



## NAVODILA ZA UPORABO

# Učni komplet Conrad "Akumulatorske baterije in polnilna tehnika"

Kataloška št.: 55 38 93



## Kazalo

<b>Uvod</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Seznanitev s komponentami učnega kompleta</b> .....	<b>3</b>
1.1 Preizkusna ploščica .....	4
1.2 Priključni USB-kabel .....	4
1.3 Solarni modul .....	5
1.4 Diode .....	6
1.5 Svetleče diode .....	7
1.6 Tranzistorji .....	7
1.7 Upori .....	8
1.8 Elektrolitski kondenzatorji .....	9
1.9 Držalo za akumulatorsko baterijo .....	9
1.10 Kabel za preizkušanje .....	10
1.11 Stikalna žica .....	10
<b>2 Uporaba USB-kabla</b> .....	<b>11</b>
2.1 Priključitev USB-kabla na preizkusno ploščico .....	11
<b>3 Shranjevanje energije</b> .....	<b>12</b>
3.1 Shranjevanje energije z elektrolitskim kondenzatorjem .....	12
<b>4 Seznanitev s tipi akumulatorskih baterij</b> .....	<b>13</b>
<b>5 Prvi korak s solarnim modulom</b> .....	<b>14</b>
<b>6 Polnjenje akumulatorskih baterij z USB-virom</b> .....	<b>15</b>
<b>7 Polnjenje NiMH in NiCd akumulatorskih baterij</b> .....	<b>16</b>
<b>8 Polnjenje s konstantnim tokom</b> .....	<b>18</b>
<b>9 Impulzno polnjenje</b> .....	<b>21</b>
<b>10 Polnjenje nikelj-cinkove akumulatorske baterije</b> .....	<b>22</b>
<b>11 Polnjenje litijeve akumulatorske baterije</b> .....	<b>25</b>
<b>12 Nadzor nad polnjenjem</b> .....	<b>28</b>
12.1 Prikaz napoljenosti akumulatorske baterije .....	28
<b>13 Testiranje akumulatorskih baterij</b> .....	<b>29</b>
13.1 Test z nizkim tokom .....	30
13.2 Test z visokim tokom .....	32
<b>14 Akumulatorska baterija in solarni modul</b> .....	<b>34</b>
14.1 Polnjenje akumulatorskih baterij s sončno energijo .....	36
14.2 Solarni polnilnik – kaj je treba upoštevati .....	37
<b>15 Uporaba zapore povratnega toka</b> .....	<b>38</b>
<b>16 Uporaba regulatorja polnjenja</b> .....	<b>40</b>
<b>17 Nadzor nad solarnim polnjenjem litijeve akumulatorske baterije</b> .....	<b>41</b>
<b>18 Kombiniran polnilnik, polnjenje in vzdrževalno polnjenje</b> .....	<b>43</b>
<b>19 Solarna nočna lučka</b> .....	<b>46</b>
<b>20 Ohranjanje zmogljivosti akumulatorskih baterij</b> .....	<b>48</b>
20.1 Zasilno reševanje akumulatorske baterije .....	48
20.2 Nega akumulatorskih baterij .....	49
<b>Garancijski list</b> .....	<b>50</b>

## Uvod

### 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.

Simbol prečrtanega smetnjaka pomeni, da je treba ta izdelek odstraniti ločeno od gospodinskih 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.



### 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.

### Pozor! Pravilno ravnanje z akumulatorskimi baterijami:

Na akumulatorskih baterijah nikoli ne smete povzročiti kratkega stika, jih na silo odpirati ali jih metati v ogenj. Napolnilnih baterij ne smete priključiti na polnilnik. Med polnjenjem akumulatorskih baterij se nahajajte v bližini. Pri nepravilnem ravnanju z akumulatorskimi baterijami obstaja nevarnost eksplozije!

## 1 Seznanitev s komponentami učnega kompleta

Št. kosov	Komponenta	Tehnični podatki
1	Preizkusna ploščica	SYB 46, 270 kontaktov
1	Solarni modul	
1	USB-vtič s kablom in konci za preizkusno ploščico	
1	Tranzistor	2N3904
1	Tranzistor	2N3906
1	Schottkyjeva dioda, modra	BAT 42
2	Silicijeva dioda	1N4001
1	LED, rdeča	5 mm
1	LED, oranžna	5 mm
1	Utripajoča LED, rdeča	5 mm
1	Ogljenoplastni upor	1 W
8	Ogljenoplastni upor	¼ W
1	Elektrolitski kondenzator	1.000 µF, 10 V
1	Držalo za baterijo s kablom	Mignon, AA
4	Vtični zatič	

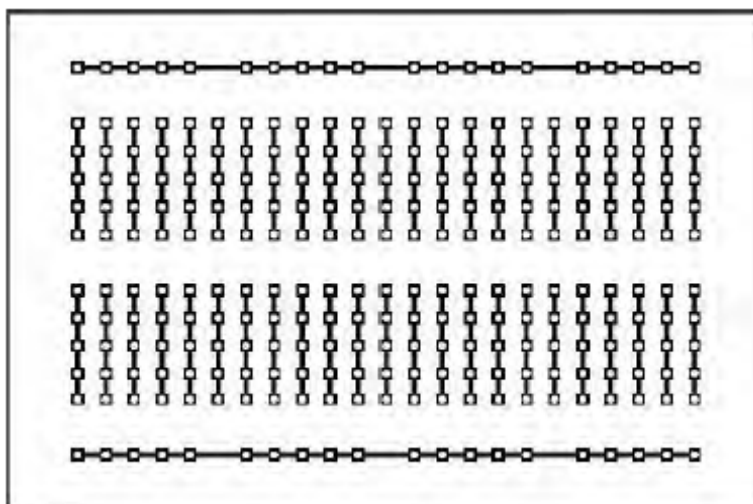
2	Kabel s krokodil sponkami, rdeč in črn	
1	Stikalna žica	1,0 m

### 1.1 Preizkusna ploščica

Preizkusna ploščica, znana tudi pod imenom laboratorijska ploščica ali eksperimentalna ploščica, omogoča pripravo preizkusov brez uporabe spajkalnika. V notranjosti je sestavljena iz kontaktnih vzmeti, ki so povezane med seboj v sistemu vrst. Elektronske komponente in priključne žice lahko večkrat vstavite v kontakte, s čimer je omogočeno sestavljanje vezja brez spajkanja ali vijačenja. Priključne žice, ki jih poševno odščipnete s pomočjo klešč ščipalk, lahko najenostavneje vstavite v kontakte.

Preizkusna ploščica, ki je priložena učnemu kompletu, ima skupno 270 kontaktov v 2,54 mm rastru. 230 kontaktov na sredinskem območju je povezanih z navpičnimi trakovi v vrstah po 5.

Na robovih široke strani je po ena vrsta z 20 kontaktnimi točkami, ki so vodoravno povezane z zbiralko. Ta "zgornja" in "spodnja" vrsta sta primerni kot zbiralki za napajanje.



Slika 001: Preizkusna ploščica – zgoraj in spodaj z zbiralko za napajanje

### 1.2 Priključni USB-kabel

Priključni USB-kabel učnega kompleta ima na eni strani USB-vtič tipa A, na drugi strani pa zatični vtič za preizkusno ploščico. Tako lahko 5 V (V = volt) napajanje, ki ga nudi USB-vir (USB-vtič napajalnika), povežete s preizkusno ploščico.

#### **Pomembno!**

Pri priključitvi zatičnega vtiča na preizkusno ploščico bodite obvezno pozorni na polarnost! Rdeč kabel do zatičnega vtiča je plus pol, črn pa minus pol.



**Slika 002:** Priključni USB-kabel, razporeditev priključkov vtiča: 1) = -5 V, 2) = D+, 3) = D-, 4) = +5 V

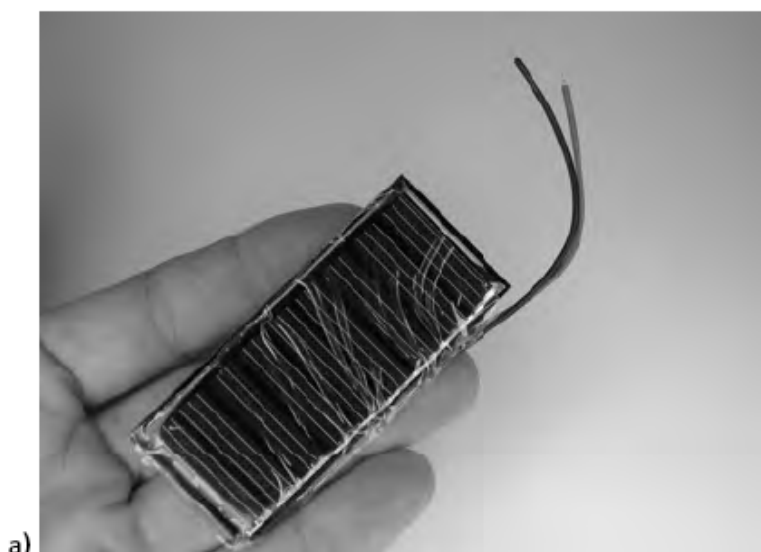
#### **Pomemben napotek glede uporabe USB-napajanja**

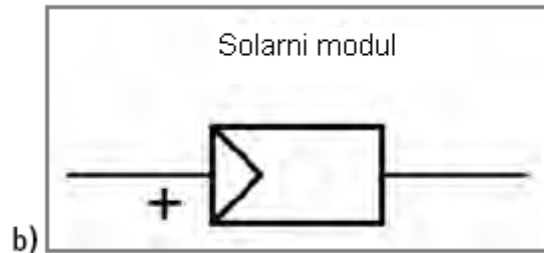
Obvezno vam priporočamo, da za naslednje preizkuse uporabite enostaven USB-napajalnik (npr. za mobilni telefon) s 5 V napetostjo in najmanj 500 mA (mA = miliamper) zmogljivostjo. USB-napajanje za preizkuse bi lahko sicer dal na razpolago tudi USB-priključek računalnika, vendar vam to vsekakor odsvetujemo!

Razlog: Načeloma lahko imajo naprave z visoko porabo toka na USB-priključku računalnika porabo toka 500 mA, naprave z nizko porabo toka pa največ 100 mA. Žal pa niso vsi USB-priključki (v odvisnosti od tipa računalnika) zaščiteni pred kratkim stikom! Ponavadi je na priključek prispajkana samo ena varovalka, včasih tudi ustrezen upor. Pri nekaterih napravah je na voljo varovalka, ki se sama ponastavi, pri drugih napravah pa je treba po kratkem stiku varovalko zamenjati. Obstajajo tudi prenosni računalniški sistemi, pri katerih USB-priključek da na razpolago zmanjšano napetost in zmanjšan tok.

### **1.3 Solarni modul**

Priložen solarni modul je sestavljen iz več polikristalnih solarnih celic. Silicijev material, ki je sestavljen iz več kristalov, se z namernim dopiranjem onesnaži do te mere, da nastaneta negativna in pozitivna plast. Zgoraj je N-plast (negativno dopirana) premazana s temno modro barvo za boljše vpijanje svetlobe. Spodnja plast je P-plast. Z vpadom svetlobe se elektroni začnejo premikati in med obema opisanimi plastema nastane napetost. To napetost in tok, ki pri tem teče, lahko uporabimo. Ena sama kristalna silicijeva solarna celica nudi pribl. 0,5 V. Tok je odvisen od velikosti celice.

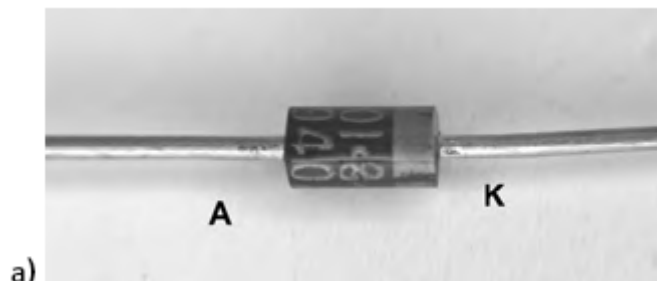




**Slika 003:** a) Solarni modul z zaščitno folijo; b) Stikalni simbol

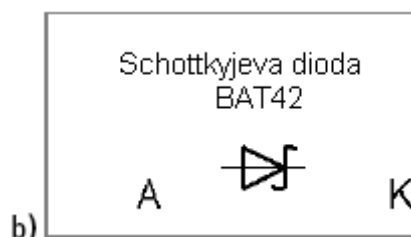
## 1.4 Diode

Diode prepuščajo tok samo v eni smeri. Iz tega razloga se med drugim uporabljajo za usmerjanje izmeničnih napetosti in za blokiranje neželene polarnosti pri enosmerni napetosti. Delovanje diode si lahko pri običajnem delovanju najenostavneje simbolično predstavljate kot protipovratni ventil (vodovodna inštalacija).



**Slika 004:** a) Silicijeva dioda tipa 1N 4001; Katodo diode prepoznate po natisnjeni črtici, druga priključna žica pa je anoda. Tehnična smer toka poteka od anode proti katodi. b) Stikalni simbol diode

V prevodni smeri (stikalni simbol: puščica) pri silicijevi diodi, kot je npr. 1N 4001, začne teči omembe vreden tok šele od napetosti pribl. 0,6–0,7 V ali 700 mV (mV = milivolt) naprej.

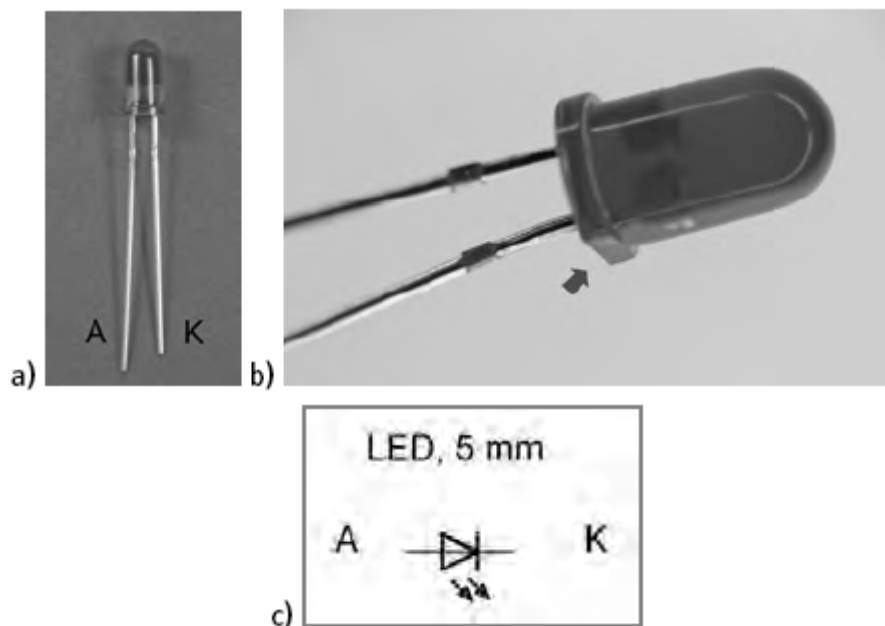


**Slika 005:** a) Schottkyjeva dioda, b) Vaš vezalni načrt

V fotovoltaičnih sistemih se Schottkyjeve diode z majhnimi izgubami praviloma uporabljajo na dva načina: kot zaporne diode in kot premostitvene diode (oz. bypass diode). Zaporne diode preprečujejo, da se akumulator prazni skozi fotovoltaične module, takrat ko ni na voljo sončne svetlobe. Premostitvene diode ščitijo solarne celice in modul pred morebitno škodo, ki bi jo lahko povzročilo delno zasenčenje.

## 1.5 Svetleče diode

LED (LED = light emitting diode = svetleča dioda) ima poleg lastnosti običajne diode še dodatno lastnost: Ko je na voljo napetost, sveti. LED se ponavadi vedno uporabljajo v kombinaciji s preduporom za omejitev toka. Rdeče LED potrebujejo najnižjo napetost (1,8 V). Nato sledijo rumena, zelena, modra in nazadnje bela LED z najvišjo napetostjo (do 3,6 V).



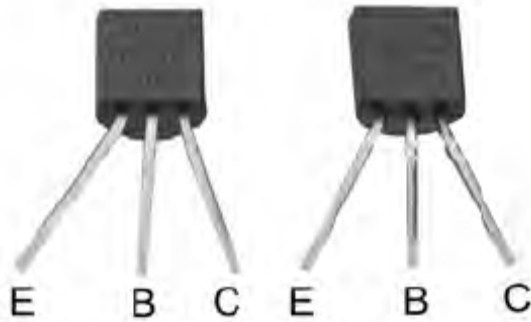
**Slika 006:** a) Razporeditev priključkov pri svetlečih diodah: anoda (+) z daljšo priključno žico (levo) in katoda (-), b) Dodatno označena s sploščenim delom na ohišju, c) Stikalni simbol za LED

Poleg "običajnih" LED obstajajo tudi posebne izvedbe, kot je npr. utripajoča LED. Utripajočo LED prepoznate po majhni črni piki v notranjosti rdečega ohišja. Ta pika vsebuje majhno elektroniko v obliki integriranega vezja, ki poskrbi, da LED začne utripati, takoj ko je na voljo ustrezna napetost.

## 1.6 Tranzistorji

Tranzistorji so aktivne komponente, ki se uporabljajo v elektronskih aplikacijah za preklapljanje in ojačevanje toka in napetosti.

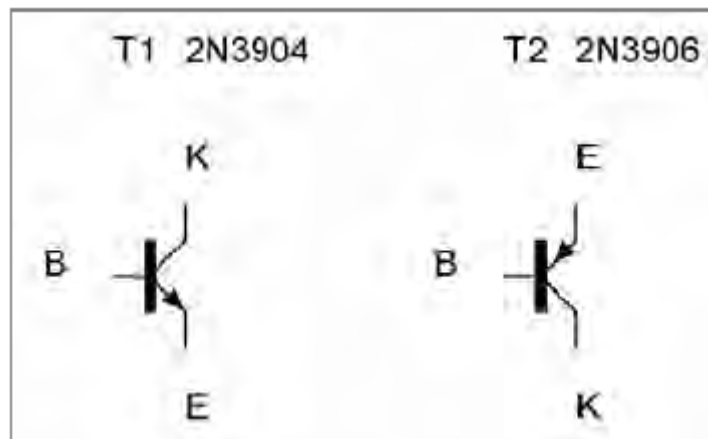
Bipolarni tranzistorji, ki so priloženi učnemu kompletu, imajo tipsko oznako 2N 3904 in 2N 3906. Pri tem gre za komplementarne majhne tranzistorje, ki so primerni za maksimalno obratovalno napetost 30 V in maksimalni tok 200 mA. Komplementarno pomeni, da gre za ujemajoč se tranzistorski par, ki je sestavljen iz NPN- in PNP-tranzistorja. Oznaki "N" in "P" predstavljata negativne in pozitivne polprevodniške plasti v tranzistorju. Za primer, da vam ti izrazi še ne povedo veliko, boste lahko kasneje praktično razumeli funkcije na podlagi preizkusov.



**Slika 007:** Priključki na tranzistorju: E = emitor, B = baza, C = kolektor

### Tako deluje tranzistor

Majhen tok, ki teče na poti med bazo in emitorjem, lahko upravlja velik tok na poti med kolektorjem in emitorjem. To pomeni, da ko teče majhen tok baze (pri NPN-tranzistorjih pozitiven, pri PNP-tranzistorjih negativen), tranzistor spelje tok od kolektorja do emitorja oz. obratno. Če čez bazo ne teče tok ali pa je priključek baze na negativnem (NPN) oz. pozitivnem potencialu (PNP), potem tranzistor zapira.

