

NAVODILA ZA UPORABO

Učni paket za elektroniko FRANZIS 15074

Kataloška št.: 22 90 141

FRANZIS

Kazalo

1	Uvod	2
1.1	Stikalno polje.....	3
1.2	Baterija	4
1.3	Svetleče diode	5
1.4	Upori	5
1.5	NPN-tranzistorji.....	6
1.6	PNP-tranzistorji	6
1.7	MOSFET	6
1.8	Kondenzatorji	7
1.9	Elektrolitski kondenzatorji.....	7
2	Ojačitev toka	7
3	Zamenjava plusa in minusa	8
4	Nadaljnji nadzor.....	9
5	Senzor na dotik.....	10
6	Detektor gibanja	11
7	LED-lučka kot svetlobni senzor	12
8	Konstantna svetlost	13
9	Temperaturni senzor.....	13
10	Vklop in izklop.....	14
11	Vklop in brisanje	15
12	Izmenično utripanje.....	16
13	Enostavni LED-utripalnik	17
14	Utripajoča LED-luč.....	18
15	Senzor na dotik MOSFET	19
16	Zatemnilni senzor	20
17	Elektrometer	21
18	LED kot fotoelementi	21
19	Kondenzatorski temperaturni senzor	22
20	Minutna svetloba	23
21	Utripalka	24
	Skladnost.....	25
	Odstranjevanje	25
	Varnostni napotki.....	25
	Bibliografske informacije iz nemške knjižnice	25
	Garancijski list	27

1 Uvod

Elektronika je strmo naraščala, odkar je bil izumljen tranzistor. Danes smo obkroženi z napravami z integriranimi vezji, ki vsebujejo več milijonov tranzistorjev. Hkrati pa vse manj ljudi še vedno natančno ve, kako (sam!) tranzistor dejansko deluje. Razdalja med uporabo in razumevanjem elektronike se nenehno povečuje. Zelo preprosto je: vzemite nekaj tranzistorjev in izvedite nekaj preprostih poskusov - in možnosti je nešteto. Številne naloge je mogoče rešiti s preprostimi tranzistorskimi vezji. Bodite torej kreativni!

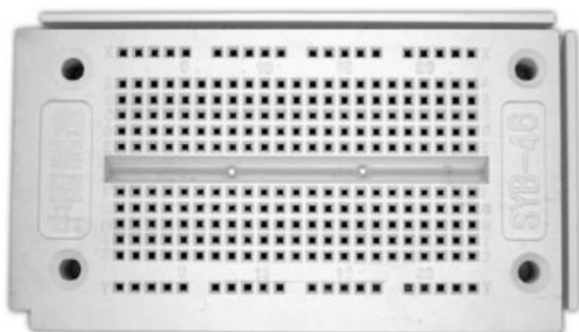
Tranzistor je komponenta s tremi priključki in se uporablja za nadzor električnega toka. Na tok toka vpliva krmilna povezava. V bistvu obstajata samo dve vrsti tranzistorjev.

Bipolarni tranzistorji so zgrajeni iz plasti z N- in P-polprevodniškim materialom. Glede na zaporedje plasti obstajajo NPN-tranzistorji (npr. BC547) in PNP-tranzistorji (npr. BC557). Unipolarni tranzistorji pa so sestavljeni iz samo enega polprevodniškega kanala, katerega prevodnost spreminja električno polje. Zato jih imenujemo tudi tranzistorji s poljskim učinkom (FET). Tipičen predstavnik je N-kanal MOSFET BS170.

Ta učni paket vam olajša začetek uporabe elektronike. Najprej so predstavljeni sestavni deli. Posamezni poskusi se izvajajo na testni plošči. Za vsak poskus sta na voljo vezalni načrt in skica za sestavljanje. Fotografijo je treba razumeti samo kot predlog. Sestavne dele lahko razporedite tudi drugače. Povezovalni kabli posameznih sestavnih delov so bili delno skrajšani za boljšo preglednost slik. Vendar pa uporabite povezovalne žice, ne da bi jih skrajšali, da jih lahko še vedno uporabite za nadaljnje poskuse.

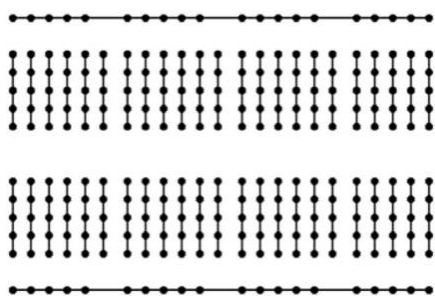
1.1 Stikalno polje

Vsi poskusi so postavljeni na laboratorijski testni plošči. Stikalno polje s skupno 270 kontakti v 2,54 mm-mreži zagotavlja varne povezave med sestavnimi deli.



Slika 1: Testno polje

Stikalno polje ima na sredini 230 kontaktov, od katerih je vsak prevodno povezan s petimi kontakti z navpičnimi trakovi. Poleg tega je na robu za napajanje 40 kontaktov, ki so sestavljeni iz dveh vodoravnih kontaktnih vzmetnih trakov z 20 kontakti. Stikalno polje ima tako dve oskrbovalni tirnici. Slika 2 prikazuje vse notranje povezave. Ogledate si lahko kratke vrstice kontaktov na sredini in dolge oskrbovalne tirnice na robu.



Slika 2: Notranje vrstice kontaktov

Vstavljanje sestavnih delov zahteva veliko sile. Povezovalni kabli se rahlo upognejo. Pomembno je, da so žice vstavljene natančno od zgoraj. Pinceta ali majhne kleščice vam bodo pri tem pomagale. Preko stikalne plošče se čim krajše prime žica in pritisne navpično navzdol. To pomeni, da lahko uporabite tudi občutljive priključne žice, kot so pocinkani konci sponke baterije

Za eksperimente potrebujete kratke in daljše kose žice, ki jih morate odrezati od priložene vezalne žice. Za izoliranje koncev žice se je izkazalo za praktično rezanje izolacije naokoli z ostrim nožem.

1.2 Baterija

Naslednji pregled prikazuje sestavne dele v njihovem resničnem izgledu in simbole vezja, kot so uporabljeni v vezjih. Namesto baterije se lahko uporablja napajanje preko vtiča.

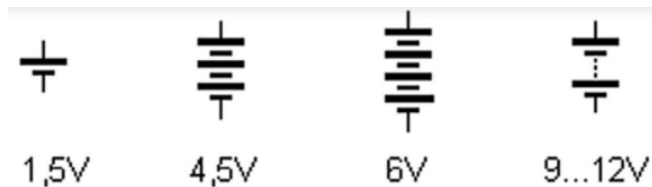


Slika 3: Baterija, prava in kot simbol vezja

Ne uporabljajte alkalnih baterij ali baterij za ponovno polnjenje, temveč samo preproste cink-ogljikove baterije. Alkalna baterija ima daljšo življenjsko dobo, ampak v primeru okvare, npr. v primeru kratkega stika (tako kot baterija) odda zelo močne tokove do 5 A. Ti lahko močno segrejejo tanke žice ali samo baterijo. Tok kratkega stika akumulatorja iz cinkovega ogljika pa je običajno manjši od 1 A. To lahko uniči občutljive sestavne dele, vendar ni nevarnosti opeklina.

Priložena sponka za baterijo ima priključni kabel s vpredeno žico. Konci kablov so izolirani in pocinkani. Zaradi tega so dovolj trdi, da jih lahko priključite na kontakte na stikalni plošči. Vendar pa lahko zaradi pogostega priklapljanja izgubi obliko. Zato je priporočljivo, da so priključki baterij ves čas priključeni in samo izvlečete sponko z baterije.

Ena cink-ogljikova ali alkalna celica ima električno napetost 1,5 V. V bateriji je več celic zaporedno povezanih. V skladu s tem simboli vezja prikazujejo število celic v bateriji. Pri višjih napetostih je običajno označiti srednje celice s črtkano črto.



Slika 4: Simboli vezja za različne baterije

1.3 Svetleče diode

Učni paket vsebuje dva rdeča ter eno zeleno in eno rumeno svetlečo diodo. Vedno je treba upoštevati polarnost vseh svetlečih diod. Negativni priključek je katoda in se nahaja na krajši priključni žici. Pozitivni priključek je anoda. V notranjosti svetleče diode lahko vidite kot skodelico držalo za LED-kristal, ki se nahaja na katodi. Anodni priključek je z izjemno tanko žico povezana s kontaktom na vrhu kristala.

-Katoda

LED



+ Anoda

Slika 5: Svetleča dioda

1.4 Upori

Upori v učnem paketu so ogljikovi upori z dovoljenim odstopanjem +/- 5%. Odporni material se nanese na keramično palico in prekrije z zaščitno plastjo. Označevanje je v obliki barvnih obročev. Poleg vrednosti upora je naveden tudi razred točnosti.



