

Obj. č.: 63 18 45

Vážená zákaznice, vážený zákazníku,

velice nás potěšilo, že jste se rozhodla (rozhodl) pro koupi této experimentální stavebnice, která Vás nebo Vaše děti zasvětila do tajů elektrotechniky (elektroniky) polovodičových součástek, svítivých diod (LED), tranzistorů, odporů, kondenzátorů atd., obvodů 40 různými napínavými experimenty (zapojeními).

Pokud budete chtít některé zapojení používat trvale, můžete příslušné součástky trvale připájet na vhodnou desku nebo spájet jejich vývody cínovou pájkou.

Tento návod k použití je součástí tohoto výrobku. Obsahuje důležité pokyny k provedení různých elektronických zapojení. Ponechte si proto tento návod k použití, abyste si jej mohli kdykoliv přečíst. Tato stavebnice je vhodná pro děti od 14 let.

Jestliže tuto stavebnici prodáte nebo ji darujete, předejte kupci nebo darovanému tento návod k použití.

Obsah

Strana

Úvod	4
Simulační programy	4
1. Popis součástí a součástek stavebnice	4
Propojovací kabely s krokosvorkami	4
Baterie (napájení obvodů)	5
Stejnoseměrný elektrický motorek (dynamo)	7
Svítivé diody (LED)	7
Odpory (rezistory)	8
Kondenzátory	9
Tranzistory	9
Křemíkové usměrňovací diody	10
2. Elektrický proudový okruh (obvod)	11
2.1 Princip elektrického topení (Pozor na vysokou teplotu!)	11
2.2 Zapojení elektrického motorku do elektrického obvodu	12
2.3 Elektrický proud a směr jeho toku	13
2.4 Elektrická energie a výkon (příkon)	15
2.5 Elektrické napětí	16
2.6 Elektrický odpor (rezistor)	19
3. Svítivé diody (LED)	21
3.1 Svítivá dioda s předřazeným odporem (malá svítilna).....	21
3.2 Předřadné odpory pro svítivé diody.....	22
3.2 Změna barvy LED	24
3.3 Směr toku elektrického proudu svítivou diodou (propustný a závěrný směr)	26
3.4 Určení minimálního napětí LED v propustném směru	27
3.5 Zvýšení efektivity	29
4. Spínače	31
4.1 jednoduchý senzor otřesů	31
4.2 Zapnutí nebo vypnutí elektrického spotřebiče (funkce vypínače).....	31
4.3 Jednoduché přepínače.....	32
4.4 Zapojení „A“ (digitální, logický součet)	33
4.5 Zapojení „logické funkce nebo“	34
4.6 Schodištní (chodbové) přepínače osvětlení	35
5. Paralelní nebo sériové elektrických spotřebičů	36
5.1 Barevné hry se svítivými diodami (Přepínání barev pomocí tlačítka).....	37
5.2 Použití svítivé diody jako kontrolky (světelné signalizace) se spínačem (s tlačítkem)	38
5.3 Prahové hodnoty (charakteristiky) svítivých diod	38
5.4 Zapojení svítivých diod do série	41
5.5 Křemíková usměrňovací dioda.....	43
5.6 Kontrola (zkoušečka) polarity napájecích zdrojů.....	43
6. Elektromagnetismus a indukce (elektromotorická síla)	44
6.1 Kapesní svítilna s dynamem	44
6.2 Kontrola směru otáčení motorku (dynama), polarity napětí.....	45
6.3 Elektromagnetická indukce	46

7. Použití kondenzátorů v zapojeních se svítivými diodami	47
7.1 Nabíjení kondenzátoru z baterie a vybíjení elektrolytického kondenzátoru přes LED	47
7.2 Vybíjení kondenzátoru přes svítivou diodu s přepínačem (bleskové světlo)	48
7.3 Použití svítivé diody jako bleskového světla (pomalé nabíjení kondenzátoru)	49
7.4 Použití dvou svítivých diod s přepínačem jako bleskového světla	50
7.5 Bleskové světlo s dynamem.....	51
8. Zapojení s tranzistory	52
8.1 Dotykové čidlo reagující na dotyk prstu ruky.....	52
8.2 Tranzistor jako zesilovač signálu (proudu).....	54
8.3 Tranzistor jako invertor – viz též odstavec 8.7 Tranzistor jako invertor (přepínač)	56
8.6 Elektronická jednosměrná cesta (hradlové vrstvy tranzistoru)	58
8.7 Tranzistor jako invertor (přepínač)	59
8.8 Konstantní (neměnný) jas svítivé diody (stabilizace proudu)	60
8.10 Zpožďovací obvod (minutové světlo)	61
8.11 Časové spínací hodiny (časový spínač).....	62
8.12 Spínač elektrického motorku.....	63
8.13 Detektor směru otáčení elektrického motorku.....	64
9. Měřicí přístroje	66
10. Příloha: Testovací přístroje se svítivými diodami (zkoušečky)	68
10.1 Zkoušečka kabelů, pojistek, žárovek (optická signalizace průchodnosti obvodů)	68
10.2 Kontrola vodní hladiny a elektrické vodivosti vody	68
10.3 Poplachová zařízení se svítivými diodami (alarmy)	69
10.4 Kontrola polarit napájecích zdrojů	70
10.5 Zkoušečka napětí baterií.....	70
10.6 Svítivé diody jako čidla (senzory) teploty	71

Úvod

Tato stavebnice obsahuje součástky, které Vám jako začátečníkům umožní proniknout do tajů elektroniky a elektrotechniky. Jednoduché experimenty a zapojení Vás naučí základům elektroniky.

V kapitolách 2. až 8. jsou popsána jednoduchá zapojení, aniž byste museli provádět předchozí rozsáhlé výpočty. Tato zapojení (tyto experimenty) Vám pomohou pochopit fyzikální souvislosti jakož i analyzovat komplexní zapojení. V těchto pokusech popisujeme použití jednoduchých ručičkových (analogových) a složitějších digitálních měřících přístrojů. Tyto měřicí přístroje nejsou součástí dodávky této stavebnice a budete si je muset opatřit zvlášť. V tomto návodu vycházíme z letitých osvědčených praktických zkušeností a poznatků a nepopisujeme do hloubky teorii, abyste mohli provádět bez průtahů zajímavé experimenty. Při čtení tohoto návodu ale zjistíte, že je v některých případech teorie nutná. Jak se říká: „Trochu teorie nikoho nezabije“.

Simulační programy

V této stavebnici naleznete na přiloženém kompaktním disku (CD) simulační programy (v německém a v anglickém jazyce), pomocí kterých získáte přehled o různých zapojeních a praktických aplikacích, které popisujeme v tomto návodu k použití. V jednotlivých soborech na tomto CD naleznete dále popis technických parametrů různých elektronických součástek včetně integrovaných obvodů.

1. Popis součástí a součástek stavebnice

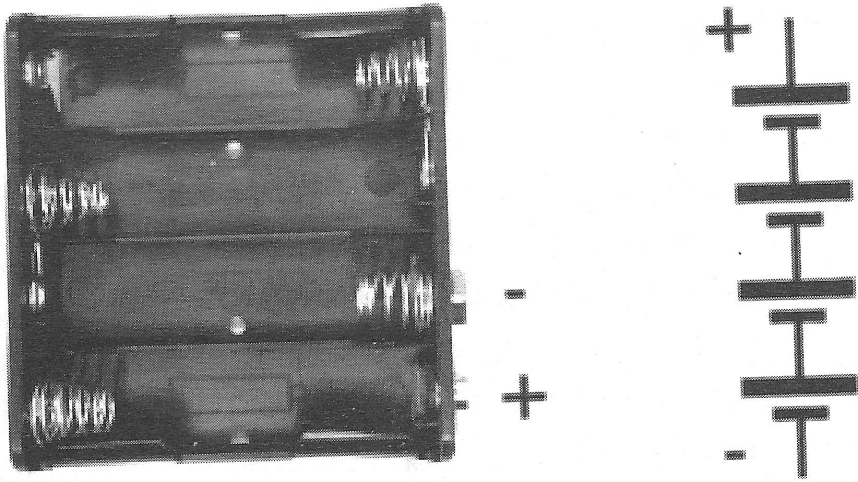
Propojovací kabely s krokosvorkami



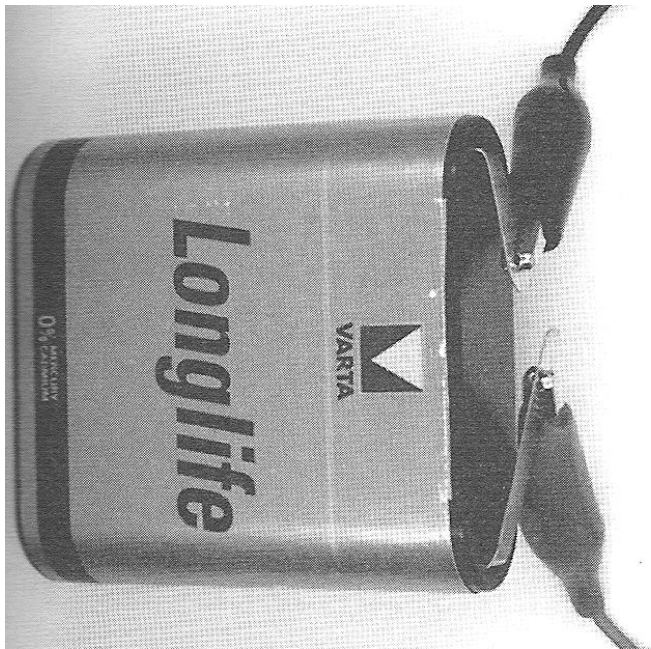
K veškerým propojením součástek použijte ke stavebnici přiložené různobarevné propojovací kabely, které jsou opatřeny krokosvorkami.

Pokud budete chtít některé zapojení používat trvale, můžete příslušné součástky (jejich vývody) spájet cinovou pájkou.

Baterie (napájení obvodů)



K napájení elektronických obvodů (zapojení) budete potřebovat baterie s jmenovitým napětím 1,5 V velikosti AA (tyto baterie nejsou součástí dodávky stavebnice). Tyto baterie vložíte správnou polaritou plus (+) a minus (-) jejich kontaktů do přiloženého bateriového pouzdra – viz vyobrazení výše. Z tohoto bateriového pouzdra budete moci odebrat napětí 1,5 V / 3 V / 4,5 V a 6 V. K napájení obvodů, které vyžadují napětí 4,5 V, můžete použít také plochou baterii.



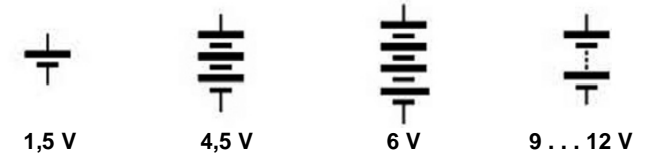
Některé pokusy vyžadují k napájení stejnosměrné napětí 9 V. K tomto účelu použijte baterii s jmenovitým napětím 9 V.



Baterie 9 V a její schématická značka

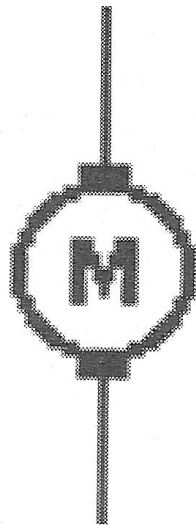
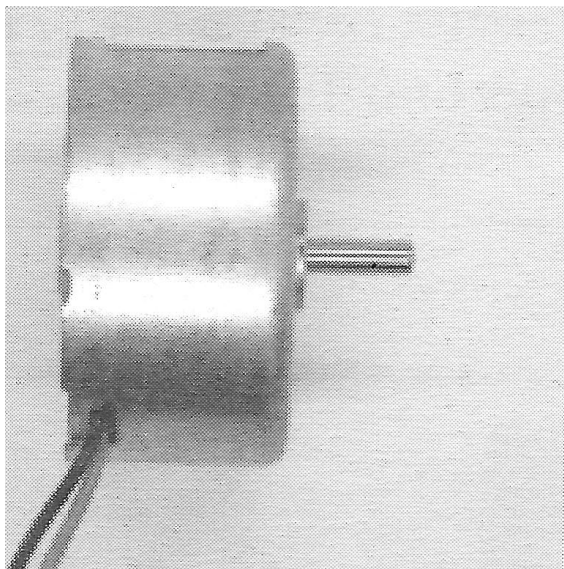
K napájení elektronických obvodů Vám doporučujeme používat obyčejné (levné) zinko-uhlíkové baterie. Alkalické baterie mají sice dlouhou životnost, ale v případě zkratu hrozí nebezpečí přepálení nebo přílišné zahřátí propojovacích vodičů (tenkých drátků, pokud je použijete místo propojovacích kabelů s kokosvorkami), neboť tyto baterie dokážou v těchto případech dodávat proud až 5 A. Totéž platí i pro použití akumulátorů (akumulátorových baterií) NiMH nebo NiCd. Zinko-uhlíkové baterie dodávají v případě zkratu většinou nižší proud než 1 A. Tyto baterie také dokážou zničit choulostivé součástky, ale při jejich použití nehrozí žádné nebezpečí popálenin.

Jednoduchá zinko-uhlíková nebo alkalická baterie (jeden kulatý článek) má napětí 1,5 V. V baterii složené z více článků jsou tyto články zapojeny do série.



Schématické značky baterií s různým napětím

Stejnoseměrný elektrický motorek (dynamo)



Tento motorek můžete napájet stejnosměrným napětím 1 V až 12 V. Na polaritě napájení nezáleží. Motorek se bude otáčet buď doprava nebo doleva..

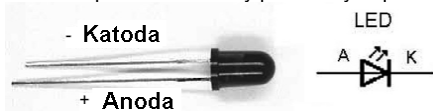
Svitivé diody (LED)

Zkratka LED znamená „Light Emitting Diode“ (dioda emitující [vyzařující] světlo).

Tato stavebnice obsahuje jednu červenou LED a jednu zelenou LED a jednu vysoce jasnou bílou LED. U všech svítivých diod je nutné dodržet při jejich zapojování správnou polaritu jejich vývodů.

Kratší vývod minus (–) představuje katodu a delší vývod plus (+) představuje anodu. Uvnitř svítivé diody se nachází držáček ve tvaru pohárku, který přidržuje krystal, který je připojen ke katodě. Anoda je připojena velmi tenkým drátkem k povrchu krystalu.

Dejte pozor na to, že na rozdíl od obvyklých žárovek nesmíte svítivou diodu připojit přímo ke kontaktům baterie. K tomuto účelu se používá takzvaný předřadný odpor neboli rezistor.



Svitivá dioda a její schématická značka

Odpory (rezistory)

Odpory (rezistory), které jsou součástí této stavebnice () celkem 10 kusů s různými hodnotami, mají toleranci $\pm 5\%$. Jinak jsou tyto odpory vyrobeny z keramické trubičky a jejich kovová odporová vrstvička je opatřena ochranným nátěrem (lakem). Příslušnou hodnotu odporu a její přesnost (toleranci) poznáte podle uspořádání barevných proužků na ochranném nátěru



Odpor (rezistor) a jeho schématická značka

Tabulka 1.1: Hodnoty odporů podle normované řady E 24

1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
1,8	2,0	2,2	2,4	2,7	3,0
3,3	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1
5,6	6,2	6,8	7,5	8,2	9,1

Barevné označení odporů proužky začíná prvním levým proužkem. První dva proužky znamenají dvě číslice základní hodnoty odporu, třetí proužek představuje násobitel (multiplikátor) základní hodnoty v ohmech (Ω) a čtvrtý proužek znamená toleranci.

Tabulka 1.2: Barevné označení odporů

Barva	1. proužek 1. číslice	2. proužek 1. číslice	3. proužek Multiplikátor	4. proužek Tolerance
Černá		0	1	
Hnědá	1	1	10	1 %
Červená	2	2	100	2 %
Oranžová	3	3	1.000	
Žlutá	4	4	10.000	
Zelená	5	5	100.000	
Modrá	6	6	1.000.000	
Fialová	7	7	10.000.000	
Šedá	8	8		
Bílá	9	9		
Zlatá			0,1	5 %
Stříbrná			0,01	10 %

Rezistor označený žlutým, fialovým, hnědým a zlatým proužkem má hodnotu 470 Ω a toleranci $\pm 5\%$.

U rezistorů s kovovou odporovou vrstvou, které jsou označeny pěti barevnými proužky, lze jejich hodnoty zjistit poněkud obtížněji než u starších typů rezistorů s uhlíkovou odporovou vrstvou, které jsou označeny pouze čtyřmi barevnými proužky.

Tato stavebnice obsahuje po dvou rezistorech s následujícími hodnotami:

47 Ω (žlutý, fialový a černý proužek);

100 Ω (hnědý, černý a hnědý proužek);

470 Ω (žlutý, fialový a hnědý proužek);

1 kΩ (hnědý, černý a červený proužek);

100 kΩ (hnědý, černý a žlutý proužek)

Kondenzátory

K dalším důležitým součástkám v elektrotechnice patří kondenzátor, který se skládá ze dvou kovových ploch (desek, svítek kovových fólií), které jsou od sebe odděleny izolační vrstvou (fólií, u starších otočných neboli ladících kondenzátorů se používal k izolaci vzduch).

Přivedeme-li ke kontaktům kondenzátoru stejnosměrné napětí, vytvoří se mezi deskami kondenzátoru elektrické silové pole, čímž se do kondenzátoru uloží elektrická energie neboli náboj.

Kondenzátor s velkou plochou kovových desek a s poměrně tenkou izolační vrstvou mezi oběma deskami (s malou vzdáleností kovových desek od sebe) má velkou kapacitu. Jednotka této kapacity se nazývá farad (F).

Izolační vrstva (speciální dielektrikum) mezi kovovými destičkami těchto kondenzátorů zvyšuje oproti vzduchové izolaci kapacitu těchto kondenzátorů. U keramických kondenzátorů se tomuto účelu používá speciální keramický materiál, který zvyšuje kapacitu kondenzátorů s velmi malými rozměry.



Keramický kondenzátor a jeho schématická značka

Velmi velké kapacity mají takzvané elektrolytické kondenzátory, které používají jako izolaci velmi tenkou vrstvu z kyslíčnicku (oxidu) hlinitého. Uvnitř těchto elektrolytických kondenzátorů se nachází tekutý elektrolyt a svítky hliníkových fólií s velmi velkou plochou. U těchto kondenzátorů musíte dodržet správnou polaritu plus a minus jejich kontaktů.

Při nesprávné polaritě protéká těmito kondenzátory svodový proud, který ničí izolaci mezi oběma hliníkovými svítky a který může způsobit jejich zničení. Příliš vysoké napětí, vyšší než jmenovité, může způsobit prasknutí kondenzátoru s následnou explozí. Minus kontakt (-) těchto kondenzátorů bývá označen bílým proužkem a jeho vývod je kratší.

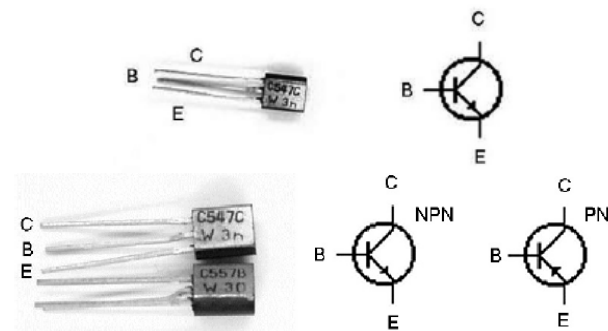
V této stavebnici se nacházejí dva elektrolytické kondenzátory s kapacitou 100 μF a 22 μF.



Elektrolytický kondenzátor a jeho schématická značka

Tranzistory

Tranzistory jsou elektronické součástky, které zesilují proud. Tato stavebnice obsahuje jedeni křemíkový tranzistor NPN „BC547“.



Tranzistory a jejich schématické značky

Vývody tranzistorů se nazývají emitor (E), báze (B) a kolektor (C). Prostřední vývod představuje bázi, emitor se nachází na pravé straně a kolektor na levé straně tranzistoru.

Křemíkové usměrňovací diody

Dioda představuje elektrický ventil (usměrňovač), neboť propouští elektrický proud pouze jedním směrem. V elektronických zapojeních se používají germaniové diody (Ge) nebo křemíkové diody (Si). V této stavebnici se nachází jedna křemíková dioda „1N4148“. Jedná se o univerzální usměrňovací diodu pro proudy do 100 mA. Katoda této diody je označena černým proužkem.



Křemíková dioda 1N4148 a její schématická značka

2. Elektrický proudový obvod (obvod)

K úspěšnému proniknutí do tajů elektrotechniky a elektroniky jsou vyžadovány jasné představy o dějích, které probíhají v elektrických obvodech, co je to náboj, elektrický proud, napětí, výkon (příkon), elektrická energie a odpor. Tyto znalosti by neměly být pouze teoretické, je nutné je umět aplikovat také ve skutečných zapojeních. V následujících odstavcích popisujeme jednoduché experimenty, které se týkají výše uvedených pojmů

2.1 Princip elektrického topení (Pozor na vysokou teplotu!)

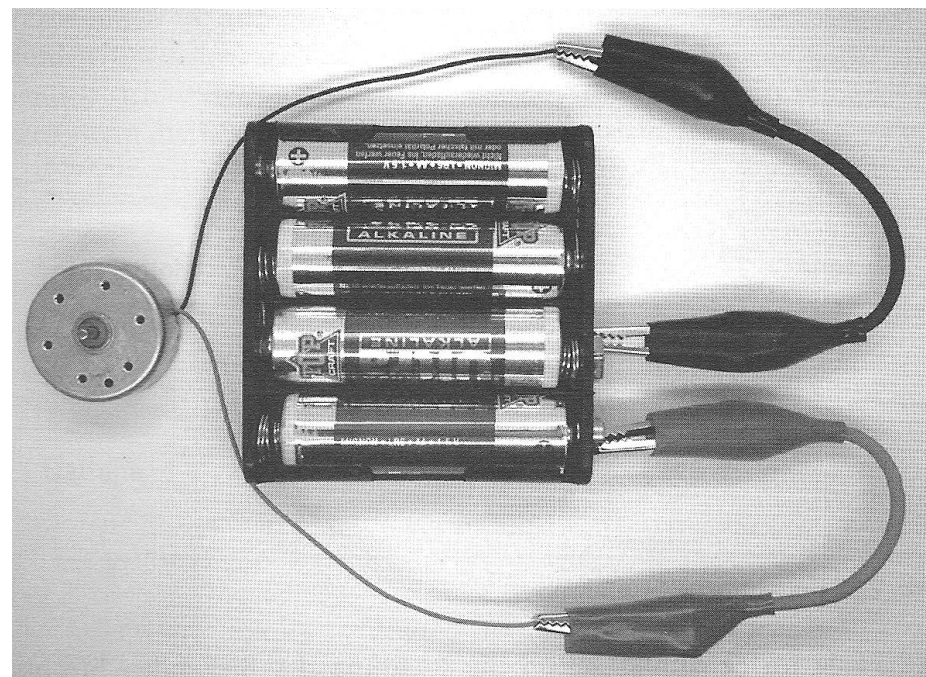
Vložte do přiloženého bateriového pouzdra 4 nové baterie 1,5 V velikosti AA a přiložte vývody rezistoru (odporu) 100Ω (hnědý, černý a hnědý proužek) ke kontaktům bateriového pouzdra.