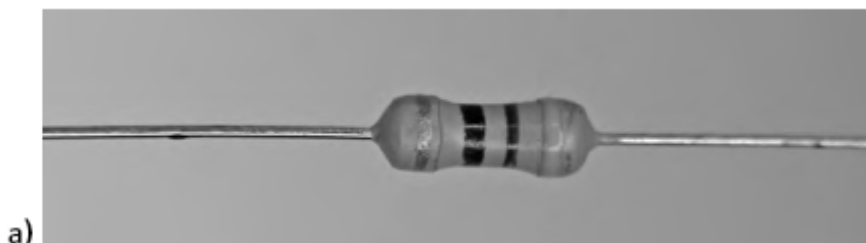


**Slika 008:** Stikalna simbola za NPN- in PNP-tranzistor

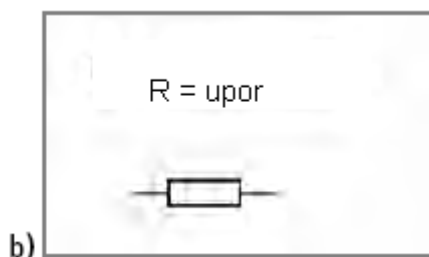
### 1.7 Upori

Upor je pasivna komponenta v električnih in elektronskih vezjih. Njegova glavna naloga je zmanjšanje tekočega toka na smiselne vrednosti (glejte tudi podpoglavje "Svetleče diode").

Najbolj znana oblika upora je cilindričen keramični nosilec z aksialnimi priključnimi žicami.







b) Slika 009: a) Upor, b) Stikalni simbol

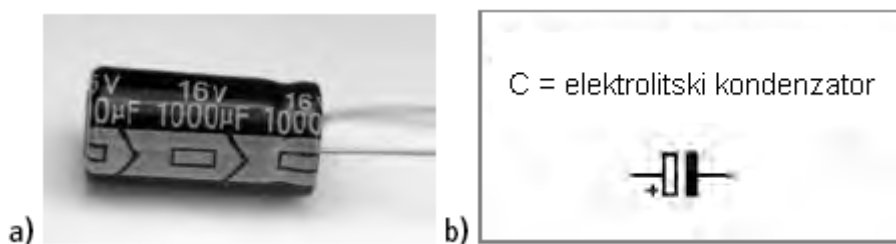
Vrednosti uporov so kodirane in natisnjene v obliki barvnih obročkov. V učnem kompletu se nahajajo ogljenoplastni upori z naslednjimi vrednostmi in barvnimi oznakami, ki so navedene v tabeli:

Število	Vrednost upora	1. obroček – 1. številka	2. obroček – 2. številka	3. obroček – množitelj	4. obroček – toleranca
1	1,2 $\Omega$	Rjav	Rdeč	Zlat	Zlat
1	1,5 $\Omega$	Rjav	Zelen	Zlat	Zlat
1	10 $\Omega$	Rjav	Črn	Črn	Zlat
1	100 $\Omega$	Rjav	Črn	Rjav	Zlat
3	1 k $\Omega$	Rjav	Črn	Rdeč	Zlat
1	2,2 k $\Omega$	Rdeč	Rdeč	Rdeč	Zlat
1	100 k $\Omega$	Rjav	Črn	Rumen	Zlat

### 1.8 Elektrolitski kondenzatorji

Elektrolitski kondenzatorji imajo v primerjavi z običajnimi kondenzatorji visoko kapaciteto. Zaradi elektrolita je elektrolitski kondenzator odvisen od polarnosti, priključka pa sta označena s plus polom in minus polom. Če je komponenta dalj časa priključena z napačnimi poli, se pri tem elektrolit kondenzatorja uniči. Natisnjene maksimalne napetosti ni dovoljeno prekoračiti. V nasprotnem primeru se lahko izolacijska plast uniči.

$\mu$  je vedno milijoninka osnovne enote.  $\mu$ F je kratica za mikrofarad.



Slika 010: a) Elektrolitski kondenzator. Minus pol je na ohišju označen s svetlo črtico. b) Stikalni simbol za elektrolitski kondenzator

### 1.9 Držalo za akumulatorsko baterijo

Držalo za akumulatorsko baterijo je primerno za akumulatorske baterije formata AA (Mignon). Držalo za akumulatorsko baterijo lahko uporabljate tudi za format AAA (Mikro), če vzmet na priključku za minus pol malce raztegnete.



**Slika 011:** a) Držalo za akumulatorsko baterijo, b) Stikalni simbol za akumulatorsko baterijo

### 1.10 Kabel za preizkušanje

Z rdečim in črnim kablom za preizkušanje, na koncu katerih so priključene krokodil sponke, lahko hitro in enostavno električno priključite in povežete posamezne dele – brez spajkalnika in brez izvijača. Smiselno je, da rdeč priključni kabel uporabljate za plus pol in črn za minus pol.



**Slika 012:** Kabla za preizkušanje s krokodil sponkami

### 1.11 Stikalna žica

Žične mostičke lahko izdelate s priloženo stikalno žico. Pri tem morate oceniti ali izmeriti približno dolžino žičnega mostička (vključno z dolžino za konce žice, ki jih je treba vstaviti v vtične kontakte). Nato je treba s koncev sneti izolacijo na dolžini pribl. 8 mm. Priključne žice, ki jih poševno odščipnete s pomočjo klešč ščipalk, lahko enostavneje vstavite v kontakte. Žične mostičke, ki jih enkrat izdelate, lahko vedno znova uporabite.

## 2 Uporaba USB-kabla

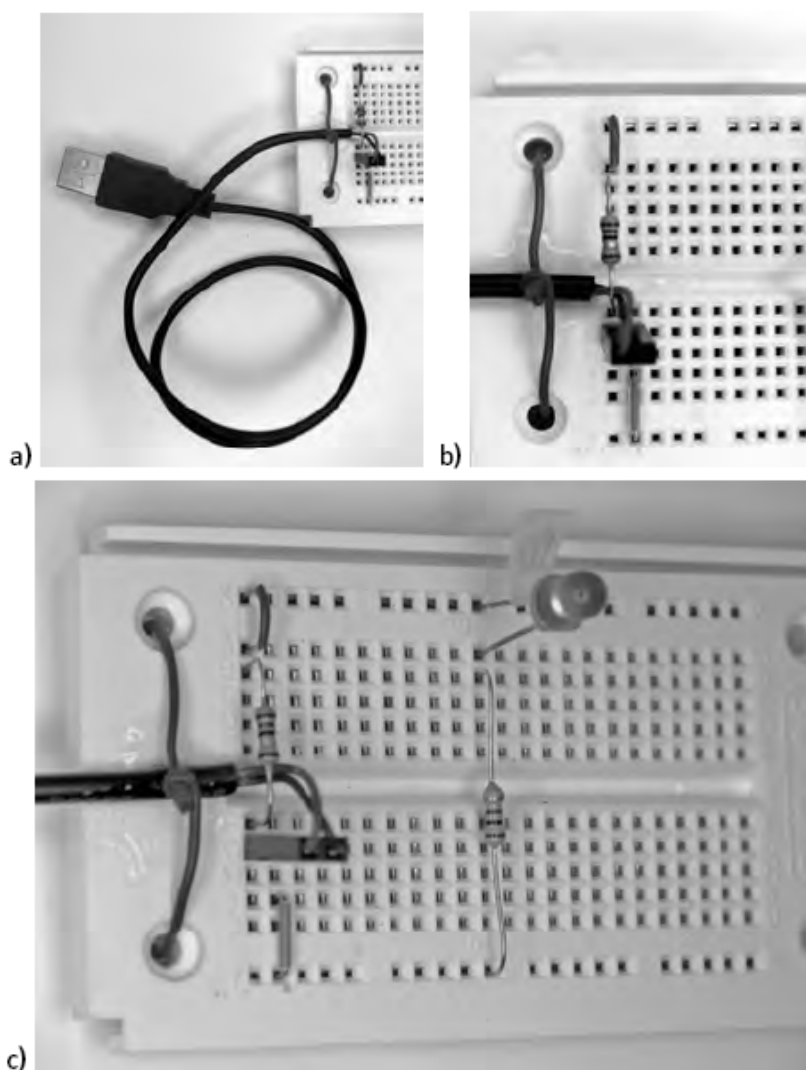
Priložen USB-kabel priključite na 5 V USB vtični napajalnik, ki ga uporabljate za polnjenje mobilnih telefonov. Načeloma je možna tudi priključitev na USB-izhod računalnika, vendar vam to odsvetujemo. Razlog: V primeru pomotnega kratkega stika pri sestavljanju vezja se lahko uniči omejevalnik toka (ponavadi v obliki upora), ki je vgrajen v računalnik.

### 2.1 Priključitev USB-kabla na preizkusno ploščico

Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, kabel z USB-vtičem tipa A in pini, 1 k $\Omega$  upor, 1,5  $\Omega$  upor, rdeča LED

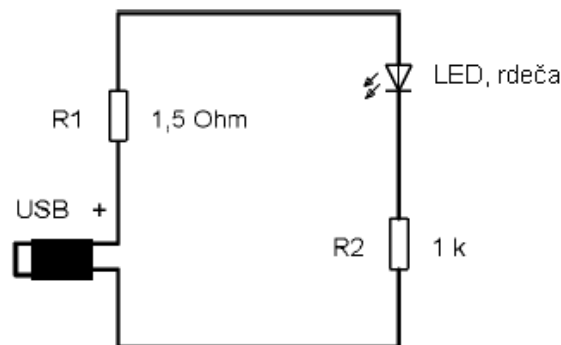
Za naslednje preizkuse polnjenja lahko USB-kabel ostane priključen na preizkusni ploščici.

Zatični vtič USB-kabla vstavite v kontakte preizkusne ploščice. Pazite na to, da plus pol zatičnega vtiča vodi do zgornje zbiralke za napajanje. Nato s pomočjo priložene stikalne žice zatič, ki je povezan z rdečim kablom, povežite z letvijo s plus polom, zatič črnega kabla pa z letvijo z minus polom (glejte sliko). Zaščitni upor z 1,5  $\Omega$  za vsaj slučaj služi kot zaščita pred kratkim stikom.



**Slika 013:** a) in b): Zatični vtič povežite s preizkusno ploščico. Na plus pol vstavite 1,5  $\Omega$  zaščitni upor. c) Dodajte LED in 1 k $\Omega$  upor.

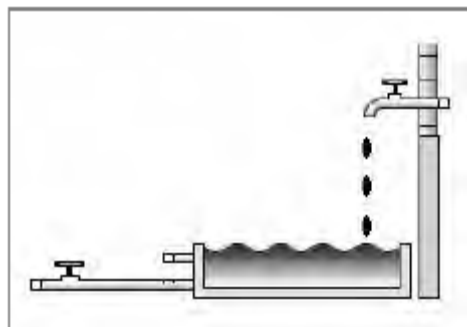
V naslednjem koraku vstavite rdečo LED. Pri tem je treba paziti na to, da daljša priključna žica poteka proti plus polu. Dodatno v preizkusno ploščico vstavite 1 kΩ upor. Ko nato USB-vtič povežete z USB-virom napajanja, mora LED svetiti.



**Slika 014:** Vezalni načrt z USB-priključkom in rdečo LED

### 3 Shranjevanje energije

Načelo shranjevanja energije z električnim tokom, ki ga ne moremo zaznati z našimi čuti, je možno primerjati in razložiti z načelom, ki ga lahko opazujemo pri vodi: Prek vodne pipe se vodni zbiralnik polni z vodo. Vodo je možno uporabiti tudi kasneje.



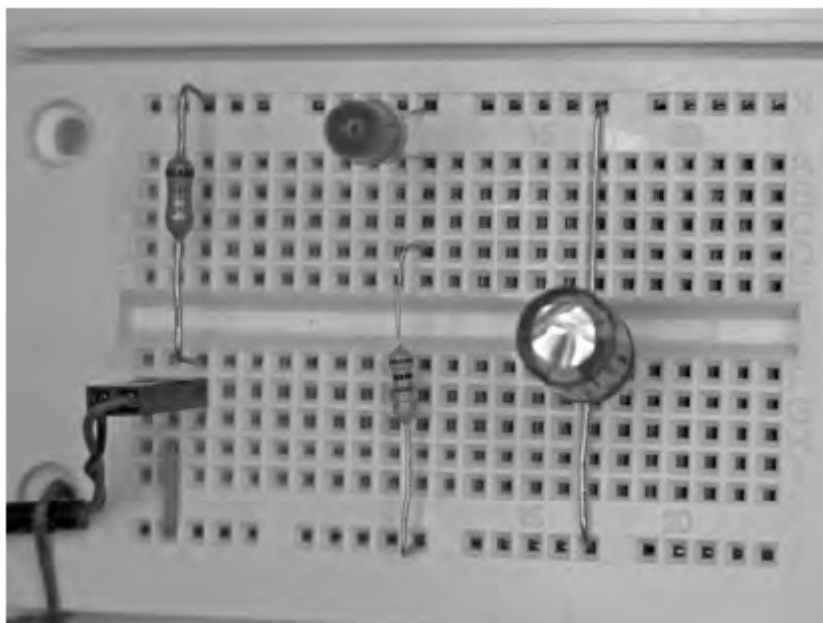
**Slika 015:** Načelo shranjevanja energije, pojasnjeno na podlagi vodnega zbiralnika

"Shranjevalnik energije" ima v svetu elektronike različne oblike. Učnemu kompletu je priložen elektrolitski kondenzator. Učinek shranjevanja je z njim možno dobro razumeti. Prednost kodenzatorskega shranjevalnika je v tem, da ima zelo dolgo življenjsko dobo. V primerjavi z akumulatorsko baterijo pa je kapaciteta shranjevalnika majhna, kar ima pri preizkusih to prednost, da načelo shranjevanja poteče v pregledno kratkem časovnem intervalu. Primerjava: Vodna pipa napolni majhno posodo. To seveda gre tudi veliko hitreje kot pri velikem bazenu.

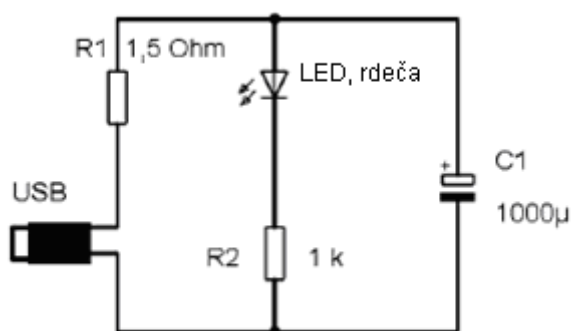
#### 3.1 Shranjevanje energije z elektrolitskim kondenzatorjem

Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, kabel z USB-vtičem tipa A in pini, 1 kΩ upor, rdeča LED, 1.000 μF elektrolitski kondenzator

Vežje, ki ste ga sestavili v prejšnjem preizkusu, nadgradite z elektrolitskim kondenzatorjem. Priključne žice elektrolitskega kondenzatorja kažejo s plus polom proti letvi s plus polom preizkusne ploščice. Ko je elektrolitski kondenzator pravilno vstavljen, USB-vtič priključite na USB vtični napajalnik. LED sveti. USB-vtič ločite od USB-vira. Rdeča LED še za kratek čas sveti, čeprav ste prekinili napajanje. Elektrolitski kondenzator je deloval kot medpomnilnik energije.



**Slika 016:** Preizkusna ploščica s shranjevalnim elektrolitskim kondenzatorjem



**Slika 017:** Vezalni načrt

#### 4 Seznanitev s tipi akumulatorskih baterij

Najpogostejši tipi akumulatorskih baterij za vsakdanjo rabo:

1. Svinčevi akumulatorji (v izvedbi s kislino ali gelom), npr. avtomobilski akumulator v motornem vozilu.
2. Nikelj-kadmijeve akumulatorske baterije (NiCd; niso več v prodaji), pogosto se uporabljajo v akumulatorskih vijačnikih.
3. Nikelj-metalhidridne akumulatorske baterije (NiMH)
4. Nikelj-cinkove akumulatorske baterije (NiZn; nove na tržišču)
5. Litijeve akumulatorske baterije (Li) v najrazličnejših izvedbah

Svinčev akumulator poznamo pri avtomobilih kot tako imenovan "zagonski akumulator". Ta tip akumulatorja je cenovno ugoden, dolgoročno stabilen in zelo robusten, vendar tudi zelo težek. Glede na težo ima samo majhno vsebnost energije. Svinec je težka kovina. Stare akumulatorje morate vrniti, zbirno mesto pa nato poskrbi za reciklažo.

Akumulatorske baterije tipov od 2 do 5 so predmet naslednjih preizkusov. Čeprav se nikelj-kadmijeve akumulatorske baterije več ne prodajajo, se zaradi dolge življenjske dobe tega tipa akumulatorskih baterij številne baterije še vedno uporabljajo.

Pri preizkusih boste v praksi spoznali različne postopke polnjenja in kaj je pri tem treba upoštevati.

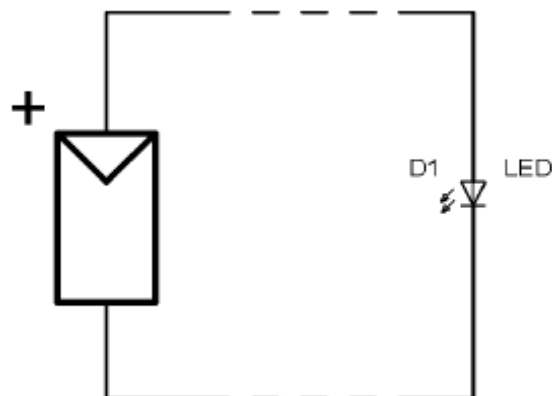
## 5 Prvi korak s solarnim modulom

Sestava preizkusa: solarni modul, krokodil sponke, 2 rdeči LED

Učnemu kompletu sta priloženi dve rdeči LED, ki se po zunanosti komajda razlikujeta. Da ugotovite, katera je utripajoča LED in katera je "običajna" LED lahko opravite naslednji enostavni preizkus s kabloma s krokodil sponkami in solarnim modulom: Kabla s krokodil sponkami in sponke priključite na priključne žice solarnega modula. Rdeča na rdečo in črna na črno. Nato rdečo krokodil sponko povežite z daljšo priključno žico ene izmed rdečih LED, črno krokodil sponko pa s krajšo priključno žico. Ko na solarni modul pade svetloba, lahko vidite, da priključena LED bodisi utripa bodisi neprekinjeno sveti.



Slika 018: Sestava preizkusa s krokodil sponkami



Slika 019: Vežalni načrt, levo simbol za solarni modul

Ponavadi se morajo LED uporabljati v kombinaciji s preduporom. Ker da solarni modul na razpolago samo omejen tok in gre v tem primeru za kratkotrajni preizkus, lahko naredimo izjemo, da ugotovimo, katera je LED z neprekinjenim svetenjem in katera je utripajoča LED. Utripajočo LED nato označite s koščkom lepilnega traku za nadaljnje preizkuse.



**Slika 020:** Označena utripajoča LED

## **6 Polnjenje akumulatorskih baterij z USB-virom**

USB je na računalniškem področju standard in se na široko uporablja. Z njim je možno napajati elektronske naprave, računalniško opremo, kot so npr. zunanji trdi diski, vendar tudi majhne svetilke, ventilatorje itd.

Večina ponudnikov mobilnih telefonov sedaj že ponuja Mikro USB kot standardni priključek za polnilni kontakt mobilnega telefona.

USB-standard pri računalniku je narejen tako, da naprave najprej začnejo v načinu z nizkim tokom (100 mA ali 150 mA), pri potrebi po višjem toku pa višji tok zahtevajo šele preden preklopijo v običajen način.

