



## UČNI PAKET ZA ELEKTRONIKO CONRAD BASIC

Št. izdelka: 192296

## KAZALO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | UVOD.....                               | 3  |
| 1.1 | Preizkusna plošča.....                  | 3  |
| 1.2 | Baterija .....                          | 4  |
| 1.3 | Svetilne diode .....                    | 5  |
| 1.4 | Upori.....                              | 5  |
| 1.5 | NPN tranzistorji .....                  | 6  |
| 1.6 | PNP tranzistorji .....                  | 7  |
| 1.7 | MOSFET.....                             | 7  |
| 1.8 | Kondenzatorji .....                     | 8  |
| 1.9 | Elektrolitski kondenzatorji.....        | 8  |
| 2   | OJAČANJE TOKA .....                     | 9  |
| 3   | ZAMENJANA PLUS IN MINUS .....           | 10 |
| 4   | KRMILJENJE.....                         | 11 |
| 5   | SENZOR DOTIKA.....                      | 12 |
| 6   | DETEKTOR GIBANJA .....                  | 13 |
| 7   | LED KOT SVETLOBNI SENZOR .....          | 14 |
| 8   | STALNA SVETLOST .....                   | 15 |
| 9   | SENZOR TEMPERATURE.....                 | 16 |
| 10  | VKLOP IN IZKLOP.....                    | 17 |
| 11  | VŽIG IN UGASNITEV .....                 | 18 |
| 12  | NASPROTNI SMERNIK.....                  | 19 |
| 13  | PREPROST LED SMERNIK.....               | 20 |
| 14  | LED BLISKOVKA .....                     | 21 |
| 15  | MOSFET TOUCH SENZOR.....                | 22 |
| 16  | ZATEMNILNIK .....                       | 23 |
| 17  | ELEKTROMETER.....                       | 24 |
| 18  | SVETILNE DIODE KOT FOTO ELEMENTI .....  | 25 |
| 19  | KONDENZATORSKI SENZOR TEMPERATURE ..... | 26 |
| 20  | MINUTNA SVETLOBA .....                  | 27 |
| 21  | MEHKI SMERNIK .....                     | 28 |

# 1 UVOD

Od iznajdbe tranzistorja elektronika napreduje. Danes smo obdani z napravami, čigar vgrajena vezja vsebujejo veliko milijonov tranzistorjev. Istočasno pa ve vedno manj ljudi, kako posamezen tranzistor dejansko deluje. Razdalja med uporabo in razumevanjem elektronike se stalno povečuje. Pri tem je čisto preprosto: vzamemo nekaj tranzistorjev in izvedemo malo preprostih eksperimentov – in že se odpre neskončno veliko možnosti. Veliko nalog se da rešiti z vezji tranzistorjev. Bodite torej ustvarjalni!

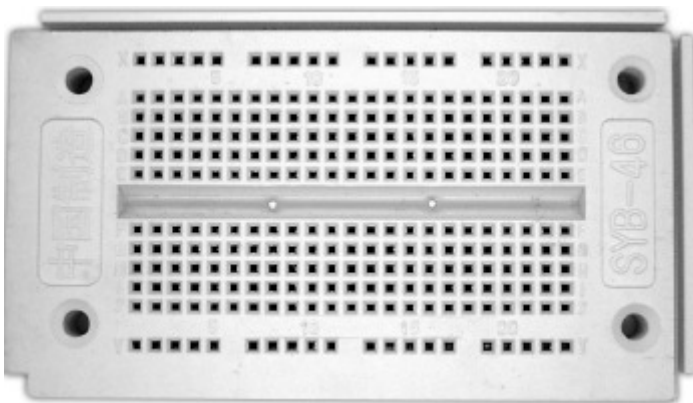
Tranzistor je gradbeni del s tremi priključki in služi za upravljanje električnega toka. Na količino toka vpliva krmilni priključek. Bistveno obstajata samo dve vrsti tranzistorjev.

Bipolarni tranzistorji so narejeni iz slojev z N in P polprevodniškim materialom. Glede na vrstni red plasti obstajajo NPN tranzistorji (npr. BC547) in PNP tranzistorji (npr. BC557). Enopolarni tranzistorji pa so sestavljeni samo z polprevodniškim kanalom, čigar prevodnost bo spremenjena z električnim poljem. Zaradi tega jih imenujemo tudi tranzistorji učinka polja (FET). Tipičen predstavnik je MOSFET BS170.

Ta učni paket vam olajša vstop v elektroniko. Najprej bodo predstavljeni gradbeni elementi. Posamezni poskusi bodo izvedeni na preizkusni plošči. Za vsak poskus obstaja vezalni načrt in slika izgradnje. Sliko vsakokrat razumite samo kot predlog. Gradbene elemente lahko razporedite tudi drugače. Priključne žice posameznih gradbenih delov so bile zaradi boljšega pregleda za slike delno skrajšane. Vi pa priključnih žic ne krajšajte, da lahko izvedete še nadaljnje poskuse.

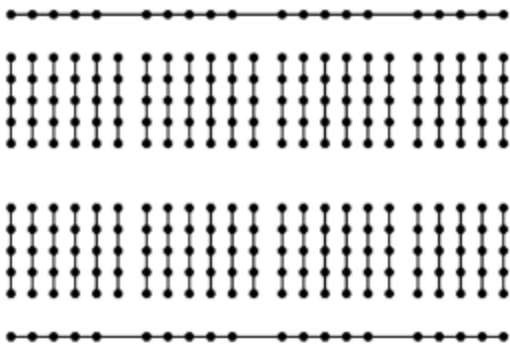
## 1.1 Preizkusna plošča

Vsi poskusi bodo narejeni na eni laboratorijski eksperimentalni plošči. Stično polje s skupno 270 kontakti v 2,54 mm rasterju skrbi za varne povezave gradbenih delov.



Slika 1: preizkusna plošča

Preizkusna plošča ima v srednjem območju 230 kontaktov, ki so skozi vertikalne proge s 5 kontakti prevodno povezani. Dodatno je na robu 40 kontaktov za napajanje, ki so sestavljeni iz dveh vodoravnih kontaktnih vzmeti z 20 kontakti. Stično polje s tem razpolaga z dvema neodvisnima oskrbovalnima zbiralkama. Slika 2 prikazuje vse notranje povezave. Vi prepoznate kratke kontaktne vrste v sredinskem polju in dolgo oskrbovalno zbiralko na robu.



Slika 2: notranje kontaktne vrste

Vstavitve gradbenih delov zahteva relativno veliko moči. Priključne žice se zaradi tega zlahka prelomijo. Pomembno je, da boste žice vstavili natančno od zgoraj. Pri tem je v pomoč pinceta ali majhne kleščice. Žico dajte nad preizkusno ploščo in jo potisnite navpično navzdol. Tako lahko ustavite tudi občutljive priključne žice, kot so občutljivi konci sponke baterije.

Za poskuse potrebujete dolge in kratke konce žic, ki jih morate odrezati ustrezno s priložene stikalne žice. Za odstranitev izolacije z koncev žic se je v praksi dokazalo, da z ostrim nožem zarežete okoli v izolacijo.

## 1.2 Baterija

Sledeč pregled vam prikazuje gradbene dele v realnem izgledu in kot simbole vezave, kot bodo uporabljeni na vezalnih načrtih. Namesto baterije lahko uporabite tudi npr. napajalnik.

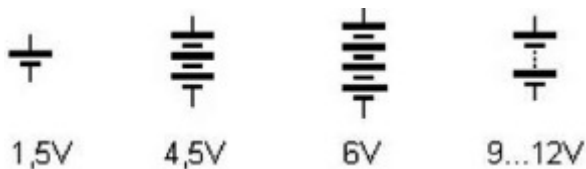


Slika 3: baterija in njen simbol vezave

Ne uporabite alkalnih baterij in akumulatorjev, temveč uporabite samo preproste cinkovo-ogljikove baterije. Alkalna baterija sicer nakazuje na daljšo življenjsko dobo, vendar pa v primeru napake, npr. pri kratkem stiku, posreduje tako kot akumulator zelo visoke toke do nad 5A, ki lahko tanke žice ali baterijo močno segrejejo. Tok kratkega stika cinkovo-ogljikove baterije je večinoma manjši od 1A. S tem so lahko sicer uničeni občutljivi gradbeni deli, vendar pa nevarnost gorenja ne obstaja.