2.2 Zapojení elektrického motorku do elektrického obvodu

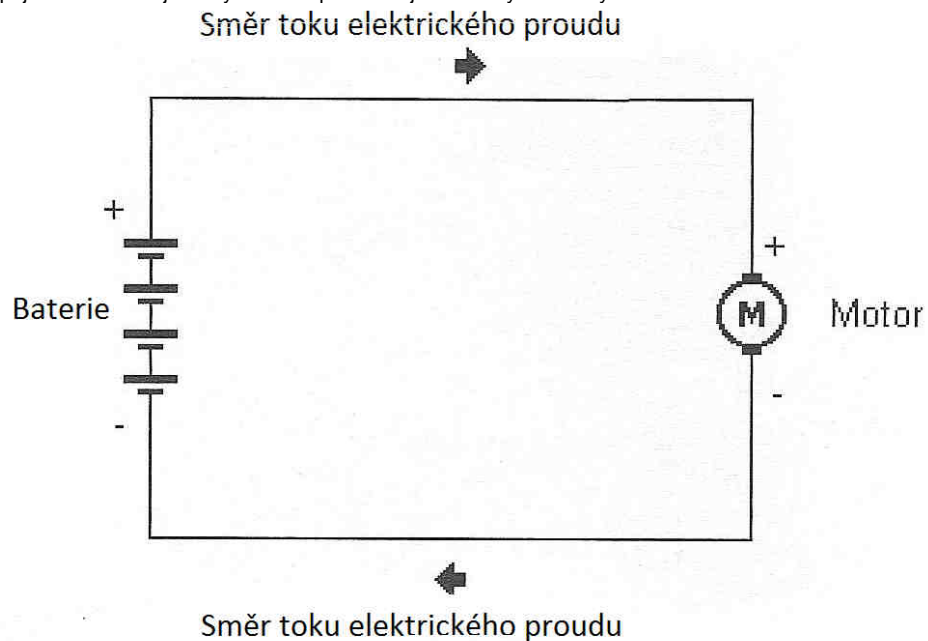
Základním pilířem elektrotechniky je elektrický obvod. Také komplexní (složitá) zapojení se skládají z jednoduchých elektrických obvodů. V následujících odstavcích popisujeme jednoduché obvody, které vyžadují ke své činnosti pouze zdroj elektrické energie (napájecí zdroj) a jeden elektrický spotřebič, například elektrický motorek.

Propojte podle následujícího vyobrazení dvěma kabely kontakty bateriového pouzdra s vývody (vodíči) elektrického motorku tyto kabely jsou ve stavebnici uspořádány do kruhu, aby bylo zdůrazněno, že se jedná o proudový obvod. Ostatní propojovací kabely s krokosvorkami jsou delší.



2.3 Elektrický proud a směr jeho toku

Zapojení na následujícím vyobrazení představuje uzavřený elektrický obvod.



Jakmile odpojíte některou krokosvorku, přerušíte tím tento obvod, kterým přestane protékat proud.

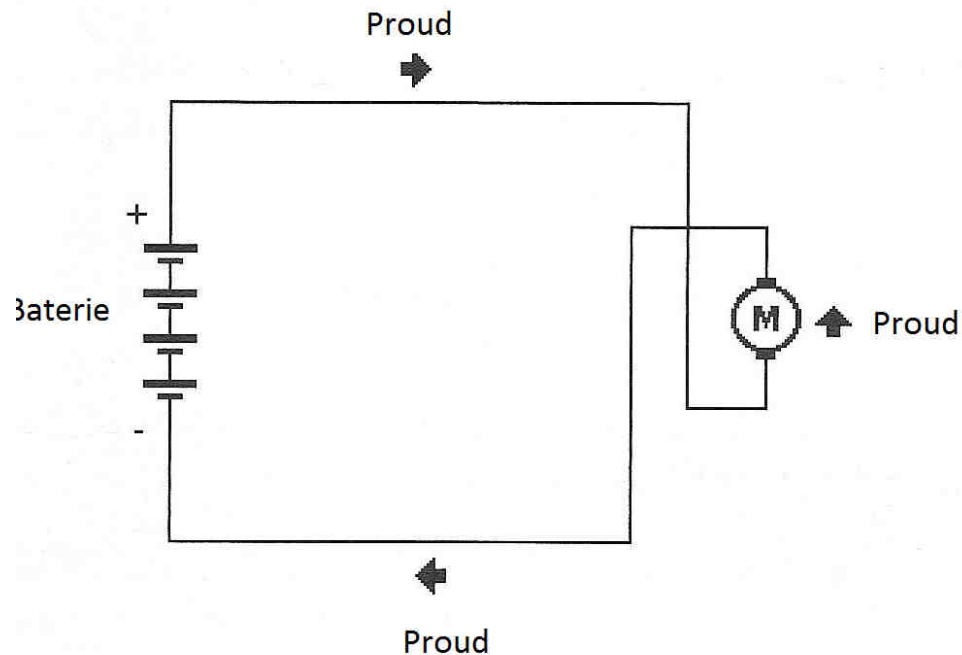
Důležité upozornění! Dejte pozor na to, abyste nezkratovali kontakty bateriového pouzdra. Tento zkrat by vytvořil také elektrický obvod, ale vysoký proud, který by tímto uzavřeným obvodem protékal, by mohl způsobit poškození (přepálení) propojovacích kabelů nebo prasknutí do bateriového pouzdra vložených baterií.

Šipky na výše uvedeném vyobrazení znázorňují směr protékajícího proudu, který vždy protéká od plus (+) kontaktu baterie přes elektrický spotřebič k minus (-) kontaktu baterie. Elektrický proud znamená pohyb (tok) elektrického náboje, který malé záporně nabitě částičky atomů (elektrony). Protony uvnitř atomových jader mají naopak kladný (pozitivní náboj), Dnes ovšem víme, že se elektrony se záporným (negativním) nábojem pohybují ve vodičích zcela obráceným směrem, než elektrický proud, než který je znázorněn šipkami na výše uvedeném obrázku.

Ve skutečnosti existují například v kapalinách také kladné (pozitivní) nosiče nábojů, které se pohybují ve směru toku proudu. Také ve svítivé diodě se nacházejí jak negativní, tak i pozitivní nosiče nábojů

Elektrický proud měříme v jednotce ampér „A“, elektrický náboj v jednotce coulomb „C“, bude-li mít náboj hodnotu „1 C“ a přesune-li se vodičem za 1 sekundu. Bude mít elektrický proud hodnotu „1A“. Velikost proudu můžeme změřit vhodným měřicím přístrojem (ampérmetrem), což vysvětlíme v dalších kapitolách. Z hodnoty elektrického proudu a z změřeného času můžeme vypočítat celkový pohybující se náboj. V této první části popisujeme experimenty bez provádění jakýchkoliv měření, ale s upozorněním, zda obvodem protéká vyšší nebo nižší proud..

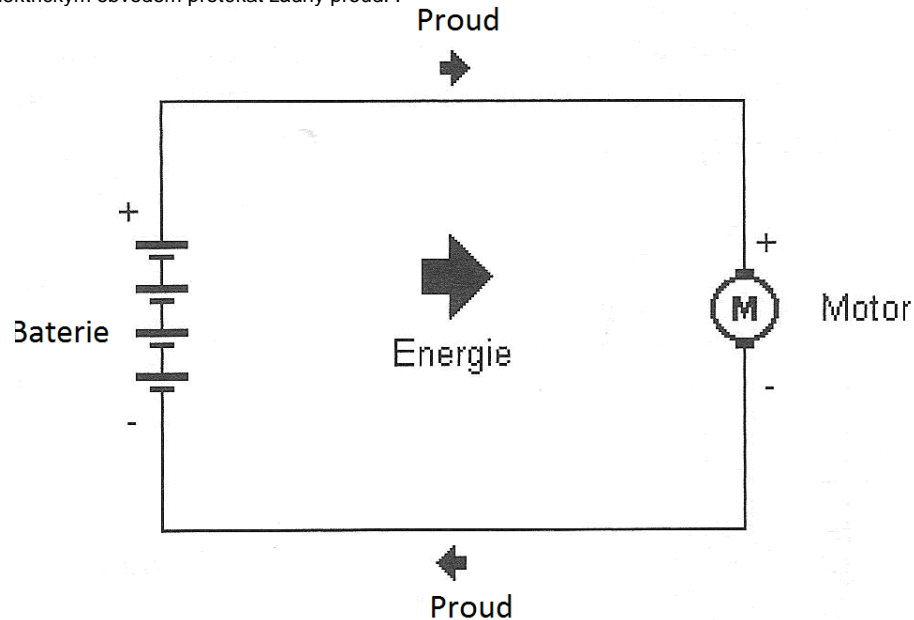
Změňte polaritu napájení elektrického motoru. Prohodte přípojky k baterii nebo k motoru. Po této akci zjistíte, že se motorek otáčí na opačnou stranu..I v tomto případě se jedná o jednoduchý (nerozvětvený) elektrický obvod, i když toto zapojení vypadá poněkud jinak než předcházející.



2.4 Elektrická energie a výkon (příkon)

Nyní by se mohl někdo domnívat, že uzavřený okruh znamená, že nemůže nikdy dojít k vybití baterie. Toto musíme následovně poopravit: Zůstává pouze zachován elektrický náboj, který není nikdy vypotřebován. Elektrická energie ovšem vyžaduje pohyb elektrického náboje. Baterii si můžeme představit jako čerpadlo elektrického náboje.

V uzavřeném elektrickém obvodu probíhá tok elektrické energie z baterie k elektrickému motoru. Elektrická energie je odebírána z baterie a v motoru se přeměňuje na pohybovou, tepelnou a zvukovou energii. Po určité době ke spotřebování energie v baterii, potom sice zůstane ve vodičích elektrický náboj, ale bude chybět energie, která by uvedla elektrický náboj do pohybu, to znamená, že nebude elektrickým obvodem protékat žádný proud.



Zabrzďte prsty I (palcem a ukazováčkem ruky) otáčející se hřídel elektrického motoru. V prstech pocítíte sílu motoru. Motorek začne v tomto případě vykonávat větší mechanickou práci a začne jím protékat vyšší proud, což znamená vyšší spotřebu elektrické energie z baterie, a tím i snížení životnosti baterie

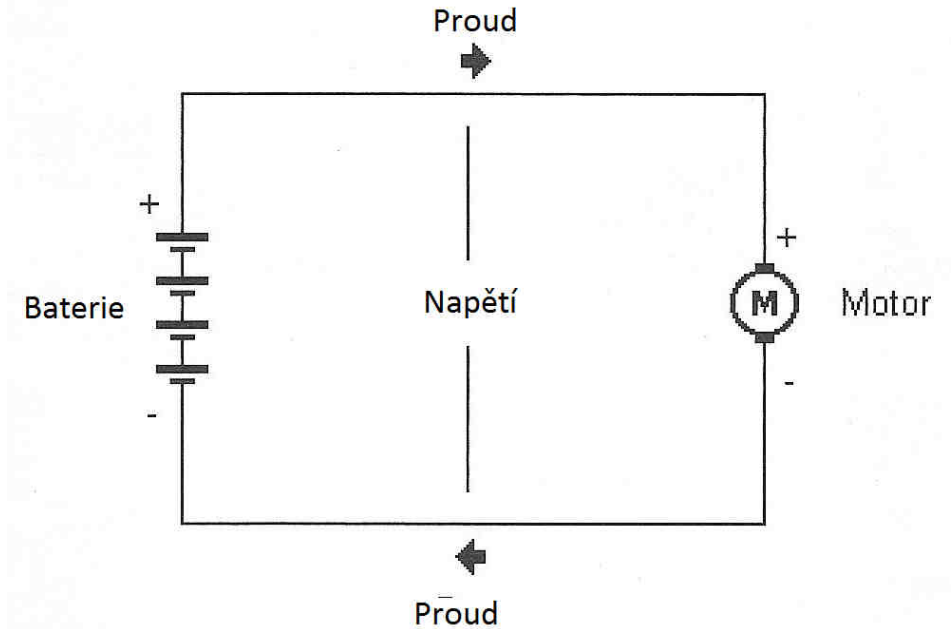
Práce a energie se měší v jednotce joule „J“, a to zcela nezávisle na tom o jakou formu energie se jedná (elektrickou, mechanickou, kinetickou nebo jinou energii). Všeobecně platí zákon o zachování energie, což znamená, že energie nemizí a nelze ji zničit. Jestliže tedy elektrický motorek spotřebuje energii jeden joule „1 J“, musí rovně baterie dodat do motoru energii „1 J“. Přitom můžeme vycházet z toho, že jsou ztráty energie v propojovacích vodičích zanedbatelné.

Elektrický výkon se měří v jednotce watt „W“, příkon elektrického spotřebiče se měří v jednotce voltampér „VA“. Watt a voltampér jsou prakticky shodné jednotky. Výkon znamená vykonanou práci, příkon pak odebranou elektrickou energii. Výkon „1 W“ nebo příkon „1 VA“ znamená, že bude během jedné sekundy vykonána práce „1 J“, jinak řečeno: že každou sekundu bude spotřebována energie „1 J“. Tento elektrický motorek má při středním zatížení příkon asi „0,1 VA“, respektive výkon asi „0,1 W“. v dalších kapitolách Vám vysvětlíme, jak určit (vypočítat) přesně vykonanou práci, spotřebovanou energii a výkon (příkon).

2.5 Elektrické napětí

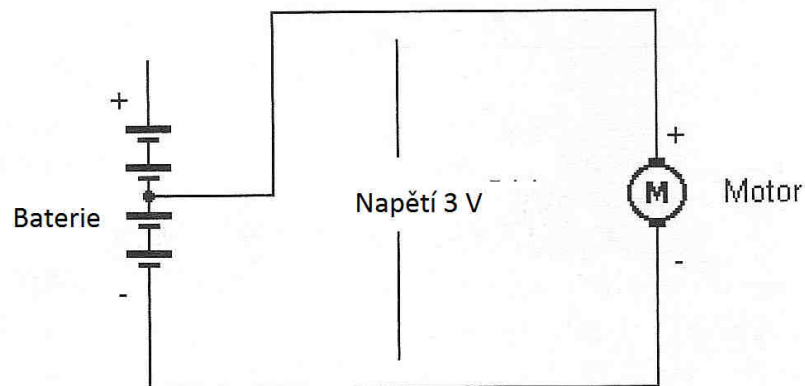
Budete-li si pořizovat vhodnou baterii k napájení určitého přístroje (stejnoseměrného elektrického spotřebiče), musíte vždy dát pozor na hodnotu elektrického napětí, který přístroj vyžaduje ke svému napájení.

Obyčejné (levné) zinko-uhlíkové baterie jakož i alkalické baterie (jednotlivé články) mají jmenovité napětí 1,5 voltu (1,5 V). Čtyři takové články zapojené do série budou mít napětí 6 voltů (6 V). Toto samozřejmě platí pouze pro zcela nové baterie, které nebudete příliš zatěžovat. Ve skutečnosti může být toto napětí nižší. Elektrický motorek z této stavebnice můžete napájet stejnosměrným napětím v rozsahu od 1 V až do 12 V.



Elektrické napětí v elektrickém obvodu

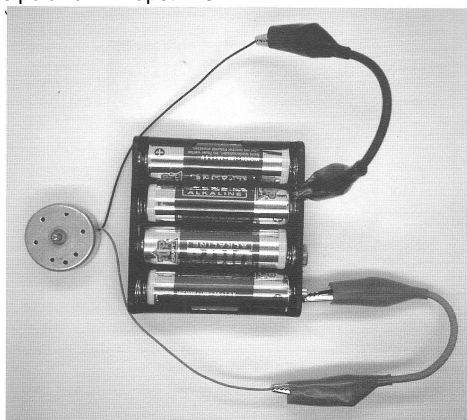
Elektrické napětí existuje vždy mezi oběma kontakty (kladným a záporným pólem) baterie. Baterie bude mít vždy určité napětí nezávisle na tom, zda obvodem protéká elektrický proud nebo ne.



Elektrické napětí je důležitým předpokladem k tomu, aby v uzavřeném elektrickém obvodu protékal elektrický proud. Čím vyšší bude napájecí napětí, tím vyšší bude elektrickým spotřebičem protékat elektrický proud, a tím více bude přeměněno elektrické energie za určitý čas na jinou energii. Skutečné napětí na baterii (na motorku) můžete změřit vhodným měřicím přístrojem (voltmetrem). Hrubou představu o přeměněné energii a klesajícím bude se napětí baterie poznáte podle rychlosti otáčející se hřídele motorku Jakmile se začne snižovat napětí baterie, hřídel motorku otáčet pomaleji.

Použijte tento motorek jako jednoduchý tester baterií s různým napětím. Vložte do bateriového pouzdra jednu až 4 baterie 1,5 V velikosti AA (1,5 V. až 6 V. Vyzkoušejte nejprve napětí 6 V. Připojte poté k bateriovému pouzdra (k sestavené baterii s různým napětím) elektrický motorek. Vyzkoušejte nejprve napětí 6 V. Počet otáček motorku naprázdno bez zatížení (bez přibrzdování jeho hřídele prsty) Vám podá počáteční informace stavu nabití testované baterie Zabrzdíte-li (přibrzdíte-liú nyní prsty ruky otáčení hřídele motorku, zjistíte stav nabití testované baterie při zatížení. motorkem začne nyní protékat větší proud, baterie musí proto vykonat více práce a odevzdat více elektrické energie. Jakmile poklesne napětí baterie pod určitou hodnotu, budete moci zabrzdit otáčení hřídele motorku s použitím menší síly.

Rozběhněte nyní motorek s polovičním napětím 3 V..



Ze 4 baterií vložených do bateriového pouzdra můžete po připojení krokosvorky propojovacího kabelu (plus) na příslušný kontakt v bateriovém pouzdra napájet motorek napětím 1,5 V, 3 V, 4,5 V as 6 V (viz následující vyobrazení). Budete-li postupně snižovat napájecí napětí motorku, zjistíte, že se bude hřídel motorku otáčet naprázdno bez zatížení (bez přibrzdování hřídele prsty) postupně pomaleji.



2.6 Elektrický odpor (rezistor)

Pokusy se stejnosměrným elektrickým motorkem Vám měly ukázat princip elektrického obvodu a přeměny (transformace) elektrické energie do jiných druhů energií. Tento malý motorek má účinnost nižší než 50 %, což znamená, že se méně než jedna polovina elektrické energie přemění na mechanickou energii (práci).. Většina elektrické energie se u tohoto motorku přemění v tepelnou energii. Jelikož je tento motorek poměrně velký, nepocítíte na jeho povrchu téměř žádné zahřívání, Jiné charakteristiky se projevují u odporů, které použijeme jako elektrické spotřebiče. 100 % přivedené elektrické energie do odporů (rezistorů) se přemění v tepelnou energii. Jelikož jsou tyto součástky poměrně velmi malé a nelze je normálním způsobem dostatečně chladit, zjistíte na jejich povrchu citelné zahřívání..

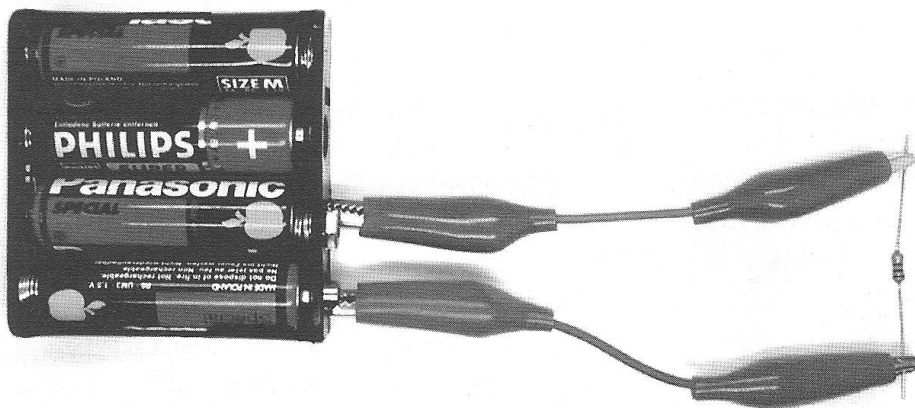
Pojem „odpor“ má dva významy. Buď se jedná o součástku (v tomto případě doporučujeme používat raději výraz „rezistor“) nebo se jedná o určitou vlastnost součástek a elektrických obvodů (zapojení). Každý elektrický přístroj (spotřebič) včetně propojovacích vodičů (kabelů, drátů vykazuje určitou hodnotu odporu. Čím vyšší bude hodnota tohoto odporu, tím nižší bude protékat proud příslušným obvodem. Odpor má tedy úlohu omezovat průtok elektrického proudu příslušným obvodem (zapojením)..

Jednotkou odporu je ohm „ Ω “. Odpoem s hodnotou „1 Ω “ protéká při napětí „1 V“ elektrický proud „1 A“ a platí známý

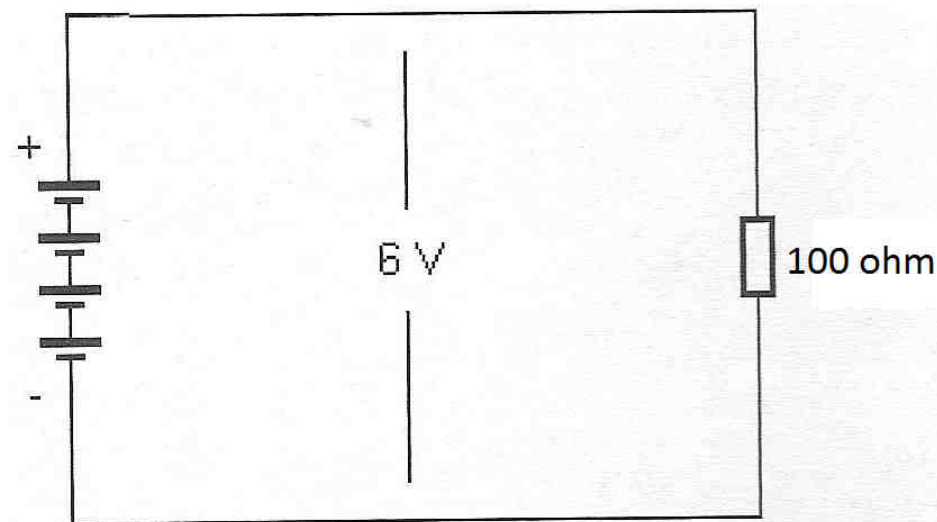
Ohmův zákon: „ $I = U / R$ “ (proud = napětí / odpor)

nebo „ $U = I \cdot R$ “ (napětí = proud x odpor)

nebo také : „ $R = U / I$ “ (odpor = napětí / proud)



Zapojení odporu (rezistoru) do elektrického obvodu



Zapojení rezistoru do obvodu jako elektrický spotřebič

Vložte do příloženého bateriového pouzdra 4 nové baterie 1,5 V velikosti AA a připojte vývody rezistoru (odporu) **100 Ω** (hnědý, černý a hnědý proužek) ke kontaktům bateriového pouzdra. Připojený odpor se po uplynutí 10 sekund zahřeje a po uplynutí určité doby bude velmi teplý. i.

