

NAVODILA ZA UPORABO

# Učni komplet za spajkanje Makerfactory 15055

Kataloška št.: 21 03 914



## Kazalo

1	Uvod .....	3
2	Komponente .....	3
2.1	Baterija .....	3
2.2	Upori .....	3
2.3	Keramični kondenzator .....	4
2.4	Elektrolitski kondenzator .....	4
2.5	LED .....	5
2.6	Tranzistor .....	5
2.7	Dioda .....	6
2.8	Integrirano vezje (IC) .....	7
3	Osnove spajkanja .....	7
3.1	Kaj je spajkanje? .....	7
3.2	Spajkalnik .....	8
3.3	Oprema za spajkanje .....	8
3.4	Primerno orodje .....	10
3.5	Preden se lotite spajkanja .....	11
4	Spajkanje .....	11
4.1	Kositranje pramenke .....	11
4.2	Spajkanje žic .....	12
4.3	Priprava komponent .....	13
4.4	Spajkanje žičnih mostičkov na črtni raster .....	13
4.5	Spajkanje žičnih mostičkov na točkovni raster .....	14
4.6	Pretopli in prehladni spoj .....	15
4.7	Spajkanje žičnih mostičkov na točkovni raster – 2. različica .....	16
4.8	Odspajkanje stranskih žičnih mostičkov .....	17
4.9	Odspajkanje prispajkanih žičnih mostičkov .....	17
4.10	Enostavno LED-vezje: priprave .....	18
4.11	Enostavno LED-vezje .....	19
4.12	Spajkanje SMD-diode .....	21
4.13	Spajkanje SMD operacijskega ojačevalnika .....	23
4.14	Spajkanje komponent, ki ležijo tesno skupaj .....	25
4.15	Spajkanje občutljivih električnih komponent .....	26
4.16	Odstranjevanje kratkih stikov, nastalih pri spajkanju .....	27
4.17	Dokončanje tranzistorskega vezja .....	29
4.18	Preverjanje vezja in krajšanje prekomernih dolžin .....	29
4.19	Odspajkanje večnožnih komponent .....	30
4.20	Mojstrovina .....	31
5	Izključitev odgovornosti .....	32
6	Varnostni napotki .....	33
7	Izjava o skladnosti .....	33
8	Odstranjevanje .....	33
9	Kolofon .....	34
	Garancijski list .....	35

## 1 Uvod

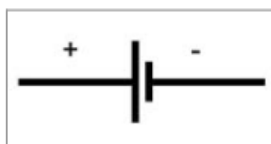
Specializirane trgovine ponujajo nešteto kompletov za sestavljanje elektronskih vezij, ki jih sami spajkate. Če želite delati z njimi, morate znati uporabljati spajkalnik.

Ta učni komplet vam pomaga, da korak za korakom odkrijete skrivnosti spajkanja. V vajah, ki gradijo ena na drugi, se boste naučili kako spajkati različne komponente in kako razvijati in sestavljati celotna vezja. Preden se lotite resnejšega dela, vam bo učni komplet podal vse osnove, ki jih potrebujete za uspešno spajkanje.

## 2 Komponente

### 2.1 Baterija

Baterijo je na vsako vezje treba priključiti s pravilno polarnostjo. Potrebna baterijska sponka ima pri tem eno rdečo (plus pol) in eno črno (minus pol) priključno žico. Obe žici je treba prispajkati v skladu z zahtevano polarnostjo.



Slika 1: Simbol za baterijo

### 2.2 Upori

Upori sodijo med najenostavnejše elektronske komponente. Označeni so z barvno kodo, ki je sestavljena iz treh obročev in ki jo je treba brati od roba proti sredini. Četrti, malce bolj oddaljen obroč, navaja toleranco komponente. Vrednost upornosti je navedena v ohmih ( $\Omega$ ).

Barva	1. obroč 1. številka	2. obroč 2. številka	3. obroč množitelj	4. obroč 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 %

**Slika 2:** Barvna koda pri uporih



**Slika 3:** Upor



**Slika 4:** Simbol za upor

### 2.3 Keramični kondenzator

Kondenzator je naslednja pomembna elektronska komponenta. Poznamo ga v dveh izvedbah. Enostavnejša različica je majhen, okrogel in ploščat keramični kondenzator. Je zaščiten pred priključitvijo napačnih polov. Kapacitivnosti so navedene v faradih (F). Keramični kondenzator je označen s številsko kodo. 104 pomeni  $10 \times 10^4$ , torej 100.000 pikofaradov (pF).



**Slika 5:** Simbol za keramični kondenzator



**Slika 6:** Keramični kondenzator

### 2.4 Elektrolitski kondenzator

Večji elektrolitski kondenzator ima cilindrično ohišje in ga je treba vgraditi z upoštevanjem pravilne polarnosti. Minus pol je označen z belo stransko črto in ima krajšo priključno žico. Če elektrolitski kondenzator vgradite z napačno polarnostjo, se uniči. Oznaka je besedilna.



**Slika 7:** Simbol za elektrolitski kondenzator



**Slika 8:** Elektrolitski kondenzator je treba vgraditi z upoštevanjem pravilne polarnosti.

## 2.5 LED

Pri vgradnji svetleče diode (LED) je treba upoštevati polarnost. LED ima dve različno dolgi priključni žici. Daljša je plus pol in se imenuje anoda (A). Minus pol, ki mu pravimo katoda (K), ima krajšo žico.

Polarnost lahko vidite tudi v notranjosti LED. Minus pol ima obliko velikega trikotnika. Za razliko od njega je plus pol zelo tanke izvedbe.



**Slika 9:** LED je vedno treba vgraditi z upoštevanjem pravilne polarnosti.



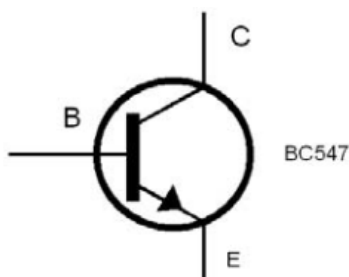
**Slika 10:** Simbol za LED

## 2.6 Tranzistor

Tranzistor ojača majhne tokove. Njegovi priključki se imenujejo kolektor (C), baza (B) in emitor (E). Cilindrično ohišje je na eni strani sploščeno. Na tem mestu je natisnjena tipska oznaka. Ko gledate na tranzistor v takšnem položaju, da priključki kažejo navzdol in lahko preberete oznako, potem se emitor nahaja desno. Baza je na sredini.



**Slika 11:** Tranzistor s pogledom na sploščeno stran; priključi iz leve proti desni: kolektor (C), baza (B) in emitor (E)



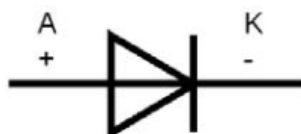
**Slika 12:** Simbol za NPN-tranzistor

## 2.7 Dioda

Dioda prepušča tok samo v eni smeri, nasprotno smer pa zapre. Predstavljamo si jo lahko kot protipovratni ventil pri vodovodni inštalaciji.

Navadne diode imajo, tako kot upori, cilindrično obliko. Pri njih je minus pol (katoda) označen s črtico.

SMD-diode so izjemno majhne. Na njihovi zgornji strani je natisnjena kratka oznaka, ki je sestavljena iz črke in številke. Levi konec oznake označuje katodo (-), desni konec pa anodo (+).



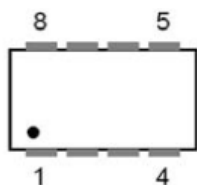
**Slika 13:** Simbol za diodo



**Slika 14:** SMD-diode so izjemno majhne.

## 2.8 Integrirano vezje (IC)

Učni komplet vsebuje integrirano vezje tipa LM358 v SMD-izvedbi (SMD = površinsko pritrjena komponenta). Pri spajkanju integriranega vezja je treba upoštevati smer vgradnje. Preprečite priključitev napačnih polov, saj lahko s tem komponento uničite. PIN 1 je označen s piko na zgornji strani ohišja. Pri nekaterih integriranih vezjih se namesto označevalne pike na pinu 1 nahaja zareza na levi strani, med pinom 1 in pinom 8 (glejte sliko 16). Oznaka lahko dodatno služi kot pomoč pri orientaciji. Ko integrirano vezje leži pred vami, tako da lahko preberete oznako, potem se PIN 1 nahaja levo spodaj.



