

Naučná stavebnice – měřicí technika



Obj. č.: 19 22 90

Vážení zákazníci,

děkujeme Vám za Vaši důvěru a za nákup stavebnice Conrad. Specializované obchody nabízí celou řadu multimetrů, jejichž pomocí můžete sami provádět souhrnná měření elektrických komponentů a obvodů. Vyžaduje to však základní znalosti obsluhy multimetrů a komponentů, které se mají měřit. Tato naučná stavebnice Vám pomůže krok za krokem poodhalit tajemství správného měření. Na vzájemně propojených příkladech se naučíte identifikovat jednotlivé komponenty, správně je měřit a dozvíte se něco o tom, jak se chovají v obvodu. Tato znalost Vám umožní nezávisle určit, zda jsou jednotlivé komponenty vadné nebo ne, resp. jak je správně instalovat do obvodu. Stavebnice obsahuje vše podstatné, co potřebujete pro úspěšnou práci multimetrem.

Tento návod k obsluze je součástí výrobku. Obsahuje důležité pokyny k uvedení výrobku do provozu a k jeho obsluze. Jestliže výrobek předáte jiným osobám, dbejte na to, abyste jim odevzdali i tento návod k obsluze.

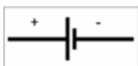
Ponechejte si tento návod, abyste si jej mohli znovu kdykoliv přečíst!

Základní komponenty

Baterie

Baterie se musí ke každému obvodu připojit při zachování jejich správné polarizace. Klip baterie je proto vybaven jedním červeným připojovacím drátem, který označuje kladný pól a jedním černým drátem, který se připojuje k zápornému pólu. Oba dráty se musí připojit ke zkušební desce v souladu s požadovanou polaritou.

Obr. 1: Symbol baterie v obvodu



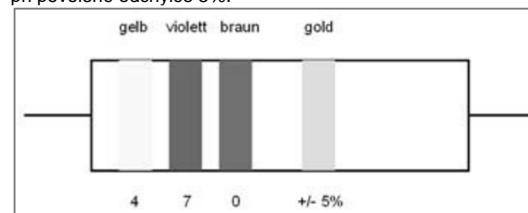
Rezistory

Rezistory patří mezi nejjednodušší elektronické komponenty. Jsou označeny tříbarevným proužkovým kódem, který se čte od kraje ke středu. Čtvrtý proužek na rozdíl od ostatních indikuje dovolenou odchylku. Barevný kód se čte od kroužku, který je nejbližší k okrajům rezistoru. První 2 kroužky představují dvě číslice, třetí kroužek je multiplikátor hodnoty impedance v Ohmech.

Obr. 2: Barevné označení rezistoru

Barva	Proužek 1 Číslo 1	Proužek 2 Číslo 2	Proužek 3 Multiplikátor	Proužek 4 Odchylka
Černý		0	1	1%
Hnědý	1	1	10	2%
Červený	2	2	100	
Oranžový	3	3	1000	
Žlutý	4	4	10000	
Zelený	5	5	100000	0,5%
Modrý	6	6	1000000	
Fialový	7	7	10000000	
Hnědý	8	8		
Bílý	9	9		
Zlatý			0,1	5%
Stříbrný			0,01	10%

Obr. 3: Rezistor se žlutým, fialovým, hnědým a zlatým barevným proužkem má hodnotu 470 Ω při povolené odchylce 5%.



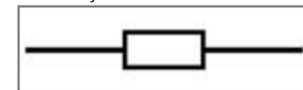
Obr. 4: Rezistor



Stavebnice obsahuje rezistory následujících hodnot:

- 330 Ω Oranžový, oranžový, hnědý
- 1 kΩ Hnědý, černý, červený
- 2,2 MΩ červený, červený zelený

Obr. 5: Symbol rezistoru v obvodu



Keramické kondenzátory

Kondenzátor představuje další základní elektronický komponent. Vyskytuje se v dvou verzích. Jednodušší verzí je menší okrouhlý, plochý, keramický kondenzátor, který je chráněn proti přepólování. Kapacita se označuje ve Faradech. Keramické kondenzátory jsou označeny číselným kódem. „104“ znamená 10 krát 10 na 4. tj. 100 000 pF (Pikofaradů).

Obr. 6: Symbol keramického kondenzátoru v obvodu



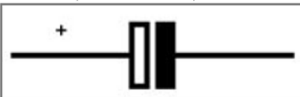
Obr. 7: keramický kondenzátor



Elektrolytický kondenzátor

Větší elektrolytický kondenzátor má oválný tvar a musí se instalovat v správné polaritě. Záporný pól je označen na straně bílým proužkem a má kratší připojovací drát. Pokud se elektrolytický kondenzátor instaluje s obrácenou polaritou, zničí se. Označení je v podobě prostého textu.

Obr. 8: Symbol elektrolytického kondenzátoru v obvodu



Obr. 9: Elektrolytický kondenzátor se musí instalovat v správné polaritě



LED

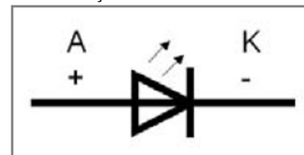
Při instalaci diody vyzařující světlo dodržujte polaritu. LED má dva různě dlouhé připojovací dráty. Delší drát představuje kladný pól, který se nazývá anoda (A). Záporný pól (také katoda - K) má kratší připojovací drát.

Polarita je vždy viditelná uvnitř LED. Záporný pól má přibližně tvar velkého trojúhelníku a kladný pól je oproti tomu velmi malý.

Obr. 10: LED se musí instalovat v správné polaritě



Obr. 11: Symbol LED v obvodu



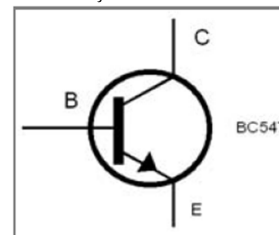
Tranzistor

Tranzistor slouží k zesílení slabšího proudu. Jeho připojení jsou emitor (E), báze (B) a kolektor (C). Válcovité tělo tranzistoru je na jedné straně, kde je vytištěn typ tranzistoru, zploštěno. Pokud se díváte na tranzistor, jehož připojovací dráty směřují dolů, a můžete přečíst označení typu, emitor je na levé straně. Báze je uprostřed.

Obr. 12: Tranzistor při pohledu na zploštělou stranu. Připojení zleva doprava: Emitor (E), báze (B) a kolektor (C).



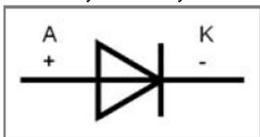
Obr. 13: Symbol NPN tranzistoru v obvodu:



Dioda

Dioda propouští proud jen v jednom směru. Můžeme si ji představit jako zpětný ventil vodovodní instalace. Obvyklá dioda má oválný tvar a je podobná odporu. Záporný pól (katoda) je označen čárkou.

Obr. 14: Symbol diody v obvodu



Obr. 15: Dioda



Možnosti multimetru

Multimetry se liší hlavně podle toho, co můžeme multimetrem měřit. Neznamená to, že o jednoduchém nástroji najednou všechno víme. Podívejte se na velké nastavovací kolečko, kterým se nastavují různé druhy měření a přesné měřicí hodnoty. Co nám přístroj nabízí a co potřebujeme? Na tyto otázky si musíte odpovědět ještě před nákupem multimetru. Měli byste se podívat také na kabely. Mají různé barvy (červený: kladný pól, černý: záporný pól). Před použitím multimetru k prvním měřením si přečtěte návod k obsluze a seznamte se s přístrojem.

