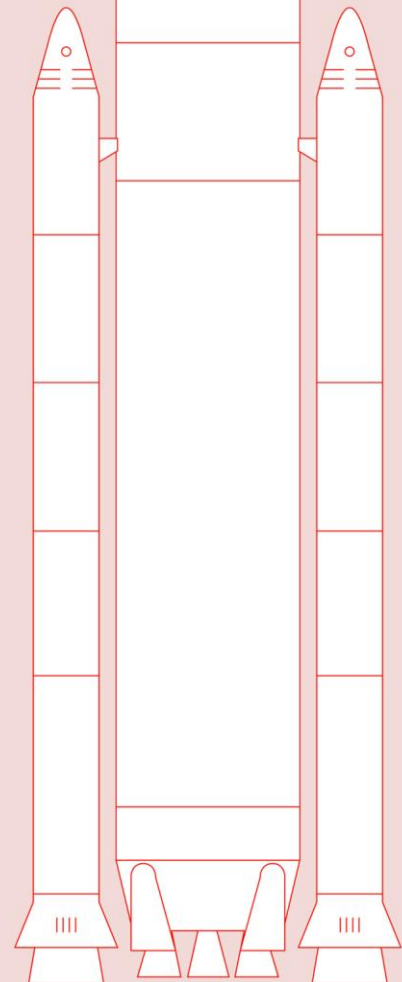
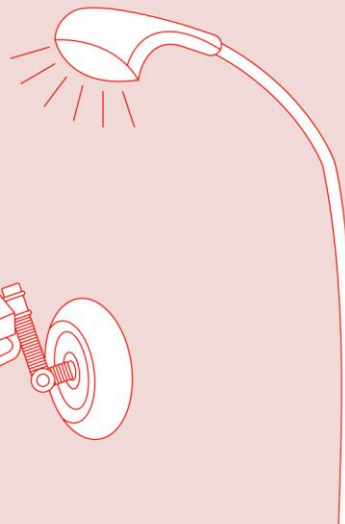
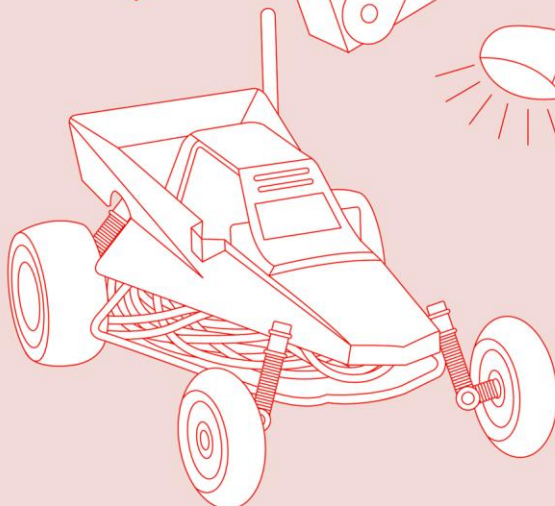
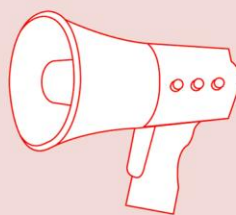
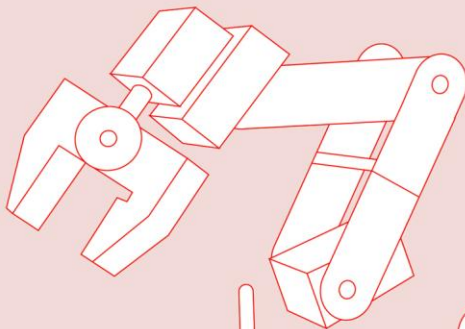
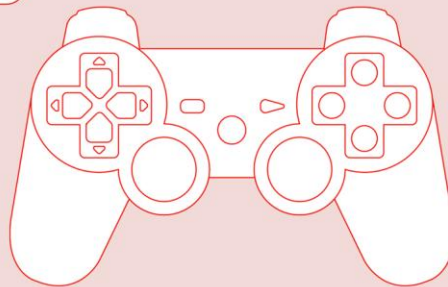
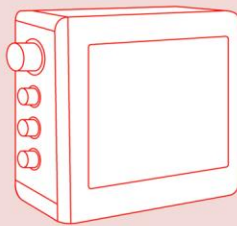
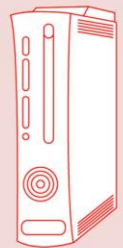
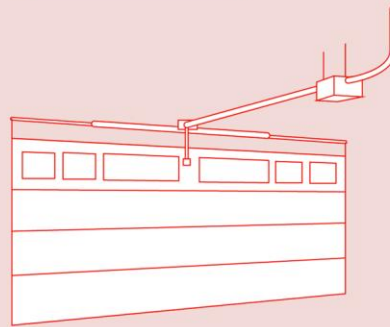
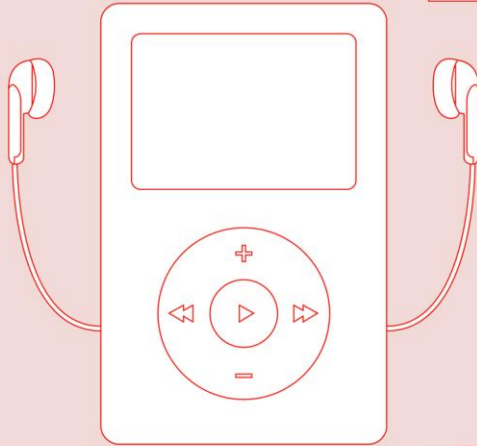
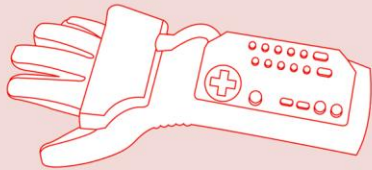
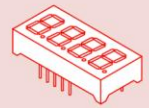
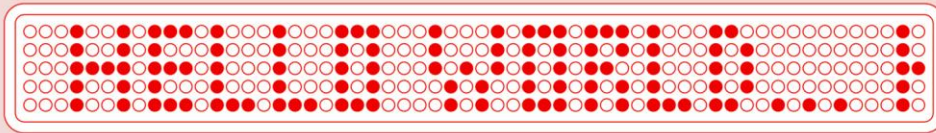
GRND Nr.10. Mirksiukas su NE555 .....	33
GRND Nr.11. Švyturėlis su NE555 .....	35
GRND Nr.12. Prisilietimo jutiklis su NE555 .....	37
GRND Nr.13. Dvitonis generatorius su NE555 .....	39
GRND Nr.14. Šešiatonis generatorius su NE555 .....	41
GRND Nr.15. Dvitonė sirena su NE555 .....	43
GRND Nr.16. Garso sintezatorius su NE555 .....	45
GRND Nr.17. LED grandinė su C4017 .....	47
GRND Nr.18. Šviesoforas su C4017 .....	49
GRND Nr.19. LED grandinė su C4017 .....	51

## 4. Atmintinės:

Elektronikos elementai ir komponentai .....	55
Elektrinių grandinių simboliai .....	57
Maketo plokštė .....	61

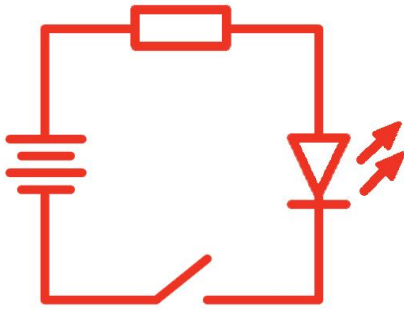
Priedas Nr.1. Rinkinio dalių ir priemonių sąrašas .....	63
---------------------------------------------------------	----







# Apie elektrines grandines



Kasdieną mus supa įvairiausi elektroniniai įrenginiai, prietaisai, kurie apdoroja, valdo ir perduoda labai daug informacijos. Visų jų pagrindas elektrinės grandinės.

Elektrinėse grandinėse visa informacija (komandos, skaičiai, garsai, vaizdai) perduodama **elektriniais signalais** – elektrinės įtampos ( $U$ ) pokyčiais, impulsais.

Pagal elektrinio signalo apdorojimo pobūdį grandinės yra skirstomos į **analogines**, **skaitmenines**.

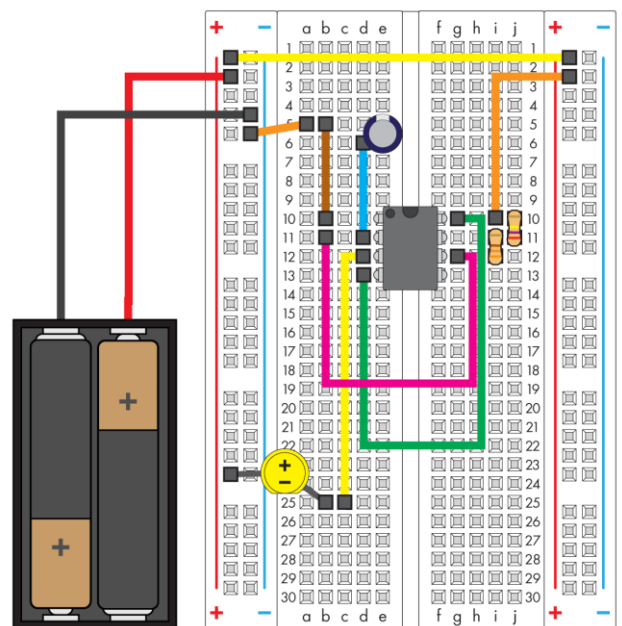
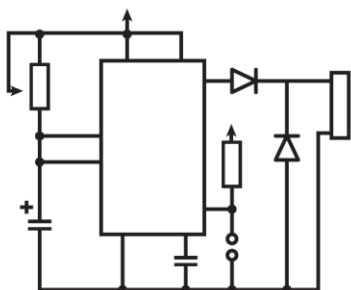
Analoginis signalas, skirtingu laiko momentu, tarp aukštosios ir žemosios įtampos lygmenų turi be galo daug reikšmių.

Skaitmeninis signalas turi tik dvi reikšmes, kurias atitinka du elektrinės įtampos lygmenys – aukštasis ir žemasis (žr. 1 pav.).

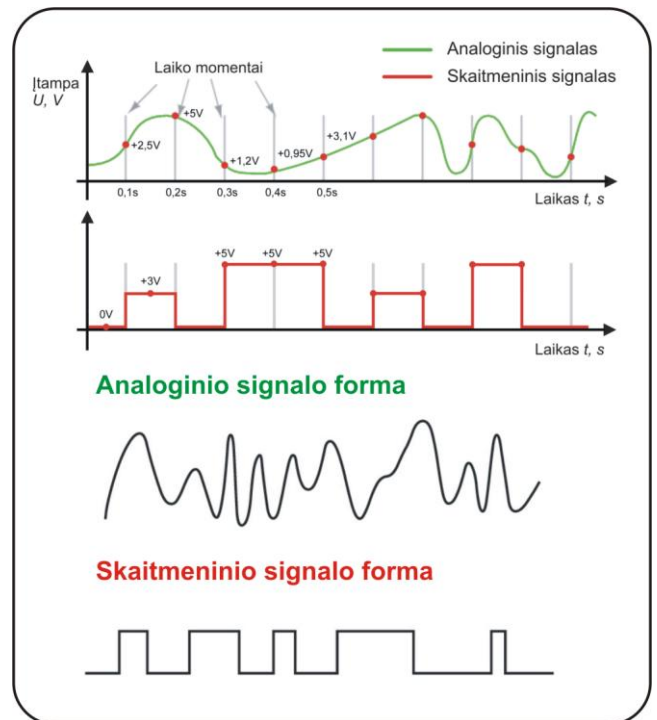
## Elektrinių grandinių prototipavimas

Geriausias būdas išsiaiškinti kaip veikia įvairūs elektroniniai prietaisai, jų grandinės, nustatyti ir suvokti jas sudarančių elementų veikimo, tarpusavio sąveikos dėsningumus – jas surinkti ant **maketo plokštės** (žr. 2 pav.). Toks aiškinimosi būdas vadinamas elektrinių grandinių prototipavimu ar tiesiog – maketavimu ar modeliavimu.

Surenkant grandinę ant maketo plokštės, nereikia lituoti elementų, dalių kontaktai, jungiamieji laidai tiesiog įstatomi į specialius kontaktinius lizdus (žr. *Kaip sudaryta maketo plokštė*). Modeliuodami elektrinę grandinę, galime eksperimentuoti su įvairiais jos elementais, funkciniais parametrais, savybėmis.



2 pav. Elektrinės grandinės surinkimas ant maketo plokštės



1 pav. Skaitmeninis ir analoginis signalas



# Elektronikos elementai ir komponentai

Elektrinės grandinės sudarytos iš įvairių **puslaidininkinių elementų** (diodų, tranzistorių) bei integrinių grandynų (mikroschemų). Jų pagrindas **puslaidininkinės medžiagos**, tokios kaip silicis, germanis, kurių elektrinis laidumas kinta kintant temperatūrai bei priemaišų kiekiui. Todėl **puslaidininkiniai elementai** naudojami signalų kūrimui ir apdorojimui, nes gali reguliuoti srovę, ją padidindami, praleisdami ar nepraleisdami. **Pasyviniai grandinių elementai** - rezistoriai, kondensatoriai, induktyvumai, transformatoriai ir kt.

## Rezistorius



Tam tikros varžos prietaisas, naudojamas srovės apribojimui pagal Omo dėsnį  $I=U/R$ , kur  $I$  – srovės stipris,  $U$  – įtampa ir  $R$  – elektrinė varža. Elektrinės varžos matavimo vienetas – *omas* ( $\Omega$ ). Vartojami ir didesni varžos vienetai - *kiloomas* ( $k\Omega$ ), *megaomas* ( $M\Omega$ ) ir kt.  $1 k\Omega = 1000 \Omega$ ,  $1 M\Omega = 1000\,000 \Omega$ . Rezistoriaus varžos dydis nurodomas ant korpuso spalviniu kodu (žiūrėti žemiau).

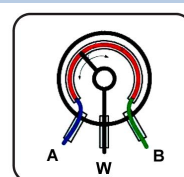
**Jungiant:** Neturi prijungimo ypatybių.

## Potenciometras



Keičiamos varžos prietaisas, turintis tris išvadás (du fiksuotus ir tarp jų slankiojantį perkeliamąjį). Perkeliant slankiojantį kontaktą, keičiasi varžų santykis tarp vidurinės ir kraštinių kojelėlių.

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti, kad potenciometro vidurinė kojelė yra sujungta su slankiojančiu kontaktu.



## Kondensatorius (keraminis)



Tai prietaisas gebantis kaupti ir išlaikyti nedidelį elektros krūvį iki  $1 \mu F$ . Kondensatoriaus savybė kaupti elektros krūvius apibūdinama fizikiniu dydžiu, vadinamu *elektrine talpa*. Jos matavimo vienetas *faradas* (F). Vartojami ir mažesni vienetai: *mikrofaradas* ( $\mu F$ ) –  $1 \mu F = 0,000001 F$ , *nanofaradas* (nF) –  $1 nF = 0,000000001 F$ , *pikofaradas* (pF) –  $1 pF = 0,000000000001 F$ ,

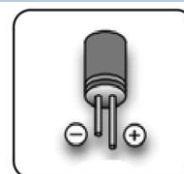
**Jungiant:** Kondensatorius galima suskirstyti į dvi grupes: poliarizuotus ir nepoliarizuotus. Keraminiai kondensatoriai yra nepoliarizuoti, todėl neturi prijungimo ypatybių.

## Kondensatorius (elektrolitinis)



Tai prietaisas gebantis kaupti ir išlaikyti elektros krūvį -  $1 \mu F$  ir didesnės talpos. Elektrolitinius kondensatorius jungiant su rezistoriais patogiau kurti įvairias "laiko grandines", nes prireikia laiko tokį kondensatorių įkrauti.

**Jungiant:** Elektrolitiniai kondensatoriai yra poliarizuoti, todėl montuojant, reikia į tai atkreipti dėmesį, nes priešingu atveju kondensatorius gali būti sugadintas.

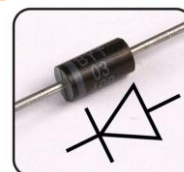


## Diodas



Puslaidininkis prietaisas. Dažniausiai pritaikoma jų savybė praleisti elektros srovę tik viena kryptimi. Turi dvi kojeles – *anodą* (+) ir *katodą* (-).

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į diodo išvadų kojeles. Turi būti prijungtas taip, kad elektros srovė tekėtų iš anodo į katodą. Katodas yra pažymėtas ant diodo korpuso juodu ar pilku žiedeliu.

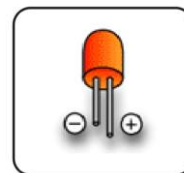


## Šviesos diodas (LED)



Puslaidininkis prietaisas, spinduliuojantis šviesą, kai per jį teka silpna elektros srovė. Turi dvi kojeles – *anodą* (+) ir *katodą* (-).

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į šviesos diodo išvadų kojeles. Turi būti prijungtas taip, kad elektros srovė tekėtų iš anodo į katodą. Katodas yra trumpesnis išvadas, taip pat – išvadas esantis šiek tiek plokštesnėje diodo pusėje.

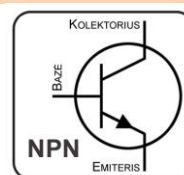


## Tranzistorius



Puslaidininkinis prietaisas paprastai naudojamas elektriniams signalams sustiprinti ar nukreipti. Tranzistorius turi tris kojeles: *emiterį* (E), *bazę* (B) ir *kolektorių* (K). Tranzistoriai būna dviejų tipų: NPN (elektros srovė teka iš kolektoriaus į emiterį) ir PNP (elektros srovė teka iš emiterio į kolektorių).

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į tranzistoriaus tipą ir kojelėlių išdėstymą.





## Tęsinys...

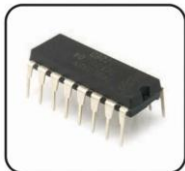
### Fotorezistorius



Fotorezistoriai veikia dėl fotolaidumo reiškinio. Neapšviesto fotorezistoriaus varža yra didelė. Veikiant šviesai varža sumažėja.

**Jungiant:** Neturi prijungimo ypatybių.

### Integrinis grandynas



Tai mikrograndynas talpinantis viename korpuse keletą šimtų tūkstančių rezistorių, kondensatorių, tranzistorių ir turintis atitinkamą paskirtį (atlikti sudėtingesnius ir tikslesnius užduotims nei tą gali padaryti pavieniai tranzistoriai su pasyviaisiais elementais). Pagal elektrinio signalo apdorojimo tipą integriniai grandynai skirstomi į analoginius ir skaitmeninius (loginiai elementai, skaitikliai, mikrovaldikliai, mikroprocesoriai ir t. t.).

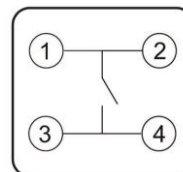
**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į grandyno kontaktinių kojų išdėstymo tvarką (kuri kojelė yra pirma) ir jų numeraciją.

### Mygtukas



Mechaninis prietaisas, sujungiantis (kol yra nuspaustas) į jį ateinančius du elektrinius kontaktus į vieną.

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į mygtuko kontaktinių kojų išdėstymo tvarką.



### Garsiakalbis



Elektromagnetinis prietaisas, kuriuo tekančios elektros srovės impulsai paverčiami garsu.

**Jungiant:** Neturi prijungimo ypatybių. Atsižvelgti į polius reikia tik jungiant kelis garsiakalbius prie vieno garso šaltinio

### Garsinis signalizatorius



Elektromagnetinis prietaisas, kuriuo tekančios elektros srovės impulsai sužadina jo garsinį toną.

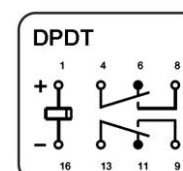
**Jungiant:** Būtina atsižvelgti, kad prietaisas yra poliarizuotas. Teigiamas polius (+) dažniausiai žymimas signalizatoriaus viršuje, neigiamo poliaus (-) kojelė yra trumpesnė.

### Rėlė



Elektromagneto junginėjamas jungiklis, kuriame viena grandine tekanti srovė sujungia ar atjungia kitą, nepriklausomą, rėlėje elektriškai nesusijusią, elektros grandinę. Paprasčiausia elektromagnetinė rėlė turi elektromagnetą, kuriuo tekanti srovė perkelia į kitą padėtį vieną ar kelis judamus kontaktus. Šie kontaktai gali būti sujungiantys, atjungiantys arba perjungiantys. Valdantieji srovei išnykus, spyruoklė grąžina kontaktus į pradinę padėtį.