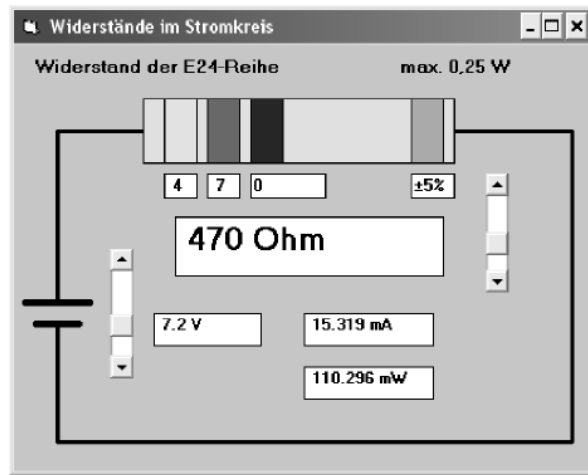
Přesné výpočty hodnot elektrického proudu se zapojenými odpory (rezistory) naleznete v kapitole 10.. Abyste získali představu o velikosti přeměněné energie v tomto pokusu, uvádíme následující: Odpoem s hodnotou **100 Ω** protéká při napětí **6 V** proud **0,06 A = 60 mA**. Přitom dochází k přeměně výkonu **0,36 W** každou sekundu na tepelnou energii **0,36 J**. Rezistor této velikosti a provedení může vydat maximální výkon **0,25 W**. V našem případě je tento rezistor vystaven přetížení. Náš pokus, který bude trvat asi 1 minutu, tento rezistor nadměrným přetížením nepoškodí (nezničí).

Otestujte další rezistory ze stavebnice po napětím 6 V. Čím vyšší bude mít testovaný rezistor hodnotu, tím nižší jím bude protékat proud. Rezistor **470 Ω** má téměř pětkrát vyšší hodnotu než rezistor **100 Ω** . Z tohoto důvodu jím protéká také pětkrát nižší proud při stejném napětí, a tím se přemění pouze jedna pětina výkonu tohoto odporu na tepelnou energii.. Otestujte u odporů jejich zahřívání.

Pozor na to, abyste si nespálili prsty při testování rezistoru s hodnotou **47 Ω** . Tento rezistor (odpor) je při napětí 6 V třikrát přetížen a má v tomto případě výkon **0,8 W**. Z tohoto důvodu nechte tento rezistor připojený k baterii 6 V pouze velmi krátkou dobu.

Na příloženém CD najdete užitečný simulační program o odpoerech, který pojednává o barevných prouzcích na těchto součástkách, tedy o identifikaci hodnot rezistorů podle barevných proužků . dále je v tomto programu uveden příslušný prozékající proud a ztrátový výkon odporů při různých napětích.

Simulační program „**Widerstände im Stromkreis**“ (Rezistory v proudovém okruhu) Vám poslouží k tomu, abyste se naučili rozeznávat hodnoty odporů (rezistorů) podle jejich označení barevnými proužky. Kromě toho můžete k zobrazenému odporu na monitoru počítače připojit virtuální napájecí napětí. Tento program zobrazuje proud protékající odpoem a příkon (ztrátový výkon), který tento odpor odebírá, jakož i případné přetížení. Místo abyste museli použít pro příslušné výpočty kapesní kalkulačku, vypočítá Vám tento program automaticky požadované hodnoty. Na následujícím příkladu (obr. 2.5) vidíte, že odpoem s hodnotou **470 Ω** při napětí **7,2 V** protéká proud **15,319 mA** a že jeho ztrátový výkon činí **110,296 mW** (ztráta způsobená přeměnou elektrické energie na energii tepelnou).



Simulační program „Rezistory v proudovém okruhu“

V těchto předchozích pokusech jste v principu vytvořili malé elektrické topení. Tímto způsobem si můžete vyrobit malý bateriemi napájený ohřivač rukou, který můžete používat v mrazivých zimních dnech a který vložíte například do kapsy kabátu. Kde ji budete zapínat. Rozhodující otázkou ale zůstává, jak dlouho vydrží baterie. Alkalické baterie a akumulátory NiCd nebo NiMH velikosti AA mají většinou kapacitu 1 000 mAh.. Budeme-li počítat se středním napětím 1,2 V. může použitým odporem protékat proud 2000 mA po dobu jedné hodiny a z použitých baterií lze odebrat výkon 2,4 W. Využitelná energie se jeví jako poměrně nízká pro aplikace tepelných zdrojů. Získáte tak málo tepla za hodně peněz.

Z tohoto důvodu se používají baterie v zapojeních, ve kterých dochází k uvolňování velmi nízké tepelné energie. S ohledem na tuto skutečnost, nejsou také ideální vláknové žárovčky., neboť se v nich přeměňuje více než 80 % elektrické energie na energii tepelnou. Naproti tomu svítivé diody (LED) mají velmi dobrou účinnost a způsobují pouze velmi nízké ztráty přeměnou elektrické energie na energii tepelnou.

3. Svítivé diody (LED)

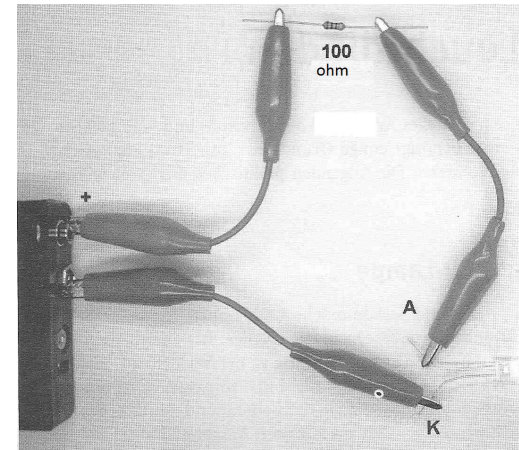
Zkratka LED znamená „**Light Emitting Diode**“ (dioda emitující [vyzařující] světlo).

Svítivé diody patří k aktuálním součástkám, které se používají v elektrotechnice a elektronice,

S baterií a s obyčejnou vláknovou žárovkou (žárovčkou) můžete dělat jednoduché pokusy tak dlouho, dokud nezačne žárovka svítit. Se svítivou diodou to tak jednoduché není, neboť jestliže ji připojíte přímo k baterii, můžete ji okamžitě zničit. Se svítivou diodou musíte zacházet opatrněji. Důležité je správné napájecí napětí, správná polarita kontaktů svítivé diody (kratší vývod minus (-) představuje katodu a delší vývod plus (+) představuje anodu) a vhodný předřadný odpor (rezistor), který chrání LED před přetížením. Moderní bílé LED vyzařují velmi jasné bílé světlo a zajišťují dlouhou životnost použitých napájecích baterií.

3.1 Svítivá dioda s předřazeným odporem (malá svítilna)

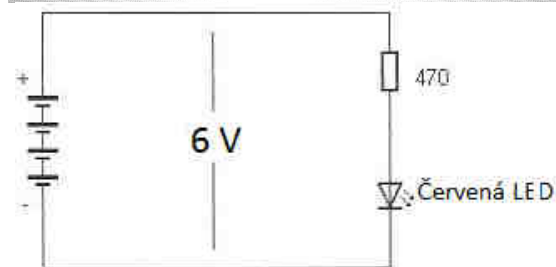
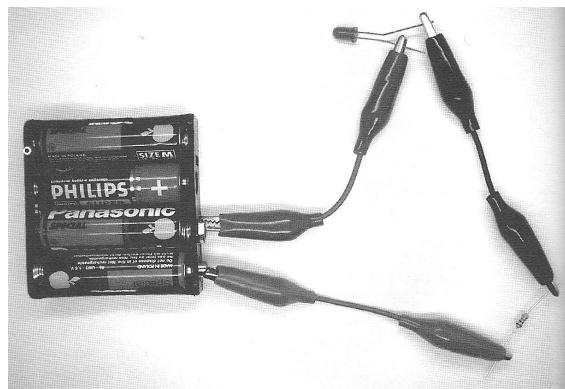
Podle následujícího vyobrazení vytvořte první zapojení s bílou LED s předřadným odporem. **100 Ω**.



3.2 Předřadné odpory pro svítivé diody

V této stavebnici se nacházejí 3 LED s různými barvami. S baterií a s obyčejnou vláknovou žárovkou (žárovčkou) můžete dělat jednoduché pokusy tak dlouho, dokud nezačne žárovka svítit. Se svítivou diodou to tak jednoduché není, neboť jestliže ji připojíte přímo k baterii, můžete ji okamžitě zničit. Se svítivou diodou musíte zacházet opatrněji. Důležité je správné napájecí napětí, správná polarita kontaktů svítivé diody (kratší vývod minus (-) představuje katodu a delší vývod plus (+) představuje anodu diody) a vhodný předřadný odpor (rezistor), který chrání LED před přetížením (před vysokým protékajícím proudem). Důležitým faktorem není napájecí napětí LED, nýbrž velikost maximálního dovoleného protékajícího proudu.

V následujícím zapojení je použita při napájecím napětí 6 V červená LED s malým předřadným odporem **470 Ω** (žlutý, fialový a hnědý proužek).



V tomto zapojení neprotéká LED ještě maximální dovolený proud. Ve skutečnosti je tento proud nižší než 10 mA, normálně se používá proud 20 mA.. dále uvádíme, jak docílit u LED nejvyšší svítivost (jas) .v každém případě Vám nedoporučujeme používat maximální proud, Tím prodloužíte životnost použitých napájecích baterií. Se stejným zapojením vyzkoušejte také zelenou a bílou LED.

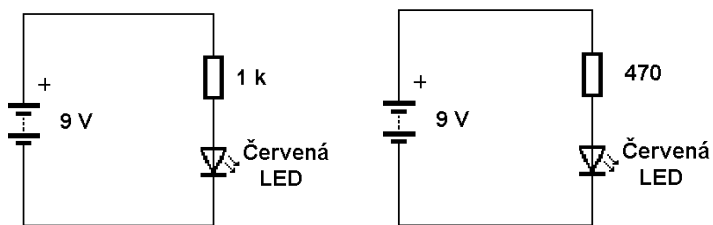
U každé LED musíte zohlednit maximální proud, který jimi může protékat, a tím i hodnotu předřadného odporu podle napětí napájecího zdroje (baterie). V následující tabulce uvádíme pro tyto případy minimální hodnoty předřadných odporů.

Minimální hodnoty odporů při různých napájecích napětích:

LED	3 V	6 V	9 V	12 V
Červená / 20 mA / 1,8 V	60 Ω	210 Ω	360 Ω	510 Ω
Zelená / 20 mA / 2,2 V	40 Ω	190 Ω	340 Ω	490 Ω

Malá svítilna s červenou LED a s baterií 9 V

K tomuto účelu použijete jednu červenou svítivou diodu, baterii 9 V a předřadný odpor **1 kΩ** (470 Ω).



Jednoduché zapojení červené LED s předřadným odporem

Zapojte nyní do obvodu místo odporu **1 kΩ** (hnědý, černý a červený proužek) odpor s menší hodnotou **470 Ω** . Po této akci se LED rozsvítí jasnějším světlem. Toto znamená, že diodou protéká vyšší proud. V tomto případě platí následující pravidlo: Čím vyšší hodnotu odporu předřadíte před svítivou diodu, tím nižší proud bude touto diodou protékat.

Proč musíte před svítivou diodu zapojit předřadný odpor, vysvětlujeme na následujícím vyobrazení (měření proudu protékající diodou ampérmetrem a napětí na kontaktech diody voltmetrem). Bude-li svítivou protékat proud **15 mA**, změříme na kontaktech (vývodech) diody napětí asi 1,8 V.

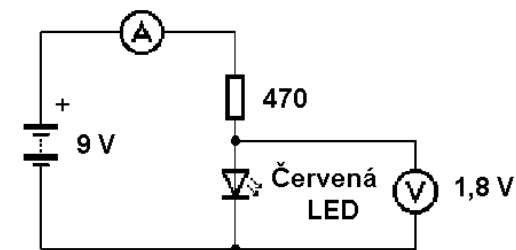
Předřadný odpor **470 Ω** způsobí úbytek napětí **7,2 V** (9 V – 1,8 V). Podle Ohmova zákona snadno spočítáme, že v tomto případě bude diodou protékat proud asi **15 mA**.

$$I = U / R$$

$$I = 7,2 \text{ V} / 470 \Omega$$

$$I = 0,0153 \text{ A} = 15,3 \text{ mA}$$

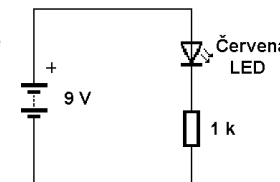
15 mA



Měření proudu protékající LED a napětí na kontaktech LED

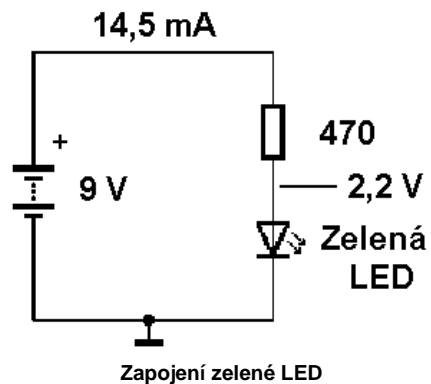
Nyní si vyzkoušejte druhou variantu tohoto zapojení. Prohodte mezi sebou svítivou diodu a její předřadný odpor. Elektrický proud začne v tomto případě protékat nejprve svítivou diodou a teprve poté jejím předřadným odporem (viz vedlejší vyobrazení).

Jinak je funkce tohoto zapojení naprosto stejná jako v prvním případě, které popisujeme v odstavci „3.1 Svítivá dioda s předřazeným odporem (svítilna)“.



3.2 Změna barvy LED

Zapojte do obvodu místo červené LED zelenou LED. Na kontaktech zelené svítivé diody naměříte vyšší napětí (**2,2 V**) než na kontaktech červené svítivé diody (**1,8 V**). Z tohoto důvodu bude úbytek napětí na předřadném odporu nižší a diodou bude protékat rovněž nižší proud (**14,5 mA**), přičemž jas zelené svítivé diody bude přibližně stejný jako jas červené svítivé diody.



Toto zapojení se poněkud liší od výše uvedených zapojení. Katoda diody a minus kontakt baterie jsou připojeny ke kostře (k uzemnění). Vhodný předřadný odpor vypočítáme opět podle Ohmova zákona. Podle údajů výrobce svítivé diody činí například napětí diody v propustném směru **2,0 V** a proud, který má protékat diodou, má mít hodnotu **20 mA**.

Z toho vyplývá úbytek napětí na předřadném odporu **4 V** ($6\text{ V} - 2\text{ V}$).

$$R = U / I$$

$$R = 4\text{ V} / 0,02\text{ A}$$

$$R = 200\ \Omega$$

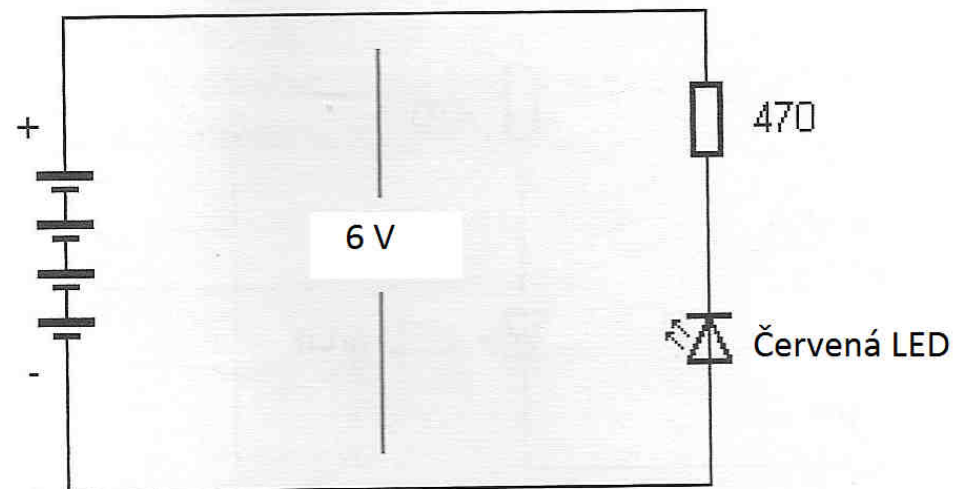
Tento výpočet vede v mnoha případech k takové hodnotě odporu, která zcela neodpovídá hodnotě odporu normované řady (E 24). V tomto případě můžete použít nejbližší nižší nebo vyšší hodnotu odporu, které této normované řadě E 24 odpovídá.

V našem případě se bude jednat o hodnotu odporu $470\ \Omega$, který je součástí této stavebnice. V tomto případě bude protékat diodou nižší proud, který bude mít hodnotu asi $8,5\text{ mA}$. V případě potřeby (abyste zvýšili jas diody) můžete použít jako předřadný odpor dva rezistory $470\ \Omega$ zapojené paralelně.

Tím docílíte hodnoty předřadného odporu $235\ \Omega$ (proud, který bude protékat svítivou diodou bude mít hodnotu asi 17 mA).

3.3 Směr toku elektrického proudu svítivou diodou (propustný a závěrný směr)

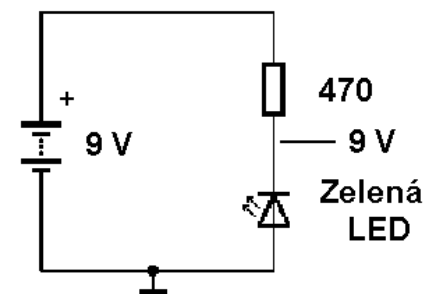
Vyzkoušejte dále, co se bude dít, připojíte-li LED k baterii obráceně (nesprávnou polaritou v takzvaném závěrném směru). Dioda se nerozsvítí a nedojde k jejímu poškození (zničení), pokud ovšem nebude napájecí napětí vyšší než 6 V . Při vyšších napětích než 6 V buďte velmi opatrní



Zapojení LED v závěrném směru (LED nesvítí)

Provedte obrácené zapojení svítivé diody (viz výše uvedené vyobrazení). Připojte její anodu k minus (-) kontaktu baterie a katodu k plus (+) kontaktu baterie přes předřadný odpor. V tomto případě se svítivá dioda nerozsvítí a nebude jí protékat žádný proud. Takzvaný propustný směr představuje tok proudu od anody ke katodě, bude-li anoda svítivé diody připojena k plus (+) kontaktu baterie (přes předřadný odpor) a její anoda k minus (-) kontaktu baterie (přes předřadný odpor). LED slouží v tomto případě stejně jako jiné usměrňovací diody jako elektrický ventil. LED se rozsvítí jen tehdy, jestliže jí bude protékat proud. V závěrném směru se většinou uvádí maximální hodnota napětí svítivých diod 5 V . Svítivé diody, které obsahuje tato stavebnice, vydrží bez problémů napájecí napětí 9 V .

0 mA

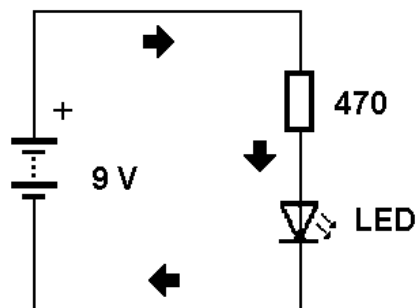


Zapojení LED v závěrném směru (dioda nesvítí)

Šipky v zapojení na následujícím vyobrazení znázorňují směr toku elektrického proudu svítivou diodou. Směr toku proudu byl historicky stanoven jako plus a minus. Elektrický proud protéká vždy od plus (+)

kontraktu baterie přes elektrický spotřebič k minus (-) kontaktu baterie. Dnes ovšem víme, že se elektrony se záporným (negativním) nábojem pohybují ve vodičích zcela obráceným směrem, než který je znázorněn šipkami na následujícím obrázku..

Ve skutečnosti existují například v kapalinách také kladné (pozitivní) nosiče nábojů, které se pohybují ve směru toku proudu. Také ve svítivé diodě se nacházejí jak negativní, tak i pozitivní nosiče nábojů.

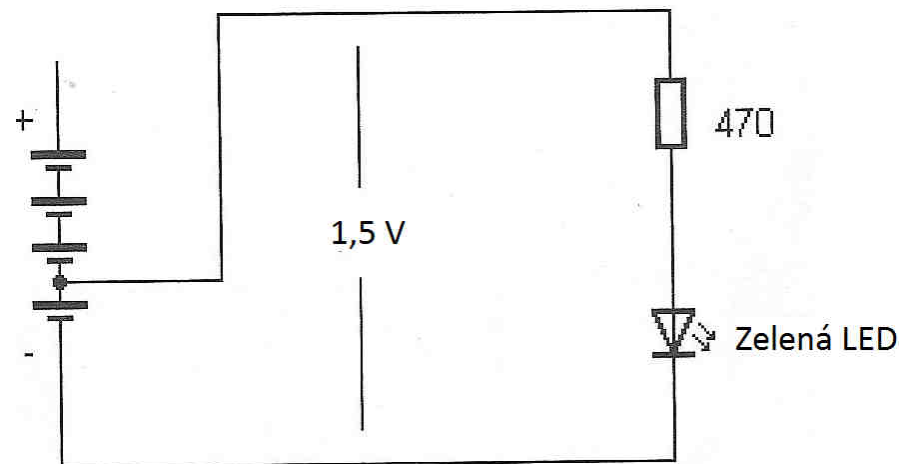


Definice směru toku elektrického proudu LED

Maximální dovolený proud, který může protékat těmito svítivými diodami, činí cca **20 mA**. V některých případech je možné tento proud na krátkou dobu nepatrně překročit, aniž by došlo k poškození svítivých diod. Pouze při déle trvajícím přetížení svítivých diod dojde ke snížení jejich výkonu (k opotřebování svítivých diod), které se projeví snížením jejich jasu.