Obr. 16: Nejříve se seznamte s multimetrem. Pečlivě si proto přečtěte návod k obsluze.



Kategorie CAT – určení rozsahu použití multimetru

Multimetr musí vyhovovat různým bezpečnostním kritériím, které zaručují jeho bezpečné použití. Konec konců měření proudu a napětí není žádná hra a je spojeno s nebezpečím! Multimetry musí být konstruovány tak, aby vydržely kombinaci konstantního napětí a tzv. přechodných přepětí. Bezpečnostní opatření se dělí na 4 kategorie CAT. Čím vyšší třída, tím má multimetr univerzálnější použití.

Kategorie CAT

CAT I

Multimetry s certifikací pro kategorii CAT I mají jen nízkou ochranu. Musí se používat jen k měření v zabezpečených elektrických systémech a jen k měření zařízení. Musí mít dostatečnou ochranu proti přechodným přepětím.

CAT II

Přístroje, které vyhovují kategorii CAT II, dovolují použití jednofázových zátěží připojených k zásuvce elektrického proudu. Zahnuje to domácí spotřebiče a přenosné nástroje. Síťové zásuvky a vodiče lze měřit jen s určitým omezením. Multimetr pro elektronické nadřadky musí mít alespoň certifikaci pro CAT II.

CAT III

Multimetry s odolností proti přepětí v kategorii CAT III jsou už vhodné pro měření třífázových distribučních rozvaděčů a komerčních jednofázových svítidel. Můžou se tak měřit asynchronní elektrické motory nebo elektrické zásuvky vysokých zátěží.

CAT IV

Přístroje s odolností proti přepětí v kategorii CAT IV navíc umožňují měření třífázových silových přípojek a nadzemního vedení. Jedná se proto o přístroje, které nesmí používat soukromé osoby.

Správné připojení měřicích kabelů

Je jen málo multimetrů, jejichž měřicí kabely jsou pevně připojeny k přístroji. Měřicí přístroje mají obvykle 3 až 4 zdíčky, k nimž se měřicí kabely připojují. **Kabely se musí připojovat k přístroji ještě předtím, než se připojí k měřenému objektu.**

Černý kabel odpovídá v širším slova smyslu zápornému vodiči (zpětné vedení) a připojuje se ke zdířce COM.

Do které zdíčky připojit červený měřicí kabel - v závislosti na měření, které chcete provést a na označení zdíčky odpovídá kladnému nebo napájecímu vodiči. Přístroj v našem příkladu má 3 další zdíčky. Pravá zdíčka je označena jako „HzVΩ“. Připojte k ní červený kabel, např. pro měření napětí (V) a odporu (Ω). „Hz“ označuje měření frekvence, které potřebují jen odborníci. Tato zdíčka se obvykle vybere také pro měření nízkých proudů, jaké se vyskytují v elektronických obvodech. Náš přístroj má k tomuto účelu speciální zdíčku. Je označena jako „μA mA“. Pokud se má měřit obvyklý proud v amatérských zařízeních, připojí se sem červený kabel. V případě multimetrů s 3 přípojkami jsou funkce měření nízkého proudu, napětí a odporu spojeny do společné zdíčky.

Čtvrtá zdíčka na multimetru je označena jako „20A MAX“ a slouží pro měření zvláště vysokého proudu. Obvykle se nepoužívá při měření obvodů.

Podrobné informace k připojení jednotlivých zdíček a k provádění měření najdete v návodu k obsluze k multimetru.

Obr. 17: Většina multimetrů má 3 – 4 zdíčky, k nimž se připojují dva měřicí kabely podle druhu měření, které se má provést.



Obr. 18: černý kabel se připojuje ke zdířce COM. Odpovídá zpětnému proudu (záporný pól)



Obr. 19: Při měření napětí a odporu je potřebné, aby se červený měřicí kabel připojil do pravé zdičky HzV Ω . Při měření nízkých proudů se musí připojit ke zdičce μ A mA.



Správné nastavení multimetru

Multimetry neměří jednoduše jen napětí, proud a odpor. Musí se také správně nastavit. Existuje stejnosměrné a střídavé napětí a proud. Multimetry mají také několik pracovních rozsahů měření a oblastí měření. Například přístroj Voltcraft VC-11 má 5 rozsahů měření stejnosměrného napětí: rozsah pro měření velmi nízkých napětí do 200 milivoltů (mV), 2 V, 20 V, 200 V a 250 V.

Protože často není možné přesně odhadnout, jak velké napětí můžeme při měření očekávat, musí se vždy nastavit ten největší rozsah měření. V případě přístroje Voltcraft VC-11 při měření stejnosměrného napětí to je 250 V. Pokud bude displej ukazovat jen velmi nízké naměřené hodnoty, jako 14 V, můžete přístroj přepnout na měřicí rozsah 20 V. Multimetr tak bude měřit s vysokou přesností.

Stejným způsobem postupujte při měření dalších hodnot, tj. střídavého napětí, přímého a stejnosměrného proudu, odporu, atd.

Začněte s nejvyšším měřicím rozsahem, aby se citlivá měřicí elektronika chránila proti přetížení a nenapravitelnému poškození.

Obr. 20: Pozor na správný výběr měřené veličiny (například „direct current - DC“) pro měření stejnosměrného proudu.



Obr. 21: Před každým měřením přepněte přístroj na maximální měřicí rozsah. V případě tohoto přístroje to je rozsah stejnosměrného napětí 250 V.



Měření odporu

Přípravné práce

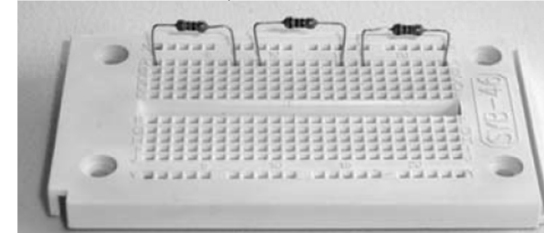
Ohněte připojovací kabely rezistoru s velikostí 330 Ω , 1 k Ω a 2,2 M Ω v úhlu 90°, aby je bylo možné zapojit do zkušební desky (viz obrázek 22).

Abyste měli obě ruce volné pro měření, oviňte pevně hroty testovací sondy asi 7 cm dlouhými kusy drátu a 1 cm nechte volně vyčnívat (viz obr. 23). Pomůže to při připojení testovací sondy přímo ke zkušební desce.

Pro měření odporu nebudete potřebovat externí zdroj energie, jako např. 9 V baterii. Napájecí zdroj pro měření odporu je už nainstalován v multimetru.

Nyní zapojte dvě testovací sondy paralelně k rezistoru na zkušební desce a nastavte přístroj na rozsah měření 2,000 k Ω . Tímto způsobem změřte všechny tři rezistory. Dvě měření ukážou „001“ a třetí měření „1-...“. Tyto naměřené hodnoty nám příliš nepomůžou. Kde je chyba? V správném výběru rozsahu měření. Podrobněji viz níže cvičení 2.

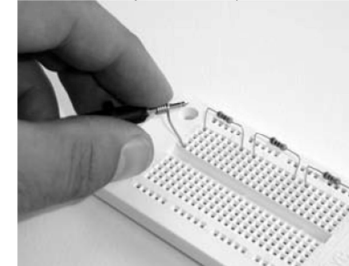
Obr. 22: Po zahnutí připojovacích drátů tří rezistorů o 90° zapojte rezistory do zkušební desky.