Slika 6: Upor

V vrednostih serije E24 obstajajo upori z dovoljenim odstopanjem +/- 5 %, pri čemer vsaka dekada vsebuje 24 vrednosti s približno enako razdaljo od sosednje vrednosti.

1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6
1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1
5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

Tabela 1: Vrednosti upora po standardih E24

Barvno kodo razberemo iz obroča, ki je bližje robu upora. Prva dva obroča sta dve števki, tretji je množitelj vrednosti upora v ohmih. Četrti obroč označuje toleranco.

Barva	Obroč 1 1. številka	Obroč 2 2. številka	Obroč 3 Množitelj	Toleranca obroča 4
Črna		0	1.	
Rjava	1.	1.	10.	1%
Rdeča	2.	2.	100	2%
Oranžna	3.	3.	1.000	

Rumena	4.	4.	10.000	
Zelena	5.	5.	100.000	0,5%
Modra	6.	6.	1.000.000	
Vijolična	7.	7.	10.000.000	
Siva	8.	8.		
Bela	9.	9.		
Zlata			0,1	5%
Srebrna			0,01	10%

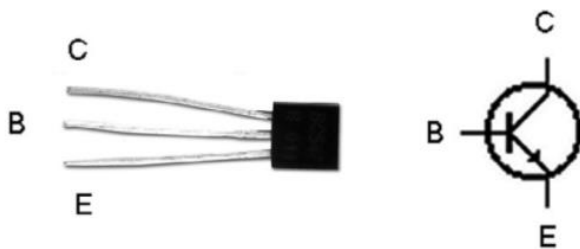
Tabela 2: Barvna koda upora

Upor z rumenim, vijoličnim, rjavim in zlato barvnimi obroči ima vrednost 470Ω s toleranco 5 %. Učni paket vsebuje dva upora z naslednjima vrednostma:

470Ω	rumena, vijolična, rjava
$1 \text{ k}\Omega$	rjava, črna, rdeča
$22 \text{ k}\Omega$	rdeča, rdeča, oranžna
$470 \text{ k}\Omega$	rumena, vijolična, rumena

1.5 NPN-tranzistorji

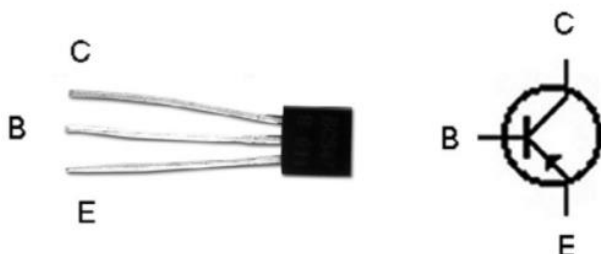
Tranzistorji so sestavni deli za ojačenje majhnih tokov. Učni paket vsebuje dva silicijeva NPN-tranzistorja BC547B. Priključki tranzistorja se imenujejo oddajnik (E), osnova (B) in kolektor (C). Priključek za osnovo je na sredini, Ko pogledate nalepko in povezave kažejo navzdol, je oddajnik na desni.



Slika 7: NPN-tranzistor BC547

1.6 PNP-tranzistorji

PNP-tranzistor BC557B ima enako zaporedje povezav in se od NPN-tranzistorja razlikuje le po polarnosti. V simbolu vezja je puščica oddajnika usmerjena navznoter.



Slika 8: PNP-tranzistor BC557

1.7 Poljski tranzistor MOSFET

Tudi poljski tranzistor MOSFET BS170 na zunaj ne izgleda drugače kot bipolarni tranzistor, zato ga je mogoče prepoznati zgolj po napisu. Priključke tranzistorja

imenujemo SOURCE (S), GATE (G) in DRAIN (D). Če pogledate proti napisu, ko so priključki obrnjeni navzdol, priključek »Source« leži na desni strani.

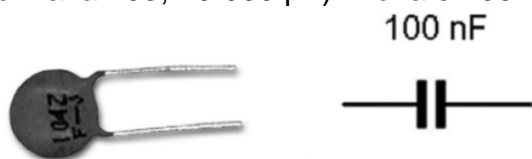


Slika 9: Tranzistor MOSFET BS170

1.8 Kondenzatorji

Najpomembnejši sestavni del v elektroniki je vsekakor kondenzator. Sestavljen je iz dveh kovinskih ploščic in izolacijske površine. Ko je priključen na električno napetost, se med kovinskima ploščicama ustvari električno polje, v katerem se shranjuje energija. Kondenzator z veliko površino ploščic in 6 majhno razdaljo med njima, ima veliko kapaciteto ter shranjuje veliko elektrino. Kapaciteta kondenzatorja se meri v faradih (F).

Izolacijski material (dielektričen) v nasprotju z zračno izolacijo povečuje kapaciteto. Keramični kolutni kondenzatorji so iz posebne keramike in kljub majhni velikosti dosegajo velike kapacitete. Učni paket vsebuje en keramični kondenzator z 10 nF (oznaka 103, 10.000 pF) in dva s 100 nF (oznaka 104, 100.000 pF).



Slika 10: Keramični kondenzator

1.9 Elektrolitski kondenzatorji

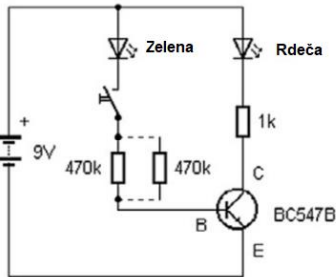
Velike kapacitete je mogoče doseči z elektrolitskimi kondenzatorji (ELKO). Izolacija je sestavljena iz izjemno tanke plasti aluminijevega oksida. Elektrolitski kondenzator vsebuje tekoče elektrolite in navito aluminijasto folijo z veliko površino. Napetost lahko teče zgolj v eno smer. V primeru, če tok teče v nasprotni smeri, se postopno zmanjšuje izolacijski sloj, kar lahko vodi do uničenja elementa. Negativni pol je označen z belo črto in ima krajšo priključno žico. Učni paket vsebuje en elektrolitski kondenzator z 10 μ F in dva s 100 μ F.



Slika 11: Elektrolitski kondenzator

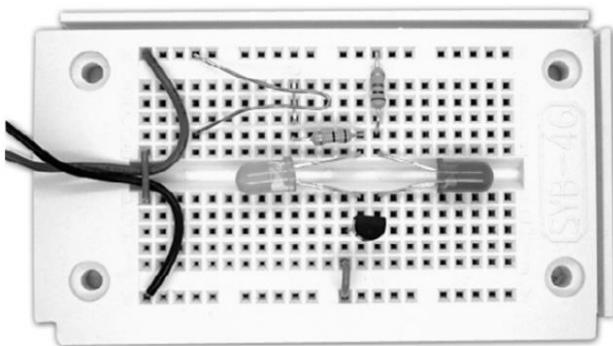
2 Ojačitev toka

Skica na sliki 12 prikazuje osnovno delovanje NPN-tranzistorjev. Vidite lahko dva tokokroga– po krmilnem tokokrogu teče manjši, osnovni tok, po bremenilnem tokokrogu pa večji kolektorski tok. Oba tokova skupaj tečeta skozi oddajnik (zato se tokokrog imenuje tudi oddajni preklopnik). Takoj ko je osnovni tokokrog odprt, obremenilni tok ne teče več. Osnovni tok je bistveno manjši od kolektorskega. Majhen osnovni tok je ojačan z velikim kolektorskim tokom. Osnovni upor je 470-krat večji kot predupor v bremenilnem tokokrogu. Majhen osnovni tok je razpoznaven po šibkem zelenem LED-indikatorju. Tranzistor BC547B ojača osnovni tok za približno 300-krat, tako da je rdeč LED-indikator bistveno svetlejši od zelene.



Slika 12: NPN-tranzistor v skupnem oddajniškem vezju

Drugi upor 470 k Ω priključite vzporedno z obstoječim osnovnim uporom. To poveča osnovni tok in tudi kolektorski tok. Tranzistor je zdaj popolnoma vklopljen, torej tudi večji osnovni tok ne more več povečati kolektorskega toka. Če vzporedno priključite 22 k Ω upor, rdeča LED-indikator ne postane več svetlejši. Tranzistor zdaj deluje kot stikalo. Med kolektorjem in oddajnikom je le zelo majhen padec napetosti okoli 0,1 V. Tok kolektorja je že omejen s strani potrošnika in ne more več naraščati. Med bazo in oddajnikom je napetost okoli 0,6 V, ki se pri spremembi toka spremeni le malo.

