



OSNOVNI UČNI PAKET ZA MERJENJE IN TESTIRANJE

Št. izdelka: 192290

KAZALO

UVOD	3
GRADBENI DELI – OSNOVE	3
Baterija.....	3
Upori	4
Keramičen kondenzator	5
Elektrolitski kondenzator	5
Svetilna dioda – LED	6
Tranzistor	7
Dioda.....	7
MOŽNOSTI MULTIMETRA	8
CAT CERTIFICIRANJE ODLOČI O OBMOČJU UPORABE	9
CAT razredi.....	9
Pravilna priključitev merilnih kablov	9
PRAVILNA NASTAVITEV MERILNIKA.....	11
1 KAKO MERIMO UPORNOST?	12
2 PREPREČITEV MERILNIH NAPAK.....	13
3 KAKO SE OBNAŠAJO ZAPOREDNO VEZANI UPORI?	15
4 KAKO SE OBNAŠAJO VZPOREDNO VEZANI UPORI?	16
5 MERJENJE KONDENZATORJA.....	17
6 KONDENZATORJI V ZAPOREDNI VEZAVI.....	19
7 KONDENZATORJI V VZPOREDNI VEZAVI.....	20
8 KAKO MERIMO ENOSMERNE NAPETOSTI?.....	22
9 KAKO MERIMO IZMENIČNE NAPETOSTI?	24
10 KAKO MERIMO TOKE?.....	25
11 KAKO MERIMO PREVODNOST KABLOV?	27
12 MERJENJE V VEZJU: UGOTOVITEEV POSAMEZNIH NAPETOSTI NA	
GRADBENIH DELIH.....	29
13 MERJENJE UPOROV V VEZJU.....	31
14 MERJENJE V VEZJU: MERJENJE POSAMEZNIH TOKOV V VEZJU.....	33
15 PREVERITEV REZULTATOV MERITEV.....	35
16 MULTIMETER KOT TESTER BATERIJ	36
17 MERJENJE DIOD	37
18 PREVERITEV TRANZISTORJEV	39
19 PREVERITEV SVETILNIH DIOD	40
20 MERJENJE TEMPERATUR	41
DODATEK: MOČ IN DELO.....	43

UVOD

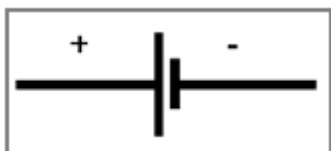
V trgovinah so na voljo številni multimetri, z katerimi lahko sami izvedete obsežne meritve na elektronskih gradbenih delih in vezjih. To pa vendar zahteva osnovno znanje o upravljanju takšne univerzalne naprave in o gradbenih delih za merjenje.

Ta učni paket vam pomaga postopoma razložiti skrivnosti pravilnega merjenja. V zaporedoma izvedenih vajah se boste naučili, kako najdete in pravilno merite različne dele in kako se ti nahajajo v vezjih. S tem znanjem lahko nato sami ugotovite, če so posamezni gradbeni deli pokvarjeni ali kako so pravilno vgrajeni v vezjih. Ta učni paket vam posreduje vse osnove, ki so potrebne za uspešno delo z multimetrom.

GRADBENI DELI – OSNOVE

Baterija

Baterijo je na vsako vezje potrebno priključiti glede na pravilno polarnost. Za to potrebna sponka za baterijo ima eno rdečo priključno žico, ki označuje plus pol in eno črno žico, ki označuje minus pol. Obe žici priključite na preizkusno ploščico ustrezno z zahtevano polarnostjo.



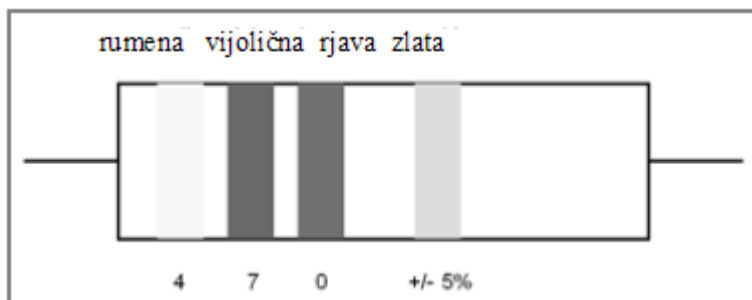
Slika 1: Znak preklopa baterije

Upori

Upori sodijo k najbolj preprostim elektronskim gradbenim delom. Njihova oznaka sledi z eno iz treh obročev sestavljeno barvno kodo, ki jo je potrebno brati od roba k sredini. Četrty, nekoliko odmaknjen obroč poda toleranco gradbenega dela. Barvna koda bo odčitana z obroča, ki leži bliže robu upora. Prva dva obroča pomenita številko, tretji množitelj vrednosti upornosti v Ohm. Četrty obroč poda toleranco. Vrednost upornosti bo navedena v Ohm[Ω].

Barva	Obroč 1 1. številka	Obroč 2 2. številka	Obroč 3 Množitelj	Obroč 4 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	10.000.0000	
Siva	8	8		
Bela	9	9		
Zlata			0,1	5%
Srebrna			0,01	10%

Slika 2: Barvna koda upora



Slika 3: Upor z barvnimi obroči rumen, vijoličen, rjav in zlat ima vrednost 4700Ohm pri toleranci 5%.



Slika 4: Upor

V učnem paketu se nahajajo upori naslednjih vrednosti:

330 Ohm oranžna, oranžna, rdeča
1 kOhm rjava, črna, rdeča
2,2 MOhm rdeča, rdeča, zelena



Slika 5: Znak preklopa upora

Keramičen kondenzator

Kondenzator je nadaljnji pomemben elektronski gradbeni del. Obstaja v dveh izvedbah. Preprostejša varianta je majhen, okrogel in plosk keramičen kondenzator. Varen je pred napačno polarnostjo. Kapacitete bodo navedene v Farad (F). Označevanje keramičnega kondenzatorja poteka s številčno kodo. 104 ustreza 10×10^4 , torej 100.000 pF (Picofarad).



Slika 6: Znak preklopa keramičnega kondenzatorja



Slika 7: Keramičen kondenzator

Elektrolitski kondenzator

Večji elektrolitski kondenzator ima cilindrično telo in ga je potrebno vgraditi glede na pravilno polarnost. Negativen pol (minus) je označen s stransko belo črto in ima krajšo priključno žico. Če elektrolitski kondenzator ne bo vgrajen glede na pravilno polarnost, bo uničen. Označevanje sledi v nešifriranem tekstu.



Slika 8: Znak preklopa elektrolitskega kondenzatorja

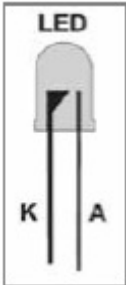


Slika 9: Elektrolitski kondenzator mora biti pravilno vgrajen.

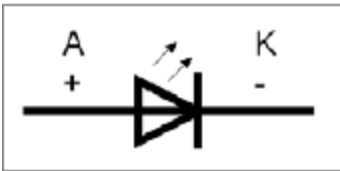
Svetilna dioda – LED

Pri vgradnji svetilne diode (LED) je načeloma potrebno upoštevati polarnost. LED ima dve različno dolgi priključni žici. Daljša žica je pozitiven pol in se imenuje anoda (A), katoda (K) ima krajšo žico.

Polarnosti lahko prepoznate tudi v notranjosti LED. Negativen pol ima obliko velikega trikotnika. Pozitiven pol je v primerjavi s tem zelo drobceno izveden.



Slika 10: LED je vedno potrebno vgraditi glede na pravilno polarnost



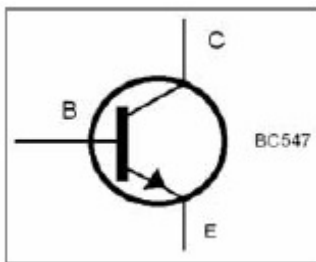
Slika 11: Znak preklopa LED

Tranzistor

Tranzistor ojača manjše toke. Njegovi priključki se imenujejo sevalnik (E), baza (B) in zbiralnik (C). Cilindrično ohišje je na eni strani sploščeno. Tukaj je natisnjena oznaka tipa. Če gledate tranzistor tako, da priključki kažejo navzdol in lahko preberete napis, leži sevalnik levo. Baza je v sredini.



Slika 12: Tranzistor s pogledom na sploščeno stran. Priključki z leve proti desni: zbiralnik (C), baza (B) in sevalnik (E).



Slika 13: Znak preklopa NPN tranzistorja

Dioda

Dioda pušča tok samo v eni smeri, v obratni smeri ga blokira. Predstavljate si jo lahko kot protipovratni ventil iz tehnike za vodovodno instalacijo.

Običajne diode imajo, kot upori, cilindrično obliko. Pri njih je negativen pol (katoda) označen z črto.



Slika 14: Znak preklopa diode



Slika 15: Dioda

MOŽNOSTI MULTIMETRA

Multimetri se v prvi vrsti razlikujejo po tem, kaj vse lahko z njimi merimo. To seveda ne pomeni, da se takoj spoznate na preprost instrument. Veliko nastavno kolo, z katerim nastavite posamezna merilna območja in merilne veličine, si natančno oglejte. Kateri so ponujeni? Katere sploh potrebujete? To so vprašanja, na katera odgovorite že pred nakupom.

Ukvarjajte se tudi z merilnimi kabli. Ti imajo različne barve (rdeča: plus pol; črna: minus pol). Z navodili boste spoznali vašo napravo, preden boste izvedli prve meritve.



Slika 16: Najprej je potrebno spoznati instrument. Pri tem pomagajo izčrpni napotki v navodilih.

CAT CERTIFICIRANJE ODLOČI O OBMOČJU UPORABE

Multimetri morajo izpolnjevati različne varnostne kriterije, ki omogočajo njihovo varno uporabo. Konec koncev merjenje toka in napetosti ni igra, temveč je povezano z nevarnostmi!

Multimetri morajo biti narejeni za kombinacijo iz stalnih napetosti in tako imenovanih prehodnih prenapetosti. Ti zaščitni ukrepi so razdeljeni v 4 CAT razrede. Višji kot je CAT razred, tem bolj vsestransko lahko uporabite instrument.

CAT razredi

CAT I

Multimetri z CAT I certificiranjem imajo zelo nizke zaščitne ukrepe. Uporabljeni so lahko samo za meritve v zaščitnih elektronskih območjih in za meritve na napravah. Te morajo imeti zadostno zaščito pred prehodnimi prenapetostmi.

CAT II

Instrumenti z CAT II dopuščajo uporabo na enofaznih, v vtičnico povezanih obremenitvah. K temu sodijo gospodinjske naprave in prenosno orodje. Vtičnice in kabli so lahko samo omejeno merjeni. Multimetri za mojstre elektronike morajo imeti najmanj CAT II.