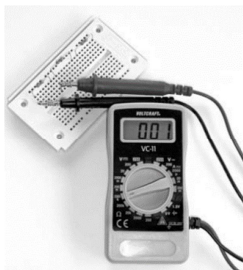
Obr. 23: Kolem testovací sondy namotejte asi 7 cm holého drátu.



Obr. 24: Připojovací kabely lze tímto způsobem připojit přímo ke zkušební desce.



Obr. 25: Při nejvyšším možném rozsahu měření nejsou výsledky měření příliš přesné.



Jak se vyhnout chybám měření

V posledním měření měly dva odpory stejnou velikost. Jedná se o chybu měření, protože byl nesprávně nastaven rozsah měření.

Změňte proto každý rezistor znovu a postupně snižujte rozsah měření.

Hodnota „1“ pro 1 kΩ v rozsahu 2,000 kΩ se v rozsahu 20 kΩ změní na 0,98, tj. 980 Ω.

Nyní přístroj přepněte na rozsah 2,000 Ω a získáte naměřenou hodnotu 983 Ω. Jedná se o nejlepší a nejpřesnější rozsah měření. Pokud přístroj přepnete na rozsah 200 Ω, uvidíte na displeji jen výsledek „1...“. Znamená to, že rozsah měření je příliš nízký.

Proveďte toto měření na druhém rezistoru, kde jste původně naměřili také hodnotu „1“.

Zjistíte, že skutečná hodnota je kolem 326 Ω, tj. jedná se o 330 ohmový rezistor.

V případě třetího rezistoru 2.2 MΩ bude výsledek „1“ při jakémkoli nastavení měřicího rozsahu. Ukazuje to, že multimetr není vhodný pro měření velmi vysokého odporu. Při výběru správného multimetru zvažte, co s ním budete měřit.

Měření bude přesné jen v případě, že bude co nejpřesněji nastaven rozsah měření. Proto se multimetr bude muset vždy přepnout na co nejnižší rozsah. Čím vyšší je měřicí rozsah, tím větší chyba měření a tím menší přesnost měření. Platí to i při měření napětí a proudu.

Obr. 26: V měřicím rozsahu 2,000 Ω je naměřena hodnota impedance 983 Ω. Znamená to, že na multimetru je zvolen nejlepší měřicí rozsah.



Obr. 27: Při správném měření se druhý rezistor, na němž jste původně naměřili 1 kΩ, změní na rezistor s hodnotou 330 Ω.



Chování sériově zapojených rezistorů

Rezistory se zapojují do obvodu nejen jednotlivě, ale i kombinovaně. Jednou z možností je jejich sériové zapojení. Zapojte na zkušební desku sériově dva rezistory 1 kΩ.

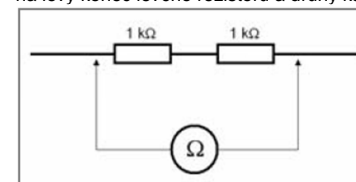
Nyní připojte měřicí kabel na levý konec levého rezistoru a druhý kabel na pravý konec pravého rezistoru a určete jejich odpor. V našem testovacím nastavení zjistíte výsledek asi 1 970 Ω, tj. 2 kΩ. Když se zapojí několik rezistorů v sérii, celková impedance, kterou jste právě změřili, se rovná součtu hodnot jednotlivých impedancí. Proto:

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

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

Zkuste také propojit sériově propojené rezistory s několika jinými rezistory. Tímto způsobem můžete vytvořit odpor, který jako jednotlivý díl nemáte k dispozici.

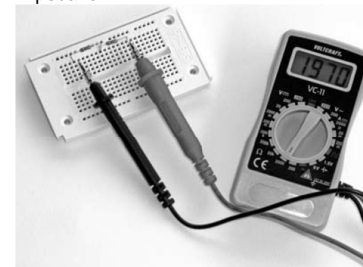
Obr. 28: Dva sériově zapojené rezistory – Pro určení celkové impedance připojte jeden měřicí kabel na levý konec levého rezistoru a druhý kabel na pravý konec pravého rezistoru.



Obr. 29: Dva sériově zapojené rezistory



Obr. 30: Celková impedance sériově zapojených rezistorů se rovná součtu hodnot jednotlivých impedancí.



Paralelně zapojené rezistory

Rezistory lze zapojit i paralelně. Jednoduchý paralelní obvod se skládá alespoň z dvou rezistorů. Samozřejmě, že paralelně můžete zapojit i více rezistorů.

Paralelně pod sebe zapojte na zkušební desku dva rezistory (1 kΩ). Přiložte měřicí kabel ke koncům dvou rezistorů a určete jejich celkovou impedanci. V našem obvodu to je 493 Ω, tj. jenom polovina jednoho rezistoru.

Nyní zapojte paralelně rezistor 1 k Ω a rezistor 330 Ω . Jejich celková impedance bude ukazovat 245 Ω . Zkuste také jinou kombinaci rezistorů. Pokud jsou 2 rezistory zapojeny paralelně, jejich celková impedance je vždy nižší, než je nejmenší impedance jednoho rezistoru.

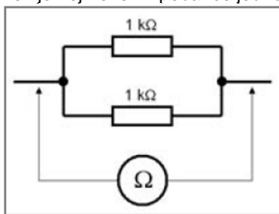
Celkovou impedanci paralelně zapojených rezistorů lze vypočítat podle následujícího vzorce:

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

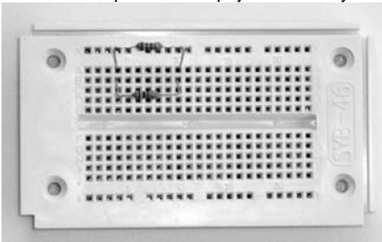
$$248 \Omega = 1 / 1,000 \Omega + 1 / 330 \Omega$$

Abyste získali celkovou impedanci, stiskněte tlačítko 1/x na kalkulačce.

Obr. 31: Pokud jsou 2 rezistory zapojeny paralelně, jejich celková impedance je vždy nižší, než je nejmenší impedance jednoho rezistoru.



Obr. 32: Dva paralelně zapojené rezistory



Obr. 33: 2 rezistory 1 k Ω zapojené paralelně budou mít celkovou impedanci 493 Ω . Kvůli přípustné odchylce při výrobě rezistorů výsledek není přesně 500.



Měření kondenzátoru

Abyste mohli měřit kapacitu kondenzátoru, budete potřebovat multimetr, který umožňuje také měření kapacity, např. Voltcraft VC840.

Bohužel jen několik málo vysoce kvalitních multimetrů má rozsahy pro měření kapacity. Běžné multimetry mají obvykle jen měřicí rozsahy napětí, proudu a odporu (volt, ampér a ohm).

Pozor!

Předtím než připojíte multimetr ke kondenzátoru, se přesvědčte, že máte měřicí přístroj, který umožňuje měření kapacity (např. Voltcraft VC840).

Zjistíte to tak, že zkratujete dvě přípojky. Použijte k tomu kombinačky nebo šroubovák, který přiložíte přes oba kontakty. Nástroj držte jen za izolované držadlo. Zkratování kondenzátoru může vést k značnému energetickému výboji. Proto se nikdy nedotýkejte přípojek kondenzátoru se stejnosměrným napětím vyšším než 35 V nebo se střídavým napětím vyšším než 25 V – zejména pokud nevíte, zda je, nebo není nabitý.