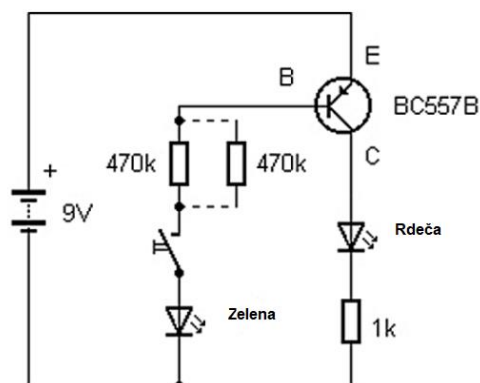


Slika 13: Ojačitev toka

LED-indikatorji se uporabljajo za prikaz tokov. Rdeč LED-indikator sveti močno, zelen komaj. Osnovni tok lahko vidimo le kot šibek sij zelenega LED-indikatorja v popolnoma zatemnjeni sobi. Razlika je pokazatelj velikega ojačitve toka.

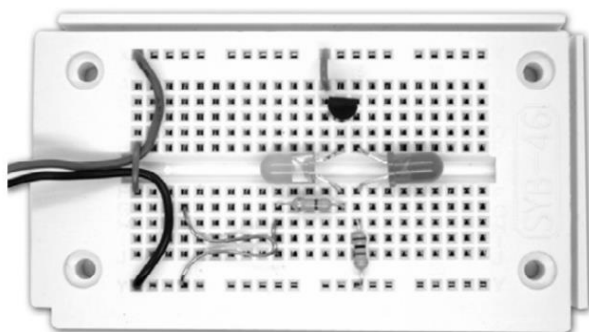
3 Zamenjava plusa in minusa

PNP-tranzistor ima popolnoma enako funkcijo kot NPN-tranzistor, vendar z nasprotno polarnostjo. Oddajnik je torej zdaj na pozitivnem polu baterije.



Slika 14: PNP-tranzistor v oddajniškem vezju

Sestavite vezje s PNP-tranzistorjem BC557 in znova preglejte ojačitev toka z različnimi osnovnimi upori. PNP-tranzistor BC557B ima tudi približno 300-kratnik trenutne ojačitve toka.



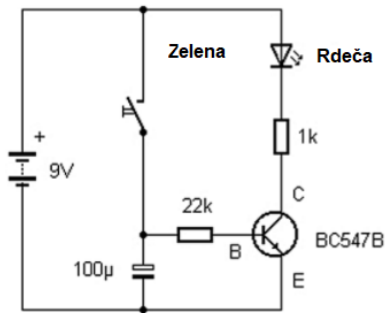
Slika 15: Preiskava trenutne ojačitve toka PNP-tranzistorja BC557

4 Nadaljnji nadzor

Cilj tega vezja je LED-svetilka s samodejnim vklopom. Notranja razsvetljava avtomobilov pogosto deluje po tem principu: Ko zapustite avto, svetilka sveti še določen čas in nato počasi ugasne.

Kadar elektrolitski kondenzator povežete z baterijo s pravilno polarnostjo, se prične električno polnjenje. Po ločitvi od baterije, ostane kondenzator napolnjen še dolgo časa. Elektrolitski kondenzator lahko povežete z LED-svetilko. Pojavi se kratek blisk. Kondenzator se v hipu izprazni.

Trenutno ojačitev tranzistorja lahko uporabimo za podaljšanje časa praznjenja kondenzatorja. Vezje po sliki 16 uporablja elektrolitski kondenzator s 100 pF kot polnilni kondenzator. Po kratkem pritisku na stikalno tipko se napolni in tako dolgo časa oskrbuje osnovni tok vezja oddajnika.



Slika 16: Zakasnitev izklopa

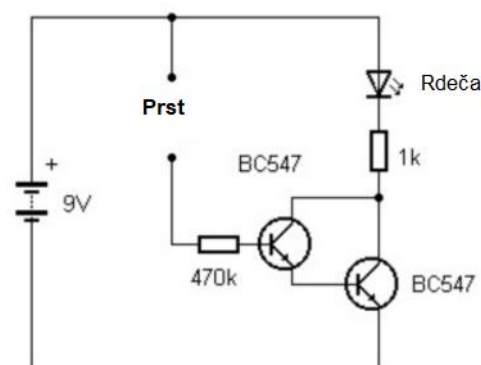
Čas praznjenja se znatno podaljša z velikim osnovnim uporom. Po približno dveh sekundah se elektrolitski kondenzator v veliki meri izprazni. Po tem času pa osnovni tok še vedno zadostuje za nižjo modulacijo tranzistorja. Tok kolektorja se postopoma zmanjšuje.

Dokler držite tipko, LED-lučka sveti s polno svetlostjo. Za vklop LED-lučke je dovolj kratek pritisk na tipko. Potem ostane približno dve sekundi popolnoma vklopljen in nato šibkeje sveti. Po približno minuti je še vedno videti šibek sijaj. Dejansko LED-lučka tudi po dolgem času ne ugasne popolnoma. Vendar tok potone na tako majhne vrednosti, da nima več nobenega vidnega učinka.

5 Senzor na dotik

Svetilko lahko preklopite s preprostim stikalom. Z ustreznim tranzistorskim vezjem pa je lahko sestavljen tudi senzor na dotik. Dve žici ali kovinski kontakti se ne dotikata neposredno, le dotakniti se ju je treba s prstom.

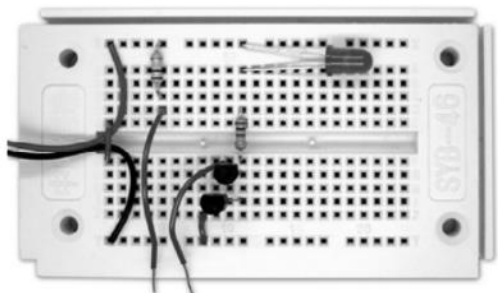
Faktorje ojačitve toka dveh tranzistorjev lahko pomnožimo, če ojačani tok prvega tranzistorja še enkrat ojačamo kot osnovni tok drugega tranzistorja. Vezje na sliki 18 se imenuje tudi Darlingtonovo vezje.



Slika 18: Darlingtonovo vezje

Če ima vsak tranzistor faktor ojačitve 300, ima Darlingtonovo vezje ojačitev 90.000. V takem primeru za vklop LED-lučke zadostuje že osnovni upor 10 MΩ. Za pravi poskus lahko namesto izjemno upora z visoko ohmsko upornostjo uporabite dotični kontakt, npr. dotik s suhim prstom. Dodatni zaščitni upor v dodatni zaščitni upor v

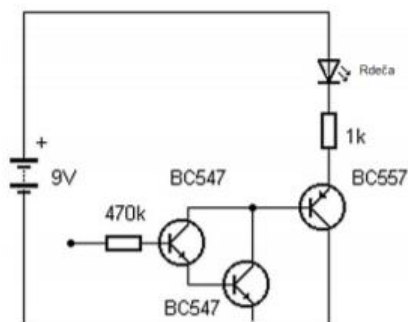
napeljavi do baterije varuje tranzistorje za primer, če dotične kontakte po pomoti neposredno povežete.



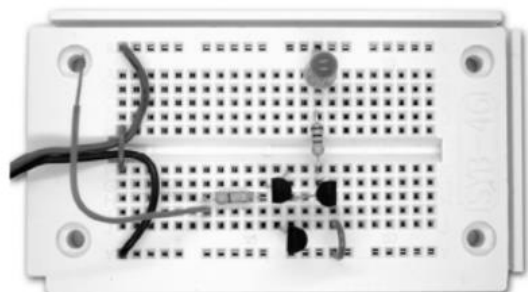
Slika 19: Senzor na dotik

6 Detektor gibanja

To vezje ima na vhodu prvega tranzistorja senzorsko žico. Če se kdorkoli giba v bližini žice, LED-lučka zasveti. Če se človek giba na izolirani podlagi, se naelektri, brez da bi se tega sploh zavedal. Če se nato premakne v bližino prevodnih objektov, elektrostatična sila vodi do zasuka električnega polnjenja, torej do manjšega toka, ki je tukaj zelo ojačan. Darlingtonovo vezje aktivira PNP-tranzistor, tako da ojačitev toka ponovno postane 300-krat večja. Za vidnost rdeče LED-lučke sedaj zadošča že nekaj piko amperov.