**Slika 15:** Razporeditev pinov SMD integriranega vezja LM358



**Slika 16:** Pri SMD integriranem vezju je PIN 1 označen s piko na zgornji strani ohišja.

## 3 Osnove spajkanja

### 3.1 Kaj je spajkanje?

V elektrotehniko je spajkanje eden izmed osnovnih načinov za vzpostavljanje povezav (spojev). S spajkanjem ustvarite električno prevodno povezavo, ki je ni možno prekiniti. Pri tem s pomočjo staljenega kovinskega veziva (spajka) povežete dva kovinska obdelovanca – npr. vezje, na katero prispajkate električno komponento. Spajka ima nižje tališče od kovin, ki ju želite spojiti.

Spajkanje poteka s temperaturami okoli 340 °C. Kovine, ki jih želite spojiti, se pri tem ne stalijo. Spajka tako rekoč prevzame nalogo lepila. Vendar se na mestu prehoda med kovino in spajko tvorijo tako imenovani mešani kristali, ki tvorijo difuzijsko cono. Pri tem se spajka ne zlepi z obema kovinama, ki ju želite spojiti, temveč z njima tvori kristalni spoj.

Pri uspešnem spajkanem spoju je sloj mešanih kristalov, torej območje, v katerem se spajka in vsaka od kovin stalijo, debel okoli 0,5  $\mu\text{m}$ . Če je ta prehodni sloj prevelik, postane spajkani spoj lomljiv in porozen. Pri pretankem prehodnem sloju se lahko spajkani deli ponovno ločijo, takoj ko jih vzamete v roke.

## **3.2 Spajkalnik**

Spajkalniki so na voljo v različnih izvedbah in velikostih. Morajo biti prilagojeni delom, ki jih želite opraviti. Za rabo v elektroniki potrebujete spajkalnik z majhno spajkalno konico in nizko priključno močjo. Oboje poskrbi za to, da lahko dobro spajkate majhne komponente in jih preveč ne segrejte.

### **Fini spajkalniki**

Fini spajkalniki imajo porabo moči med približno 8 in 25 wattov (W). Najbolj primerni so za spajkanje občutljivih elektronskih komponent. Fini spajkalnik je priporočljiv, ko se srečujete z majhnimi spajkanimi spoji.

### **Univerzalni spajkalniki**

Univerzalni spajkalniki so malce večji. Njihova poraba moči se giblje med približno 20 in 40 W. Posebej primerni so za hobije in v obrtništvu. Vendar pa je z njimi možno tudi zelo dobro spajkanje na področju elektronike. So tudi prva izbira takrat, ko želite sestaviti enostavne do srednje težke komplete za sestavljanje elektronike.

### **Standardni spajkalniki**

Standardni spajkalniki porabljajo okoli 50 do 150 W in so za ljubiteljske elektronike in sestavljalce že preveliki. Imajo ukrivljeno spajkalno konico. Zaradi svoji velikih dimenzij in velikega oddajanja toplote z njimi več ne morete izvajati finega spajkanja. S tem so neprimerni za spajkanje v elektroniki.

### **Spajkalne postaje**

Spajkalne postaje so predvidene za stacionarno rabo v delavnici. Sestavljene so iz dejanskega spajkalnika in upravljalne enote, na kateri lahko nastavite temperaturo spajkanja med 150 °C in 450 °C. Gre za fine spajkalnike, ki so optimizirani za rabo v elektroniki. Iz tega razloga spajkalne postaje v glavnem najdemo pri naprednejših sestavljalcih elektronike.

## **3.3 Oprema za spajkanje**

Za vsako spajkanje potrebujete spajko, ki jo najbrž poznate pod imenom kositrova spajka. Najbolj razširjene so kositrove spajke. Njihovo tališče znaša 330 °C. Pri segrevanju kositrova spajka najprej preide iz trdega v kašasto stanje, nato pa se stali.



Različne spajke še vedno vsebujejo svinec, čeprav se spajke z vsebnostjo svinca od 1. julija 2006 na področju elektronike več ne smejo uporabljati. Svinec je zdravju škodljiv in obremenjuje okolje. Kljub temu so spajke z vsebnostjo svinca še vedno dovoljene za zasebno rabo in omejena področja uporabe v industriji.

Poleg spajkalnika potrebujete še nekaj opreme, da lahko izvajate spajkanje. Sem sodi npr. stojalo za spajkalnik. Namenjeno je varnemu odlaganju vročega spajkalnika. Sestavljeno je iz stabilnega podstavka in trdne kovinske spirale, v katero vstavite spajkalnik, ko ga ne potrebujete.

Spajkalna gobica sodi med najpomembnejše in hkrati najenostavnejše kose opreme k spajkalniku. Treba jo je navlažiti z vodo in jo položiti v za to predvideno posodico v držalu za spajkalnik. Nato lahko odstranite umazanijo ali odvečno spajko s spajkalne konice, tako da jo obrišete v gobico.

Primež za finomehanike poenostavi spajkanje. Vanj lahko vpnete tiskano vezje in ga prestavite v položaj, v katerem vam bo šlo delo najenostavnejše od rok. Tako imate obe roki prosti za spajkalnik in spajko.

Pri odspajkanju komponent je lahko koristna odspajkalna črpalka. Videti je kot prevelik kemični svinčnik. Z njo lahko posesate odvečno spajko s spajkanega spoja.

Druga možnost je, da uporabite odspajkalne žice. Sestavljene so iz tankih, prepletenih pramenk in so na voljo v več širinah.

Priporočljiv je tudi komplet klešč za elektronike, s katerimi je možno pravilno upogniti komponente in skrajšati odvečne dolžine priključnih žic. Koristni sta lahko tudi pinceta za majhne SMD-komponente in lupa.



**Slika 17:** 15 W fini spajkalnik Conrad Electronic (kat. št.: 58 85 39); z njim spajkanje elektronike najbolj uspe.



**Slika 18:** Stabilno stojalo za spajkalnik s spajkalno gobico za čiščenje umazanih spajkalnih konic



**Slika 19:** V primežu za finomehanike lahko dobro vpnete tiskana vezja in jih udobno spajkate.



**Slika 20:** Tudi pripomočki za spajkanje z lupo se lahko uporabijo za fiksiranje tiskanega vezja.



**Slika 21:** Odspajkalna črpalka (kat. št.: 58 85 02) za odstranjevanje odvečne spajke

### 3.4 Primerno orodje

Spajkanje najbolje uspe z ustrezno opremo. Priporočamo nakup osnovnega kompleta s 15 W spajkalnikom Conrad Electronic (kat. št.: 58 82 92). Komplet poleg 15 W spajkalnika vsebuje dve spajkalni konici, spajko, stojalo za odlaganje in odspajkalno črpalko.

Če potrebujete samo spajkalnik, priporočamo 15 W ročni spajkalnik Conrad Electronic (kat. št.: 58 85 39) in odspajkalno črpalko (kat. št.: 58 85 02).

Preden se lotite vaj s spajkanjem, poskrbite za primerno podlogo. To je lahko npr. trak talne obloge ali pa stabilen karton.



**Slika 22:** Osnovni kompleti za spajkanje (kat. št.: 58 82 92) vsebujejo vse, kar potrebujete za učenje spajkanja.

### 3.5 Preden se lotite spajkanja

Neoporečno spajkanje dosežete samo takrat, ko je spajkalna konica vedno čista. Redno jo brišite na vlažni gobici. Tako s spajkalne konice odstranite odvečno spajko.



**Slika 23:** S časom se na spajkalni konici nabere spajka, ki znatno oteži nadaljnje spajkanje.



**Slika 24:** Iz tega razloga je treba umazanijo redno brisati na vlažni gobici.

## 4 Spajkanje

### 4.1 Kositranje pramenke

Žice iz finih pramenk je zelo težko spajkati, saj se pramenke pri spajkanju razširijo v vse smeri. Kako morajo izgledati popolno pokositrane žice, lahko vidite na koncih žice baterijske sponke. Odščipnite pokositrane dele in snemite izolacijo z žic na dolžini približno 5 mm. Nato pramenke enakomerno prepletite s prsti. Tako žica dobi malce stabilnosti.

Segrejte en konec žice s spajkalnikom in dodajte malce spajke. S segrevanjem se spajka takoj stali in prevleče kos žice s filmom iz spajke. Pri kositranju si ne smete vzeti preveč časa, saj se pri preveč dolgotrajnem segrevanju začne taliti tudi izolacija žice.