Pozor, nebezpečí ohrožení života!

Nyní připojte kondenzátory, které chcete měřit na zkušební desku tak, abyste mohli 2 drátové sondy, které jste si vyrobili, přiložit na zkušební desku, aniž byste se přitom dotýkali dvou měřících kabelů. Měřené kondenzátory nesmí být nikdy součástí obvodu.

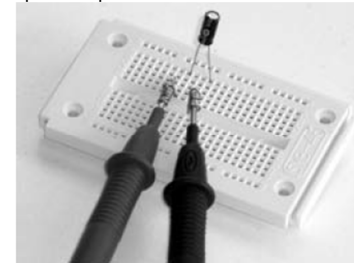
Nastavení parametrů při měření kondenzátoru odpovídá nastavení při měření impedance. Musíte jen přidržet červený a černý kabel na dvou přípojkách kondenzátoru. Použijte přitom testovací sondy, které jste si vyrobili.

Při připojování měřících kabelů dodržte správnou polaritu, zejména v případě elektrolytických kondenzátorů. Červený kabel připojte ke kladnému pólu a černý kabel k zápornému pólu kondenzátoru.

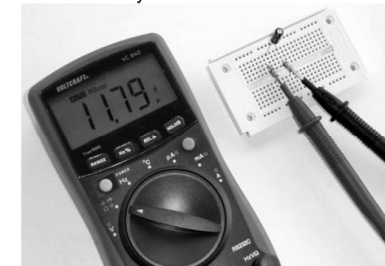
Po zapnutí multimetru nastavte velkým otočným přepínačem rozsah měření impedance. Poté stiskněte přepínač funkcí, dokud se na pravém okraji displeje neukáže „nF“ (Nanofarad). Farad je jednotkou elektrické kapacity. Většina kondenzátorů má kapacitu v rozsahu mezi několika pikofarady (pF) a několika mikrofarady (μ F).

Měření kondenzátorů zabere nějaký čas. Může trvat několik sekund, než se na displeji ukáže finální výsledek.

Obr. 34: Kondenzátory nesmí být při měření nikdy součástí obvodu a musí se měřit mimo obvody. Měřený kondenzátor musí být připojen ke zkušební desce a oba měřicí kabely se musí připojit ve správnou polaritou.



Obr. 35: Nastavte na multimetru správný rozsah měření. Může trvat několik sekund, než se na displeji ukáže finální výsledek.



Sériově zapojené kondenzátory

Ve výše uvedeném cvičení se sériově zapojenými rezistory jste zjistili, že celková impedance se rovná součtu impedancí všech sériově zapojených rezistorů.

Zapojte na zkušební desku sériově 2 kondenzátory (např. s kapacitou 10 μF) a dejte pozor na správnou polaritu. V případě elektrolytických kondenzátorů se musí záporný připojovací kabel prvního připojit ke kladnému připojovacímu kabelu druhého. Protože kondenzátory se měří bez spotřebiče a napájení, můžete už červený kabel multimetru připojit na kladnou přípojku prvního kondenzátoru a černý kabel multimetru na zápornou přípojku druhého kondenzátoru.

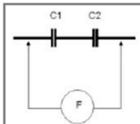
Nyní přepněte multimetr na měření kapacity a několik sekund počkejte, aby se naměřená hodnota stabilizovala. Naměříte asi 5,7 μF , tj. polovinu jednotlivých 10 μF kondenzátorů.

Celková kapacita klesá zvyšujícím se počtem kondenzátorů zapojených v sérii. Celkovou kapacitu sériově zapojených kondenzátorů vypočítáte podle následujícího vzorce:

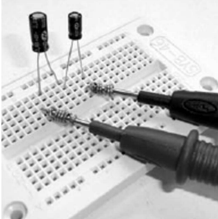
$$1 / C_{\text{ges}} = 1 / C_1 + 1 / C_2 + \dots + 1 / C_n$$

Abyste získali celkovou kapacitu, stiskněte tlačítko 1/x na kalkulačce.

Obr. 36: Dva sériově zapojené kondenzátory



Obr. 37: Při zapojování dvou elektrolytických kondenzátorů dávejte pozor na jejich správnou polaritu. Měřicí kabely se musí také připojit v správné polaritě.



Obr. 38: Když se dva kondenzátory s kapacitou 10 μF připojí sériově, naměříte poloviční hodnotu jednotlivých kondenzátorů.



Paralelně zapojené kondenzátory

Ve výše uvedeném cvičení s paralelně zapojenými rezistory jste zjistili, že jejich celková impedance je vždy nižší, než je nejmenší impedance jednoho rezistoru.

Zapojte na zkušební desku paralelně dva kondenzátory (např. s kapacitou 10 μF) a dejte pozor na správnou polaritu. V případě elektrolytických kondenzátorů propojte záporný připojovací kabel a kladný připojovací kabel. Protože kondenzátory se měří bez spotřebiče a napájení, můžete už červený kabel multimetru připojit na kladnou přípojku prvního kondenzátoru a černý kabel multimetru na zápornou přípojku druhého kondenzátoru.

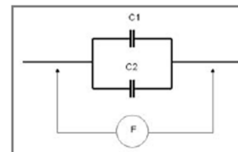
Nyní přepněte multimetr na měření kapacity a několik sekund počkejte, aby se naměřená hodnota stabilizovala. Naměříte hodnotu asi 23,2 μF , tj. dvakrát tolik, než je hodnota jednoho kondenzátoru.

Celková kapacita paralelně zapojených kondenzátorů odpovídá součtu jednotlivých kapacit.

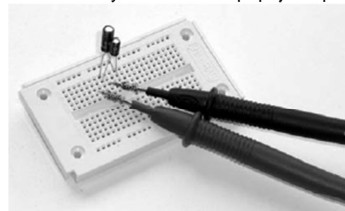
Celkovou kapacitu paralelně zapojených kondenzátorů vypočítáte podle následujícího vzorce:

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

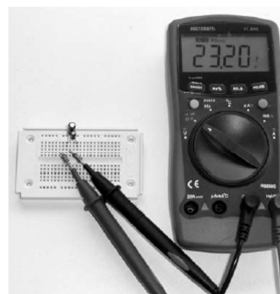
Obr. 39: Nastavení obvodu pro měření paralelně zapojených kondenzátorů



Obr. 40: Dejte pozor na správnou polaritu paralelně zapojených elektrolytických kondenzátorů. Měřicí kabely se musí také připojit v správné polaritě.



Obr. 41: Celková kapacita paralelně zapojených kondenzátorů je 2x tak velká, jako je hodnota kapacity jednoho kondenzátoru.



Měření stejnosměrného napětí

Nejdříve vytvořte na zkušební desce jednoduchý obvod s LED. K LED sériově připojte rezistor (1 k Ω). Nainstalujte zpětný vodič z LED na záporný pól baterie.

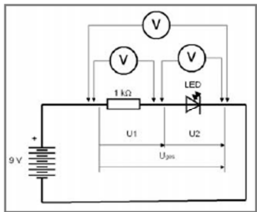
Pro měření stejnosměrného proudu se musí multimetr přepnout do oblasti stejnosměrného proudu. Napětí se může měřit přímo na baterii, pokud se připojí kabel ke kladnému pólu a černý kabel k zápornému pólu. Protože multimetr má při měření napětí velmi vysokou vnitřní impedanci, neteče téměř žádný proud a baterie se nevybíje.