CAT III

Multimetri z CAT III so že primerni za uporabo v trifaznih omrežjih in enofazne komercialne osvetlitve. Z njimi se že lahko meri vrtilne kondenzatorje ali vtičnice za večje obremenitve.

CAT IV

CAT IV dodatno dopušča uporabo od priključitve vrtilnega navora pogoškega agregata in na prostih kabljih. Tukaj gre torej za naprave za meritve, ki jih zasebnik ne sme več izvesti.

Pravilna priključitev merilnih kablov

Samo na nekaj multimetrih so merilni kabli direktno povezani z multimetrom. Večinoma so v napravah vgrajeni 3 do 4 priključki, na katere lahko priključite merilne kable. To je lahko izvedeno samo, če ti še niso nikjer priključeni!

Črn merilni kabel v nadaljnjem smislu ustreza minus kablu (povratni vodnik). Tega je potrebno priključiti na priključek COM. V kateri priključek je potrebno vtakniti rdeč merilni kabel – ta ustreza plusu ali dovodu – je odvisno od meritev in napisov priključkov. Pri našem instrumentu so za to vgrajeni trije nadaljnji priključki. Desni je označen z »HzVΩ«. V tega vtaknite rdeč merilni kabel, če naj bodo merjene napetosti (V) in upornosti (Ω). »Hz« nakazuje na meritve frekvenc, ki pa jih potrebujejo samo specialisti. Večinoma je potrebno ta priključek izbrati tudi za merjenje majhnih tokov, kot so običajno v elektronskih vezjih. Pri našem instrumentu je za to predviden lasten priključek. Ta je označen z »μAmA«. Če naj bodo merjeni običajni toki v območju gradnje elektronike, je potrebno tukaj priključiti rdeč kabel. Pri multimetrih s 3 priključki so preko skupnega priključka dopustne sledeče funkcije: funkcija nizkega toka, funkcija napetosti in funkcija upornosti.

Črn priključek na multimetru je označen z »20A MAX«. Ta je namenjen za meritve posebno visokih tokov in jih elektroniki, ki merijo v vezjih ne potrebujejo.

Podrobnosti o določitvi priključkov in ozadij, npr. kako je potrebno izvesti meritve, preberite v navodilih multimetra.



Slika 17: Večina multimetrov je opremljenih z 3-4 priključki, na katere priključite merilne kable, glede na meritve.



Slika 18: Črn kabel je potrebno priključiti na priključek COM. Ta ustreza povratnem vodniku (minus polu).



Slika 19: Če naj bodo izvedene meritve napetosti in upornosti, je potrebno pri tem modulu rdeč merilni kabel priključiti na desni priključek »HzVΩ«. Za merjenje manjših tokov je potrebno kabel priključiti na priključek »μAmA«.

PRAVILNA NASTAVITEV MERILNIKA

Multimetri ne merijo preprosto samo napetosti, tokov in upornosti. Ti morajo biti pravilno nastavljeni, ker obstajajo npr. enosmerne in izmenične napetosti in toki. Poleg tega multimetri razpolagajo z več merilnimi območji. Merilnik Voltcraft VC-11 sam razpolaga s 5 merilnimi območji enosmerne napetosti: za zelo nizke napetosti do 200 mili voltov (mV), 2V, 20V, 200V in 250V.

Ker se pogosto ne da natančno oceniti, katere napetosti se lahko pri meritvi pričakujejo, vedno nastavite največje merilno območje. Pri meritvah enosmerne napetosti so to pri Voltcraft VC-11 250V. Če zaslon prikazuje samo nizko izmerjeno vrednost, kot je npr. 14V, lahko preklopite nazaj vse razen merilnega območja 20V. Naprava nato meri z največjo natančnostjo.

Na isti način postopajte tudi pri drugih merilnih veličinah, torej pri meritvah enosmernih napetostih, enosmernih in izmeničnih tokih, meritvah upornosti, itd.

Začetek merjenja z največjim merilnim območjem ščiti občutljivo merilno elektroniko pred preobremenitvam in s tem pred nepopravljivimi škodami. Zaradi tega, da se navadite, vsako meritev vedno začnite z največjim merilnim območjem.



Slika 20: Paziti je potrebno na izbiro pravilne merilne veličine (npr. »enosmerni tok«, ko naj bodo merjeni enosmerni toki)



Slika 21: Pred vsako meritvijo je potrebno merilni instrument najprej preklopiti na maksimalno merilno območje. Pri tej napravi znaša v območju enosmerne napetosti 250V.

1 KAKO MERIMO UPORNOST?

Predpriprave:

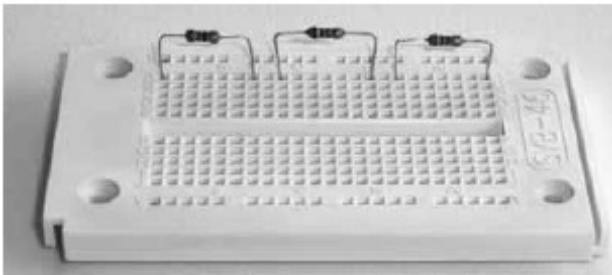
Priključne žice upora velikosti 330Ω , $1k\Omega$ in $2,2M\Omega$ upognite vsakokrat za 90° tako, da jih lahko vtaknete v preizkusno ploščico (glejte sliko 22).

Da imate za meritve obe roki prosti, naredite iz dveh okroglih 7 cm dolgih, popolnoma izoliranih koncev žic testne konice tako, da jih trdno ovijete okoli golih delov merilnih konic. Okoli 1 cm naj ostane raven. S tem pripomočkom lahko merilne konice nataknete direktno na preizkusno ploščico.

Za merjenje upornosti ne potrebujete zunanjšega vira toka kot eno 9V baterijo. Za meritve upornosti je ena baterija že vgrajena v multimetru.

Sedaj vtaknite obe merilni konici vzporedno k uporu na preizkusni ploščici in instrument nastavite na merilno območje upornosti $2.000k\Omega$. Na ta način merite vse tri upore (upornosti). Do dve meritvi izmerite »001« in pri tretji »1-«.

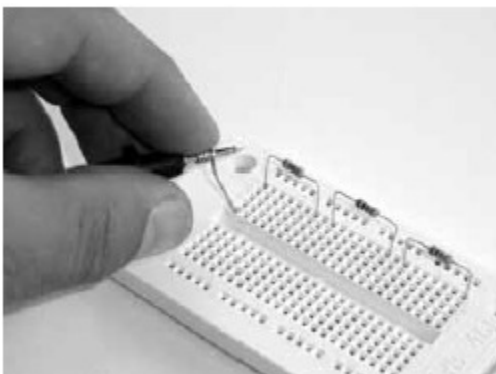
S temi izmerjenimi vrednostmi ne more biti nič začeto, čeprav ste dejansko vse pravilno naredili. Kaj je vzrok? Izbira pravilnega merilnega območja. Več o tem v vaji 2.



Slika 22: Po tem, ko ste priključne žice 3 uporov upognili za 90° na stran, jih vtaknite na preizkusno ploščico.



Slika 23: Okoli 7 cm goli konci žic so bili oviti okoli merilnih konic.



Slika 24: Tako lahko merilne kable priključite direktno na preizkusno ploščico.



Slika 25: V največjem nastavljenem merilnem območju, rezultati merjenja še niso popolnoma točni.

2 PREPREČITEV MERILNIH NAPAK

Po meritvah prejšnje vaje bi bila oba upora enako velika. Napaka merjenja je opazna zaradi napačno nastavljenega merilnega območja.

Zaradi tega na izgradnji vezja vsak upor še enkrat zmerite in pri tem merilno območje postopoma zmanjšujte.

Iz »1« za $1\text{k}\Omega$ v območju $2.000\text{k}\Omega$ bo 0,98, torej 980Ω v merilnem območju $20\text{k}\Omega$. Sedaj preklopite na območje 2.000Ω , izmerite vrednost 983Ω . S tem ste dobili optimalno in najbolj natančno merilno območje. Če boste stikalo preklopili na območje 200Ω , vidite na zaslonu še samo »1-«. To nakazuje na to, da je nastavljeno merilno območje premajhno.

Te meritve izvedite tudi na drugem uporu, na katerem ste na začetku izmerili »1« za $1\text{k}\Omega$. Pri njem boste opazili, da ima dejansko okoli 326Ω . S tem gre pri njem za 330Ω upornost.

Pri tretjem, $2,2\text{M}\Omega$ uporu boste ugotovili, da bo v vsakem nastavljenem območju izmerjeno »1-«. To prikazuje, da multimeter ni primeren za merjenje zelo velikih upornosti. Pri izbiri pravega multimetra je odločilno, kaj vse boste z njim želeli narediti.

Meritev bo točna samo takrat, ko bo merilno območje optimalno izrabljeno. Zaradi tega vedno preklopite na najmanjše možno območje. Tem večje kot je izbrano merilno območje, tem večja je merilna napaka in tem bolj nenatančna je meritev. To velja tudi za meritve toka in napetosti.



Slika 26: V merilnem območju 2.000Ω bo izmerjena vrednost upornosti 983Ω . S tem je za ta upor bilo najdeno optimalno merilno območje.



Slika 27: Pri pravilni nastavitvi izmerjene vrednosti se drug izkaže kot 330Ω upor.

3 KAKO SE OBNAŠAJO ZAPOREDNO VEZANI UPORI?

Upori v vezja ne bodo vgrajeni samo posamezno, temveč tudi v kombinaciji. Ena možnost je zaporedna vezava uporov. Za to vtaknite dva $1\text{k}\Omega$ upora zaporedno v preizkusno ploščico.

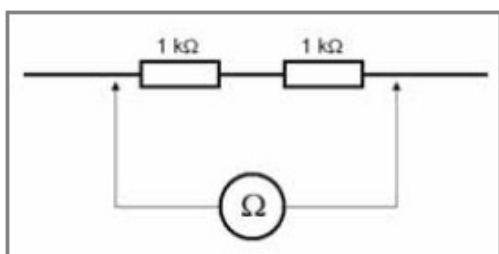
Sedaj priključite merilni kabel na levi konec levega upora in drug merilni kabel na desni konec desnega upora in izmerite vrednost upornosti. Pri naši poskusni izgradnji bi izmerili približno 1970Ω , torej okoli $2\text{k}\Omega$.