Priložena sponka baterije ima priključni kabel z upogljivo pramenko. Konci kablov so goli in pocinkani. S tem so dovolj močni, da jih vtaknete v kontakte stične plošče. Vendar pa lahko zaradi pogostega vtikanja izgubijo svojo obliko. Zaradi tega se priporoča, da priključke baterije vedno pustite priključene in odstranite samo sponko z baterije.

Ena sama cinkovo-ogljikova ali alkalna celica ima električno napetost 1,5V. V eni bateriji je več celic zaporedoma vezanih. Simboli vezave ustrezno prikazuje število celic v bateriji. Pri višjih napetostih je običajno, da se srednje celice označijo z črtkano črto.



Slika 4: simboli vezave za različne baterije

### 1.3 Svetilne diode

Učni paket vsebuje eno zeleno in eno rumeno svetilno diodo (LED). Pri vseh svetilnih diodah morate upoštevati polarnost. Negativni priključek se imenuje katoda in leži na krajši priključni žici. Pozitiven priključek je anoda. V notranjosti svetilne diode prepoznate držalo v obliki keliha za LED kristal, ki leži na katodi. Priključek anode je povezan s kratko tanko žičko s kontaktom na zgornji strani kristala.



Slika 5: svetilna dioda

### 1.4 Upori

Upori v učnem paketu so ogljikovi upori s tolerancami  $\pm 5\%$ . Uporovni material je nanesen na keramično palico in prevlečen z zaščitno plastjo. Označitev sledi v obliki barvnih obročev. Poleg vrednosti upora je naveden tudi razred natančnosti.



Slika 6: upor

Upornosti s toleranco  $\pm 5\%$  so v vrednostih vrste E24, pri čemer je vsaka dekada 24 vrednosti enakomerno oddaljena od sosednje vrednosti.

|     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 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 uporov po vrsti standarda E24

Barvna koda bo razbrana z obroča, kateri leži bliže na robu upora. Prva dva obroča sta za dve številki, tretji obroč za množitelja vrednosti upornosti v Ohmih. Četrty obroč poda toleranco.

| Barva     | Obroč 1<br>1. številka | Obroč 2<br>2. številka | Obroč 3<br>Množitelj | Obroč 4<br>Toleranca |
|-----------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 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%                  |

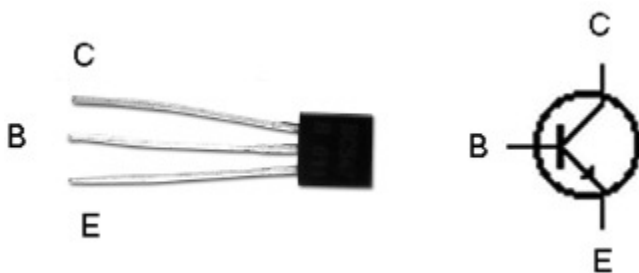
Tabela 2: barvna koda upora

Upor z rumenim, vijoličnim, rjavim in zlatim obročem ima vrednost 470 Ohmov pri toleranci 5%. V učnem paketu se vsakokrat nahajata dva upora za sledeče vrednosti:

470Ω rumen vijoličen, rjav  
1kΩ rjav, črn, rdeč  
22kΩ rdeč, rdeč, oranžen  
470kΩ rumen, vijoličen, rumen

### 1.5 NPN tranzistorji

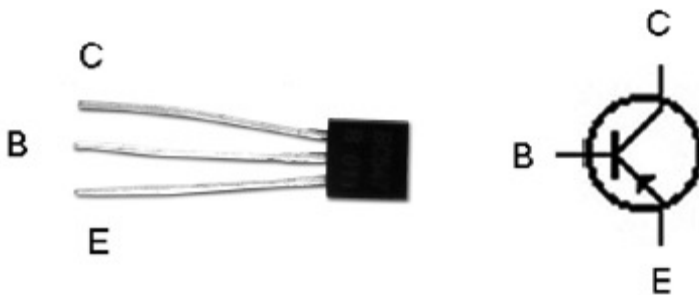
Tranzistorji so gradbeni elementi za ojačanje manjših tokov. Učni paket vsebuje dva silicijeva NPN tranzistorja BC547B. Priključki tranzistorja se imenujejo sevalnik (E), baza (B) in kolektor (C). Priključek baze je na sredini. Sevalnik leži desno, če gledate na napis in so priključki obrnjeni navzdol.



Slika 7: NPN tranzistor BC547

## 1.6 PNP tranzistorji

PNP tranzistor BC557B ima isto zaporedje priključkov in se od NPN tranzistorja razlikuje samo v polarnosti. V simbolu vezave kaže puščica sevalnika navznoter.



Slika 8: PNP tranzistor BC557

## 1.7 MOSFET

Tudi tranzistor MOSFET BS170 na zunaj ne zglada drugače kot bipolaren tranzistor. Prepoznate ga lahko samo po napisu. Priključki tranzistorja se imenujejo Source (S) = vir, Gate (G) = vrata in Drain (D) = kanal. Priključek Source leži desno, če gledate na napis in priključki kažejo navznoter.



Slika 9: MOSFET tranzistor BS170

## 1.8 Kondenzatorji

Pomemben gradbeni del v elektroniki je kondenzator. Kondenzator je sestavljen iz dveh kovinskih ploskev in ene izolacijske plasti. Pri prisotnosti električne napetosti se med ploščama kondenzatorja naredi električno polje sil, v katerem je shranjena energija. Kondenzator z veliko površino ploskve in majhno razdaljo plošče ima visoko kapaciteto. Torej pri dani napetosti shrani veliko polnjenja. Kapaciteta kondenzatorja je merjena v Faradih (F).

Izolirni material poveča kapaciteto v primerjavi z zračno izolacijo. Keramični kondenzatorji imajo poseben keramičen material, z katerim dosežete večje kapacitete pri majhni obliki izdelave. Učni paket vsebuje keramičen kondenzator z 10nF (napis 103, 10000pF) in dva z 100nF (napis 104, 100000pF).



Slika 10: keramičen kondenzator

## 1.9 Elektrolitski kondenzatorji

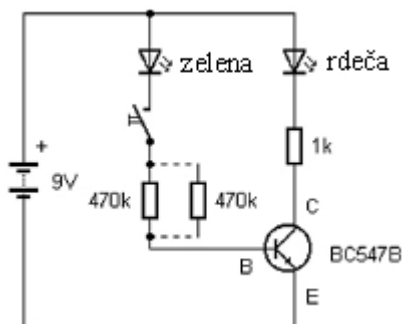
Večje kapacitete dosežete z elektrolitskimi kondenzatorji (ELKO). Tukaj je izolacija sestavljena iz zelo tanke plasti aluminijevega oksida. Elektrolitski kondenzator vsebuje tekoč elektrolit in navite aluminijeve folije z veliko površino. Napetost lahko dodate samo v eni smeri. V napačni smeri teče prečni tok in postopoma razgradi izolacijsko plast, kar vodi k uničenju gradbenega dela. Negativni pol je označen z belo črto ima krajšo priključno žico. Učni paket vsebuje en ELKO z 10 $\mu$ F in dva ELKO s 100 $\mu$ F.



Slika 11: elektrolitski kondenzator

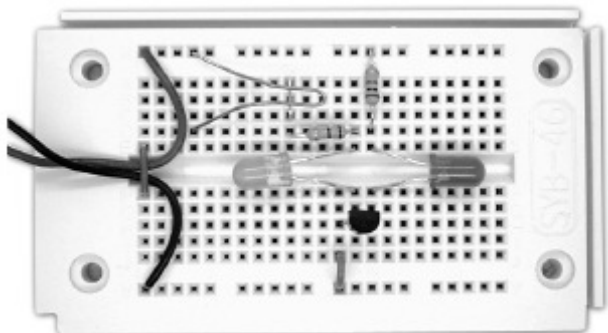
## 2 OJAČANJE TOKA

Vezje po sliki 12 prikazuje osnovno delovanje NPN tranzistorja. Obstajata dva električna kroga. V krmilnem električnem krogu teče manjši osnovni tok, v obremenilnem električnem krogu večji zbiralni tok. Oba toka skupaj tečeta skozi sevalnik. Ker sevalnik tukaj leži na skupni navezni točki, imenujemo to vezje tudi vezje sevalnika. Takoj, ko bo osnovni električni krog odprt, tudi ne teče več obremenilni tok. Osnovni tok je zelo veliko manjši od zbiralnega toka. Majhen osnovni tok bo torej ojačan k večjemu zbiralnemu toku. Osnovni upor je 470x večji kot predupor v obremenilnem električnem krogu. Majhen osnovni tok je prepoznaven na nizki svetlosti zelene LED. Tranzistor BC547B ojača osnovni tok približno 300x tako, da rdeča LED bolj sveti kot zelena LED.