3.4 Určení minimálního napětí LED v propustném směru

Každá dioda (LED) potřebuje určité napětí v propustném směru, aby jí začal protékat proud, který jí rozsvítí. Po překročení této mezní (prahové) hodnoty spouštěcího napětí se začne proud protékající LED zvyšovat strmě. Napětí v propustném směru LED závisí na její barvě a typu. Bude-li toto napětí nižší než mezní (prahová) hodnota, bude LED protékat velmi nízký proud, který nedokáže LED rozsvítit. Již nepatrné zvýšení tohoto napětí způsobí strmý nárůst proudu a LED začne svítit. Toto prahové spouštěcí napětí se dá odhadnout pouze hrubě. Vyzkoušejte všechny 3 LED s napětím 1,5 V, 3 V, 4,5 V, 6 V a případně 9 V.



Otestování zelené LED napětím 1,5 V

U zcela nových baterií docílíte následujících výsledků: Červená LED začne svítit velmi slabým světlem již při napětí 1,5 V, abyste toto zpozorovali, zatemněte případně místnost, v které provádíte tento test.. Při napětí 3 V začne tato LED svítit velmi jasně.. Další zvýšení napětí na 4,5 V nebo 6 V způsobí pouze malé zvýšení jejího jasu.

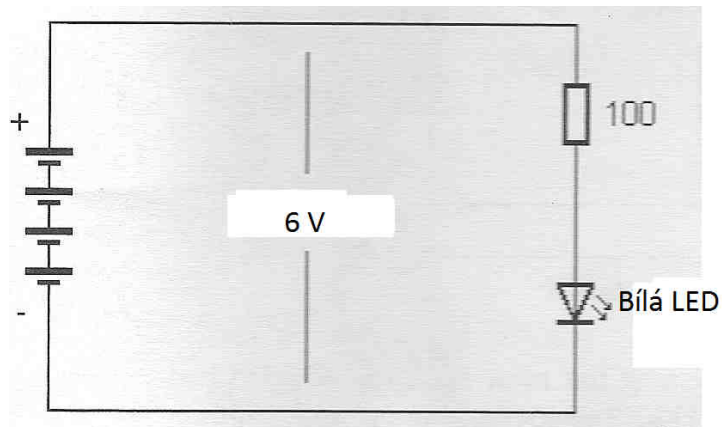
Zelená LED vyžaduje ke svému rozsvícení vyšší napětí než 1,5 V. Při napětí 3 V začne svítit již poměrně velmi jasně. Zvýšení napětí na hodnotu 4,5 V a na 6 V nezpůsobí žádné velké rozdíly.. Z toho můžeme vyvodit, že ové (mezní) napětí je v rozsahu o něco vyšší než 1,5 V (ve skutečnosti 1,7 V, které způsobí, že LED začne protékat podstatně vyšší proud).

Bílá LED se se při napětí 3 V rozsvítí velmi slabě. Mezní spouštěcí napětí se tedy pohybuje okolo této hranice. Při použití napětí 4,5 V uvidíte vysoký rozdíl jasu této LED, při napětí 6 V se jas této LED již příliš nezvyší.

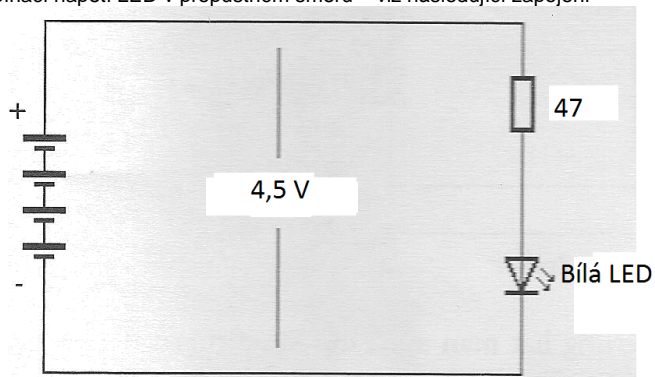
3.5 Zvýšení efektivity

Dosavadní pokusy ukázaly, že je třeba provést přesné navržení zapojení s LED s přesnými technickými parametry. Mezi nejdůležitější parametry patří například použití předřadného odporu s optimální hodnotou. Pro bílou LED musíme počítat s prahovým (mezním) spouštěcím napětím v propustném směru LED s hodnotou 3 V a s případným základním napájecím napětím cca 3,6 V s maximálním protékajícím proudem 25 mA. To znamená, že při napájecím napětí 6 V musí předřadný odpor zajistit úbytek napětí 2,4 V ($6\text{ V} - 3,6\text{ V} = 2,4\text{ V}$).

Použijete-li v tomto případě předřadný odpor s hodnotou **100 Ω**, bude LED protékat proud 24 mA, což znamená výhodný kompromis – viz odstavec „3.1 Svítivá dioda s předřazeným odporem (malá svítilna)“.

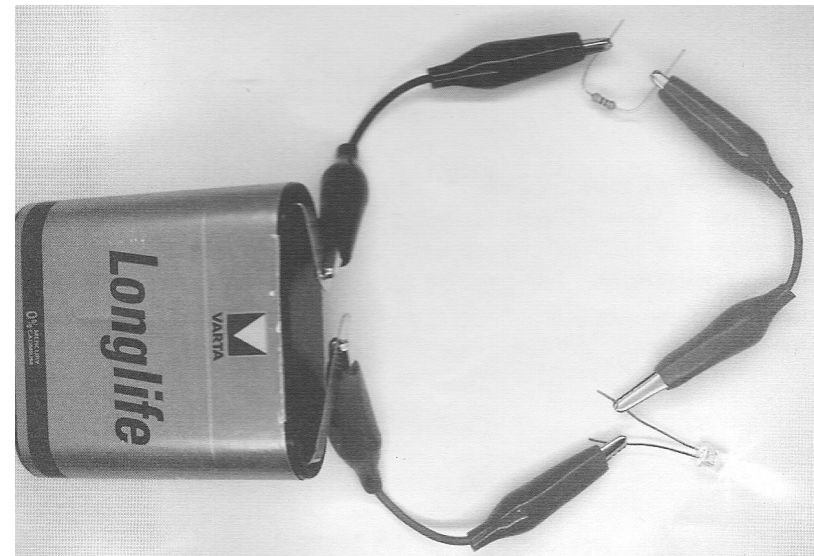


Pro výše uvedené zapojení je optimální použít napájecí napětí 6 V. Dejte však pozor na to, že relativně značný podíl celkové elektrické energie přemění na předřadném odporu na nevyužitou tepelnou energii. Celkovou účinnost lze v tomto případě zlepšit tím, že použijete napájecí, které bude pouze o něco vyšší než prahové zapínací napětí LED v propustném směru – viz následující zapojení



Toto zlepšení docílíte použitím napájecího napětí **4,5 V**. na předřadném odporu s hodnotou **47 Ω** bude napětí **0,9 V** ($4,5\text{ V} - 3,6\text{ V}$) a LED bude protékat proud o hodnotě cca 19 mA. Výpočty těchto parametrů uvádíme v následujících kapitolách - viz též použití napájecího napětí 9 V „Malá svítilna s červenou LED a s baterií 9 V“. Z výše popsaných pokusů vyplývá tento závěr: Čím nižší napájecí napětí použijete, tím nižší musí mít také hodnotu použitý předřadný odpor.

Pro výše uvedené zapojení můžete také použít plochou baterii 4,5 V a sestavit si kapesní svítilnu



Relativně nízký proud, který protéká LED a poměrně vysoká kapacita ploché baterie zaručují u této svítilny životnost baterie na několik stovek hodin (až 1000 hodin). Oproti vláknové žárovce existuje další výhoda: Při vybití baterie klesá její napětí a tím se snižuje také proud protékající LED. Tím se mění také síce jas LED, ale její barevná teplota zůstává zachována. LED lze na rozdíl od vláknové žárovky použít i při velmi vybité baterii. Žárovka v tomto případě vybití zcela baterii za velmi krátkou dobu

Místo baterií lze použít také akumulátory NiCd nebo Ni MH stejné velikosti AA. Dejte prosím ale pozor na to, že akumulátory mají nižší napětí 1,2 V než obyčejné baterie 1,5 V. Akumulátorová baterie složená ze tří akumulátorů má napětí 3,6 V. Toto napětí se přibližuje prahovému spouštěcímu napětí LED. Z tohoto důvodu byste měli k napájení LED složit akumulátorovou baterii ze 4 akumulátorů (4,8 V). Při výběru předřadného odporu dejte dále pozor na to, že znovu čerstvě nabitý akumulátor (jednotlivý článek) bude mít po krátkou dobu napětí cca 1,4 V až 1,5 V, což znamená celkové napětí až **6 V**. Z tohoto důvodu použijte v tomto případě předřadný odpor s hodnotou **100 Ω**.

4. Spínače

Existuje mnoho různých druhů a konstrukcí (způsobů provedení) spínačů: tlačítka s jedním spínacím kontaktem, páčkové (kolébkové) přepínače s jedním nebo s více kontakty atd.. Pro jednoduché experimenty postačí tyto spínače nahradit propojovacími kabely s krokosvorkami, které připojíte k vývodu příslušné součástky či ke kontaktu baterie nebo je od nich odpojíte

4.1 jednoduchý senzor otřesů

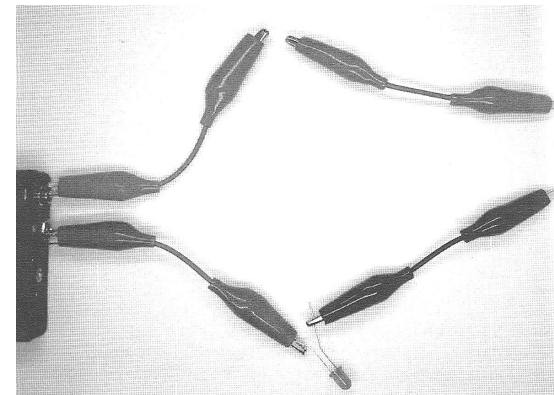
Vložte do bateriového pouzdra 3 baterie 1,5 V. Do prostoru pro čtvrtou baterie vložte volně rezistor s hodnotou 470Ω (žlutý, fialový a hnědý proužek) tak, aby vývody tohoto odporu volně dotýkaly kontaktů pro vložení baterie. Nyní připojte správnou polaritou LED.



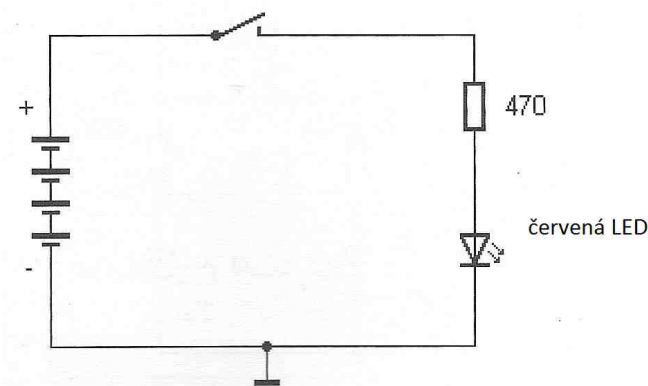
Toto zapojení nezaručuje spolehlivý kontakt vývodů rezistoru. Položte toto zapojení na stůl. Poklepete-li prsty na desku stolu, začne se LED střídavě rozsvěcovat a přestávat svítit (začne blikat). Vývody rezistoru vytvářejí v tomto případě otřesový kontakt.

4.2 Zapnutí nebo vypnutí elektrického spotřebiče (funkce vypínače)

Sestrojte si jednoduchý obvod s funkcí vypínače (se spínačem zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče). K tomuto účelu použijte jako spínací kontakty 2 otevřené krokosvorky. Přidržíte-li tyto kontakty jedné krokosvorky na druhé krokosvorce, uzavřete tím obvod. Po uvolnění přidržení těchto kontaktů budete simulovat funkci tlačítka, podobně jako u dveřních zvonků. Když naopak spojíte oba kontakty obou krokosvork, vytvoříte spínač s trvalým sepnutím kontaktů, podobně jako u kolébkových přepínačů nebo přepínačů s páčkami. Viz též kapitola „3.8 Použití svítivé diody jako kontrolky (světelné signalizace) se spínačem (s tlačítkem)“.



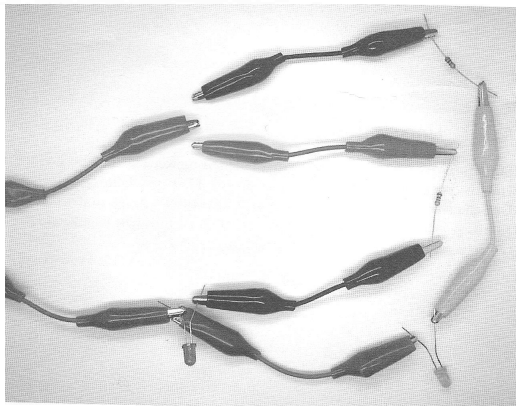
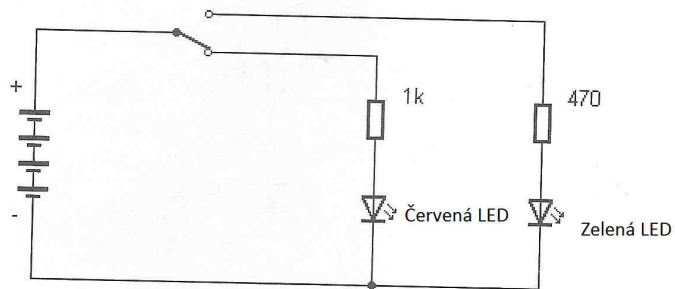
V principu můžete takovýto spínač umístit do zapojení na libovolné místo. Zpravidla se ale tyto spínače zapojují do obvodu v plus vedení. Minus vedení se potom nazývá nulové vedení nebo uzemňovací vedení (kostra, u automobilu karoserie) a vytváří vztahný bod k provádění měření napětí. V otevřeném stavu na pravé straně zapojení nebude proti kostře žádné napětí.



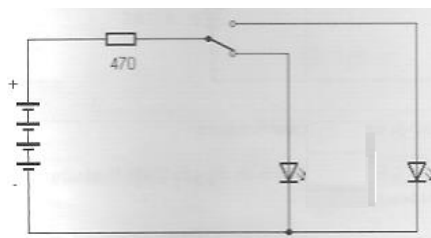
Toto takzvané nulové vedení je důležité u elektrických spotřebičů, které jsou uzemňovány nebo připojovány k ochrannému vodiči (kontaktnímu) v síťové zásuvce, například PC, osciloskopy atd.

4.3 Jednoduché přepínače

Jednoduchý přepínač se 2 přepínacími kontakty slouží většinou k přepínání zapínání a vypínání 2 elektrických spotřebičů, v našem případě červené a zelené LED. Některé přepínače jsou také vybaveny středním (neutrálním) kontaktem. V tomto případě jsou oba spínací kontakty otevřeny (rozpojeny). Sestrojte si jednoduchý obvod s funkcí vypínače (s přepínačem zapnutí dvou elektrických spotřebičů, v našem případě červené a zelené LED se dvěma předřadnými odpory.

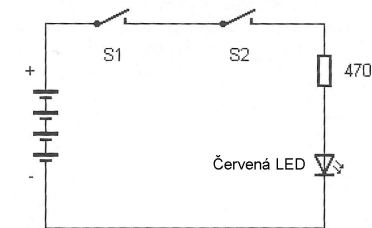


V tomto zapojení můžeme vynechat jeden předřadný odpor a použít pouze jeden společný předřadný odpor pro obě LED – viz následující zapojení.



4.4 Zapojení „A“ (digitální, logický součet)

Použijete-li v jednom obvodu více spínačů, musíte určit, za jakých podmínek má docházet k zapnutí elektrického spotřebiče. V zapojení „A“ platí pravidlo, jsou-li spínače S1 a S2 uzavřeny (jsou-li sepnuty jejich kontakty), bude teprve poté obvodem protékat elektrický proud. Ty spínače musejí být zapojeny do série. Toto zapojení se používá u elektrických strojů, které je třeba chránit spínači proti jejich zapnutí nepovolanými osobami nebo pro případy ochrany osob před nebezpečím úrazu (poranění rukou).



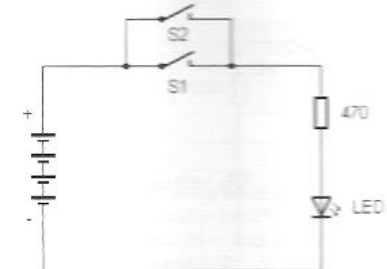
Stavová tabulka zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče

S1	S2	LED
0 (rozepnut)	0 (rozepnut)	0 (nesvítí)
0 (rozepnut)	1 (sepnut)	0 (nesvítí)
1 (sepnut)	0 (rozepnut)	0 (nesvítí)
1 (sepnut)	1 (sepnut)	1 (svítí)

Toto zapojení lze rozšířit na 3 nebo více spínačů.

4.5 Zapojení „logické funkce nebo“

Propojíte-li 2 nebo více spínačů paralelně, vytvoříte tím „logickou funkci nebo“. Bude-li jeden ze spínačů S1 nebo S2 uzavřen (bude-li sepnut jeho kontakt) nebo budou-li uzavřeny oba, bude obvodem protékat elektrický proud a elektrický spotřebič bude zapnut.

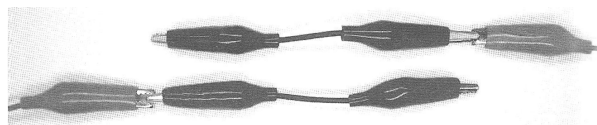
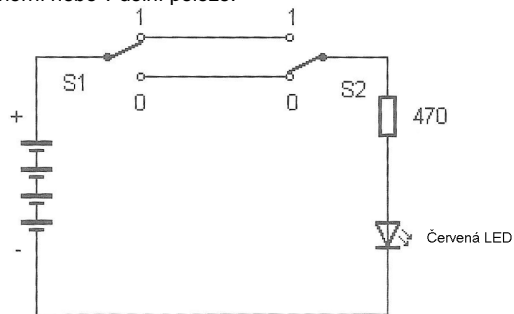


Stavová tabulka zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče

S1	S2	LED
0 (rozepnut)	0 (rozepnut)	0 (nesvítí)
0 (rozepnut)	1 (sepnut)	1 (svítí)
1 (sepnut)	0 (rozepnut)	1 (svítí)
1 (sepnut)	1 (sepnut)	1 (svítí)

4.6 Schodištní (chodbové) přepínače osvětlení

Tato zapojení slouží především k osvětlení chodeb v domech. 2 spínače se 2 spínacími (přepínacími) kontakty na obou stranách chodby umožňují buď zapnutí nebo vypnutí osvětlení. K tomuto účelu se dále používá vedení (kabel) se 2 vodiči mezi těmito spínači osvětlení chodby bude zapnuto pouze tehdy, budou-li oba spínače v horní nebo v dolní poloze.

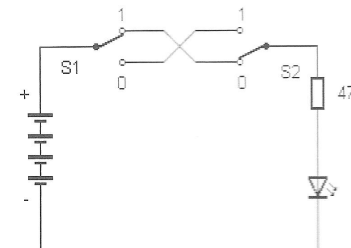


Budeme-li považovat toto zapojení za logické základní zapojení, nazveme toto zapojení jako ekvivalentní zapojení – viz následující tabulka. Elektrický spotřebič bude zapnut pouze při ekvivalentních (stejných) stavech spínačů, tedy budou-li oba spínače přepnuty do polohy 1 nebo 0.

Stavová tabulka zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče

S1 (poloha)	S2 (poloha)	LED
0 (sepnut)	0 (sepnut)	1 (svítí)
0 (sepnut)	1 (sepnut)	0 (nesvítí)
1 (sepnut)	0 (sepnut)	0 (nesvítí)
1 (sepnut)	1 (sepnut)	1 (svítí)

Prohodíme-li připojení kontaktů na jednom ze spínačů (viz následující zapojení), vytvoříme převrácenou funkci spínání. LED bude svítit pouze v případě, budou-li oba spínače přepnuty do různých poloh. V tomto případě se jedná logickou funkci „exkluzivní nebo“ (XOR). V praktickém použití tohoto zapojení ke spínání (zapínání a vypínání) osvětlení chodby, neznamenaají příslušné polohy spínačů žádný rozdíl. Protože nevidíme polohu sepnutí vzdáleného spínače (0 nebo 1), dojde v obou případech k přepnutí osvětlení (k jeho zapnutí nebo k vypnutí).

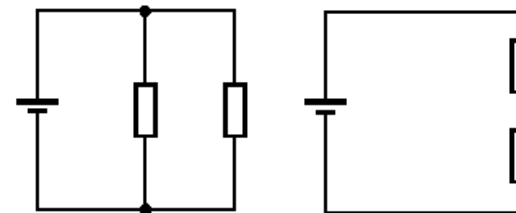


Stavová tabulka zapnutí a vypnutí elektrického spotřebiče

S1 (poloha)	S2 (poloha)	LED
0 (sepnut)	0 (sepnut)	0 (nesvítí)
0 (sepnut)	1 (sepnut)	1 (svítí)
1 (sepnut)	0 (sepnut)	1 (svítí)
1 (sepnut)	1 (sepnut)	0 (nesvítí)

5. Paralelní nebo sériové elektrických spotřebičů

Pokud budete napájet z jednoho zdroje dva nebo více elektrických spotřebičů, existují dvě možnosti jejich připojení: Paralelní nebo sériové zapojení.



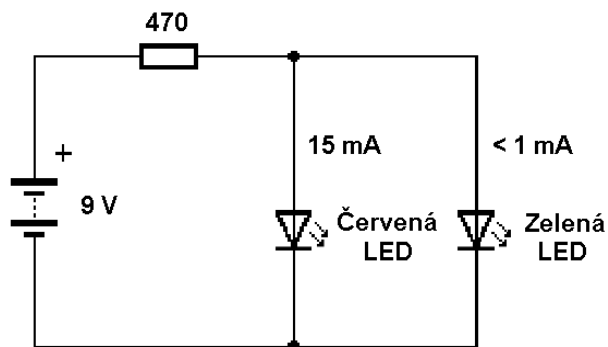
Paralelní a sériové zapojení (napájení) elektrických spotřebičů

Zapojíte-li dva elektrické spotřebiče k napájecímu zdroji paralelně (viz vyobrazení vlevo), budou oba napájeny stejným napětím. Jako příklad uvádíme napájení elektrických spotřebičů v automobilu. Autobaterie má jmenovité napětí 12 V jakož i všechny v automobilu použité žárovky. Při paralelním zapojení svítivých diod musí být každá LED se svým předřadným odporem považována za jeden elektrický spotřebič. Z důvodů různého jmenovitého napětí svítivých diod s různými barvami není v tomto případě možné použít pro všechny svítivé diody jeden společný předřadný odpor. Rozdíly v jasu každé svítivé diody lze vyrovnat použitím předřadných odporů s různými hodnotami.