Slika 20: Ojačitev s tremi tranzistorji



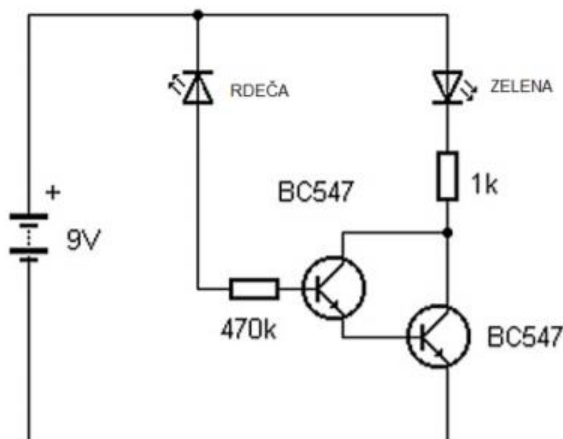
Slika 21: Senzorski ojačevalnik za električna polja

Za prvi preizkus vezja je primerna kratka senzorska žica, dolga 10 cm. Če se nekaj časa gibate na izolirani podlagi, zberete dovolj elektrike, da se, ko približate roko senzorski žički, spremeni svetlost LED-lučke.

Za povečanje občutljivosti vezja, lahko uporabite daljšo senzorsko žičko (golo žico ali izolacijski kabel). Senzor je še bolj učinkovit, če ozemljite minus pol baterije. Zadostuje že, če se neka druga oseba dotakne vezja. V takem primeru senzor zazna gibanje že na razdalji približno pol metra. Utripanje LED-lučke označuje posamezne korake. Pri neposrednem kontaktu z golim koncem žice, je LED-lučka trajno sveti. Navedeno si je mogoče razlagati s 50 Hz izmeničnim poljem v prostoru. Dejstvo je, da LED-lučka ne sveti kontinuirano, temveč utripa s frekvenco 50 Hz.

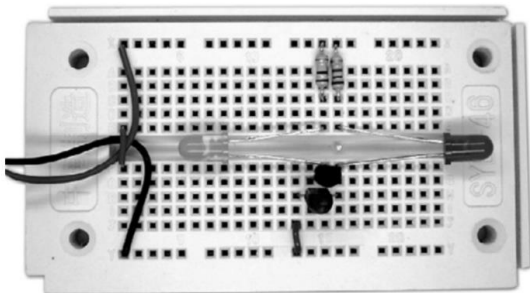
7 LED-lučka kot svetlobni senzor

Ta svetlobni senzor nadzuruje svetlost LED-lučke. Ko na senzor pade svetloba, se ta prižge, ko je tema, ostane izključena. Skozi diodo dejansko ne teče tok, ko je priključena na napetost v obratni smeri. V resnici pa obstaja zelo majhen povratni tok npr. v območju manj nanoamperov, kar je običajno zanemarljivo. Visoka ojačitev Darlingtonovega vezja omogoča eksperimente z izredno majhnimi tokovi. Tudi npr. sam povratni tok diode, ki oddaja svetlobo, je odvisen od osvetlitve. LED je torej tudi fotodiode. Izredno majhen foto tok rdeče LED je ojačan z dvema tranzistorjema, tako da zasveti zelena LED.



Slika 22: Ojačitev zapornega toka LED

V praksi je rdeča LED ob normalni svetlosti okolice že vklopljena. Zasenčenje senzorske LED z roko se odraža v svetlosti prikazane LED.

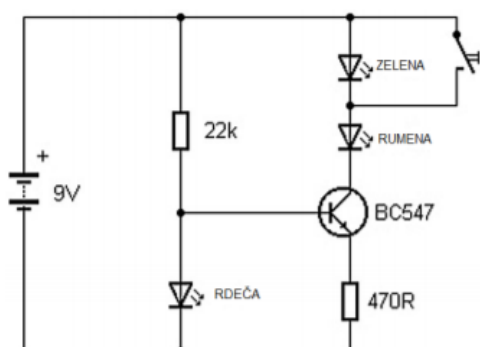


Slika 23: LED svetlobni senzor

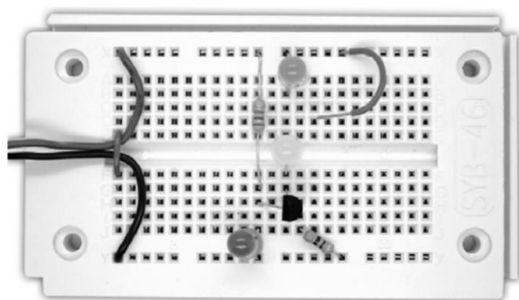
8 Konstantna svetlost

Včasih potrebujete konstanten tok, ki je čim bolj neodvisen od nihanj napetosti. LED-lučka bi torej svetila z enako svetlostjo, tudi če ima baterija že nižjo napetost. Veže na sliki 24 prikazuje preprosto stabilizacijsko vezje. Prižgana rdeča LED-lučka na vhodu stabilizira osnovno napetost na približno 1,8 V. Upor zato določa tok oddajnika in s tem tudi tok kolektorja pribl. 2,5 mA.

LED-diode v kolektorskem vezju ne potrebujejo zaporednega upora, ker tok LED regulira tranzistor. Vir stalnega toka deluje tudi pri različnih obremenitvah. Ne glede na to, ali uporabljate obe LED v kolektorskem krogu ali kratek stik enega od obeh - kolektorski tok ostane enak.



Slika 24: Stabiliziran vir toka



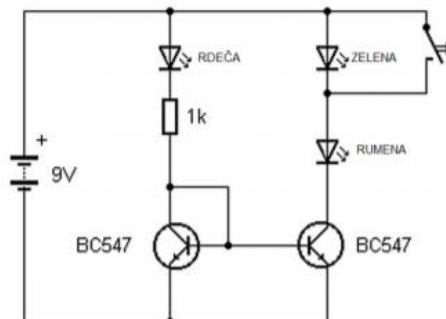
Slika 25: Stabilizacija svetlosti LED

Rezultate lahko preverite z eno novo in eno rabljeno baterijo. Dokler je na voljo preostala napetost, ostane LED skorajda enako svetla. Z zgolj eno LED je lahko napetost baterije nižja kot z dvema LED – v tem primeru mora biti na voljo vsaj še 6 V.

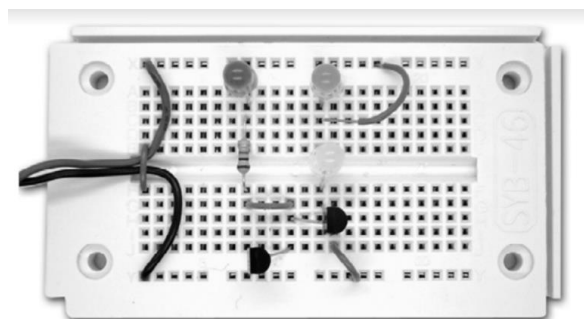
9 Temperaturni senzor

To vezje prikazuje temperaturne razlike v svetlosti LED. Dovolj je, da se s prstom dotaknete temperaturnega senzorja. Veže na sliki 26 prikazuje tako imenovano tokovno ogledalo. Tok skozi upor 1 k Ω se odraža v dveh tranzistorjih in se spet pojavi v skoraj enaki velikosti kot kolektorski tok tranzistorja na desni. Ker sta med seboj povezana na levi podlagi tranzistorja in oddajnika, samodejno zagotavlja napetost oddajnika na osnovi približno 0,6 V, kar vodi v vnaprej določen

kolektorski tok. Teoretično bi moral drugi tranzistor zdaj pokazati enak kolektorski tok s popolnoma enakimi podatki in enako napetostjo osnovnega oddajnika. V praksi pa so običajno manjše razlike. Trenutno tokovno ogledalo je tudi stalni vir toka. Svetlost rumene LED se zato ne spremeni, če obidete zeleno LED.



Slika 26: Tokovno ogledalo



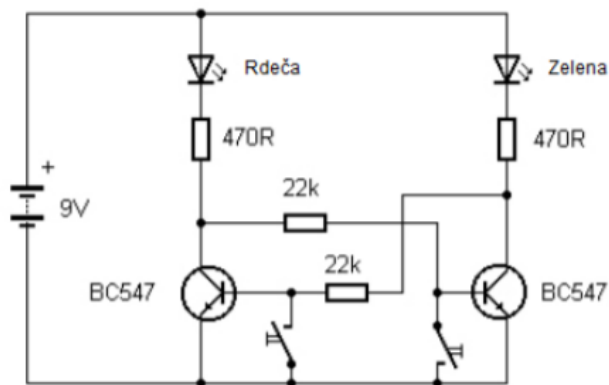
Slika 27: Tranzistor kot temperaturni senzor

Vezje je primerno kot občutljiv temperaturni senzor. Enega izmed tranzistorjev se dotaknete s prstom. Ob tem nastala toplota spremeni izhodni tok, sprememba svetilnosti LED je dobro vidna. Odvisno od tega, katerega od obeh tranzistorjev se dotaknete, lahko povečate ali zmanjšate svetilnost desnih LED. S prstom lahko – odvisno od temperature okolice – dosežete segretje do 10 °C. Še bolj razločna je razlika v svetilnosti, če enega izmed tranzistorjev previdno segrejete s spajkalnikom.