Zaradi različnih aplikacij so napajalniki s 5 V USB-virom napajanja široko razširjeni. Tok, ki ga nudi napajalnik, ponavadi znaša od 500 do 2.000 mA. Tak USB-napajalnik je primeren za nadaljnje preizkuse s polnjenjem.



**Slika 021:** USB-napajalnik

USB-vir je odličen za preizkuse polnjenja z manjšimi akumulatorskimi baterijami. Vendar pa so pogoj za uporabo elektronska vezja, ki upoštevajo posebne polnilne postopke za posamezne tipe akumulatorskih baterij.



**Slika 022:** USB-Cell, NiMH baterija velikosti AA (Mignon) z vgrajenim USB-adapterjem



**Slika 023:** Kompaktni USB-polnilnik za akumulatorske baterije velikosti AA in AAA tipov NiMH in NiCd

## 7 Polnjenje NiMH in NiCd akumulatorskih baterij

Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, kabel z USB-vtičem tipa A,  $100 \Omega$  upor, oranžna LED, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija velikosti AA ali AAA, v kolikor je na voljo: multimeter

Akumulatorske baterije kot so npr. NiMH akumulatorske baterije in NiCd akumulatorske baterije so alternativa običajnim baterijam. NiCd akumulatorske baterije se več ne prodajajo.

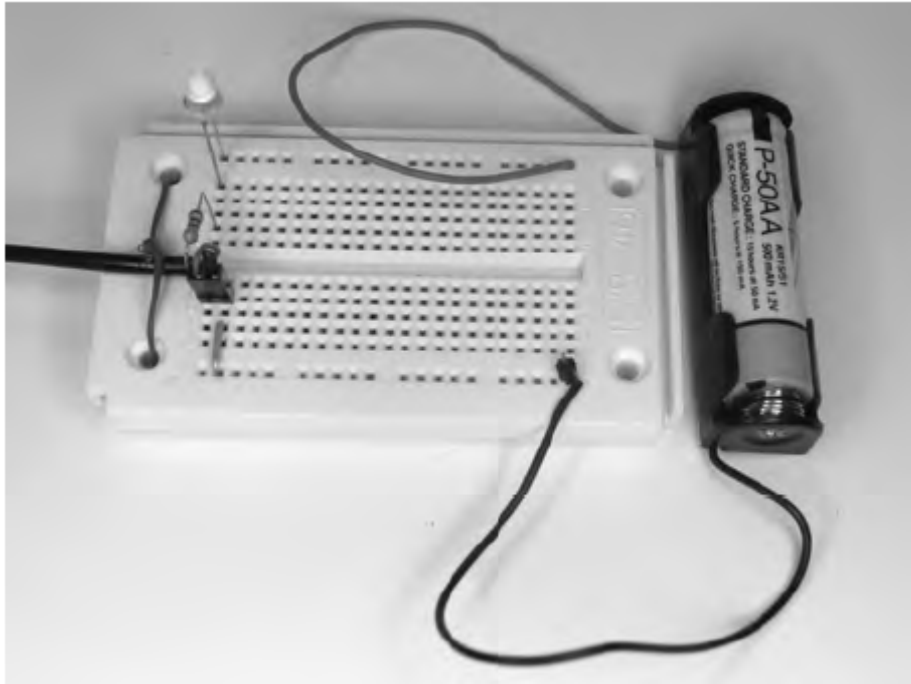
Nikelj-metalhidridne akumulatorske baterije (NiMH) so trenutno najpogostejši tip akumulatorskih baterij in so na voljo v več formatih. Za naš namen sta primerna najpogosteje uporabljena formata AA (Mignon) in AAA (Mikro). Oba lahko vstavite in uporabljate v držalu za baterijo iz učnega kompleta.

Tipi akumulatorskih baterij so z vidika polnilne tehnike in uporabe v glavnem neproblematični. Kar je pri praktični uporabi včasih moteče, je nizka napetost 1,2 V v primerjavi s sistemsko napetostjo običajnih baterij z 1,5 V.

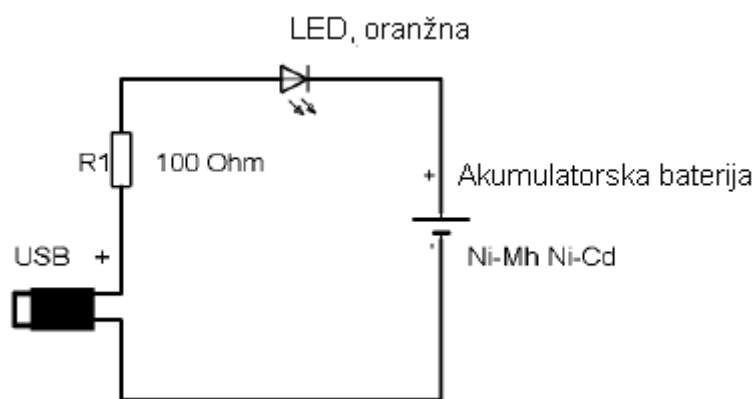


Čprav nikelj-kadmijeve akumulatorske baterije več niso v prodaji, se številne tovrstne akumulatorske baterije še vedno uporabljajo. Kadmij je strupen, iz tega razloga je prodaja tega tipa akumulatorskih baterij prepovedana. Hkrati pa so NiCd akumulatorske baterije zelo robustne in čez daljše časovno obdobje delujejo brez problemov, v kolikor jih pravilno polnite in uporabljate.

V nadaljevanju je prikazano enostavno vezje za neprekinjeno polnjenje (vzdrževalno polnjenje) z USB-vira za NiMH in NiCd akumulatorske baterije. LED prikazuje funkcijo polnjenja in hkrati regulira polnilni tok na pribl. 20 mA (ko je akumulatorska baterija prazna). Bolj kot se napolnjenost akumulatorske baterije bliža popolni napolnjenosti, nižji je polnilni tok in z manjšo jakostjo sveti LED.



**Slika 024:** Sestav preizkusne ploščice; Polni se akumulatorska baterija velikosti AA (Mignon).

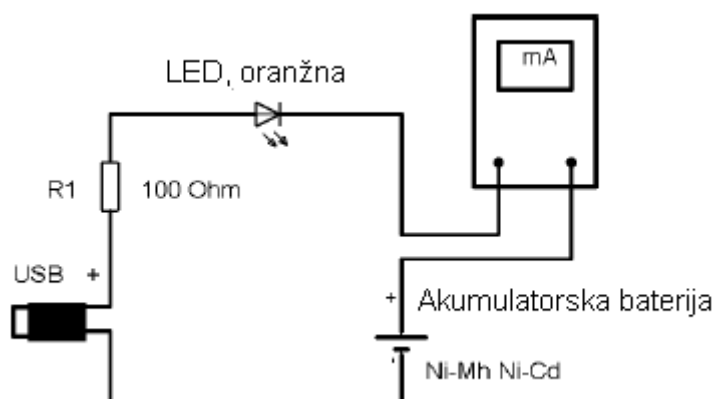


**Slika 025:** Vezalni načrt

Dodatni preizkus (v kolikor imate na voljo multimeter): Multimeter na območju miliamperov ožičite v zaporedni vezavi z akumulatorsko baterijo. Nato lahko odčitate trenutni polnilni tok.



**Slika 026:** Sestav za merjenje



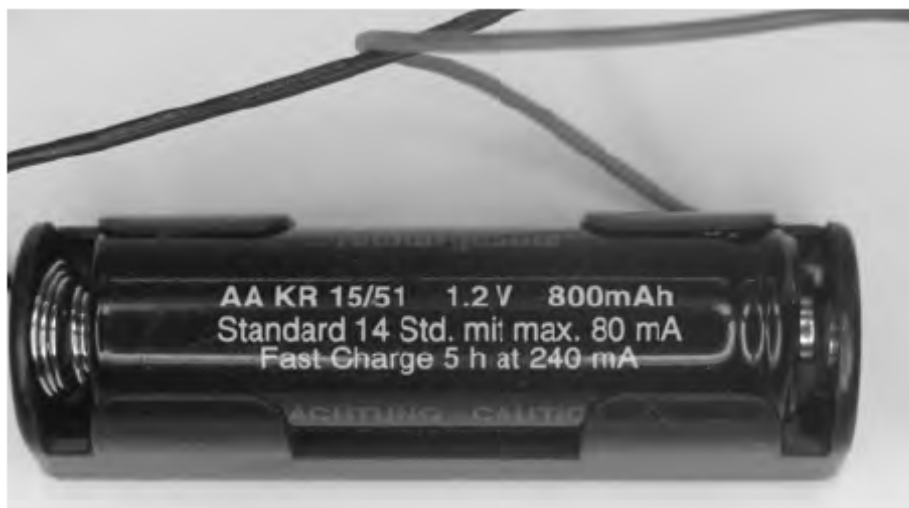
**Slika 027:** Vežalni načrt

Z multimetrom lahko preverite polnilni tok, seveda pa lahko izmerite tudi napetost akumulatorske baterije. Za merjenje napetosti akumulatorske baterije morate kable multimetra priključiti neposredno na držalo za akumulatorsko baterijo (vzporedno z akumulatorsko baterijo).

## 8 Polnjenje s konstantnim tokom

Sestava preizkusa: USB-kabel, preizkusna ploščica,  $1,5 \Omega$  upor, dva  $1 \text{ k}\Omega$  upora,  $1,2 \Omega$  upor, oranžna LED, Schottkyjeva dioda BAT 42, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija velikosti AA ali AAA

Polnjenje s konstantnim tokom je pri enostavnih polnilnikih razširjena možnost polnjenja akumulatorskih baterij. V odvisnosti od kapacitete akumulatorske baterije se prazna akumulatorska baterija za določen čas polni s konstantnim tokom.



**Slika 028:** Priporočilo za polnjenje na akumulatorski bateriji: polnjenje s konstantnim tokom

Priporočilo za polnjenje, ki je natisnjeno na akumulatorski bateriji, vas obvešča o tem, kako dolgo in s katero jakostjo toka je treba polniti akumulatorsko baterijo. Pri enostavnem polnjenju akumulatorske baterije s konstantnim tokom je običajna praksa polnjenje z 1/10 toka navedene kapacitete za 14 ur.

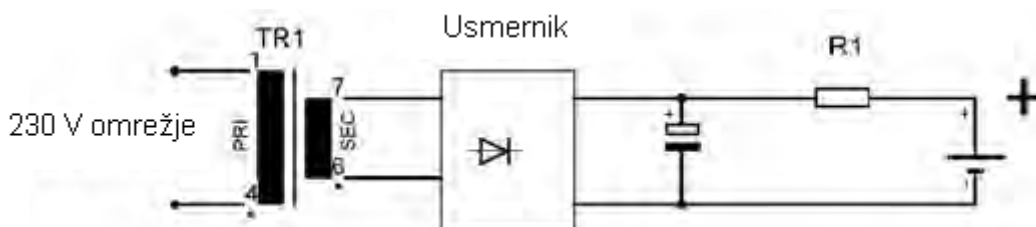
**Primer**

Kapaciteta akumulatorske baterije: 800 mAh, polnilni tok: 80 mA, čas polnjenja: 14 ur. Ko preteče čas polnjenja 14 ur, obstaja možnost, da časovno krmiljena elektronika preklopi na vzdrževalno polnjenje. Vzdrževalno polnjenje lahko poteka z 1/20 kapacitete akumulatorske baterije ali manj. V skladu s tem je to v našem primeru torej s 40 mA ali manj.

Obstajajo tudi polnilniki s termičnim nadzorom in izklopom (npr. pri akumulatorskih baterijah cenovno ugodnih akumulatorskih vijačnikov). To zelo dobro deluje predvsem pri NiCd akumulatorskih baterijah, saj te baterije ob popolni napoljenosti energijo, ki jo dobivajo iz polnilnika, pretvarjajo v toploto. S tem elektronika zazna, da je akumulatorska baterija popolnoma napolnjena.

Omejitev polnilnega toka pri polnjenju s konstantnim tokom se pri enostavnih omrežnih polnilnikih realizira z uporom, ki je vstavljen med napajalnik in akumulatorsko baterijo, in regulira polnilni tok.

Upor R1 se izračuna s formulo:  $R = U/I$ . R je upornost v ohmih, U je napetost v voltih in I je tok v amperih. R1 mora biti dimenzioniran tako, da je polnilni tok primeren za akumulatorsko baterijo.



**Slika 029:** Vezalni načrt za polnilnik s konstantnim tokom; R1 je upor, ki je odgovoren za polnilni tok.

Metoda polnjenja s konstantnim tokom je sicer zelo enostavna, vendar ima tudi nekaj pomanjkljivosti: Akumulatorska baterija mora biti pred postopkom polnjenja popolnoma

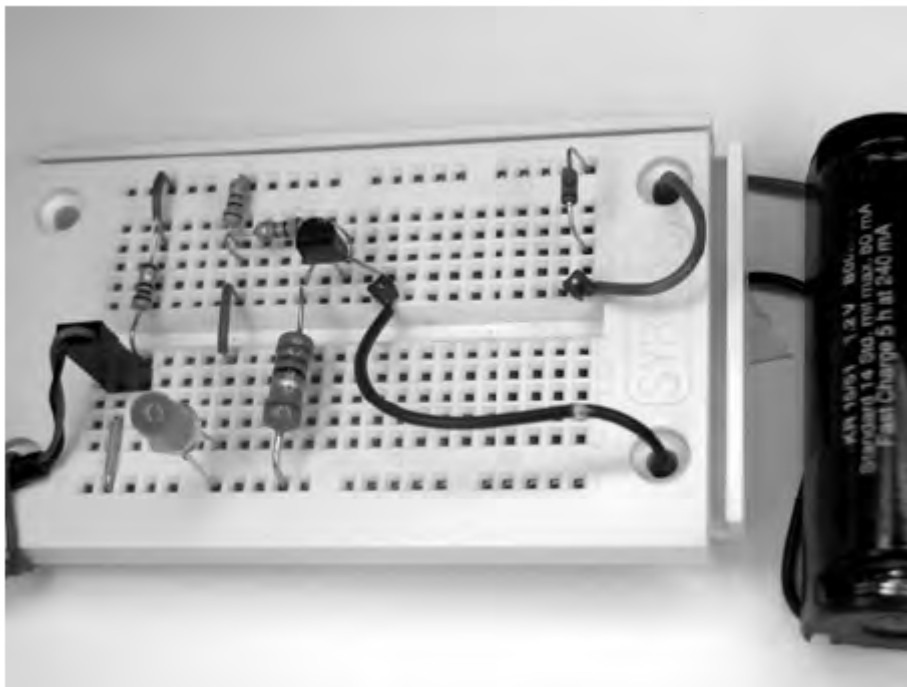
izpraznjena, polnilni tok pa mora biti približno  $C/10$  kapacitete akumulatorske baterije, da se izravnajo nenatančnosti z rahlim, vendar neškodljivim prenapolnjenjem. Če je akumulatorska baterija primerna za hitro polnjenje, je lahko polnilni tok pri ustrezno krajšem času polnjenja tudi višji.

Pri starejših NiCd akumulatorskih baterijah lahko v primeru, da akumulatorska baterija ni popolnoma izpraznjena, pride do tako imenovanega spominskega učinka.

#### **Spominski učinek**

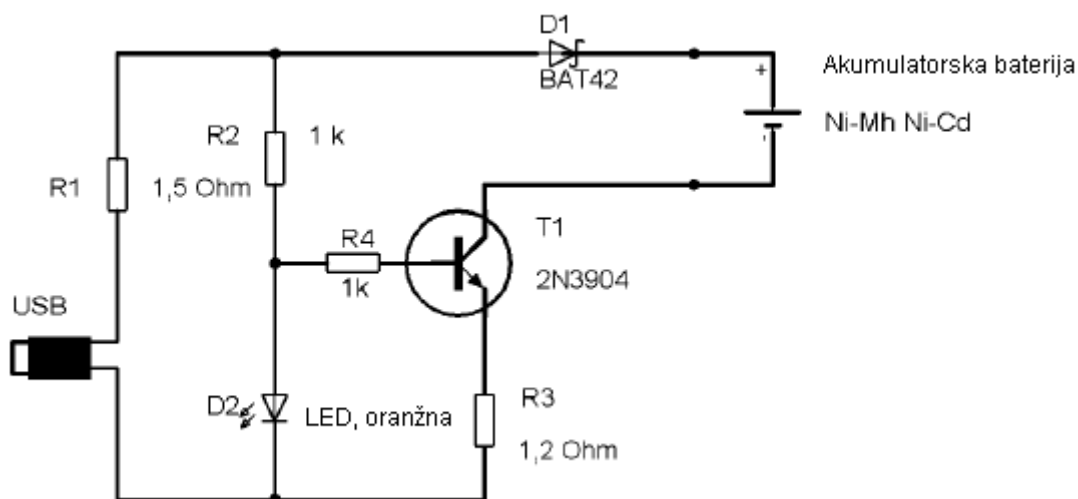
Če se pri praznjenju akumulatorske baterije ne uporabi celotna kapaciteta in je akumulatorska baterija samo delno izpraznjena ter jo nato napolnite, si akumulatorska baterija "zapomni" to stanje in pri naslednjem praznjenju porabniku nudi samo še ta del. Napolnjena akumulatorska baterija s tem v času življenjske dobe vedno bolj izgublja uporabno kapaciteto, saj se na katodi iz kadmija tvorijo kristali, ki zmanjšujejo zmogljivost akumulatorske baterije.

Spominski učinek lahko "izbrišete" z namerno globoko izpraznitvijo. Pri sodobnih akumulatorskih baterijah se kaže le še zelo redko.



**Slika 030:** Sestava preizkusne ploščice: polnjenje s konstantnim tokom

Delilnik napetosti, ki je sestavljen iz R2 in D2, ter osnovni upor R4, lahko tudi spremenite. S tem se spremeni konstantni polnilni tok. Tako lahko najprej eksperimentirate z R4, kar pomeni, da 1 k $\Omega$  upor (R4) zamenjate z 2,2 k $\Omega$  uporom iz učnega kompleta, s čimer dosežete manjši polnilni tok za akumulatorsko baterijo.