**Jungiant:** Būtina atsižvelgti į rėlės kontaktinių kojų išdėstymo tvarką.

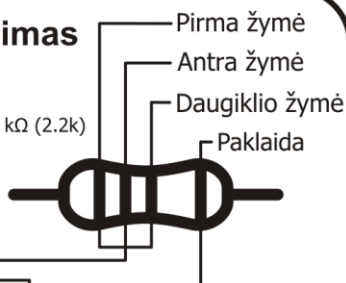


### ATMINTINĖS:

#### Rezistorių žymėjimas

##### Pavyzdžiai:

žalia-mėlyna-ruda - 560  $\Omega$   
raudona-raudona-raudona - 220 k $\Omega$  (2.2k)  
ruda-juoda-oranžinė - 10k $\Omega$

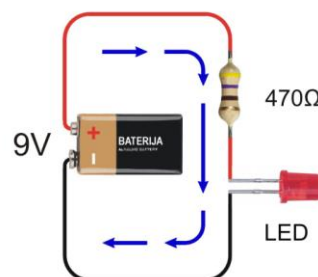


0 - Juoda	5 - Žalia
1 - Ruda	6 - Mėlyna
2 - Raudona	7 - Violetinė
3 - Oranžinė	8 - Pilka
4 - Geltona	9 - Balta

20%- jokia  
10%- sidabrinė  
5%- auksinė

#### LED jungimas grandinėje

**Niekada nejunkite šviesos diodo tiesiai prie elektros srovės šaltinio!**

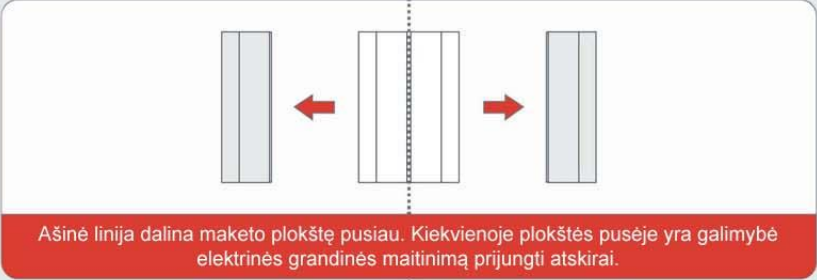
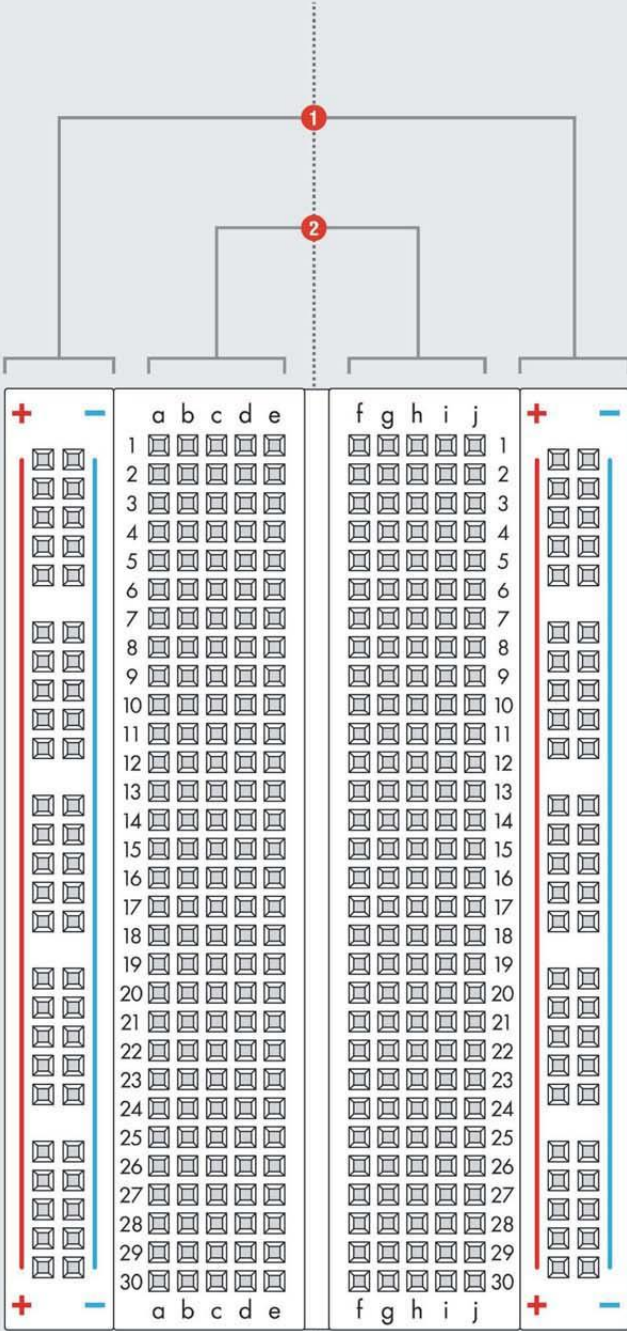


Diodas bus beveik iškart sunaikintas, nes per jį tekės per didelė elektros srovė ir jis sudegs.

Srovės tekančios per šviesos diodą apribojimui būtina prijungti rezistorių.



# Kaip sudaryta maketo plokštė

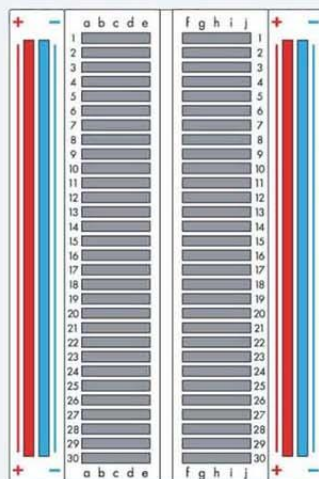




**1** Vertikalios jungtys (Maitinimo šaltinio (+) ir (-) / Įžeminimas)

**2** Horizontalios jungtys (kontaktiniai lizdai a-e ir f-j)

Kaip viskas yra sujungta?



**+** Maitinimo šaltinio (+)

Prijungus maitinimo šaltinio (+) jis bus prieinamas visoje vertikaloje juostoje

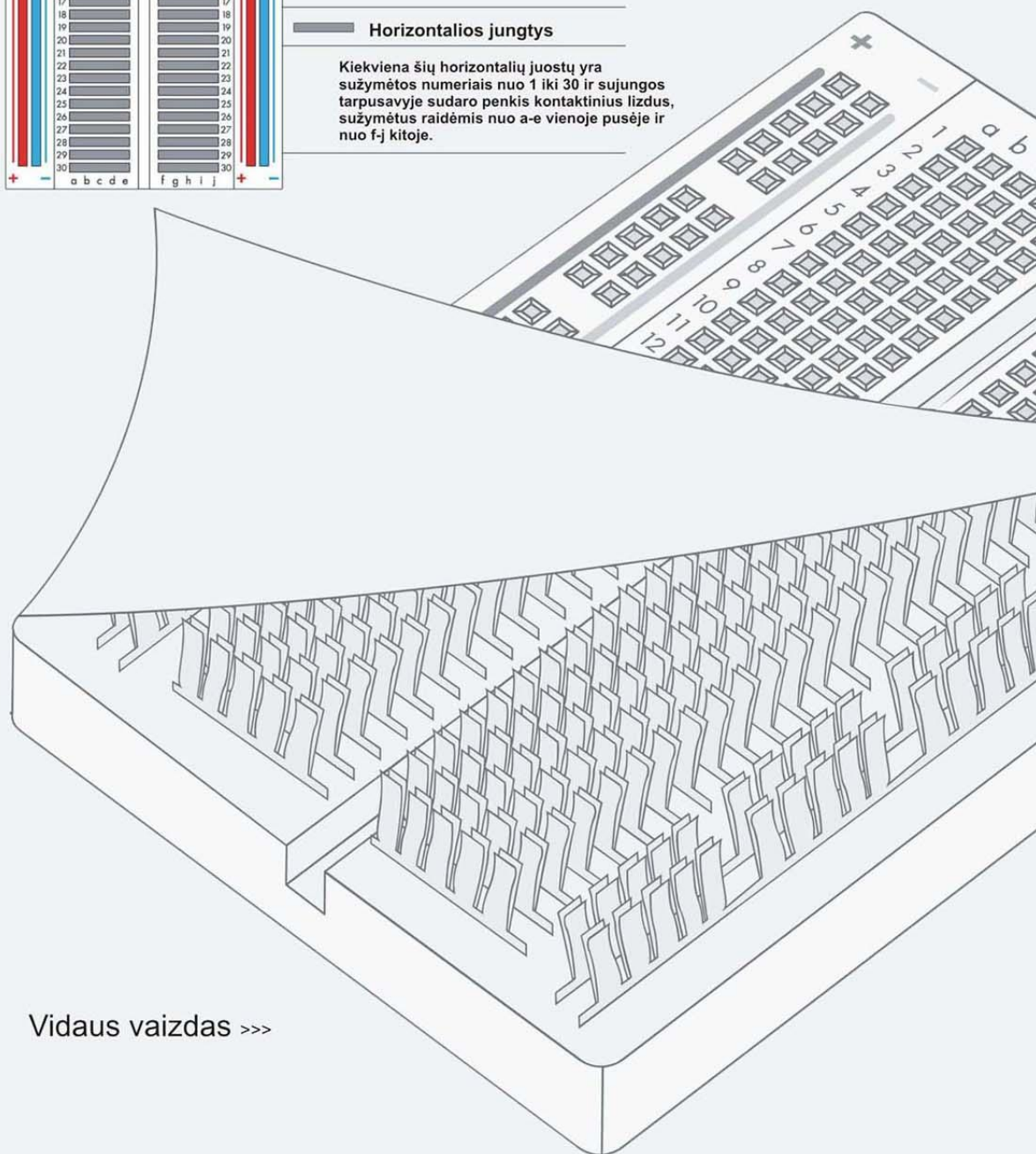
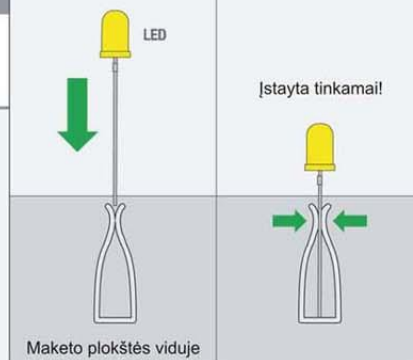
**-** Maitinimo šaltinio (-) / Įžeminimas

Prijungus maitinimo šaltinio (-) jis bus prieinamas visoje vertikaloje juostoje

**Horizontalios jungtys**

Kiekviena šių horizontalių juostų yra sužymėtos numeriais nuo 1 iki 30 ir sujungtos tarpusavyje sudaro penkis kontaktinius lizdus, sužymėtus raidėmis nuo a-e vienoje pusėje ir nuo f-j kitoje.

Komponento įstajymas



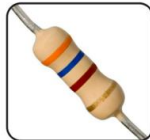
Vidaus vaizdas >>>



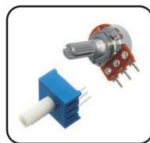




## 2. Grandinių ABC



Rezistoriai



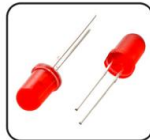
Potenciometrai



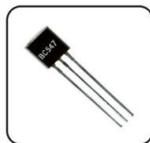
Kondensatoriai



Diodai



Šviesos diodai



Tranzistoriai



Fotorezistorius



Garsinis signaliztorius

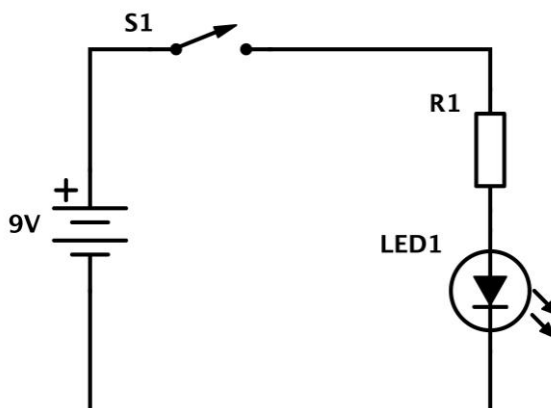






## GRND 1

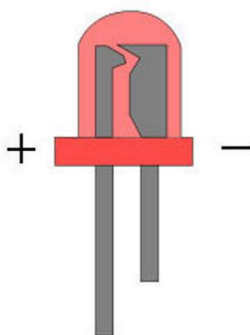
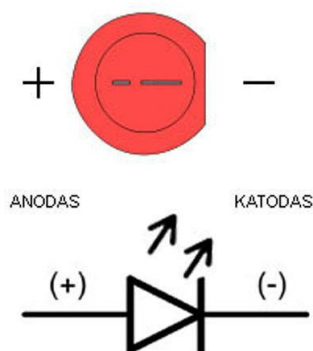
## Principinė schema

Šviesos diodas:  
jungimas grandinėjeGrandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Įjungus jungiklį S1 įsižiebs šviesos diodas LED1. Vengiant per didelės srovės, šviesos diodas jungiamas kartu su varža. **Niekada neįjunkite tiesiogiai šviesos diodo tiesiai prie maitinimo elementų ar kito elektros srovės šaltinio!**

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
LED1	Difuzinis šviesos diodas 5 mm (raudonas)		3
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

## Šviesos diodas



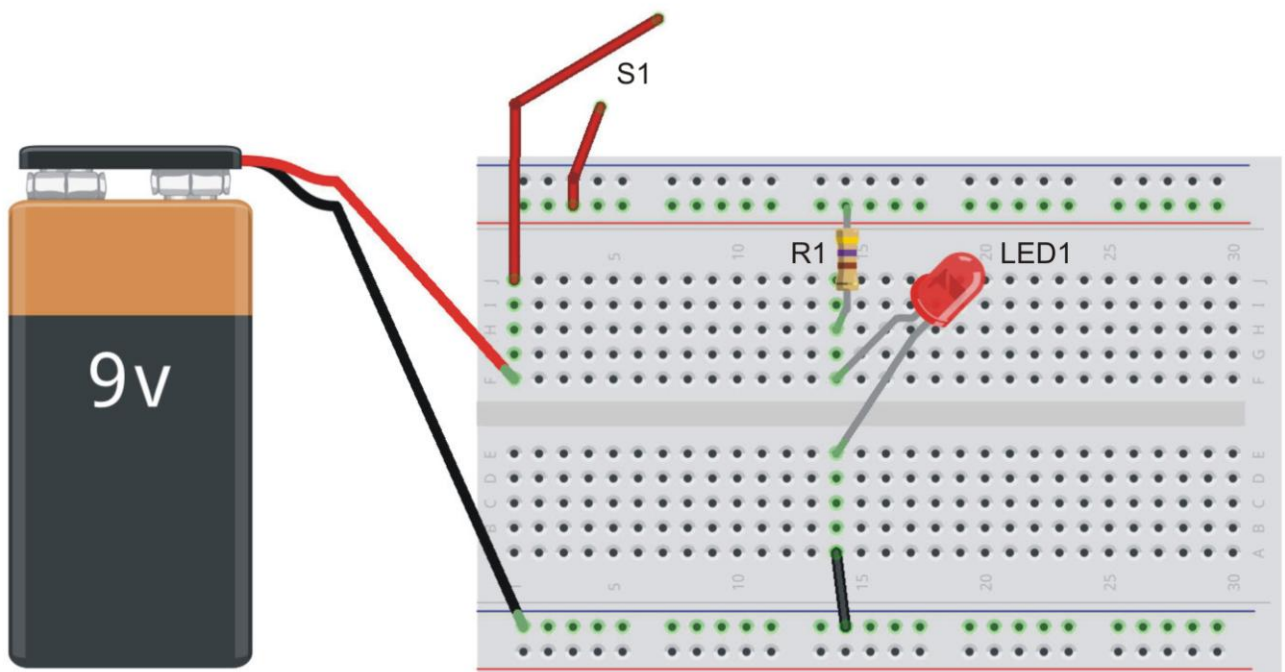
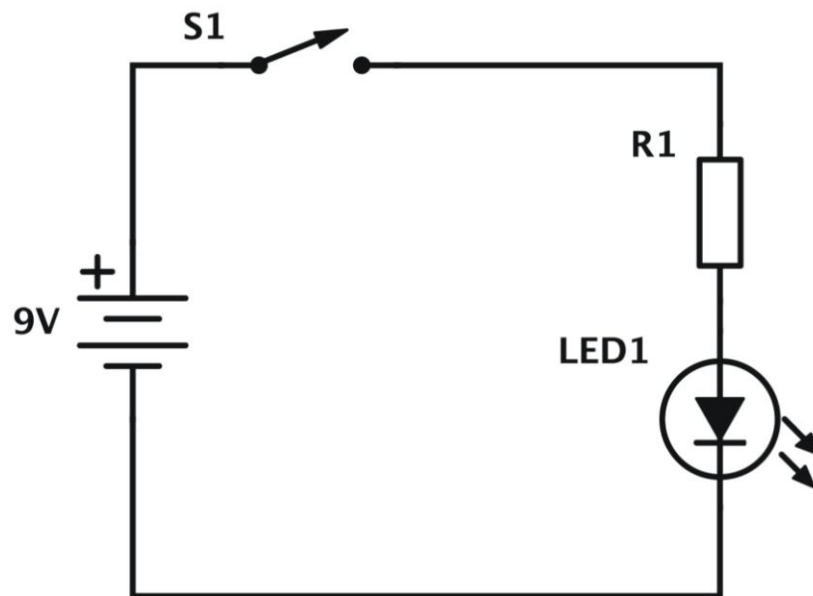
## Užduotis

1. Surinkite grandinę. Įjunkite jungiklį ir žiūrėkite, ar šviesos diodas užsižiebs. Jei ne, tai kodėl?



# Grandinė Nr.1

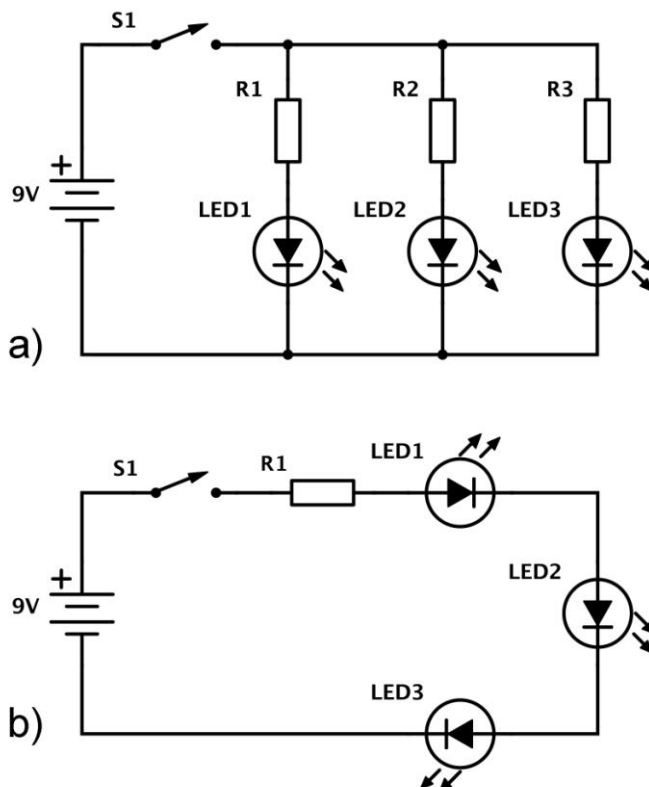
Šviesos dioda:  
jungimas grandinėje



fritzing



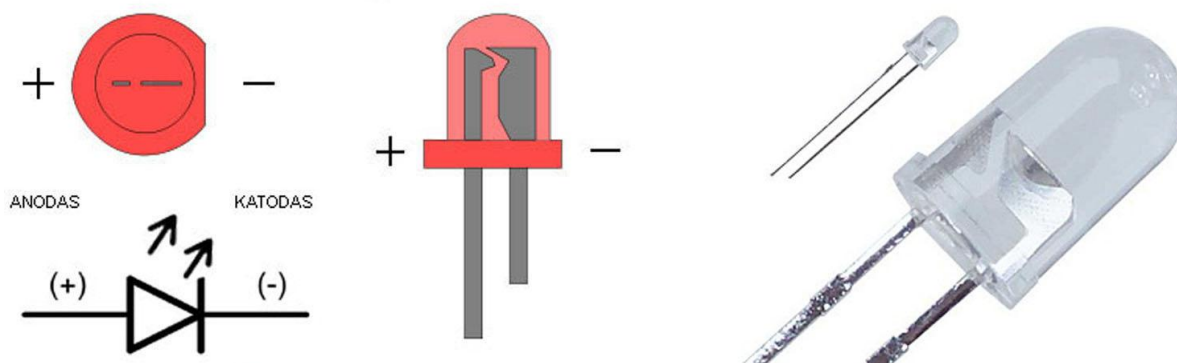
Šviesos diodų jungimas  
lygiagrečiai ir nuosekliai



Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Šviečiantys šviesos diodai LED1-LED3. Šviesos diodai grandinėje gali būti sujungti lygiagrečiai (a pav.) arba nuosekliai (b pav.).

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1-R3	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	3
LED1-LED3	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (raudoni)		3
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1
<b>Šviesos diodas</b>			



### Užduotis

1. Surinkite grandinę (a pav.). Šviesos diodus sujunkite lygiagrečiai. Įjunkite jungiklį ir pažiūrėkite, ar visi šviesos diodai užsižiebs. Jei ne visi, tai kodėl?
2. Surinkite grandinę (b pav.). Šviesos diodus sujunkite nuosekliai. Įjunkite jungiklį ir žiūrėkite, kaip šviečia šviesos diodai.