Slika 12: NPN tranzistor v vezju sevalnika

Priključite drug 470k $\Omega$  upor vzporedno k prisotnem osnovnem uporu. Z tem narašča osnovni tok in tudi zbiralni tok bo večji. Tranzistor je sedaj popolnoma preklopljen, t.j. tudi večji osnovni tok ne more več povečati zbiralnega toka. Pri vzporedni vezavi 2k $\Omega$  upora, rdeča LED ne bo več svetlejša. Tranzistor deluje sedaj kot stikalo. Med kolektorjem in sevalnikom leži samo še zelo majhen padec napetosti približno 0,1V. Zbiralni tok je že omejen s porabnikom in ne more več naraščati. Med bazo in sevalnikom najdete 0,6V napetost, ki se pri spremembi toka samo zelo malo spremeni.

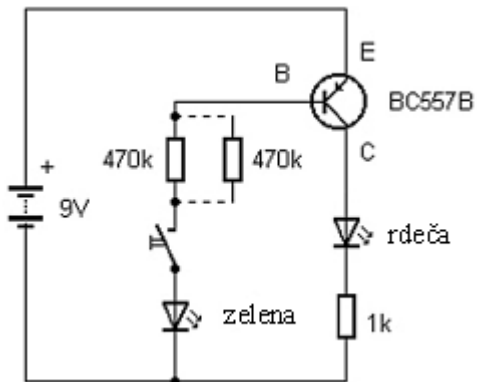


Slika 13: ojačanje toka

LED služijo za prikaz tokov. Rdeča LED sveti svetlo, zelena komaj da sveti. Samo v popolnoma zatemnjenem prostoru prepoznate osnovni tok kot šibko svetenje zelene LED. Razlika je napotek na veliko ojačanje toka.

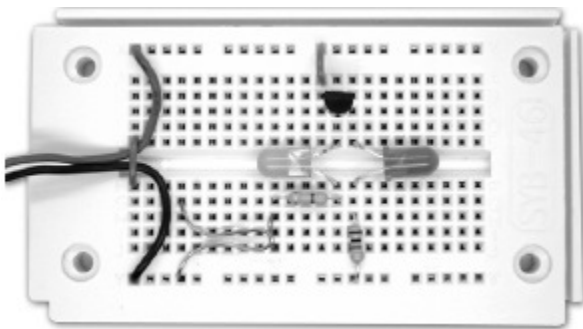
### 3 ZAMENJANA PLUS IN MINUS

PNP tranzistor ima točno isto funkcijo kot NPN tranzistor, vendar z obrnjeno polarnostjo. Sevalnik zaradi tega sedaj leži na pozitivnem polu baterije.



Slika 14: PNP tranzistor v vezju sevalnika

Naredite vezje z PNP tranzistorjem BC557 in tudi tukaj poiščite ojačanje toka z različnimi osnovnimi upori. BC557B ima tudi približno 300-kratno ojačanje toka.



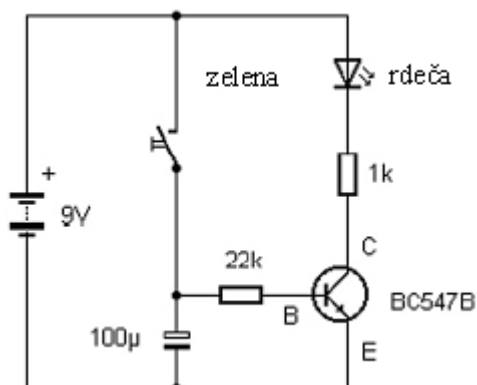
Slika 15: preiskava ojačanje toka BC557

## 4 KRMILJENJE

Cilj tega vezja je LED žepna svetilka s samodejno vztrajnostjo. Notranja osvetlitev avtov pogosto deluje po tem načelu: ko ste zapustili avto, sveti svetilka še nekaj časa in se nato počasi ugasne.

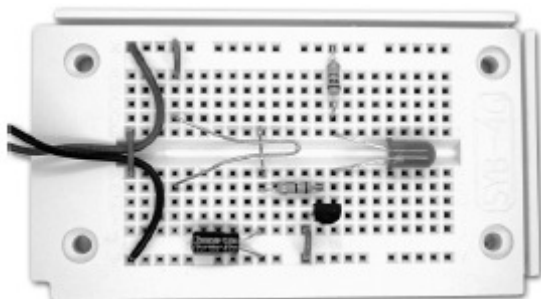
Ko držite ELKO s pravilno polarnostjo na bateriji, sprejme ta električno polnjenje. Po ločitvi z baterije ostane to polnjenje dolgo ohranjeno. ELKO lahko nato povežete z LED. Nastane kratka bliskovka. ELKO se izprazne v kratkem času.

Ojačanje toka tranzistorja lahko uporabite za podaljšanje časa izpraznitve kondenzatorja. Vezje po sliki 16 uporablja ELKO z  $100\mu\text{F}$  kot polnilni kondenzator. Po kratkem pritisku na tipko je napolnjen in sedaj za dlje časa posreduje osnovni tok vezja sevalnika.



Slika 16: zakasnen izklop

Čas izpraznitve bo z velikim osnovnim uporom znatno podaljšan. Po približno dveh sekundah je ELKO pretežno izpraznjen. Po tem času zadošča osnovni tok samo še za majhno krmiljenje tranzistorja. Zbiralni tok se počasi manjša.



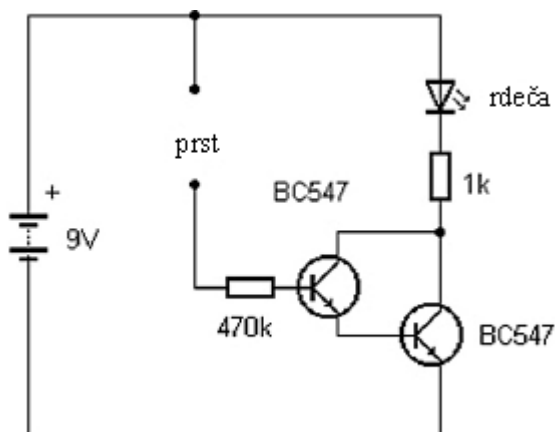
Slika 17: žepna svetilka

Dokler držite pritisnjeno tipko, sveti LED s polno svetlostjo. Za vklop LED pa zadostuje že kratek pritisk na tipko. Nato ostane LED vklopljena približno 2 sekundi in nato čedalje manj sveti. Po eni minuti lahko vidite šibko svetenje. Dejansko se LED tudi po daljšem času popolnoma ne ugasne. Tok pa pade na tako majhne vrednosti, da nima več vidnega učinka.

## 5 SENZOR DOTIKA

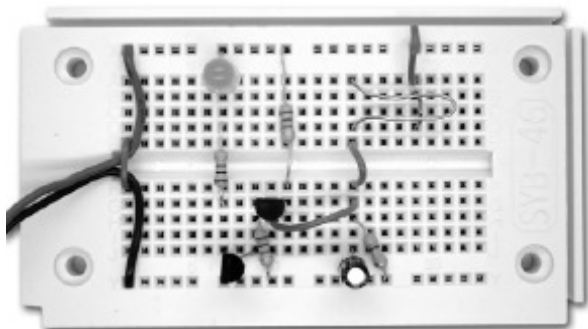
Luč lahko preklapljam s preprostim stikalom. S primernim vezjem tranzistorja lahko naredite tudi senzor dotika. Dve žici ali kovinska kontakta se pri tem ne dotikata direktno, temveč se ju je potrebno dotakniti samo s prstom.

Faktorji ojačanja toka dveh tranzistorjev se lahko pomnožijo, če ojačan tok prvega tranzistorja še enkrat ojačate kot osnovni tok drugega tranzistorja. Vezje po sliki 18 imenujemo tudi Darlington vezje.