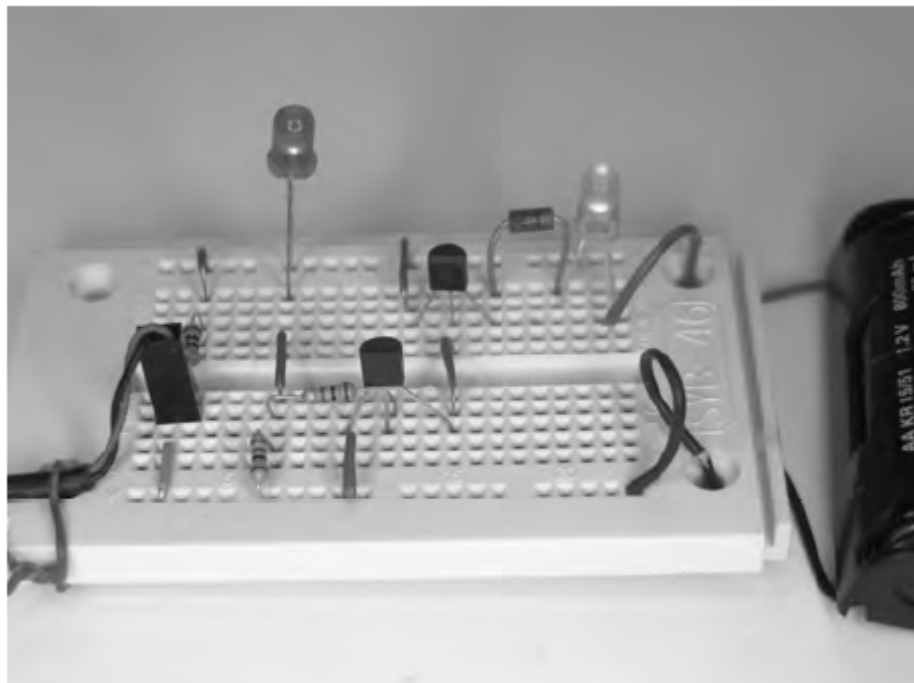


**Slika 031:** Vezalni načrt polnilnika s konstantnim tokom

## 9 Impulzno polnjenje

Sestava preizkusa: USB-kabel, preizkusna ploščica, utripajoča LED, oranžna LED, dioda 1N 4001, tranzistor T1 2N3904, tranzistor T2 N3906, 10  $\Omega$  upor, dva 1 k $\Omega$  upora, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija velikosti AA ali AAA

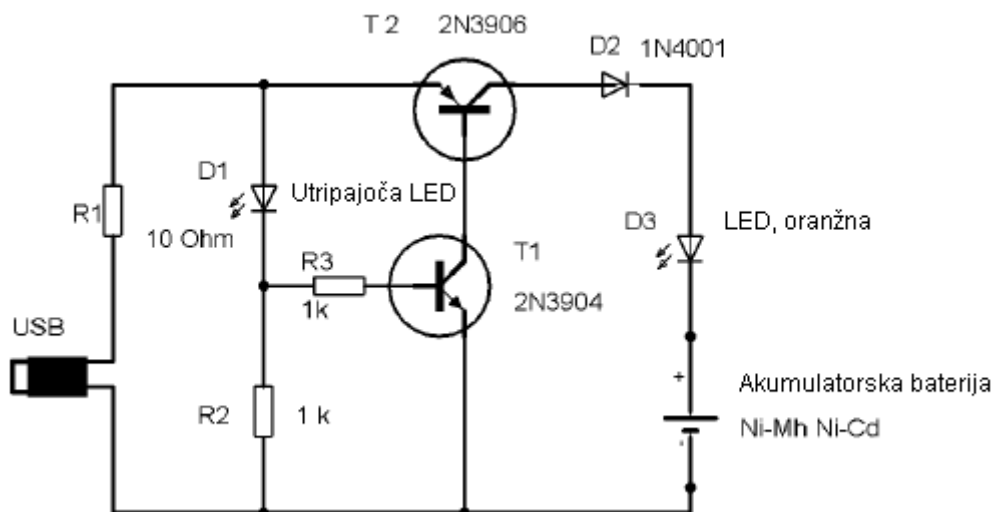
Z impulznim polnjenjem je v veliki meri preprečen spominski učinek tudi pri starejših akumulatorskih baterijah. Kratki tokovni sunki polnijo akumulatorsko baterijo. Akumulatorska baterija se v odvisnosti od opremljenosti vezja hitreje ali počasneje polni, možna je delna regeneracija tudi starejših akumulatorskih baterij.



**Slika 032:** Sestava preizkusa za impulzno polnjenje; Oba tranzistorja sta vstavljena tako, da je oznaka tipa čitljiva s strani opazovalca. Zgornji tranzistor je T2 (2N3906), leva LED je utripajoča LED.

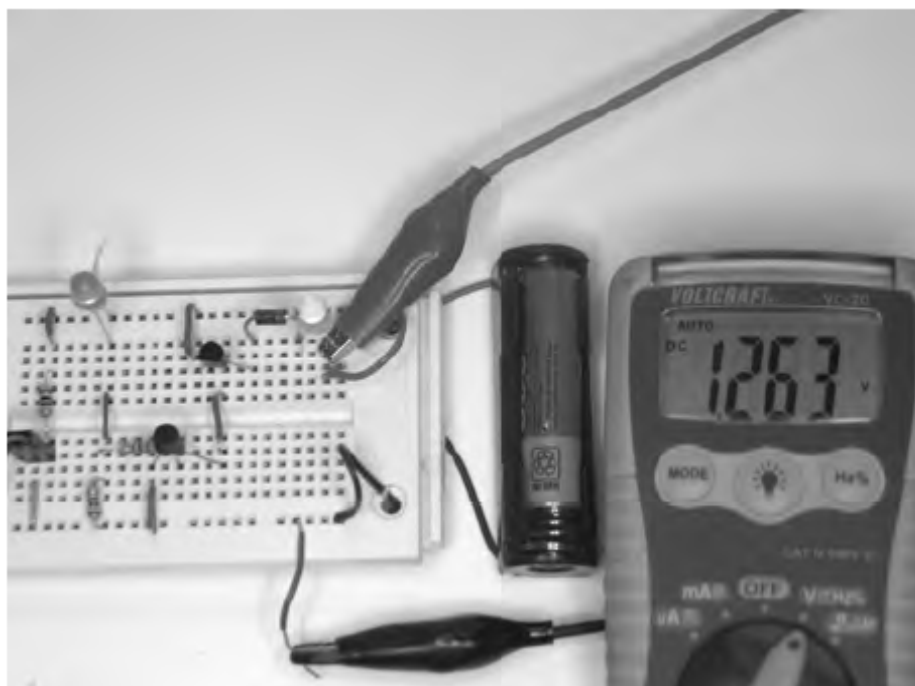
Utripajoča LED skupaj z uporom R2 tvori delilnik napetosti in pošilja impulze na bazo tranzistorja T1. Tranzistor T1 prek poti med kolektorjem in emitorjem upravlja vhod baze

tranzistorja T2. Ta kot vzdolžni tranzistor sprosti tok do akumulatorske baterije. Oranžna LED z utripanjem signalizira, če in koliko toka teče proti akumulatorski bateriji.



Slika 033: Vezalni načrt za impulzno polnjenje

Če imate pri roki multimeter, lahko opazujete pulzirajočo in naraščajočo napetost akumulatorske baterije. Če premostite diodo D2, je postopek polnjenja hitrejši (več polnilnega toka), vendar se s tem zmanjša življenjska doba oranžne LED.



Slika 034: Razporeditev za merjenje impulznega polnjenja z multimetrom

## 10 Polnjenje nikelj-cinkove akumulatorske baterije

Sestava preizkusa: USB-kabel, preizkusna ploščica, rdeča LED, oranžna LED, 100  $\Omega$  upor, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija velikosti AA ali AAA

Pravzaprav star in hkrati novejši razvoj na tržišču akumulatorskih baterij je nikelj-cinkova akumulatorska baterija (NiZn). Prednost tega tipa akumulatorske baterije je višja napetost, ki

znaša pribl. 1,6 V. S tem jo lahko bolje uporabljamo kot nadomestilo za običajne baterije (1,5 V). Ravno pri elektronskih napravah, ki so predvidene za samo eno ali dve bateriji, imajo NiMH akumulatorske baterije pogosto prenizko napetost, ki ne ustreza potrebni obratovalni napetosti. S tem ni možno v celoti izkoristiti kapacitete.

Zanimivo je, da kapaciteta pri NiZn akumulatorskih baterijah ni več podana v miliamperih, temveč v milivatnih urah.

Napetost sveže napolnjene NiZn akumulatorske baterije znaša pribl. 1,8 V, končna napetost praznjenja pa v odvisnosti od tokovne obremenitve znaša pribl. 1,2 V. Ker je ta tip akumulatorske baterije še "mlad", do sedaj še ni veliko izkušenj s številom ciklov.

Cikli akumulatorske baterije pomenijo, kako pogosto je možno akumulatorsko baterijo popolnoma napolniti in izprazniti, preden postane neuporabna.



**Slika 035:** Profesionalni polnilnik za nikelj-cinkove akumulatorske baterije velikosti AA in AAA

Potrebna polnilna tehnika za NiZn akumulatorske baterije je načeloma enostavna in je podobna polnilni tehniki za svinčeve akumulatorje. Polnilniki z mikroprocesorskim krmiljenjem nudijo višji varnostni standard in boljši polnilni izkoristek z več možnostmi pri tehniki polnjenja in praznjenja.

#### **Načelo polnjenja**

Polnjenje poteka z omejitvijo toka, ki znaša pribl. 0,5- do 1-kratnik kapacitete akumulatorske baterije (0,7 A do 1,5 A pri velikosti AA). Končna napetost polnjenja, tj. napetost, ko je akumulatorska baterija polna, znaša pribl. 1,9 V. Hkrati se polnilni tok ob koncu polnjenja zmanjša pod 0,05 C (pri bateriji velikosti AA znaša 75 mA).

Specifična energijska gostota znaša pribl. 50 Wh/kg, to je približno enako kot pri NiCd akumulatorskih baterijah, vendar je nižja kot pri NiMH in Li akumulatorskih baterijah.

C pri tem predstavlja kapaciteto akumulatorske baterije, ki je ponavadi izražena v miliamperskih urah (mAh).

Na sliki 036 je prikazan enostaven preizkusni USB-polnilnik kot sestav na preizkusni ploščici, s katerim je možno polniti NiZn akumulatorsko baterijo. Kot baterija je uporabljena manjša akumulatorska baterija velikosti AAA (Mikro) s 550 mAh.

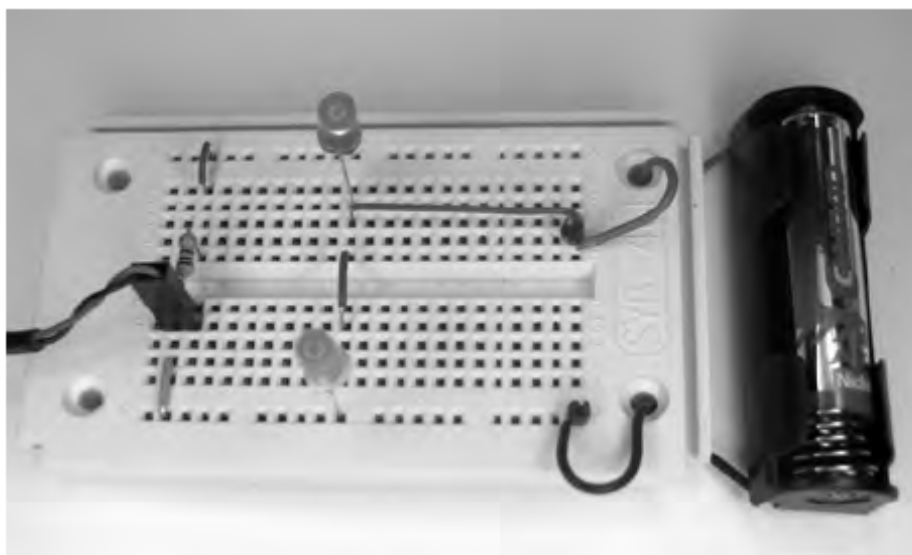
Pomembno pri sestavljanju vezja za enostaven polnilnik je, da je končna napetost polnjenja stabilizirana/omejena na maks. 1,9 V. Če je tok, ki ga uporabljate za polnjenje, nižji, to ni problematično, postopek polnjenja je zgolj dolgotrajnejši. Pri številnih tipih akumulatorskih baterij je nežnejše polnjenje (z majhnim tokom) bolj kot ne ugodno in pripomore k večjemu številu polnilnih ciklov. Hitri polnilniki napolnijo akumulatorske baterije v karseda kratkem času.

Na embalaži in ohišju NiZn akumulatorske baterije je navedeno priporočilo za polnjenje:

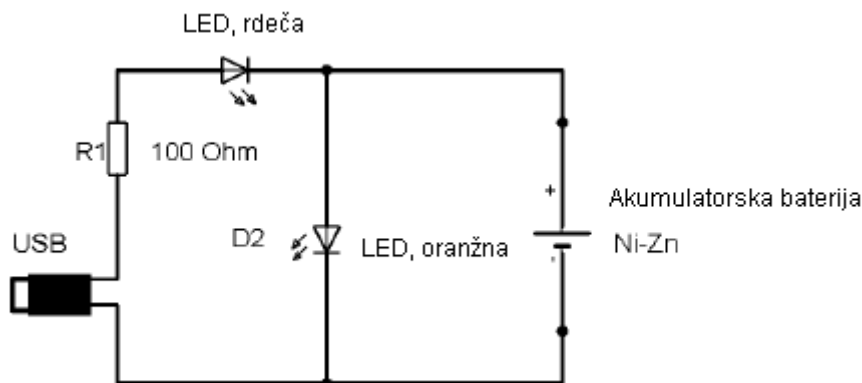
AA (Mignon): 12–15 ur s 150 mA, možnost hitrega polnjenja

AAA (Mikro): 12–15 ur s 55 mA, možnost hitrega polnjenja

Pri predstavljenem polnilnem vezju končno napetost polnjenja realizira oranžna LED. Ta LED hkrati prikazuje tudi stanje napolnjenosti. Ko je akumulatorska baterija prazna, LED ne sveti, ko je baterija bolj napolnjena, sveti svetleje. Tok regulirata upor R1 in rdeča LED.



**Slika 036:** Sestav preizkusne ploščice, polnilno vezje za NiZn akumulatorsko baterijo



**Slika 037:** Vezalni načrt



Samopraznjenje NiZn akumulatorskih baterij poteka v odvisnosti od okoliške temperature in po izkušnjah znaša pribl. 5–7 %.

## 11 Polnjenje litijeve akumulatorske baterije

Sestava preizkusa: USB-kabel, preizkusna ploščica, rdeča LED, 2 diodi 1N 4001, 1 k $\Omega$  upor, rdeč in črn kabel s krokodil sponkami, litijeva akumulatorska baterija

Večina mobilnih telefonov in pametnih telefonov, prenosnikov in tabličnih računalnikov deluje v kombinaciji z litijevo-polimernimi (LiPo) ali litijevo-ionskimi (Li-Ion) akumulatorskimi baterijami.

Ta tip akumulatorskih baterij ima majhno težo in visoko energijsko gostoto. Akumulatorske baterije so zamenljive ali fiksno vgrajene (prispajkane). Težava je v tem, da pri tem tipu akumulatorske baterije obstaja veliko različnih oblik (ploščata, okrogla, oglata itd.) in da ni enotnega standarda tako kot pri običajnih baterijah (npr. AA in AAA).

Energijska gostota znaša od 95–400 Wh/l – v odvisnosti od uporabljenih materialov in rabe. Če akumulatorsko baterijo samo delno napolnite in jo nato spet delno izpraznite, se število možnih polnilnih ciklov močno poveča. Hkrati se s tem zmanjša uporabna energijska gostota.

Način polnjenja je manj zapleten kot se pogosto domneva in načeloma izgleda tako: Ko je akumulatorska baterija zelo globoko izpraznjena, je treba začeti z zelo nizkim polnilnim tokom. Pri običajnem postopku polnjenja pa je možno baterijo polniti s konstantnim maksimalnim tokom na območju od 0,5–1 C.

Končna napetost polnjenja v odvisnosti od tipa znaša 4,1–4,2 V in je v nobenem primeru ne smete prekoračiti. Če poskrbite za nižjo končno napetost polnjenja, s tem pripomorete k daljši življenjski dobi akumulatorske baterije. Smiselna je uporaba napetosti 3,9–4,0 V (v odvisnosti od tipa akumulatorske baterije).

Seveda lahko LiPo in Li-Ion akumulatorske baterije polnite tudi z nižjim polnilnim tokom. Tudi s tem se poveča razpoložljivo število ciklov (število postopkov polnjenja in praznjenja).

V celoti napolnjena (polna) je akumulatorska baterija pri končni napetosti polnjenja 4,1–4,2 V, hkrati pa se takrat zmanjša polnilni tok do pribl. C/10. To je tudi tehnična merilna analiza za samodejne polnilnike, ki signalizira, da je treba zaključiti s polnjenjem.

### Napotek glede praznjenja

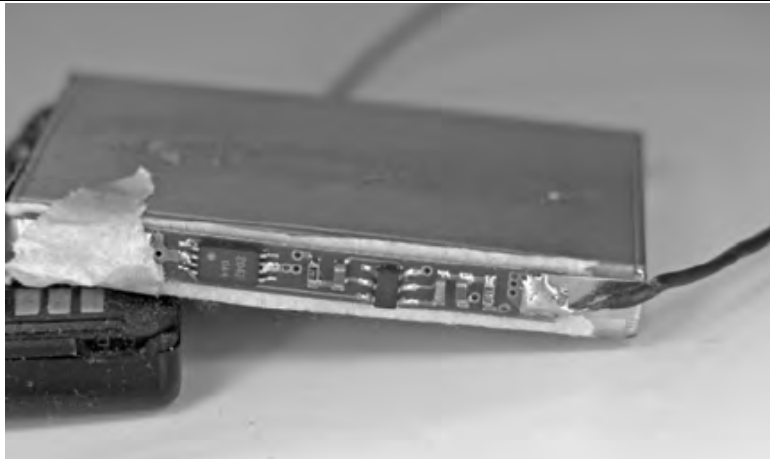
Končna napetost praznjenja v nobenem primeru ne sme pasti pod 2,5 V, v nasprotnem primeru se akumulatorska baterija uniči. Mehanizem za upravljanje, ki je pogosto vgrajen v akumulatorskih baterijah, zato praviloma izključi napravo pri 3,0 V.

Priporočljivo je, da litijeve akumulatorske baterije praznite (in polnite) "nežno" (samo do pribl. 30 %), saj s tem poskrbite za daljšo življenjsko dobo.

Če želite sami sestaviti polnilnik, potem je obvezno potrebna natančna regulacija končne napetosti polnjenja. Stabilizirano napajanje je ponavadi doseženo z regulatorji s stalno napetostjo. Hkrati so na tržišču na voljo gotova polnilna integrirana vezja za udobno in varnostno-tehnično dobro polnjenje litijevih akumulatorskih baterij.

### Pomembno

Za naslednje preizkuse s polnjenjem vam nujno priporočamo, da uporabljate izključno litijeve akumulatorske baterije z vgrajeno zaščitno elektroniko. To so odstranljive akumulatorske baterije, ki se uporabljajo v mobilnih telefonih, fotoaparatih itd.



**Slika 038:** Primerna akumulatorska baterija z vgrajeno varnostno/zaščitno elektroniko

Vgrajena varnostna elektronika poskrbi za to, da se akumulatorska baterija ne prenapolni in da pri praznjenju ne pride do podnapetosti, ter po potrebi prekine povezavo s kontakti akumulatorske baterije.

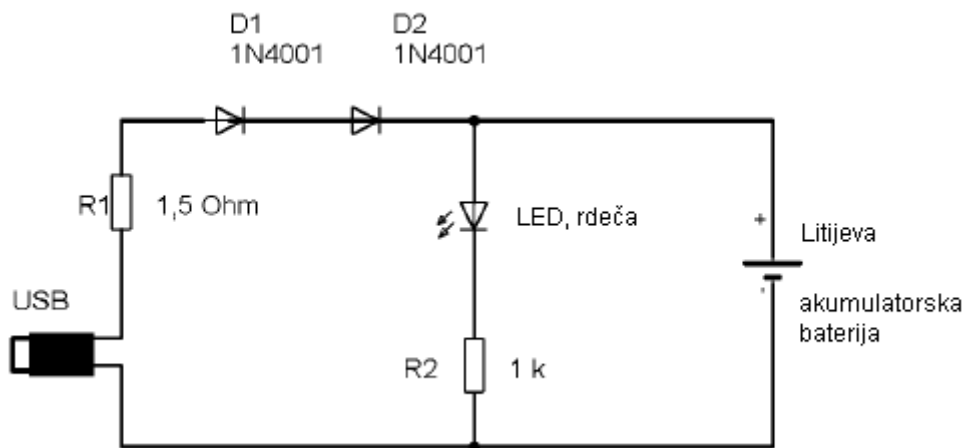
Tako lahko brez težav eksperimentirate z akumulatorskimi baterijami iz mobilnih telefonov, v kolikor ne pride do prekoračitve zgornje in spodnje mejne temperature in maksimalnega polnilnega toka (1 C).