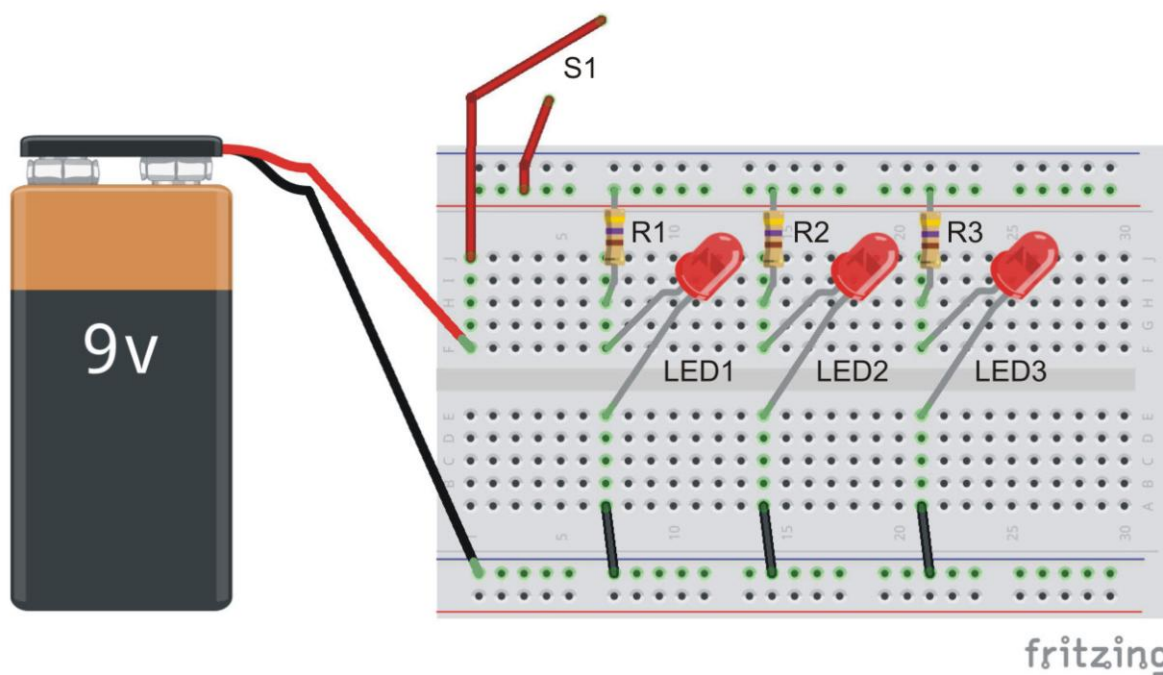


# Grandinė Nr.2

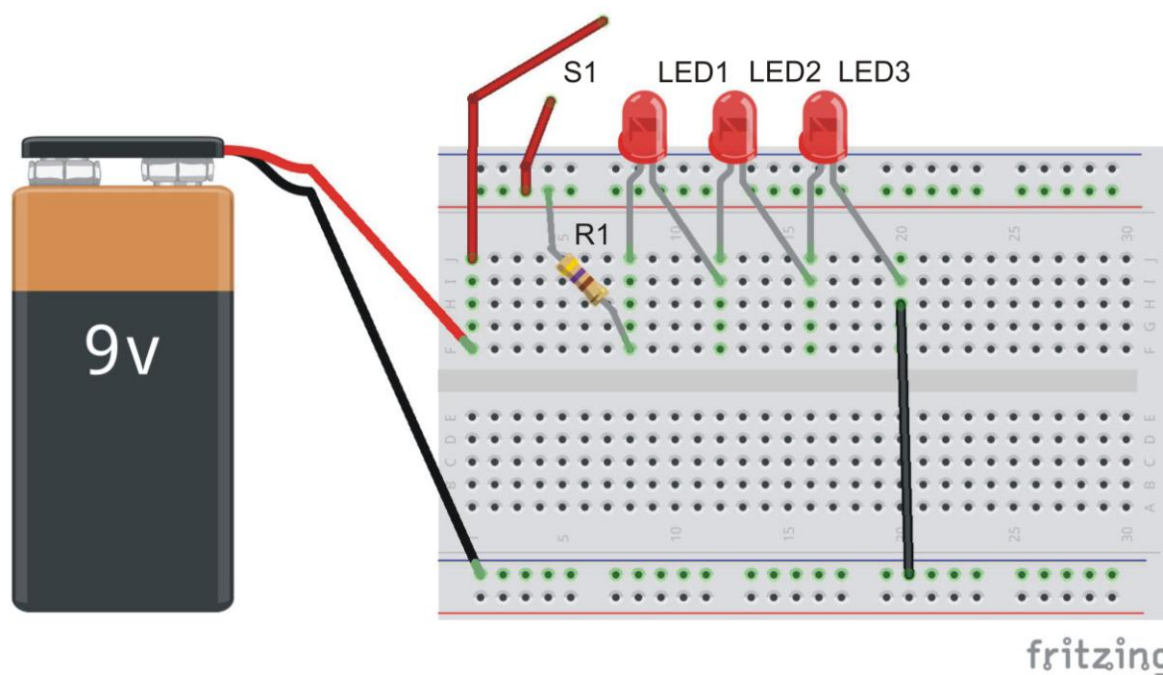
## Šviesos diodų

jungimas lygiagrečiai ir nuosekliai

a)



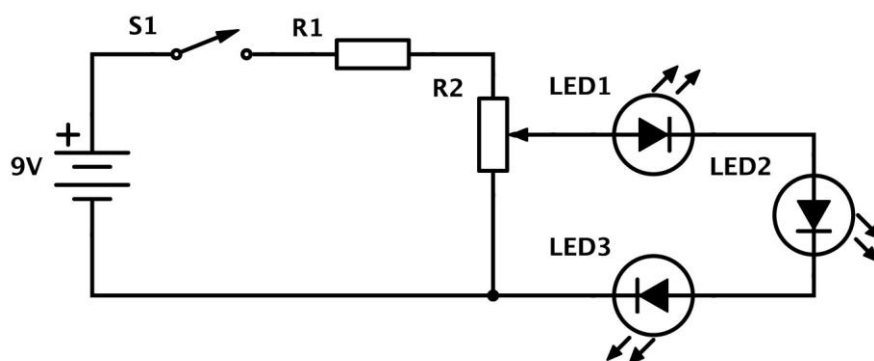
b)





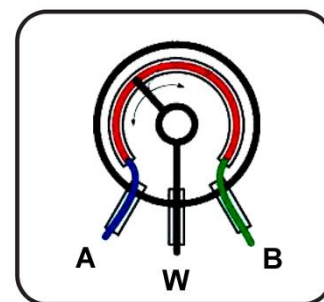
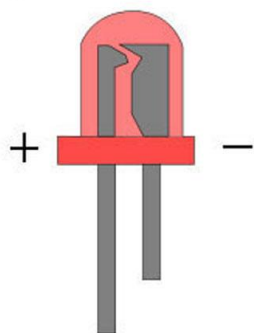
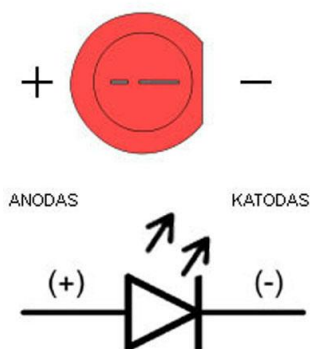
## GRND 3

## Principinė schema

Šviesos diodų valdymas  
potenciometruGrandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Šviečiantys šviesos diodai LED1-LED3, kurių šviesumas priklauso nuo potenciometro R2. Grandinėje prieš potenciometrą R2 statomas apsauginis rezistorius R1. Jis neleidžia sumažėti grandinės važai ir apsaugo šviesos diodą nuo perdegimo.

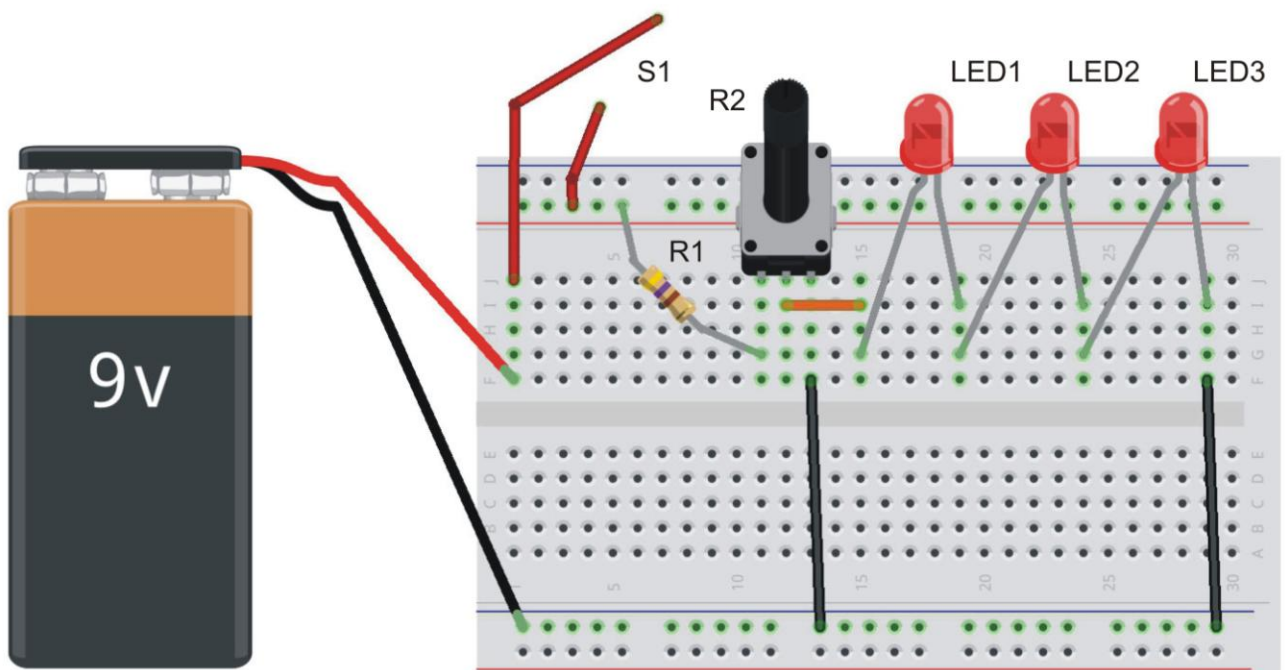
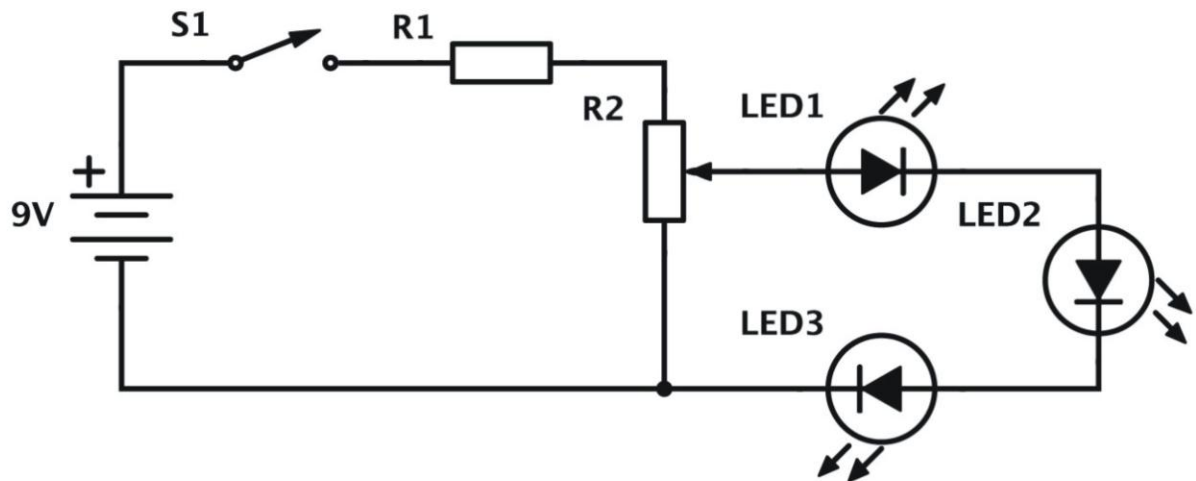
Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
R2	50 k $\Omega$	Potenciometras	1
LED1-LED3	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (raudoni)		3
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1
Šviesos diodas		Potenciometras	





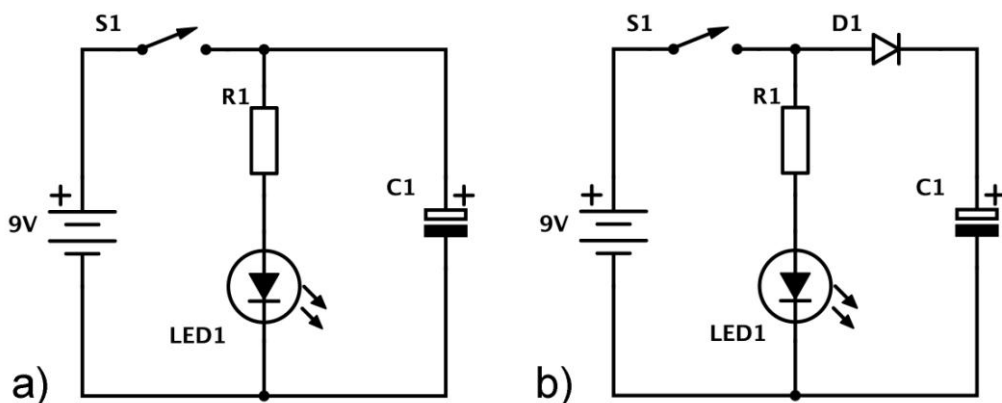
# Grandinė Nr.3

Šviesos diodų  
valdymas potenciometru



fritzing



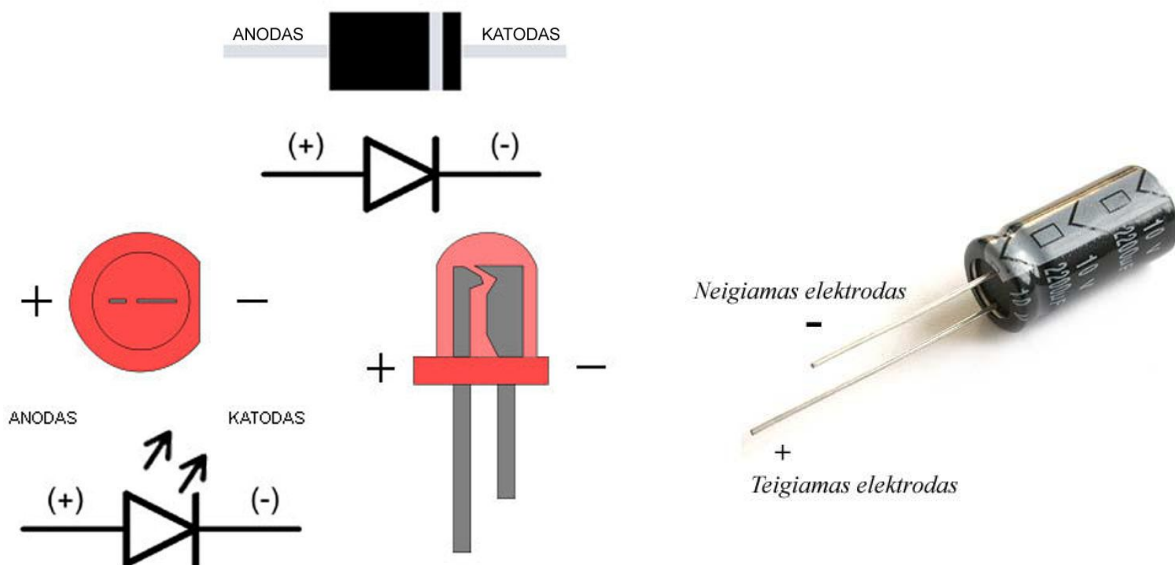
Kondensatorius:  
1 grandinėGrandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Stebime, kaip išjungus jungiklį S1 (variantas b – kai į grandinę įjungtas diodas D1) šviečia šviesos diodas LED1. Schemomis a) ir b) pavaizduotos kondensatoriaus savybės.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
C1	2200 $\mu$ F, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
LED1	Difuzinis šviesos diodas 10 mm (raudonas)		1
D1	1N4001	Diodas	1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

## Diodas ir šviesos diodas

## Elektrolitinis kondensatorius



## Užduotis

1. Surinkite grandinę (a pav.).
2. Įjunkite jungiklį. Išjunkite jungiklį. Kas vyksta su šviesos diodu? Paaiškinkite kodėl?
3. Surinkite grandinę (b pav.).
4. Įjunkite jungiklį. Išjunkite jungiklį. Kas vyksta su šviesos diodu? Paaiškinkite kodėl?

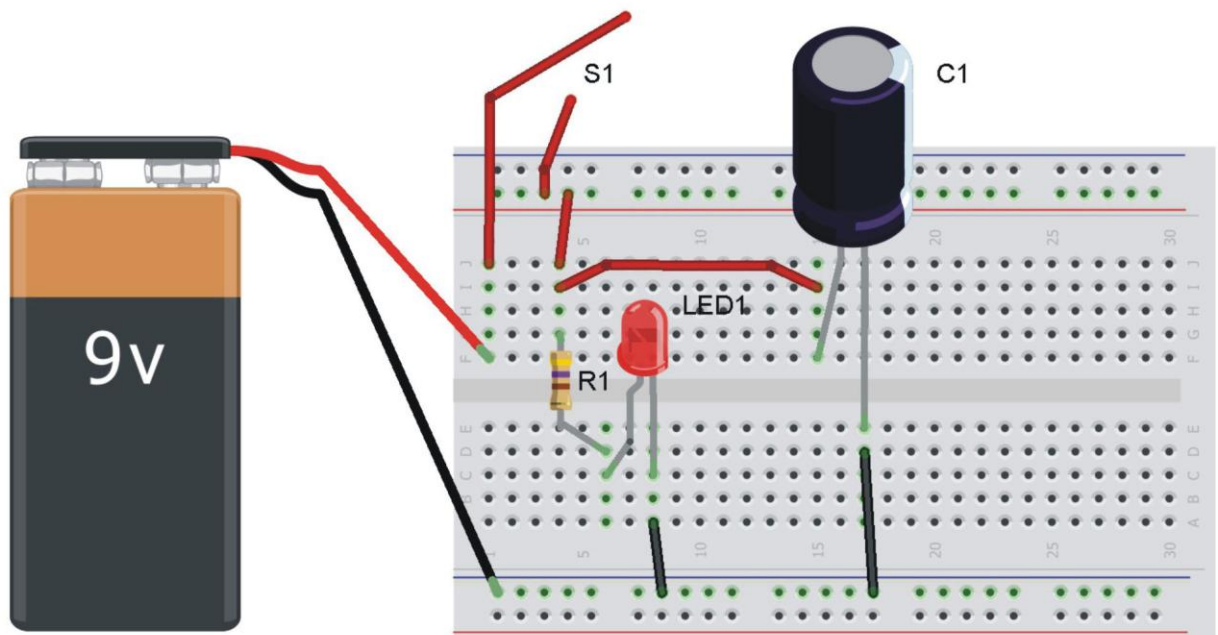


# Grandinē Nr.4

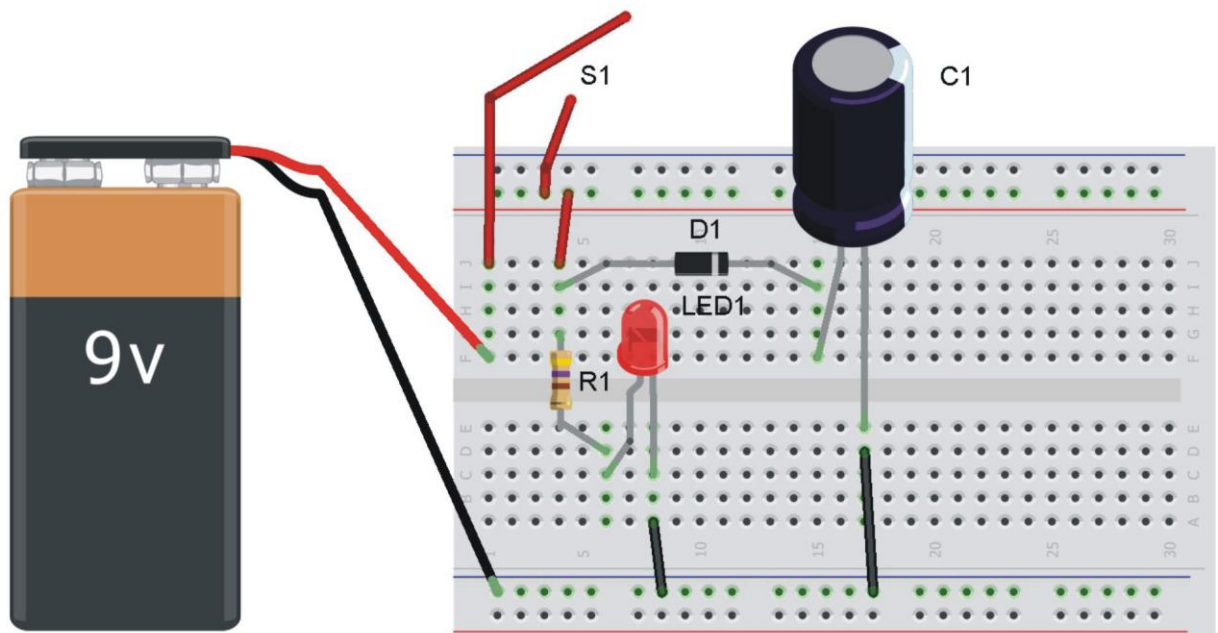
## Kondensatorius

1 grandinē

a)