Slika 18: Darlington vezje

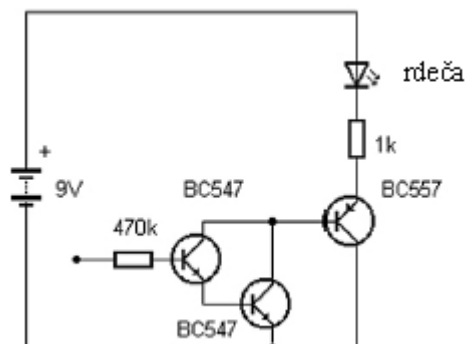
Če izhajate iz faktorja ojačanja 300 za vsak tranzistor, potem ima Darlington vezje ojačanje 90000. sedaj že osnovni upor 10M $\Omega$  posreduje zadosti za vklop LED. V realnem poskusu lahko namesto visoko ohmskega upora uporabite kontakt dotika. Zaradi velikega ojačanja zadostuje že rahel dotik s suhim prstom. Dodaten zaščitni upor v dovodu ščiti tranzistorje za primer, da so kontakti dotika pomotoma direktno povezani.



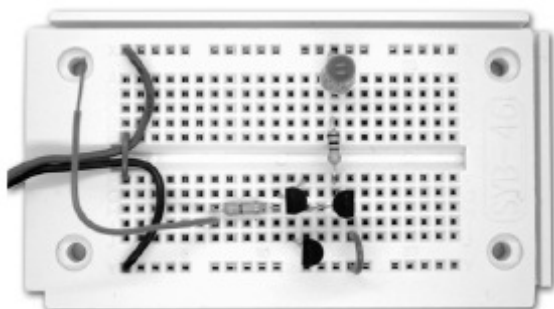
Slika 19: senzor dotika

## 6 DETEKTOR GIBANJA

To vezje ima na vhodu prvega tranzistorja žico senzorja. Ko se nekdo premika v bližini žice, LED zasveti. S premikom na izolirani podlagi se vsak človek neopazno naelektri. Če se premikamo v bližini prevodnih predmetov, vodijo elektrostatične moči k premiku električnih naelektritev, torej k majhnem toku, ki bo tukaj visoko ojačan. Darlington vezje krmili PNP vezje tako, da bo ojačanje toka še enkrat 300-krat večje. Sedaj že nekaj Picoamperov, da rdeča LED vidno zasveti.



Slika 20: ojačanje z tremi tranzistorji



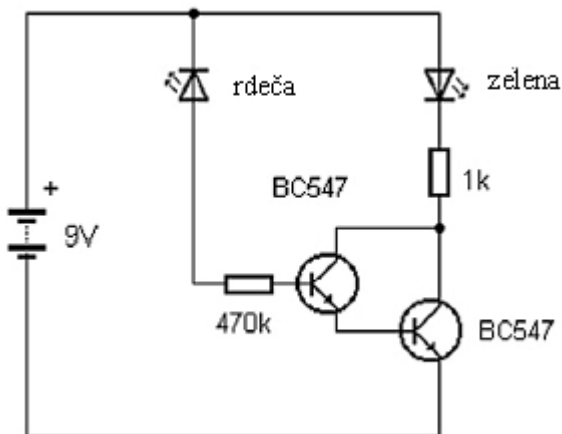
Slika 21: ojačanje senzorja za električna polja

Za prvi test vezja je primerna 10 cm žica senzorja. Po nekaj premikih na izolacijskih tleh ste v normalnem primeru pridobili zadosti električne naelektritve. Nato premaknite vašo roko v bližini žice senzorja. Svetlost LED se spremeni.

Za povečanje občutljivosti vezja, lahko priključite daljšo žico senzorja. Lahko je gola žica ali izoliran kabel. Senzor bo še učinkovitejši, če dodatno ozemljite minus priključek baterije. Zato zadostuje, da se druga oseba dotakne vezja. Sedaj bo že prepoznano, če bo kdo šel pol metra mimo senzorja. Utripanje LED prikazuje posamezne korake. Pri direktnem dotiku golega konca žice vidite stalno svetenje. To je vzrok neizogibnih 50Hz izmeničnih polj v prostoru. Dejansko LED ne sveti stalno, temveč utripa s frekvenco 50Hz.

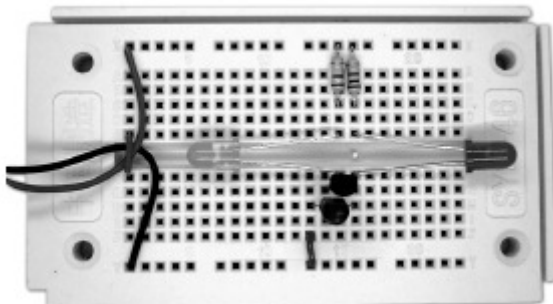
## 7 LED KOT SVETLOBNI SENZOR

Ta svetlobni senzor krmili svetilnost svetilne diode (LED). Ko pade svetloba na senzor, se LED vklopi, pri tem ostane izklopljena. Dejansko skozi diodo tok praktično ne teče, ko jo boste položili v zaporni smeri na napetost. Dejansko najdete zelo majhen zaporni tok, npr. v območju nekaj nano amperov, katerega se v normalnem primeru zanemari. Visoko ojačanje Darlington vezja pa dopušča eksperimente z ekstremno majhnimi tokovi. Tako je npr. zaporni tok svetilne diode odvisen od osvetlitve. LED je z tem istočasno foto dioda. Zelo nizek foto tok rdeče LED bo z dvema tranzistorjema toliko ojačan, da sveti zelena LED.



Slika 22: ojačanje zapornega toka LED

V praktičnem poskusu je desna LED pri normalni svetlobi okolja že razločno vklopljena. Zatamnitev LED senzorja z roko bo vidna na svetlosti LED prikaza.

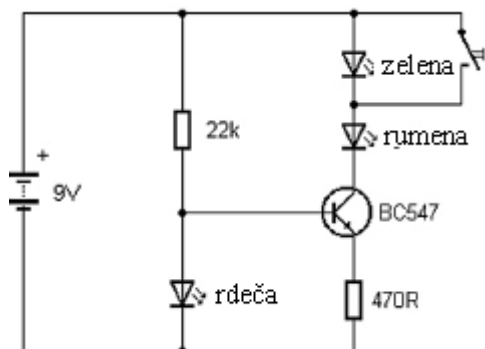


Slika 23: LED svetlobni senzor

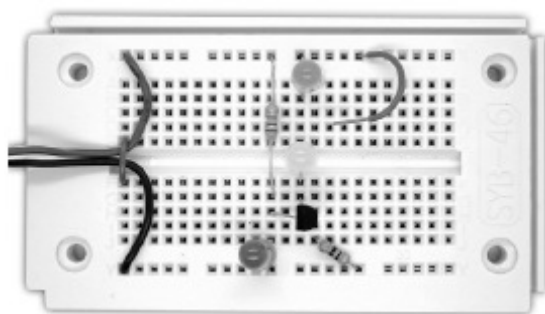
## 8 STALNA SVETLOST

Včasih potrebujemo stalen tok, ki je po možnosti neodvisen od nihanja napetosti. LED bi torej svetila z isto svetilnostjo, tudi če ima baterija že nizko napetost. Vezje po sliki 24 prikazuje preprosto stabilizacijsko vezje. Rdeča LED na vходу stabilizira osnovno napetost na približno 1,8V. Ker osnovna napetost sevalnika vedno znaša okoli 0,6V, je na upor upor sevalnika prisotna napetost približno 1,2V. Upor torej določa tok sevalnika in z tem tudi zbiralni tok približno 2,5mA.

Svetilne diode (LED) v krogu zbiralnika ne potrebujejo pred uporab, ker bo tok LED uravnavan z tranzistorjem. Stalen vir toka deluje tudi z različnimi obremenitvami. Vseeno, če obe LED uporabite v krogu kolektorja ali če z eno naredite kratek stik – tok zbiralnika ostane isti.