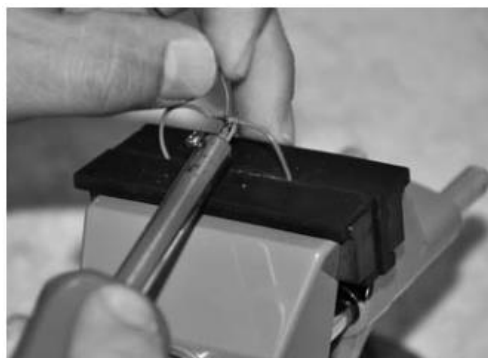
**Slika 25:** Najprej s prsti prepletite pramenke.



**Slika 26:** Prepleteno žico segrejte in dodajte malce spajke, ki se takoj stali.

## 4.2 Spajkanje žic

Da obe žici med postopkom spajkanja ohranita svoj položaj in imate obe roki prosti za spajkanje, ju vpnite v primež za elektroniko in ju spravite v želeni položaj. Nato s spajkalno konico hkrati segrejte oba konca žice. Nato dodajte spajko, tako da jo premaknete proti segretemu mestu spajkanja. Tudi ta postopek spajkanja mora biti hitro zaključen, tako da se žica ne segreje premočno, sicer se njena izolacija poškoduje.



**Slika 27:** Ker se izolacija hitro stali, morate hitro prispajkati žici.

### 4.3 Priprava komponent

Vežje, ki ga sami spajkate, mora ne samo delovati, temveč mora biti tudi pregledno sestavljeno. To poenostavi kasnejše spremembe in predelave ter popravila na vezju.

K preglednemu sestavljanju sodi tudi priprava komponent, ki jih želite prispajkati, in sicer tako, da jih ustrezno upognete z uporabo okroglih klešč za elektronike. Priključke upora je treba pravokotno upogniti. Pri tem morate upoštevati razdaljo med luknjami na vezju, tako da lahko komponento dobro vstavite v luknje. Pri tem priključkov ne smete upogniti neposredno na robu ohišja komponent, sicer obstaja nevarnost uničenja. Klešče pridržite ob upor tako, da so prislone ob ohišje. Nato konec žice, ki štrli prosto od klešč, upognite za 90°. Enako postopajte z drugim priključkom. Obe ukrivljeni žici morata nato kazati v isto smer.

Najprej vadite, tako da upogibate kose žice, s katerih ste prej na obeh koncih sneli nekaj milimetrov izolacije.



**Slika 28:** Žico pravilno upognete z okroglimi kleščami za elektronike.



**Slika 29:** Pri električnih komponentah žic ne smete upogibati neposredno na koncu ohišja.

### 4.4 Spajkanje žičnih mostičkov na črtni raster

Za sestavljanje vezij, ki ste jih sami razvili, obstajata dve vrsti univerzalnih vezij, ki so že opremljena z bakreno plastjo, ki je potrebna za spajkanje. Pri vezju s črtnim rastrom so vse izvrtine, ki so razporejene ena pod drugo, prevodno povezane med seboj. Tako si lahko prihranite veliko žičnih mostičkov. Pri vezjih s točkovnim rastrom se okoli vsake izvrtine nahaja majhen bakreni krog. Izvrtine niso prevodno povezane med seboj. Na preizkusnem vezju se nahajata obe vrsti. Pri tem imate več možnosti sestavljanja in spajkanja vezij.

Stranski črtni raster, ki ga sestavlja 19 polj, je zelo primeren za prve vaje spajkanja. Na njega lahko prispajkate žične mostičke in kasneje tudi komponente, tako da preprosto položite priključne žice na zgornjo polovico kontaktnih površin. Pri tem

položite vezje in žični mostiček na delovno podlogo. Potem ko konec žičnega mostička s sneto izolacijo usmerite na eno izmed kontaktnih površin, segrejte žico in mesto spajkanja s pomočjo spajkalne konice in dodajte malce spajke. Pri tem pazite na to, da ne ustvarite spoja s sosednjimi spajkalnimi površinami. Ta nevarnost obstaja v primeru, da dodate preveč spajke ali pa spajkalne konice ne držite natančno na delovno mesto.

Segrevanje mesta spajkanja in kosa žice traja samo nekaj sekund. Spajka se zelo hitro stali.

Dober spajkani spoj dosežete samo takrat, ko se spajka dobro stali. Pri tem se srebrno sveti. Torej spajkalne konice tudi ne smete prehitro odstraniti z mesta spajkanja, sicer boste ustvarili hladni spoj. Čas spajkanja v idealnem primeru traja okoli 1-2 sekundi. To se sicer zdi, da imate zelo malo časa. Iz izkušenj pa se novinci pri spajkanju nagibajo k temu, da spajkanje izvedejo hitreje, kot je pravzaprav potrebno za dobro razporeditev spajke z ustrezno temperaturo. Če bi mesto spajkanja bistveno dlje segrevali, bi se lahko komponenta, izolacija žice in vezje pri tem poškodovali. Vendar pa boste zelo hitro razvili pravi občutek za čas, tako da se vam kaj takega skorajda ne bo moglo zgoditi.

Po vsakem spajkanju morate najprej počakati, da se mesto spajkanja ohladi. Pri tem ga približno 5 sekund ne smete premikati. Šele ko se prepričate, da prvi konec žice dobro drži, prispajkajte drugi konec žice na sosednjo kontaktno površino. Poskušajte prispajkati več žičnih mostičkov, pri čemer naj bo vsak dolg pribl. 2 cm.



**Slika 30:** Prispajkanje žičnih mostičkov na stranski črtni raster

#### **4.5 Spajkanje žičnih mostičkov na točkovni raster**

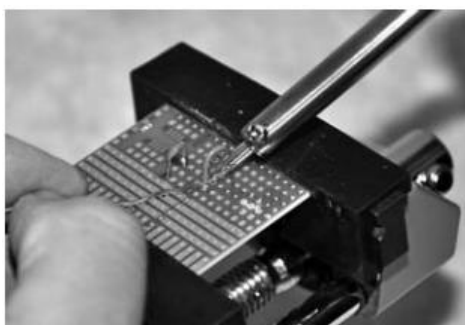
Ko spajkate žične mostičke na točkovni raster, konce žice, ki jih želite prispajkati, vstavite skozi izvrtine dela s točkovnim rastrom preizkusne ploščice. Posebnost: Okoli vsake izvrtine se nahaja samo majhen kovinski obroč, ki je izoliran od sosednjega. Imenujemo ga spajkalno očesce. Tako imate manj prostora za namestitev spajke, saj pri tem ne sme priti do prevodnega spoja s sosednjimi spajkalnimi očesci.

Vpnite vezje v primež za finomehanike, tako da ga lahko dobro opremljate in spajkate od zgoraj. Samo tako imate obe roki prosti, da lahko varno spajkate. Žične mostičke pri tem vgradite nad spajkalnimi očesci. Njihova razdalja od površine vezja naj znaša

okoli 4-5 mm. Pri tej vaji gre tudi za to, da žične mostičke vgradite tako, da so optično privlačni. Poskrbite za to, da po prispajkanju potekajo približno vzporedno s površino vezja.

Posamezni spoji morajo biti dosegljivi tudi pri gotovih vezjih. To omogoča naknadne spremembe kot je odspajkanje in ponovno prispajkanje narobe vgrajenih komponent.

Pri spajkanju postopajte tako kot pri vaji 4.4. Poseben izziv je v tem, da morate spajkalno konico natančneje namestiti in jo posebej mirno držati, da sosednjih spajkalnih očesc ne namažete s spajko ali jih kratko sklenete. Spajkanje mora biti tukaj zaključeno v približno 5 sekundah.



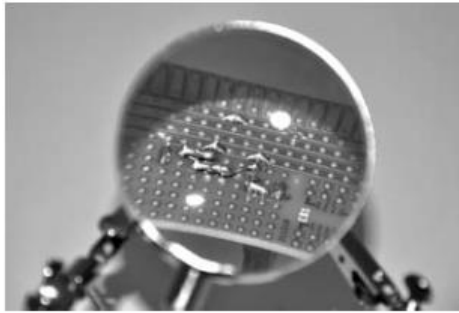
**Slika 31:** Spajkalnik in spajko je treba premakniti natančno na spajkalno očesce. Spajkanje lahko traja samo nekaj sekund.

#### 4.6 Pretopli in prehladni spoj

Neoporečen spajkani spoj prepoznate po njegovem lepem sijaju. Hladni spoj pa deluje malce mat in ima pogosto tudi grudasto površino. Pomanjkljiv spoj prepoznate tudi po tem, da pri njem manjka majhen spajkan stožec okoli priključka komponente ali pa je komajda oblikovan. Hladni spoji imajo samo majhno mehansko trdnost. Ko malce premikate komponento, se lahko njeni priključki znotraj spajkanega stožca sprostijo in nato samo še prosto stojijo v njem.