U každé LED musíte zohlednit maximální proud, který jimi může protékat, a tím i hodnotu předřadného odporu podle napětí napájecího zdroje (baterie). V následující tabulce uvádíme pro tyto případy minimální hodnoty předřadných odporů.

Minimální hodnoty odporů při různých napájecích napětích:

LED	3 V	6 V	9 V	12 V
Červená / 20 mA / 1,8 V	60 Ω	210 Ω	360 Ω	510 Ω
Zelená / 20 mA / 2,2 V	40 Ω	190 Ω	340 Ω	490 Ω



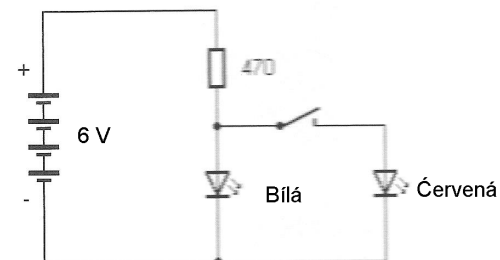
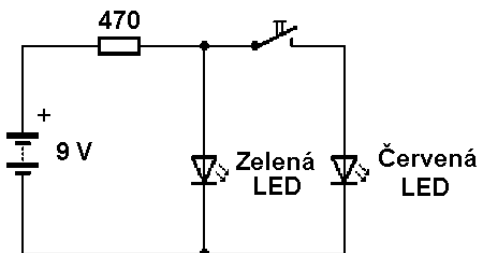
Paralelní zapojení dvou LED s jedním předřadným odporem

Tento experiment ukazuje různý protékající proud oběma svítivými diodami. Zelená svítivá dioda nebude svítit, protože jí protéká velmi malý proud (nižší než 1 mA). Odpojit-li červenou svítivou diodu ze zapojení, pak se zelená LED rozsvítí. Toto zapojení s tlačítkem můžete použít ke střídaní červené a zelené barvy – viz následující odstavec „5.1 Barevné hry se svítivými diodami“.

Paralelní zapojení dvou LED stejné barvy může být někdy problematické. Již nepatrné rozdíly v charakteristikách obou svítivých diod mohou způsobit, že bude oběma svítivými diodami protékat různý proud a obě LED budou svítit různým jasnem.

5.1 Barevné hry se svítivými diodami (Přepínání barev pomocí tlačítka)

Možná, že se Vám bude zdát nenormální a překvapující, jestliže mezi anody obou svítivých diod zapojíte do série tlačítko a tisknutím a uvolněním stisknutí tohoto tlačítka budete střídavě přepínat rozsvěcování obou svítivých diod (červené a zelené).

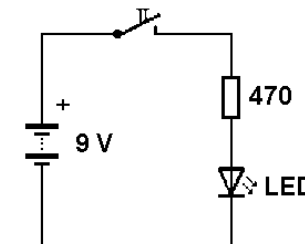


Paralelní zapojení 2 LED s tlačítkem

Funkce tohoto zapojení (střídaní rozsvěcování červené a zelené nebo bílé LED) spočívá v různých charakteristikách obou svítivých diod. V paralelním zapojení mají obě svítivé diody na svých kontaktech stejné napětí. Při stejném napětí protéká poněkud vyšší proud červenou svítivou diodou, zatímco zelenou svítivou diodou protéká nižší proud. Po připojení červené svítivé diody se společně napětí obou svítivých diod sníží natolik, že zelenou svítivou diodou nebude protékat téměř žádný proud.

5.2 Použití svítivé diody jako kontrolky (světelné signalizace) se spínačem (s tlačítkem)

Postavte si jednoduché zapojení svítivé diody s předřazeným tlačítkem a s předřadným odporem. Po stisknutí tlačítka spojíte dva kontakty, čímž přivedete do diody elektrický proud. Jakmile uvolníte stisknutí tohoto tlačítka, pak pružná síla tohoto tlačítka způsobí rozpojení jeho dvou kontaktů. V zapojení použítá svítivá dioda bude svítit pouze tehdy, podržíte-li toto tlačítko stisknuté. Viz též kapitola „4. Spínače“.



Tuto konstrukci světelné signalizace můžete použít pro různé účely. V principu lze toto zapojení využít k přenosu zpráv pomocí Morseovy abecedy (morseovky).

Telegrafování morseovkou je již však v současné době příliš zastaralé a není tak pohodlné jako telefonování nebo e-mail. Avšak telegrafování morseovkou světelnými znaky může být i v současné době velice zábavné. S trochou cviku si můžete se svými přáteli vyměňovat tímto způsobem informace až na vzdálenost téměř 100 metrů.

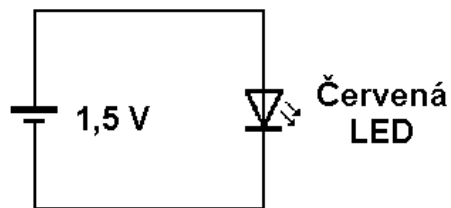
5.3 Prahové hodnoty (charakteristiky) svítivých diod

Na rozdíl od obyčejné vláknové žárovky se chová svítivá dioda poněkud neobvykle. Nejen že svítivou diodou protéká elektrický proud pouze jedním směrem (zatímco u žárovky polarita napájení nehraje žádnou roli), je u svítivé diody rovněž rozhodující její napájecí napětí v propustném směru.

Malá žárovka s jmenovitými hodnotami 6 V / 100 mA vykazuje poměrně vysokou toleranci vůči napájecímu napětí. Již od napětí cca 1 V začne vlákno takovéto žárovky slabě žhnout. Dosáhne-li napájecí napětí této žárovky 6 V (jmenovité napětí), začne tato žárovka svítit žlutavě bílým světlem. Vyzkoušíme-li nyní tuto žárovku napájet krátkodobě vyšším napětím, bude její vlákno svítit oslnivě bílým světlem. Dokonce i dvojnásobné napájecí napětí 12 V tuto žárovku okamžitě nezničí. K přepálení vlákna žárovky dojde až po uplynutí několika sekund nebo dokonce i minut.

Zcela jinak se chová svítivá dioda. Normální napájecí napětí u červené LED, kterou prochází proud v propustném směru 10 až 20 mA, má hodnotu přibližně 1,8 V. Zvýšíme-li toto napětí o 0,5 V na 2,3 V, dojde k přepálení diody. Snížíme-li napájecí napětí svítivé diody o 0,5 V na 1,3 V, pak se naopak tato svítivá dioda vůbec nerozsvítí. Použijeme-li k napájení svítivé diody vyšší napětí než je její jmenovité napětí, pak musíme předřadit před svítivou diodu vhodný předřadný odpor, který toto napájecí napětí sníží na přípustnou hodnotu.

Pokuste se nyní připojit červenou LED přímo k baterii s jmenovitým napětím 1,5 V AA). Protože napětí této baterie je nižší než jmenovité napětí svítivé diody, můžete v tomto případě tuto diodu připojit přímo k baterii bez předřadného odporu.

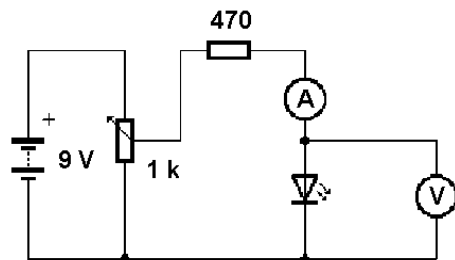


Přímé připojení LED k baterii 1,5 V

Schéma zapojení

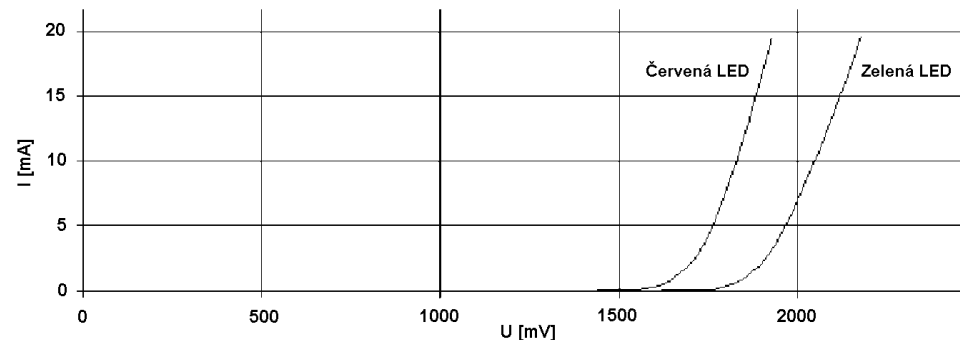
Po provedení tohoto propojení zjistíte, že červená LED skutečně svítí, i když poměrně slabě. Nyní vyměňte červenou LED za zelenou LED. Zelená LED nebude svítit, protože skrz ní protéká pouze velmi malý proud (dá se říci, že skrz zelenou svítivou diodu neprotéká prakticky žádný proud).

Na obrázku rvidíte typické zapojení měření charakteristiky svítivé diody s ampérmetrem, voltmetrem a potenciometrem (1 k Ω).



Měření charakteristiky svítivé diody

Jak velký proud protéká svítivými diodami při různém napětí? Na o následujícím obrázku jsou zobrazeny změřené charakteristiky červené a zelené LED v názorném společném grafu. Na tomto grafu vidíte, že začne příslušnou svítivou diodou protékat proud až po dosažení určitého minimálního neboli prahového napětí (u červené LED se jedná o napětí 1,5 V, u zelené LED se jedná o napětí 1,75 V). Se vzrůstajícím napětím se tento proud stále strměji zvyšuje. Na grafu vyobrazená měření byla přerušena v okamžiku dosažení maximálního dovoleného proudu 20 mA. Snadno si dokážete dále představit, jak bude asi vypadat další průběh těchto charakteristik se zvyšujícím se napětím a tím i s narůstajícím proudem, který protéká oběma svítivými diodami. Pouze nepatrné zvýšení napájecího napětí znamená značné zvýšení proudu, který může svítivé diody zničit.



Charakteristiky červené a zelené LED

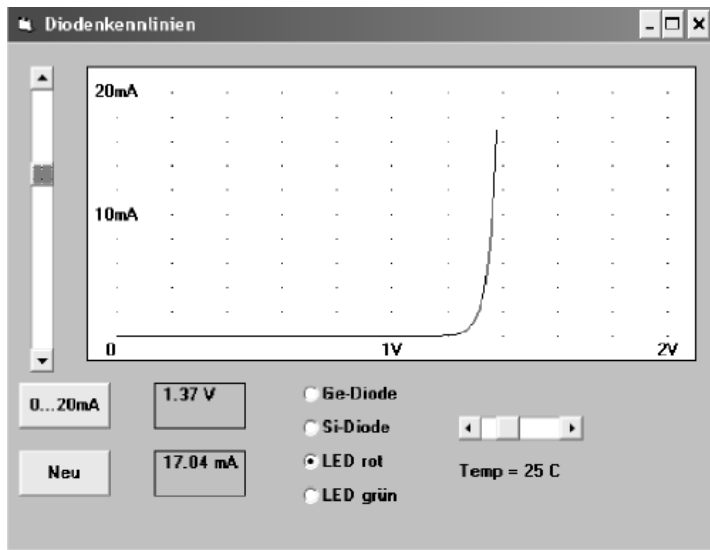
Na tomto výše uvedeném grafu je názorně vidět, proč začne červená svítivá dioda slabě svítit již při napětí 1,5 V, zatímco zelená LED ne. Při navrhování obvodů a zapojení se svítivými diodami se používají v normálním případě takové hodnoty předřadných odporů, které dokážou dodávat svítivým diodám potřebný definovaný (maximální) spouštěcí proud, aby se rozsvítily a aby přitom nemohlo dojít k jejich zničení. Budeme-li vycházet z normálního proudu 20 mA, který má protékat svítivými diodami, pak jejich potřebná napájecí napětí stanovíte (určíte) následujícím způsobem:

Červená LED = 1,9 V; zelená LED = 2,2 V

Pokud budete mít k dispozici síťový napájecí adaptér s různými výstupními stejnosměrnými napětími, vhodný ampérmetr a voltmetr jakož i potenciometr, pak si můžete charakteristiky svítivých diod změřit podle zapojení, které je uvedeno na obr. 2.14.

Na experimentální desce této stavebnice použijte k tomuto účelu fotoodpor, který mění svůj odpor v závislosti na intenzitě okolního osvětlení od hodnoty cca 1 k Ω (vysoká intenzita okolního osvětlení) až do hodnoty cca 1 M Ω (nízká intenzita okolního osvětlení, tma), a tím i proud protékající svítivou diodou.

Simulační program „Diodenkennlinien“ (Charakteristiky diod) Vám ukáže závislost svítivých diod na okolní teplotě.



Simulace charakteristiky svítivé diody

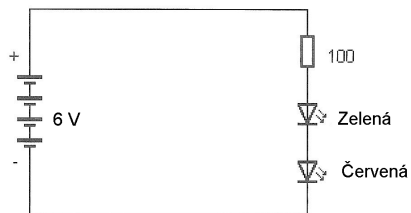
Bude-li protékat svítivou diodou stále stejný proud, pak na ní dochází k úbytku napětí v závislosti na okolní teplotě, který činí asi „- 2 mV“ na 1 °C.

5.4 Zapojení svítivých diod do série

Zapojíte-li dva elektrické spotřebiče k napájecímu zdroji do série (viz obr. „Paralelní a sériové zapojení (napájení) elektrických spotřebičů“ vpravo), bude jimi protékat stejný proud. Na každém elektrickém spotřebiči budou různá napětí, jejichž součet znamená napětí napájecího zdroje (baterie). Pokud budou oba elektrické spotřebiče odebírat stejný proud (bude-li jejich vnitřní odpor stejný), pak bude na každém z obou elektrických spotřebičů stejné napětí, které se bude rovnat polovině napětí napájecího zdroje (baterie).

Při tomto zapojení bude svítivými diodami protékat rovněž stejný proud, ale každá dioda (například červená a zelená) bude svítit jiným jasnem. V tomto případě nelze nastavit proud protékající různými svítivými diodami tak, aby tyto LED měly stejnou intenzitu světla.

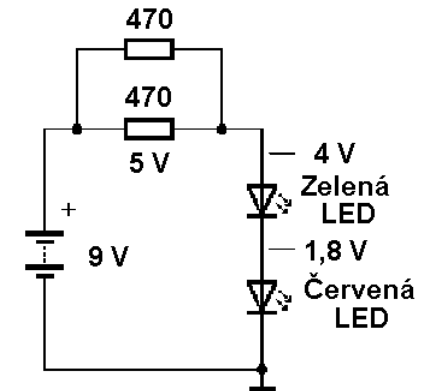
Při dostatečně vysokém napájecím napětí (např. 6 V nebo) lze zapojit do série dvě nebo více svítivých diod. V tomto případě se sčítají napětí v propustném směru, takže na kontaktech předřadného odporu bude nižší napětí než při použití pouze jedné svítivé diody. Jedna červená a jedna zelená LED budou mít při proudu **20 mA** napětí na kontaktech „1,8 V + 2,2 V = 4 V“.



Na kontaktech předřadného odporu bude tedy napětí „6 V – 4 V = 2 V“. Aby těmito do série zapojenými svítivými diodami protékal skutečně proud **20 mA**, musí být jejich předřadný odpor správně dimenzován.

Hodnotu předřadného odporu vypočítáme podle Ohmova zákona podle následující rovnice:

$$R = U / I; R = 2 \text{ V} / 20 \text{ mA} = 100 \Omega$$



Při použití napájecího napětí 9 V se 2 LED se sčítají napětí v propustném směru, takže na kontaktech předřadného odporu bude nižší napětí než při použití pouze jedné svítivé diody. Jedna červená a jedna zelená LED budou mít při proudu **20 mA** napětí na kontaktech „1,8 V + 2,2 V = 4 V“.

Na kontaktech předřadného odporu bude tedy napětí „9 V – 4 V = 5 V“. Aby těmito do série zapojenými svítivými diodami protékal skutečně proud **20 mA**, musí být jejich předřadný odpor správně dimenzován.

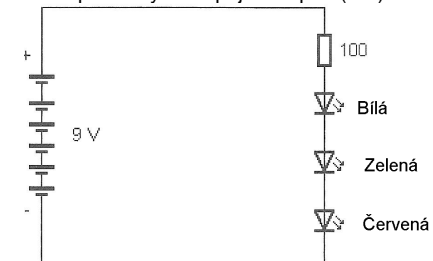
Hodnotu předřadného odporu vypočítáme podle Ohmova zákona podle následující rovnice:

$$R = U / I; R = 5 \text{ V} / 20 \text{ mA} = 250 \Omega$$

Tento výpočet vede v mnoha případech k takové hodnotě odporu, která zcela neodpovídá hodnotě odporu normované řady (E 24). V tomto případě můžete použít nejbližší nižší hodnotu odporu, které této normované řadě odpovídá (v našem případě se bude jednat o hodnotu c který vytvoříte paralelním zapojením dvou odporů **470 Ω**).

V tomto případě bude oběma svítivými diodami protékat poněkud vyšší proud než **20 mA** (cca **21 mA**), což neznamená žádnou podstatnou změnu z důvodů strmých charakteristik svítivých diod.

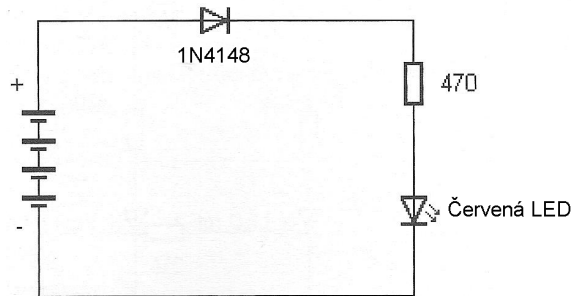
Při zapojení 3 LED do série musíte použít vyšší napájecí napětí (9 V)



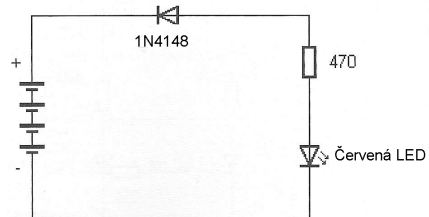
Jedna bílá, jedna zelená a jedna červená ,LED budou mít při proudu **20 mA** na svých kontaktech napětí 7h „1,8 V + 2,2 V + 3,6 V = 7,9 V“. Při napájecím napětí 9 V bude těmito LED protékat proud cca 14 mA.

5.5 Křemíková usměrňovací dioda

Tato dioda představuje elektrický ventil (usměrňovač), neboť propouští elektrický proud pouze jedním směrem. Totéž platí také pro svítivé diody (LED). Pro zjednodušení budeme diodu 1N4148 považovat za spínač. Na prvním vyobrazení je tato dioda zapojena v propustném směru, což znamená, že bude LED svítit. V tomto případě bude úbytek napětí na této diodě cca 0,6 V.



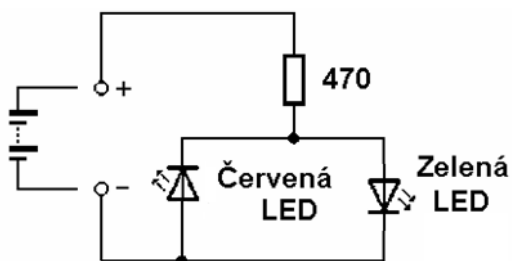
Na druhém vyobrazení je tato dioda zapojena v závěrném směru, což znamená, že LED nebude svítit, protože jí nebude protékat žádný proud.



Zapojte do tohoto obvodu zelenou LED. Docílíte stejných výsledků jako s červenou LED.

5.6 Kontrola (zkoušečka) polarity napájecích zdrojů

U některých síťových napájecích zdrojů (adaptérů) nelze bezpečně zjistit polaritu jejich konektorů. Jednoduchá zkoušečka se dvěma svítivými diodami Vám umožní bezpečné rozeznání této polarity. Připojíte-li k této zkoušečce plus kontakt (+) konektoru napájecího zdroje k předřadnému odporu, rozsvítí se na této zkoušečce zelená svítivá dioda. Připojíte-li k této zkoušečce minus kontakt (-) konektoru napájecího zdroje k předřadnému odporu, rozsvítí se na této zkoušečce červená svítivá dioda.

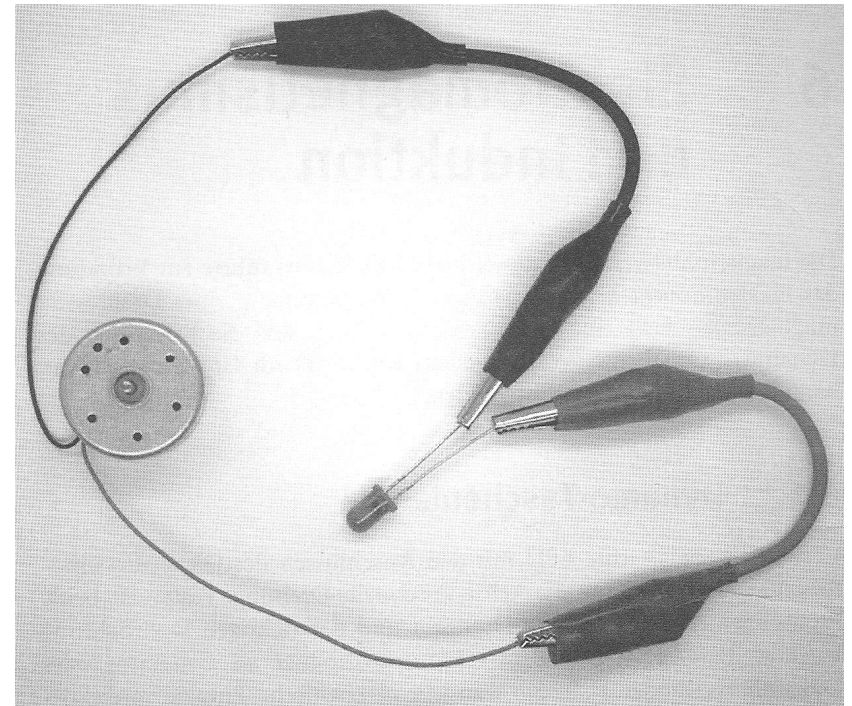


6. Elektromagnetismus a indukce (elektromotorická síla)

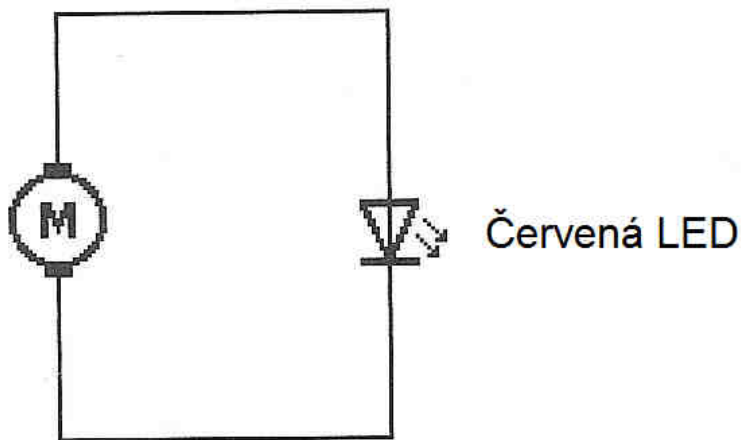
Elektromagnetické působení elektrického proudu vedlo k vynálezu a ke zkonstruování elektrických motorů. Na druhé straně vytváří pohyb vodiče v magnetickém poli (mezi póly magnetu) elektrické napětí, což vedlo k vynálezu dynama (generátoru napětí). Co se děje ve velké elektrárně, Vám ukážeme v malém v následujícím experimentu.