Slika 24: stabiliziran vir toka

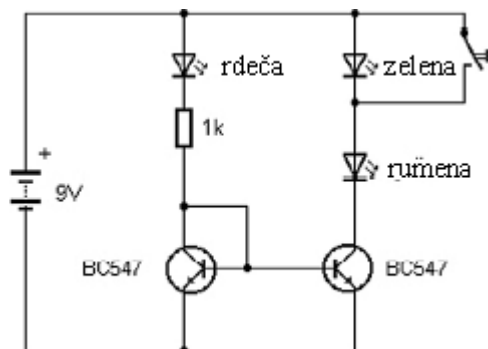


Slika 25: stabiliziranje LED svetlosti

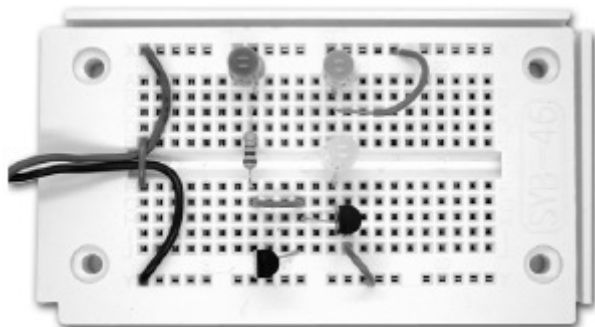
Rezultate preverite z eno novo in eno močno rabljeno baterijo. Dokler je prisotna določena preostala napetost, ostane LED skoraj enako svetla. S samo eno LED je lahko napetost baterije nižja kot z dvema LED, kjer mora biti prisotnih še najmanj približno 6V.

## 9 SENZOR TEMPERATURE

To vezje prikazuje temperaturne razlike preko LED svetlosti. Zadostuje že, da se senzorja temperature dotaknete s prstom. Vezje po sliki 26 prikazuje tako imenovano ogledalo toka. Tok se skozi  $1k\Omega$  upor zrcali v oba tranzistorja in se spet pojavi v skoraj isti veličini kot zbiralni tok desnega tranzistorja. Ker sta pri levem tranzistorju osnovna in baza sklopljena, se samodejno nastavi osnovna napetost sevalnika približno  $0,6V$ , ki vodi k danem zbiralnemu toku. Teoretično naj bi sedaj drug tranzistor z točno istimi podatki in pri isti osnovni napetosti sevalnika prikazoval isti zbiralni tok. V praksi pa se večinoma pojavijo majhne razlike. Zrcalni tok je obenem vir stalnega toka. Svetlost rumene LED se zaradi tega ne spremeni, ko premostite zeleno LED.



Slika 26: zrcalni tok



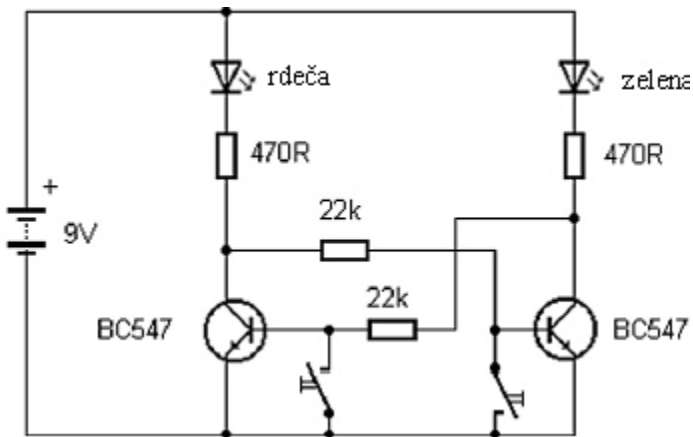
Slika 27: tranzistor kot senzor temperature

Vezje je primerno kot občutljiv senzor temperature. Enega izmed tranzistorjev se dotaknete s prstom. Pri tem nastalo segretje spremeni izhodni tok in bo vidno v spremembi svetilnosti LED. Glede na to katerega izmed obeh senzorjev se dotaknete, lahko svetlost desne LED nekoliko pojačate ali zmanjšate. S prstom je lahko glede na temperaturo okolja doseženo segretje do  $10^{\circ}C$ , ki bo že dobro vidno. Še razločnejša bo razlika svetilnosti, ko enega izmed tranzistorjev previdno segrejete s spajkalnikom.

## 10 VKLOP IN IZKLOP

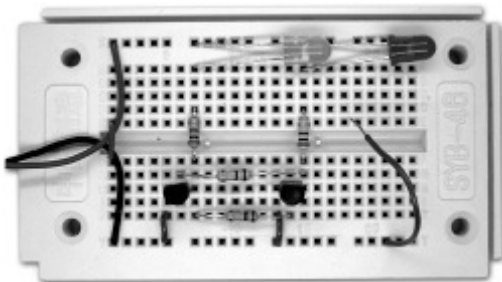
Sedaj bo digitalno: medtem, ko v analognem vezju teče več ali manj toka, je digitalno vezje vsakokrat popolnoma vklopljeno ali popolnoma izklopljeno. Stanji vklop in izklop bosta označena tudi kot ena in ničla. Tukaj predstavljeno vezje lahko smatrate kot osnovni element računalniške tehnike.

Vezje z dvema stabilnima stanjema imenujemo preklopno vezje ali tudi Flipflop. LED je ali vklopljena ali izklopljena, vendar nikoli napol vklopljena. Slika 28 prikazuje tipično vezje preprostega Flipflop. Načeloma je vezje sestavljeno iz dveh sklopljenih stopenj ojačanja z zaprtim povratnim delovanjem.



Slika 28: stabilen Flipflop

Vezje se preklopi v enega izmed dveh možnih stanj: ko desni tranzistor prevaja, je levi blokiran in obratno. Trenutno prevoden tranzistor ima nizko zbiralno napetost in z tem izklopi osnovni tok drugega tranzistorja. Zaradi tega ostane enkrat sprejeto stanje preklopa stabilno, dokler le-ta ne bo spremenjen z tipko.



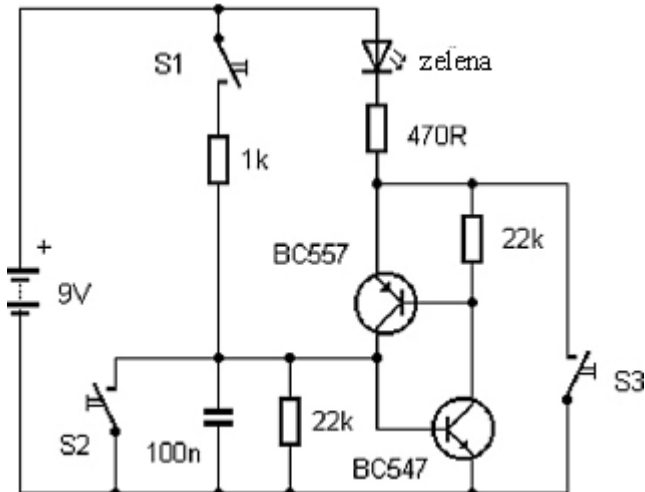
Slika 29: preklopno vezje

Vklopite obratovalno napetost. Ugotovili boste, da ena izmed obeh LED sveti. Ne more pa biti napovedano, katera stran bo vklopljena. Večinoma odloči neenako ojačanje toka tranzistorjev o tem, na katero stran se vezje preklopi.

Sedaj uporabite žični mostiček, z katerim boste zaprli enega izmed obeh tranzistorjev. Sprejeto stanje ostane po odstranitvi ohranjeno. Obe stanji označujemo tudi kot nastavljeno (Set, S) ali povrnjeno (Reset, R), zaradi tega ime RS-Flipflop.

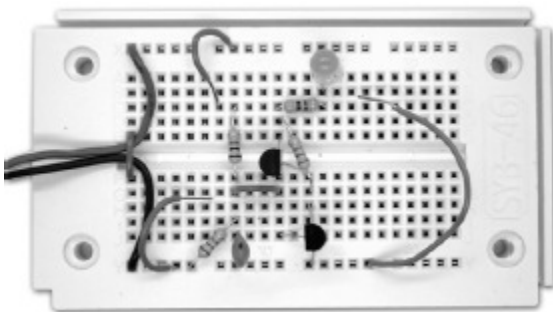
## 11 VŽIG IN UGASNITEV

Stabilno vezje je lahko narejeno tudi z NPN in PNP tranzistorjem. Zbiralni tok enega tranzistorja bo obenem osnovni tok drugega tranzistorja. Z tem sta oba tranzistorja skupaj blokirana ali prevodna. Po vklopu se vezje najprej nahaja v blokiranem stanju. Kratak pritisk na stikalo S1 preklopi v prevodno stanje. To stanje je sedaj shranjeno in ostane ohranjeno tako dolgo, kot je prisotna oskrbovalna napetost. Samo z odklopom obratovalne napetosti se tranzistorji vrnejo nazaj v blokirano stanje.