Pri zaporedni vezavi več uporov je skupna upornost, ki ste jo tudi izmerili, vsota posameznih upornosti. Torej:

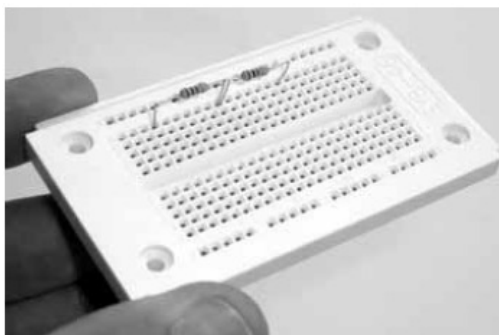
$$R_{\text{ges}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

$$2\text{k}\Omega = 1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega$$

Preizkusite tudi zaporedno vezavo z več in tudi različnimi upori. Na ta način si lahko sami sestavite upor, ki ga kot posameznega gradbenega dela trenutno nimate na voljo.



Slika 28: Vzporedna vezava dveh uporov



Slika 29: Zaporedna vezava dveh uporov.



Slika 30: Skupna upornosti pri zaporedni vezavi vedno ustreza vsoti vrednosti posameznih uporov.

4 KAKO SE OBNAŠAJO VZPOREDNO VEZANI UPORI?

Upori so lahko tudi vzporedno vezani. Preprosta vzporedna vezava je sestavljena iz najmanj dveh uporov. Seveda je lahko vzporedno vezanih tudi več uporov.

Na preizkusno ploščo vtaknite dva $1\text{k}\Omega$ upora drugega pod drugim. S tem vzporedno vezana. Sedaj oba merilna kabla položite na konce obeh uporov. Sedaj izmerite skupno upornost. Ta znaša pri našem vezju sedaj 493Ω in s tem še samo polovico posameznega upora.

Sedaj k $1\text{k}\Omega$ uporu vzporedno vežite 330Ω upor. Skupna upornost sedaj znaša okoli 245Ω . Preizkusite tudi druge kombinacije uporov.

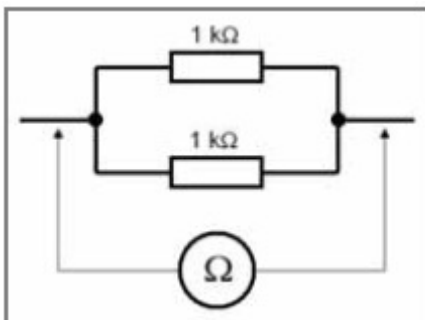
Pri vzporedni vezavi uporov je skupna upornost vedno manjša od najmanjšega posameznega upora.

Skupno upornost vzporedno vezanih uporov lahko izračunamo tudi po sledeči formuli:

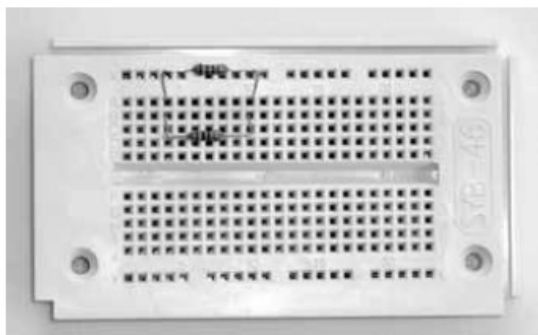
$$1 / R_{\text{ges}} = 1 / R_1 + 1 / R_2 + \dots + 1 / R_n$$

$$248\Omega = 1 / 1.000\Omega + 1 / 330\Omega$$

Za rezultat pritisnite na kalkulatorju na tipko $1/x$.



Slika 31: Pri vzporedni vezavi dveh uporov je skupna upornost vedno manjša od najmanjšega posameznega upora.



Slika 32: Vzporedna vezava dveh uporov na preizkusni ploščici



Slika 33: Dva vzporedno vezava $1k\Omega$ upora podata skupno upornost 493Ω . Ker to še ni točno 500, je zaradi toleranc pri izdelavi uporov.

5 MERJENJE KONDENZATORJA

Za merjenje kapacitete kondenzatorja, potrebujete multimeter, ki dopušča tudi meritve kapacitete (npr. Voltcraft VC840). Na žalost ima zelo malo multimetrov merilna območja kapacitete. Standardni multimetri imajo večinoma samo merilna območja napetosti, amperov in ohmov.

Pozor!

Preden boste kondenzator povezali z merilnikom, ga morate izprazniti! Za to z njegovima obema priključkoma naredite kratek stik. Za to uporabite klešče ali izvijač, ki ga položite nad oba kontakta. Pri tem držite orodje izključno za izoliran ročaj, ker lahko pri kratkem stiku kondenzatorja pride do zelo energijsko bogatih izpraznitev. Zaradi tega se nikoli ne dotikajte priključkov pri kondenzatorjih z napetostmi večjimi od 35V enosmerne napetosti / 25V izmenične napetosti – predvsem ne takrat, ko ne veste, ali je kondenzator izpraznjen ali ne. Previdno življenjska nevarnost!

Sedaj oba kondenzatorja za preveritev nataknite na preizkusno ploščo in sicer tako, da lahko obe narejeni merilni konici namestite na preizkusno ploščo tako, da se oba kabla merilnika ne dotikata.

Kondenzatorji za merjenje v nobenem primeru ne smejo biti vgrajeni v vezja ali dele vezja.

Razporeditev merjenja pri meritvi kondenzatorja ustreza meritvi kondenzatorja. Vi morate torej rdeč in črn merilni kabel držati na obeh priključkih kondenzatorja. Da pa imate vedno obe roki prosti za multimeter, uporabite tudi tukaj vaše narejene merilne konice, z katerima lahko oba merilna kabla trdno priključite na preizkusni plošči.

Pri priključitvi merilnih kablov, posebej pri elektrolitskih kondenzatorjih pazite na pravilno polarnost. Rdeč kabel povežite s plus polom in črn z minus polom kondenzatorja.

Po vklopu multimetra, nastavite veliko vrtilno stikalo na merilno območje upornosti. To je več funkcionalno. Nato pritisnite na izbirno stikalo funkcij tolikokrat, dokler na desnem robu zaslona ni prikazano »nF«. To pomeni »Nanofarad«. Farad je enota za električno kapaciteto. Večina kondenzatorjev ima kapaciteto med nekaj pikofaradi (pF) in nekaj mikrofaradi (mF).

Merjenje kondenzatorja zahteva nekaj časa. Do dokončne izmerjene vrednosti na zaslonu preteče nekaj sekund.



Slika 34: Kondenzatorje lahko merite samo izven vezij ali delov vezij. Kondenzator za merjenje nataknete na preizkusno ploščo. Oba merilna kabla je potrebno na kondenzator priključiti glede na pravilno polarnost.



Slika 35: Na multimetru je potrebno nastaviti merilno območje kapacitete. Traja nekaj sekund, da lahko odčitate izmerjeno vrednost.

6 KONDEZATORJI V ZAPOREDNI VEZAVI

Pri vaji »kako se obnašajo zaporedno vezani upori?« ste ugotovili, da skupna upornost ustreza vsoti zaporedno vezanih uporov.

Na preizkusni ploščici naredite zaporedno vezavo dveh kondenzatorjev (npr. z kapaciteto $10\mu\text{F}$). Pri gradnji obeh kondenzatorjev pazite na pravilno polarnost. Pri elektrolitskih kondenzatorjih mora biti tu minus priključna žica prvega kondenzatorja povezana s plus priključno žico drugega kondenzatorja. Ker bodo kondenzatorji merjeni sami (brez porabnika in vira toka), lahko že sedaj povežete rdeč merilni kabel multimetra s plus priključkom prvega kondenzatorja in črn merilni kabel z minus priključkom drugega kondenzatorja.

Sedaj multimeter preklopite na merjenje kapacitete in počakajte nekaj sekund, dokler se izmerjena vrednost ne spremeni več. Sedaj bo izmerjeno okoli $5,7\mu\text{F}$, torej polovico obeh $10\mu\text{F}$ kondenzatorjev.

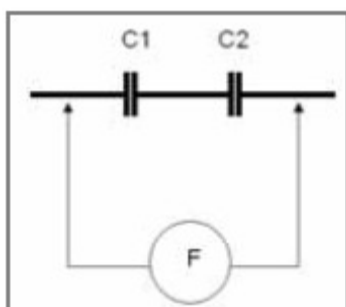
Iz tega sledi:

Temveč kondenzatorjev kot bo zaporedno vezanih, tem bolj pade skupna kapaciteta.

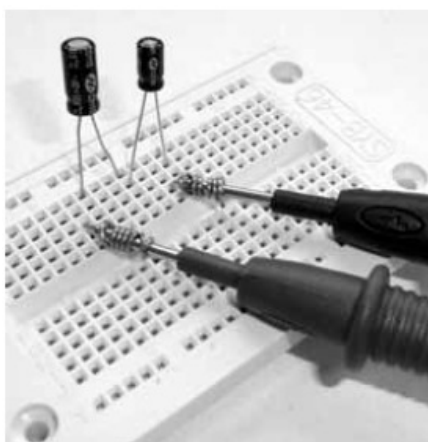
Skupno kapaciteto zaporedno vezanih kondenzatorjev lahko izračunate po sledeči formuli:

$$1 / C_{\text{ges}} = 1 / C_1 + 1 / C_2 \dots 1 / C_n$$

Za ogled skupne kapacitete, pritisnite na kalkulatorju na tipko $1/x$.



Slika 36: Zaporedna vezava dveh kondenzatorjev



Slika 37: Pri vgradnji obeh elektrolitskih kondenzatorjev pazite na polarnost. Tudi merilne kable je potrebno priključiti glede na pravilno polarnost.



Slika 38: Pri dveh zaporedoma vezanih $10\mu\text{F}$ kondenzatorjih merite polovico posamezne kapacitete kondenzatorja.

7 KONDENZATORJI V VZPOREDNI VEZAVI

Pri vaji »Kako se obnašajo vzporedno vezani upori?« ste ugotovili, da je skupna upornost vzporedno vezanih uporov manjša kot najmanjši posamezen upor.

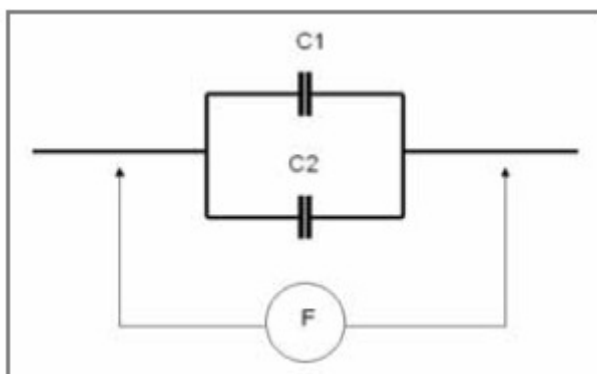
Na preizkusni ploščici naredite vzporedno vezavo dveh kondenzatorjev (npr. z kapaciteto $10\mu\text{F}$). Pri gradnji obeh kondenzatorjev pazite na pravilno polarnost. Pri elektrolitskih kondenzatorjih morajo biti tukaj plus priključne žice povezane skupaj, prav tako oba minus priključka. Ker bodo kondenzatorji merjeni sami (brez porabnika in vira toka), lahko že sedaj povežete rdeč merilni kabel multimetra s plus priključkom prvega kondenzatorja in črn merilni kabel z minus priključkom drugega kondenzatorja.