Náš obvod s LED se však skládá ze dvou spotřebičů: rezistoru a LED. Na obou se projeví pokles napětí a jeho součet odpovídá celkovému napětí.

Nyní připojte oba kabely na dvě přípojky rezistoru a určete pokles napětí na rezistoru. Dodržíte správnou polaritu. Červený kabel odpovídá kladnému pólu a černý kabel zápornému pólu. Pokud se kabely připojí obráceně, dostanete záporný výsledek, tj. před naměřenou hodnotou se objeví znaménko mínus. Nastavte také správný rozsah měření, aby bylo měření co nejpřesnější. Změňte také pokles napětí na LED a celkový pokles napětí na rezistoru a na diodě.

Pokud jsou spotřebiče zapojeny sériově, napětí jsou v následujícím poměru:
 $U_{ges} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$

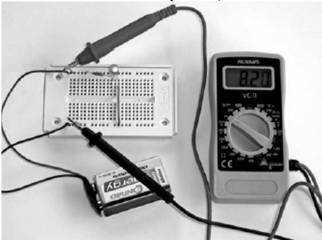
Obr. 42: Sestavení jednoduchého obvodu s LED. Pokles napětí se objeví na obou spotřebičích, tj. na rezistoru i na LED (U_1 a U_2).
 U_{ges} představuje celkový pokles napětí na všech spotřebičích.



Obr. 43: Sestavení jednoduchého obvodu s LED



Obr. 44: Celkové napětí 8,2 V



Obr. 45: Na rezistoru (1 kΩ) došlo k poklesu napětí 5,59 V. Aby se dosáhlo co nejpřesnějšího měření napětí, nastavte vždy ten nejlepší rozsah měření.



Měření střídavého napětí

Střídavé napětí se měří v podstatě stejně jako stejnosměrné napětí. Dávejte pozor, aby byl multimetr nastaven na měření střídavého napětí, protože jinak žádné napětí nezměříte. Přepněte multimetr na rozsah střídavého napětí 200 V a znovu uveďte do provozu obvod s LED. Nyní změřte jednotlivá napětí na rezistoru a na LED a také celkové napětí. I když LED stále svítí jako předtím, na displeji se ukáže dvojnásobná hodnota napětí. Pokud chcete měřit malé AC napětí střídavého zdroje, pokud je multimetr nastaven na stejnosměrné napětí, naměříte 0,0 V, i když je napětí přítomno! Neprovádějte nikdy měření zdroje s napětím 230 V. Mohlo by přitom dojít ke kontaktu s živými vodiči pod vysokým napětím a k smrtelnému úrazu elektrickým proudem! Multimetry jsou často konstruovány jen pro maximální napětí 250 V. V blízkosti rozvodny by mohlo dojít k jeho překročení a k přetížení.

Obr. 46: Pokud chcete měřit pokles napětí v obvodu při nastavení multimetru na střídavé napětí, naměříte 2x tak velké napětí než při správném nastavení multimetru na stejnosměrné napětí.



Měření proudu

Už jste zjistili, že když je několik spotřebičů propojených sériově (jako v případě jednoduchého obvodu s LED), objevuje se na každém pokles napětí. Součet těchto jednotlivých napětí představuje celkové napětí. Podívejme se znovu blíže na tento obvod. Uvidíte, že všechny spotřebiče jsou propojeny jedním linkovým vodičem a přes všechny protéká stejný proud. Celkový proud je proto stejný jako proud na každém z jednotlivých spotřebičů.

Pro měření proudu se multimetr musí zapojit sériově se spotřebičem (spotřebiči). Odstraňte proto propojení mezi LED a záporným pólem baterie a namísto toho připojte multimetr. Červený kabel se musí připojit k LED a černý kabel k zápornému pólu baterie.

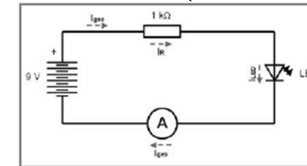
Před připojením baterie přepněte multimetr na nejvyšší rozsah měření proudu 200 miliampérů (mA). Poté rozsah postupně snižujte, až dostanete přesný výsledek měření. V našem případě to bude rozsah 20 mA, při němž dospějete k výsledku, že obvodem protéká proud kolem 5,5 mA.

Nepřepínáte multimetr na příliš nízký rozsah měření proudu. Přístroj by se tak mohl přetížit. Přístroje pro měření proudu jsou obvykle chráněny proti přetížení pojistkami. Pokud s multimetrem nelze měřit proud, pojistku vyměňte.

Multimetrem protéká stejný proud jako ostatními spotřebiči v obvodu. Protože má v oblasti měření proudu velmi nízký interní odpor, neovlivňuje obvod ani výsledky měření.

Pozor! Nikdy neměřte proud přímo na spotřebiči. Pokud připojíte oba měřicí kabely přímo k pólům baterie, výsledek bude stejný jako při zkratování. Protékající proud by mohl být příliš vysoký a nebezpečný, takže by mohl způsobit i zničení multimetru!

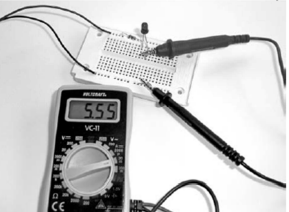
Obr. 47: Při měření proudu se musí multimetr zapojit do obvodu.



Obr. 48: Multimetr se do obvodu nainstaluje sériově namísto zpětného vodiče.



Obr. 49: Multimetrem protéká stejný proud jako jinými spotřebiči v obvodu.



Měření průchodnosti vodičů

Měření průchodnosti vodičů může být zajímavé z několika důvodů. Například, pokud chcete najít určitou žílu ve svazku nebo když chcete zkontrolovat, zda není kabe přerušeny.

Mnoho multimetrů má k tomuto účelu vlastní rozsah měření, v němž se nejen zobrazují výsledky měření, ale aktivuje se i akustická signalizace průchodnosti vodičů.

Průchodnost vodiče lze stanovit i na základě měření odporu (funkce impedance).

Přepněte multimetr na rozsah Ω a dvě měřicí sondy měřících kabelů přiložte k sobě. Na displeji se ukáže 0 Ω , tj. „žádná impedance“ (vodič je průchodný). Oddělením obou měřících sond dojde ke zvýšení impedance a multimetr začne ukazovat „1-“. Znamená to, že vodič není průchodný nebo že je přerušeny.

Zkuste si test průchodnosti různých vodičů.

Při zkoušce průchodnosti musí být vodič odpojen od proudu a nesmí být připojen k žádnému zdroji napájení!

Obr. 50: Pokud se při měření impedance spojí sondy obou měřících kabelů, bude multimetr ukazovat 0,0 nebo 0,01 Ω . Znamená to, že vodič je průchodný.



Obr. 51: Oddělením obou měřících sond dojde ke zvýšení impedance a multimetr začne ukazovat „1-“. Znamená to, že vodič není průchodný nebo že je přerušeny.