Slika 30: prevajanje in blokiranje

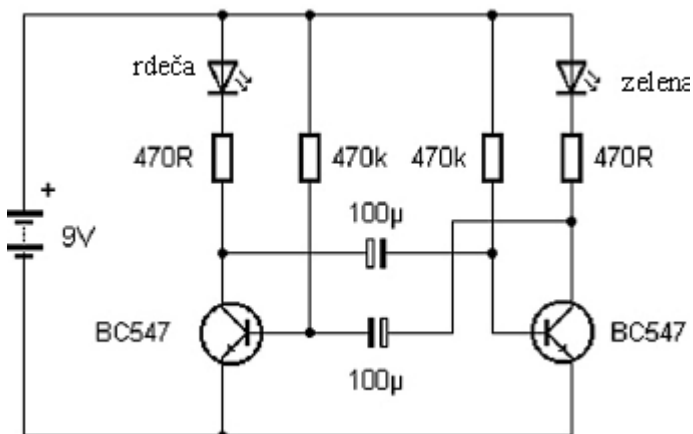
Z kratko povezavo S1 vžgete vezje tako, da LED sveti. S S2 pa lahko prevodno stanje izbrišete. S3 LED sicer vklopi, vendar pa istočasno izbriše prevodno stanje tranzistorjev. Po odpiranju S3 je LED zaradi tega izklopljena.



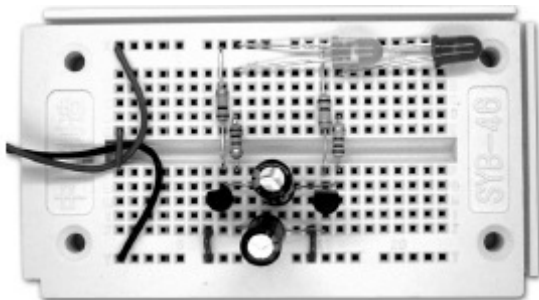
Slika 31: vklop ali izklop

## 12 NASPROTNI SMERNIK

Ta elektronski smernik deluje v nasprotnem taktu: dve LED naj bodo preklopljene tako, da je ena izmed obeh vedno vklopljena. Simetrično vezje smernika po sliki 32 imenujemo tudi multivibrator. Povratna vezava sledi preko dveh kondenzatorjev. Pri elektrolitskih kondenzatorjih (ELKO) morate upoštevati polarnost, ker je napetost na vsakokratnem kolektorju na sredini višja kot na nasprotno ležeči bazi (osnovi). Stanje vezja ostane samo tako dolgo stabilno, kot bodo kondenzatorji preloženi. Nato se vezje preklopi v drugo stanje. Z dvema  $100\mu\text{F}$  ELKO nastane zelo nizka frekvenca utripanja z manj kot pet popolnimi menjavami v eni minuti.



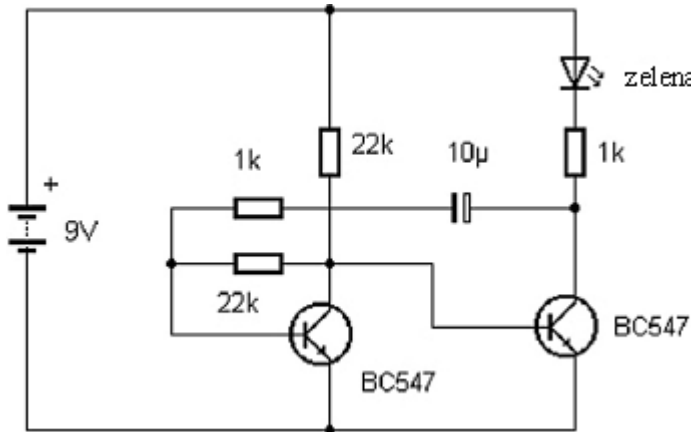
Slika 32: multivibrator



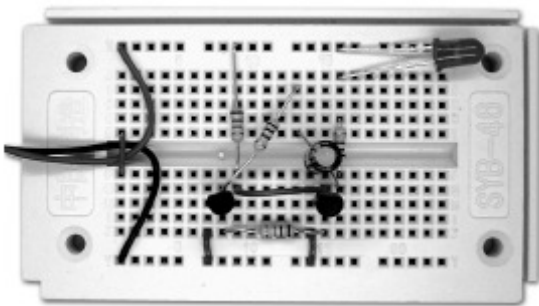
Slika 33: počasen izmeničen smernik

### 13 PREPROST LED SMERNIK

En utripalnik v vozilo krmili običajno samo eno luč. Tukaj bo narejen nadaljnji Flipflop, ki se samodejno preklaplja. Vezje potrebuje samo en kondenzator. Dva tranzistorja v vezju sevalnika tvorita ojačevalnik. Povratno delovanje z izhoda na vhod gre preko kondenzatorja, ki se vedno znova napolni in izprazni.



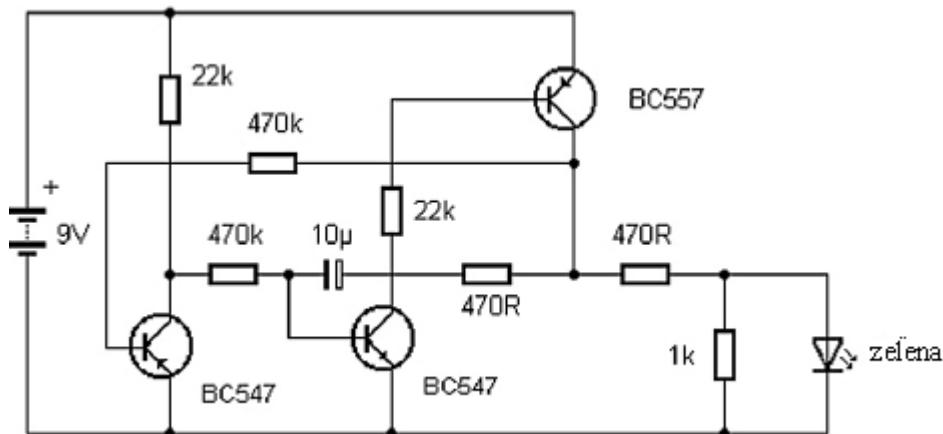
Slika 34: preprostejši multivibrator



Slika 35: LED smernik

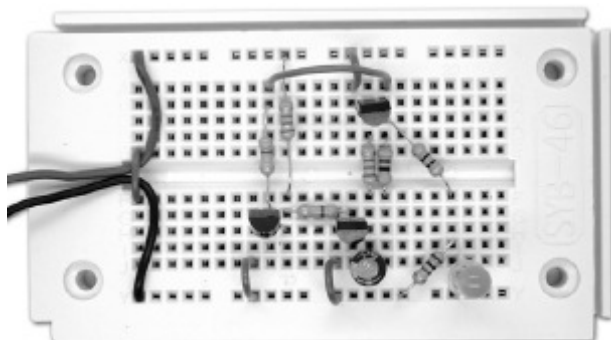
## 14 LED BLISKOVKA

To vezje proizvede redne kratke bliske. Dokler bo kondenzator polnjen, ostanejo vsi trije tranzistorji blokirani. Napetost na bazi srednjega tranzistorja počasi narašča. Pri približno 0,6V prične srednji tranzistor prevajati in posreduje osnovni tok za PNP tranzistor. Njegova zbiralna napetost narašča in vklopi LED. Istočasno posreduje ELKO močen in kratek osnovni impulzni tok. Lev tranzistor v vezju služi za zagotovitev pravilne točke delovanja vezja. Nastane približno en blisk na sekundo.



Slika 36: vezje bliskovke

Odstranite vzporedno z LED ležeč  $1k\Omega$  upor iz vezja: premor med bliski se znatno podaljša. Lev tranzistor blokira šele, ko je ELKO popolnoma izpraznjen. Šele nato počasi narašča napetost kolektorja, da je omogočen nov impulz.