10 Vklon in izklop

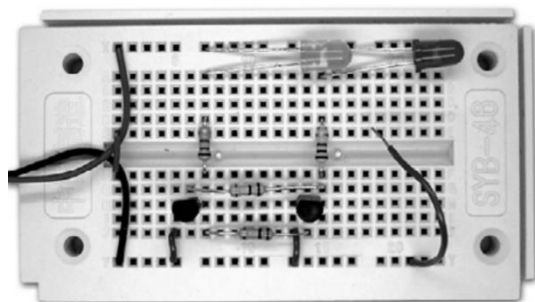
Zdaj gre digitalno: Medtem ko v analognem vezju teče več ali manj toka, je digitalno vezje popolnoma vklopljeno ali popolnoma izklopljeno. Stanji vklopa in izklopa se imenujeta tudi ena in nič. Tu predstavljeno vezje lahko obravnavamo kot osnovni gradnik računalniške tehnologije.

Vezje z dvema stabilnima stanjem se imenuje sprožilno vezje ali flip-flop. LED-lučka je vklopljena ali izklopljena, vendar nikoli "na pol". Slika 28 prikazuje tipično vezje preprostega flip-flopa. Načeloma je vezje sestavljeno iz dveh povezanih ojačevalnih stopenj z zaprto povratno informacijo.



Slika 28: Bistabilni multivibrator (flip-flop)

Vežje se prevesi v enega izmed dveh možnih stanj: če desni tranzistor prevaja tok, je levi blokirana in obratno. Tranzistor, ki prevaja tok, ima majhno napetost kolektorja in zato izklopi osnovni tok drugega tranzistorja. Od tod stikalno stanje ostaja stabilno, dokler se ne spremeni z enim od ključnih stikal.



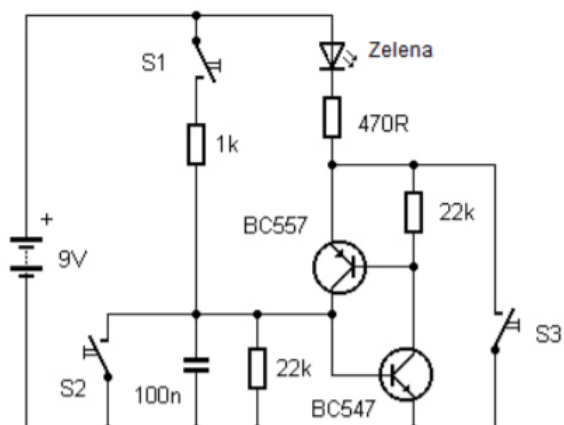
Slika 29: Preklopno vezje

Vklopite obratovnalno napetost. Ugotovili boste, da ena izmed obeh LED sveti. Tega, katera stran bo vklopljena, ni mogoče napovedati. Običajno o tem, na katero stran se prevesi vezje, odloči neenaka ojačitev toka tranzistorjev.

Uporabite žični mostiček za blokado enega izmed tranzistorjev. Ustvarjeno stanje se po odstranitvi mostička ohrani. Stanji sta poimenovani tudi SET (S) in RESET (R), od tu pa tudi izvira ime RS-Flip-flop.

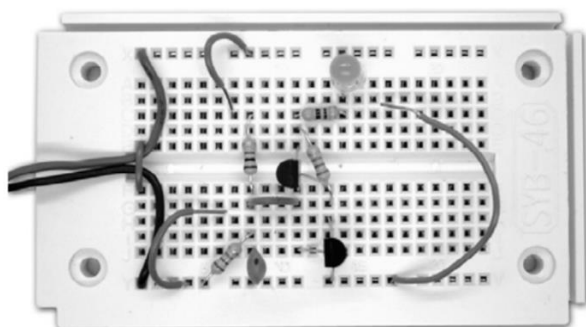
11 Vklop in brisanje

Bistabilno vezje lahko zgradite tudi z NPN- in PNP-tranzistorjem. Tok kolektorja enega tranzistorja, postane hkrati tudi osnovni tok drugega tranzistorja. Tako sta bodisi oba tranzistorja blokirana, bodisi sta oba prevodna. Po vklopu se vezje najprej nahaja v blokiranem stanju. Nežna aktivacija s stikalom S1 pomeni prekop v prevodno stanje. To stanje je sedaj blokirano toliko časa, dokler je na voljo napetost. Tranzistorji se vrnejo nazaj v blokirano stanje zgolj z izklopom osnovne, delovne napetosti.



Slika 30: Prevodnost in blokada

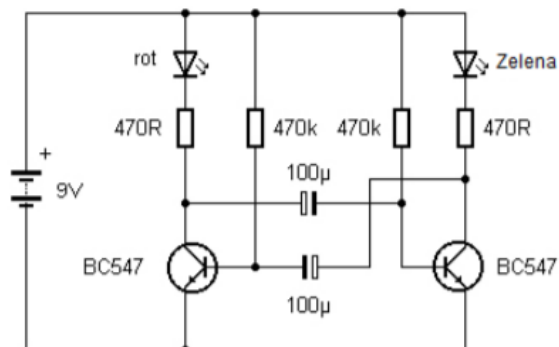
S kratko povezavo S1 se prižge vezje, LED zasveti. Nasprotno lahko s S2 izbrišete prevodno stanje. S3 res vklopi LED, vendar pa istočasno izbriše prevodno stanje tranzistorjev. Po odprtju S3 je LED izklopljena.



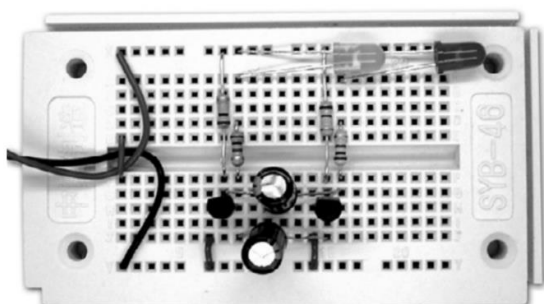
Slika 31: Vklop ali izklop

12 Izmenično utripanje

Ta elektronski utripalnik deluje izmenično: preklapljanje dveh LED poteka samodejno, tako da je ena od obeh vedno vklopljena. Takšno simetrično preklapljanje, kot je prikazano na skici 32, imenujemo tudi »multivibrator«. Povratno delovanje poteka preko dveh kondenzatorjev. Pri elektrolitskih kondenzatorjih je potrebno paziti na polarnost, ker je napetost na posameznih kolektorjih v povprečju višja kot na nasprotni osnovi. Stanje vezja ostane stabilno toliko časa, dokler poteka pretovarjanje kondenzatorjev. Nato se vezje prevesi v drugo stanje. Z dvema elektrolitskima kondenzatorjema 100 μ F je podana zelo majhna frekvenca utripanja z manj kot 5 popolnimi menjavami v eni minuti.



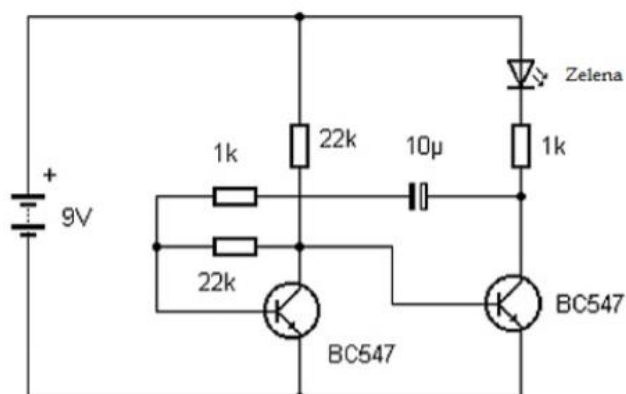
Slika 32: Multivibrator



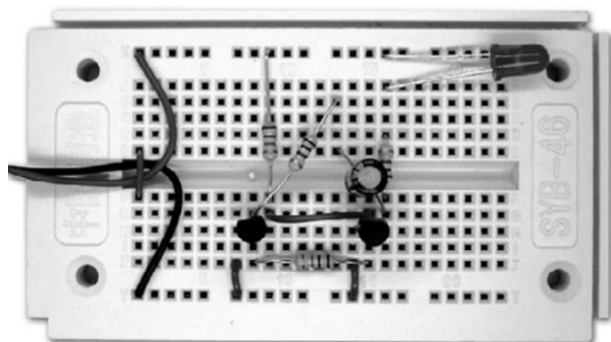
Slika 33: Počasni izmenični utripalnik

13 Enostavni LED-utripalnik

Utripalnik v vozilu običajno krmili zgolj svetilko. Tu je zgrajeno dodatno flip-flop vezje, ki zagotavlja samodejno preklapljanje naprej in nazaj. V vezju je potreben zgolj en kondenzator. Dva tranzistorja v oddajnem vezju tvorita ojačevalnik. Povratno delovanje iz izhoda na vhod poteka preko kondenzatorja, ki se vedno znova samodejno polni in prazni.