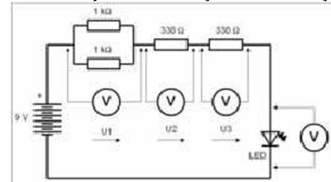
Obr. 52: Určení průchodnosti vodiče v kabelu



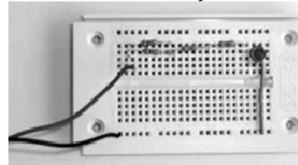
Měření v obvodu: Určení jednotlivých napětí na komponentech

Vytvořte kombinovaný obvod, v němž budou před instalací LED 2 paralelně zapojené rezistory ($k\Omega$) zapojeny v sérii se 2 rezistory 330 Ω . Vytvoří se tak obvod se 4 spotřebiči, v němž můžete měřit jednotlivá napětí. Dotkněte se měřícími kabely dvou kontaktních drátů na každém rezistoru a na LED. Zjistíte, že 2 rezistory (330 Ω) vykazují stejný pokles napětí (1,59 V). 2 paralelně zapojené rezistory lze považovat za jeden, a proto budete měřit jen „quasi vzájemný“ pokles napětí. Bez ohledu na to, zda měříte pokles napětí na rezistorech s 1 $k\Omega$ jednotlivě nebo jako v paralelním obvodu, výsledek bude vždy stejný. V našem příkladu to bude přibližně 2,41 V. LED vykazuje pokles napětí kolem 3,2 V.

Obr. 53: Složené obvody s LED, 2 paralelními rezistory 1 $k\Omega$ a 2 sériovými rezistory 330 Ω ; V obvodu jsou označeny i možné body připojení.



Obr. 54: Obvod složený ze sériového a paralelního obvodu, kterými se ovládá LED.



Obr. 55: Bez ohledu na to, zda se pokles napětí měří na některém ze 2 paralelně zapojených rezistorů, nebo obou dohromady, výsledek bude vždy stejný.



Obr. 56: Na dvou stejně velkých, sériově zapojených rezistorech se objeví stejný velký pokles napětí.



Měření odporu v obvodu

Při měření jednotlivých rezistorů v obvodu vždy sledujte, zda jsou s nimi paralelně propojeny další komponenty, které lze rovněž změřit. Stává se to například v případě paralelně propojených rezistorů, pro něž lze určit jen celkovou impedanci. Pokud chcete měřit jednotlivé impedance, budete muset z obvodu odstranit alespoň jedno paralelní připojení. Jen tak je možné změřit všechny jednotlivé rezistory, jejichž počet může být větší než dva.

Můžete měřit i celkovou impedanci všech rezistorů v společném obvodu. Například celková impedance našeho obvodu je 1 139 Ω . Pro měření bude proto postačovat měřicí rozsah 2 000 Ω . Hodnota 1,1 k Ω zhruba odpovídá předřazenému odporu 1 k Ω , který je potřeba k rozsvícení LED.

Celková impedance obvodu včetně LED 31,3 k Ω . Abyste ji mohli změřit, přepněte rozsah multimetru na 200 k Ω .

Měření impedance v obvodu by se mělo provádět jen bez připojení napájení, a proto nesmí být k obvodu připojena žádná baterie.

Obr. 57: Na 2 rezistorech (1 k Ω), které jsou v obvodu nainstalovány paralelně, lze měřit jen celkovou impedanci, v tomto případě 493 Ω .



Obr. 58: Při měření jednotlivých rezistorů v paralelním obvodu odpojte jednu stranu rezistoru. Jen tak je možné změřit impedanci každého jednotlivého rezistoru.



Obr. 59: Měření jednotlivých rezistorů v obvodu funguje správně jen za předpokladu, že s nimi nejsou paralelně propojeny další komponenty.



Obr. 60: Určení celkové impedance obvodu; pokud byla naměřena nekonečně velká hodnota, může to znamenat, že obvod je vadný.



Měření jednotlivých proudů v obvodu

V čistě sériovém obvodu teče přes všechny komponenty (např. rezistory) stejný proud. Proud je proto všude stejný. Pokud je několik spotřebičů propojeno paralelně, celkový proud se dělí na jednotlivé proudy, které jsou tím větší, čím je menší odpor spotřebiče a naopak. Součet jednotlivých proudů v paralelním obvodu je stejný jako celkový proud. Pro paralelní obvod platí:

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

Pro sériový obvod s několika spotřebiči platí:

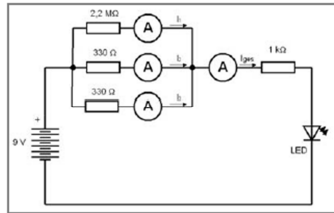
$$I_{ges} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$$

Pro účely tohoto cvičení vytvořte obvod s 3 paralelně zapojenými rezistory, z nichž dva mají 330 Ω (každý) a třetí 2,2 M Ω . Aby bylo možné multimetr přepnout na jiné měření, vytvořte drátové přemostění, které můžete v případě potřeby snadno odstranit. K třem paralelně zapojeným rezistorům připojte sériově další rezistor 1 (k Ω). Nakonec nainstalujte LED, která je napájena přes rezistory. I v této části by mělo být možné měřit proud.

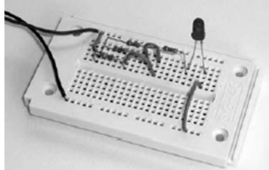
Celkový proud I_{ges} tohoto obvodu je 4,87 V. Jedná se o celkový proud, který teče přes 3 paralelní rezistory a poté sériový rezistor a LED.

Přes velmi velký rezistor 2,2 M Ω stěží poteče nějaký proud. Naměřený proud přibližně 1 mA však naznačuje vysokou chybu měření. K tomu, aby přes něj protékal proud 1 mA, by bylo potřebné napětí 2 200 V. Přes rezistory 330 Ω protká proud kolem 2,4 mA. Z důvodu nevyhnutelné chyby měření je součet všech jednotlivých naměřených proudů o něco menší, než je celkový proud.

Obr. 61: V tomto obvodu s několika paralelními a sériovými rezistory budete potřebovat drátové přemostění, které při měření proudu můžete zaměnit za multimetr.



Obr. 62: Abyste získali vhodné měřící body pro měření proudu na paralelních rezistorech, musí se paralelní rezistory ohnout na různou délku.



Obr. 63: Celkový proud naměřený v tomto obvodu je 4,87 mA. Jedná se o celkový proud, který protéká přes 3 paralelní rezistory a poté sériový rezistor a LED.



Obr. 64: Přes velmi velký rezistor 2,2 MΩ stěží poteče nějaký proud. Naměřený proud přibližně 1 mA je dán jen vysokou chybou měření. Ve skutečnosti je hodnota mnohem nižší.



Obr. 65: Přes oba rezistory 330 Ω teče proud 2,4 A



Kontrola výsledků měření

Některé vzorce jsme uvedli už výše. V této části návodu si přiblížíme nejdůležitější pravidlo, tj. Ohmův zákon. Zákon popisuje vztah mezi proudem, napětím a odporem a na výpočtech ukazuje to, co jste už zjistili při měření. Například, že přes silné rezistory protéká velmi nízký proud a dochází přitom k poklesu napětí.

Ohmův zákon pro stejnosměrný proud a stejnosměrné napětí

$$R = U / I$$

$$I = U / R$$

$$U = I * R$$

U... Napětí ve voltech (V)

I... Proud v ampérech (I)

R... Impedance v Ohmech (Ω)

Uvedený vztah pomáhá podložit měření výpočtem. Výpočtem můžete také zjistit možné chyby měření, k nimž může docházet, např. když špatně přečtete desetinné místo výsledku.