6.1 Kapesní svítilna s dynamem

Propojte vývody červené LED s vývody přiloženého elektrického motorku (viz následující vyobrazení) a otestujte směr jeho otáčení. Zatočte velmi rychle hřídelí motorku. Nejprve jedním směrem a poté opačným směrem (doprava a poté doleva). Otáčením vinutí motorku v magnetickém poli se motorek změní ve zdroj elektrického napětí (v generátor stejnosměrného proudu čili v dynamo), což znamená, že se mechanická energie přemění na energii elektrickou.



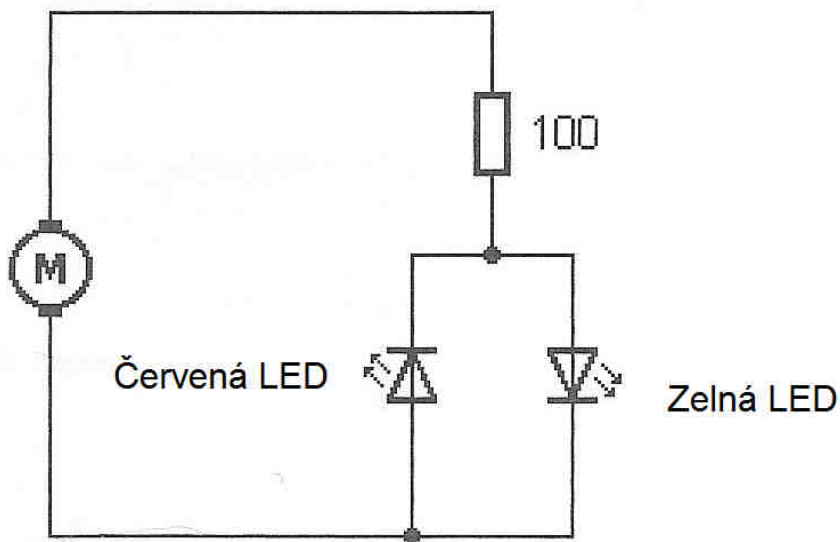
Při určitých vysokých otáčkách motorku se LED rozsvítí nebo nerozsvítí, a to v závislosti na tom, jakým směrem budete otáčet hřídelí motorku (dynama).



Provedte tento pokus s bílou LED, protože bílá LED vyžaduje ke svému rozsvícení vyšší napětí, budete muset otáčet hřídelí motorku rychleji.

6.2 Kontrola směru otáčení motorku (dynama), polarity napětí

Provedte paralelní propojení dvou LED (červené a zelené s opačnou polaritou) přes předřadný odpor 100Ω . Směr otáčení hřídelky motorku určí, která z obou LED bude svítit. Generátor stejnosměrného proudu (dynamo) představuje tedy zdroj napětí s volitelnou polaritou. Plus (+) a minus (-) nebo obráceně minus (-) a plus (+).



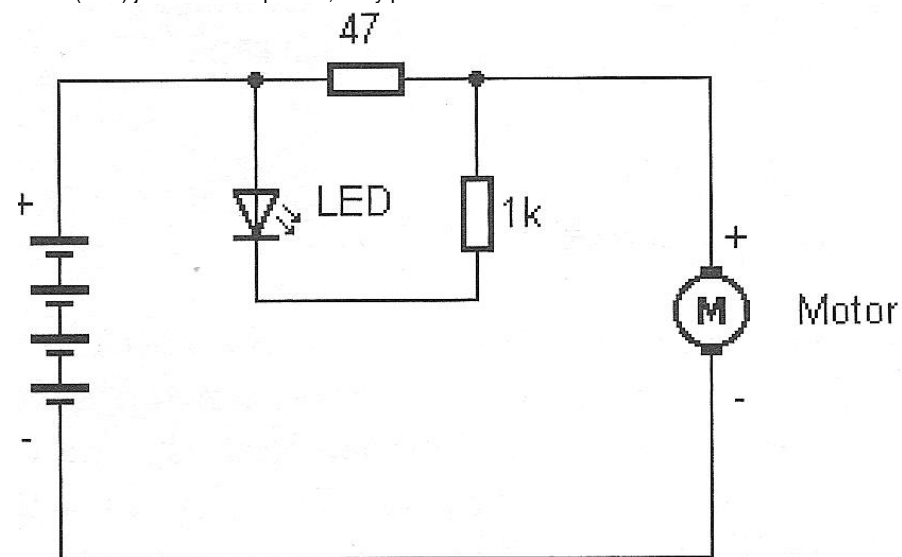
6.3 Elektromagnetická indukce

Výše uvedené pokusy se týkaly také elektromagnetické indukce uvnitř motorku. Okolo elektrického proudu se vytváří magnetické silové pole. Z tohoto důvodu se v cívice motorku, kterou protéká proud, vytváří silné magnetické pole. A obráceně způsobí každá změna magnetického v cívice motorku indukci elektrického napětí. Tyto jevy se vyskytují ve stejnosměrných elektrických motorech. Vzájemně (střídající se) působení magnetického pole, které vytváří protékající proud cívkou (kotvou) v motoru a v motoru zabudovaných permanentních magnetů (ve statoru) způsobí otáčení rotoru (hřídele) motoru, a tím i k vytvoření indukce napětí. V samotné cívice (v kotvě) motoru mění magnetické pole a napětí periodicky svůj směr.

Otáčející se cívkou (kotvou rotoru) protéká tedy střídavý proud. Mimo motorek se tento proud jeví jako stejnosměrný, protože třecí kartáčky (uhlíky) a komutátor ve stejnosměrných elektrických motorech převrací směr (mění polaritu). Motor vyrábí jako generátor elektromotorickou sílu, která vystupuje na svorkách motoru jako stejnosměrné napětí.

V kapitole 2. jsme již prozkoumali závislost počtu otáček našeho elektrického motorku na výši napájecího napětí. Dvojnásobná hodnota napájecího napětí, zvýší dvakrát počet otáček motorku bez zatížení (naprázdno) v motorku přitom dochází k regulaci, která způsobí, že indukované napětí (elektromotorická síla) bude nepatrně nižší než napájecí napětí. Proud protékající motorkem (jeho cívkou) je úměrný (proporcionální) k rozdílu těchto dvou napětí. Při rozběhu motorku nebo při jeho silném mechanickém namáhání protéká motorkem vyšší proud., protože je v tomto případě počet otáček motorku nižší než jeho počet otáček naprázdno (bez zatížení).

Tyto popsané jevy můžete podrobněji prozkoumat sestavením následujícího zapojení, kde použijete svítivou diodu (LED) jako indikátor proudu, který protéká motorkem.



Protože proud, který protéká motorkem, může být podstatně vyšší než dovolený proud, který může protékat LED, zapojte do tohoto obvodu pomocný odpor (bočník, shunt). Tímto odporem s hodnotou odporů 47Ω bude protékat nejvyšší proud z celkového proudu, LED bude protékat pouze malý proud. Při zapínání motorku můžete pozorovat nárazový rozběhový proud motorku. Také každé přibrzdění hřídele motorku způsobí zvýšený odběr proudu.

Vyzkoušejte too zapojení také s napájecím napětím 3 V a 9 V.

7. Použití kondenzátorů v zapojeních se svítivými diodami

Každý určitě zná následky, které způsobují elektrostatické náboje, které vznikají při chůzi po kobercích nebo po podlahách z umělé hmoty. Člověk může být nabit napětím, které může činit řádově až několik tisíc voltů. Poté stačí dotyk ruky vodivého kovového předmětu (například plynové trubky) a člověk pocítí bolestivé vybití tohoto náboje přeskokem elektrické jiskry. Toto vybití v našem těle uloženého náboje nebývá nijak nebezpečné, neboť do našeho těla byl uložen pouze velmi malý náboj, který se vybijí velmi krátkým přeskokem elektrické jiskry.

Podobné vlastnosti mají kondenzátory, které do sebe uloží velmi vysoké náboje i při nízkých napětích. Elektrický náboj uložený do kondenzátoru se nazývá kapacita kondenzátoru – viz podrobný popis v kapitole „1. Popis součástí a součástek stovebnice“ a v jejím odstavci „Kondenzátory“.

Kondenzátor se podobá svojí funkcí akumulátoru, který také ukládá do svého vnitřku elektrickou energii. Avšak dobrý akumulátor udržuje při svém vybití relativně dlouho stabilní (konstantní) napětí, kdežto kondenzátor vydává při svém vybití elektrickou energii (elektrický náboj) při současném snižování napětí na svých kontaktech

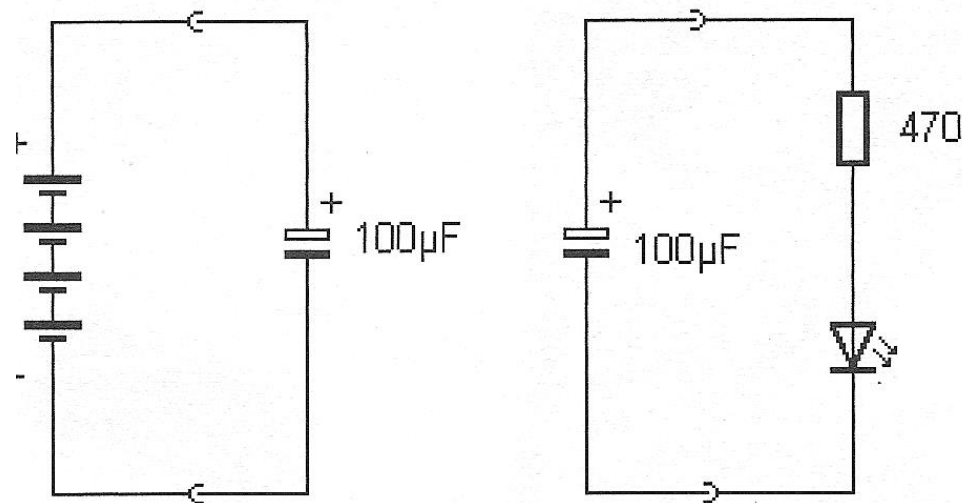
7.1 Nabíjení kondenzátoru z baterie a vybití elektrolytického kondenzátoru přes LED

Přiložte (připojte) podle následujícího vyobrazení kontakty elektrolytického kondenzátoru s kapacitou $100 \mu\text{F}$ ke kontaktům baterie.

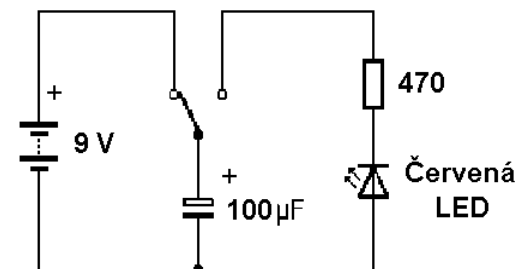


Dejte přitom pozor na správnou polaritu připojení. Minus (-) kontakt (vývod) kondenzátoru je označen bílým proučkem a je kratší. Nyní po uplynutí krátké doby odpojte kondenzátor od baterie a přiložte správnou polaritou vývody bílé LED k vývodům kondenzátoru. Minus (-) kontakt znamená katodu LED. LED se na krátkou dobu intenzivně rozsvítí (zableskne). Tím jste kondenzátor vybili přes LED. Tuto akci můžete několikrát zopakovat.

Zopakujte tento výše popsaný pokus s červenou LED se zapojeným předřadným odporem s různými hodnotami 47Ω až $1 \text{ k}\Omega$. Předřadný odpor s vyšší hodnotou sníží intenzitu jasu LED, ale prodlouží dobu trvání jejího svícení. U předřadných odporů s nižší hodnotou tomu bude naopak.



7.2 Vybití kondenzátoru přes svítivou diodu s přepínačem (bleskové světlo)



Nabít elektrolytického kondenzátoru a jeho vybití přes svítivou diodu

Přepínač na výše uvedeném zapojení podle své polohy buď nabíjí elektrolytický kondenzátor nebo jej vybijí přes svítivou diodu.

Použijte v tomto zapojení kondenzátor s nižší kapacitou $22 \mu\text{F}$. Po této akci zjistíte, že budou mít záblesky LED nižší intenzitu a budou trvat kratší dobu. DO kondenzátoru uložený náboj závisí na kapacitě kondenzátoru. Kondenzátor s kapacitou 1 farad (1 F) získá při napětí 1 V náboj 1 C (coulomb) = 1 As (ampérsekunda), což znamená, že jej lze vybit proudem 1 A za jednu sekundu. Kondenzátor s kapacitou jeden mikrofaraad ($1 \mu\text{F}$) pojme pouze jednu miliontinu tohoto náboje. Kondenzátor s kapacitou $100 \mu\text{F}$ získá při napětí 6 V náboj 0,6 mAs. Při vybijícím proudu 20 mA bude tento kondenzátor vybit po uplynutí 30 ms (0,03 s).

7.3 Použití svítivé diody jako bleskového světla (pomalé nabíjení kondenzátoru)

Jak jsme již uvedli výše, lze do kondenzátoru uložit elektrickou energii (elektrický náboj). Ve fotografických přístrojích (v blescích) se zábleskovou xenonovou žárovkou je například k tomuto účelu použit elektrolytický kondenzátor s kapacitou 100 μF , který se nabije až na napětí 400 V.

Poté po stisknutí tlačítka spouště dojde k vybití tohoto elektrolytického kondenzátoru přes xenonovou žárovku, která se po této akci krátce rozsvítí (zableskne). Elektrická energie uložená do tohoto kondenzátoru představuje náboj 8 Ws (wattsekund).

Tento výše popsaný princip bleskového světla můžete napodobit také se svítivou diodou (například s červenou). Takto vyrobený blesk však nebude tak výkonný, jako blesky s xenonovými žárovkami. Nabijte baterii 9 V přes odpor 100 k Ω elektrolytický kondenzátor 100 μF . Energie blesku z důvodů velmi nízkého protékajícího proudu kondenzátorem bude představovat hodnotu asi 4 mWs (miliwattsekundy).

Tento elektrolytický kondenzátor se nabije na dostačující náboj po uplynutí asi 10 sekund. Doba trvání nabíjení a vybití kondenzátoru neboli časovou konstantu vypočítáme z rovnice:

$$T = R \times C$$

$$T = 100 \text{ k}\Omega \times 100 \mu\text{F}$$

$$T = 10 \text{ s}$$

Během této doby dosáhne elektrolytický kondenzátor při provádění nabíjení asi 63 % koncového napětí. Po uplynutí této doby stiskněte tlačítko (spojte příslušné krokosvorky). Po této akci se použítá svítivá dioda krátce rozsvítí (zableskne), neboť se přes tuto svítivou diodu vybití k ní do série připojený kondenzátor. Tato dioda může dále, podržíte-li tlačítko déle stisknuté (déle spojené krokosvorky), nepatrně svítit, protože skrz ní protéká nepatrný proud přes odpor 100 k Ω .

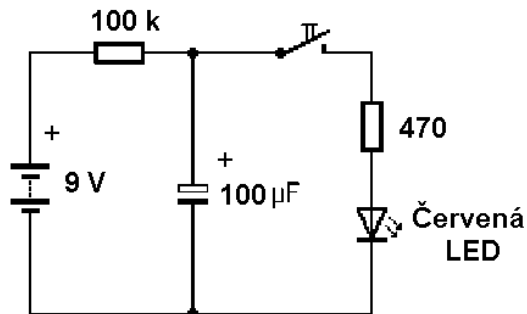
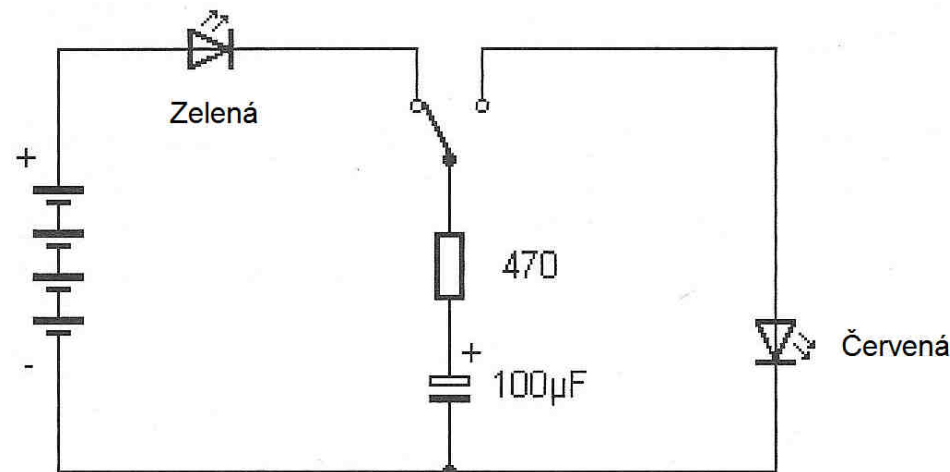


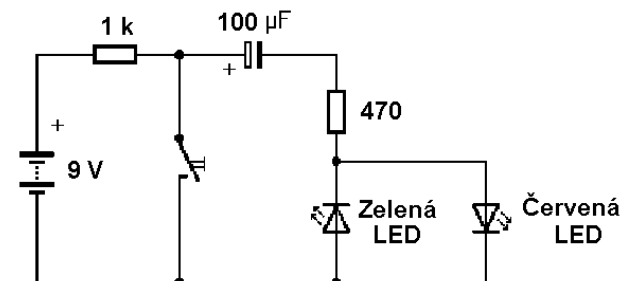
Schéma zapojení blesku s LED (LED jako bleskové světlo s tlačítkem)

7.4 Použití dvou svítivých diod s přepínačem jako bleskového světla

Sestrojte si následující zapojení s přepínačem, bude-li kondenzátor nabíjen, bude svítit zelená LED. Po opřepnutí přepínače do pravé polohy dojde k vybití kondenzátoru, což poznáte podle rozsvícení červené LED.



Při nabíjení a vybití kondenzátoru dochází ke změně směru proudu. Zapojení na následujícím vyobrazení vytváří rychlým tisknutím tlačítka střídavý proud. Příkladný odpor 1 k Ω dovoluje zkratování napájecího napětí stisknutím tlačítka. Po uvolnění stisknutí tlačítka (po rozpojení krokosvorek) dochází k nabíjení elektrolytického kondenzátoru přes zelenou svítivou diodu (která bude svítit). Po stisknutí tlačítka je kondenzátor vybitý přes červenou svítivou diodu (která bude svítit). Obě svítivé diody jsou zapojeny antiparalelně, což znamená, že za předřadný odpor 470 Ω připojíte katodu zelené LED paralelně s anodou červené LED.

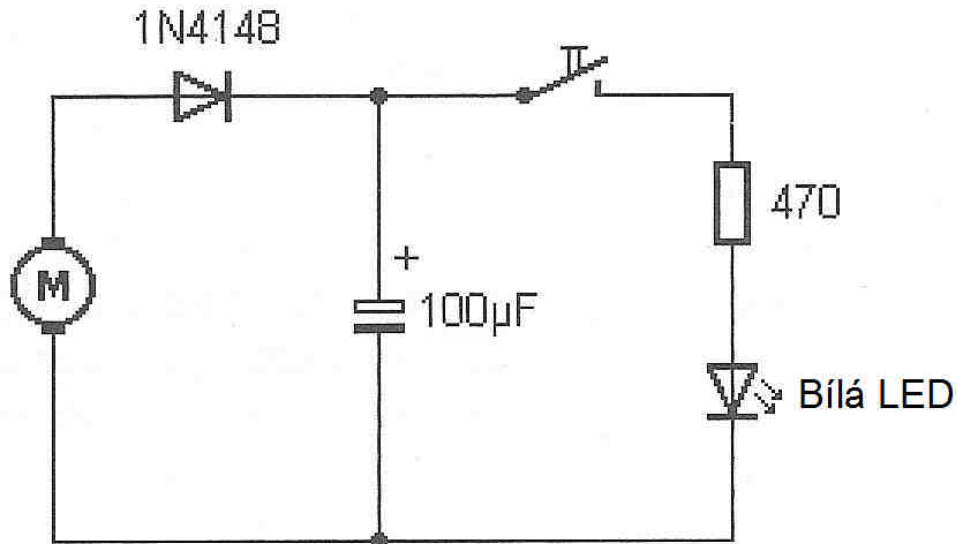


Nabíjení a vybití kondenzátoru se dvěma LED (dvoubarevné bleskové světlo s tlačítkem)

Každé stisknutí a uvolnění stisknutí tlačítka způsobí střídavé rozsvěcování červené a zelené svítivé diody (dvoubarevné bleskové světlo).

7.5 Bleskové světlo s dynamem

použijte k nabití kondenzátoru místo baterie stejnosměrný elektrický motorek jako dynamo. Rychlým otáčením hřídelkou motorku tento kondenzátor nabijete. Křemíková dioda 1N4148 slouží v tomto zapojení jako ochrana proti vybití kondenzátoru přes cívku motorku.