Sedaj multimeter preklopite na merjenje kapacitete in počakajte nekaj sekund, dokler se izmerjena vrednost ne spremeni več. Sedaj bo izmerjeno okoli $23,2\mu\text{F}$, torej dvojno obeh $10\mu\text{F}$ kondenzatorjev.

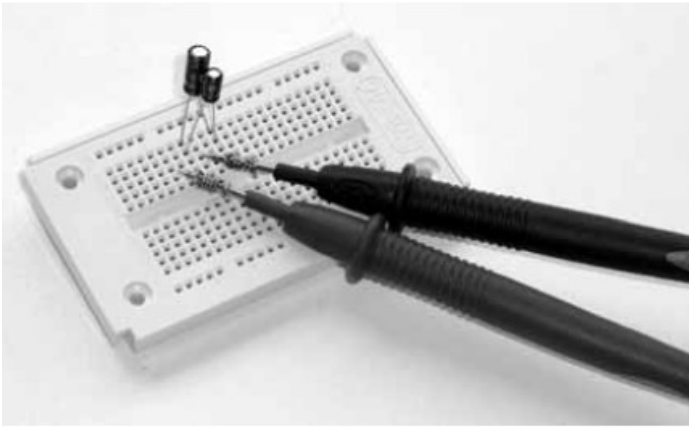
Iz tega sledi: pri vzporedni vezavi kondenzatorjev ustreza skupna kapaciteta vsoti posameznih kapacitet.

Skupno kapaciteto vzporedno vezanih kondenzatorjev lahko izračunate po sledeči formuli:

$$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2 + C_n$$



Slika 39: Izgradnja vezja za merjenje dveh vzporedno vezanih kondenzatorjev.



Slika 40: Pri vgradnji obeh vzporedno vezanih elektrolitskih kondenzatorjev pazite na polarnost obeh kondenzatorjev. Tudi merilne kable je potrebno priključiti glede na pravilno polarnost.



Slika 41: Pri dveh vzporedno vezanih $10\mu\text{F}$ kondenzatorji merite vsoto posameznih kapacitet obeh kondenzatorjev.

8 KAKO MERIMO ENOSMERNE NAPETOSTI?

Najprej naredite preprosto LED vezje na preizkusni ploščici. Za to vzporedno vežite $1k\Omega$ upor k LED. Za povratni vodnik z LED k minus polu baterije predvidite žico.

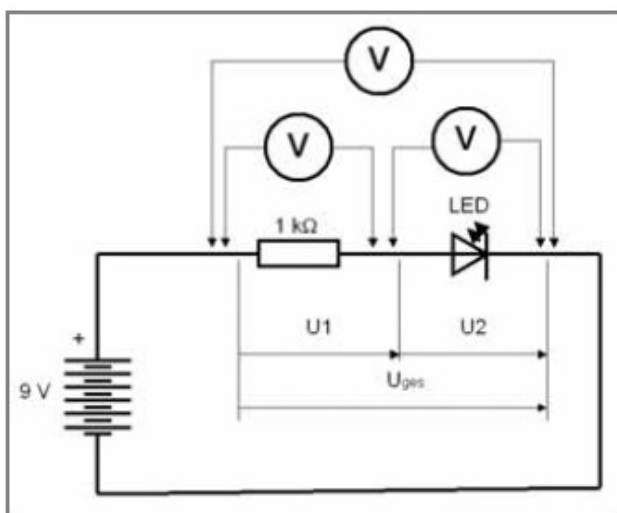
Za merjenje enosmerne napetosti morate multimeter preklopiti v območje enosmerne napetosti. Napetosti lahko merite direktno na bateriji tako, da rdeč merilni kabel držite na plus in črn merilni kabel na minus pol. Ker ima multimeter za meritve napetosti zelo visoko notranjo upornost, tok skoraj ne teče, zaradi česar baterija tudi ne bo izpraznjena.

Naše LED vezje je sestavljeno iz dveh porabnikov: upora in LED. Na obeh se pojavi padec napetosti. Njuna vsota ustreza skupni napetosti.

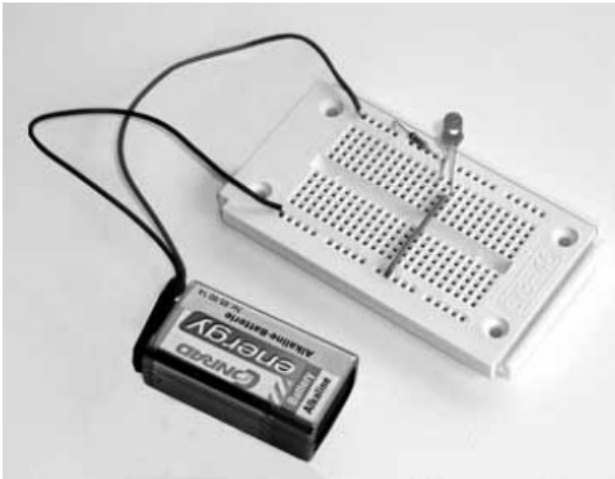
Sedaj izmerite padec napetosti na uporu tako, da oba merilna kabla držite na obeh priključkih. Pri tem upoštevajte pravilno polarnost. Rdeč merilni kabel ustreza plus polu in črn merilni kabel minus polu. Merilna kabla držite obratno v vezju, pred izmerjeno vrednostjo odčitajte negativen predznak. Pazite tudi na nastavitve pravega merilnega območja, da bodo meritve kar se le da natančne. Merite tudi padec napetosti na LED in skupni padec napetosti na uporu in svetilni diodi.

Napetosti v zaporedni vezavi porabnikov so v naslednjem razmerju:

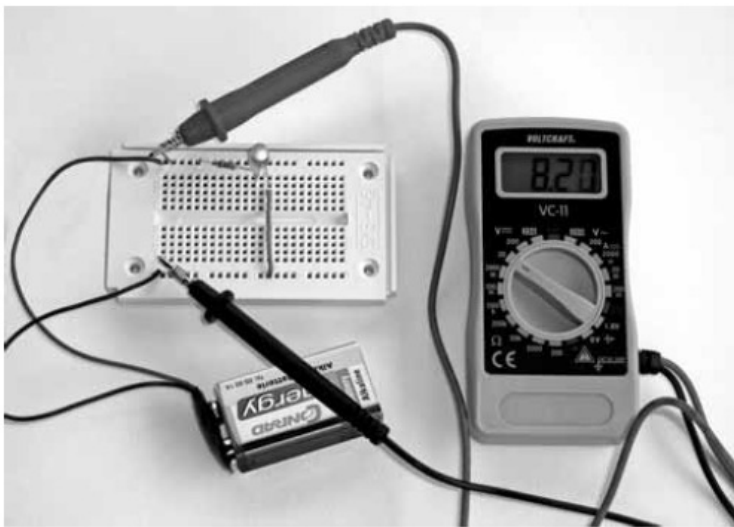
$$U_{ges} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$



Slika 42: Izgradnja preprostega LED vezja. Na obeh porabnikih, torej na uporu in na LED, se pojavi padec napetosti (U_1 in U_2). U_{ges} poda skupni padec napetosti na vseh porabnikih.



Slika 43: Izgradnja preprostega LED vezja



Slika 44: Kot skupna napetost bo izmerjeno 8,2V.



Slika 45: Na $1k\Omega$ uporu pade napetost 5,59V. Za natančno merjenje napetosti je vedno postaviti optimalno merilno območje.

9 KAKO MERIMO IZMENIČNE NAPETOSTI?

Merjenje izmeničnih napetosti načeloma poteka tako kot merjenje enosmernih napetosti. Paziti morate zgolj na to, da na multimetru nastavite merilno območje izmenične napetosti. Drugače ne boste merili napetosti, čeprav je ta prisotna.

Multimeter preklopite na območje izmenične napetosti 200V in še enkrat pričnite obratovati pred narejeno LED vezje. Sedaj izmerite posamezne napetosti na uporu in LED ter skupno napetost. Čeprav LED tako kot prej sveti, bodo na zaslonu vedno prikazana dvojna vrednost napetosti.

Če želite meriti izmenično nizko napetost omrežne naprave medtem, ko je multimeter nastavljen na enosmerno napetost, bi namesto tega izmerili 0,0V – in to čeprav je napetost prisotna!

Ne izvajajte meritev z 230V napetostjo na vtičnici. Ob enem bi pri tem delali z zelo visokimi napetostmi. Posledica tega so lahko nesreče s smrtnim izidom! Poleg tega so multimetri pogosto narejeni samo za maksimalno napetost 250. Ta je lahko v neposredni bližini trafo postaje prekoračena in merilnik je lahko preobremenjen.



Slika 46: Če poskušate meriti padce napetosti na vezju z nastavljenim območjem izmenične napetosti, bo izmerjena dvojna napetost kot pri pravilni nastavitvi instrumenta na enosmerno napetost. Dejansko se na vezju v primerjavi s prej ni nič spremenilo.

10 KAKO MERIMO TOKE?

Naučili ste se že, da se v zaporedni vezavi več porabnikov (kot preprosto LED vezje) na vsakem gradbenem delu pojavi padec napetosti. Vsota teh posameznih napetosti poda skupno napetost. Vezje opazujte še bolj podrobno. Ugotovili boste, da pri njem vsi porabniki ležijo v enem samem kablu. Skozi te vse teče potemtakem isti tok. S tem je skupni tok enak jakosti toka, ki teče skozi vsak posamezen porabnik.

Za merjenje tokov, mora biti multimeter zaporedno vezan k enem ali več porabnikov. Zaradi tega odstranite žični mostiček med LED in minus polom baterije. Tukaj namesto tega priključite multimeter. Rdeč merilni kabel mora pri tem biti v območju LED, črn k minus polu baterije.