Do hladnih spojev pride takrat, ko mesta spajkanja in spajke niste dovolj segreti. To se lahko zgodi, ko spajkanje zelo hitro izvedete ali pa ko za večja mesta spajkanja uporabite premalo zmogljiv spajkalnik. Hladni spoji se sprostijo že pri najmanjših tresljajih.

Slabe spoje dobite tudi takrat, ko delate s previsoko temperaturo. Visoka temperatura spajkanja vodi do hitrejšje oksidacije komponent, ki jih želite spojiti. Značilen pokazatelj previsoke temperature spajkanja je tudi tvorjenje tako imenovanih brkov (whiskers). Brki so ostanki spajke, ki kot tanki zobci štrlijo iz spoja in lahko vodijo do kratkih stikov.



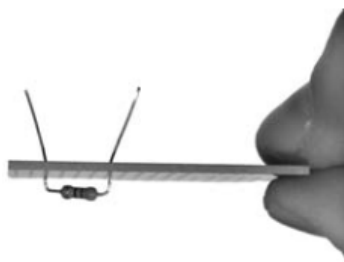
**Slika 32:** Pravilno izvedeni spoji se svetijo in imajo gladko površino.

#### 4.7 Spajkanje žičnih mostičkov na točkovni raster – 2. različica

Vezja, ki so priložena učnemu kompletu, so tako kot pri večini kompletov za sestavljanje s spajkanjem prevlečena samo na eni strani. Komponente je treba vstaviti iz spodnje strani. Nato iz spajkalnih očesc štrlijo samo še dolge priključne žice komponent ali pa konci naših žičnih mostičkov.

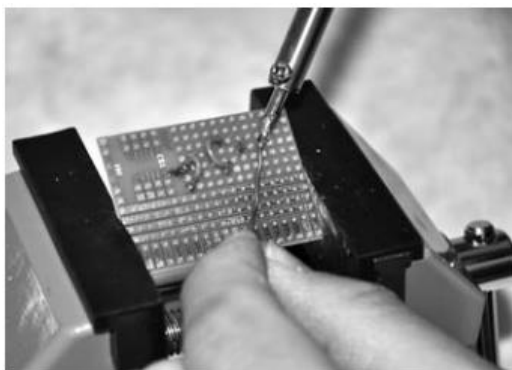
S tem je spajkanje enostavnejše, saj vam ni več treba paziti na to, da se z vročim spajkalnikom ne dotaknete sosednjih, že prispajkanih komponent in jih tako poškodujete. Vendar pa to ne pomeni, da imate več časa za spajkanje. Komponenta ali v tem primeru žični mostiček ter spajkalno očesce se pri obeh različicah spajkanja enako hitro segrejeta.

Ker sedaj žični mostiček vstavite od spodaj, ga morate najprej zavarovati pred tem, da bi padel ven. Pri tem zadostuje, da obe priključni žici tik nad spajkalnima očescema malce upognete na stran. S tem žični mostiček samo od sebe ostane na svojem mestu in ga lahko dobro prispajkate.



**Slika 33:** Da komponente, ki jih vstavite od spodaj, med spajkanjem ne padejo ven, je treba njihove priključne žice malce upogniti na stran.





**Slika 34:** Za spajkanje vezje obrnete.

#### 4.8 Odspajkanje stranskih žičnih mostičkov

Odspajkanja se je treba naučiti. Tudi pri tem mora biti spajkalnik segret na delovno temperaturo. Začnite z žičnimi mostički, ki ste jih v vaji 4 prispajkali na stranske črtne rastre. Vpnite vezje v primež za elektronike. Nato segrejte spoj, ki ga želite ločiti, tako da ga segrejete s spajkalno konico. Hkrati z drugo roko rahlo vlecite za žico, ki jo želite ločiti. Takoj ko se spajka utekočini, jo lahko ločite od vezja. To najbolje deluje s ploščatimi ali okroglimi kleščami za elektronike.

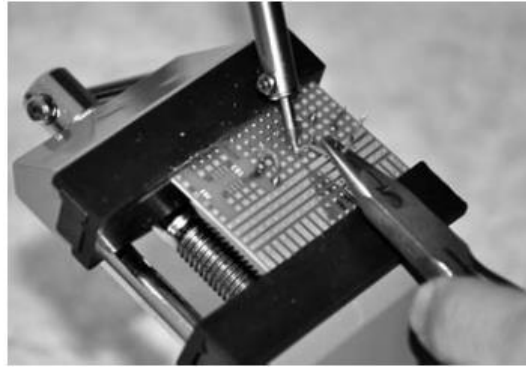
Pri odspajkanju pazite na to, da se z vročim spajkalnikom ne boste dotaknili sosednjih spojev ali komponent. Postopek odspajkanja naj bo kratek. V roku 5 sekund morate odspajkati en konec žice.



**Slika 35:** Medtem ko segrevate spajkano površino, s prsti rahlo vlecite za žico, dokler se ne loči od površine.

#### 4.9 Odspajkanje prispajkanih žičnih mostičkov

Pri tem postopajte tako kot pri vaji 4.7. Razlika je samo v natančnejšem delu. Žični mostički in komponente, ki so prispajkani v spajkalna očesca, zahtevajo, da spajkalno konico izjemno natančno približate in da se z njo ne dotaknete sosednjih komponent. Poleg tega se lahko pri predolgem delovanju vročine spajkalna očesca ločijo od površine. Iz tega razloga poskušajte zaključiti s postopkom odspajkanja v roku nekaj sekund.

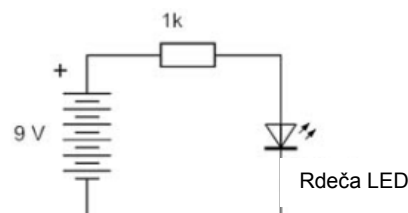


**Slika 36:** Tudi pri tej različici morate med segrevanjem rahlo vleči za žico.

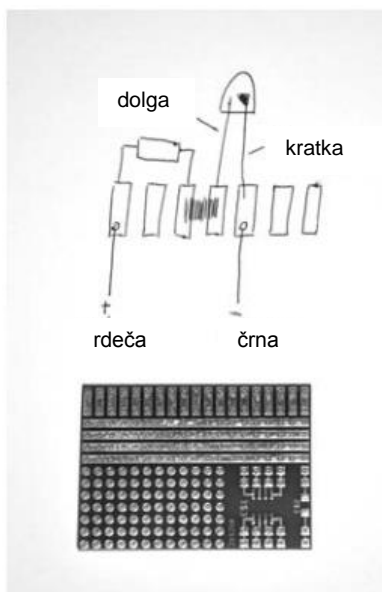
#### 4.10 Enostavno LED-vezje: priprave

Za prvo vezje morate v skladu z vezalnim načrtom prispajkati samo baterijsko sponko, upor in diodo. Kljub enostavni vezavi se najprej postavi vprašanje, kako jo prenesti na vezje. Pri tem si lahko pomagate z enostavno prostoročno skico.

Odločimo se, da bomo vezje sestavili na stranskem črtnem rastru. Ker ima vsaka črta tudi dve izvrtini, lahko na njo prispajkate komponente od strani. Priključke baterijske sponke vstavite skozi izvrtine in jih prispajkate. Pri risanju skice za spajkanje upoštevajte polarnost diode. Lahko si narišete tudi njeno notranjost, na podlagi katere lahko razberete polarnost. Za našo vajo spajkanja bomo pustili originalno dolžino priključkov komponent in jih bomo upognili v skladu z razdaljo črnega rastra.



**Slika 37:** Vezalni načrt enostavnega LED-vezja

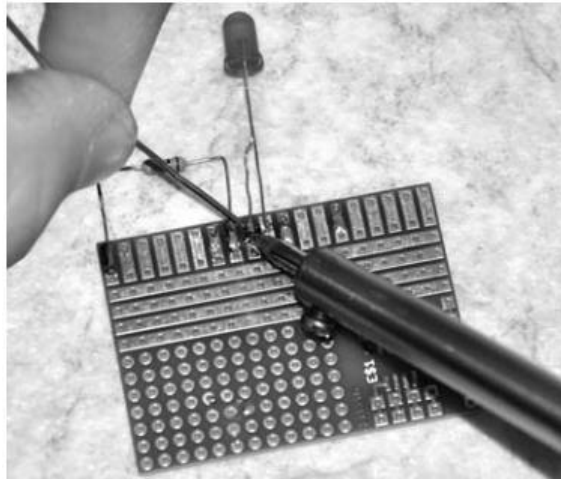


**Slika 38:** Prenesite vezalni načrt na majhno prostoročno skico, iz katere lahko razberete, kje in kako je treba prispajkati posamezne komponente.