Polnilno vezje za polnjenje litijeve akumulatorske baterije prek USB-vira lahko sestavite na preizkusni ploščici z najenostavnejšimi komponentami. Napetost, ki jo USB-vir stabilizira na 5 V, je treba zmanjšati na primerno končno napetost polnjenja, ki naša slabe 4 V. LED z nizko porabo toka poskrbi za to, da tudi napetost v praznem teku (brez akumulatorske baterije) na izhodu ne preseže 4 V. Komponente prav tako regulirajo polnilni tok, ki se z daljšim časom polnjenja in posledično večjo napetostjo akumulatorske baterije ustrezno manjša. Tudi ko to enostavno polnilno vezje deluje, gre pri tem za preizkus polnjenja, zato pri tem ne morete pričakovati udobnega polnilnika.

Kontakte litijeve akumulatorske baterije lahko priključite s krokodil sponkami. V odvisnosti od tipa akumulatorske baterije to deluje dobro ali manj dobro. Najbolj zanesljivo bi seveda bilo, da bi na zlate kontakte prispajkali dva kabla, v kolikor imate na voljo opremo za spajkanje. V nasprotnem primeru lahko tudi zgornje območje akumulatorske baterije, tam kjer so kontakti, rahlo privzdignete od ohišja akumulatorske baterije, tako da lahko sponke pripnete med kontaktno letev in ohišje akumulatorske baterije.

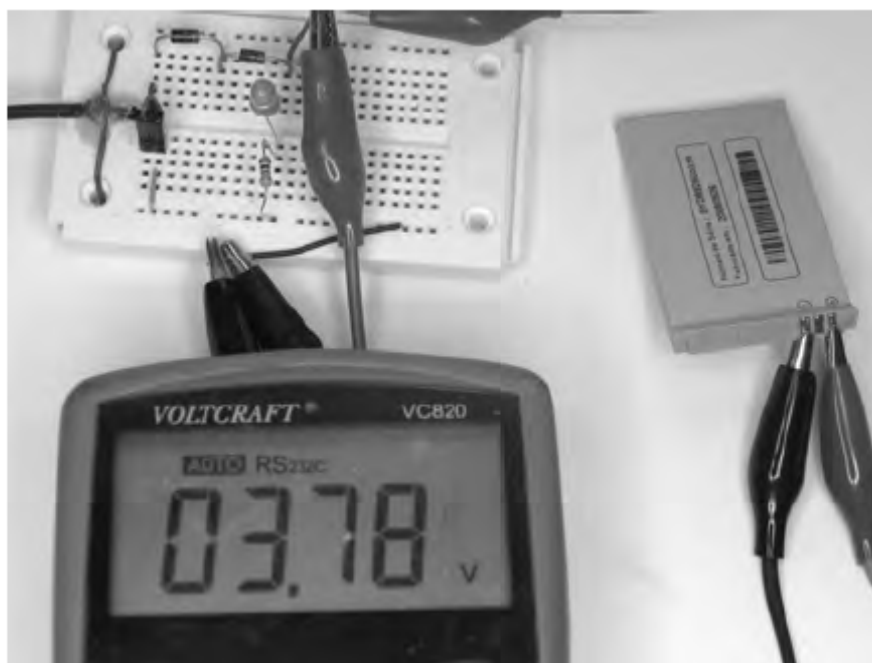


**Slika 039:** Povezava sponk s kontakti akumulatorske baterije

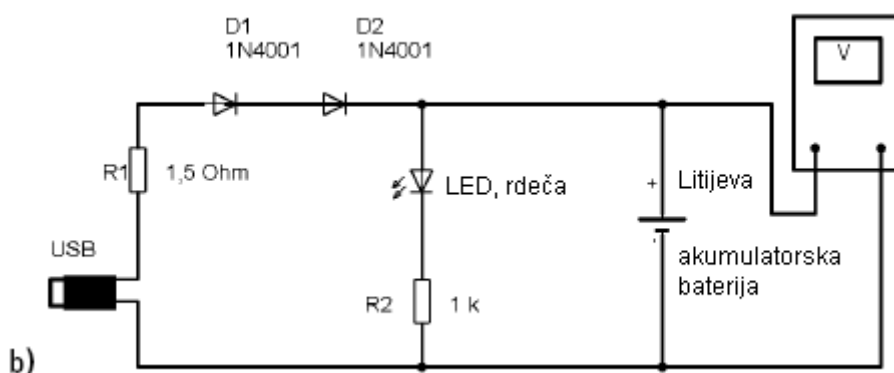


**Slika 040:** Vezalni načrt enostavnega polnilnika za litijeve akumulatorske baterije

Če imate pri roki multimeter, lahko izmerite ali naraščajočo napetost akumulatorske baterije ali polnilni tok.



a)



b)

**Slika 041:** a) Polnjenje akumulatorske baterije in nadzor z multimetrom, b) Ustrezen vezalni načrt

## 12 Nadzor nad polnjenjem

Imate več možnosti za ugotavljanje podatkov o zmogljivosti akumulatorske baterije, ki jo nameravate polniti:

- Prikaz z LED
- Meritve z multimetrom
- LCD-prikazovalniki
- Merjenje in analiza z računalnikom

S svetlečimi diodami lahko izvajate enostavne naloge merjenja (npr. prikaz polarnosti) ali osnovne funkcijske prikaze (npr. če polnilni tok teče ali ne). Če so zaželeni natančni merilni podatki, potem je dober pripomoček multimeter. V učnem kompletu so realizirane enostavne meritve in funkcijski prikazi z LED. Če imate pri roki multimeter, ga lahko dodatno uporabljate.

### 12.1 Prikaz napoljenosti akumulatorske baterije

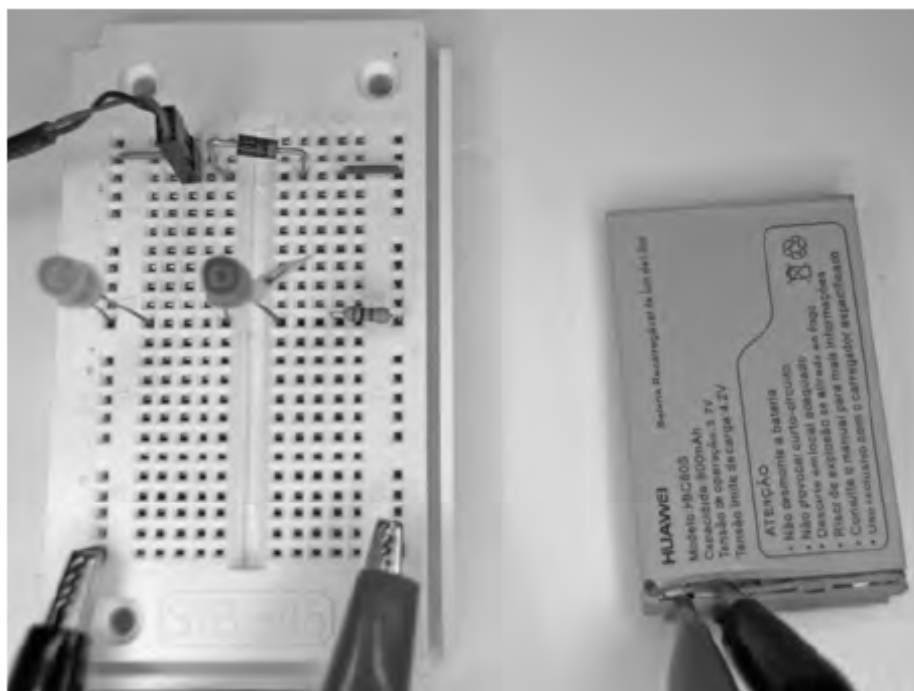
Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, USB-kabel, utripajoča LED, oranžna LED, dioda 1N 4001, 1 k $\Omega$  upor, litijeva akumulatorska baterija

Ali je shranjevalnik energije prazen, delno poln ali poln? Pri tem potrebujemo prikaz, podobno kot ima motorno vozilo prikaz goriva v rezervoarju, s to razliko, da je zgovoren prikaz za stanje napoljenosti akumulatorske baterije veliko bolj zapleten. Stanje napoljenosti je odvisno od številnih dejavnikov kot so način polnjenja in praznjenja, kapaciteta itd. Obstaja pa še cela vrsta drugih dejavnikov kot so npr. obratovalna temperatura, starost akumulatorske baterije (življenjska doba) in še nekaj drugih, ki lahko nadalje vplivajo na stanje napoljenosti.

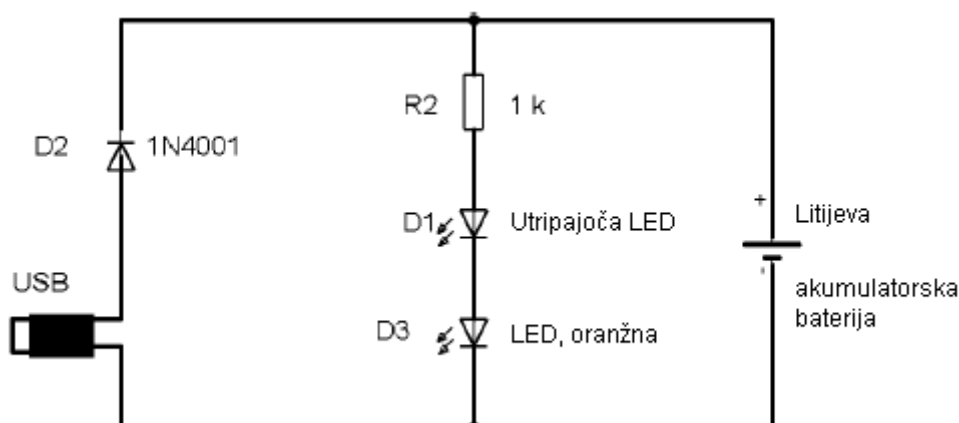
Za pregled nad vsemi dejavniki obstajajo dodelane nadzorne elektronike z mikroprocesorji in zapleteno programsko opremo.

S komponentami iz svojega učnega kompleta lahko sestavite enostaven prikaz stanja napoljenosti, ki vam bo ponazoril osnovno načelo delovanja.

Na sliki 042 vidite sestav preizkusa zelo enostavnega prikaza stanja napoljenosti. Po sestavljanju komponent najprej litijevu akumulatorsko baterijo s krokodil sponkami priključite na preizkusno ploščico. Nato sveti oranžna LED. Takoj ko USB-vtič priključite na USB-napajalnik, se akumulatorska baterija polni s pribl. 200 mA. Čez kratek čas začne utripati utripajoča LED in s tem signalizira, da je akumulatorska baterija dosegla napetost pribl. 4 V. Utripajoča LED najprej počasi utripa, nato pa vedno hitreje. To je znak, da morate takoj prekiniti s polnjenjem. Udoben polnilnik bi to storil samodejno.



**Slika 042:** Sestav preizkusa enostavnega prikaza stanja napolnjenosti



**Slika 043:** Vezalni načrt prikaza stanja napolnjenosti

Enostaven prikaz napolnjenosti akumulatorske baterije se še vedno realizira z merjenjem napetosti akumulatorske baterije. Napredek bi bil, če bi lahko merjenje napetosti izvedli pod obremenitvijo (odvzem toka iz akumulatorske baterije). Breme bi morale pri tem imeti porabo toka v višini pribl. 10 % kapacitete akumulatorske baterije in bi ga lahko v trenutku merjenja aktivirali s tipkalom.

### 13 Testiranje akumulatorskih baterij

To vsi poznamo: V predalu nam ležijo akumulatorske baterije za različno rabo, vendar je vprašanje, koliko energije je še v njih. To je pomembno predvsem takrat, če je treba uporabiti več akumulatorskih baterij, saj elektronska naprava deluje samo takrat, ko so vse akumulatorske baterije dovolj napolnjene. Samo merjenje napetosti premalo pove o "sposobnosti obremenitve" akumulatorske baterije.

Slika 044 prikazuje enostaven tester akumulatorskih baterij z inštrumentom vrtljive tuljave in žarnico (1,5 V) kot bremenskim uporom; Prednost žarnice je dober vizualni signal, ki prikazuje zmogljivost akumulatorske baterije.

Kot alternativo žarnici lahko uporabite tudi bremenski upor 10  $\Omega$ . Bremenski tok za akumulatorsko baterijo nato znaša pribl. 150 mA.



**Slika 044:** Enostaven tester akumulatorskih baterij (doma narejen tester) za akumulatorske baterije velikosti AA in AAA z inštrumentom vrtljive tuljave in žarnico (1,5 V) kot bremenskim uporom

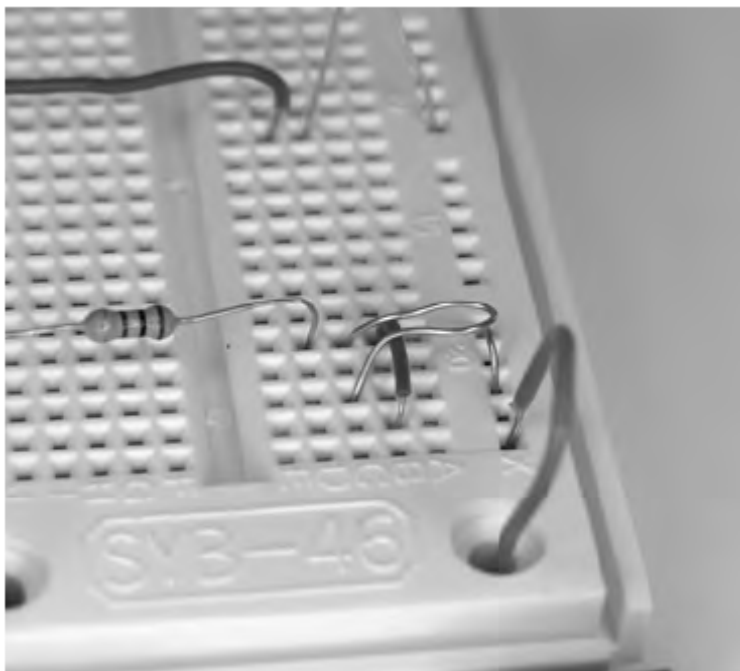
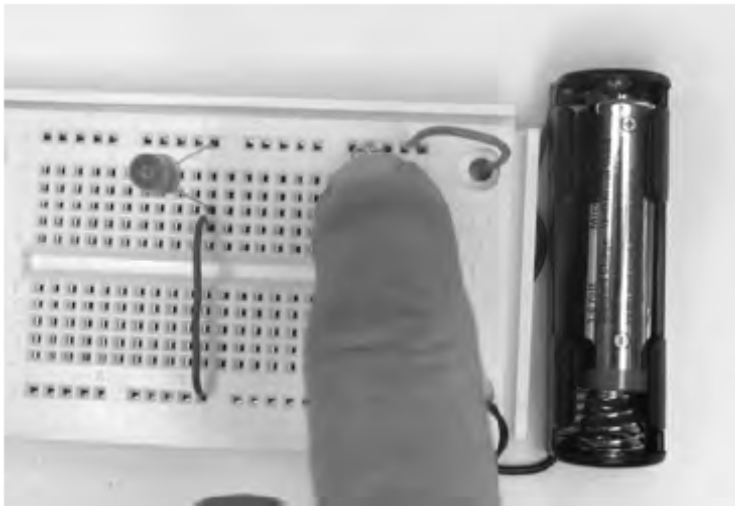
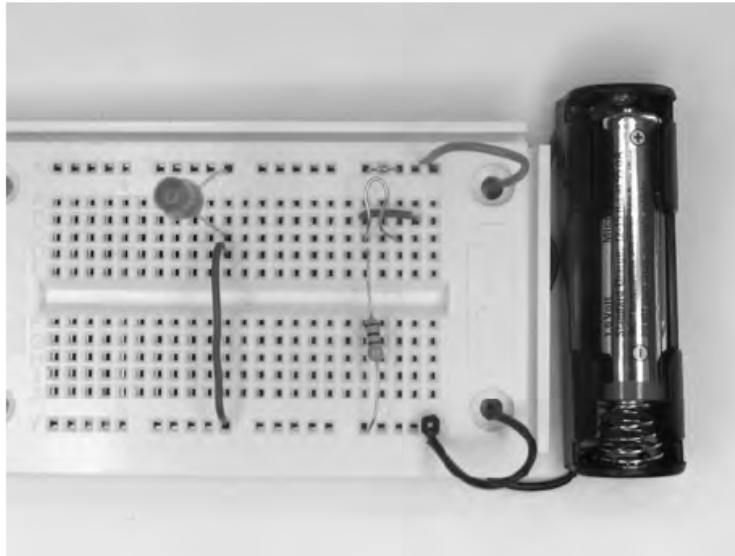
V nadaljevanju so predstavljena testna vezja za stanje nikelj-cinkovih akumulatorskih baterij.

### 13.1 Test z nizkim tokom

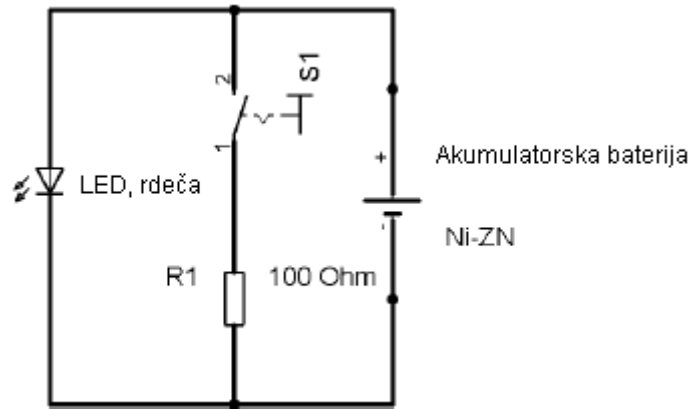
Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, rdeča LED, 100  $\Omega$  upor, držalo za akumulatorsko baterijo, NiZn akumulatorska baterija velikosti AAA (Mikro)

Teste lahko izvajate tudi z drugimi tipi akumulatorskih baterij, v kolikor imate pri roki multimeter, ki lahko prikazuje napetost akumulatorske baterije pod obremenitvijo.

Test z nizko tokovno obremenitvijo ponavadi ne predstavlja nobene težave tudi za starejše akumulatorske baterije, ki ste jih pravkar napolnili. Kot tipkalo za testiranje akumulatorske baterije uporabite kos žice, s katerega snamete izolacijo in jo vstavite v kontakte preizkusne ploščice v skladu s sliko.



**Slika 045:** Sestav preizkusne ploščice za testiranje akumulatorske baterije



**Slika 046:** Vezalni načrt

Akumulatorsko baterijo vstavite v držalo za akumulatorsko baterijo; Ko je akumulatorska baterija popolnoma napolnjena, sveti LED. Nato pritisnete tipkalo. LED sveti malce manj intenzivno. S  $100\ \Omega$  uporom teče pribl. 15 mA bremenski tok. To akumulatorska baterija z lahkoto doseže, zato se tudi napetost akumulatorske baterije samo malce zmanjša.

### 13.2 Test z visokim tokom

Sestava preizkusa: preizkusna ploščica, rdeča LED,  $1,2\ \Omega$  upor, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija

Teste lahko izvajate tudi z drugimi tipi akumulatorskih baterij, v kolikor imate pri roki multimeter, ki lahko prikazuje napetost akumulatorske baterije pod obremenitvijo.