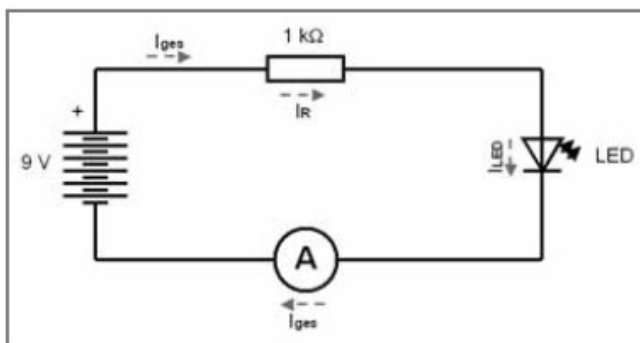
Preden boste priključili baterijo, vklopite na multimetru največje območje napetosti 200 miliamperov (mA). Nato zmanjšajte merilno območje, dokler ne morete odčitati točnega rezultata. Pri tej meritvi je to 20mA območje, z katerim izmerite približno 5,5mA, ki teče skozi vezje.

Preprečite preklon na manjše merilno območje toka. Drugače bi bil merilnik preobremenjen.

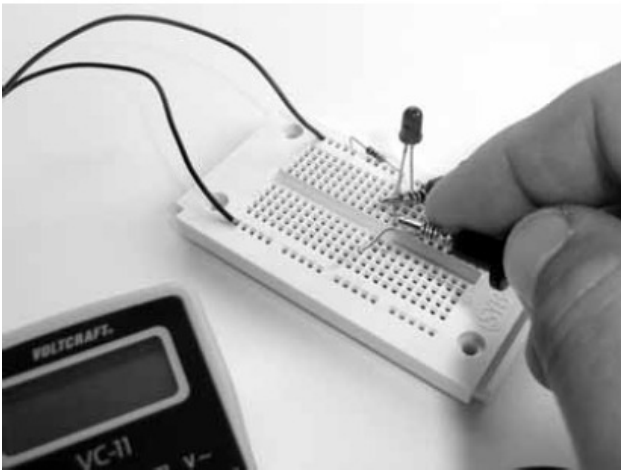
Večinoma so merilniki v merilnem območju toka zaščiteni z varovalkami. Varovalke se lahko zamenja samo, če z merilnikom meritve ne bodo več izvedene.

Skozi merilnik teče isti tok, kot tudi skozi druge porabnike tega vezja. Ker ima multimeter v merilnem območju toka zelo majhno notranjo upornost, to ne popači izgradnje vezja in s tem rezultata meritve.

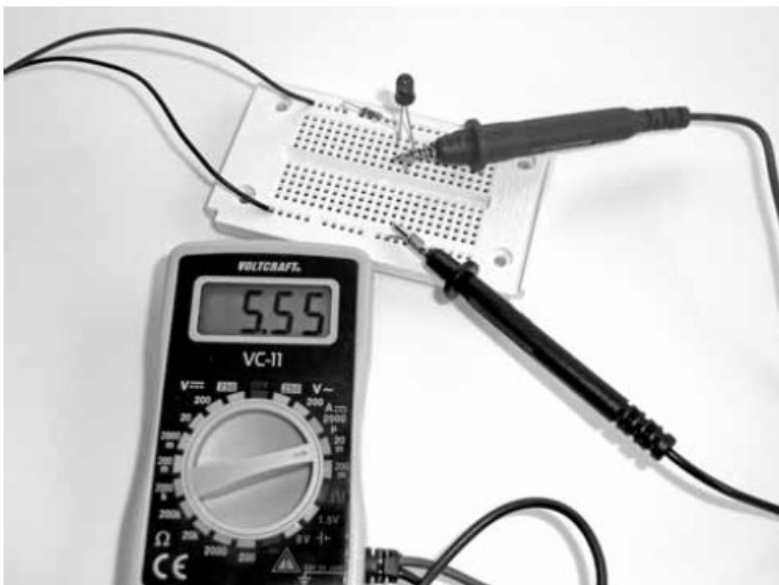
Pozor! Toka nikoli ne merite direktno na porabniku. Če bi oba merilna kabla držali na priključkih baterije, bi bilo to isto, kot če bi z njimi naredili kratek stik. Pri tem bi tekli zelo visoki toki, ki so po eni strani zelo nevarni in bi po drugi strani uničili merilnik!



Slika 47: Za merjenje jakosti toka morate multimeter priključiti v električni krog.



Slika 48: Multimeter je potrebno, namesto žičnega mostička, vgraditi v vezje. S tem je multimeter zaporedno vezan k drugim porabnikom.



Slika 49: Skozi multimeter teče isti tok kot skozi druge porabnike vezja.

11 KAKO MERIMO PREVODNOST KABLOV?

Merjenje prevodnosti kablov je lahko večkrat zanimivo. Npr. ko želite iz večžilnega kabla najti določeno žilo ali ko boste preverili delovanje kabla ali lom kabla.

Veliko multimetrov ima za to lastno merilno območje, ki rezultatov meritev ne prikazuje samo na zaslonu, temveč ima vgrajen tudi piskač, ki pri prevodnosti odda akustičen signal.

Prevodnosti kablov so lahko zelo preprosto ugotovljene tudi z funkcijo Ohm metra (funkcija upornosti). Zato nekaj podlag: multimeter preklopite v območje Ω in držite obe merilni konici merilnih kablov skupaj. S tem zaslon prikazuje $0,0\Omega$, kar pomeni »ni prevodnosti« (prevodnost kablov). Takoj, ko boste obe merilni konici premaknili narazen, naraste upornost ne neskončno visoko in multimeter prikazuje »1-«. To je enačeno »ni prevodnosti« ali tudi lomu kabla. Prevodnost kablov poskusite ugotoviti pri različnih kabljih.

Za ugotovitev prevodnosti mora biti kabel brez napetosti. Kabel torej ne sme biti priključen na vir toka!



Slika 50: Če boste oba merilna kabla držali skupaj, multimeter pri nastavljeni meritvi upornosti prikazuje $0,0\Omega$ ali $0,01\Omega$. S tem je dana prevodnost, ta skoraj nima upornosti.



Slika 51: Pri narazen držanih merilnih kabljev je upornost neskončno velika, kar bo prikazano z »1-« . To bi pomenilo zlom kabla ali ne najdene žile pri večžilnem kablu.

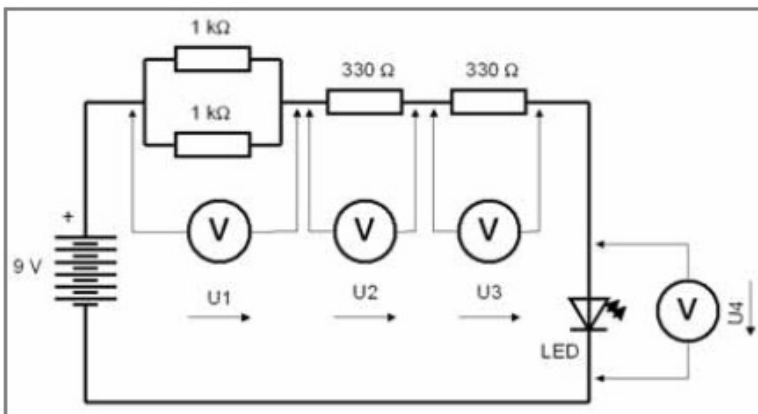


Slika 52: Merjenje prevodnosti na kablu.

12 MERJENJE V VEZJU: UGOTOVITEEV POSAMEZNIH NAPETOSTI NA GRADBENIH DELIH

Naredite kombinirano vezje, pri katerem boste oba $1\text{k}\Omega$ upora vzporedno vezali in dva 330Ω upora zaporedno, preden boste vgradili LED. S tem imate v vezju štiri porabnike, na katerih lahko merite posamezne napetosti. Za to držite oba merilna kabla vsakokrat na obeh priključnih žicah upora in LED.

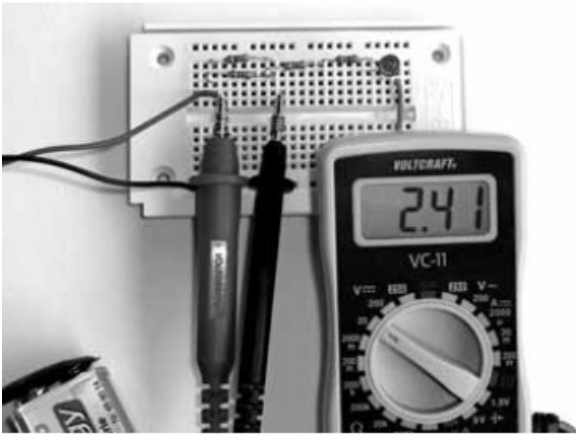
Pri tem boste ugotovili, da se na obeh 330Ω uporih pojavi isti padec napetosti ($1,59\text{V}$). Oba vzporedno vezana upora morate gledati kot enega, zaradi česar merite na njiju tudi samo »kvazi skupen« padec napetosti. Vseeno, če ugotovite padec napetosti na $1\text{k}\Omega$ uporih posamezno ali kot vzporedno vezavo – padec napetosti je vedno enako visok, pri nas približno $2,41\text{V}$. Na LED se pojavi padec napetosti približno $3,2\text{V}$.



Slika 53: Mešano LED vezje iz dveh vzporedno vezanih $1\text{k}\Omega$ in dveh zaporedno vezanih 330Ω uporov; na vezju so označene tudi posamezne možne točke merjenja.



Slika 54: Izgradnja mešanega vezja z zaporedno in vzporedno vezavo, ki upravlja LED.



Slika 55: Vseeno, če padec napetosti merite na vsakem posameznem vzporedno vezanem uporu ali če upora merite skupaj – padec napetosti je vedno enako velik.



Slika 56: Na dveh eno velikih zaporedno vezanih uporih vedno vsakokrat pade ista napetost.

13 MERJENJE UPOROV V VEZJU

Pri merjenju posameznih uporov v vezju morate vedno paziti na to, če so vzporedno k tem uporom vezani še nadaljnji gradbeni deli, ki jih merite zraven. To se zgodi npr. na vzporedno vezanih uporih. Pri njih lahko merite npr. samo njihovo skupno upornost. Če želite meriti tudi posamezne upore, morate z vezja odstraniti vsaj en priključek vzporedno vezanih uporov. Samo tako lahko preverite vsakega izmed teh posameznih uporov.