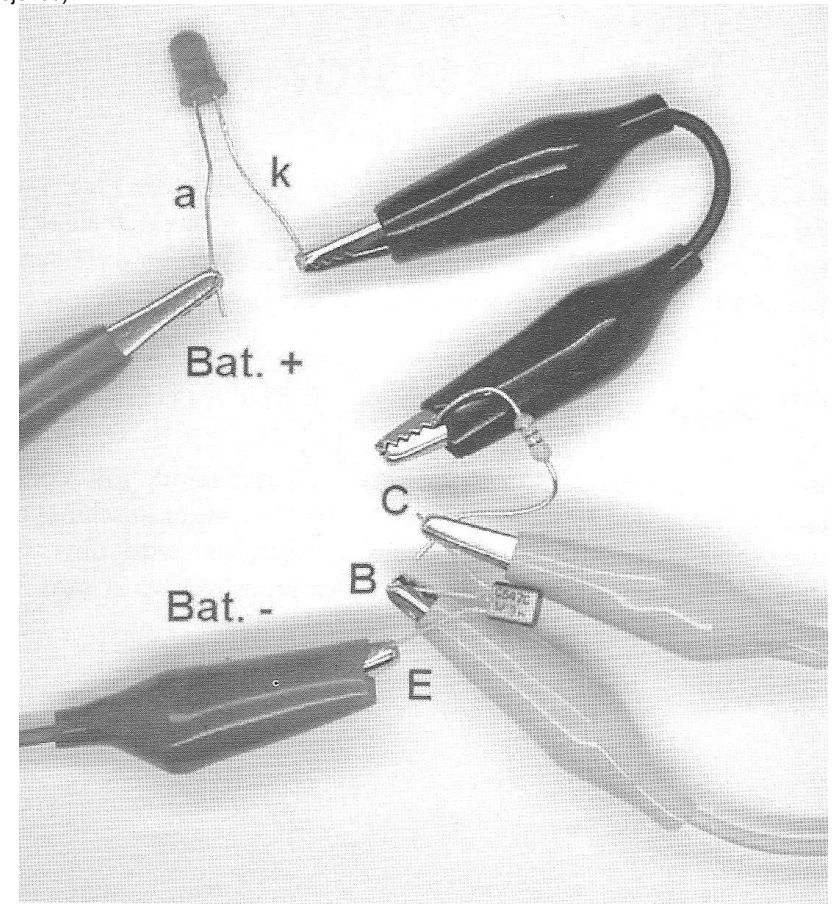
Po stisknutí tlačítka (po spojení krokosvorek) vybijete nabitý kondenzátor přes LED (dioda se krátce rozsvítí). Dejte přitom pozor na směr otáčení hřídelky motorku. Na rozdíl od baterie můžete energii záblesků LED změnit rychlejším nebo pomalejším otáčením hřídelkou motorku (dynama). Mezi nabitím a vybitím kondenzátoru můžete počkat několik minut, neboť tento elektrolytický kondenzátor udrží náboj velmi dlouho, protože má nízké samovybití.

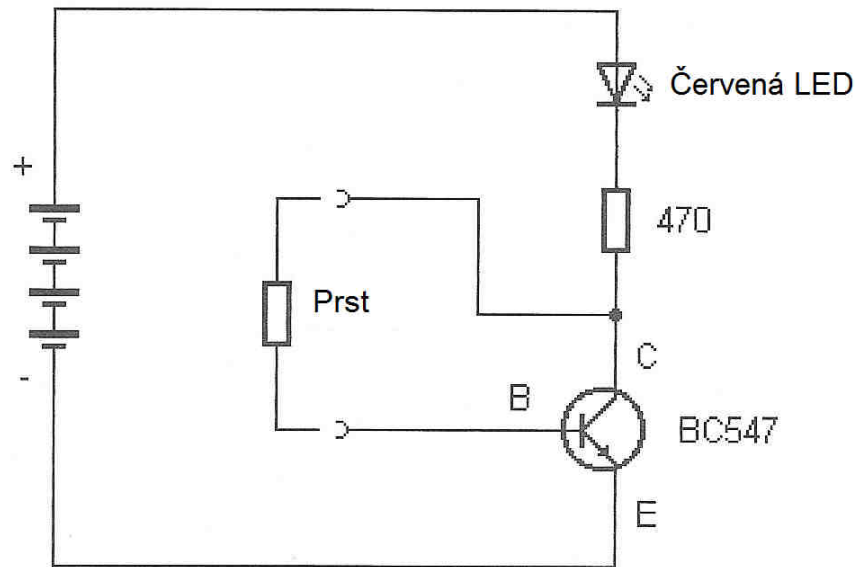
8. Zapojení s tranzistory

Ve všech výše uvedených zapojeních byly použity pouze svítivé diody, odpory (rezistory) a elektrolytické kondenzátory. V dalších zapojeních popisujeme obvody se svítivými diodami s použitím tranzistorů (včetně vysvětlení základních funkcí tranzistorů). Vynález tranzistoru znamenal vítězný tah v elektronice, která se například používá v současné počítačové technice. Tranzistory se používají jako elektronické spínače (spínací tranzistory) a zesilovače signálů.

8.1 Dotykové čidlo reagující na dotyk prstu ruky

Zapojte podle následujícího vyobrazení do série LED s předřadným odporem (ke katodě LED) anodu LED připojte k plus(+) kontaktu baterie, emitor „E“ tranzistoru propojte s minus (-) kontaktem baterie. kolektor „C“ tranzistoru propojte s vývodem předřadného odporu a připojte k tomuto propojení připojte kabel s krokosvorkami (jednu krokosvorku tohoto kabelu ponechte volnou, nepřipojenou). K bázi „B“ tranzistoru připojte kabel s krokosvorkami (jednu krokosvorku tohoto kabelu ponechte volnou, nepřipojenou).



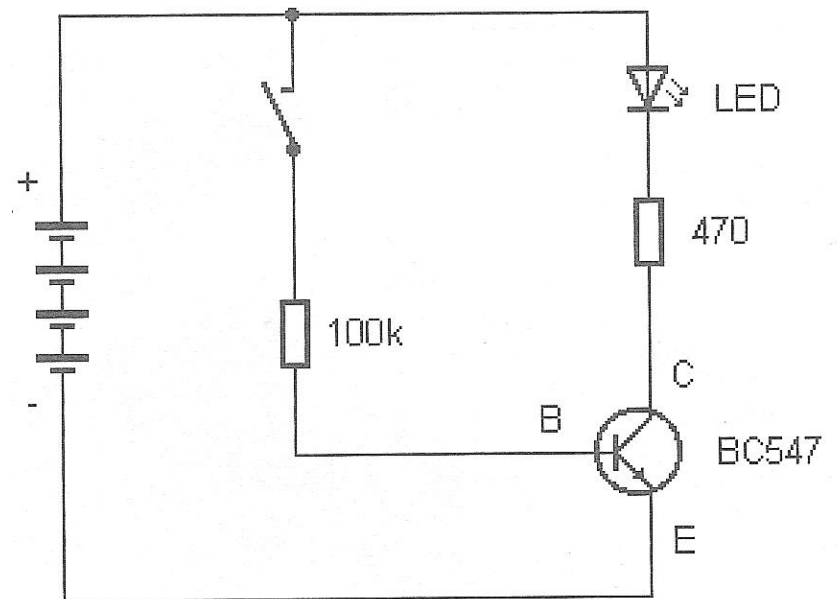


Tranzistor se bude nejprve chovat jako rozepnutý spínač a LED nebude svítit. Nyní přiložte prst k volným krokosvorkám kabelů, které jste připojili druhými krokosvorkami bodům „B“ a „C“. Odpor pokožky prstu činí v závislosti na její vlhkosti 10 k Ω až 1000 k Ω (1 M Ω). Vaším prstem protéká velmi malý proud, který ani nepocítíte. I přes tyto skutečnosti se LED rozsvítí. Nízký proud, který protéká prstem, zesílí tranzistor a LED se rozsvítí. Nyní můžete zvýšit velikost proudu protékajícím prstem silným přitlačením prstu ke krokosvorkám nebo navlhčením prstu. Tento pokus představuje rozvětvený proudový okruh. Nízký proud protéká odporem senzoru (prstem) a je přiveden na bázi tranzistoru. Toto způsobí, že začne protékat tranzistorem vyšší kolektorový proud, a tím i elektrickým spotřebičem (LED s předřadným odporem)

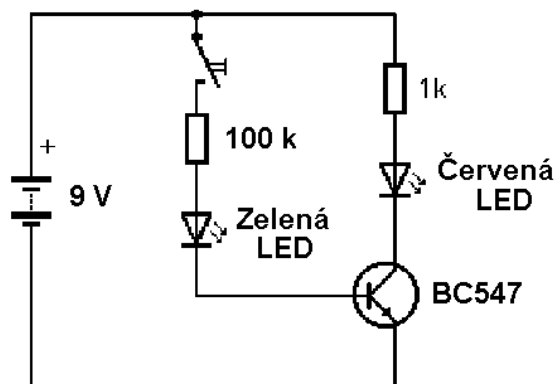
8.2 Tranzistor jako zesilovač signálu (proudu)

Zapojení na následujících dvou vyobrazeních znázorňuje základní funkci tranzistoru NPN. Každý tranzistor představuje dva proudové okruhy. V řídicím proudovém okruhu protéká malý proud bázi tranzistoru, v druhém proudovém okruhu se zátěží (předřadný odpor a svítivá dioda) protéká vyšší proud kolektorem tranzistoru. Oba proudy protékají společně emitorem tranzistoru. Protože je v tomto případě zapojen emitor tranzistoru na společný referenční (vztažný) bod, nazývá se tento obvod jako zapojení se společným emitorem.

Zapojení s napájecím napětím 6 V: Jakmile dojde k otevření tranzistoru (začne-li protékat proud jeho bázi), pak začne tranzistorem protékat zátěžový proud a červená LED se rozsvítí. Jako rozhodující faktor platí v tomto případě následující: Proud s hodnotou cca 0,05 mA, který protéká bázi tranzistoru přes odpor 100 k Ω , musí být několikanásobně nižší než proud, který protéká kolektorem tranzistoru. Malý proud protékající bázi tranzistoru způsobuje zesílení, což se projeví několikanásobným zvýšením proudu, který protéká kolektorem tranzistoru. Toto zesílení nazýváme zesilovacím činitelem tranzistoru a v našem případě představuje hodnotu 200 (dvoustenásobné zesílení). Tento zesilovací činitel odpovídá přibližně poměru odporu v bázi tranzistoru a odporu v kolektoru tranzistoru.



Zapojení s napájecím napětím 9 V: Odpor 100 k Ω , který je zapojen před zelenou LED a bází tranzistoru, má stokrát vyšší hodnotu než předřadný odpor před červenou svítivou diodou (1 k Ω). Tranzistor se chová v tomto zapojení jako spínač (spínací tranzistor). Mezi kolektorem a emitorem tranzistoru je velmi malý úbytek napětí. Proud kolektoru omezuje vnitřní odpor elektrického spotřebiče (zde předřadného odporu a svítivé diody) a tento proud nelze v tomto případě dále zvyšovat. Jedná se o takzvaný nasycený kolektorový proud, který způsobí plné otevření tranzistoru.

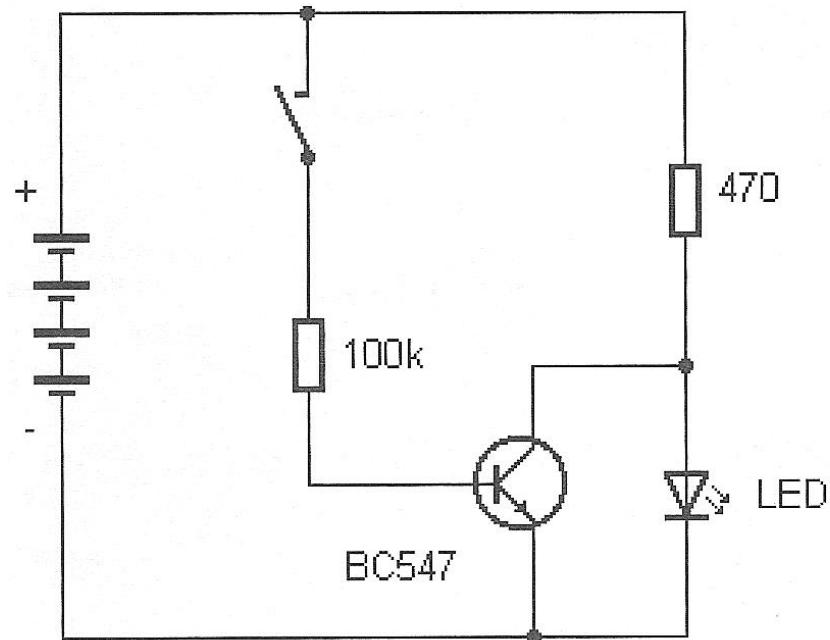


Tranzistor NPN v zapojení se společným emitorem a se 2 LED (9 V)

Při protékajícím proudem bází tranzistoru zkratujte v zapojení s napájecím napětím na chvíli emitor a kolektor tranzistoru. Po této akci zjistíte, že se LED zcela nerozsvítí na plný jas. V tomto případě můžete tranzistor považovat za uzavřený (sepnutý) spínač. Výrobce tohoto tranzistoru udává jeho zesílení 200. Aby došlo k úplnému otevření tranzistoru, musí být na jeho bází přiveden dostatečně vysoký proud.. v žádném případě nesmí být u tohoto tranzistoru BC547 překročen proud 100 mA.

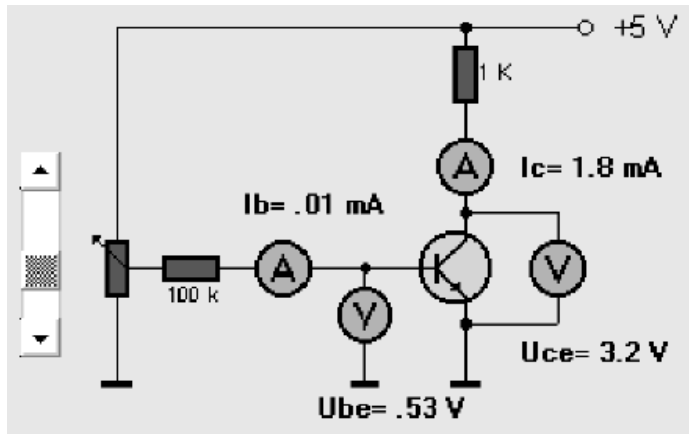
8.3 Tranzistor jako invertor – viz též odstavec 8.7 Tranzistor jako invertor (přepínač)

sV následujícím zapojení je funkce spínání (rozsvěcování a zhasínání) červené LED obrácena.. LED se rozsvítí při rozepnutém spínači (tlačítku) a po sepnutí spínače přestane LED svítit. Toto způsobí paralelní připojení LED k emitoru a kolektoru tranzistoru, proud protékající tranzistorem zkratuje LED.



Vyzkoušejte si nyní chování tranzistoru NPN s různými proudy protékajícími jeho bází pomocí simulačního programu na přiloženém CD.. Při malých proudech má zesilovací činitel tohoto tranzistoru hodnotu 180. Při vyšších proudech dojde k nasycení tranzistoru, což bude znamenat, že proud protékající kolektorem tranzistoru se nebude dále zvyšovat, neboť je omezen odporem zapojeným ke kolektoru.

Ke zjištění maximálního zesilovacího činitele tranzistoru můžete provést zvýšení hodnoty odporu, který zapojíte před bází tranzistoru. Použijete-li k tomuto účelu odpor a napětí 6 V, bude stále červená LED svítit, i když poměrně slaběji. Zapojíte-li do série dva odpory 100 k Ω , získáte odpor 200 k Ω , který tento tranzistor zcela otevře. V tomto případě bude mít tranzistor asi 200-násobné zesílení.

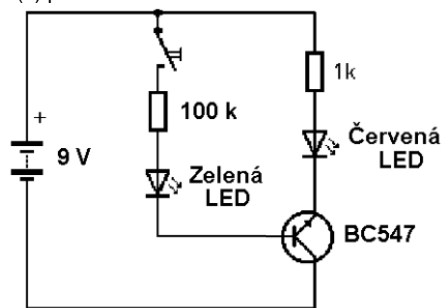


Simulační program tranzistoru NPN

Ve skutečnosti přes všechnu preciznost výroby nelze zesilovací činitel tranzistoru přesně naplánovat. Tranzistor obsažený v této stavebnici patří do skupiny B a má tedy minimální zesílení 200.

Při navrhování obvodů s tranzistory musíte vždy dát pozor na zesilovací činitel použitého tranzistoru, abyste zajistili jeho spolehlivou funkci v širokém rozsahu. V zapojeních (viz výše a níže) představuje tranzistor spínač. Zde postačí zvolit takový předřadný odpor báze tranzistoru, aby touto bází protékal poněkud vyšší proud.

Provedte nyní prohození emitoru a kolektoru tranzistoru. Nyní bude tranzistorem protékat podstatně nižší proud jeho kolektorem. Že bude i v tomto obráceném zapojení tranzistor pracovat, spočívá v jeho konstrukci ze tří vrstev N, P a N – viz popis v odstavci **8.6 Elektronická jednosměrná cesta (hradlové vrstvy tranzistoru)**. Tloušťky těchto vrstev se ve skutečnosti liší, takže není zcela jedno, kterou vrstvu (kontakt N), připojíte k minus (-) pólu.



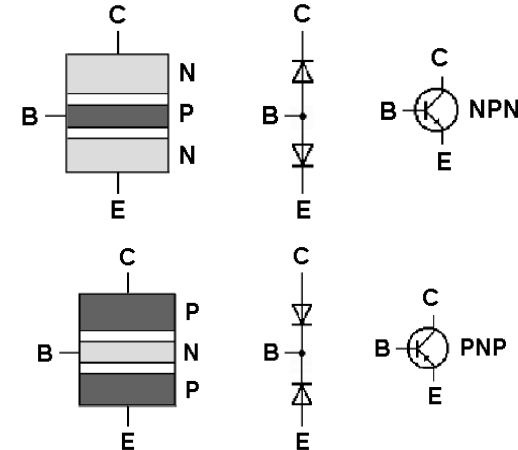
Obráceně zapojený tranzistor NPN

V praxi bývá zesílení obráceně zapojeného tranzistoru pěti- až dvacetinásobné. Červená svítivá dioda bude v tomto případě svítit pouze velmi slabě. Zapojte před katodu zelené LED místo odporu 100 kΩ. V tomto případě začne kolektorem tranzistoru protékat vyšší proud, což poznáte podle zvýšeného jasu červené LED. Červená LED bude svítit jasněji než zelená LED. Toto výše popsání zapojení tranzistoru nepatří k obvyklému použití tranzistoru, jedná se v normálním případě o nesprávné zapojení tranzistoru. Pokud nebude zapojení s tranzistorem fungovat podle očekávání, pak jste pravděpodobně provedli prohození připojení emitoru a kolektoru tranzistoru.

8.6 Elektronická jednosměrná cesta (hradlové vrstvy tranzistoru)

Vnitřní konstrukci křemíkového tranzistoru tvoří tři vrstvy z různě infundovaného křemíku. Na rozhraní těchto vrstev se nacházejí hradlové vrstvy podobně jako u křemíkové nebo u svítivé diody, které vedou proud pouze jedním směrem. Jeden tranzistor je prakticky tvořen dvěma diodami, které můžete použít jako takové (jako normální diody).

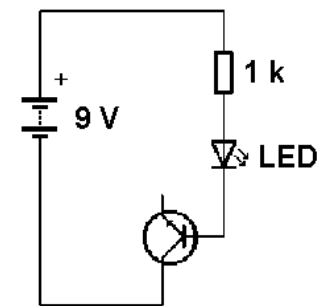
Toto umožňuje použít tranzistory ve zvláštních variantách zapojení a provedení otestování tranzistorů. Lze velice snadno zjistit, o jaký typ tranzistoru se jedná, zda o tranzistor NPN nebo PNP.



Zobrazení hradlových vrstev a náhradní schéma tranzistorů

O jaký typ tranzistoru se jedná (NPN nebo PNP), zjistíte snadno, postavíte-li si zkoušečku s jednou svítivou diodou a s předřadným odporem (viz obr. 4.8 a 4.9). Ke kontaktům testovaného tranzistoru stačí v tomto případě připojit dva vodiče (zkušební kabely). Bude-li tranzistorem protékat proud, pak se rozsvítí LED. Tím jednoduchým způsobem prozkoumáte všechny interní hradlové vrstvy tranzistoru (jejich orientaci) a směr toku proudu.

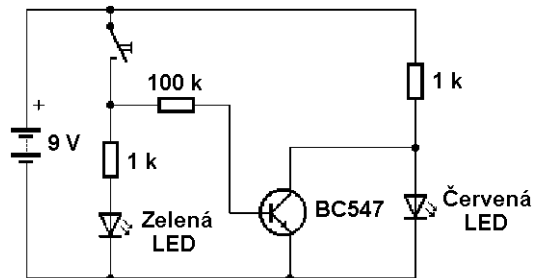
Vyzkoušejte si nejprve touto zkoušečkou y tranzistor „BC547“ (NPN) Po získání určité praxe Vám tato zkoušečka umožní zjistit typ neznámého tranzistoru. Kromě toho zjistíte touto zkoušečkou též kontakt, který představuje bázi tranzistoru. Touto zkoušečkou nelze rozlišit emitor od kolektoru tranzistoru, protože jsou tranzistory zkonstruovány symetricky. K tomuto účelu použijte jednoduché zapojení tranzistoru se společným emitemorem).



Zapojení zkoušečky tranzistorů

8.7 Tranzistor jako invertor (přepínač)

Na následujícím vyobrazení je tranzistor zapojen jako spínač (spínací tranzistor). Jakmile začne podle tohoto zapojení protékat bázi tranzistoru proud (jakmile stisknete tlačítko), začne protékat proud také spotřebičem (svítivou diodou, která se rozsvítí). Na obr. 4.11 je zobrazeno schéma jednoduchého elektronického přepínače (zapojení tranzistoru s obrácenou funkcí spínání). Po stisknutí tlačítka se rozsvítí zelená LED, po uvolnění stisknutí tlačítka se rozsvítí červená LED.



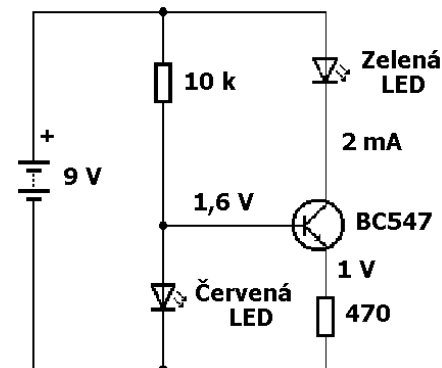
Tranzistor jako invertor (přepínač se dvěma LED)

Po stisknutí tlačítka začne protékat proud zelenou svítivou diodou a bázi tranzistoru. Tranzistor se otevře a vypne napájení červené svítivé diody, kterou nebude protékat téměř žádný proud. Proud bude protékat odporem $1\text{ k}\Omega$, který je zapojen ke kolektoru tranzistoru a k anodě červené svítivé diody. Ve skutečnosti však zůstane mezi emitorem a kolektorem tranzistoru zbytkové napětí asi 80 mV , které je příliš nízké na to, aby se červená svítivá dioda rozsvítila. Toto zapojení představuje jednoduchý elektronický přepínač.