Ohmův zákon Vám také ušetří nepotřebná měření. Například, když znáte napětí a odpor, můžete použít vzorec $I = U / R$ pro výpočet proudu, který protéká obvodem. Samozřejmě můžete určit i jednotlivé proudy nebo napětí v obvodu a vypočítat odpory.

Příklad výpočtu:

Jak vysoký je proud protékající rezistorem 330 Ω, když přitom dochází k poklesu napětí 9 V?

$$I = U / R \quad 9 \text{ V} / 330 \text{ Ω} = 0,027 \text{ A} = 27 \text{ mA}$$

Celkový odpor obvodu je 1 500 Ω a celkový proud protékající obvodem je $I_{ges} = 40 \text{ mA}$.

Jaké je napětí v obvodu?

$$U = I * R \quad 0,04 \text{ A} * 1,500 \text{ Ω} = 60 \text{ V}$$

Použití multimetru jako zkoušečky baterií

Multimetry lze využít také jako zkoušečky baterií. Protože měří přesně napětí, umožňují určit, jak je baterie nebo nabíjecí akumulátor nabitý. Označení výsledku jako „dobrá / špatná“ na mnohých zkoušečkách baterií neposkytuje příliš konkrétní vyhodnocení.

Pro kontrolu napětí baterie se musí multimetr přepnout na měření stejnosměrného napětí. Protože znáte předpokládané maximální napětí, můžete hned nastavit správný rozsah napětí pro měření, např. na hodnotu 2 V v případě 1,5 V baterií.

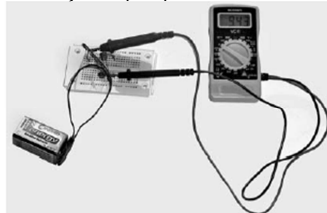
Červený kabel připojte na kladný pól a černý kabel na záporný pól. Na displeji uvidíte přesnou hodnotu napětí. Několik multimetrů, včetně Voltcraft VC-11 má pro měření baterií samostatný rozsah (obvykle 1,5 V a 9 V). Tyto rozsahy můžete používat pro velmi přesné změření baterií.

I když multimetr zobrazuje napětí s přesností na 2 desetinná místa, nemá to příliš velkou vypovídací hodnotu. Zde naměřené napětí naprázdno je vždy vyšší než napětí baterie pod zátěží. Směrodatné výsledky měření jsou možné jen v případě, že se určí pokles napětí baterie nebo nabíjecího akumulátoru pod zátěží.

Obr. 66: Jalové napětí této baterie je 9,6 V



Obr. 67: Pod zátěží klesá napětí na 9,43 V. Spolehlivé určení, zda je baterie dostatečně nabitá, získáte jen za předpokladu měření baterie při obvyklé zátěži.



Měření diod

Diodou protéká proud jen jedním směrem. Pro určení směru toku je multimetr vybaven funkcí testu diod. Obvykle funguje jako zkušební průchodnosti a poskytuje akustickou signalizaci průtoku proudem. Diody lze měřit i pomocí funkce měření impedance. Pokud se naměří velmi nízké hodnoty impedance, měření probíhá ve směru toku. V případě velmi vysokých impedancí měření probíhá v opačném směru.

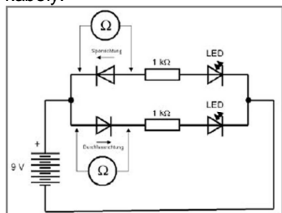
Nejdříve vytvořte obvod, který se skládá z LED s rezistorem 1 k Ω . Přidejte na vodič v obvodu diodu. Paralelně zapojte na zkušební desku druhou diodu. Nyní nainstalujte diodu v obráceném směru. Směr diody poznáte podle proužku na těle diody. Když připojíte baterii, rozsvítí se jen jedna LED. Druhá zůstane tmavá, protože její dioda se používá v obráceném směru. Pamatujte si, která dioda svítí a která nesvítí a baterii z obvodu odpojte.

Nyní přepněte multimetr na měření impedance a kabely připojte k oběma koncům diody jako při měření impedance. Udělejte to postupně na obou diodách. Pokud se na displeji objeví „1 ---“, měříte diodu v obráceném směru. Pokud se ukáže naměřená hodnota, měření probíhá ve směru toku.

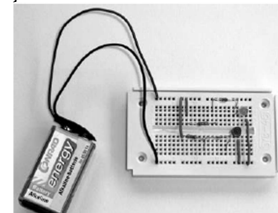
Když jste naměřili obrácený směr na rozsvícené diodě, ukazuje to, že vodiče připojené k diodě jsou prohozeny. Při testování diod dodržujte správnou polaritu. Červený měřicí kabel se musí připojit na stranu proužku. Obecně však musíte dávat pozor na tok proudem v obvodu.

Tuto metodu měření lze použít i pro zkušební funkčnost diod. Diody jsou v pořádku jen za předpokladu, že vedou proud jen jedním směrem a v opačném směru tok blokuje. Jakýkoliv jiný výsledek měření indikuje vadnou součástku.

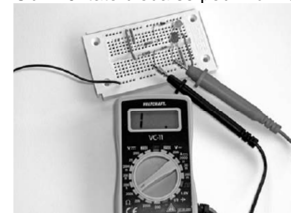
Obr. 68: Obvod pro zkušební diod vypadá poměrně komplikovaně. Pomůže Vám však rozpoznat, co se děje, pokud je dioda nainstalována správně a nesprávně a také, jak správně připojit k diodě měřicí kabely.



Obr. 69: Tento obvod obsahuje dva jednoduché LED obvody. Na každém z kabelů je nainstalována jedna dioda. Jedna ve směru toku a jedna v obráceném směru.



Obr. 70: tato dioda se používá v obráceném směru. Zjištěna impedance je nekonečná.



Obr. 71: Pokud se červený kabel dotýká té strany diody, která je označena proužkem, měří se v směru, kterým propouští proud.



Obr. 72: Druhou možností je funkce testu diody na multimetru Voltcraft VC-11. Pokud se zobrazuje naměřená hodnota, dioda se měří v směru, kterým propouští proud.



Kontrola tranzistorů

Pro přesné měření tranzistorů lze používat jen některé z multimetrů. Obvykle však je možné zkontrolovat celkovou funkčnost tranzistoru i pomocí jednoduchého multimetru. Musíte se přitom ovšem uspokojit jen s výsledkem „funguje“, nebo „nefunguje“.

Představte si tranzistor, který se skládá z dvou diod, čemuž odpovídá i příslušné schéma obvodu. Nejdříve nastavte multimetr na funkci test diod. V případě Voltcraft VC-11 je označena červeným schématem obvodu diody. Pro zkoušku NPN tranzistoru připojte červený měřicí kabel na bázi a černý střídavě na kolektor a na emitor. Přístroj by měl v obou případech ukazovat přibližně stejnou naměřenou hodnotu. Jestliže přístroj vykazuje napětí v tomto měřicím rozsahu, měli byste naměřit 0,7 až 0,8 V.

VC-11 ukazuje jen relativní hodnoty, které jsou však na obou stranách přibližně stejné (kolem „1080“) a poskytují informaci o tom, zda je tranzistor v pořádku nebo ne.

Pokud chcete touto metodou testovat PNP tranzistor, stačí jen prohodit měřicí kabely.