#### 4.11 Enostavno LED-vezje

S spajkalno skico, ki ste jo pred tem izdelali, se lahko nato lotite spajkanja. Začnite z uporom. Gre za neobčutljivo komponento, s katero ravnate kot z žičnim mostičkom. Potem ko prispajkate upor na obeh koncih, na črtni raster, ki se nahaja neposredno poleg upora, prispajkate anodo diode. Katodo prispajkate na eno izmed sosednjih črt. Pri spajkanju pazite na to, da spodnje izvrtine segmentov črnega rastra ostanejo proste. Skozi izvrtino črte, na katero ste prispajkali levi priključek upora, vstavite rdeči plus kabel baterijske sponke. V še prosto izvrtino segmenta, na katerega je prispajkana katoda LED-diode, vstavite črno minus žico. Prispajkajte obe žici.

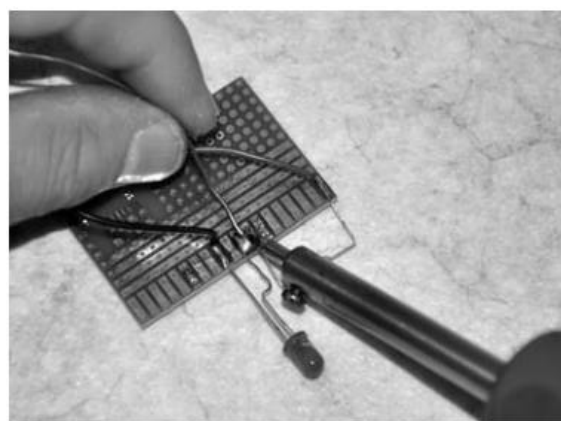
Nato manjka še povezava med uporom in anodo LED-diode. Tukaj lahko prispajkate žični mostiček. Vendar pa je povsem običajno tudi to, da udejanjite povezavo s stikom spojev. Pri tem morate obe kontaktni površini še enkrat segreti in dodati precejšnjo količino spajke, tako da sta spojena oba kontakta. Nato priključite 9 V blok baterijo. Ko vse storite tako kot je treba, LED sveti.



**Slika 39:** Najprej je treba prispajkati upor in LED na stranske črtne rastre. Pri tem je treba upoštevati polarnost LED.



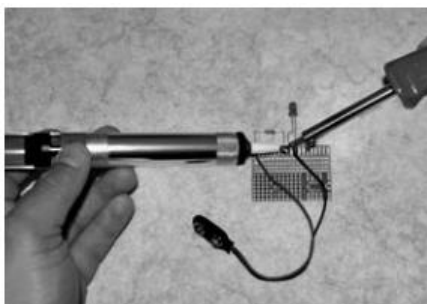
**Slika 40:** Na obeh zunanjih kontaktnih površinah je treba vstaviti žici baterijske sponke skozi še proste izvrtine in ju prispajkati.



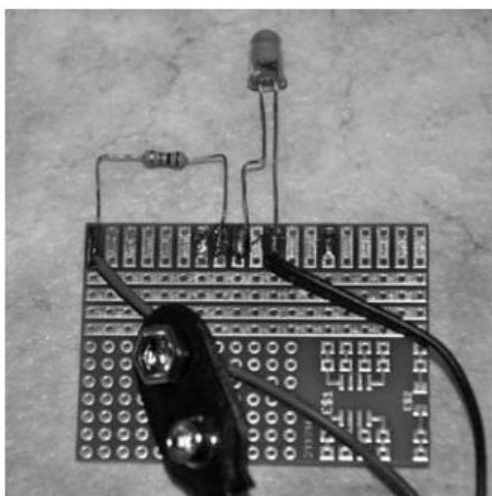
**Slika 41:** Nato je treba s precejšnjo količino spajke treba poskrbeti za spoj med uporom in LED.

Pri svoji prvi vaji odspajkanja boste opazili, da po odspajkanju komponente ali žičnega mostička na mestu spajkanja ostane ostanek spajke. Ponavadi se nabere v izvrtini, tako da skozi njo več ne morete vstavljati priključnih žic.

Pri tem je v pomoč odspajkalna črpalka. Najprej jo je treba napeti. Pri tem morate drseči nastavek potisniti navzdol, tako da zaskoči. Konica črpalke ima majhno odprtino in jo je treba držati neposredno na delovnem mestu, medtem ko odvečno spajko segrevate s spajkalnikom. Razdalja med konico spajkalnika in konico odspajkalne črpalke znaša samo nekaj milimetrov. Takoj ko se spajka stali, na črpalki pritisnite gumb za sprostitev. Medtem ko se drsni nastavek hitro pomika nazaj, se v črpalki ustvarja podtlak, ki odsesava tekočo spajko. Za odstranjevanje celotne odvečne spajke je včasih potrebnih več delovnih korakov.



**Slika 42:** Velike količine spajke, v tem primeru je to stik spojev med uporom in LED, lahko odstranite samo z odspajkalno črpalko.



**Slika 43:** Po enkratni uporabi spajkalne črpalke je stik spojev odstranjen.

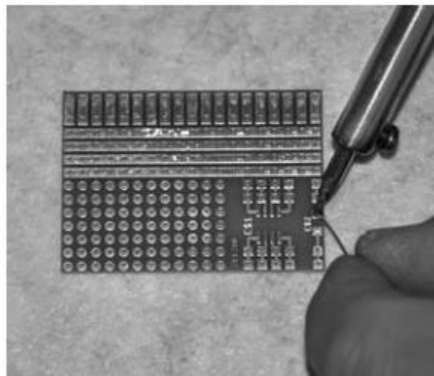
#### 4.12 Spajkanje SMD-diode

SMD je kratica za »surface mounted device« in pomeni »površinsko pritrjeno komponento«. SMD-komponente ponavadi nimajo žičnih priključkov, temveč jih je treba prispajkati neposredno na vezje. Poleg tega so izjemno majhne. SMD-dioda 1N4148, ki je priložena temu učnemu kompletu za spajkanje, je skupaj s stranskimi priključki dolga samo 3 mm. Njeno ohišje brez priključkov meri samo pribl. 1,5 mm. Kratka oznaka, ki je natisnjena na zgornji strani, služi določanju polarosti. Njen levi konec označuje katodo (minus pol).

Za prispajkanje SMD-komponent so predvidene posebne kontaktne površine, tako imenovani padi. Gre za majhna prevlečena polja brez izvrtine, ki jih najdete desno spodaj na preizkusnem vezju.

Najprej pokositrajte en pad z malce spajke. Pri tem najprej segrejte pad, medtem ko se spajkalna konica še nahaja na njem, pa dodajte spajko. Celoten postopek ne sme trajati dlje kot eno sekundo.

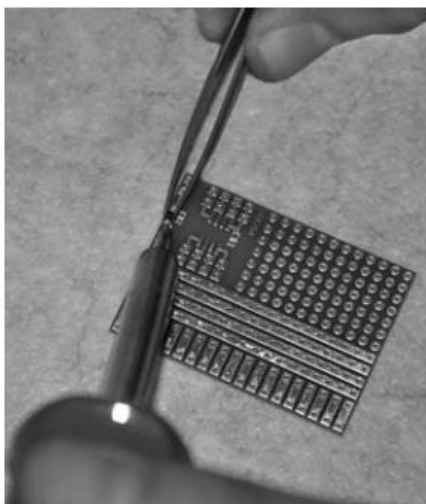
SMD-diodo s pinceto namestite na površino vgradnje in jo še naprej držite, medtem ko jo fiksirate s spajkalnikom. Pri tem za eno sekundo segrevajte diodo na strani s predhodno pokositranim padom. Tako je SMD-dioda na eni strani prispajkana. Nazadnje prispajkajte drugi konec diode na že znan način. Tudi tukaj spajkanje ne sme trajati dlje kot eno sekundo.



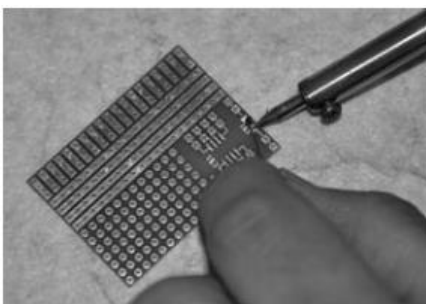
**Slika 44:** Najprej pokositrajte en pad z malce spajke.