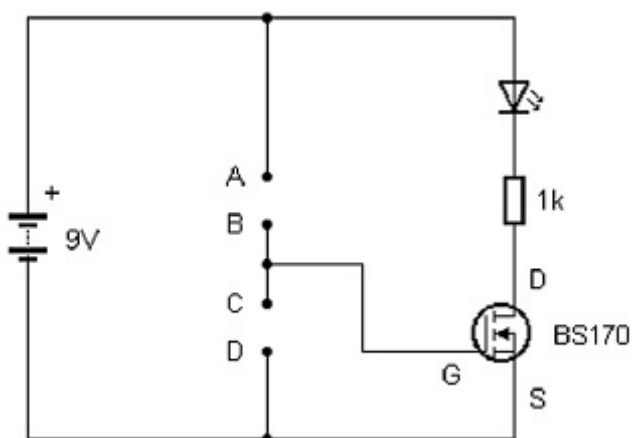


Slika 37: LED bliskovka

## 15 MOSFET TOUCH SENZOR

To vezje z MOSFET BS170 (kovinsko oksidni polprevodniških tranzistor s učinkom polja, angleško metal oxide semiconductor field-effect transistor) krmili LED z dvema paroma kontaktov, ki sta lahko direktno povezana ali pa se jih dotaknete s prstom. Po kratki povezavi kontaktov ostane trenutno stanje ohranjeno za dlje časa.

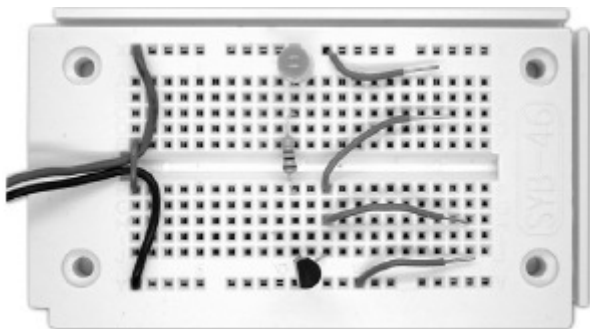
NPN tranzistor je bil v prvem poskusu predstavljen s preprostim vezjem. Teči mora osnovni tok, da je možen zbiralni tok. Podoben poskus z MOSFET BS170 prikazuje popolnoma drugačno obnašanje. MOSFET ima tri priključke Gate (G), Source (S) in Drain (D). Krmilni tok tokrat ni odvisen od vhodnega toka, temveč od prisotne napetosti med G in S. Če je na Gate prisotna 2V ali večja pozitivna napetost, prevaja tranzistor. Gate priključek je popolnoma izoliran in tvori majhen kondenzator s približno 60pF. Ko je Gate enkrat napolnjen, ostane zaradi tega Gate napetost dolgo ohranjena.



Slika 38: osnovno vezje MOSFET

Enkrat na kratko povežite priključka A in B, da napolnite Gate. LED se vklopi in ostane vklopljena. Povežite kontakta C in D, da Gate izpraznite in LED izklopite. Vsak izmed obeh možnih stanj ostane relativno dolgo ohranjen. Poskus z tem demonstrira temeljno delovanje dinamičnega pomnilnika, ki prav tako shrani električno polnjenje, da prikaže eno in ničelno stanje. Obenem je vezje preprosto stikalo dotika, ker ima dotik kontaktov A in B oziroma C in D isti učinek kot direkten kontakt.

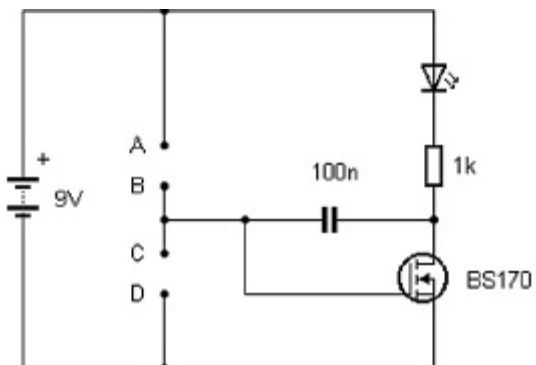
Vendar pozor! Gate napetost, ki znaša več kot 20V ni dopustna in lahko vodi k uničenju tranzistorja! Zaradi tega morate biti previdni z elektrostatično naelektritvijo. Vedno se torej najprej dotaknite priključka obratovalne napetosti, da odvedete eventualne naelektritve. Posebna nevarnost obstaja, če se dve osebi dotakneta istega vezja. Ker sta lahko obe različno naelektreni, lahko pride do izpraznitve tranzistorja, ki ga uniči.



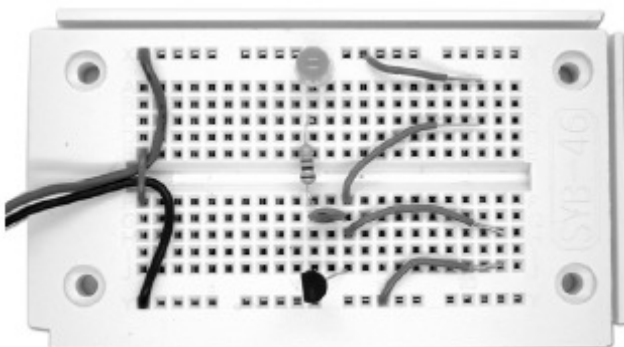
Slika 39: polnjenje in izpraznitev Gate

## 16 ZATEMNILNIK

Z dodatnim kondenzatorjem med Gate in Drain ostanejo ohranjena tudi vmesna stanja med »popoln vklop« in »popoln izklop«. Ko napetost na Gate pade, bo Drain tok manjši in z tem tudi padec napetosti na LED in njenem pred uporu. Drain napetost torej narašča. To je možno samo, ko bo kondenzator napolnjen. Vsaka sprememba Drain napetosti vpliva na spremembo Gate napetosti. Pri majhnem vhodnem toku se zaradi tega svetilnost LED samo počasi spremeni. Z dotikom kontaktov A in B bo LED svetlejša. Za zatemnitev LED se morate dotakniti kontaktov C in D. Reakcija na dotik je različno hitra. Povečanje svetilnosti sledi zaradi večje polnilne napetosti hitreje kot zmanjšanje svetilnosti.



Slika 40: Touch zatemnilnik

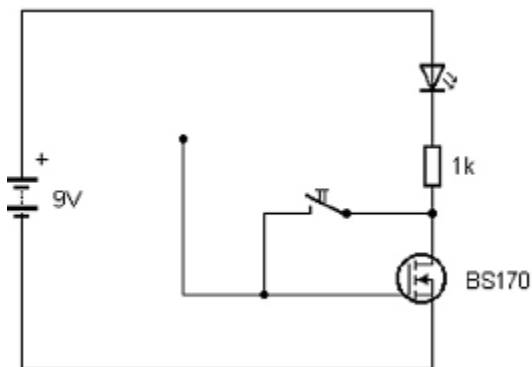


Slika 41: nastavljiva svetilnost

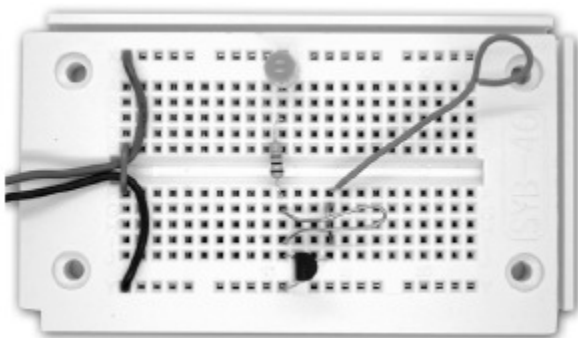
## 17 ELEKTROMETER

Elektrometer je merilnik za dokazovanje majhnih električnih polnjen. Električno naelektreni predmeti ali osebe imajo s seboj električno polje, ki lahko izolirane predmete v okolici zaradi influence napolni. To zadeva tudi izoliran Gate naprave BS170. Izolirana žica bo priključena na vhodu vezja. Električne naelektritve v okolici nato vplivajo na svetilnost LED. Vi lahko npr. stvar iz umetne snovi drgnete ob krpo in držite v bližini vezja. Pri imejte 10 cm varnostno razdaljo, da ne poškodujete MOSFET.

Začetno stanje po vklopu ni določeno, tranzistor je lahko torej popolnoma zaprt ali popolnoma prevoden. V obeh primerih majhne razlike Gate napetosti nimajo učinka. Zaradi tega obstaja startno stikalo, z katerim na kratko povežete Gate in Drain. Pri tem se Gate napetost nastavi na srednje območje približno 2V.