Test z visokim tokom predstavlja večji izziv za akumulatorsko baterijo. Pri tem je treba paziti na to, s katerim maksimalnim praznilnim tokom lahko obremenite akumulatorsko baterije, da se ne poškoduje. Pri litijevih akumulatorskih baterijah je to ponavadi tok v višini dvojne kapacitete, pri nikelj-cinkovih akumulatorskih baterijah pa je priporočilo naslednje: Akumulatorska baterija ne sme biti bolj izpraznjena kot do napetosti 1,2 V in se lahko prazni maksimalno z 1C. To za akumulatorsko baterijo velikosti AA (Mignon) pomeni maksimalni tok 1,5 A in za manjšo akumulatorsko baterijo velikosti AAA (Mikro) maksimalni praznilni tok pribl. 550 mA.

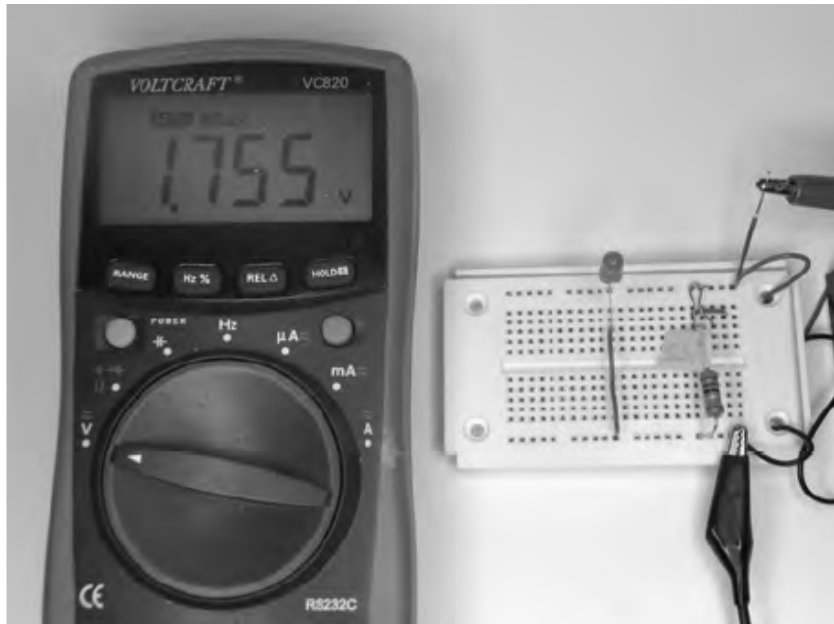
Nato zamenjate upor R1. Namesto  $100\ \Omega$  upora nato v preizkusno ploščico vstavite  $1,2\ \Omega$  upor. Ko nato pritisnete žično tipkalo, LED neha svetiti. Na podlagi izračuna s formulo  $R = U / I$  znaša bremenski tok pribl. 1 A, merjen z multimetrom pa znaša pribl. 0,5 A.

Praktičen rezultat meritve lahko odstopa od izračunane vrednosti. Vzrok za to so kontakti preizkusne ploščice, kontakti držala za akumulatorsko baterijo, kabli, notranja upornost akumulatorske baterije itd.

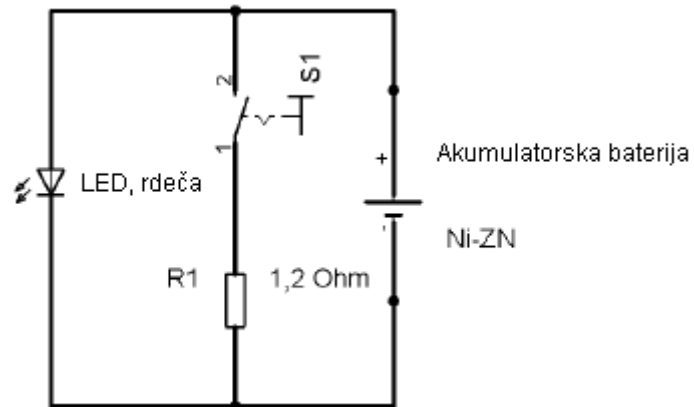
Ko tipkalo spet izpustite in je akumulatorska baterija dobro napolnjena, LED ponovno sveti tako kot prej. Če ne, potem je priporočljivo, da akumulatorsko baterijo napolnite. V tem primeru namreč ni prestala bremenskega testa.

Z multimetrom lahko to tudi izmerite: Brez obremenitve ima NiZn akumulatorska baterija npr. 1,75 V, pod obremenitvijo pa napetost pade na 1,3 V.

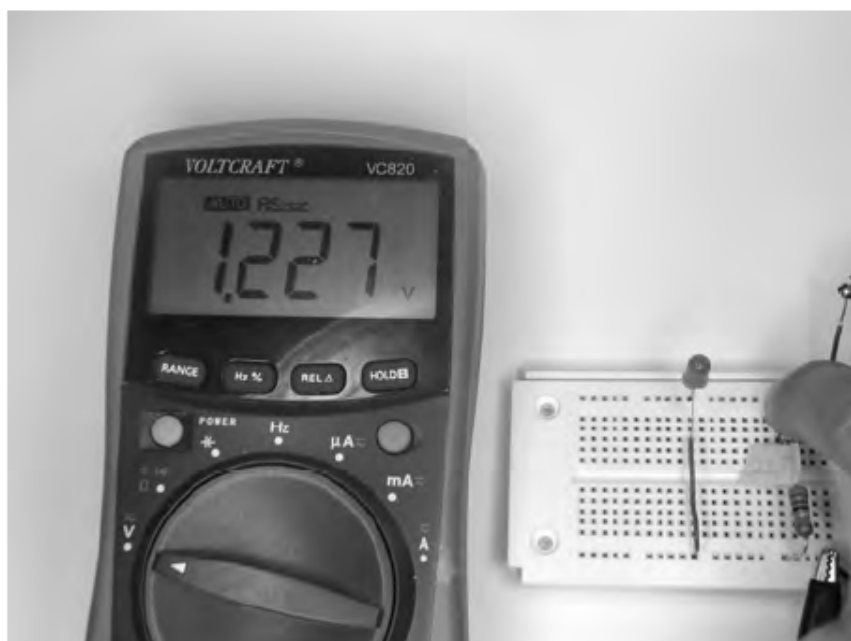




**Slika 047:** Sestava preizkusne ploščice



**Slika 048:** Vezalni načrt



**Slika 049:** Sestav za merjenje z multimetrom

### Izkoristki akumulatorske baterije

Izkoristek akumulatorske baterije pove, koliko energije je bilo dovedene pri polnjenju in koliko te energije je možno odvesti iz akumulatorske baterije.

Izkoristki različnih tipov akumulatorskih baterij se močno razlikujejo na območju pribl. 70–90 %.

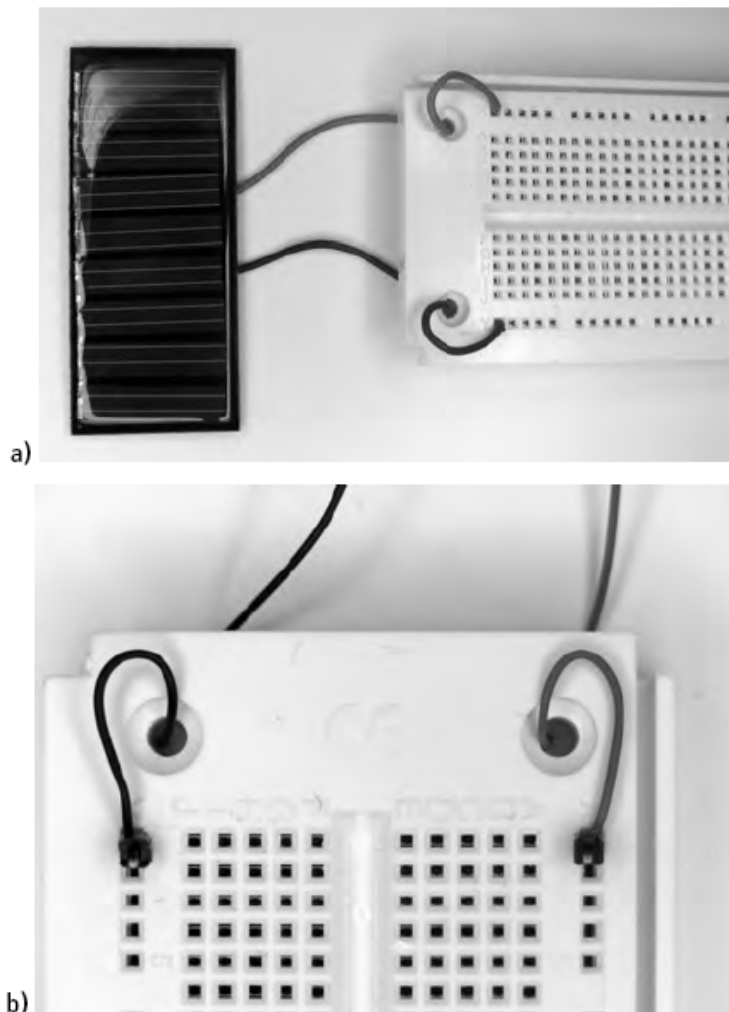
## 14 Akumulatorska baterija in solarni modul

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, vtični zatiči, 100  $\Omega$  upor, rdeča LED

Sprednja stran neuporabljenega solarnega modula je zaščitena s folijo. To folijo najprej odstranite.

Na zadnji strani modula se nahajata dva spajkalna priključka s prispajkanimi kablji. Modul nudi enosmerni tok. Tako je tako kot pri akumulatorju na voljo rdeč kabel (plus pol) in črn kabel (minus pol). Kabla potisnite skozi luknje preizkusne ploščice (zaščita pred potegom), nato pa črn in rdeč kabel priključite na preizkusno ploščico. Priporočljivo je, da v spodnjo letev vstavite črn priključek in v zgornjo letev rdeč priključek.

Solarni modul lahko ostane priključen za nadaljnje preizkuse.



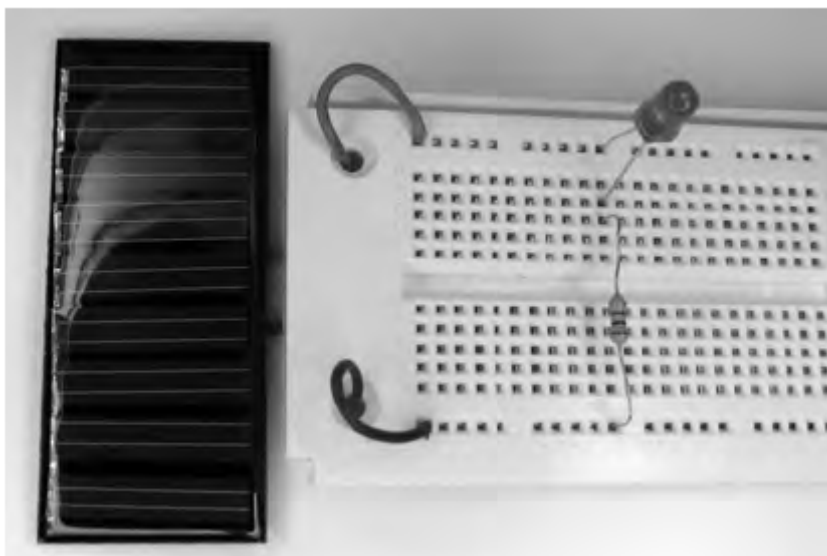
**Slika 050:** a) Priključne kable solarnega modula priključite na preizkusno ploščico. b) Kabla lahko dodatno fiksirate z vtičnimi zatiči.

Solarni modul namestite tako, da nanj pada dovolj svetla svetloba, po možnosti sončna svetloba.

Za primer, da med preizkusi ne sije sonce, lahko kot nadomestilo uporabite svetlo namizno svetilko, npr. s halogensko žarnico (najmanj 30 W). Energijsko varčne žarnice in LED-žarnice niso primerne.

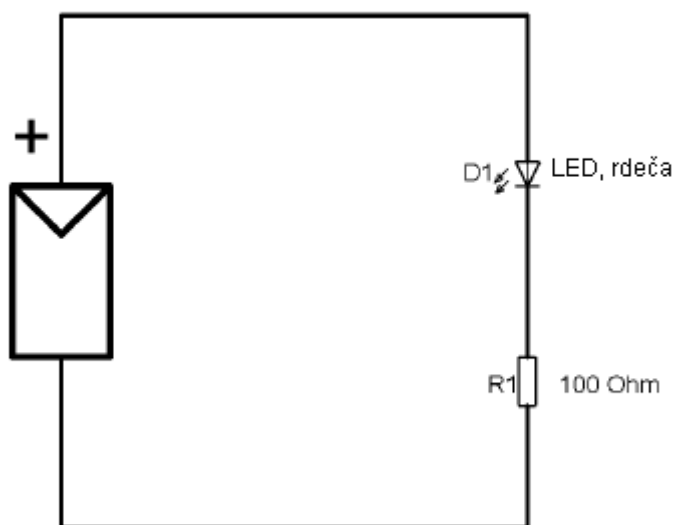
Nato v preizkusno ploščico vstavite priključke rdeče LED in 100  $\Omega$  predupor. Daljši priključek svetleče diode povežite s + "stranjo". V odvisnosti od intenzivnosti osvetlitve svetleča dioda sveti bolj ali manj svetlo. Če LED ne sveti, je na voljo premalo "svetlobne energije" ali pa ste LED priključili z napačno polarnostjo.

Če svetleča dioda utripa, ste pomotoma uporabili utripajočo LED.



**Slika 051:** Sestav preizkusne ploščice; enostavno testiranje delovanja z rdečo svetlečo diodo

Solarni modul



**Slika 052:** Vezalni načrt

Ta preizkus lahko izvedete z različnimi viri svetlobe, npr. z neposredno sončno svetlobo, halogensko žarnico, navadno žarnico z žarilno nitko, žepno svetilko, energijsko varčno žarnico, fluorescenčno žarnico itd. Po svetilnosti, s katero sveti LED, lahko vidite, da obstajajo primerni in manj primerni viri svetlobe. Ta preizkus je pomemben, da spoznate primerno osvetljavo za naslednje preizkuse.

#### 14.1 Polnjenje akumulatorskih baterij s sončno energijo

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, rdeča LED, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija

Ko je na voljo dovolj sončne svetlobe, je polnjenje akumulatorskih baterij s to energijo v veliko veselje. Električna je brezplačna, poleg tega pa ste neodvisni od električne vtičnice.

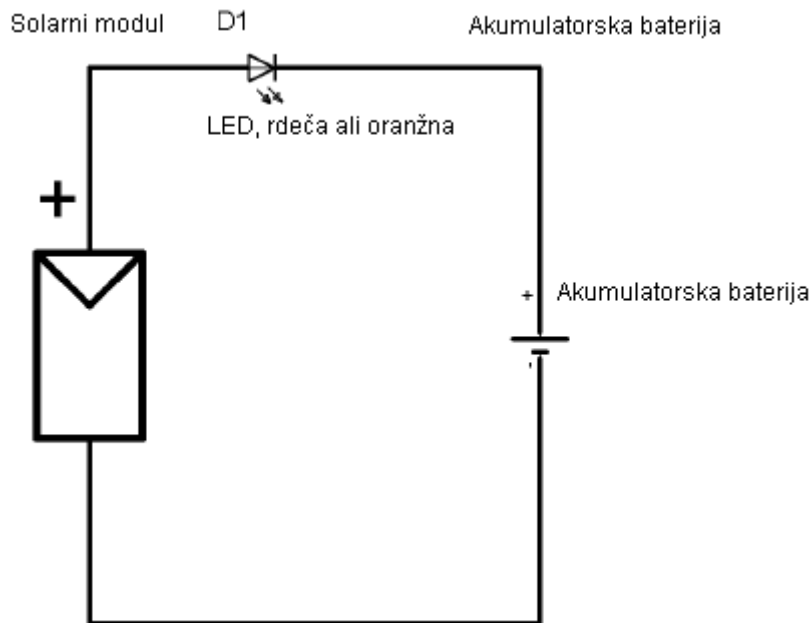
S solarnim modulom v učnem kompletu lahko polnite vse doslej opisane tipe akumulatorskih baterij kot so NiMH, NiCd, NiZn, Li-Ion in LiPo.

Solarni modul ima tudi veliko tehnično prednost. Tako za omejitev toka kot tudi za maksimalno polnilno napetost praviloma ne potrebuje nadaljnjih komponent, v kolikor je solarni modul prilagojen pogojem za zmogljivost akumulatorske baterije. Tako lahko solarni modul iz učnega kompleta, ki pri polni sončni svetlobi nudi pribl. 35 mA tok in maksimalno 4,5 V napetost, brez nevarnosti polni navedene tipe akumulatorskih baterij in tudi skrbi za to, da se morebitna samoizpraznitev samodejno izravna (vzdrževalno polnjenje).

Sorazmernost solarnega modula in akumulatorske baterije se spremeni pri "večjih" (zmogljivejših) solarnih modulih, ki lahko nudijo več toka in višjo napetost. V tem primeru je omejitev polnilnega toka in/ali polnilna elektronika nujno potrebna, v nasprotnem primeru se akumulatorska baterija poškoduje ali uniči.



**Slika 053:** Sestava preizkusne ploščice: enostaven solarni polnilnik z LED kot prikazom napoljenosti



**Slika 054:** Vezalni načrt; prikaz polnilnega toka z LED

V polnilnem tokokrogu lahko uporabite tako rdečo kot tudi oranžno LED. Pri oranžni LED je polnilni tok malce višji.

#### 14.2 Solarni polnilnik – kaj je treba upoštevati

Sestava preizkusa (tako kot prej): solarni modul, preizkusna ploščica, LED, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija

V odvisnosti od tipa akumulatorske baterije obstaja cela vrsta možnosti opremljanja solarnega modula, ki omogoča optimalno polnjenje akumulatorske baterije. S številom zaporedno vezanih solarnih celic je dosežena maksimalna zgornja polnilna napetost. Z velikostjo in kakovostjo solarnih celic je določen maksimalen polnilni tok. Seveda je polnilni tok tudi odvisen od sevalne energije sonca.

Pri manjših NiCd in NiMH akumulatorskih baterijah lahko to enostavno regulirate z maksimalnim polnilnim tokom, ki ga da na razpolago solarni modul.

Ravno nasprotno pa regulacija svinčevih akumulatorjev v izvedbi s kislino in gelom na najenostavnejši način poteka s pomočjo višine končne napetosti polnjenja.

"Velik" solarni svinčev akumulator z 12 V napetostjo akumulatorja lahko tako brez težav polnite na solarnem modulu z maksimalno napetostjo celic (napetost v praznem teku) v višini 15 V. Krivulja polnjenja se nato sama regulira. Bolj kot naraste polnilna napetost akumulatorja, ki ga polnite, manjši je polnilni tok, ki ga nudi solarni modul (samodejna prilagoditev). Ta način polnjenja je sicer praktičen, vendar ni optimalen za popolno uporabnost in življenjsko dobo akumulatorja.

Pri solarnem modulu je odločilna usmeritev. Solarni modul držite med palcem in kazalcem (brez da pri tem zasenčite površino) in površino modula usmerite karseda pravokotno na vir svetlobe (sonce). Kdaj LED sveti svetleje? Nato spreminjajte usmeritev proti viru svetlobe s premikanjem solarnega modula sem in tja ter opazujte LED. Svetleje kot sveti, več polnilnega toka teče iz modula v akumulatorsko baterijo.

Bolj navpično kot padajo žarki svetlobe na solarni modul, več svetlobne energije lahko solarne celice pretvorijo v električni tok in več polnilnega toka teče iz modula v akumulatorsko baterijo.