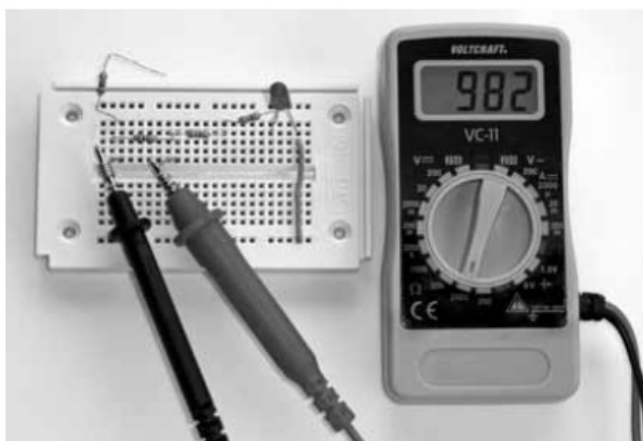
Merite lahko tudi skupne upornosti, kot je npr. skupna upornost vseh uporov ali celotnega vezja. Skupna upornost našega vezja znaša npr. 1139Ω . Za to je potrebno 2000Ω merilno območje. Ti $1,1k\Omega$ ustrezajo vrednosti pred upornosti $1k\Omega$, ki jo potrebuje LED za svetenje.

Z LED znaša skupna upornost vezja $31,1k\Omega$. Za merjenje te upornosti, je potrebno multimeter preklopiti na $200k\Omega$ območje.

Tudi meritve upornosti v vezjih je potrebno izvesti brez napetosti, zaradi tega na vezju baterija ne sme biti priključena.



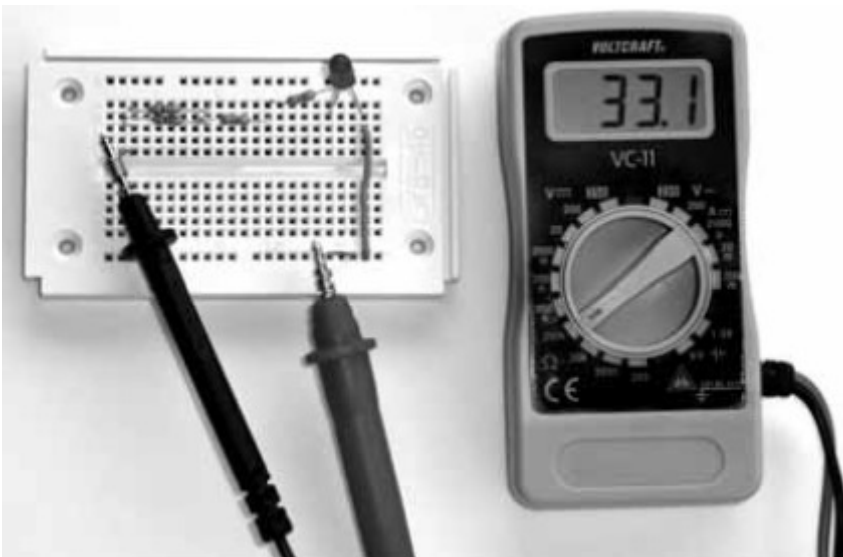
Slika 57: Na obeh v vezju vzporedno medsebojno vgrajenih $1k\Omega$ uporih, je lahko izmerjena samo skupna upornost 493Ω .



Slika 58: Za merjenje posameznih upornosti v vzporedni vezavi, je potrebno upor na eni strani odstraniti. Samo tako lahko izmerite vrednosti upornosti vsakega upora.



Slika 59: Merjenje posameznih upornosti v vezju deluje samo, če k njim niso vzporedno vezani drugi gradbeni deli.



Slika 60: Merjenje skupne upornosti vezja; če je bila izmerjena neskončno velika upornost, lahko to nakazuje na pokvarjeno vezje.

14 MERJENJE V VEZJU: MERJENJE POSAMEZNIH TOKOV V VEZJU

V zaporedni vezavi teče skozi vse porabnike (npr. upore) isti tok. S tem je jakost toka vsepovsod ista. Pri vzporedni vezavi več porabnikov se pa skupni tok razdeli na posamezne toke. Tem bolj kot so posamezni toki večji, tem manjša je upornost porabnika in obratno. Vsota posameznih tokov vzporedne vezave je enako velika kot skupni tok. Iz tega se pri vzporednih vezavah poda:

$$I_{ges} = I_1 + I_2 + I_n$$

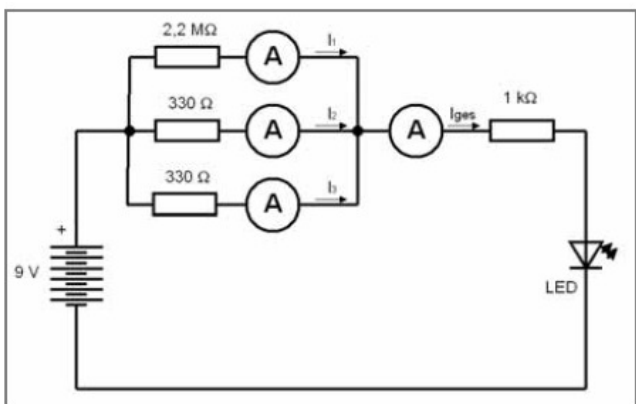
Pri zaporedni vezavi več porabnikov velja:

$$I_{ges} = I_1 + I_2 + I_n$$

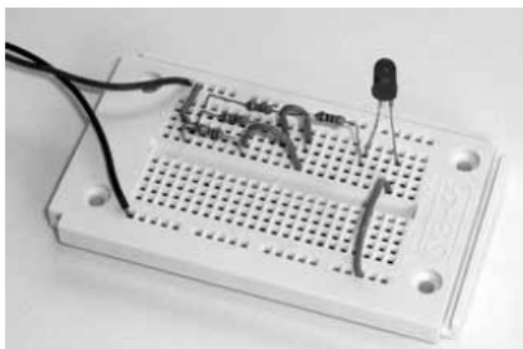
Za to vajo merjenja naredi vezje iz treh vzporedno vezanih uporov, od katerih imata dva vsakokrat po 330Ω in tretji $2,2M\Omega$. Da lahko multimeter preklopite v posamezna območja, vsakokrat namestite žični mostiček, ki ga lahko po potrebi zlahka potegnete ven. K trem vzporedno vezanim uporom zaporedno vežite nadaljnji $1k\Omega$ upor. Nazadnje pride še LED, ki bo napajana preko uporov. Tudi tukaj predvidite možnost za merjenje toka.

Izmerjen skupni tok I_{ges} tega vezja leži pri $4,87V$. To je skupni tok, ki teče skozi tri vzporedno vezane upore in nato skozi zaporedno vezan upor in LED.

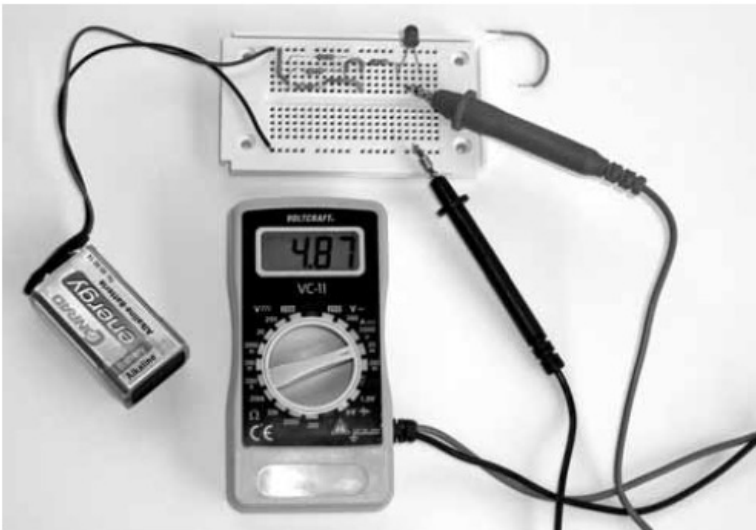
Skozi zelo visok $2,2M\Omega$ upor tok skoraj ne teče. Izmerjen tok približno $1mA$ nakazuje na zelo visoko napako merjenja. Da skozi ta upor dejansko teče tok $1mA$, bi bila potrebna napetost $2200V$. Z obema 330Ω teče okoli $2,4mA$. Vsota merjenih posameznih tokov je tukaj nekoliko manjša kot izmerjen skupni tok. Vzrok je v različnih napakah merjenja.



Slika 61: Pri tem vezju več vzporedno in zaporedno vezanih uporov je potrebno namestiti žične mostičke. Namesto teh žičnih mostičkov lahko uporabite multimeter za merjenje toka.



Slika 62: Za najdbo primernih točk merjenja za merjenje toka vzporedno vezanih uporov, morajo biti trije upori različno dolgo upognjeni.



Slika 63: Izmerjen skupni tok tega vezja leži pri 4,87mA. To je skupni tok, ki teče skozi vzporedno vezane upore in skozi zaporedno vezan upor ter skozi LED.



Slika 64: Skozi zelo visok $2,2\text{M}\Omega$ tok skoraj ne teče. Izmerjena vrednost 1mA je razložena samo z visoko napako meritve. Dejansko je bistveno manjša.



Slika 65: Skozi oba 330Ω upora teče okoli 2,4mA.

15 PREVERITEV REZULTATOV MERITEV

Z nekaj formulami ste bili seznanjeni že v prejšnjih vajah. Najpomembnejši formuli smo posvetili lastno poglavje: ohmski zakon. Ta opisuje zvezo med tokom, napetostjo ter še enkrat po računski poti prikazuje, kar ste že ugotovili pri različnih meritvah: da npr. skozi visoke upore tečejo zelo majhni toki in da so na njih zelo visoki padci napetosti.

Ohmski zakon za enosmerne toke / enosmerne napetosti

$$R = U / I$$

$$I = U / R$$

$$U = I * R$$

U ... napetost v voltih (V)

I tok v amperih (I)

R ... upornost v ohmih (Ω)

vam pomaga podkrepiti meritve tudi računsko. Izračuni vam lahko pomagajo tudi za prepoznavanje morebitnih napak pri merjenju, ki se lahko zgodijo, ko ste se zmotili npr. pri odčitavanju prikaza na mestu decimalne vejice.

Ohmski zakon vam pomaga tudi pri varčevalcu meritev. Če sta npr. napetost in upornost že znana, lahko z formulo $I = U / R$ izračunate tok, ki teče skozi vezje. Seveda lahko izmerite tudi delne toke ali napetosti v vezju. Izračunate lahko tudi upornosti.