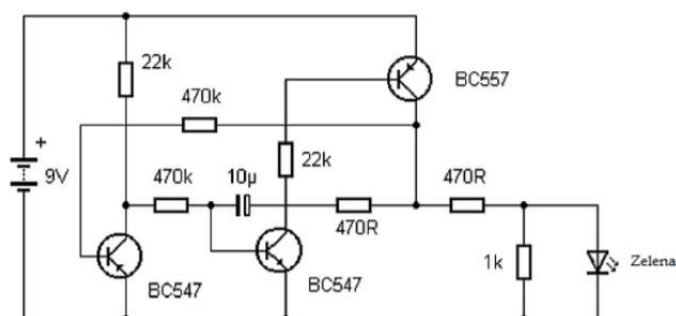
Slika 34: Poenostavljen multivibrator



Slika 35: LED-utripalnik

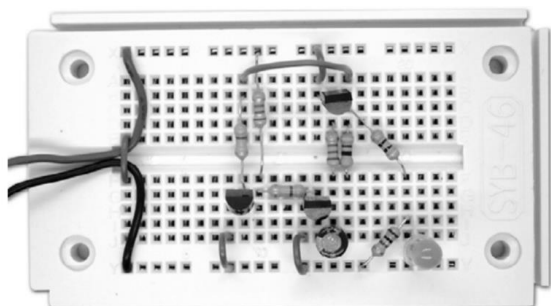
14 LED-bliskavica

To vezje proizvaja redne, kratke bliske svetlobe. Dokler se kondenzator še polni, ostanejo blokirani vsi trije tranzistorji. Napetost na osnovni ploskvi srednjega tranzistorja počasi narašča. Pri napetosti približno 0,6 V prične srednji tranzistor prevajati in dobavljati osnovni tok za PNP-tranzistor. Skupna napetost naraste in vklopi LED. Istočasno elektrolitski kondenzator dobavi močan in kratek osnovni impulzni tok. Levi tranzistor v vezju je namenjen zagotovitvi pravilnega delovanja vezja. Rezultat je približno en svetlobni blisk na sekundo.



Slika 36: Vezje za utripajoče lučke

Iz vezja odstranite 1 k Ω upor, ki je vzporeden z LED: Premor med svetlobnimi bliski se občutno podaljša. Levi tranzistor blokira zgolj, ko je elektrolitski kondenzator popolnoma izpraznjen. Napetost kolektorja šele potem počasi narašča ter tako omogoči nov impulz.

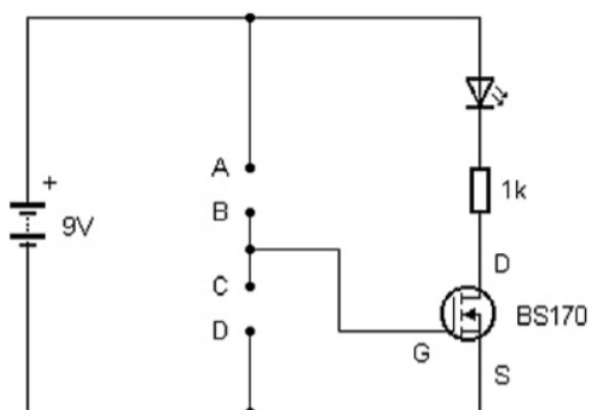


Slika 37: LED-bliskavica

15 Senzor na dotik MOSFET

To vezje s tranzistorjem MOSFET BS170 (kovinsko oksidni polprevodni tranzistor s poljskim učinkom, ang. metal oxide semiconductor field-effect transistor) upravlja LED z dvema paroma kontaktov, ki ju lahko neposredno povežete ali pa se ju dotaknete s prstom. Po kratki povezavi se vsakokratno stanje dlje časa obdrži.

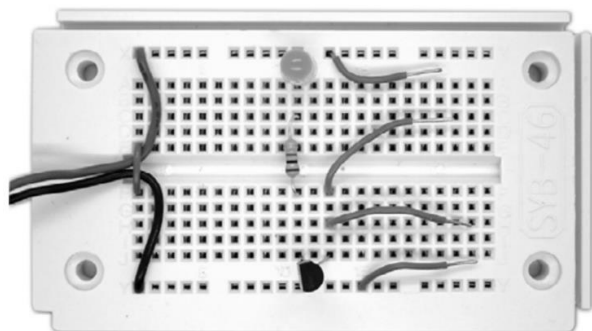
NPN-tranzistor je bil predstavljen v okviru prvega poskusa z enostavnim osnovnim vezjem. Tok kolektorja omogoča dotok osnovnega toka. Podoben poskus z tranzistorjem MOSFET BS170 kaže na popolnoma drugačne lastnosti. Tranzistor MOSFET ima tri terminale: Gate (G), Source (S) in Drain (D). Tokrat krmilni tok ni odvisen od vhodnega toka, temveč od napetosti med terminaloma Gate in Source. Če je napetost pozitivna in znaša okoli 2 V ali več, tranzistor prevaja. Terminal Gate je popolnoma izoliran in tvori majhen kondenzator s približno 60 pF. Ko je napolnjen, napetost obstoji dlje časa.



Slika 38: Osnovno vezje tranzistorja MOSFET

Na kratko povežite terminala A in B za polnjenje terminala Gate. LED se prižge in sveti. Povežite kontakta C in D za izpraznjenje terminala Gate in izklop LED. Vsako od teh dveh možnih stanj traja relativno dolgo časa. Poskus kaže osnovni način delovanja dinamične enote za shranjevanje, ki tudi shranjuje električni naboj, ki ponazarja enojno ali ničelno stanje. Hkrati je vezje tudi preprosto dotično stikalo, ki ima ob stiku kontaktov A in B oziroma C in D enak učinek kot neposredni stik.

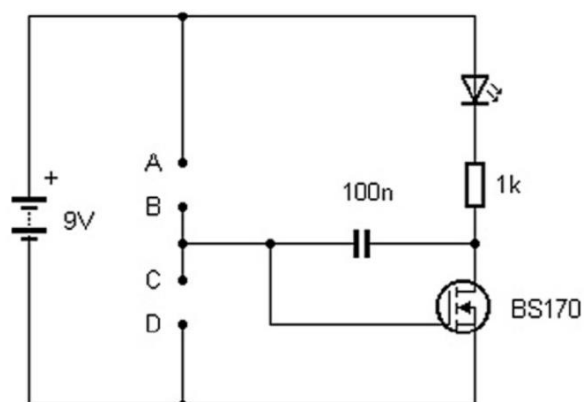
Vendar pozor! Napetost terminala Gate, višja od 20 V, ni dovoljena in lahko vodi do uničenja tranzistorjev. V ta namen je potrebna previdnost v zvezi z elektrostatičnim nabojem. Vedno se najprej dotaknite terminala za delovno napetost za odvrnitev eventualnega naboja. Posebna nevarnost za tranzistor obstoji, če se dve osebi dotakneta istega tokokroga. Ker sta lahko različno naelektreni, lahko pride do popolnega izpraznjenja in s tem uničenja tranzistorjev.



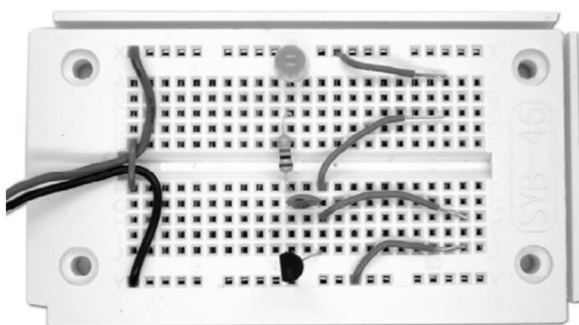
Slika 39: Polnjenje in praznjenje terminala »Gate«

16 Zatemnilni senzor

Z dodatnim kondenzatorjem med terminaloma Gate in Drain se ohranijo tudi vmesne stopnje med popolnim vklopom in popolnim izklopom. Ko napetost na terminalu Gate upade, tudi tok na terminalu Drain postane manjši in s tem upade napetost na LED in preduporu. Napetost na terminalu Drain prav tako naraste. To je mogoče zgolj, ko je kondenzator napolnjen. Vsaka sprememba napetosti na terminalu Drain, nasprotuje spremembi napetosti na terminalu Gate. Pri majhnem vhodnem toku se svetlost LED le počasi spreminja. Z dotikom kontaktov A in B postane LED svetlejša. Če jo želite potemniti, morate medsebojno združiti kontakta C in D. Reakcija na dotik je različno hitra. Osvetljevanje zaradi višje polnilne napetosti poteka hitreje kot zatemnjevanje.