**Slika 45:** Tudi pod lupo je SMD-dioda še vedno zelo majhna.



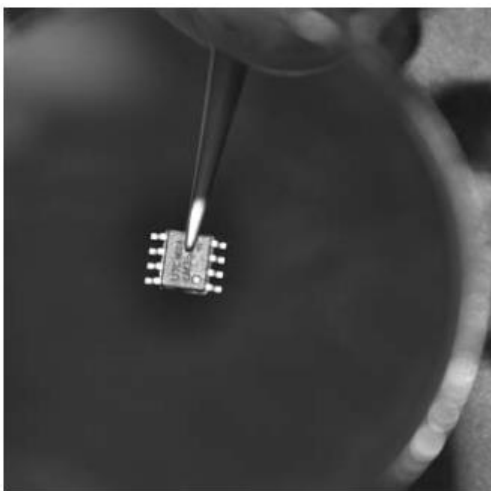
**Slika 46:** Medtem ko držite SMD-diode na mestu s pomočjo pincete, segrejte predhodno pokositran pad in priključek diode, ki sloni na njem.



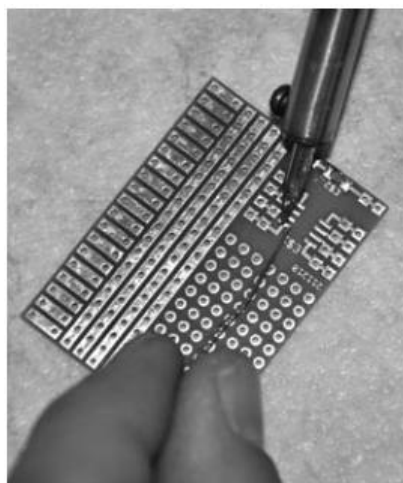
**Slika 47:** Nato prispajkajte drugi konec, tako da dodate malce spajke.

#### 4.13 Spajkanje SMD operacijskega ojačevalnika

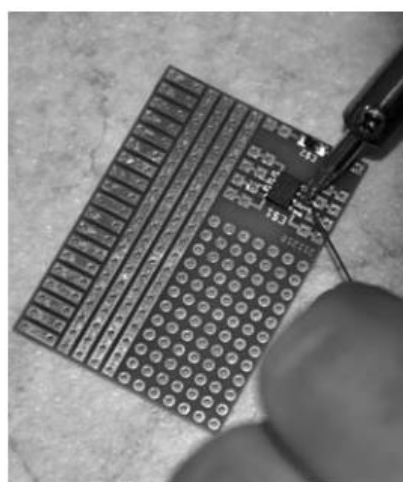
SMD integrirana vezja kot je operacijski ojačevalnik LM358 se podobno spajkajo kot majhne SMD-diode. Ker so malce večja, je stvar malce lažja. Najprej pokositrajte en pad polja za integrirano vezje na vezju z malce spajke. Potem ko na podlagi oznake določite položaj vgradnje integriranega vezja, ga usmerite na vezju s pomočjo pincete, tako da se njegovi priključki nahajajo natančno na kontaktnih površinah. Medtem ko integrirano vezje še naprej držite v položaju s pomočjo pincete, segrejte priključek na predhodno pokositranem padu. S tem je SMD integrirano vezje fiksirano. Zaporedoma prispajkajte dodatne priključke, tako da spajkalno konico vsakič natančno namestite in dodate malce spajke. Pri tem pazite na to, da ne ustvarite prevodnega spoja s sosednjimi priključki. Po vsakem spajkanju temeljito očistite spajkalno konico, tako da jo obrišete na navlaženi gobici.



**Slika 48:** SMD integrirano vezje pod lupo: tukaj je pin 1 označen s krogom.



**Slika 49:** Najprej je treba predhodno pokositrati en pad.



**Slika 50:** Vsak priključek je treba posamezno prispajkati.

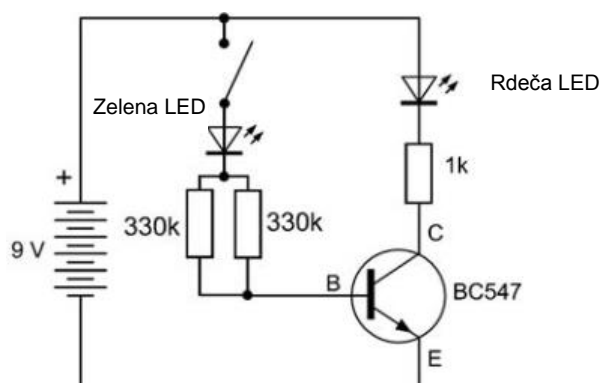


#### 4.14 Spajkanje komponent, ki ležijo tesno skupaj

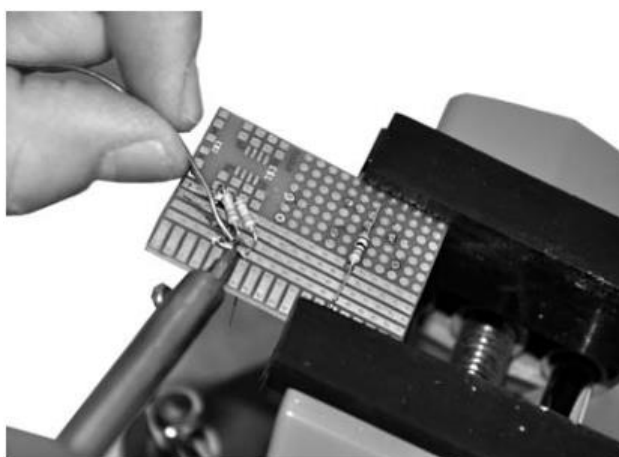
S to vajo postopno začnete s sestavljanjem tranzistorskega vezja. Ko boste vse komponente od začetka vgradili v nazadnje zahtevanem položaju, boste korak za korakom prišli do gotovega vezja.

Od časa do časa je treba posamezne komponente prispajkati tesno skupaj ali pa njihovi priključki zahtevajo, da jih prispajkate v izvrtine ali spajkalna očesca, ki se nahajajo neposredno drug poleg drugega. Ker je na voljo malo prostora, je treba spajkalno konico in spajko zelo natančno namestiti. Več komponent kot je že prispajkanih, vedno bolj težavno postaja postopanje. Iz tega razloga delajte od sredine vezja proti robu in najprej prispajkajte nizke komponente kot so upori in diode. Šele nazadnje so na vrsti visoke komponente kot so tranzistorji ali LED. Pri spajkanju komponent, ki se nahajajo tesno skupaj, se izognite dotikanju sosednjih delov z vročim spajkalnikom.

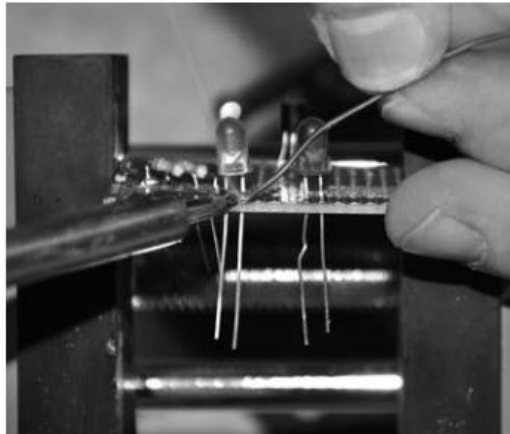
Poleg tega pazite na to, da s tekočo spajko ne ustvarite prevodnega spoja s sosednjimi komponentami ali kontaktnimi površinami.



**Slika 51:** S to vajo začnete s sestavljanjem tranzistorskega vezja.



**Slika 52:** Z delom od sredine proti robu lahko brez težav udejanjite spoje, ki se nahajajo tesno skupaj.

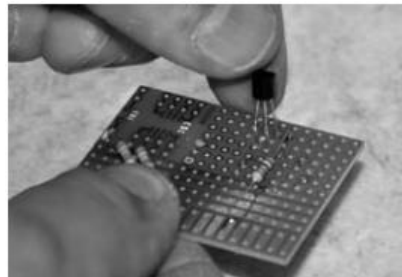


**Slika 53:** Z mirno roko lahko prispajkate tudi višje komponente (tukaj so to LED) na spajkalna očesca, ki se nahajajo neposredno skupaj.