Primeri izračuna:

Kako visok je tok, ki teče skozi 330Ω , ko na njem pade napetost 9V?

$$I = U / R \qquad 9V / 330\Omega = 0,027A = 27mA$$

Skupna upornost vezja znaša 1500Ω , skozi vezje tekoč skupni tok $I_{ges} = 40mA$. Na katero napetost je vezje priključeno?

$$U = I * R \qquad 0,04A * 1500\Omega = 60V$$

16 MULTIMETER KOT TESTER BATERIJ

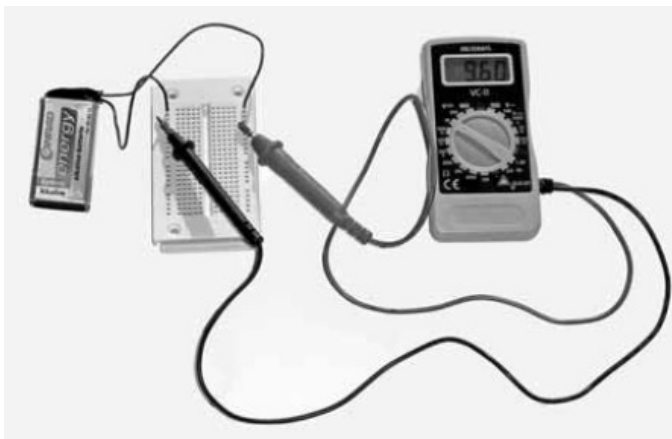
Multimetri izpolnjujejo tudi funkcijo testerja baterij. ker multimetri napetosti natančno merijo, dopuščajo natančno izjavo o tem, koliko je baterija ali akumulator še dejansko poln.

Za preveritev napetosti baterije preklopite multimeter v območje enosmerne napetosti. Ker že vnaprej veste, kako visoka je lahko maksimalna napetost, lahko nastavite pravilno merilno območje: približno 2V za 1,5V baterije.

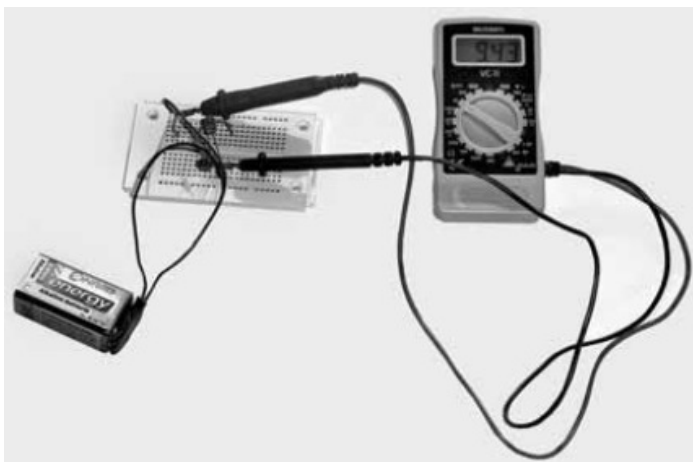
Sedaj rdeč merilni kabel držite na plus polu in črni merilni kabel na minus polu. Sedaj lahko z zaslona odčitate natančno napetost pomnilnika energije.

Različni multimetri, kot je tudi Voltcraft VC-11 imajo ločena merilna območja za teste baterij. ti leži pri približno 1,5V in 9V. S temi območji lahko zelo natančno izmerite baterije.

Tudi, ko multimeter natančno prikazuje napetosti na dveh decimalnih mestih – sporočilnost ni preveč visoka. Tukaj izmerjena napetost prostega teka je vedno večja kot tista, ki jo baterija odda pod obremenitvijo.



Slika 66: Napetost prostega teka te baterije znaša 9,6V.



Slika 67: Pod obremenitvijo pade napetost na 9,43V.

17 MERJENJE DIOD

Dioda pušča tok samo v eni smeri. Za ugotovitev smeri pretoka imajo multimetri pogosto vgrajeno funkcijo testa diod. Ta funkcija večinoma izpolnjuje tudi funkcijo testerja prevodnosti in tudi piskač, ki pri pretoku toka odda akustičen signal.

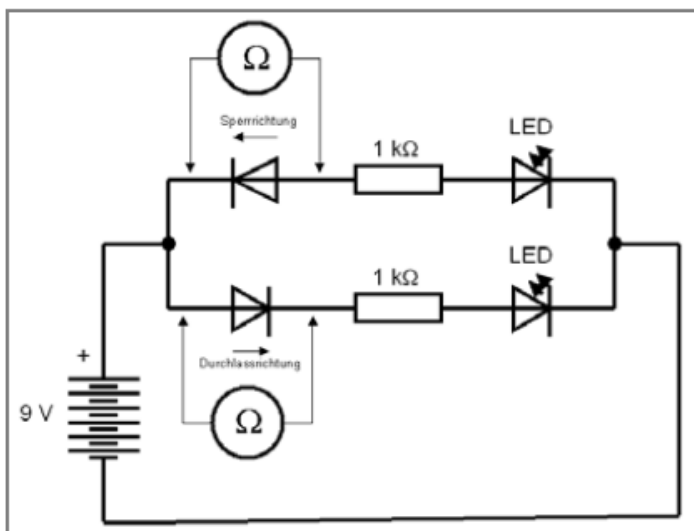
Diode lahko merite tudi z funkcijo upornosti multimetra. Pri zelo majhni ugotovljeni upornosti bo merjeno v prevodni smeri pri zelo visoki upornosti.

Najprej naredi preprosto LED vezje. To je sestavljeno iz ene LED z $1\text{k}\Omega$ uporom. Vezje dopolnite z diodo, ki jo vgradite na kabel. Vzporedno s tem naredite na preizkusni ploščici drugo LED gred. Tokrat pa diodo vgradite v obratni smeri. Smer diode prepoznate na obroču na eni strani cilindra. Po tem, ko boste priključili baterijo, ena LED sedaj sveti. Druga ostane temna, ker tukaj dioda obratuje v zaporni smeri. Zapomnite si, katera LED gori in katera ne. Nato odstranite baterijo z vezja.

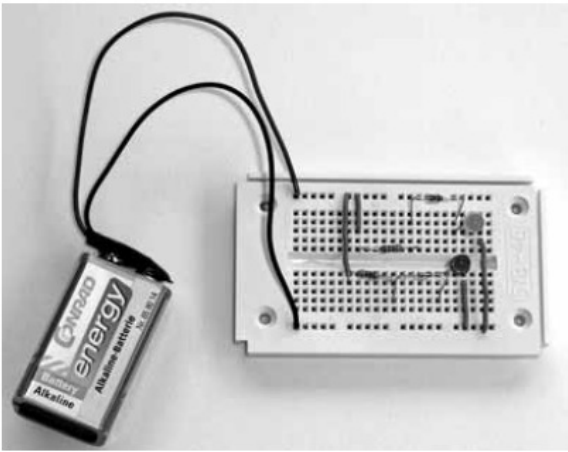
Sedaj multimeter nastavite v območje merjenja upornosti in držite merilne kable na obeh koncih diode – tako, kot tudi merite upor. Nato naredite izmenično na obeh diodah. Če zaslon prikazuje »1-«, ste diodo merili v zaporni smeri. Če bo prikazana izmerjena vrednost, ste merili v prevodni smeri.

Če ste merili zaporno smer pri vžgani LED, to prikazuje, da ste oba merilna kabla napačno držali na diodi. Pri testiranju diod morate torej vedno paziti na pravilno polarnost. Rdeč merilni kabel morate držati na strani obroča. Načeloma pa morate upoštevati dano smer toka v vezjuč.

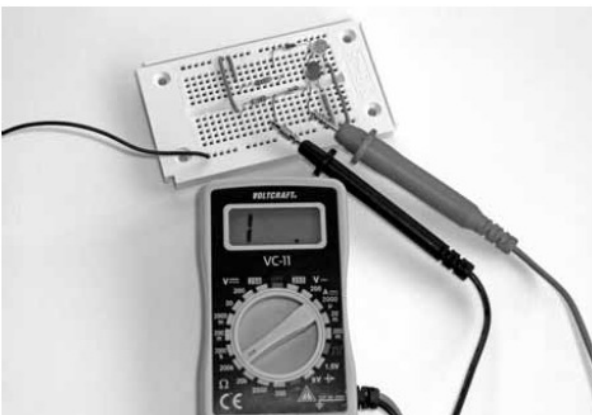
S tem načinom merjenja lahko preverite dobro tudi delovanje diod. Diode so v redu samo, če dopuščajo pretok toka samo v eni smeri in ga v drugi blokirajo. Vsi drugi rezultati meritev nakazujejo na pomanjkljiv gradbeni del.



Slika 68: Vezje testa diode izgleda bolj zapleteno. To pa naj ne bi pomagalo samo za prepoznavanje, kaj se zgodi pri pravilno in obratno vgrajeni diodi, temveč tudi, kako morate merilne kable pravilno držati na diodah.



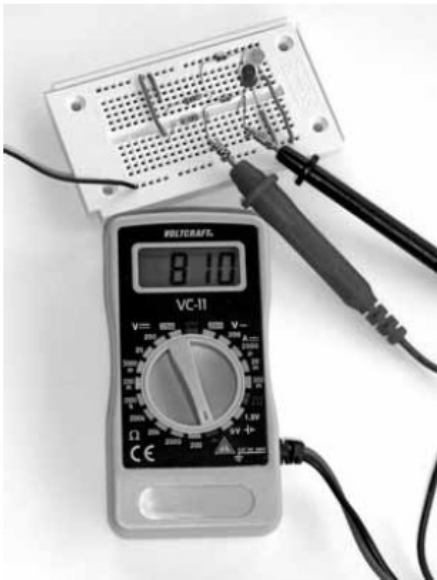
Slika 59: Pri izgradnji vezja je bilo dvakrat realizirano preprosto LED vezje. V obeh gredah je bilo realizirano LED vezje. V obe gredi je bila vgrajena dioda – ena v prevodni in ena v zaporni smeri.



Slika 70: Tukaj bo dioda obratovala v zaporni smeri. Izmerjena upornost je neskončno velika.



Slika 71: Če boste rdeč merilni kabel držali na z obročem označeni strani diodi, bo merjenja prevodna smer.



Slika 72: Drugo možnost ponuja funkcija testa diod merilnika Voltcraft VC-11. Pri prikazani izmerjeni vrednosti, bo dioda merjena v prevodni smeri.

18 PREVERITEV TRANZISTORJEV

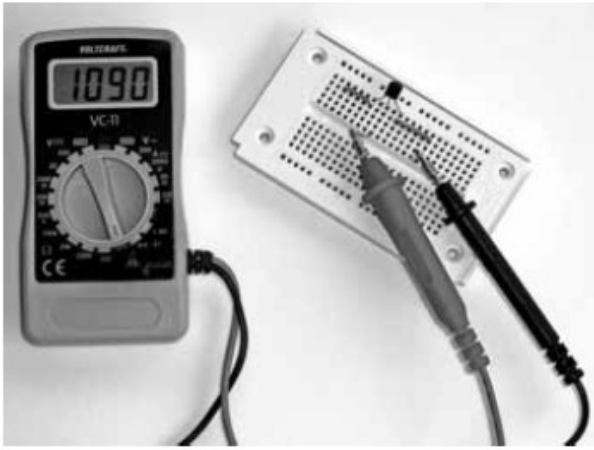
Samo nekaj multimetrov ima možnost priključitve za natančno meritev tranzistorjev. Kljub temu je tudi možno, da njihovo načelno delovanje preverite s preprostim multimetrom. Vendar pa se morate pri tem omejiti na izjavo »deluje« ali »ne deluje«.