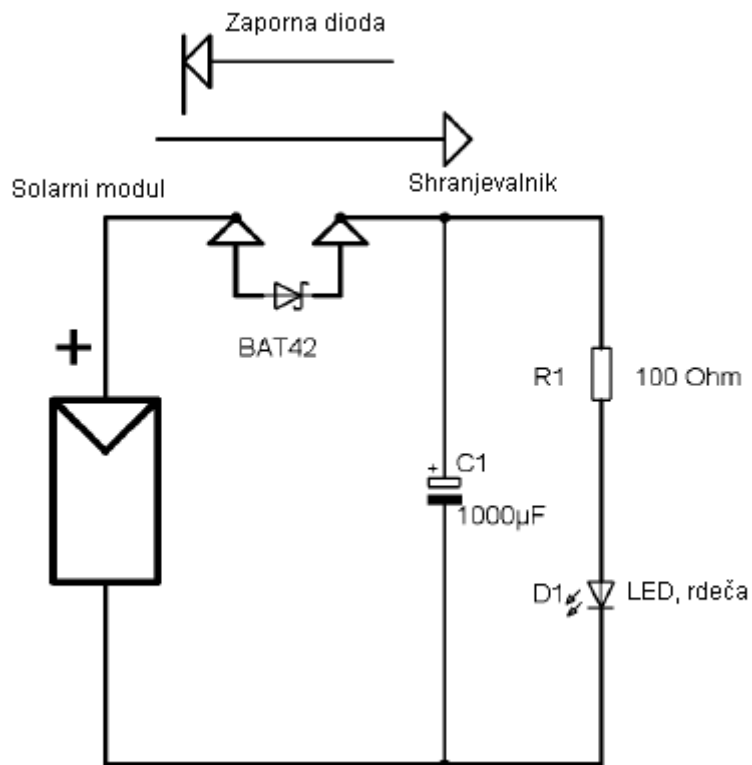
**Slika 055:** Preizkus z usmeritvijo modula proti viru svetlobe

## **15 Uporaba zapore povratnega toka**

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, 1.000  $\mu$ F elektrolitski kondenzator, Schottkyjeva dioda, 100  $\Omega$  upor, rdeča LED

Pri solarnem polnjenju akumulatorske baterije bi se brez zaščitne diode energija ponoči ponovno izpraznila s povratnim tokom prek solarnega modula. Iz tega razloga je treba vstaviti zaporo povratnega toka v obliki diode. Dioda deluje kot ventil, ki omogoča tok energije samo v eno smer, v drugo smer pa ga preprečuje.

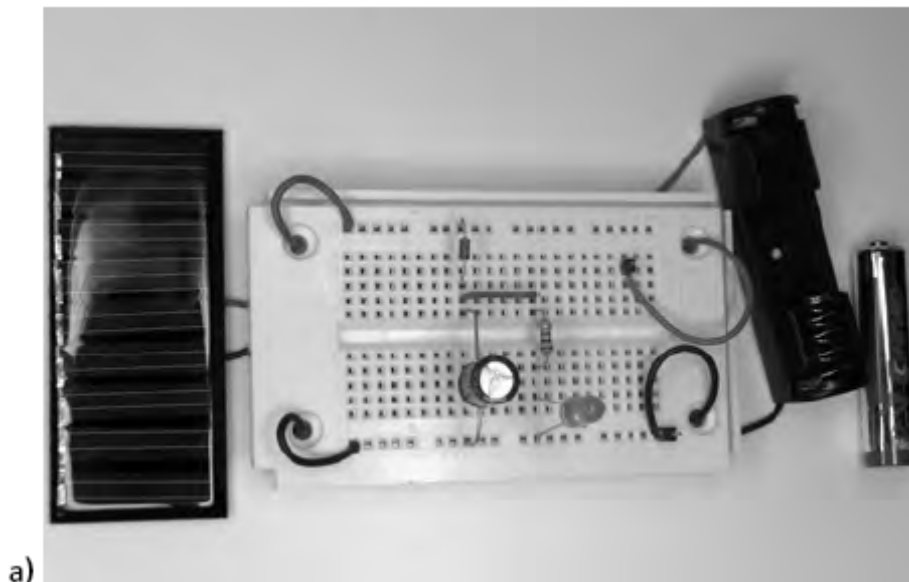
Za ponazoritev tega načela se pri preizkusu uporabi 1.000  $\mu$ F elektrolitski kondenzator (pri tem akumulatorsko baterijo vzemite iz držala). Dodatno poleg elektrolitskega kondenzatorja (shranjevalnik) v preizkusno ploščico vstavite LED in predupor. Tako lahko raziskujete učinek shranjevanja v odvisnosti od diode za zaporo povratnega teka.

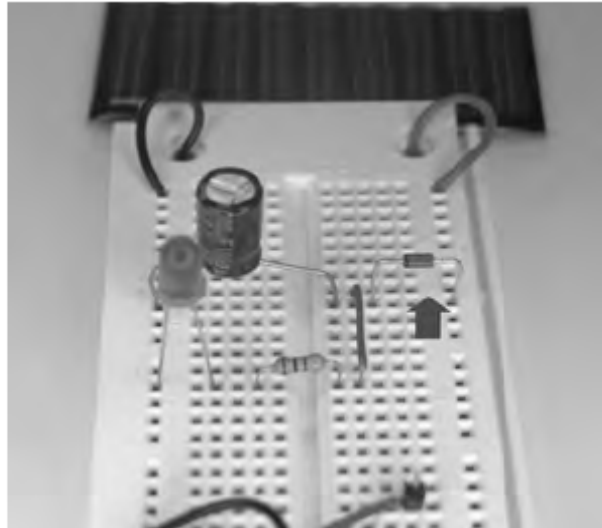


**Slika 056:** Načelo vezja z zaporno diodo

Enkrat obrnite diodo v preizkusni ploščici. Kaj se zgodi? LED več ne sveti, saj dioda zapira tok, ki prihaja od solarnega modula.

Zaporne diode preprečujejo praznjenje shranjevalnika energije prek neosvetljene solarne celice.





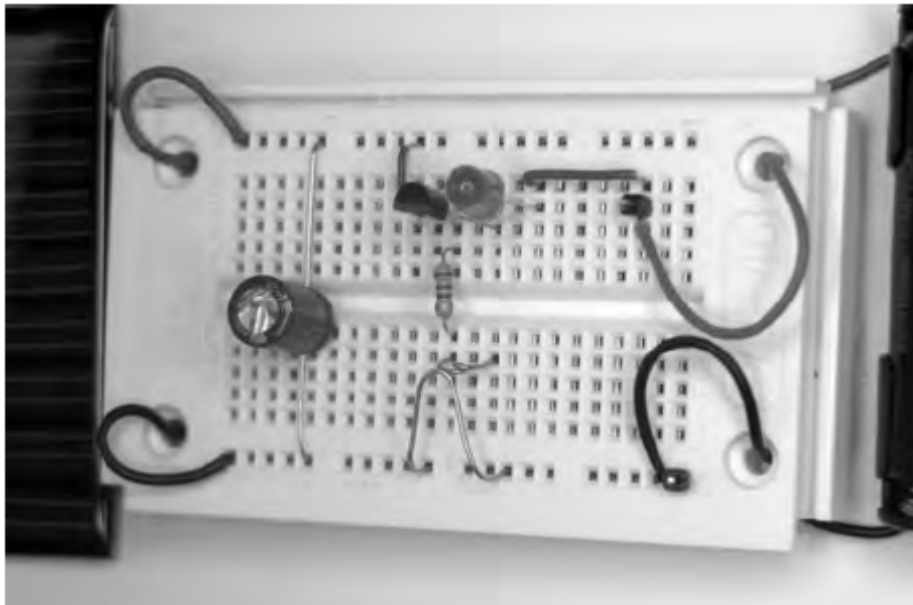
b)

**Slika 057:** a) Sestav preizkusne ploščice, b) Detajl. Zaporno diodo vidite desno na sliki (glejte puščico)

## 16 Uporaba regulatorja polnjenja

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, rdeča LED, 1.000  $\mu\text{F}$  elektrolitski kondenzator, tranzistor T1 2N3906, 2,2 k $\Omega$  upor, tipkalo, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija

Pri fotovoltaičnih sistemih, ki so neodvisni od omrežja, se celotno napajanje pridobiva regenerativno. S pomočjo akumulatorskega shranjevalnika energije se ta energija shrani za kasnejšo uporabo. Pomembna komponenta pri polnjenju akumulatorske baterije je regulator polnjenja, ki poskrbi za to, da se akumulatorska baterija napolni do maksimalne možne mere, vendar se pri tem ne prenapolni.

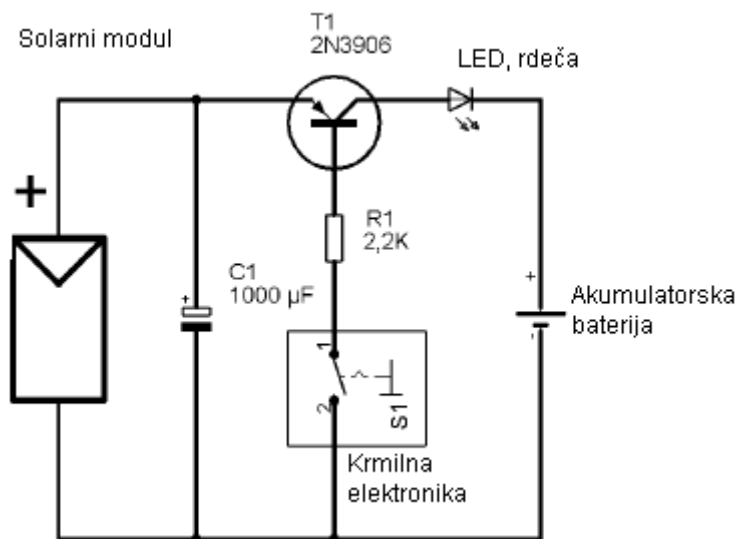


**Slika 058:** Sestav preizkusa regulatorja polnjenja na preizkusni ploščici

Pri sestavljanju preizkusa krmilno elektroniko nadomesti žično tipkalo, ki ga upravljate z roko. Krmiljenje vzdolžnega tranzistorja T1 poteka prek njegove baze in prek poti med kolektorjem



in emitorjem regulira polnilni tok in napetost. Rdeča LED prikazuje, ko teče polnilni tok. Ko pritisnete tipkalo in energija teče v akumulatorsko baterijo, LED na kratko utripne.



**Slika 059:** Vezalni načrt regulatorja polnjenja

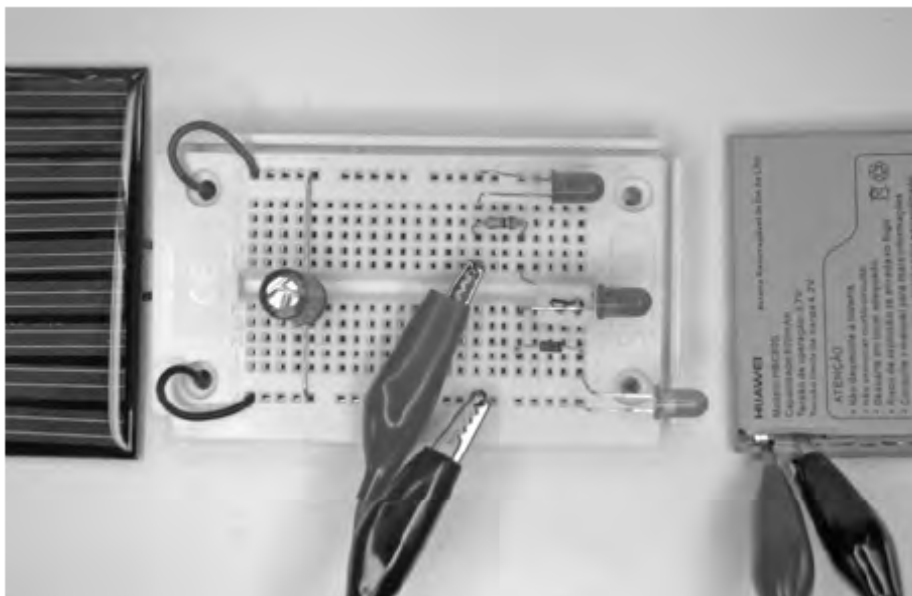
Z regulatorjem polnjenja, ki ga sestavite na preizkusni ploščici, lahko spoznate načelo zaporedno vezanega regulatorja s souporom (vzdolžni regulator). Vzdolžni tranzistor, ki ga uporabite za regulacijo polnjenja, regulirana tok, ki teče od solarnega modula v akumulatorsko baterijo, in napetost. Pri sestavljanju preizkusa dosežete regulacijo z ročnim taktiranjem dovedenega toka (dolžina takta in frekvenca) s stikalom S1. Pri samodejnih regulatorjih to taktiranje poteka elektronsko. Potem teče več toka, ko so premori med enim in drugim taktom vedno krajši in se taktna frekvenca poveča. Med postopkom polnjenja tako akumulatorska baterija dobiva kratkotrajne tokovne impulze, ki so v odvisnosti od višine polnilne napetosti krajši ali daljši (pulznoširinska modulacija). Regulacija polnilnega toka se pri vzdolžnem regulatorju elektronsko krmili v odvisnosti od polnilne napetosti akumulatorske baterije.

Nadaljnja prednost vzdolžnega tranzistorja je, da preprečuje, da bi se napolnjena akumulatorska baterija ponoči ponovno izpraznila s povratnim tokom prek solarnega modula.

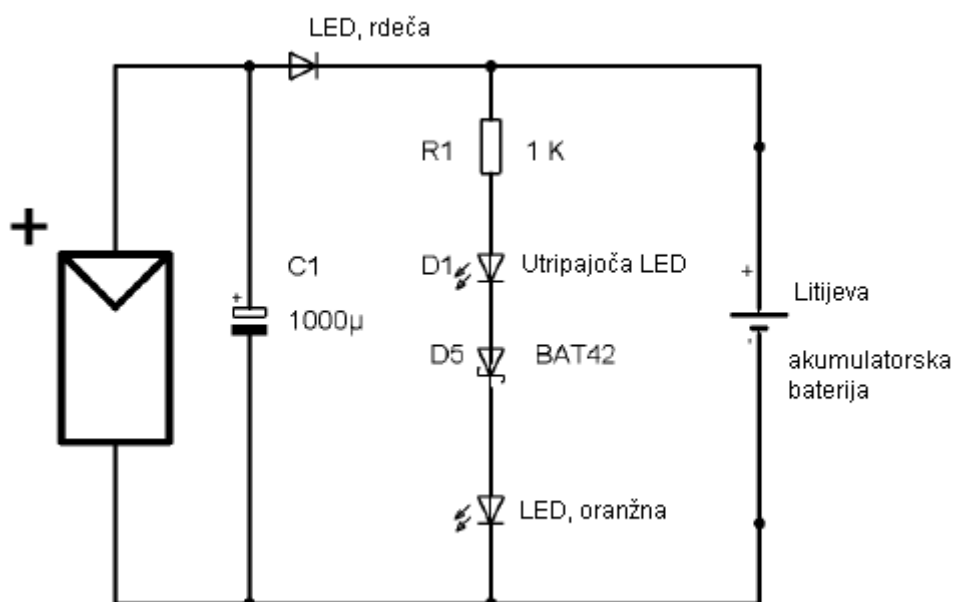
## 17 Nadzor nad solarnim polnjenjem litijeve akumulatorske baterije

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, utripajoča LED, rdeča LED, oranžna LED, Schottkyjeva dioda BAT 42, 1.000 µF elektrolitski kondenzator, 1 kΩ upor, krokodil sponke, litijeva akumulatorska baterija

Na sliki 060 vidite sestavo preizkusa enostavnega nadzora nad solarnim polnjenjem litijeve akumulatorske baterije. Zgornja rdeča LED prikazuje tekoč polnilni tok in sveti, dokler se litijeva akumulatorska baterija polni. Sredinska utripajoča LED ("B") v kombinaciji z diodo in oranžno LED nato začne svetiti in s tem signalizira, ko je akumulatorska baterija napolnjena do polovice ali popolnoma napolnjena. Ker so D1, D5 in rdeča LED zaporedno vezani, LED utripa šele od napetosti pribl. 3,8 V naprej.

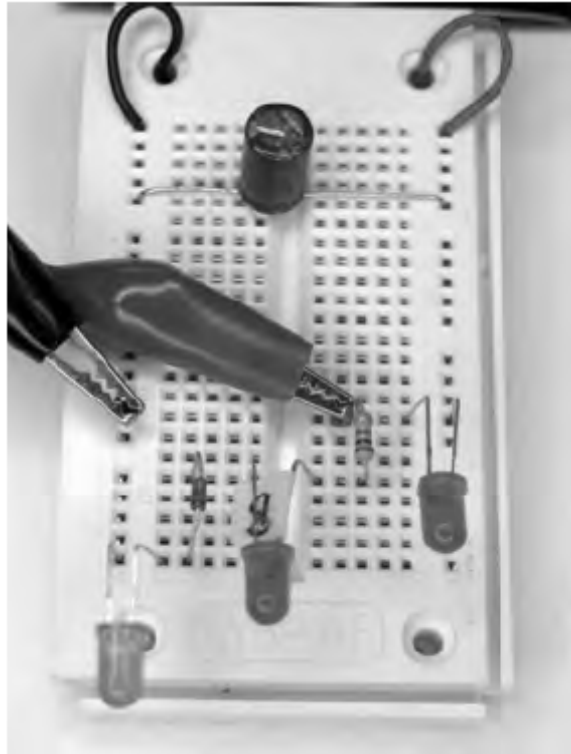


**Slika 060:** Sestav preizkusa na preizkusni ploščici



**Slika 061:** Vežalni načrt prikaza stanja napolnjenosti

Enostaven nadzor nad polnjenjem akumulatorske baterije je realiziran z merjenjem napetosti akumulatorske baterije.