Obr. 73: jednoduché multimetry lze použít jen k jednoduchému zjištění, zda je tranzistor v pořádku, nebo ne. Pro zkoušku NPN tranzistoru připojte červený měřicí kabel na bázi a černý střídavě na kolektor a na emitor.



Obr. 74: V obou případech by se na displeji měly ukázat více méně stejné hodnoty.

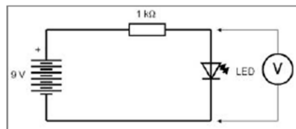


Kontrola LED

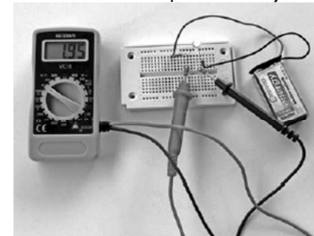
Pomocí multimetru můžete provést testování LED velmi jednoduchým způsobem. Vytvořte na zkušební desce jednoduchý obvod s LED. Pře LED umístěte rezistor 1 kΩ a připojte baterii 9 V, aby se LED rozsvítila.

Nyní změřte pokles napětí na LED. K přípojkám na LED připojte měřicí kabely. Multimetr je tak zapojen paralelně k spotřebiči, jak to vyžaduje měření napětí. Naměřený pokles napětí je v tomto případě asi 2 V. Kromě toho můžete zkontrolovat, zda LED svítí nebo ne.

Obr. 75: V tomto jednoduchém obvodu s LED můžete testovat funkčnost LED pomocí funkce voltmetru.



Obr. 76: Pokles napětí na LED je asi 2 V



Měření teploty

Různé multimetry dokážou měřit i teplotu. Vyžaduje to, aby byly vybaveny teplotním čidlem. Například multimetr Voltcraft VC-840 používá senzor typu K - NiCrNi (Nikl-chrom-nikl). Rozsah měření teploty je v tomto případě od -40 °C do +1 000 °C. Drátový teplotní senzor dodávaný s přístrojem je určen pro měření teploty do +400 °C.

Nejdříve nastavte multimetr na měřicí rozsah „°C“, který slouží pro měření teploty. Zapněte přístroj. Uvidíte, že můžete měřit teplotu prostředí i bez připojeného teplotního senzoru. Dovoluje Vám to rychle změřit pokojovou teplotu.

Nyní připojte k multimetru dva měřicí kabely teplotního senzoru. Černý kabel připojte jako obvykle ke zdířce COM. Červený kabel je připojen ke zdířce Ω AmA°C. Vzhledem k tomu, že tato zdířka se obvykle nepoužívá pro měření na elektrických komponentech nebo v obvodech, může se to zdát jako divné. Nesprávné připojení je také jedním z nejčastějších zdrojů chyb, když měření teploty nefunguje.

Ke zdířce Ω AmA°C nepřipojujte napětí. Multimetr by se tím mohl zničit. Vysokým teplotám odolává jen senzor v hrotu drátového teplotního senzoru. Vlastní multimetr ano měřicí kabely nikdy nevystavujte vysokým teplotám!

Zatímco naměřené hodnoty elektrických veličin vidíte téměř okamžitě, měření teploty vyžaduje určitý čas. Protože teplotní senzory mohou být složeny z různých materiálů, musí se nejdříve zahřát na měřenou teplotu. Držte proto teplotní senzor na nebo v měřené substanci, dokud se displej nestabilizuje. Může to trvat asi 30 sekund.

Obr. 77: Pokud jste nastavili multimetr na rozsah měření teploty, můžete změřit teplotu v prostředí.



Obr. 78: Pro měření teploty se používá senzor typu K NiCrNi (Nikl-chrom-nikl). Je určen pro měření teploty až do +400 °C.



Obr. 79: Černý kabel je připojen ke zdičce COM. Červený kabel je připojen ke zdičce Ω AmA°C.



Obr. 80: Měření teploty vzduchu v blízkosti halogenové lampy. Vysoké teplotě se smí vystavit jen hrot teplotního senzoru.



Příkon a práce

Multimetr lze nepřímo použít i pro výpočet příkonu a práce, kterou vykonává elektrická energie. Nejdříve určete příkon. Vyžaduje to změření proudu a napětí v obvodu. V každém případě se musí změřit celkový proud I_{ges} a celkové napětí U_{ges} .

Pro výpočet příkonu použijte vzorec $P = U \cdot I$

P = Elektrický příkon ve wattech (W)

U = Napětí ve voltech (V)

I = Proud v ampérech (A)

Pokud se chcete dozvědět i to, jak je vysoká spotřeba elektrické energie, např. v průběhu 1 hodiny, musíte vynásobit dříve vypočtený příkon 3 600 sekundami.

Vzorec: $W = P \cdot T$

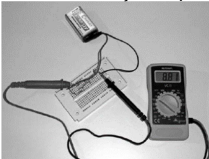
W = Elektrická práce ve wattsekundách (Ws)

P = Elektrický příkon ve wattech (W)

T = Čas v sekundách (s)

Měřiče proudu pracují na stejném principu, ale obvykle s vyššími jednotkami, než jsou wattsekundy. Běžně používají jako jednotku kilowatthodinu (kWh).

Obr.: 81: Pro zjištění příkonu vykonané elektrické práce určete nejdříve jen celkové napětí U_{ges}



Obr. 82: Určete celkový proud I_{ges} a můžete vypočítat požadovanou hodnotu.



Recyklace



Elektronické a elektrické produkty nesmějí být vhadzovány do domovních odpadů. Likviduje odpad na konci doby životnosti výrobku přiměřeně podle platných zákonných ustanovení.

Šetřete životní prostředí! Přispějte k jeho ochraně!

Manipulace s bateriemi a akumulátory



Nenechávejte baterie (akumulátory) volně ležet. Hrozí nebezpečí, že by je mohly spolknout děti nebo domácí zvířata! V případě spolknutí baterií vyhledejte okamžitě lékaře! Baterie (akumulátory) nepatří do rukou malých dětí! Vyteklé nebo jinak poškozené baterie mohou způsobit poleptání pokožky. V takovém případě použijte vhodné ochranné rukavice! Dejte pozor nato, že baterie nesmějí být zkratovány, odhazovány do ohně nebo nabíjeny! V takovýchto případech hrozí nebezpečí exploze! Nabíjet můžete pouze akumulátory.



Vybité baterie (již nepoužitelné akumulátory) jsou zvláštním odpadem a nepatří do domovního odpadu a musí být s nimi zacházeno tak, aby nedocházelo k poškození životního prostředí!



K těmto účelům (k jejich likvidaci) slouží speciální sběrné nádoby v prodejnách s elektrospotřebiči nebo ve sběrných surovinách!

Šetřete životní prostředí!

Záruka

Na stavebnici Conrad – měřiči technika poskytujeme **záruku 24 měsíců**.

Záruka se nevztahuje na škody, které vyplývají z neodborného zacházení, nehody, opotřebení, nedodržení návodu k obsluze nebo změn na výrobku, provedených třetí osobou.

Příklad tohoto návodu zajistila společnost Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.

Všechna práva vyhrazena. Jakékoliv druhy kopíí tohoto návodu, jako např. fotokopie, jsou předmětem souhlasu společnosti Conrad Electronic Česká republika, s. r. o. Návod k použití odpovídá technickému stavu při tisku! **Změny vyhrazeny!**

© Copyright Conrad Electronic Česká republika, s. r. o.

VAL/12/2015