Predstavljajte si tranzistor, ki je sestavljen iz dveh diod, kar tudi ustreza nadomestnem vezalnem načrtu. Najprej multimeter nastavite na test diod. Pri Voltcraft VC-11 je označen z rdečim vezalnim načrtom diode. Za testiranje NPN tranzistorja položite rdeč merilni kabel na bazni priključek, črn izmenično na zbiralnik in na sevalnik. V obeh primerih naj bi instrument prikazoval približno iste izmerjene vrednosti. Če instrument v tem merilnem območju prikazuje napetosti, morate vsakokrat izmeriti 0,7V do 0,8V. Merilnik VC-11 prikazuje samo relativne vrednosti. Vendar pa so z okoli »1080« na obeh straneh približno enake. S tem podajo tudi informacijo o tem, če je tranzistor načeloma v redu.

Če želite na ta način preveriti PNP tranzistor, morate samo zamenjati merilne kable.



Slika 73: S preprostimi multimetri je lahko izvedena preveritev, če je tranzistor v redu. Za testiranje NPN tranzistorja morate rdeč merilni kabel priključiti na bazni priključek, črnega izmenično na zbiralnik in sevalnik.

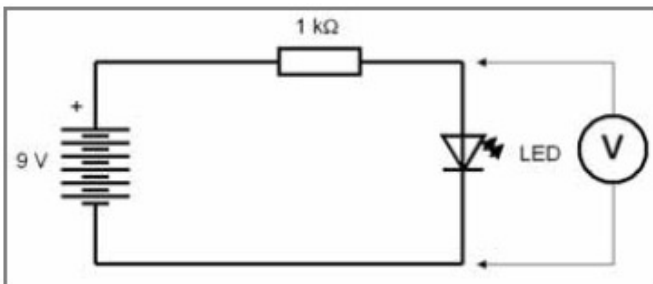


Slika 74: V obeh primerih naj bi zaslon sedaj prikazoval približno iste vrednosti.

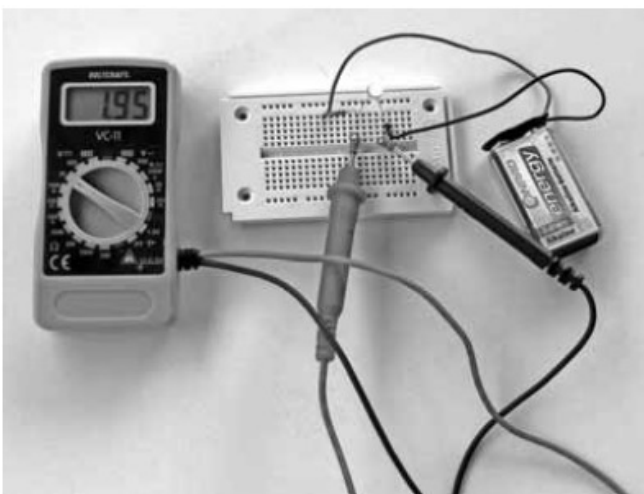
19 PREVERITEV SVETILNIH DIOD

Zelo preprosta metoda za testiranje svetilnih diod je lahko izvedena z vsakim multimetrom. Za to naredite preprosto LED vezje na preizkusni ploščici. Za to pred LED priključite $1\text{k}\Omega$ upor in priključite 9V baterijo tako, da LED sveti.

Sedaj izmerite padec napetosti na LED. Za to priključite oba merilna kabla na oba priključka LED. S čimer je multimeter vzporedno vezan k porabniku. Tako izmerjen padec napetosti znaša okoli 2V. Dodatno imate kontrolo, če LED sveti ali ne.



Slika 75: S tem preprostim LED vezjem lahko ugotovite delovanje LED z funkcijo voltmetra.



Slika 76: Padec napetosti na LED znaša okoli 2V.

20 MERJENJE TEMPERATUR

Različni multimetri obvladajo tudi merjenje temperatur. Za to je potrebno ločeno tipalo temperature. Npr. pri multimetru Voltcraft VC840 je potrebno uporabiti tako imenovan NiCrNi senzor (nikelj-krom-nikelj tip K). Multimetru priloženo žično temperaturno tipalo je narejeno za temperature do +400°C.

Na multimetru najprej nastavite merilno območje »°C«. Ta simbolizira merjenje temperature. Vi boste ugotovili, da lahko temperaturo okolja merite že brez priključnega temperaturnega tipala. S tem lahko hitro ugotovite, kako toplo je v prostoru.

Sedaj oba merilna kabla temperaturnega tipala priključite na multimeter. Kot običajno povežite črn merilni kabel s priključkom COM. Rdeč merilni kabel morate povezati s priključkom »ΩAmA°C«. Ker tega priključka za meritve na električnih gradbenih delih ali vezjih skoraj ne boste potrebovali, to ni običajno. Tukaj je tudi eden izmed najpogostejših virov napak, ko merjenje temperature ne deluje.

Pozor! Na priključek »ΩAmA°C« ne priključite napetosti. S tem je lahko multimeter uničen.

Upoštevajte, da je za visoke temperature narejen izključno senzor na konici žičnega temperaturnega senzorja. Multimetra ali merilnih kablov v nobenem primeru ne izpostavite visokim temperaturam!

Medtem, ko lahko električne veličine praviloma neposredno odčitate, zahteva merjenje temperatur nekaj časa. Ker je temperaturno tipalo narejeno iz različnih kovin, se morajo te najprej segreti na temperaturo za merjenje. Zaradi tega držite temperaturno tipalo tako dolgo na ali v mediju za merjenje, dokler se prikaz ne stabilizira. To praviloma traja okoli 30 sekund.



Slika 77: Takoj, ko ste na multimetru nastavili merilno območje temperature, lahko merite temperaturo okolja.



Slika 78: Za merjenje uporabite tako imenovan NiCrNi (nikelj-krom-nikelj tip K) senzor. Narejen je za temperature do $+400^{\circ}\text{C}$.



Slika 79: Črn merilni kabel morate povezati s priključkom COM instrumenta. Rdeč merilni kabel priključite na priključek » $\Omega\text{mA}^{\circ}\text{C}$ «.



Slika 80: Tukaj bo izmerjena temperatura zraka v bližini halogenskega reflektorja. Visokim temperaturam je lahko izpostavljena samo merilna konica žičnega temperaturnega tipala.

DODATEK: MOČ IN DELO

Z multimetrom lahko indirektno izračunate tudi porabo moči in delo, ki ga v njem povzroči električna energija. Za to morate najprej izmeriti porabo moči. To zahteva meritev toka in napetosti. Pri tem morate vsakokrat izmeriti skupni tok I_{ges} in skupno napetost U_{ges} .

Po formuli: $P = U * I$

P ... električna moč v vatih (W)

U ... napetost v voltih (V)

I ... tok v amperih (A)

lahko sedaj izračunate porabo moči vezja. Če želite poleg tega vedeti, kako visoka je poraba električne energije, npr. v roku 1 uri, morate prej izračunano moč pomnožiti z 3600 sekundami.

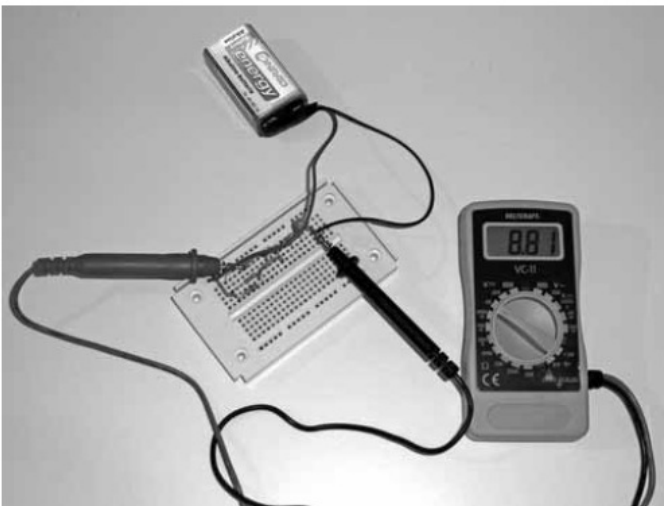
Formula: $W = P * T$

W ... električno delo v watt urah (Ws)

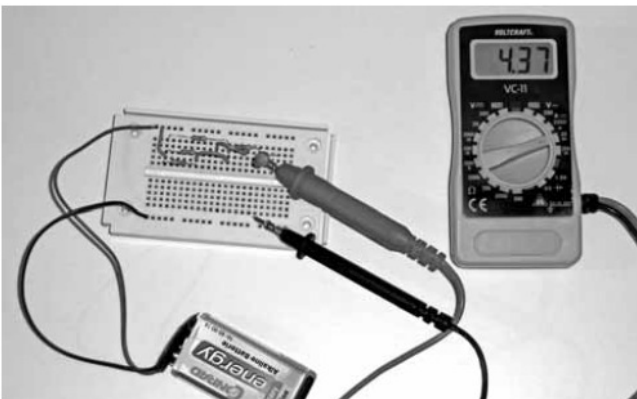
P ... električna moč v watt (W)

T ... čas v sekundah (s)

Po istem načelu deluje tudi naš električni števec.



Slika 81: Za merjenje porabe moči in povzročene električnega dela je najprej potrebno izmeriti zgolj skupno napetost U_{ges} ...



Slika 82: ... in skozi vezje tekoč tok I_{ges} . Nato je potrebno želene vrednosti samo še izračunati.



GARANCIJSKI LIST

Izdelek:
Kat. št.:

Conrad Electronic d.o.o. k.d.
Ljubljanska c. 66, 1290 Grosuplje
Fax: 01/78 11 250, Tel: 01/78 11 248
www.conrad.si, 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 vrnilo popravljene ali ga zamenjali z enakim novim in brezhibnim izdelkom. Okvare zaradi neupoštevanja priloženih navodil, nepravilne uporabe, malomarnega ravnanja z izdelkom in mehanske poškodbe so izvzete iz garancijskih pogojev. **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 nakupa izdelka, kar kupec dokaže s priloženim, pravilno izpolnjenim garancijskim listom.