#### 4.15 Spajkanje občutljivih električnih komponent

Tranzistorji in integrirana vezja so občutljive komponente, ki jih ne smete poljubno dolgo segrevati, saj bi se pri tem uničile. Pri tem je pomembno hitro in natančno spajkanje. Hitreje kot vam uspe prispajkati pin občutljivih komponent, manj so te komponente termično obremenjene. Spoj je treba izvesti v roku 2-3 sekund. Ugotovili boste, da vam to gre enostavneje od rok, kot bi si mislili!

Pri vgradnji tranzistorja ali integriranega vezja pazite na pravilen položaj vgradnje. Narobe prispajkane komponente ne vodijo samo do tega, da vezje ne deluje, temveč se lahko pri tem tudi uničijo.



**Slika 54:** Pri vstavljanju tranzistorja pazite na pravilen položaj vgradnje.



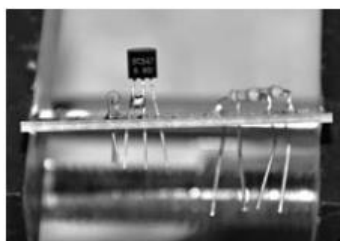
**Slika 55:** Spajkanje priključka tranzistorja mora biti zaključeno v nekaj sekundah.

#### 4.16 Odstranjevanje kratkih stikov, nastalih pri spajkanju

Pri spajkalnih točkah in komponentah, sledih itd., ki se nahajajo tesno skupaj, se lahko zgodi, da pri postopku spajkanja s spajko ustvarite prevodni spoj. Vendar pa vezje zaradi tega še ni uničeno. Vezje lahko še popravite, tako da odstranite odvečno spajko. Kako jo najlažje odstranite, je odvisno od njene količine in položaja.

Ponavadi je v pomoč odspajkalna črpalka. Z njo lahko najlažje odstranite večino grud spajke med dvema spajkalnima očescema ali dvema priključkoma integriranega vezja ali tranzistorja. Pri tem s spajkalno konico segrejte grudo spajke, ki jo želite odstraniti. Takoj ko se utekočini, sprostite zaskočni gumb odspajkalne črpalke, ki jo držite na delovno mesto. Spajko lahko ponavadi posesate v eni delovni fazi.

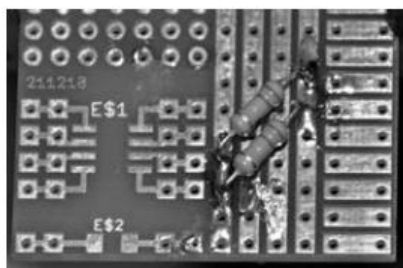
Majhne količine spajke na vezju lahko odstranite tudi s spajkalno konico, ki ste jo pred tem očistili. Pri tem segrejte spajko in konico rahlo premikajte naprej in nazaj. Da ne bo dvoma, dodatno popraskajte po površini s finim ploščatim izvijačem za elektronike ali iglo. Tako boste odstranili tudi zadnje, najmanjše ostanke spajke.



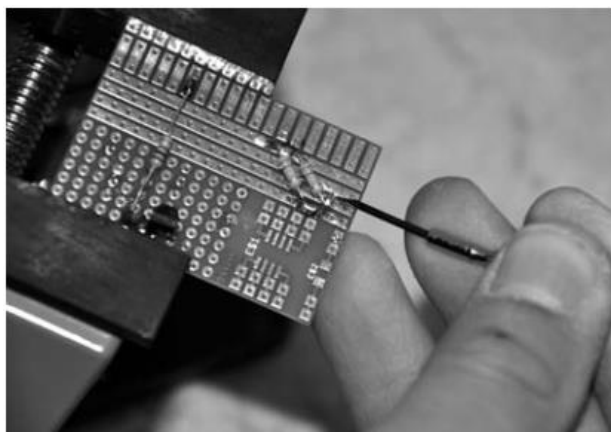
**Slika 56:** Tukaj gruda spajke med dvema priključkoma tranzistorja povzroča očiten kratek stik.



**Slika 57:** Grude spajke lahko odstranite s segrevanjem in sesanjem z odspajkalno črpalko.



**Slika 58:** Tukaj spajka povzroča kratek stik med dvema črnima rastroma. Majhno količino spajke lahko odstranite s spajkalnikom.



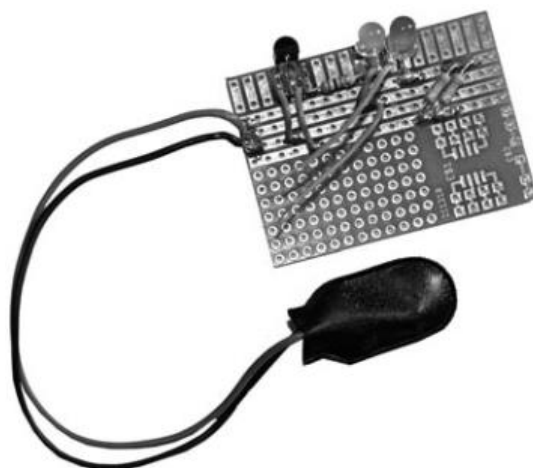
**Slika 59:** Zadnje ostanke lahko sprskate z majhnih izvijačem za elektronike ali iglo.

#### 4.17 Dokončanje tranzistorskega vezja

Potem ko na vezje prispajkate upore, LED in tranzistor, manjkajo samo še baterijska sponka, nekaj žičnih mostičkov in stikalo. Stikalo sestavite iz dveh kosov žice, ki ju samo na enem koncu prispajkate na vezje. S prostih koncev snamete malce izolacije. Ko ju pridržite skupaj, potem je stikalo sklenjeno.

Izziv pri dokončanju vezja je v tem, da je vezje že gosto opremljeno. Torej morate biti posebej previdni, ko vročo spajkalno konico približate novemu delovnemu mestu. Če pa vam mesto vendarle postane preozko, lahko višje komponente upognete malce na stran.

Vezje prikazuje osnovno delovanje NPN-tranzistorja. Obstajata dva električna kroga. V krmilnem električnem krogu teče majhen bazni tok, v bremenskem električnem krogu pa večji kolektorski tok. LED služijo signalizaciji tokov. Rdeča LED sveti močno, zelena pa sveti šibko. Samo v zatemnjenem prostoru lahko vidite, kako šibko svetenje zelene LED signalizira bazni tok. Ta razlika pomeni, da se tok močno ojača.



Slika 60: Gotovo vezje

#### 4.18 Preverjanje vezja in krajšanje prekomernih dolžin

Pred uporabo vezja dobro pogledajte, če so vse komponente pravilno vgrajene in če ste morda pozabili kaj prispajkati. Šele sedaj skrajšajte prekomerne dolžine priključnih žic komponent s pomočjo klešč ščipalk za elektronike.

Pri tem na zadnji strani vezja pustite še okoli 1 mm prekomerne dolžine. Če ste vezje opremili od zadaj in priključne žice štrlijo nad prevlečeno stranjo vezja, potem skrajšajte žice do te mere, da štrlijo nad spajkanimi stožci še približno za 0,5-1 mm. Če morate odspajkati komponento in vgraditi drugo, potem so njeni priključki tako še vedno dovolj dolgi, da lahko dobro rokujete z njo.

Šele potem ko odščipnete prekomerne dolžine, lahko začnete uporabljati vezje. Ko kontaktirate oba konca žice, torej sklenete stikalo, zelena LED zelo šibko sveti, rdeča pa sveti močno. Po tem vidite, da tranzistor ojača tok. S tem ste vse pravilno izvedli.



**Slika 61:** Potem ko dokončate in pregledate vezje, je treba prekomerne dolžine priključnih žic odščipniti s ploščatimi kleščami za elektronike.



**Slika 62:** Odščipnjeni priključki morajo za 0,5-1 mm štrleti nad vezjem.



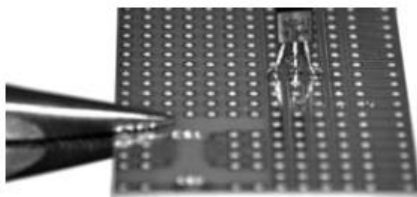
**Slika 63:** Priključne žice je treba odščipniti tik nad spajkanimi stožci.

#### 4.19 Odspajkanje večnožnih komponent

Enostavne komponente kot so žični mostički ali upori je možno brez težav odspajkati. Težje postane, ko ima komponenta, kot je npr. tranzistor, več priključkov, ki se nahajajo tesno skupaj. V tem primeru več ne zadostuje, da segrejete spoj in pri utekočinjeni spajki izvlčete komponento. Pri tem potrebujete odspajkalno črpalko.