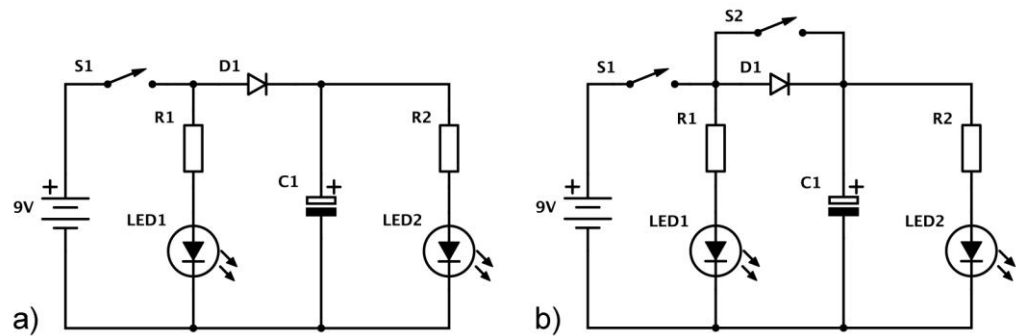
b)





## GRND 5

## Principinė schema

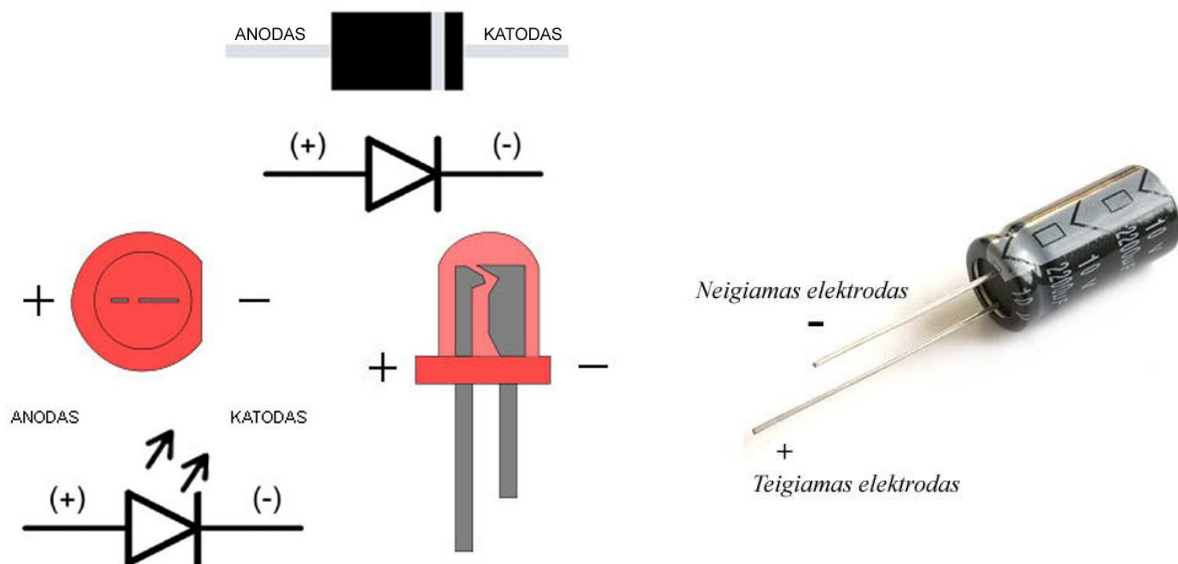
Kondensatorius:  
2 grandinėGrandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Stebime, kaip išjungus jungiklį S1 (variantas b – kai įjungtas jungiklis S2) šviečia šviesos diodai LED1 ir LED2. Schemomis a) ir b) pavaizduotos kondensatoriaus savybės.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R2	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	2
C1	2200 $\mu$ F, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
LED1, LED2	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (raudoni)		2
D1	1N4001	Diodas	1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

## Diodas ir šviesos diodas

## Elektrolitinis kondensatorius



## Užduotis

1. Surinkite grandinę (a pav.).
2. Įjunkite jungiklį S1. Ar abu šviesos diodai LED1 ir LED2 įsižiebia vienu metu? Paaiškinkite kodėl?
3. Išjunkite jungiklį S1. Ar abu šviesos diodai LED1 ir LED2 užgesa vienu metu? Paaiškinkite kodėl?
4. Prijunkite lygiagrečiai diodui D1 jungiklį S2 (b pav.). Įjunkite jungiklį S1, tada – S2 ir išjunkite S1. Kas pasikeitė įjungus jungiklį S2, o – S1 išjungus? Paaiškinkite kodėl?

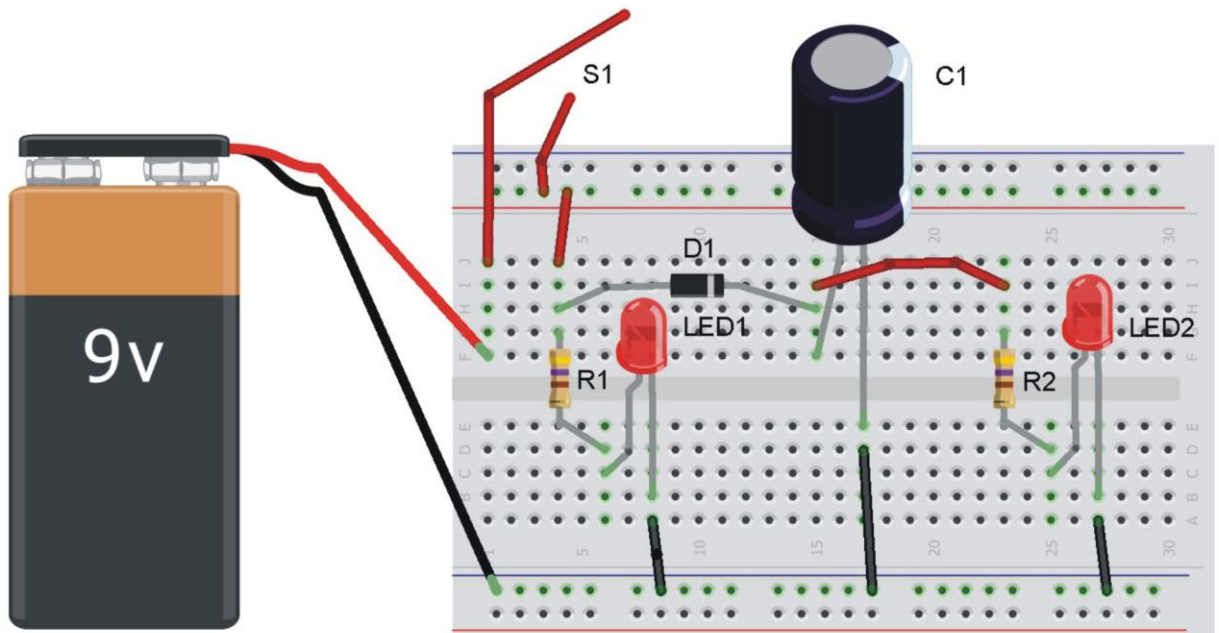


# Grandiné Nr.5

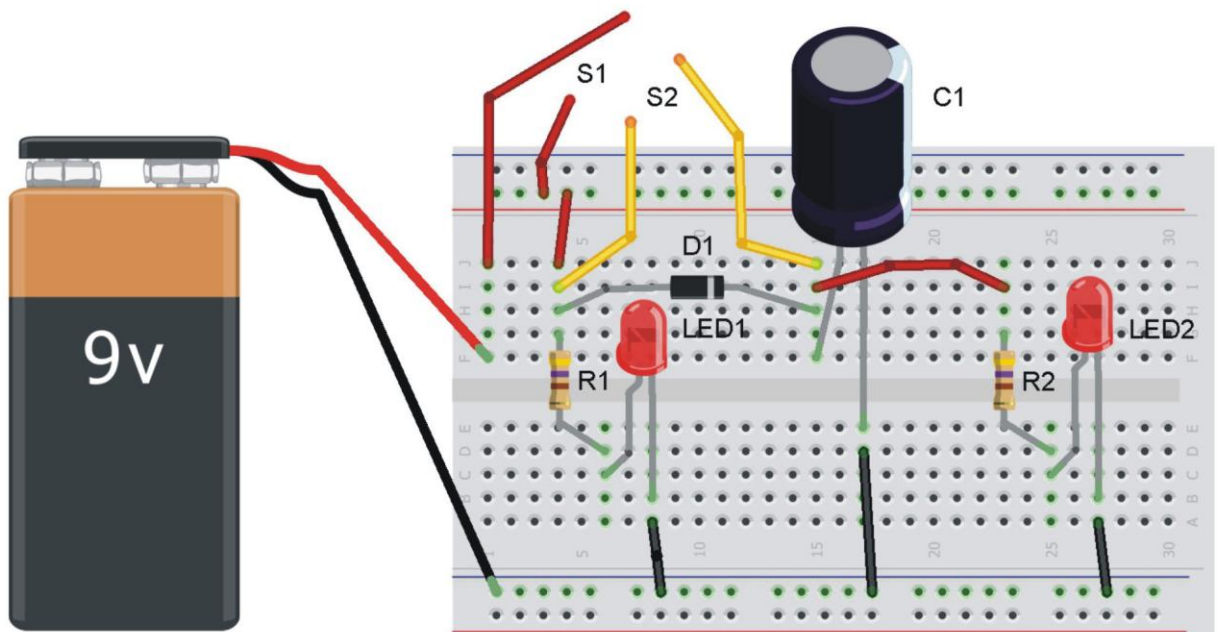
## Kondensatorius

2 grandinė

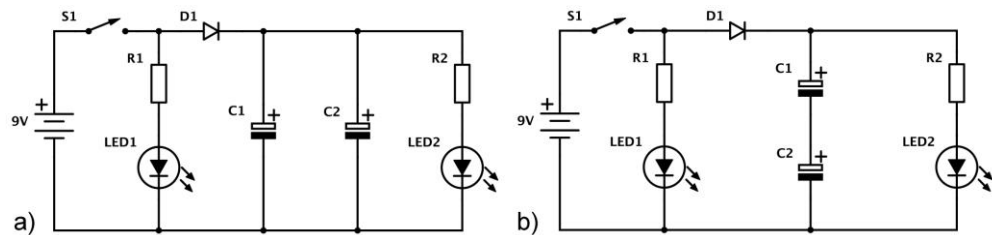
a)



b)





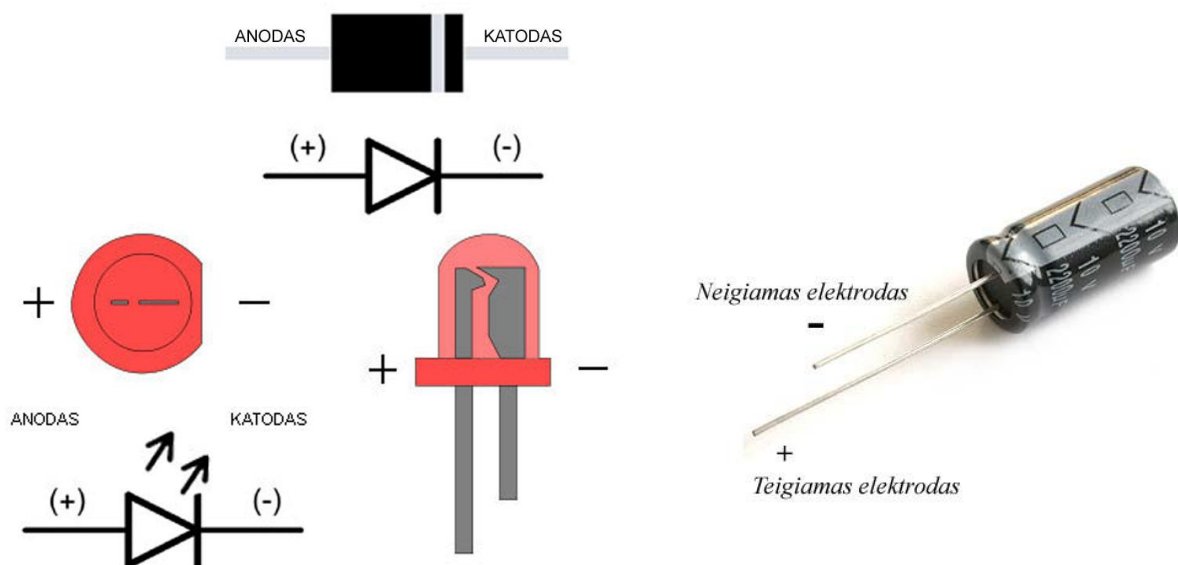


**Rezultatas:** Grandinėje a) kondensatoriai sujungti lygiagrečiai, b) – sujungti nuosekliai. Stebėsime kaip keičiasi kondensatorių talpa juos jungiant lygiagrečiai ir nuosekliai.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R2	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	2
C1, C2	2200 $\mu\text{F}$ , 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	2
LED1, LED2	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (raudoni)		2
D1	1N4001	Diodas	1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

Diodas ir šviesos diodas

Elektrolitinis kondensatorius



### Užduotis

1. Surinkite grandinę, kai kondensatoriai sujungti lygiagrečiai (a pav.).
2. Įjunkite jungiklį. Išjunkite jungiklį. Pamatuokite laiką per kurį užges šviesos diodas LED2.
3. Surinkite grandinę, kai kondensatoriai sujungti nuosekliai (b pav.).
4. Įjunkite jungiklį. Išjunkite jungiklį. Pamatuokite laiką per kurį užges šviesos diodas LED2.
5. Palyginkite gautus rezultatus. Paaiškinkite juos.

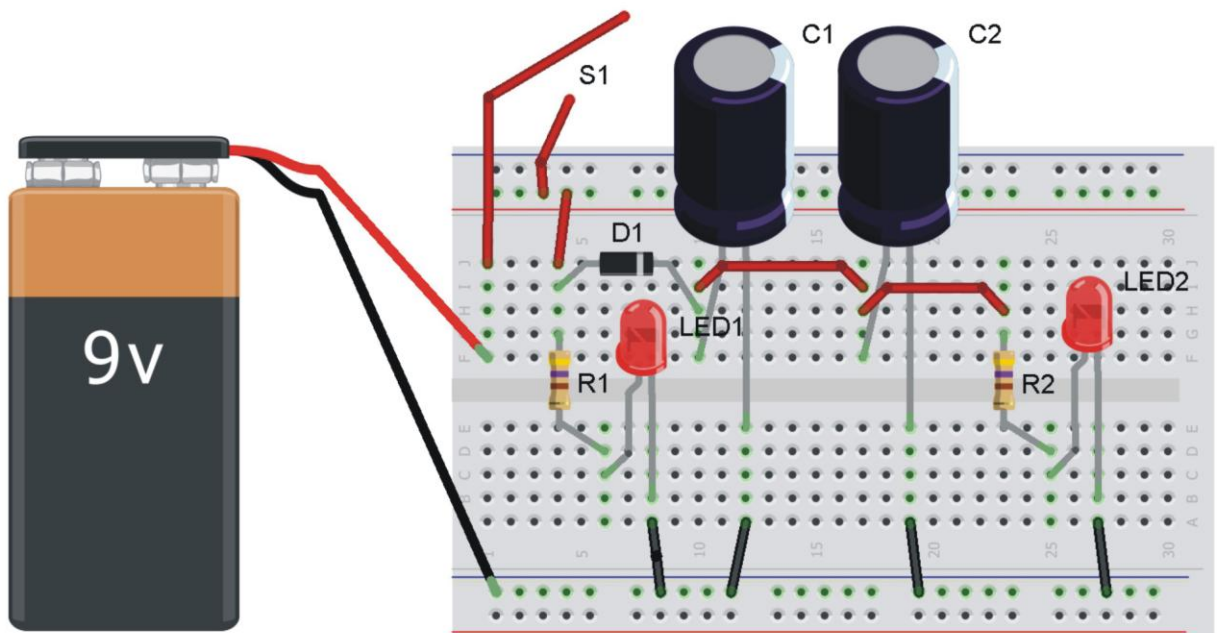


# Grandinė Nr.6

## Kondensatorių

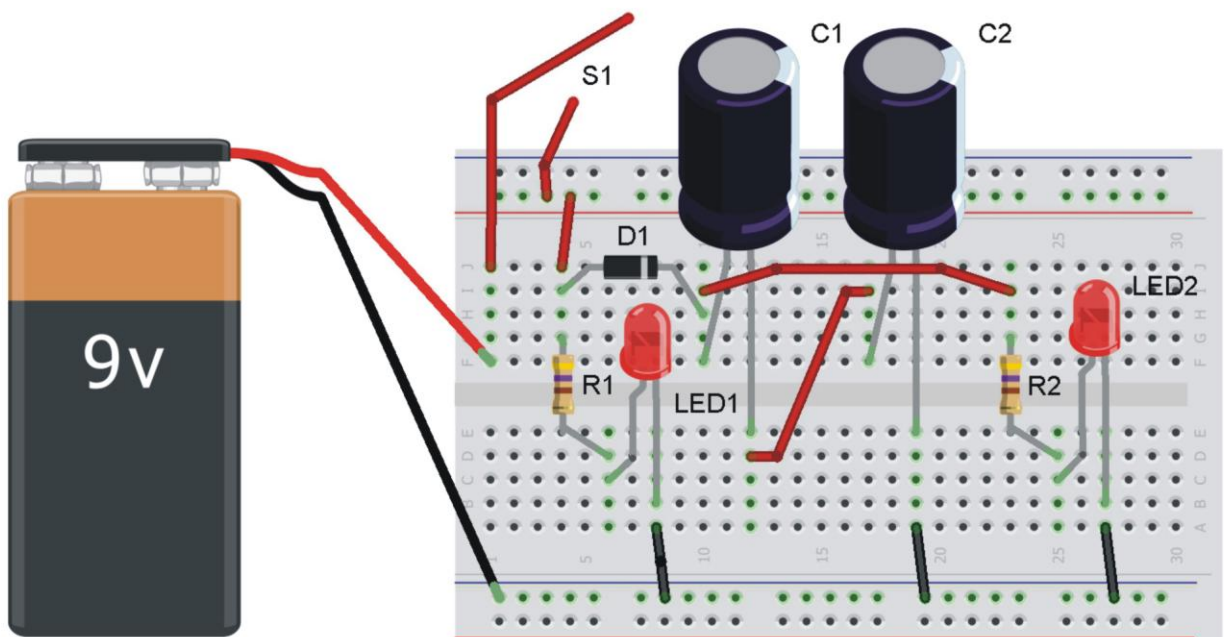
jungimas lygiagrečiai ir nuosekliai

a)



Made with Fritzing.org

b)

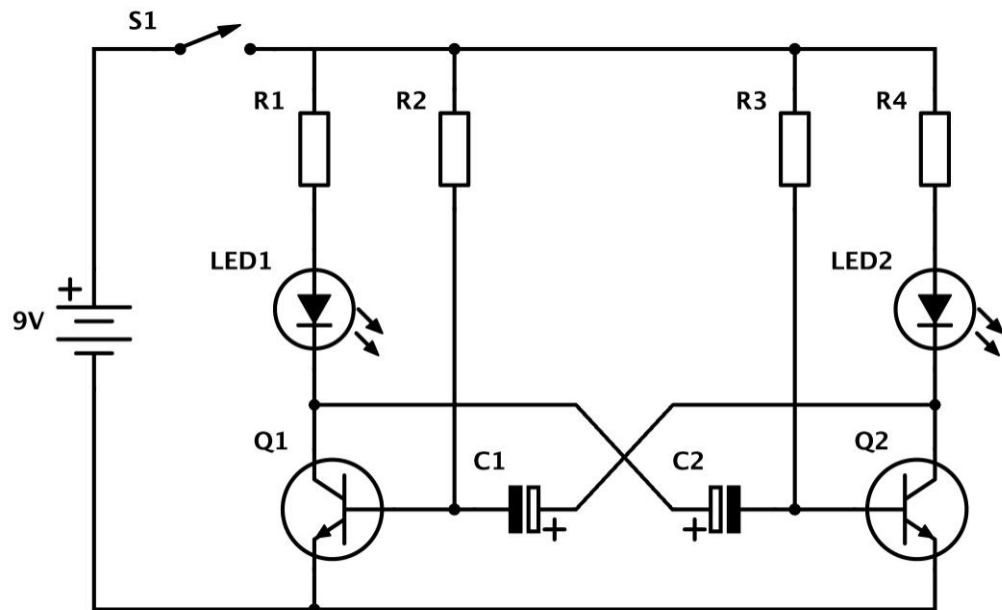


Made with Fritzing.org



## GRND 7

## Principinė schema

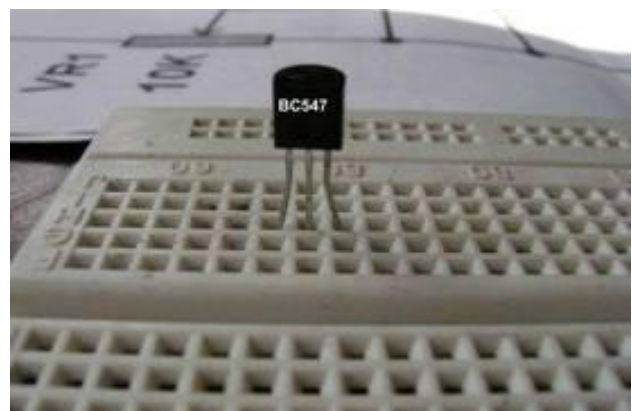
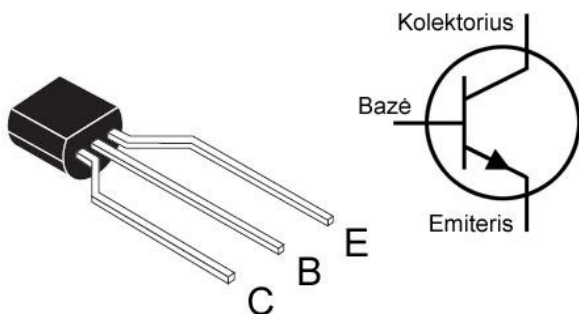
Švyturėlis su NPN tranzistoriais  
(simetriškas multivirpiklis)Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** pakaitomis įsižiebiančys (švyturiuojantys) šviesos diodai LED1 ir LED2. Švyturėlis surinktas pagal simetriško multivirpiklio schemą (multivirpiklis – stačiakampių impulsų generatorius). Šviesos diodų mirksėjimo dažnis priklauso nuo elektros srovės šaltinio įtampos, rezistorių R2, R3 varžos ir kondensatorių C1, C2 elektrinės talpos. Rezistoriai R1, R4 riboja srovės, tekančios per šviesos diodus LED1, LED2, dydį.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R4	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	2
R2, R3	15 k $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, žalias, oranžinis	2
C1, C2	47 $\mu$ F, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	2
Q1, Q2	BC547C	NPN tipo tranzistorius	2
LED1, LED2	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (žalias ir raudonas)		2
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