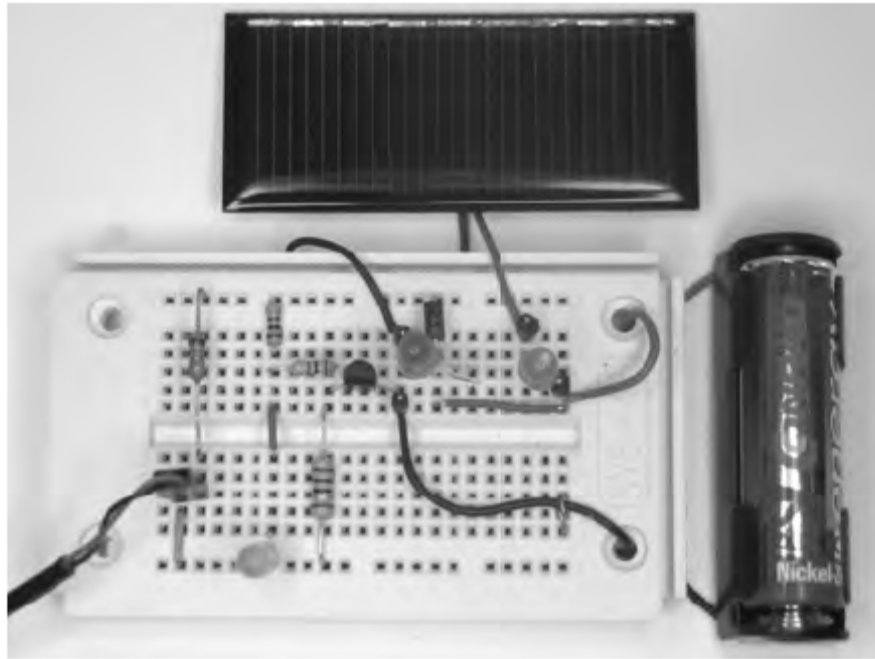
**Slika 062:** Detajl sestava preizkusne ploščice; litijeva akumulatorska baterija je priključena s kabloma s krokodil sponkami

## **18 Kombiniran polnilnik, polnjenje in vzdrževalno polnjenje**

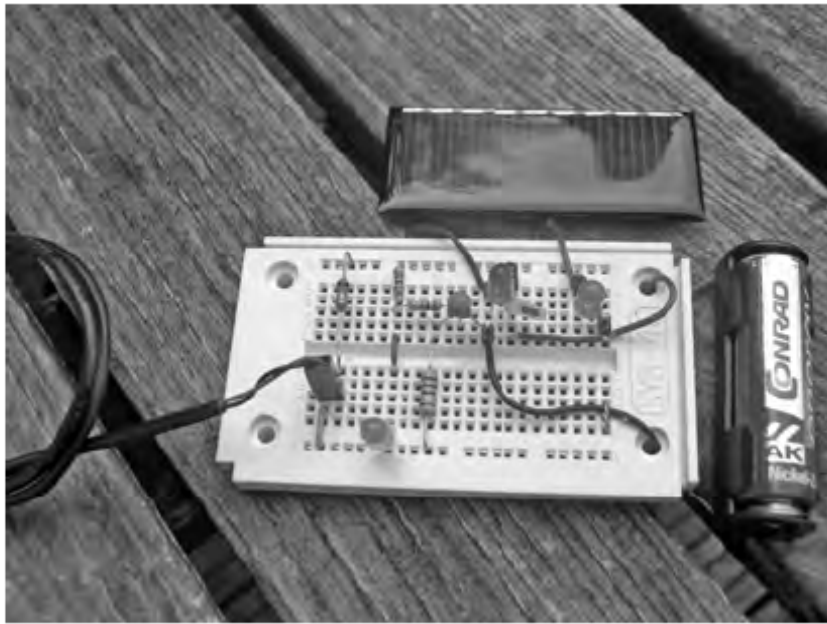
Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, USB-kabel, utripajoča LED, rdeča LED, oranžna LED, dioda 1N 4001,  $1,5 \Omega$  upor,  $1,2 \Omega$  upor, dva  $1 \text{ k}\Omega$  upora, tranzistor 2N3904, držalo za akumulatorsko baterijo, akumulatorska baterija

V odvisnosti od tipa ima akumulatorska baterija bolj ali manj visoko samopraznjenje. Ko akumulatorsko baterijo popolnoma napolnite, jo za nekaj časa shranite in jo nato nujno potrebujete, je moteče, ko jo morate najprej ponovno napolniti.

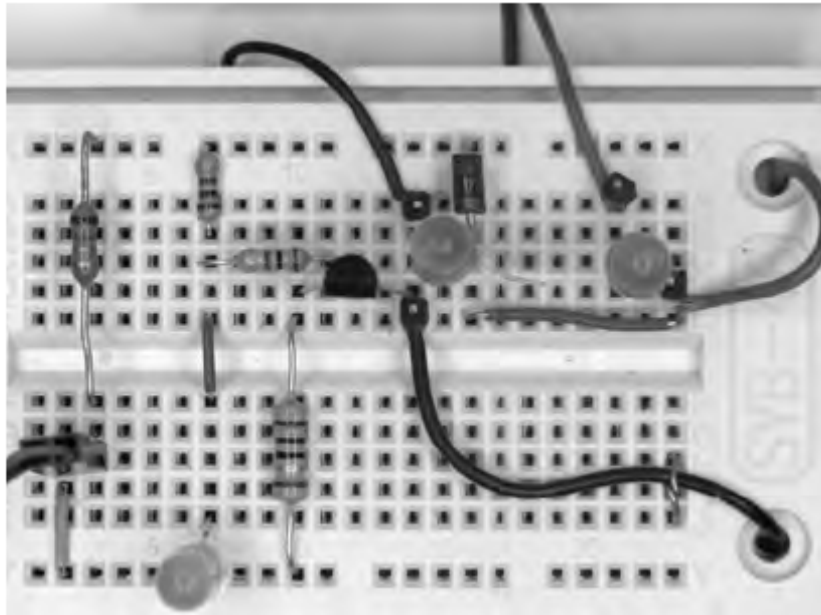
V nadaljevanju je prikazana kombinacija USB-napajalnika za hitro polnjenje akumulatorske baterije in solarnega modula (z brezplačno elektriko) za nežno polnjenje ali tudi alternativno solarno neprekinjeno polnjenje.



a)

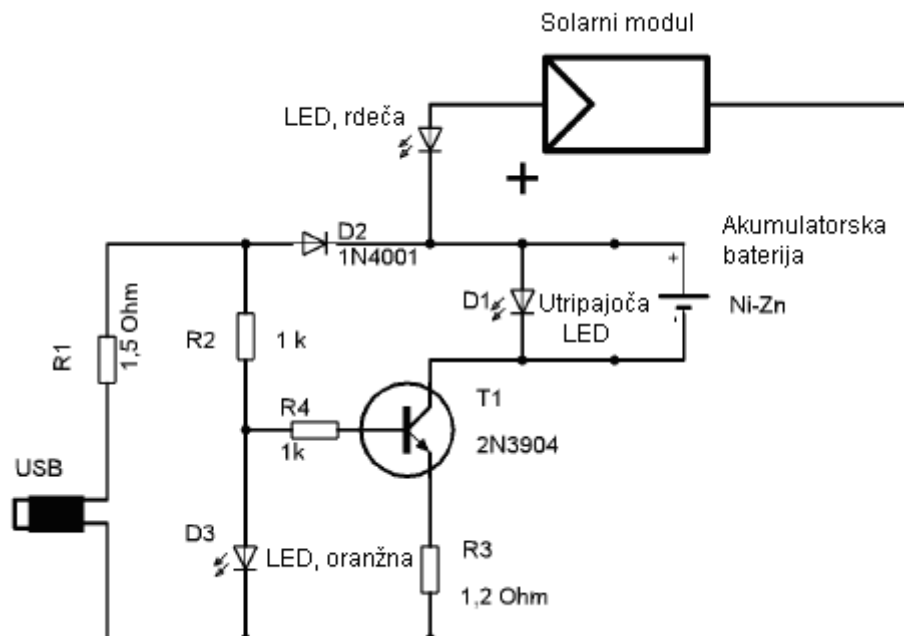


b)



**Slika 063:** a) Sestav preizkusne ploščice, b) Praktična uporaba, c) Detajl

Delovanje: Ko USB-vtič povežete z USB-virom, oranžna LED sveti. Akumulatorska baterija se polni s konstantnim tokom pribl. 70–80 mA. Od napetosti akumulatorske baterije pribl. 1,7 V začne utripajoča LED utripati in s tem signalizira, da bo akumulatorska baterija kmalu polna. Dodatno sveti rdeča LED, ko se akumulatorska baterija polni s sončno energijo, ki jo nudi priključen solarni modul. To poteka neodvisno od tega, če se akumulatorska baterija polni prek USB-vira ali ne.



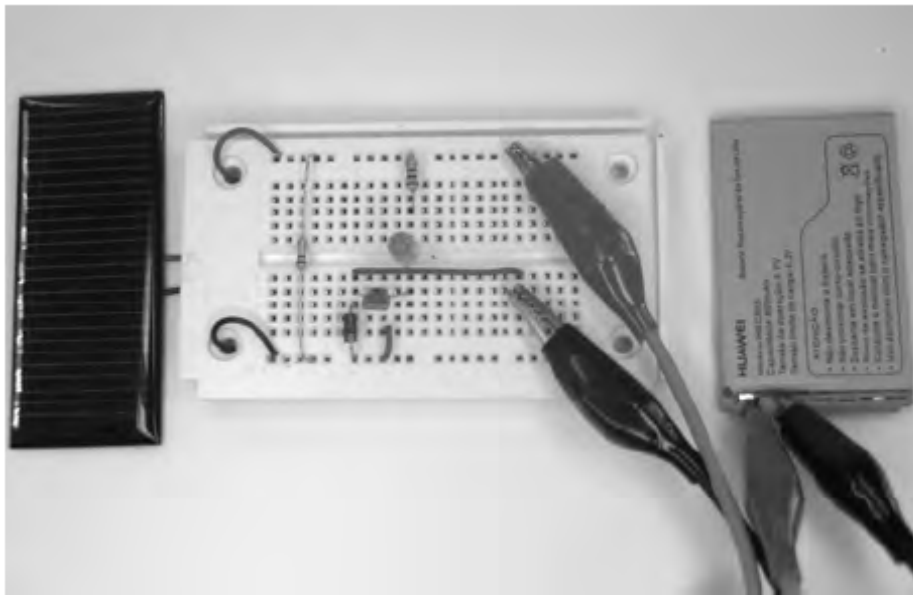
**Slika 064:** Vezalni načrt

Ta sestav vezja najdete tudi na barvni sliki na embalaži učnega kompleta.

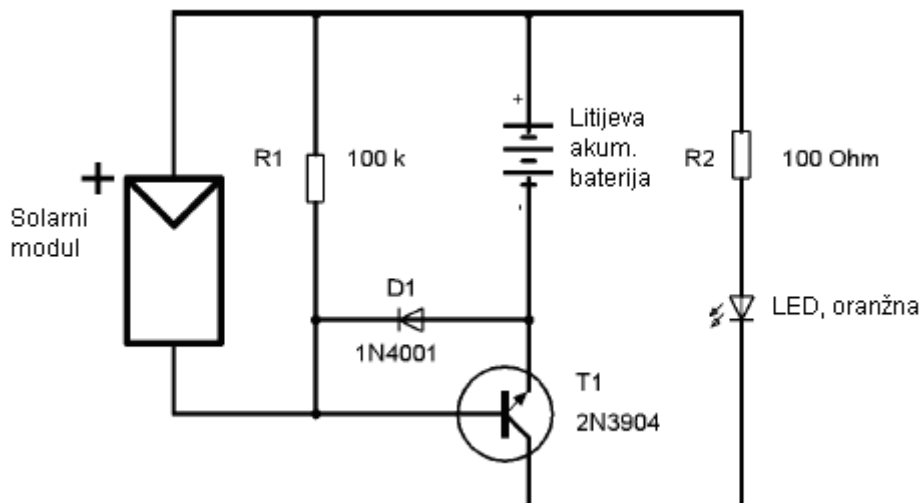
## 19 Solarna nočna lučka

Sestava preizkusa: solarni modul, preizkusna ploščica, oranžna LED, tranzistor T1 2N3904, dioda 1N 4001, 100 k $\Omega$  upor R1, 1.000  $\mu$ F elektrolitski kondenzator, kabla s krokodil sponkami, litijeva akumulatorska baterija ali stara akumulatorska baterija mobilnega telefona

Pri naslednjem preizkusu se shranjevalnik energije čez dan polni. V temi nato oddaja energijo. Pri našem sestavu preizkusa to poteka prek svetleče diode. Oddajanje energije poteka tako dolgo, dokler shranjena energija ni porabljena. Preizkus lahko izvedete tako z akumulatorsko baterijo kot tudi z elektrolitskim kondenzatorjem (1.000  $\mu$ F). Majhen kondenzatorski shranjevalnik ima to prednost, da lahko enostavno spoznate načelo delovanja brez dolgega časa polnjenja.



Slika 066: Sestav preizkusa z nočno lučko



Slika 067: Vezalni načrt solarne nočne lučke

Takoj ko se stemni (npr. ko pokrijete solarni modul), LED začne svetiti. Takoj ko solarni modul spet prejema svetlobo, LED neha svetiti.

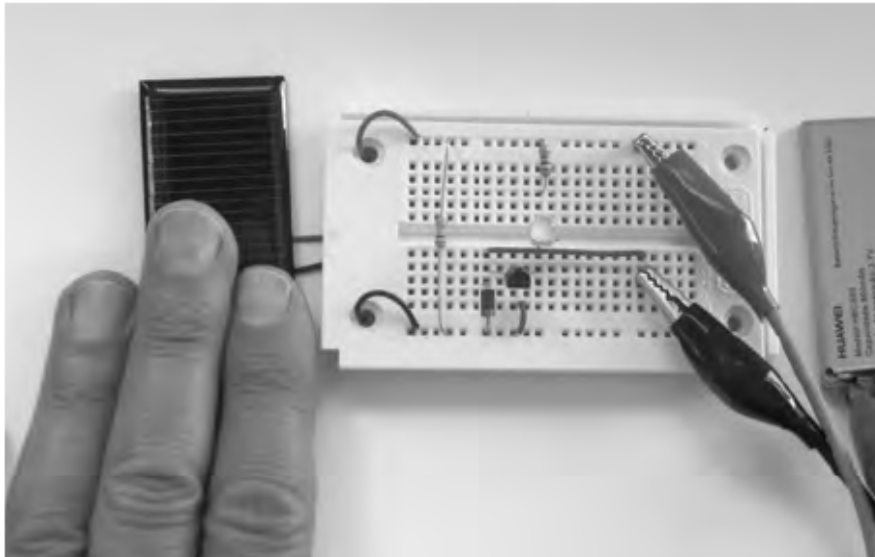
Tok, ki prihaja z osvetljenih solarnih modulov, prek baze tranzistorja T1 zapre njegovo pot med kolektorjem in emitorjem. Akumulatorska baterija se polni prek diode D1. Ko na solarni modul več ne pada svetloba, ni toka na bazi, pot med kolektorjem in emitorjem pa omogoča, da tok teče od akumulatorske baterije prek LED, zato LED sveti.

Litijevo akumulatorsko baterijo, ki ni več primerna za mobilni telefon, lahko tako še koristno uporabite. V praktični rabi se akumulatorska baterija čez dan polni, v temi pa nato oddaja energijo. Pri našem sestavu preizkusa to poteka prek oranžne svetleče diode. V odvisnosti od kapacitete akumulatorske baterije in trajanja polnjenja lahko LED sveti celo noč. Idealne za uporabo so npr. LED, ki delujejo kot sveče v laterni, ki jo sami izdelate. Ohišje laterne lahko npr. enostavno izdelate iz praznega tetrapaka.



**Slika 069:** Laterna s "svečo" po načelu, ki je opisano zgoraj

Za dolgotrajen preizkus lahko na zlate kontakte stare akumulatorske baterije mobilnega telefona prispajkate rdeč in črn kabel ali pa priključite kontakte s krokodil sponkami.



**Slika 069:** Nočno lučko aktivirate že s pokrivanjem modula.

## 20 Ohranjanje zmogljivosti akumulatorskih baterij

### 20.1 Zasilno reševanje akumulatorske baterije

Sestava preizkusa: litijeva akumulatorska baterija, kabla s krokodil sponkami, akumulatorska baterija (globoko izpraznjena)

Akumulatorske baterije, ki so bile dolgo shranjene brez uporabe ali pa so bile priključene na porabnik s stalnim tokom (npr. električna ura), pogosto doživijo "kolaps". To prizadene tako NiCd kot tudi NiMH akumulatorske baterije, ki imajo potem tako nizko obratovalno napetost, da jih samodejni polnilniki za akumulatorske baterije ne zaznajo in jih ne morejo ponovno napolniti.

Pri tem so v pomoč kratki, močni tokovni impulzi z višjo napetostjo, npr. iz litijeve akumulatorske baterije ali 12 V avtomobilskega akumulatorja.



**Slika 070:** Uporaba z litijevo akumulatorsko baterijo in kabloma s krokodil sponkami



Svinčevi akumulatorji, ki so bili dalj časa shranjeni brez uporabe, na površinah plošč tvorijo izolacijsko plast, s čimer postanejo visokohovski in jih ni več možno napolniti.

Pri tem je v pomoč, da akumulatorju izmenično dovajate napetosti. Napetost, ki jo priključite z "napačno" polarnostjo, je lahko v pomoč pri razgradnji notranjih izolacijskih plasti.

Kot preventiva so na voljo tako imenovani regeneratori za akumulatorje. Akumulator se ves čas "obstreljuje" s kratkimi impulzi na območju milisekund. Energija za to se pridobiva iz akumulatorja in je nižja od samopraznjenja, ki že tako ali tako poteka.

## 20.2 Nega akumulatorskih baterij

Sestava preizkusa: shranjevanje akumulatorske baterije več dni in mesecev

Akumulatorske baterije za napajanje električnih in elektronskih naprav, ki se pogosto uporabljajo tudi kot nadomestilo za drage običajne baterije, niso ravno najbolj poceni. Iz tega razloga je dobro, da vam karseda dolgo služijo. V odvisnosti od tega, s katerim tehničnim postopkom polnite akumulatorsko baterijo, se možna količina polnjenja in praznjenja (kapaciteta) in predvsem življenjska doba (cikli) akumulatorske baterije spreminja.

Obstajajo številna priporočila za nego akumulatorskih baterij, zato je negotovost velika. Kako je treba obravnavati kateri tip akumulatorske baterije? Pomembno je, da vseh tipov akumulatorskih baterij ne mečemo v en koš.

Tipi akumulatorskih baterij, ki so predstavljeni v učnem kompletu, so tako imenovani kemični shranjevalniki energije. V tehnologiji akumulatorjev obstajajo različni modeli, ki se v glavnem razlikujejo po kemičnih komponentah in notranji sestavi. To vidite že po kraticah kot so npr. NiZn, NiMH itd. Te povezave imajo dodatno posebne lastnosti. Tako imajo NiMH akumulatorske baterije visoko samopraznjenje, litijeve akumulatorske baterije pa zelo nizko samopraznjenje. Hkrati pa obstaja nekaj osnovnih posebnosti in značilnosti, ki jih je treba upoštevati:

- Okoliška temperatura vpliva na kemične reakcije. Previsoke in prenizke temperature so škodljive. Akumulatorska baterija najbolje ohranja svojo napolnjenost, ko je temperatura enakomerna na območju pribl. 10–15 °C. Hladilnik je prehladen.
- Višja kot je napetost akumulatorske baterije, hitreje se stara, ko jo shranite. Iz tega razloga je najbolje, da akumulatorske baterije shranjujete samo pri polovični napolnjenosti.
- Visoki praznilni tokovi izvajajo "stres" na akumulatorsko baterijo. Če akumulatorsko baterijo praznite z nižjim tokom od navedenega, bo imela daljšo življenjsko dobo. Stare akumulatorske baterije mobilnih telefonov lahko brez težav še dolgo uporabljate npr. za varčne LED žepne svetilke.
- Če shranjujete pregloboko izpraznjene akumulatorske baterije, potem se te hitreje starajo in jih več ne morete uporabljati. Iz tega razloga je treba pri dolgotrajnejšem shranjevanju nadzorovati stanje napolnjenosti in akumulatorske baterije po potrebi dodatno napolniti.

Ta navodila za uporabo so publikacija podjetja Conrad Electronic d.o.o. k.d., Ljubljanska cesta 66, 1290 Grosuplje.

Pridržujemo si vse pravice vključno s prevodom. Za kakršnokoli reproduciranje, npr. fotokopiranje, snemanje na mikrofilm ali zajemanje z elektronskimi sistemi za obdelavo podatkov, je potrebno pisno dovoljenje izdajatelja. Ponatiskovanje, tudi delno, je prepovedano.

Ta navodila za uporabo so v skladu s tehničnim stanjem izdelka v času tiskanja navodil. Pridržujemo si pravico do sprememb tehnike in opreme.

© 2015 by Conrad Electronic d.o.o. k.d.



## GARANCIJSKI LIST

Izdelek: **Učni komplet Conrad "Akumulatorske baterije in polnilna tehnika"**  
Kat. št.: **55 38 93**

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 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 popravljenega 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 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 izročitve blaga in žig prodajalca:**  
\_\_\_\_\_

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