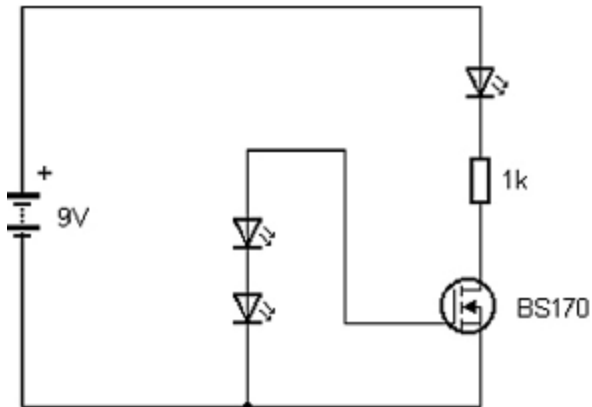
Slika 42: elektrometer



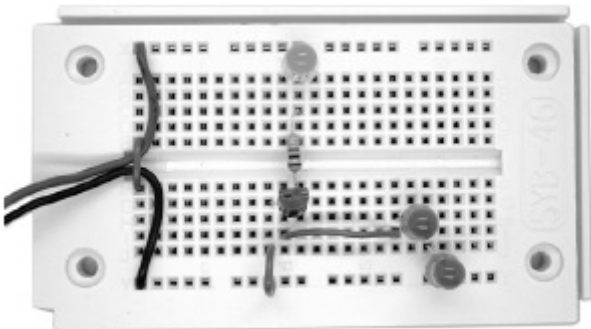
Slika 43: dokaz električnih naelektritev

## 18 SVETILNE DIODE KOT FOTO ELEMENTI

Ta poskus skriva nadaljnjo možnost za izgradnjo preprostega svetlobnega senzorja. Vstavljen bo BS170. Dve LED služita kot svetlobni senzorji. Z dvema NPN tranzistorjema v Darlington vezju je lahko v poglavju 7 uporabljena LED kot svetlobni senzor. Zaradi njegove skoraj neskončno velike vhodne upornosti zmore en sam MOSFET isto nalogo sam. Vendar pa sedaj potrebujete dve LED kot svetlobna senzorja. LED bodo uporabljene kot foto elementi, ki lahko oddajo napetost. BS170 odvaja 2V Gate napetost. Dve LED skupaj lahko pri zadostni osvetlitvi proizvedeta potrebno napetost. Za prepoznavanje učinka zadostuje že nizka svetilnost. Eksperimentirajte tudi z različnimi LED. Zelena LED posreduje nekoliko več napetosti kot rdeča LED.



Slika 44: svetilne diode (LED) kot foto elementi

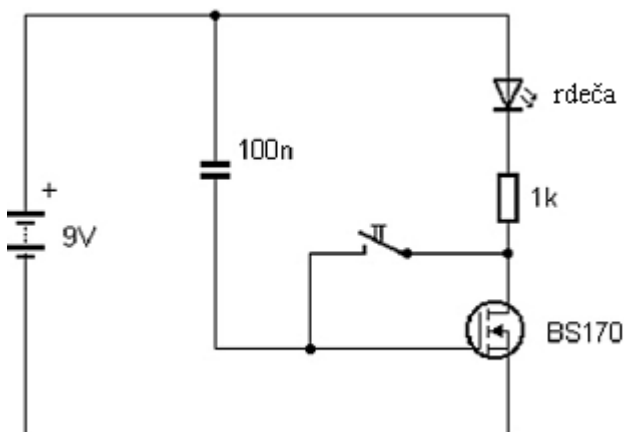


Slika 45: svetlobni senzor

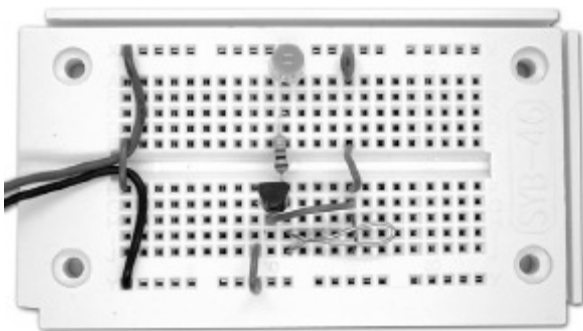
## 19 KONDENZATORSKI SENZOR TEMPERATURE

Keramičen kondenzator z 100nF lahko uporabite tudi kot senzor temperature. Takšen kondenzator ima velik temperaturni koeficient. Kapaciteta se pri segretju zmanjša. Pri tem poskusu je potrebno najprej stikalo zapreti in nato ponovno odpreti. Gate napetost se pri tem samodejno nastavi na prag približno 2V, LED sveti. Na 100nF kondenzatorju je prisotna približna 7V napetost.

Sedaj se čisto narahlo dotaknite kondenzatorja, kar vodi k povečanju temperature. V kondenzatorju shranjena polnitev ostane stalna. Ker pa se kapaciteta zniža, napetost kondenzatorja naraste. To vodi k manjši Gate napetosti in z tem k nižjem Drain toku. Že rahel dotik zadostuje, da LED znatno šibkeje sveti. Vezje reagira na majhne temperaturne spremembe občutljivejše kot vezje tranzistorja v poglavju 9. Takoj, ko se je kondenzator senzorja spet ohladil, je prvotna svetilnost LED spet prisotna.



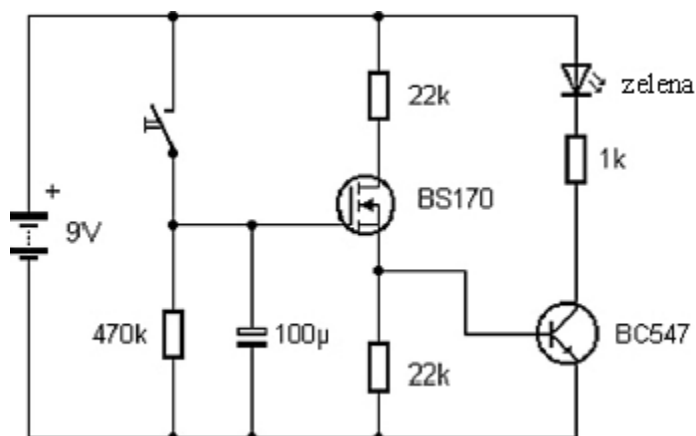
Slika 46: ovrednotenje napetosti kondenzatorja



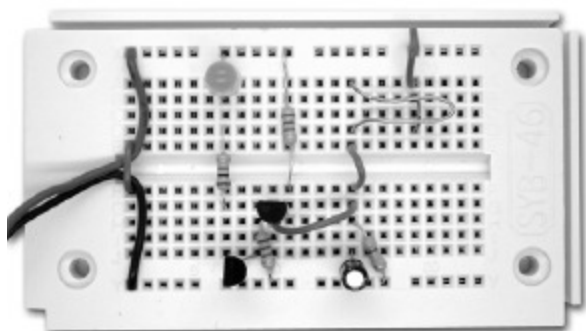
Slika 47: senzor temperature

## 20 MINUTNA SVETLOBA

Luč bo s pritiskom na tipko vklopljena in nato ostane vklopljena za približno eno minuto. Prehod med svetlim in temnim je mehek, vendar relativno hiter. S pritiskom na tipko bo ELKO napolnjen na 9V. Le-ta se izprazne preko 470kΩ upora. Dokler je Gate napetost nad približno 2,6V, prevaja FET in posreduje osnovni tok za NPN tranzistor, ki vklopi LED. Ko se vhodna napetost zniža, prevaja FET šibkeje. Takoj, ko je osnovna napetost NPN tranzistorja padla pod približno 0,6V, ne teče več opazen tok zbiralnika, LED se torej izklopi.



Slika 48: počasna izpraznitev kondenzatorja



Slika 49: minutna svetloba





## GARANCIJSKI LIST

Izdelek: \_\_\_\_\_

Kat. št.: \_\_\_\_\_

Conrad Electronic d.o.o. k.d.  
Ljubljanska c. 66, 1290 Grosuplje  
Fax: 01/78 11 250, Tel: 01/78 11 248  
[www.conrad.si](http://www.conrad.si), [info@conrad.si](mailto:info@conrad.si)

### **Garancijska Izjava:**

Proizvajalec jamči za kakovost oziroma brezhibno delovanje v garancijskem roku, ki začne teči z izročitvijo blaga potrošniku. **Garancija za izdelek je 1 leto.**

Izdelek, ki bo poslan v reklamacijo, vam bomo najkasneje v skupnem roku 45 dni vrnilo 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.

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

Servisiranje izvaja proizvajalec sam na sedežu firme CONRAD ELECTRONIC SE, Klaus-Conrad-Strasse 1, Nemčija.

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

**Prodajalec:** \_\_\_\_\_

**Datum prodaje in žig prodajalca:**

\_\_\_\_\_

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