Slika 40: Zatemnilnik na dotik

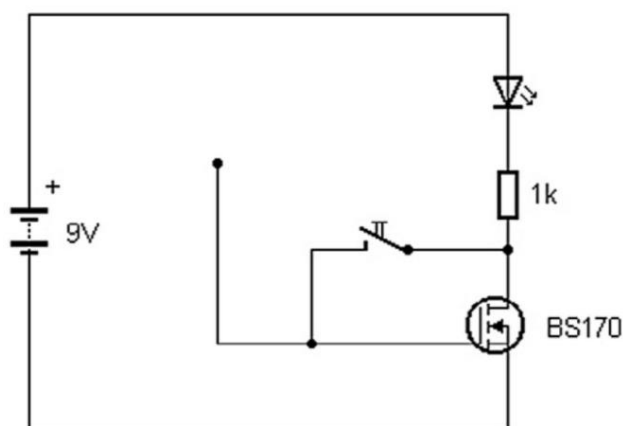


Slika 41: Nastavljiva svetlost

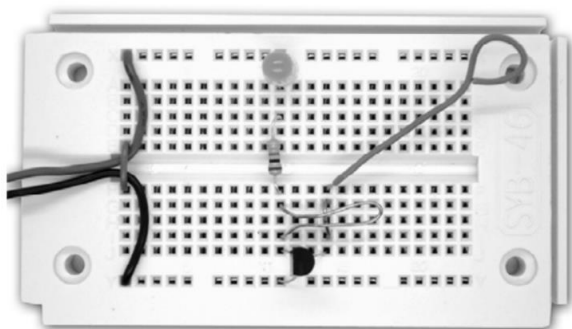
17 Elektrometer

Elektrometer je merilna naprava za odkrivanje majhnih električnih nabojev. Električno nabiti predmeti ali osebe so obdani z električnim poljem, ki lahko s pomočjo influence polni izolirane predmete v okolici. Navedeno med drugim nastopi pri izoliranih vratih Gate BS170. Izolirana žica je priključena na vhod vezja. Električna napetost v okolici pa vpliva na svetlost LED. Plastično ravnilo lahko npr. podrgnete ob oblačilo in ga zadržite blizu tokokroga. Pri tem upoštevajte varnostno razdaljo (pribl. 10 cm), da ne bi prišlo do poškodb tranzistorja MOSFET.

Začetno stanje po vklopu je nedoločeno, tranzistor je lahko popolnoma blokiran ali popolnoma prevoden. V obeh primerih majhne razlike v napetosti na terminalu Gate nimajo učinka. Zato je na voljo stikalo za zagon, s katerim lahko povežete terminala Gate in Drain. Napetost na terminalu Gate se prilagodi sredinskemu območju (približno 2 V).



Slika 42: Elektrometer

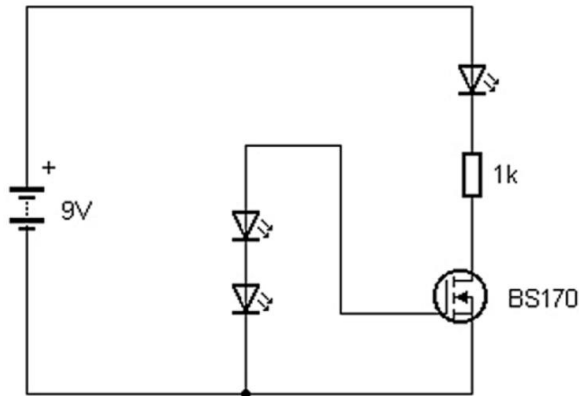


Slika 43: Odkrivanje električnih nabojev

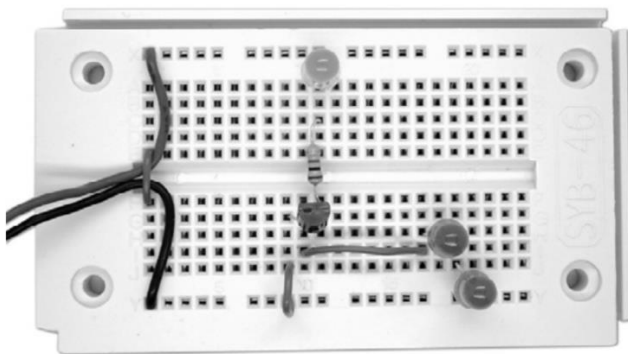
18 LED kot fotoelementi

Ta poizkus prinaša nadaljnje možnosti za izgradnjo enostavnega svetlobnega sensorja. Tokrat uporabite BS170. Dve LED služita kot svetlobna sensorja. Pod poglavjem 7 je LED uporabljena kot svetlobni sensor z dvema NPN-tranzistorjema v vezju Darlington. Zahvaljujoč njeni skorajda brezkončni vhodni upornosti, posamezni tranzistor MOSFET opravlja enake naloge sam. Vendar sedaj potrebujete dve LED

kot svetlobna senzorja. LED se uporabljajo kot fotovoltaične celice, ki lahko oddajajo napetost. BS170 prevodnost se prične ob napetosti približno 2 V na terminalu Gate. Dve LED lahko pri zadostni osvetlitvi tvorita zadostno napetost. Učinek je viden že ob rahlem porastu svetlobe. Eksperimentirate lahko tudi z različnimi LED. Zelena LED dobavlja nekoliko več napetosti kot rdeča.



Skica 44: LED kot fotoelementi

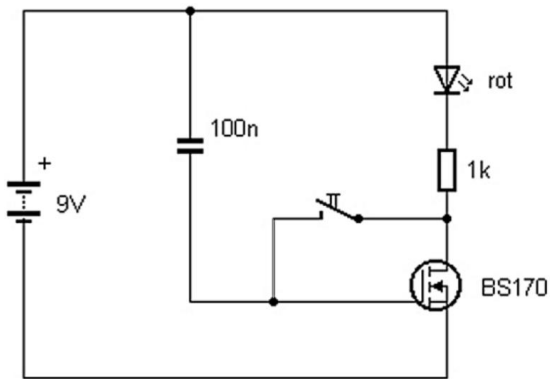


Skica 45: Svetlobni senzor

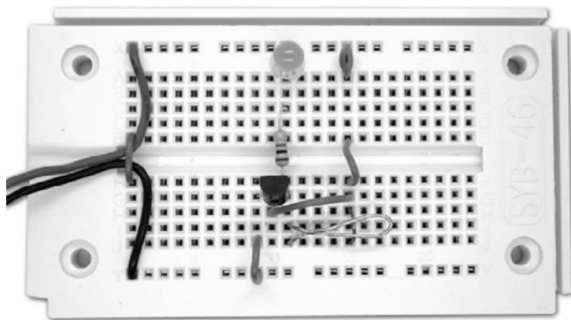
19 Kondenzatorski temperaturni senzor

Keramični kondenzator s 100 nF lahko uporabite kot temperaturni senzor. Takšen kondenzator ima velik temperaturni koeficient. Kapaciteta se s segrevanjem zmanjšuje. V tem poskusu mora biti stikalo zaprto in nato zopet odprto. Napetost na terminalu Gate se samodejno prilagaja mejni napetosti, ki znaša pribl. 2 V; LED sveti. Na 100 nF kondenzatorju ostaja napetost približno 7 V.

Kondenzatorja se sedaj rahlo dotaknite s prstom, kar vodi do zvišanja temperature. Napolnjenost kondenzatorja ostane konstantna. Ko se kapaciteta zmanjša, napetost kondenzatorja naraste. To vodi do nizke napetosti na terminalu Gate in posledično do manjšega toka na terminalu Drain. Že rahel dotik zadostuje za občutno šibkejše svetenje LED. Tokokrog reagira na majhne temperaturne spremembe občutljivejše kot tranzistorsko vezje pod 9. poglavjem. Takoj ko se kondenzatorski senzor ohladi, se prvotna LED-svetlost vrne.