NPN tipo tranzistorius BC547C

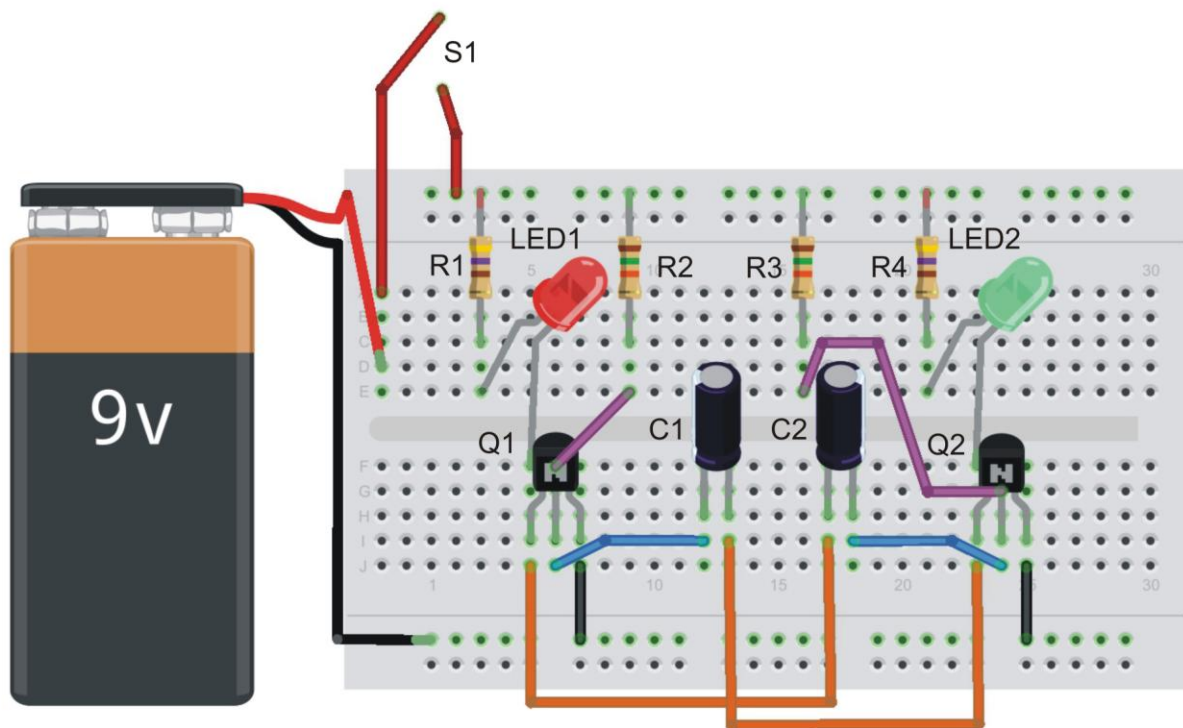
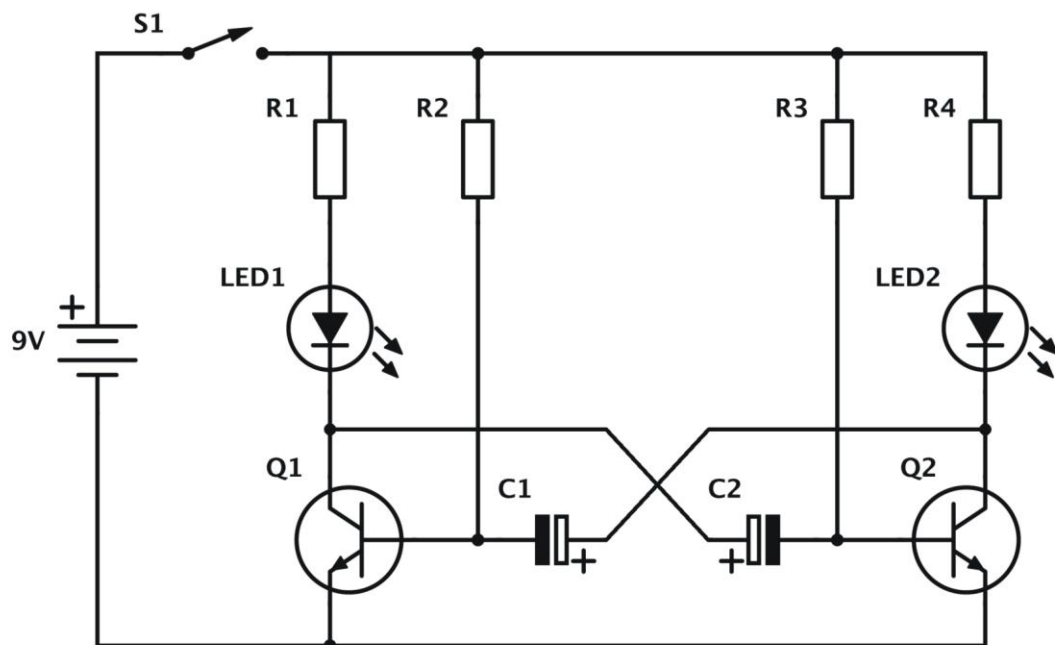
Tranzistorius įstatymas į maketo plokštę





# Grandinė Nr.7

Švyturėlis  
su NPN tranzistoriais

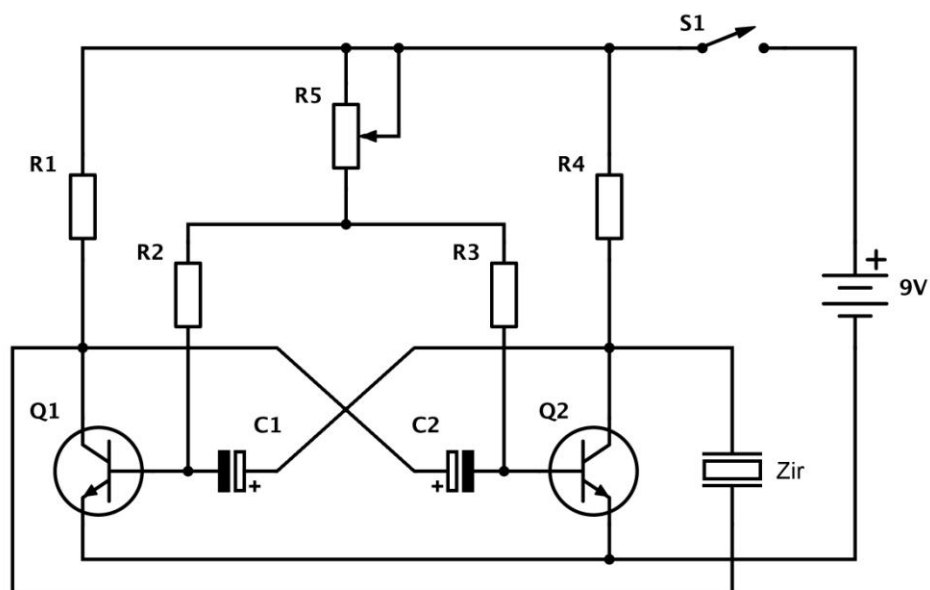


fritzing



# Garso generatorius su NPN tranzistoriais

Grandinės aprašas

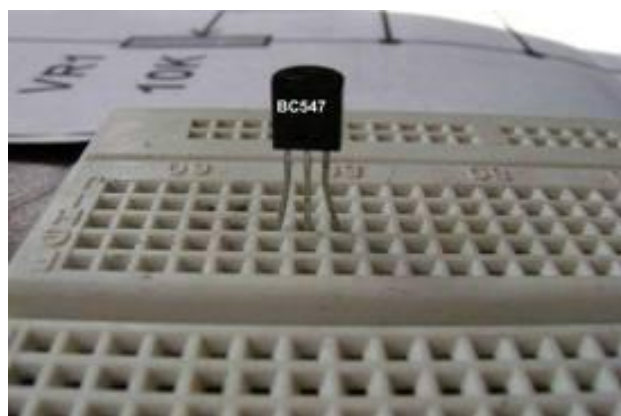
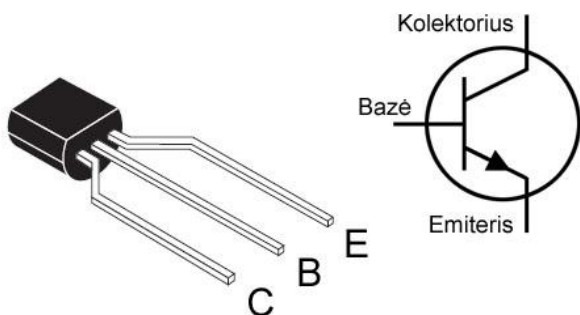


**Rezultatas:** atitinkamo dažnio garsinis signalas. Garso generatorius surinktas pagal simetriško multivibratoriaus schemą (multivibratorius – stačiakampių impulsų generatorius). Garsinių signalų dažnis priklauso nuo elektros srovės šaltinio įtampos, rezistorių R2, R3 varžos ir kondensatorių C1, C2 elektrinės talpos.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R4	1 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	2
R2, R3	15 kΩ	Rezistorius/ Rudas, žalias, oranžinis	2
R5	1 kΩ	Potenciometras	1
C1, C2	1 μF, 63 V	Elektrolitinis kondensatorius	2
Q1, Q2	BC547C	NPN tipo tranzistorius	2
Zir	Garsinis signalizatorius		1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

**NPN tipo tranzistorius BC547C:**

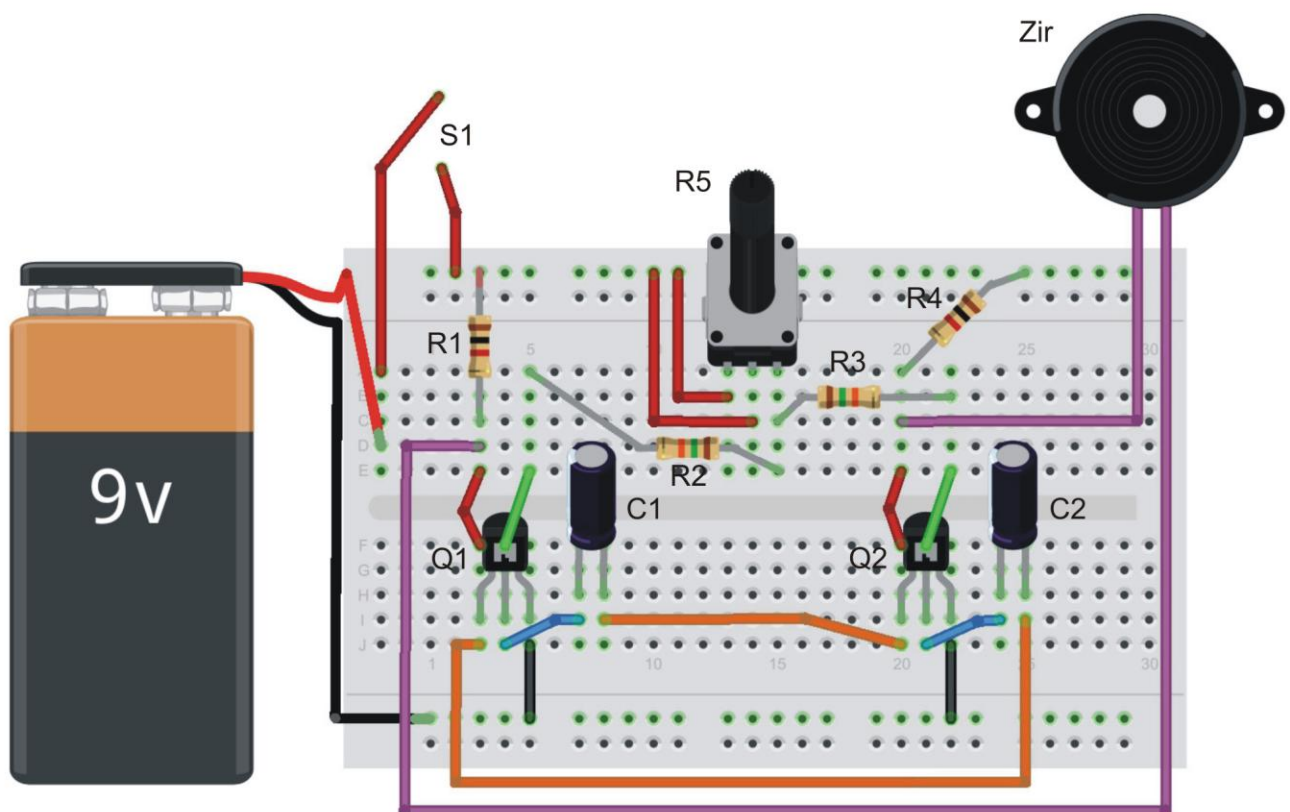
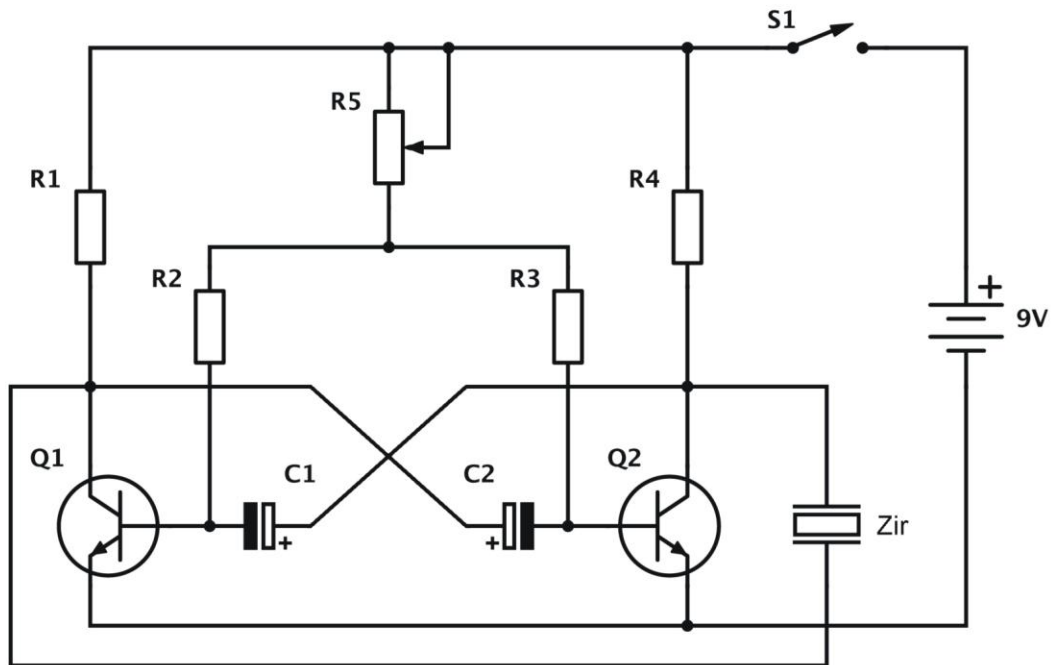
**Tranzistorius įstatymas į maketo plokštę:**



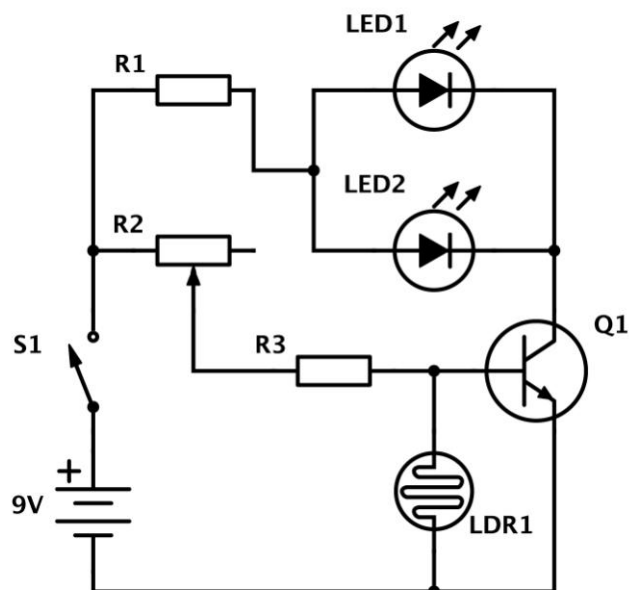


# Grandinè Nr.8

## Garso generatorius su NPN tranzistoriais





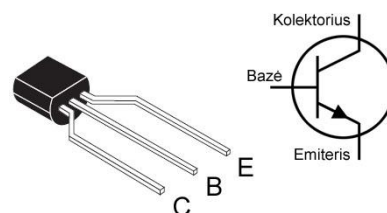
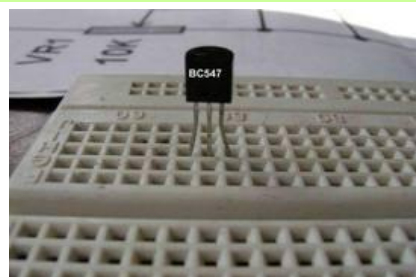
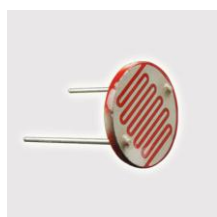
Tamsos jutiklis  
su fotorezistoriumiGrandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Pritemdžius fotorezistorių LDR1 įsižiebia šviesos diodai LED1 ir LED2. Potenciometru R2 keičiant varžą paderinamas jutiklio jautrumas.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	220 $\Omega$	Rezistorius/ Raudonas, raudonas, rudas	1
R2	47 k $\Omega$	Potenciometras	1
R3	1 k $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	1
Q1	BC547C	NPN tipo tranzistorius	1
LDR1	Fotorezistorius		1
LED1, LED2	Skaidrūs šviesos diodai 5 mm (mėlyni)		2
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1
9 V baterija			1

## Fotorezistorius

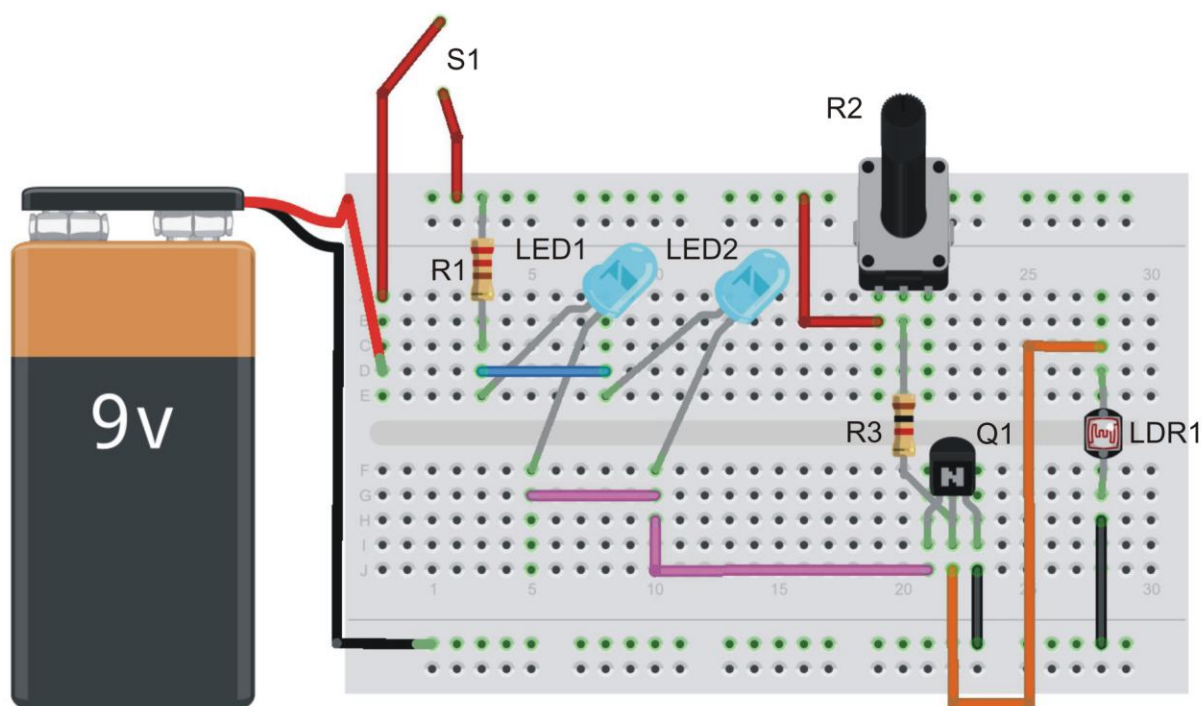
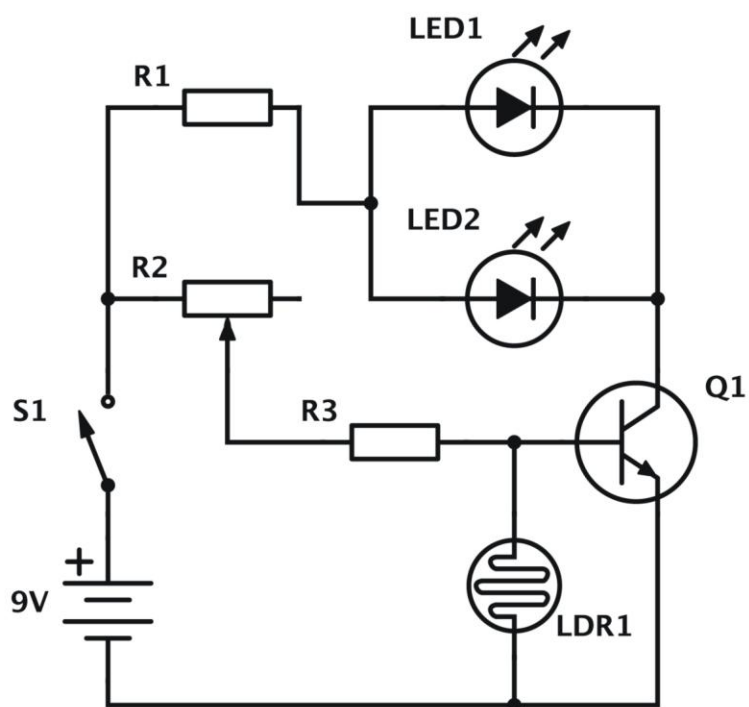
## Tranzistorius BC547C