Najprej segrejte enega izmed spojev pri treh priključkih tranzistorja in držite odspajkalno črpalko pripravljeno na delovnem mestu. Takoj ko se spajka utekočini, aktivirajte črpalko, ki bo posesala del spajke. Postopek tolikokrat ponovite, dokler v izvrtini ni več spajke. Nato se posvetite ostalima dvema priključkoma. Na koncu morajo biti vse tri izvrtine proste in tranzistor lahko enostavno izvlčete iz vezja.

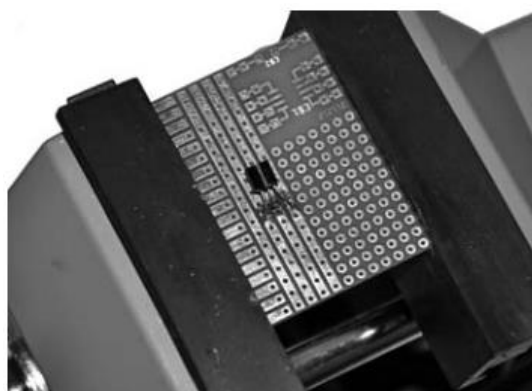
Na enak način je treba odspajkati tudi LED in integrirana vezja.



**Slika 64:** Večnožnih komponent ni možno odspajkati brez težav.



**Slika 65:** Odspajkanje deluje samo s pomočjo odspajkalne črpalke.



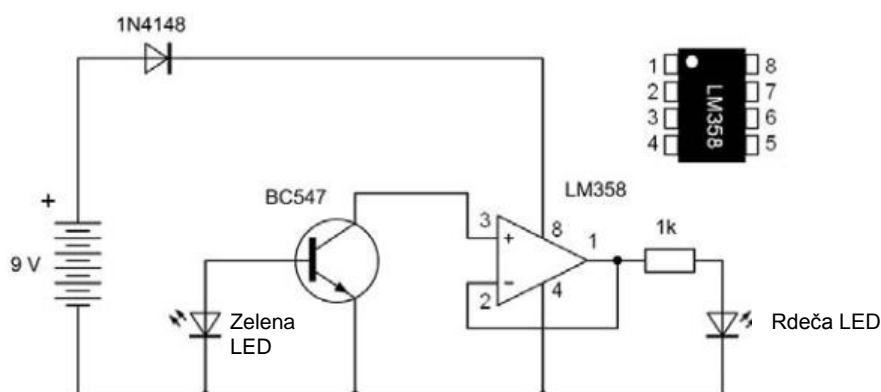
**Slika 66:** Z odspajkalno črpalko je treba z več ponovitvami v celoti posesati spajko z vseh treh spajkanih točk.

## 4.20 Mojstrovina

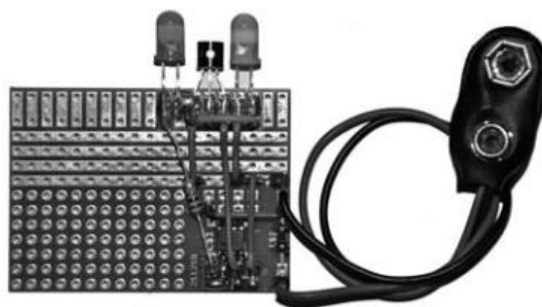
Sami sestavite stikalo za mrak v skladu z vezalnim načrtom, ki ga vidite spodaj. Pri tem vezju boste ponovno zvedili vse, kar ste se naučili v tem učnem kompletu za spajkanje. Sem sodi naslednje: kako spravite vezavo na vezje, kako pravilno vgradite LED-diodi, tranzistor, SMD integrirano vezje in SMD-diodo ter kako pravilno spajkate. Poleg tega morate vgraditi nekaj žičnih mostičkov.

**Veze:** Tranzistor služi kot tokovni ojačevalnik za LED svetlobni senzor. Zelena LED se uporablja kot fotoelement in nudi majhen tok. Zaradi velikega ojačanja toka, za katerega poskrbi tranzistor, za aktivacijo LED zadostuje že majhna svetilnost okolice. Pri uporabi kot stikalo za mrak se LED zvečer samodejno aktivira.

Ko se vaše vezje odziva v skladu z opisom, potem ste prestali svoje "končno testiranje"!



**Slika 67:** Vežalni načrt stikala za mrak



**Slika 68:** Gotovo vezje mora izgledati približno takole.

## 5 Izključitev odgovornosti

Vsa vezja in programi, ki so predstavljeni v teh navodilih za uporabo, so bili razviti, preverjeni in testirani z največjo možno mero skrbnosti. Kljub temu napak ni možno popolnoma izključiti. Založba in avtor v primeru namerne nepravilnosti ali velike malomarnosti jamčita v skladu z zakonskimi določili. Sicer založba in avtor jamčita samo v skladu z zakonom o odgovornosti za izdelke v primeru ogrožanja življenja, telesnih poškodb ali ogrožanja zdravja ali v primeru kršenja bistvenih pogodbenih obveznosti, ki sta jih zagrešila po lastni krivdi. Odškodninski zahtevek za kršenje bistvenih pogodbenih obveznosti je omejen na predvidljivo škodo, ki je značilna za pogodbo, v kolikor ne velja obvezna odgovornost v skladu z zakonom o odgovornosti za izdelke.



## 6 Varnostni napotki

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 ne sme 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.

### **Pozor! Zaščita oči in LED:**

Ne glejte neposredno v LED z majhne razdalje, saj lahko z neposrednim gledanjem pride do poškodb mrežnice! To velja predvsem za svetle LED v prozornem ohišju ter v posebni meri za zmogljive LED. Pri belih, modrih, vijoličnih in ultravijoličnih LED daje navidezna svetilnost napačen vtis o dejanski nevarnosti za vaše oči. Posebna previdnost je potrebna pri uporabi zbiralnih leč. LED uporabljajte tako kot je opisano v teh navodilih za uporabo. Za napajanje ne uporabljajte večjih tokov od priporočenih.

## 7 Izjava o skladnosti

Spoštovana stranka!



Ta izdelek je bil izdelan v skladu z veljavnimi evropskimi direktivami in je zato opremljen z oznako skladnosti CE. Ustrezna uporaba je opisana v teh navodilih za uporabo.

Pri vsaki drugačni uporabi ali spreminjanju izdelka ste kot uporabnik sami odgovorni za upoštevanje veljavnih predpisov. Iz tega razloga vezja sestavljajte natanko tako, kot je opisano v navodilih za uporabo.

Izdelek lahko predate v uporabo tretji osebi samo skupaj s temi navodili.

## 8 Odstranjevanje

Simbol prečrtanega smetnjaka pomeni, da je treba ta izdelek odstraniti ločeno od gospodinjskih odpadkov in ga oddati na ustreznem zbirališču odpadne električne opreme, ki bo poskrbelo za reciklažo. O najbližjem brezplačnem zbirališču tovrstnih odpadkov se pozanimajte pri svoji občini.



**REG. ŠT. OEE0:  
DE 21445697**

## 9 Kolofon

© 2019 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2, 85540 Haar bei München, Nemčija.

Vse pravice pridržane, vključno s fotomehanskim predvajanjem in shranjevanjem na elektronske medije. Ustvarjanje in razpečavanje kopij na papirju, podatkovnem nosilcu ali spletu, predvsem v obliki PDF-datoteke, je odobreno samo z izključnim dovoljenjem založbe. V primeru kršitve si pridržujemo pravico do kazenskega pregona.

Večina imen strojne in programske opreme ter imen podjetij in logotipov podjetij v tej dokumentaciji so praviloma hkrati tudi registrirane blagovne znamke in jih je treba tudi upoštevati kot take. Založba pri imenih izdelkov pretežno sledi načinu pisanja proizvajalcev.

Izdelano po naročilu podjetja Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau, Nemčija

**Avtor: Burkhard Kainka in Thomas Riegler**  
**Oblikovanje: [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)**

GTIN 40196315055-4

### **Proizvajalec:**

Conrad Electronic SE  
Klaus-Conrad-Straße 1  
92240 Hirschau  
Nemčija



## GARANCIJSKI LIST

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](http://www.conrad.si), [info@conrad.si](mailto:info@conrad.si)

Izdelek: **Učni komplet za spajkanje Makerfactory 15055**  
Kat. št.: **21 03 914**

### 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 vrnilo popravljeno 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.**