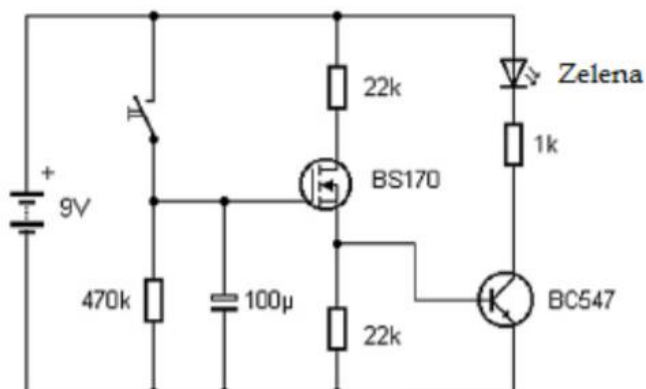
Skica 46: Vrednotenje napetosti kondenzatorja



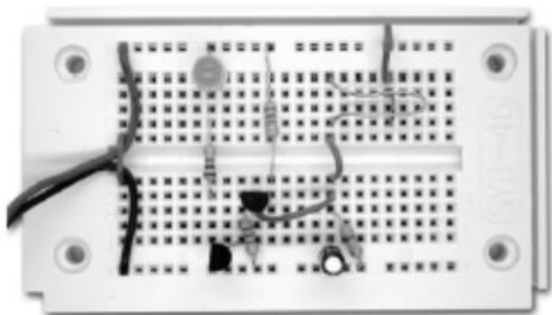
Skica 47: Temperaturni senzor

20 Minutna svetloba

Svetloba se vklopi s pritiskom na stikalo in ostane prižgana približno eno minuto. Preklapljanje med svetlobo in temo je enostavno, vendar relativno hitro. S pritiskom na stikalo je elektrolitski kondenzator napolnjen z 9 V. Njegovo izpraznjenje poteka preko 470 k Ω upora. Dokler je napetost na terminalu Gate večja od 2,6 V, FET prevaja in dobavlja osnovni tok za NPN tranzistor. LED se vklopi. Če vhodna napetost upade, je prevodnost FET šibkejša. Takoj ko je osnovna napetost NPN-tranzistorja nižja od 2,6 V in postane dotok kolektorskega toka neznaten, tudi LED ugasne.



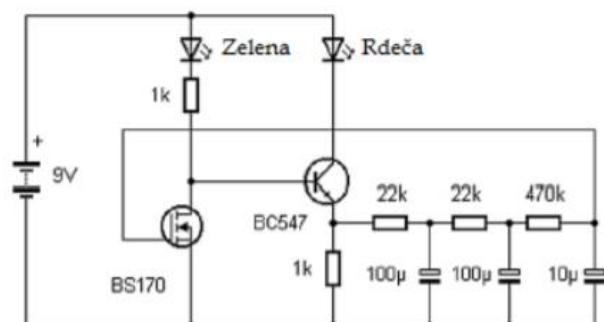
Skica 48: Počasno praznjenje kondenzatorja



Skica 49: Minutna svetloba

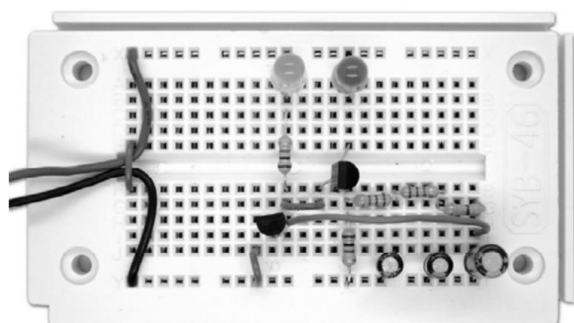
21 Utripalka

LED-utripalka z mehko naraščajočo in upadajočo svetlobo lahko ob primerni frekvenci prispeva k sproščanju opazovalca. Svetlost sledi sinusnemu signalu. To vezje aktivira dve LED točno v nasprotnih fazah. Svetloba se zato kontinuirano spreminja z gladkimi prehodi med rdečo in zeleno LED-svetlobo.



Skica 50: Fazni oscilator

Na začetku so elektrolitski kondenzatorji še izpraznjeni. BS170 blokira, NPN-tranzistor pa prevaja. Sprva sveti zgolj rdeča LED, nato skuša vezje preklopiti na povprečni tok. Pri tem pa proizvaja sinusni signal, pri katerem prevaja enkrat eden in drugič drugi tranzistor.



Skica 51: Utripalka

Skladnost



Spoštovane stranke!

Ta izdelek je bil izdelan v skladu z veljavnimi evropskimi direktivami in ima zato oznako CE. Predvidena uporaba je opisana v priloženih navodilih.

Pri kateri koli drugi uporabi ali spremembi izdelka ste sami odgovorni za skladnost z veljavnimi pravili. Zato vezja nastavite natančno tako, kot je opisano v navodilih. Izdelek lahko predate samo skupaj s temi navodili.

Odstranjevanje



Simbol prečrtanega smetnjaka na kolesih pomeni, da je treba ta izdelek reciklirati ločeno od gospodinjskih odpadkov kot elektronske odpadke. Pri vašem lokalnem organu lahko izveste, kje je najbližje brezplačno zbirno mesto.

Varnostni napotki

Nevarnost! Zaščita za oči in LED:

Ne glejte neposredno v LED-luči z majhne razdalje, saj lahko neposreden pogled poškoduje mrežnico! To še posebej velja za svetleče diode LED v prozornem ohišju in še posebej za LED-diode z napajanjem. Z belimi, modrimi, vijoličnimi in ultravijoličnimi LED-diodami navidezna svetlost daje lažen vtis resnične nevarnosti za vaše oči. Posebna previdnost je potrebna pri uporabi konvergenčnih leč. Uporabljajte LED, kot je predvideno v navodilih, vendar ne z večjimi tokovi.

Izdelek lahko uporabljajo otroci, starejši od 8 let, in osebe z zmanjšanimi fizičnimi, senzoričnimi ali umskimi sposobnostmi ali s premalo izkušenj in znanja, če jih pri uporabi nadzira oseba, ki je zadolžena za njihovo varnost, ali so prejele navodila za varno uporabo in razumejo z njimi povezane nevarnosti.

Izdelek in njena priključna vrvica ne smeta biti na dosegu otrok, mlajših od 8 let.

Otroci ne smejo izvajati čiščenja in vzdrževanja izdelka, razen če so starejši od 8 let in pod nadzorom.

Bibliografske informacije iz nemške knjižnice

Nemška knjižnica to objavo uvršča v nemško nacionalno bibliografijo; podrobni podatki so na voljo na internetu na naslovu <http://dnb.ddb.de>

Vsa vezja in programi, predstavljeni v tej knjigi, so bili razviti, preverjeni in preizkušeni z največjo možno skrbnostjo. Kljub temu napak v knjigi in programski opremi ni mogoče popolnoma izključiti. Založnik in avtor odgovarjata v primeru naklepa ali hude malomarnosti v skladu z zakonskimi določbami. V nasprotnem primeru sta založnik in avtor po zakonu o odgovornosti za izdelke odgovorna le za poškodbe življenja, okončin ali zdravja ali za krivdno kršitev bistvenih pogodbenih obveznosti. Odškodninski zahtevek za kršitev bistvenih pogodbenih obveznosti je omejen na pogodbeno tipično, predvidljivo škodo, razen če ni primera obvezne odgovornosti po zakonu o odgovornosti za izdelke.

© 2020 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar bei München

www.franzis.de

Avtor: Burkhard Kainka

Umetnost in oblikovanje, postavitev : www.ideehoch2.de

GTIN 4019631150745

Izdelano v imenu Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau



Conrad Electronic d.o.o. k.d.
Ljubljanska c. 66, 1290 Grosuplje
Faks: 01/78 11 250
Telefon: 01/78 11 248
www.conrad.si, info@conrad.si

GARANCIJSKI LIST

Izdelek: **Učni paket za elektroniko FRANZIS 15074**
Kat. št.: **22 90 141**

Garancijska izjava:

Dajalec garancije Conrad Electronic d.o.o.k.d., jamči za kakovost oziroma brezhibno delovanje v garancijskem roku, ki začne teči z izročitvijo blaga potrošniku. **Garancija velja na območju Republike Slovenije. Garancija za izdelek je 1 leto.**

Izdelek, ki bo poslan v reklamacijo, vam bomo najkasneje v skupnem roku 45 dni vrnili popravljene ali ga zamenjali z enakim novim in brezhibnim izdelkom. Okvare zaradi neupoštevanja priloženih navodil, nepravilne uporabe, malomarnega ravnanja z izdelkom in mehanske poškodbe so izvzete iz garancijskih pogojev. **Garancija ne izključuje pravic potrošnika, ki izhajajo iz odgovornosti prodajalca za napake na blagu.**

Vzdrževanje, nadomestne dele in priklopne aparate proizvajalec zagotavlja še 3 leta po preteku garancije.

Servisiranje izvaja družba CONRAD ELECTRONIC SE, Klaus-Conrad-Strasse 1, 92240 Hirschau, Nemčija.

Pokvarjen izdelek pošljete na naslov: Conrad Electronic d.o.o. k.d., Ljubljanska cesta 66, 1290 Grosuplje, skupaj z računom in izpolnjenim garancijskim listom.

Prodajalec:

Datum izročitve blaga in žig prodajalca:

Garancija velja od dneva izročitve izdelka, kar kupec dokaže s priloženim, pravilno izpolnjenim garancijskim listom.