# Grandinė Nr.9

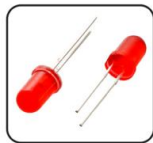
## Tamsos jutiklis su fotorezistoriumi



fritzing



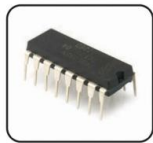
### 3. Integriniai grandynai



Šviesos diodai



NE555



C4017



Fotorezistorius



Mygtukai



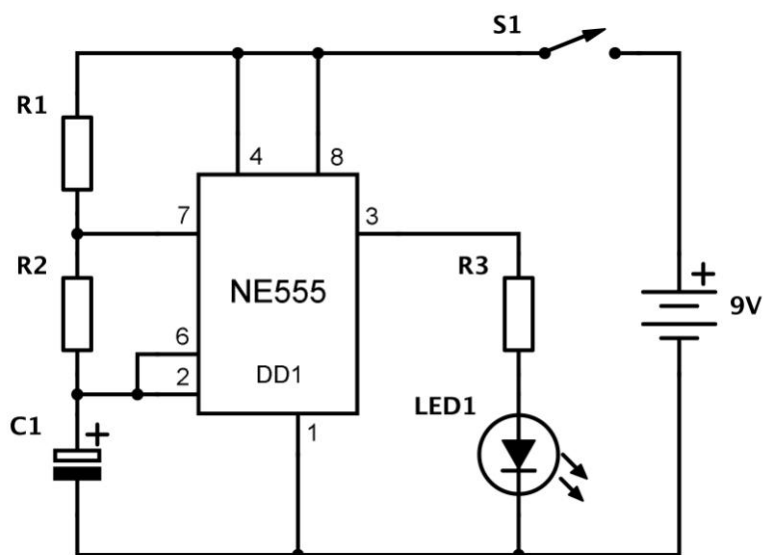
Garsiakalbis







## Mirksiukas su NE555

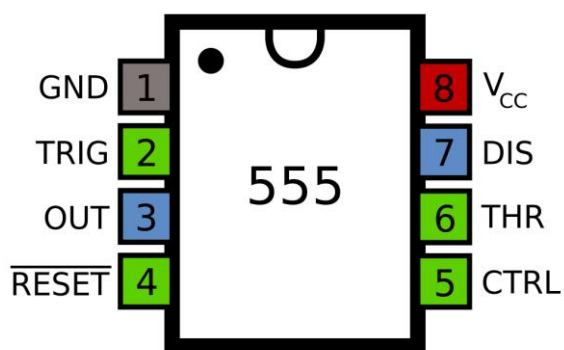
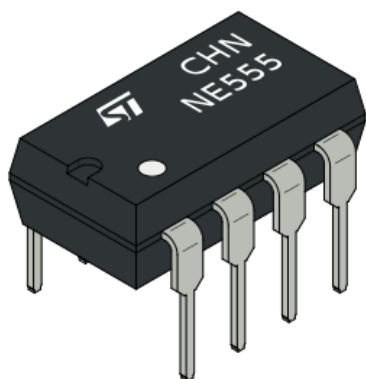


## Grandinės aprašas

**Rezultatas:** mirksintis šviesos diodas LED1. Šviesos diodo mirksėjimo dažnis priklauso nuo R1, R2 varžų dydžių (R1+R2 sumos dydis lemia kondensatoriaus įsikrovimo greitį, o R2 - išsikrovimo) ir kondensatoriaus C1.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	1 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	1
R2	15 kΩ	Rezistorius/ Rudas, žalias, oranžinis	1
R3	470 Ω	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
C1	4,7-47 μF, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
DD1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
LED1	Difuzinis šviesos diodas 10 mm (raudonas)		1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1

## Laikmatis NE555

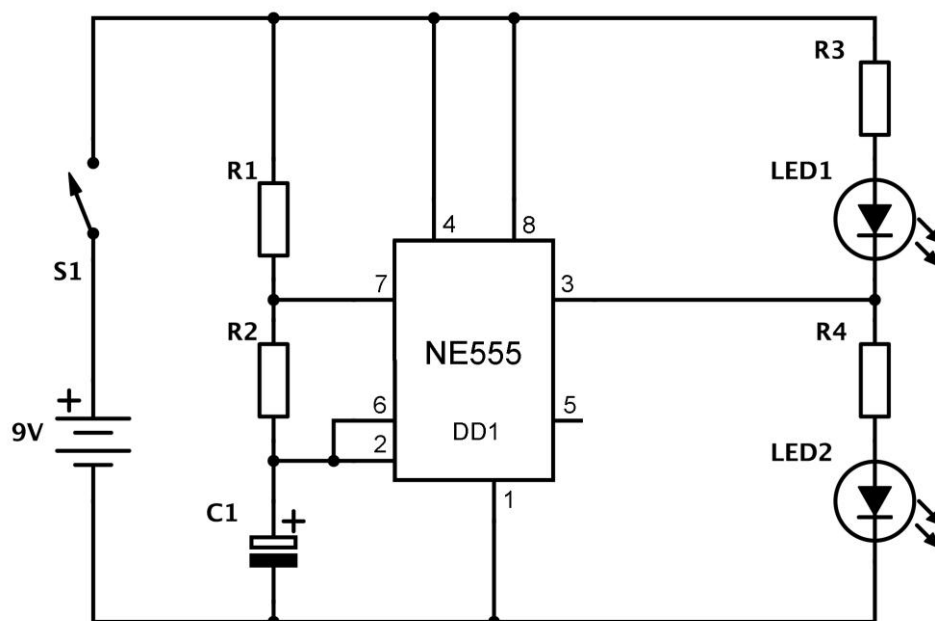








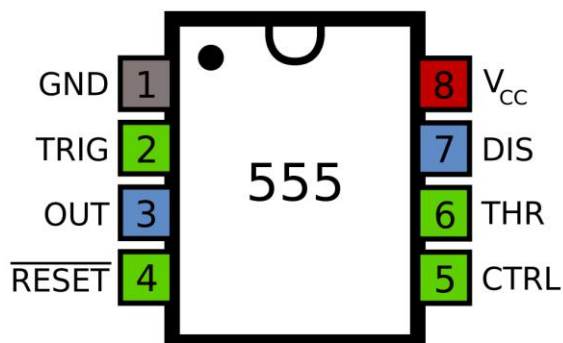
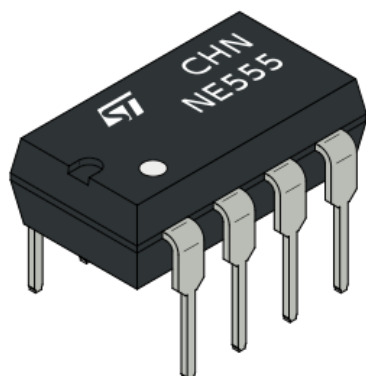
## Švyturėlis su NE555

Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Pakaitomis įsižiebiantys (švyturiuojantys) šviesos diodai LED1 ir LED2. Šviesos diodų mirksėjimo dažnis priklauso nuo R1, R2 varžų dydžių ( $R1+R2$  sumos dydis lemia kondensatoriaus įsikrovimo greitį, o R2 - išsikrovimo) ir kondensatoriaus C1. Galima eksperimentuoti keičiant kondensatoriaus C1 talpą – ją didinant ar mažinant.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1-R2	15 kΩ	Rezistorius/ Rudas, žalias, oranžinis	2
R3, R4	220 Ω	Rezistorius/ Raudonas, raudonas, violetinis	2
C1	47 μF, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
DD1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
LED1, LED2	Difuziniai šviesos diodai 5 mm (žalias ir raudonas)		2
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1

## Laikmatis NE555



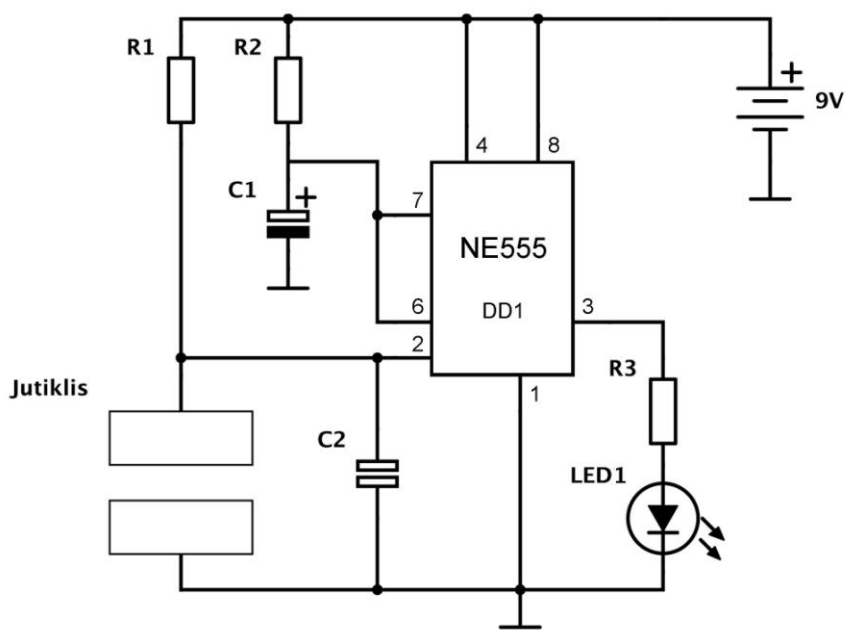






# Prisilietimo jutiklis su NE555

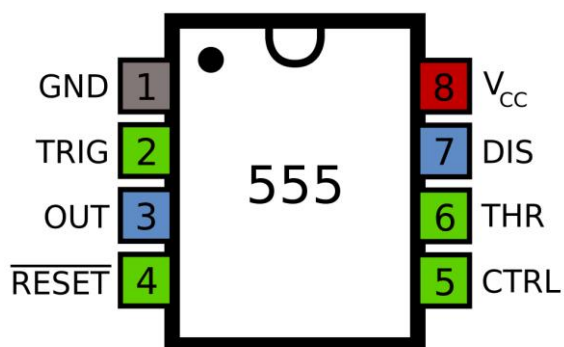
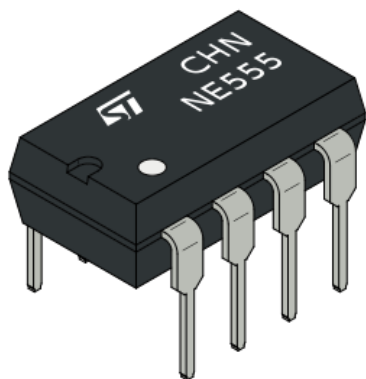
Grandinės  
aprašas



**Rezultatas:** Palietus jutiklį, pradės šviesti šviesos diodas LED1. Po kurio laiko jis užges (priklauso nuo C1 kondensatoriaus talpos). Prie laikmačio NE555 išėjos (OUT) galima prijungti garso signalizatorių ar garsiakalbį (su elektrolitiniu kondensatoriumi 4,7  $\mu$ F). Tada, kol švies diodas, girdėsime ir garsą. Maitinimo šaltinio neigiamas (-) polius jungiamas prie žeminimo.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	10 M $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, juodas, mėlynas	1
R2	100 k $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, juodas, geltona	1
R3	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
C1	47-100 $\mu$ F, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
C2	39 pF	Keraminis kondensatorius/ 39	1
LED1	Difuzinis šviesos diodas 10 mm (raudonas)		1
DD1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
Jutiklis	Du laidai su nužievintais galais		1

## Laikmatis NE555





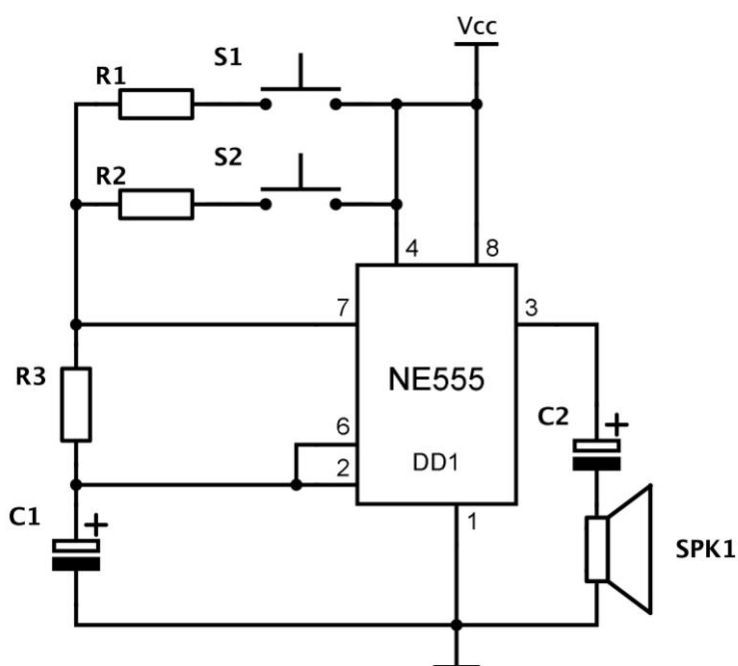




# Dvitemis generatorius su NE555

Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** spaudžiant mygtukus S1 ir S2 girdimas atitinkamo dažnio garsinis tonas. Generatoriaus muzikinis tonas priklauso nuo varžų R1, R2 bei R3 ir kondensatoriaus C1 talpos. Maitinimo šaltinio teigiamas (+) polius jungiamas prie grandinės Vcc, neigiamas (-) prie žemės.



Detalė

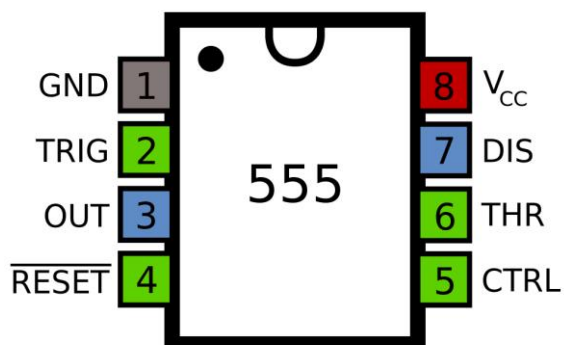
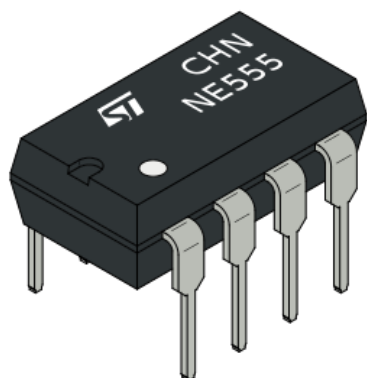
Dydis

Pavadinimas/Žymėjimas

Kiekis

R1	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, geltonas	1
R2, R3	1 k $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	2
C1	1 $\mu$ F, 16V	Elektrolitinis kondensatorius	1
C2	4,7 $\mu$ F, 16V	Elektrolitinis kondensatorius	1
DD1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
SPK1	Garsiakalbis 8 $\Omega$		1
S1, S2	Mygtukai		2

Laikmatis NE555



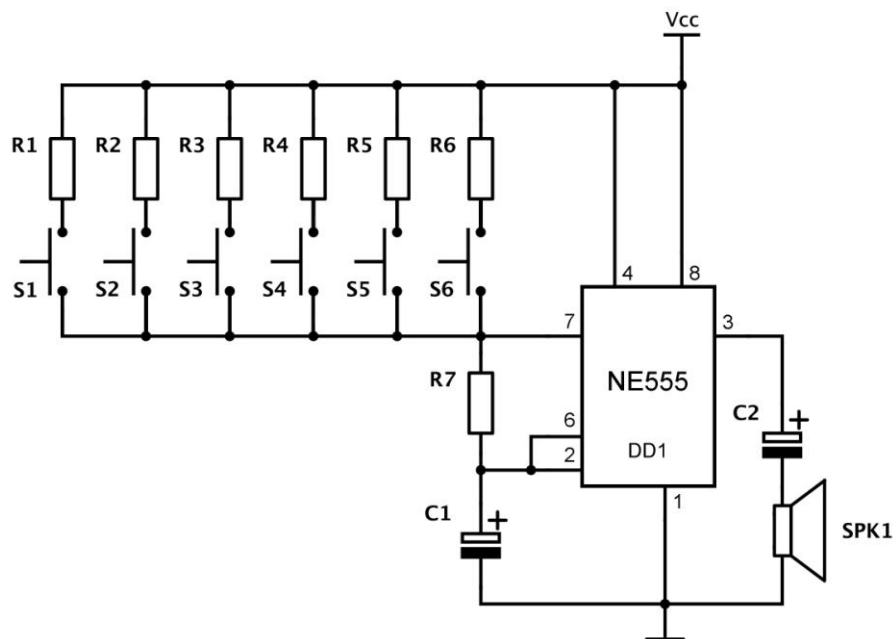






# Šešiatis generatorius su NE555

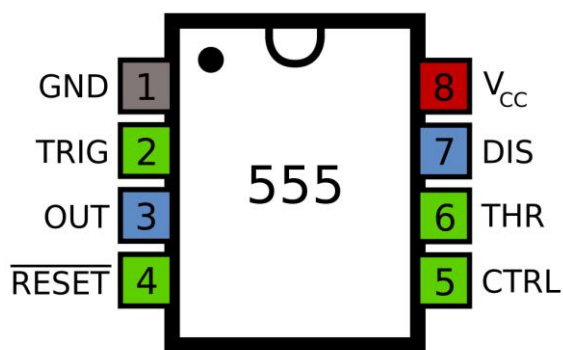
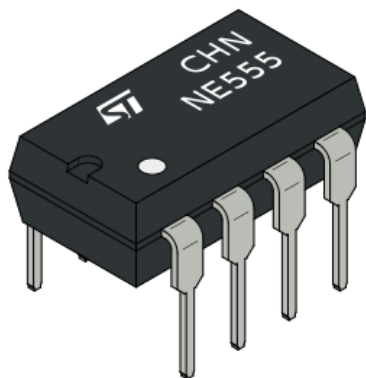
Grandinės  
aprašas



**Rezultatas:** spaudžiant mygtukus S1, S2, S3, S4, S5 ir S6 girdimas atitinkamo dažnio garsinis tonas. Generatoriaus muzikinis tonas priklauso nuo varžų R1–R6 bei R7 ir kondensatoriaus C1 talpos. Maitinimo šaltinio teigiamas (+) polius jungiamas prie grandinės Vcc, neigiamas (-) prie įžeminimo.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	220 Ω	Rezistorius/ Raudonas, raudonas, rudas	1
R2	470 Ω	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	1
R3, R7	1 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	2
R4	1,5 kΩ	Rezistorius/ Rudas, žalias, raudonas	1
R5	2,2 kΩ	Rezistorius/ Raudonas, raudonas, raudonas	1
R6	3,3 kΩ	Rezistorius/ Oranžinis, oranžinis, raudonas	1
C1	1 μF, 16V	Elektrolitinis kondensatorius	1
C2	4,7 μF, 16V	Elektrolitinis kondensatorius	1
DD1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
SPK1	Garsiakalbis 8 Ω		1
S1-S6	Mygtukai		6

## Laikmatis NE555

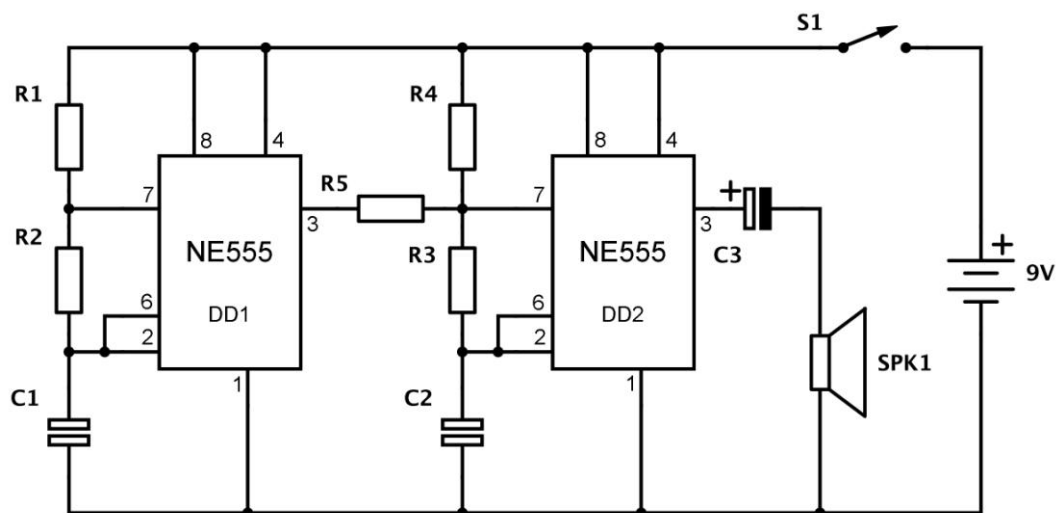








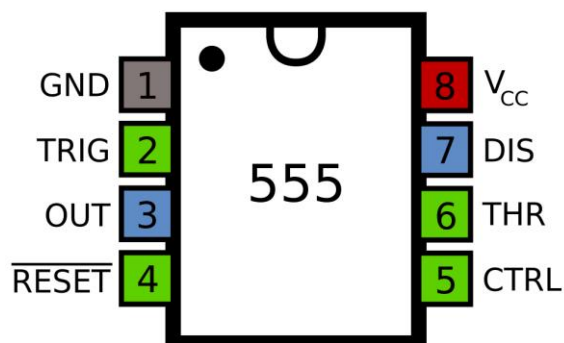
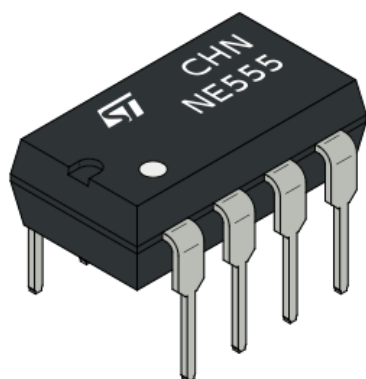
## Dvitonė sirena su NE555

Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Dviejų tonų garsinis signalas. Sireną sudaro du generatoriai. Pirmasis generatorius (grandynas DD1, R1, R2, C1) per varžą R3 įjungia antrąjį generatorių (DD2, R4, R5, C2, C3, garsiakalbis). Pirmojo generatoriaus dažnis priklauso nuo R2, C1, antrojo – nuo R4, C2.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R5	10 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, oranžinis	2
R2	1 MΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, žalias	1
R3	100 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, geltonas	1
R4	330 kΩ	Rezistorius/ Oranžinis, oranžinis, geltonas	1
C1	0,1 μF	Keraminis kondensatorius/ 104	1
C2	0,01 μF	Keraminis kondensatorius/ 103	1
C3	4,7 μF, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
DD1, DD2	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	2
SPK1	Garsiakalbis 8 Ω/ Garsinis signalizatorius		1
S1	Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)		1

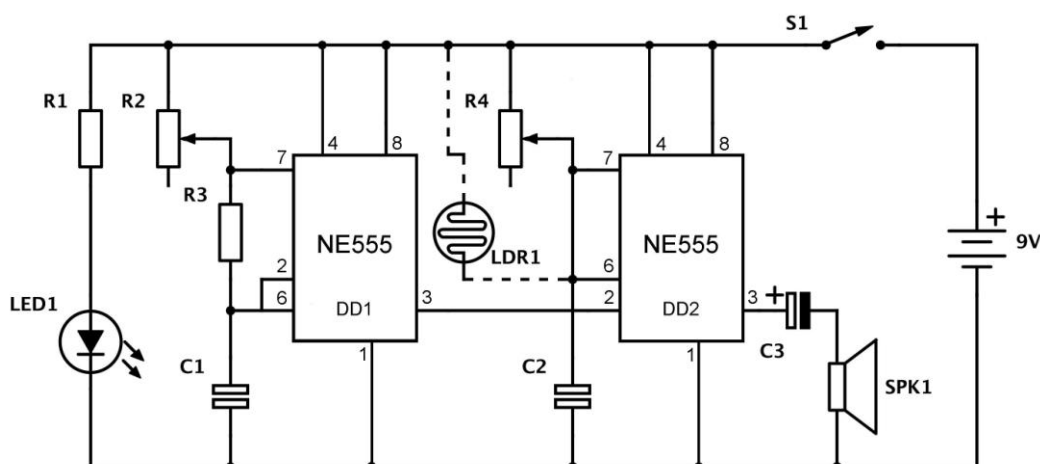
## Laikmatis NE555







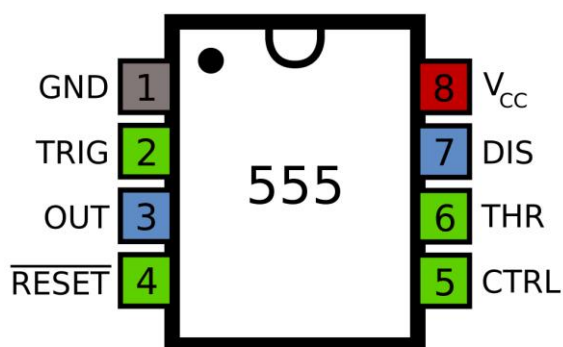
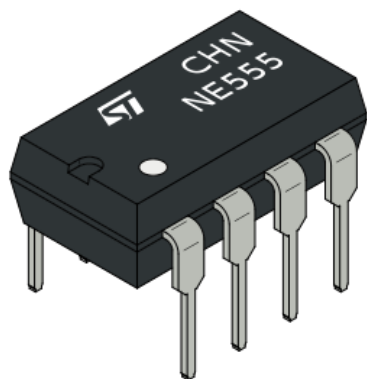


Garso sintezatorius  
su NE555Grandinės  
aprašas

**Rezultatas:** Įvairių tonų garsinių signalų generatorius. Sintezatorių sudaro du generatoriai. Pirmasis generatorius (grandynas DD1, R2, R3, C1) įjungia antrąjį generatorių (DD2, R4, C2, C3, garsiakalbis). Pirmojo generatoriaus dažnis valdomas potencimetru R2 ir priklauso nuo C1 talpos, antrojo – nuo R4, C2.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	1 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, raudonas	1
R2, R4	100 kΩ	Potencimetrai	2
R3	120 Ω	Rezistorius/ Rudas, raudonas, rudas	1
C1	0,1 μF	Keraminis kondensatorius/ 104	1
C2	0,01 μF	Keraminis kondensatorius/ 103	1
C3	4,7 μF, 16V	Elektrolitinis kondensatorius	1
LDR1		Fotorezistorius	1
LED1		Difuzinis šviesos diodas 5 mm (žalias)	1
DD1, DD2	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	2
S1		Jungiklis (padaromas sujungiant du laidų galus)	1
SPK1		Garsiakalbis 4-32 Ω/ Garsinis signalizatorius	1

## Laikmatis NE555

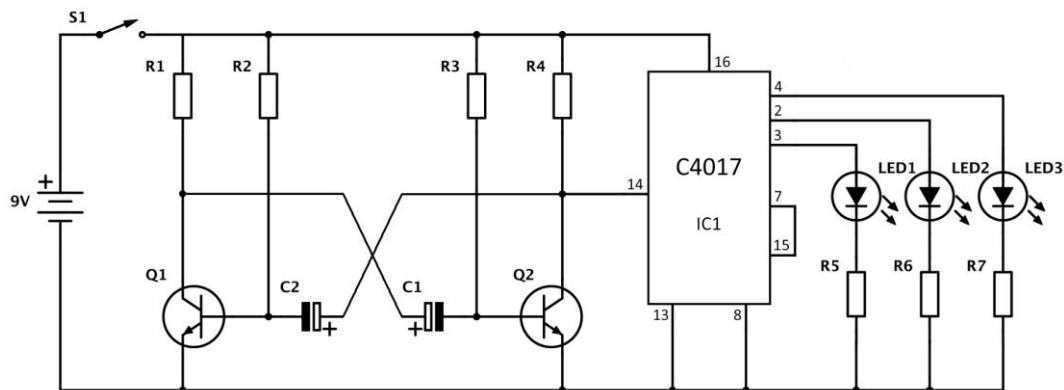








## LED grandinė su C4017



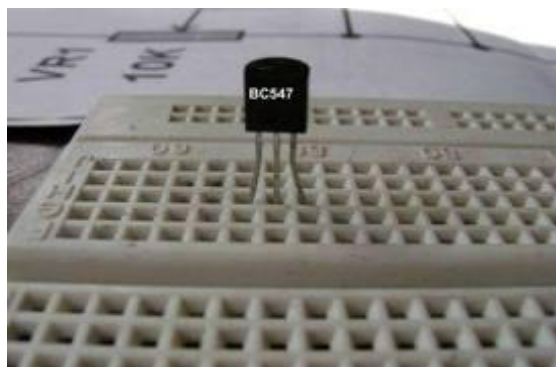
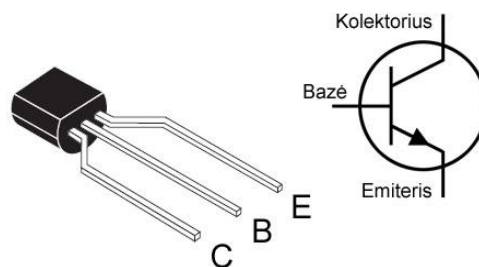
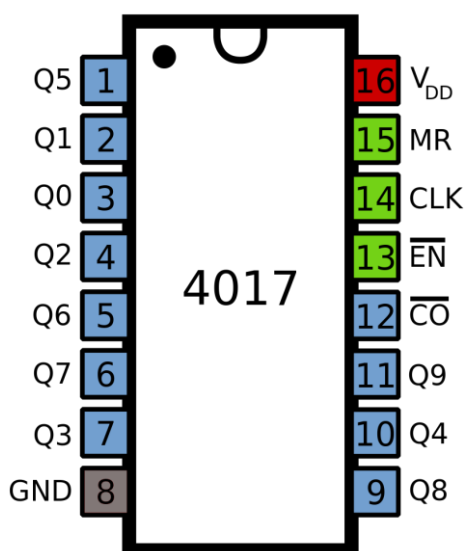
Grandinės aprašas

**Rezultatas:** Pakaitomis įsižiebiančys šviesos diodai LED1, LED2, LED3. Grandinė sudaryta iš simetriško tranzistorinio multivirpiklio ir dešimtinio skaitiklio (grandynas).

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R4	470 $\Omega$	Rezistorius/ Geltonas, violetinis, rudas	2
R2, R3	15 k $\Omega$	Rezistorius/ Rudas, žalias, oranžinis	2
R5-R7	220 $\Omega$	Rezistorius/ Raudonas, raudonas, rudas	3
C1, C2	47 $\mu$ F, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	2
Q1, Q2	BC547C	NPN tipo tranzistorius	2
IC1	C4017	Integrinis grandynas/ CMOS tipo dešimtinis skaitiklis	1
LED1-LED3	Difuziniai šviesos diodai 5 mm		3

Dešimtinis skaitiklis C4017

Tranzistorius BC547C

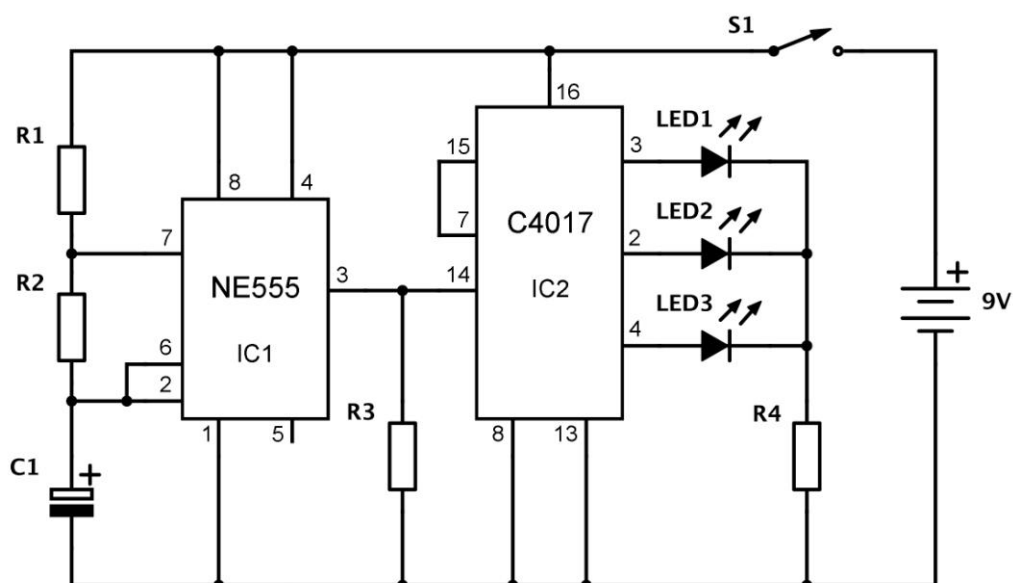








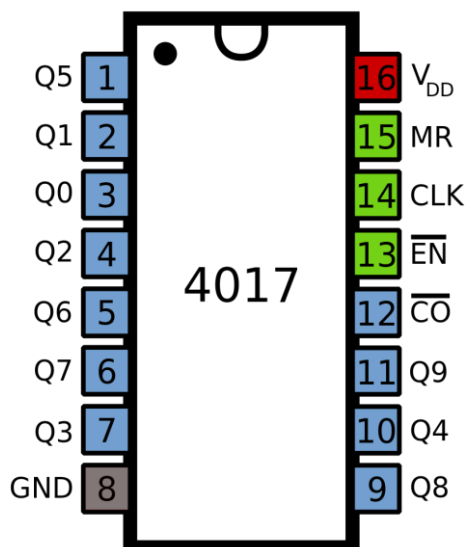
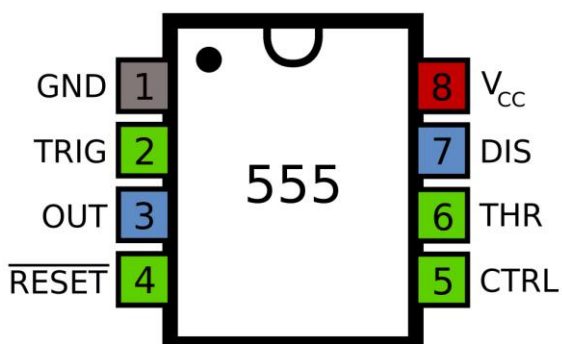
## Šviesoforas su C4017

Grandinės  
aprašas**Rezultatas:** Pakaitomis įsižiebiantys, kaip šviesofore, šviesos diodai LED1, LED2, LED3.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1, R2	1 MΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, žalias	2
R3	10 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, oranžinis	1
R4	120 Ω	Rezistorius/ Rudas, raudonas, rudas	1
C1	10 μF, 16 V	Elektrolitinis kondensatorius	1
LED1	Difuzinis šviesos diodas 5 mm raudonas		1
LED2	Difuzinis šviesos diodas 5 mm geltonas		1
LED3	Difuzinis šviesos diodas 5 mm žalias		1
IC1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
IC2	C4017	Integrinis grandynas/ CMOS tipo dešimtinis skaitiklis	1

Laikmatis NE555

Dešimtinis skaitiklis C4017

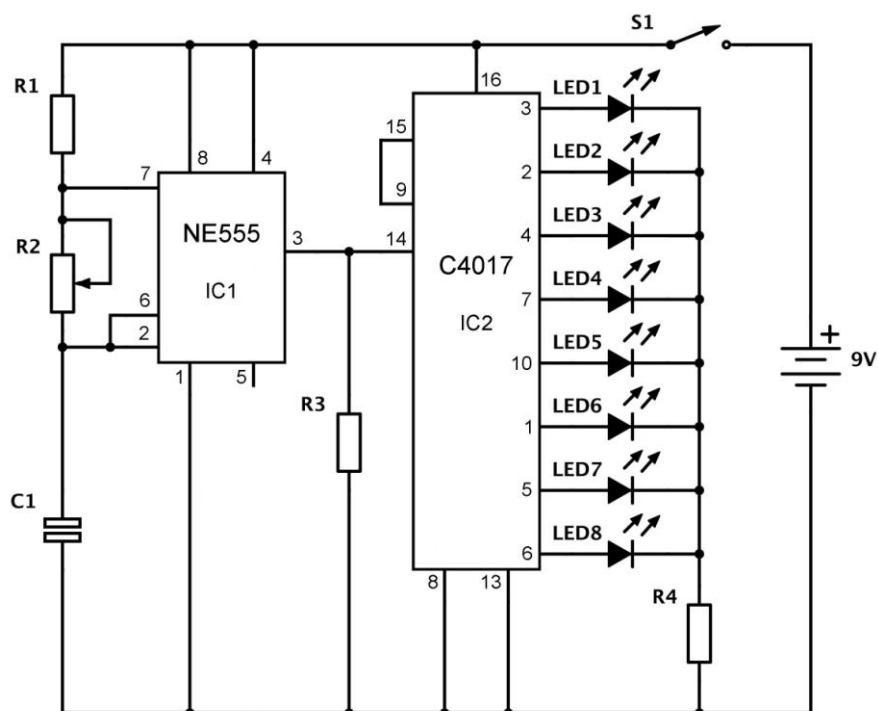








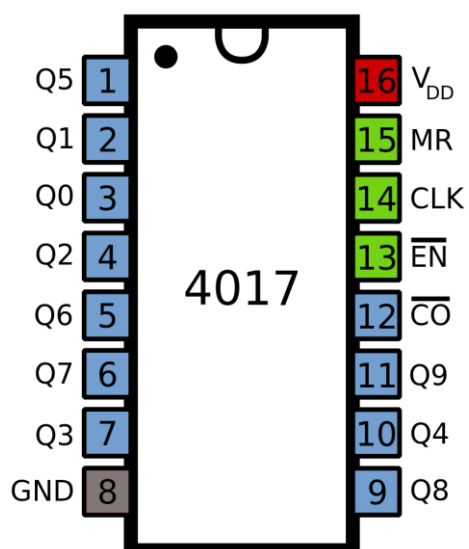
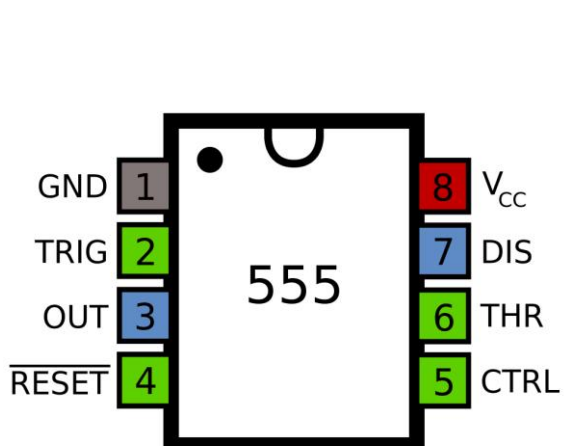
## LED grandinė su C4017

Grandinės  
aprašas**Rezultatas:** Pakaitomis įsižiebianrys šviesos diodai LED1 - LED8.

Detalė	Dydis	Pavadinimas/Žymėjimas	Kiekis
R1	1 MΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, žalias	1
R2	1 MΩ	Potenciometras	1
R3	10 kΩ	Rezistorius/ Rudas, juodas, oranžinis	1
R4	120 Ω	Rezistorius/ Rudas, raudonas, rudas	1
C1	0,1 – 0,22 μF	Keraminis kondensatorius/ 104	1
IC1	NE555	Integrinis grandynas/ NMOS tipo laikmatis	1
IC2	C4017	Integrinis grandynas/ CMOS tipo dešimtinis skaitiklis	1
LED1-LED8	Difuziniai šviesos diodai 5 mm		8

Laikmatis NE555

Dešimtinis skaitiklis C4017









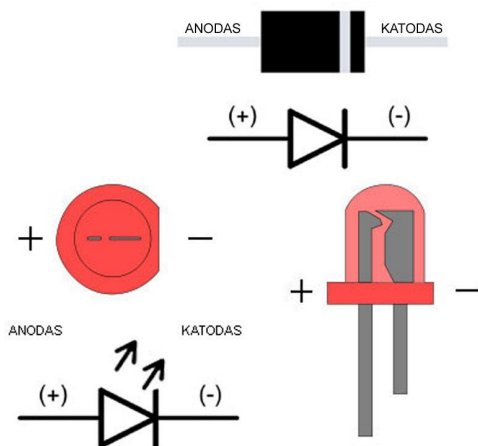
## **4. Atmintinės**



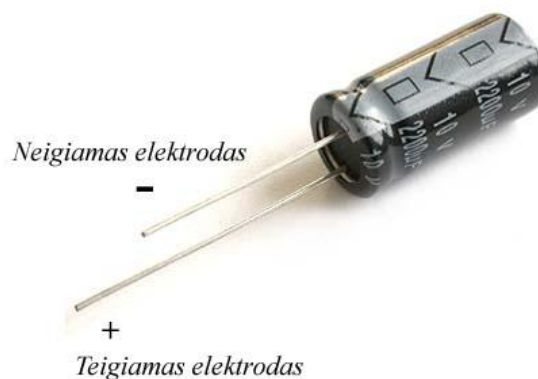




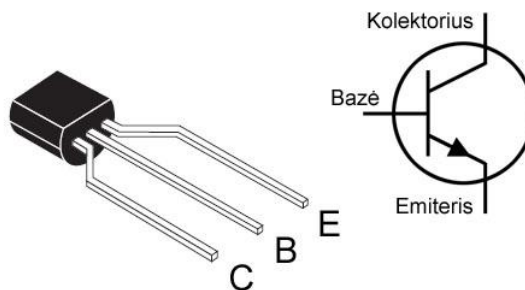
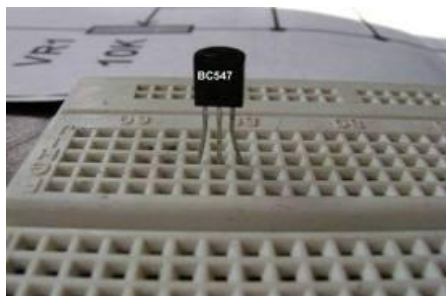
### Diodas. Šviesos diodas



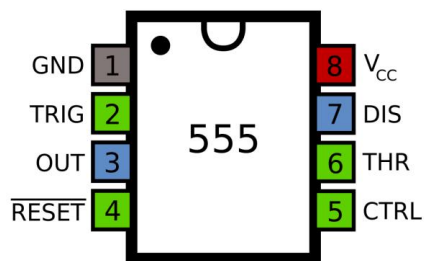
### Elektrolitinis kondensatorius



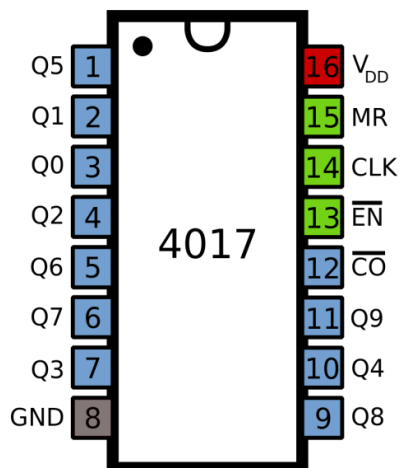
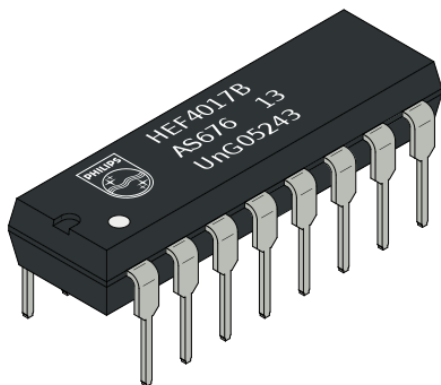
### Tranzistorius/ NPN tipo



### Integrinis grandynas: NMOS tipo laikmatis NE555



### Integrinis grandynas: CMOS dešimtinis skaitiklis C4017









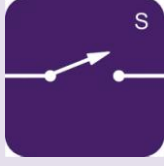


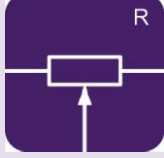




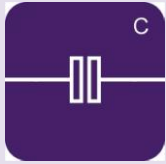
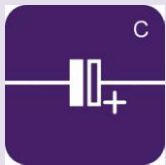



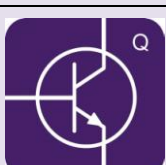



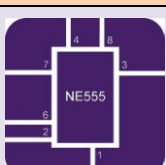


## Elektrinių grandinių simboliai

Atmintinė

Simboliai	Pavadinimas	Paiškinimas
	Elektros laidai	Elektros srovės laidininkas
	Laidų sujungimas	Sujungti laidai
	Susikertantieji laidai	Laidai nesujungti, prasilenkia
	Elementų baterija	Nuolatinės įtampos šaltinis
	Maitinimas	
	Įžeminimas į korpusą	Korpuso simbolis naudojamas tam, kad būtų kuo mažiau apkraunama grandinės schema su laidų raizgalyne. Jungiamas prie schemos ( – ).
	Jungiklis	Išjungus jungiklį elektros srovė grandine nebeteka.
	Mygtukas	Paspaudus mygtuką grandinė yra sujungiama ir elektros srovė gali tekėti.
	Rezistorius	Keičia grandinė tekančios elektros srovės stiprumą.
	Potenciometras	Leidžia keisti elektrinės grandinės varžą. Turi tris išvadus.

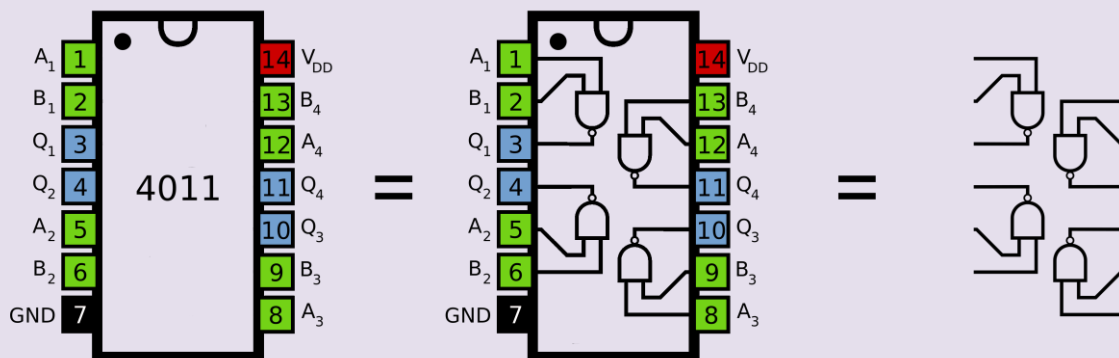


	Kondensatorius (keraminis)	Mažos talpos nepoliarizuotas kondensatorius. Gali sukaupti elektros energiją ir prireikus vėl ją atiduoti.
	Kondensatorius (elektrolitinis)	Elektrolitiniai kondensatoriai yra poliarizuoti, todėl montuojant, reikia į tai atkreipti dėmesį, nes priešingu atveju kondensatorius gali būti sugadintas.
	Diodas	Diodas tiesiog praleidžia srovę tik viena kryptimi (ženkle – trikampio viršūnės rodoma kryptimi).
	Šviesos diodas	Srovei tekant tiesiogine kryptimi, šie diodai šviečia.
	Fotorezistorius	Puslaidininkinis prietaisas veikiantis fotolaidumo principu (varža priklauso nuo apšviestumo).
	Tranzistorius NPN tipo	Trijų elektrodų puslaidininkinis prietaisas elektriniams signalams stiprinti, perjungti.
	Tranzistorius PNP tipo	
	Garsiakalbis	Elektromagnetinis prietaisas verčiantis elektrinį signalą garso bangomis.
	Elektromagnetinis signalizatorius	Elektromagnetinis prietaisas verčiantis elektrinį signalą garso bangomis.
<b>Integriniai grandynai</b>		
	Laikmatis NE555	Integrinis grandynas, kuriame yra kelios laikmačio ir multivirpiklio funkcijos.



## Loginių elementų simboliai

	Apgrežiklis (invertorius) NE (NOT)	Išvadas 1 kai įvadas yra 0
	Elementas IR (AND)	Išvadas 1 kai abu įvadai yra 1
	Elementas IR-NE (NAND)	Išvadas 0 kai abu įvadai yra 1 (IR + NE)
	Elementas ARBA (OR)	Išvadas 1 kai bet koks įvadas yra 1
	Elementas ARBA-NE (NOR)	Išvadas 0 kai bet koks įvadas yra 1 (ARBA + NE)
	Išskirtinis ARBA elementas (EXOR)	Išvadas 1 kai įvadai yra skirtingi (Išskirtinis ARBA)





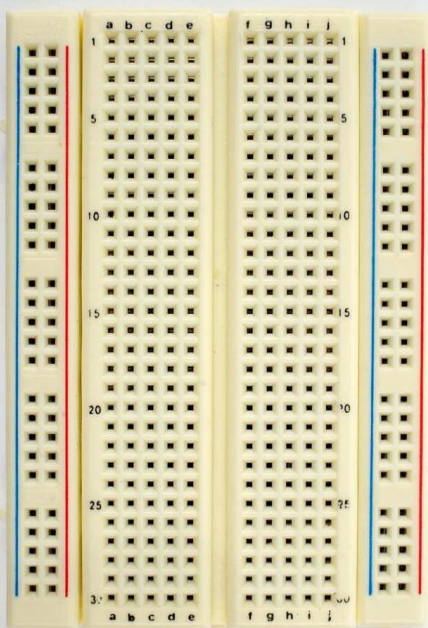




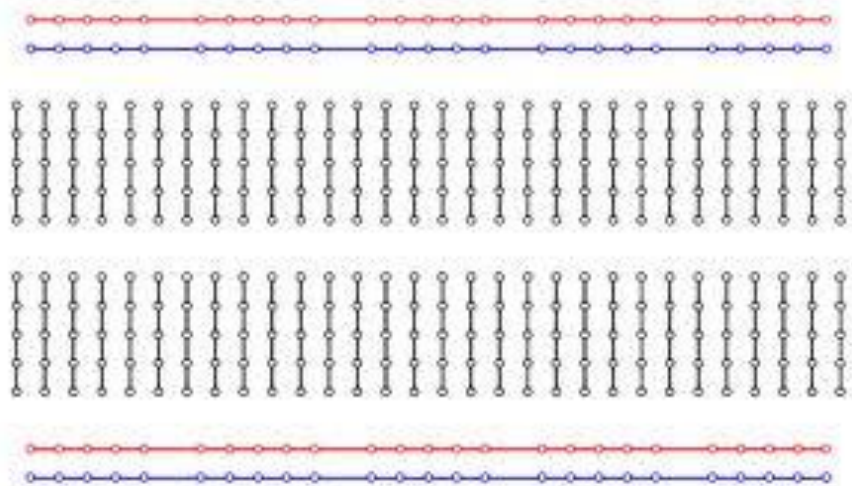
# Maketo plokštė

Atmintinė

## Bendras plokštės vaizdas

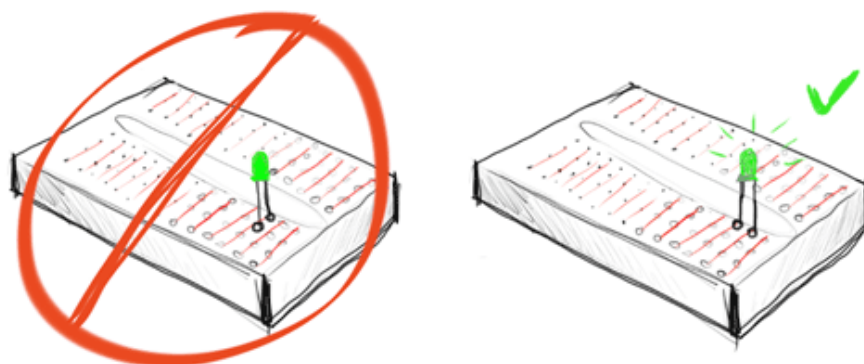


## Kontaktinių lizdų išdėstymas maketo plokštėje



## Elementų išdėstymas maketo plokštėje

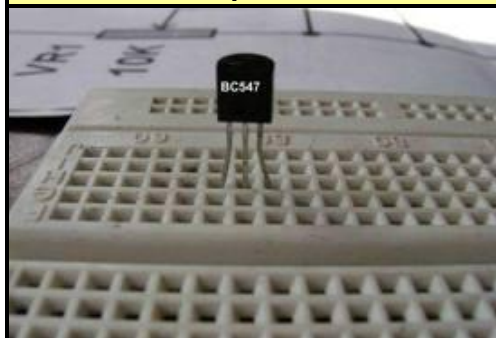
### Varžų, kondensatorių, diodų ir kitų elementų padėtis maketo plokštėje



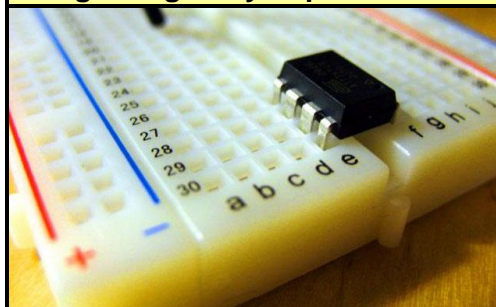
## Jungiamieji laidai



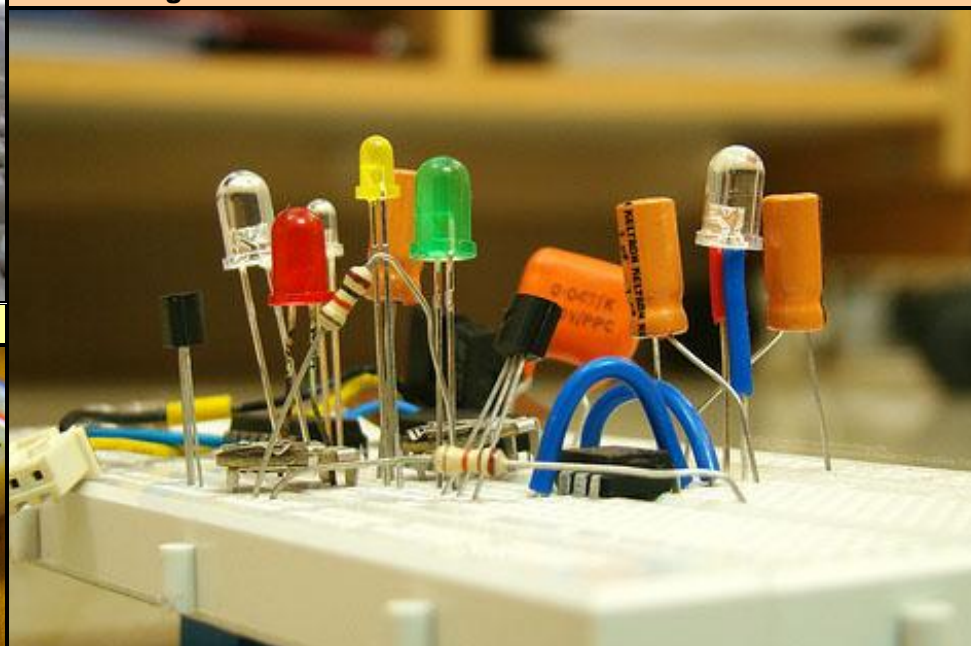
## Tranzistoriaus padėtis



## Integrinio grandyno padėtis



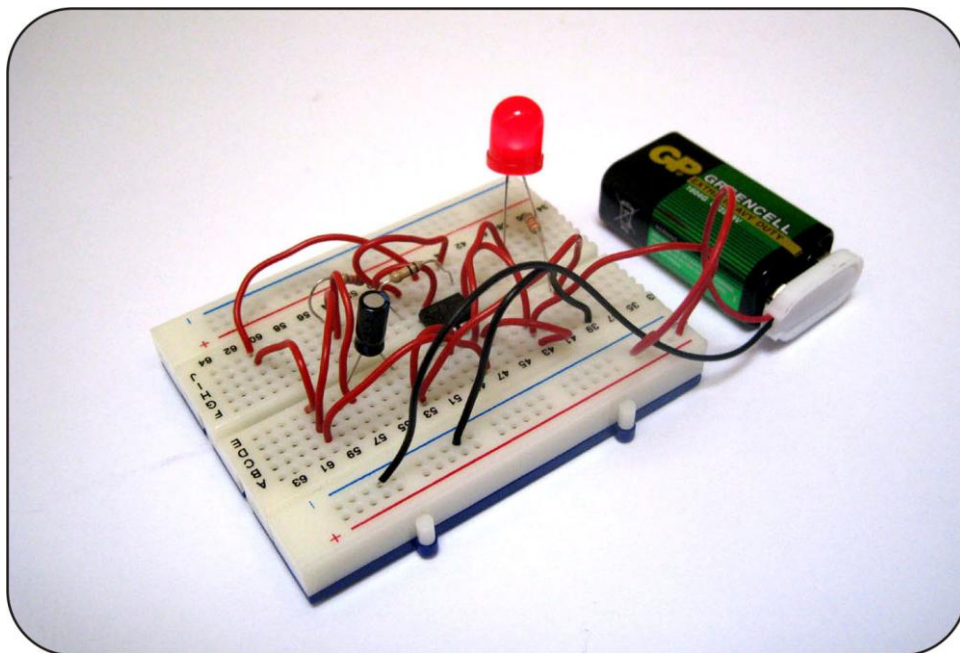
## Surinktos grandinės vaizdas





## Atmintinė renkant grandinę

1. Maitinimo šaltinis į grandinę įjungiamas paskiausiai. Prieš jį jungdami, atidžiai peržiūrėkite grandinę. Kai kurie grandinės elementai yra jautrūs didelei elektros srovei ir gali sudegti.
2. Grandinės dalis stenkitės išdėstyti rečiau. Naudokite daugiau jungiamųjų laidų. Taip bus lengviau orientuotis renkamoje grandinėje, paprasčiau keisti jos dalis.
3. Elektroninių dalių kojeles į plokštės kontaktinius lizdus įstatykite su pincetu, nes jos netvirtos, greitai lankstosi, lūžta.
4. Jeigu surinkta grandinė neveikia, atidžiai peržiūrėkite jos dalių išdėstymą ir jungimą. Prisiminkite, kad kai kurie elektronikos elementai (elektrolitiniai kondensatoriai, diodai, tranzistoriai, integriniai grandynai) atlieka savo funkcijas tik tam tikru būdu padėti ir sujungti. Patikrinkite, ar tinkamai parinkti kontaktiniai lizdai.





## Rinkinio dalių ir priemonių sąrašas:

Detalės pavadinimas		Grandinės Nr.	Kiekis
1.		2.	3.
<b>1. Elektronikos elementai ir komponentai</b>			
<b>Rezistoriai</b>	120 $\Omega$	16, 18-19	5
	220 $\Omega$	8, 11, 14, 17	5
	470 $\Omega$	1-7, 10, 12-14, 17	5
	1 k $\Omega$	8-10, 13-14, 16	5
	1,5 k $\Omega$	14	5
	2,2 k $\Omega$	14	5
	3,3 k $\Omega$	14	5
	10 k $\Omega$	15, 18-19	5
	15 k $\Omega$	7-8, 10-11, 17	5
	100 k $\Omega$	12, 15	5
	330 k $\Omega$	15	5
	1 M $\Omega$	15, 18, 19	5
	10 M $\Omega$	12	5
<b>Potenciometrai</b>	1 k $\Omega$	8	1
	50 k $\Omega$	3, 9	1
	100 k $\Omega$	16	2
	1 M $\Omega$	19	1
<b>Keraminiai kondensatoriai</b>	39 pF	12	2
	0,01 $\mu$ F	15-16	4
	0,1 $\mu$ F	15-16, 19	4
<b>Elektrolitiniai kondensatoriai</b>	1 $\mu$ F 63 V	8, 13-14	4
	4,7 $\mu$ F 16 V	10, 13-16	4
	10 $\mu$ F 16 V	10, 18	4
	47 $\mu$ F 16 V	7, 10-12, 17	4
	100 $\mu$ F 16 V	12	2
	2200 $\mu$ F 16 V	4-6	2
<b>Diodas</b>	1N4001	4-6	4
<b>Difuziniai šviesos diodai</b>	5 mm geltoni	17-19	3
	5 mm žali	7, 11, 16, 18-19	3
	5 mm raudoni	1-3, 5-7, 11, 18-19	3
	10 mm raudoni	4, 10, 12	2
<b>Skaidrūs šviesos diodai</b>	5 mm mėlyni	9, 19	2
<b>Fotorezistorius</b>		9, 16	2
<b>Tranzistorius</b>	BC547C	7-9, 17	4
<b>Integriniai grandynai</b>	NE555	10-16, 18-19	2
	C4017	17-19	1
<b>Garsiakalbis 8 <math>\Omega</math></b>		13-16	1
<b>Garsinis signalizatorius</b>		8, 15-16	1
<b>Mygtukai</b>		13-14	6



Detalės pavadinimas	Grandinės Nr.	Kiekis
1.	2.	3.
<b>2. Priemonės</b>		
<b>Maketo plokštė</b> 700-840 kiaurymių	Visos	1 vnt.
<b>9 V baterijos jungiamasis laidas</b>	Visos	1 vnt.
<b>Trumpiklių rinkinys (spalvoti)</b> 2,5,7,10,12,15,17,20,22,25,50,75, 100 ir 125 mm ilgio po 10 vnt.	Visos	140 vnt.
<b>Pincetas</b>	Visos	1 vnt.



## **Iliustracijoms panaudota medžiaga**

Elektrinių grandinių principinės schemos sukurtos su programa

**Schemelt**

<http://www.digikey.com/schemeit>

Grandinių surinkimo pavyzdžiai sukurti su programa

**Fritzing**

<http://fritzing.org/home/>

Apie elektrines grandines: SparkFun Inventor's Kit Guide –

<http://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Kits/SFE03-0012-SIK.Guide-300dpi-01.pdf>