8.8 Konstantní (neměnný) jas svítivé diody (stabilizace proudu)

V mnoha případech je třeba použít pro napájení některých obvodů konstantní (stabilizovaný) proud, který nezávisí na výkyvech (kolísání) napájecího napětí. Zelená svítivá dioda bude svítit stále stejným jasnem, i když dojde k poklesu napětí napájecí baterie. Zapojení na obr. 5.9 představuje jednoduché zapojení stabilizátoru proudu. Jedna červená svítivá dioda stabilizuje na vstupu napětí báze tranzistoru na cca $1,6\text{ V}$ (a chová se podobně jako Zenerova dioda).

Protože napětí mezi bázi a emitorem tranzistoru má stále stejnou hodnotu cca $0,6\text{ V}$, nachází se na odporu za emitorem tranzistoru napětí asi 1 V . Tento odpor určuje velikost proudu, který protéká emitorem tranzistoru. Proud, který protéká kolektorem tranzistoru, odpovídá téměř velikosti proudu, který protéká emitorem tranzistoru. Zelená dioda zapojená do okruhu kolektoru nepotřebuje žádný předřadný odpor, neboť proud, který jí protéká, je regulován tranzistorem. Protéká kolektorem tranzistoru, odpovídá téměř velikosti proudu, který protéká emitorem tranzistoru. Zelená svítivá dioda zapojená do okruhu kolektoru nepotřebuje žádný předřadný odpor, neboť proud, který jí protéká, je regulován tranzistorem.



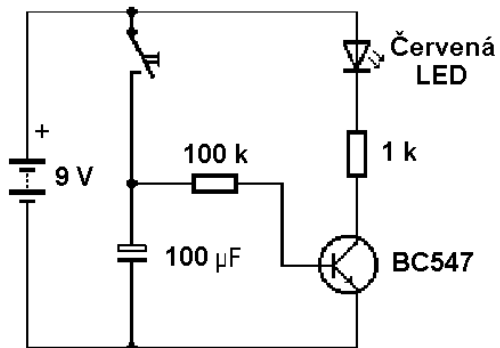
Stabilizovaný zdroj proudu (stabilizace jasu svítivé diody)

Vyzkoušejte toto zapojení s novou (zcela nabitou) baterií a s velmi vybitou baterií 9 V . Pokud bude mít baterie dostatečné zbytkové napětí, bude zelená dioda stále velmi jasně svítit.

8.10 Zpoždovací obvod (minutové světlo)

Zesilovací činitel tranzistoru lze rovněž použít k prodloužení vybití kondenzátoru.

V zapojení na následujícím vyobrazení je použit elektrolytický kondenzátor s kapacitou $100\ \mu\text{F}$, který nabijete krátkým stisknutím tlačítka. Po uvolnění stisknutí tlačítka vybijete tento kondenzátor malým proudem přes bázi tranzistoru v zapojení se společným emitorem.



Zpoždovací obvod (prodloužení vybití kondenzátoru)

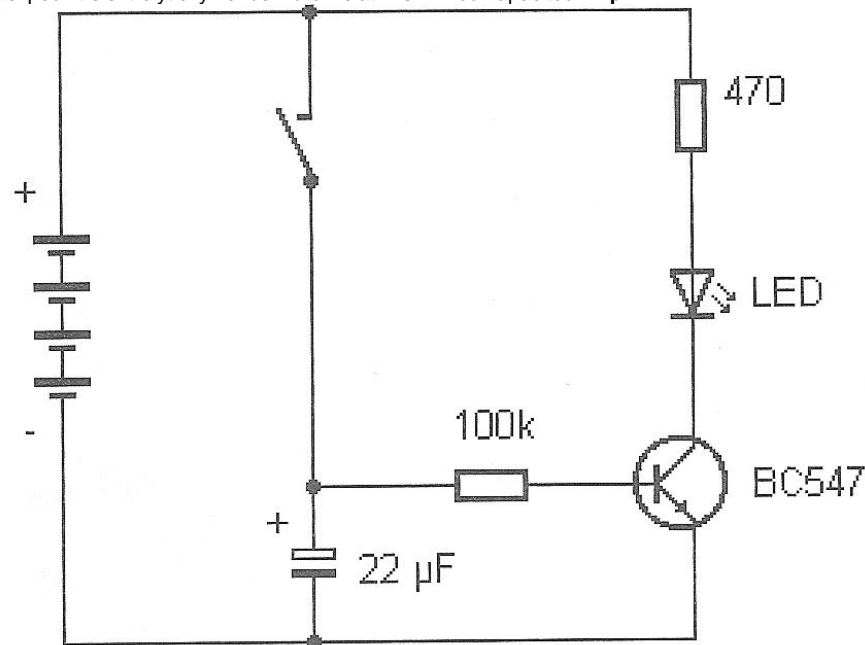
V tomto případě značně prodloužíte dobu vybití použitého kondenzátoru přes poměrně vysoký odpor ($100\ \text{k}\Omega$), který zapojíte před bázi tranzistoru. Časová konstanta činí s výše použitými součástkami asi 10 sekund. Po uplynutí této doby postačí malý proud báze k plnému otevření tranzistoru a červená LED bude svítit poměrně dlouhou dobu.

Abyste rozsvítili LED, pak v praxi postačí pouze krátké stisknutí tlačítka. Po této akci začne svítivá dioda svítit velmi jasně (naplno) po dobu asi 10 sekund a po uplynutí této doby se začne její jas stále snižovat. Po uplynutí asi jedné minuty bude LED stále slabě svítit. Ve skutečnosti tato LED nezhasne ani po uplynutí dlouhé doby. Proud procházející touto diodou bude klesat velmi pomalu, takže nebude mít žádný viditelný účinek.

8.11 Časové spínací hodiny (časový spínač)

Viz též odstavec „8.9 Zpoždovací obvod (minutové světlo)“

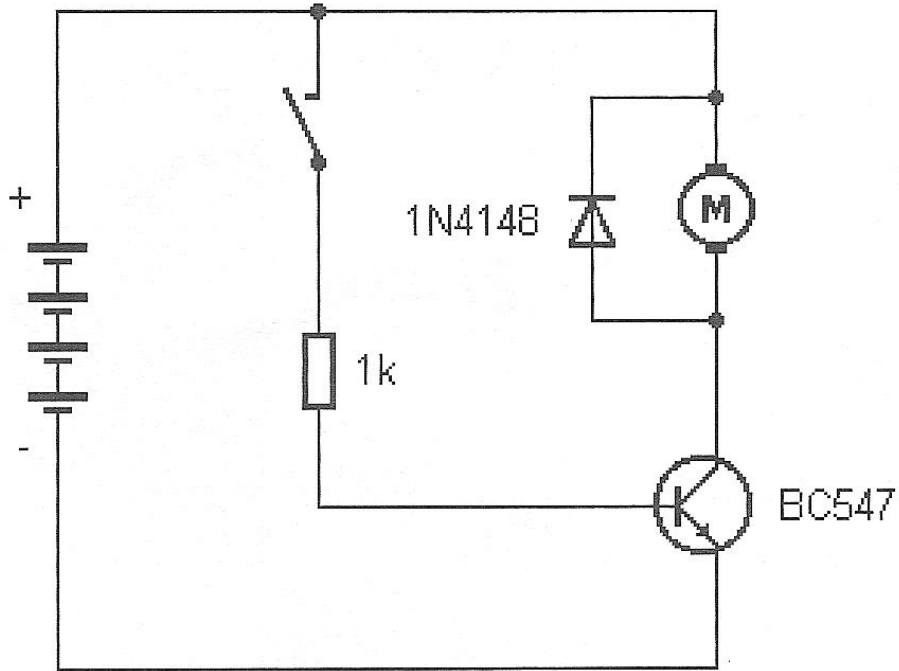
U vnitřního osvětlení automobilu se často používá určitá prodleva, dříve než dojde k jeho vypnutí, což umožňuje pohodlné vystoupení z vozu. Toto zapojení vidíte na následujícím vyobrazení. V tomto případě postačí použít elektrolytický kondenzátor relativně nízkou kapacitou $22\ \mu\text{F}$.



Po sepnutí spínače se LED rozsvítí bez zpoždění, po rozepnutí kontaktů spínače bude LED svítit plným jasnem ještě po dobu asi 2 sekundy, poté se začne její jas pomalu snižovat, Tranzistor se v tomto případě chová na konci nikoliv pouze jako digitální spínač, nýbrž také jako analogový zdroj proudu. Použijete-li místo kondenzátoru $22\ \mu\text{F}$ kondenzátor s kapacitou $100\ \mu\text{F}$, prodloužíte tím spínací časy asi pětkrát. (5 x).

8.12 Spínač elektrického motorku

Následující zapojení je vhodné jako spínač (zapínání a vypínání) stejnosměrného elektrického motorku. Tento obvod je třeba ale vybavit ochranou proti napěťovým nárazům, které vznikají indukci a které by mohly zničit tranzistor, K bázi tranzistoru je zapojen odpor s hodnotou 1 k Ω , který zajišťuje při zapínání motorku vysoký rozběhový proud až cca 100 mA..

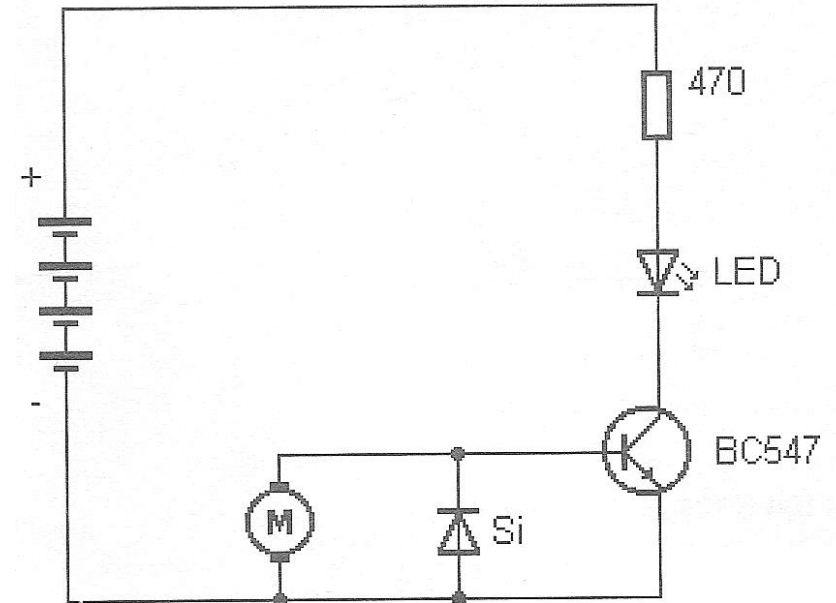


Paralelně k motorku je připojena v závěrném směru křemíková dioda 1N4148 pro volnoběžné otáčky motorku. Po rozběhnutí motorku nevede tato dioda žádný proud. V okamžiku zastavení (vypnutí) motorku vnikne v protisměru napěťová špička, kterou eliminuje ochranná křemíková dioda. Toto chování vykazuje každá cívka. I když použijete v okruhu zátěžového proudu tranzistoru relé, je nutné tuto ochrannou diodu použít. Bez této diody může vzniknout napěťová špička řádově několika 100 V, která může tranzistor zničit, neboť maximální napětí mezi kolektorem a emitorem tranzistoru nesmí překročit hodnotu 50 V.

Nahradte tuto křemíkovou diodu červenou LED. Napěťový náraz, který vznikne indukci při vypnutí motorku, poznáte podle zablesknutí LED.

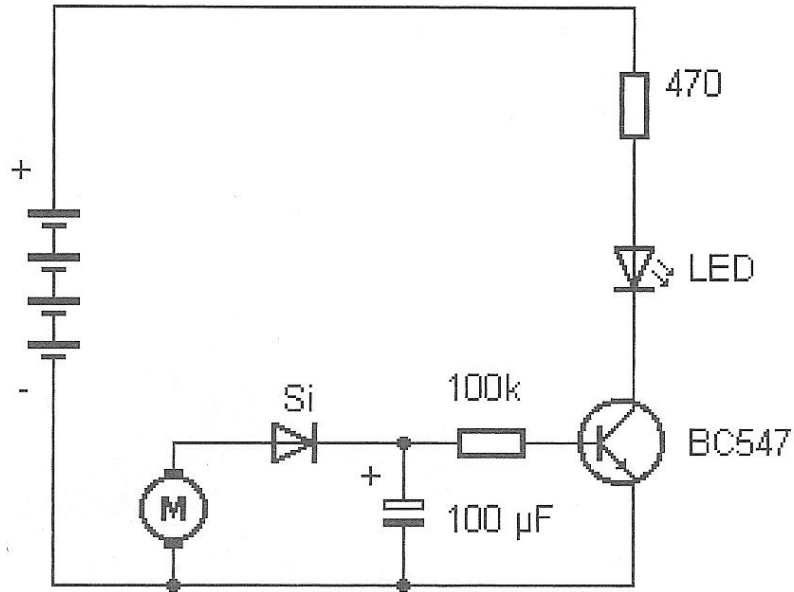
8.13 Detektor směru otáčení elektrického motorku

V předchozích kapitolách, jsme popsali použití stejnosměrného elektrického motorku jako generátoru elektrického proudu (dynama), viz například odstavec „6.2 Kontrola směru otáčení motorku (dynama), polarita napětí“. Použijete-li k tomuto účelu tranzistor jako zesilovač proudu, postačí pomalé otáčení hřídelkou motorku.. Vlastní zdroj napětí zajišťuje v tomto případě baterie. Tranzistor rozsvítí červenou LED, jestliže indukované napětí motorku překročí hodnotu asi 0,6 V.



Přídavná křemíková dioda 1N4148 (Si), kterou zapojíte mezi bázi a emitru tranzistoru, zabraňuje při nesprávném směru otáčení motorku nebo při jeho příliš vysokých otáčkách vysokému zápornému napětí báze, které může poškodit tranzistor. Neotáčejte příliš silně (rychle) hřídelkou motorku, než je nezbytně nutné k rozsvícení LED, neboť tento obvod není vybaven žádným omezením proudu, který by mohl za určitých okolností způsobit přehřátí tranzistoru.

Na následujícím vyobrazení vidíte vylepšené zapojení s přidavným vyhlazením řídicího napětí motorku (dynama), Dynamo nabije při správném směru otáčení elektrolytický kondenzátor, který i po přerušení otáčení dynama, bude dodávat do báze tranzistoru potřebný proud, aby LED svítila. Tento experiment má podobné zapojení jako kapesní svítilny s funkcí nabíjení dynamem, i když energii pro LED zajišťuje v tomto případě baterie.

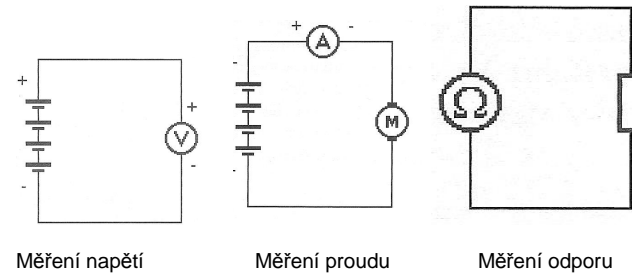


9. Měřicí přístroje

K měření elektrických veličin se používají buď analogové (ručičkové měřicí přístroje) a s otočnou cívkou a s různými stuonicemi (napětí, proud, odpor atd.), tedy voltmetry, ampérmetry (ohmmetry) nebo moderní digitální multiimetry s číselným zobrazením naměřených hodnot na displejích z tekutých krystalů (LCD). Jelikož součástí této stavebnice není žádný měřicí přístroj, najdete potřebné informace o provádění měření potřebné elektrické veličiny v příslušném návodu k obsluze zakoupeného měřicího přístroje. Z tohoto důvodu v tomto českém vydání způsobu měření jednotlivých elektrických veličin nepopisujeme. Vhodné měřicí přístroje si můžete přímo zakoupit u firmy Conrad. – viz například následující vyobrazení.



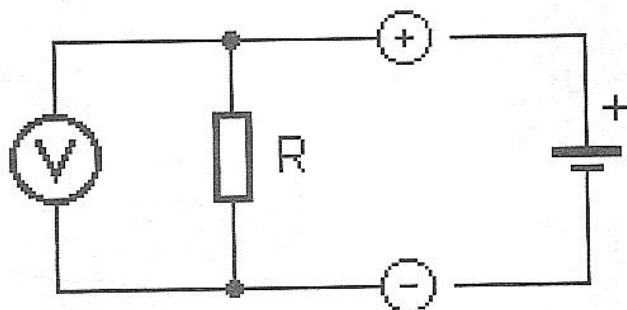
Digitální multimetr VC 130-1 (obj. č. 109 05 19)



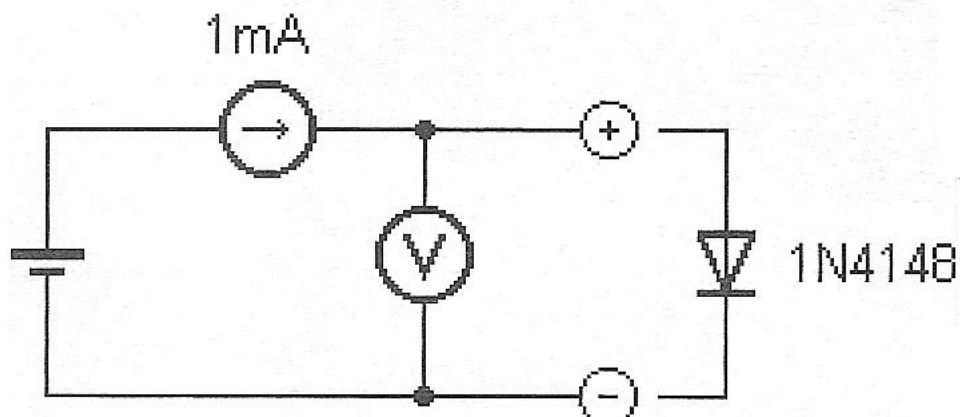
Měření napětí

Měření proudu

Měření odporu



Princip testování baterií (akumulátorů), základní vnitřní zapojení testerů baterií



Princip testování diod, základní vnitřní zapojení měřících přístrojů

10. Příloha: Testovací přístroje se svítivými diodami (zkoušečky)

10.1 Zkoušečka kabelů, pojistek, žárovek (optická signalizace průchodnosti obvodů)

Při kontrole elektrických přístrojů nebo zařízení potřebujeme často přezkoušet, nedošlo-li k porušení jejich průchodnosti (například k přepálení pojistky). Následující jednoduchý testovací přístroj se svítivou diodou zkontroluje kabely (vedení, spínače, atd.), zda nedošlo k jejich přerušování. Rozsvícení svítivé G1diody bude znamenat, že je testovaný obvod v pořádku.

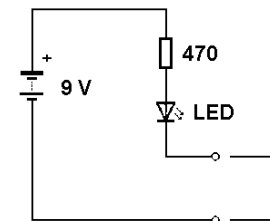


Schéma zapojení zkoušečky

U této jednoduché zkoušečky nesvítí LED pouze při plné průchodnosti obvodů (při zkratu), nýbrž i při kontrole elektrických spotřebičů v uzavřeném okruhu, které mají určitý vnitřní odpor. Z tohoto důvodu můžete touto zkoušečkou kontrolovat například žárovky nebo transformátory, jejichž vnitřní odpor jejich vnitřní stáčí k tomu, aby se na této zkoušečce rozsvítila použitá svítivá dioda.

U mnohých vadných síťových napájecích zdrojů neboli adaptérů bývá příčinou jejich nefunkčnosti většinou přepálená interní pojistka.

Touto zkoušečkou můžete zkontrolovat i jiné svítivé nebo normální diody jakož i odpory do určité hodnoty (viz vysvětlení výše). Kontrolované svítivé diody by se měly rovněž rozsvítit (budou-li v pořádku) a budete-li je zkoušet v propustném směru.

Jestliže se svítivá dioda, kterou kontrolujete touto zkoušečkou, nerozsvítí, pak jste ji připojili ke zkoušečce v závěrném směru nebo je tato dioda přerušena.

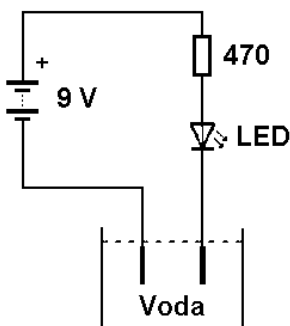
Jestliže se na zkoušečce rozsvítí požitá dioda při připojení kontrolované svítivé nebo normální diody v závěrném i v propustném směru, pak má tato kontrolovaná dioda vnitřní zkrat.

10.2 Kontrola vodní hladiny a elektrické vodivosti vody

Výše popsanou zkoušečku průchodnosti obvodů můžete bez jakékoliv změny použít ke kontrole vodních hladin (elektrické vodivosti vody) a jiných elektricky vodivých kapalin. Podržíte-li odizolované konce zkušebních kabelů ve vodě, rozsvítí se na zkoušečce slabým světlem použitá svítivá dioda (pokud se ovšem nebude jednat o destilovanou vodu). Ponoříte-li tyto drátky neboli elektrody hlouběji do vody, bude použitá svítivá dioda svítit jasnějším světlem. Takto můžete například zjistit, že byla určitá nádoba naplněna dostatečným množstvím vody (například sud na dešťovou vodu).

Přidáte-li do vody trochu kuchyňské soli, zvýše se značně její elektrická vodivost a svítivá dioda začne svítit silněji. Stejný účinek na zvýšení vodivosti vody má například zaživací (jedlá) soda, citrónová šťáva nebo jiné kyseliny (například ocet).

Jakmile začne vodou protékat proud, vytvoří se na odizolovaných vodičích (drátcích) ve vodě malé bublinky vodíku a kyslíku. Tyto chemické reakce (elektrolýza vody) rozrušují rovněž povrch těchto drátků neboli elektrod. Pro dlouhodobé pokusy používejte elektrody z uhlíku nebo z tuhy, které se elektrolýzou vody nerozpouštějí. K tomuto účelu můžete použít uhlíkové tyčinky ze starých zinko-uhlíkových baterií nebo tuhu z obyčejných tužek.



Kontrola elektrické vodivosti vody

Kromě zajímavých pokusů kontroly elektrické vodivosti vody a jiných kapalin uplatníte toto zapojení i v jiných praktických aplikacích. Tímto způsobem můžete zkonstruovat poplachová zařízení pro případy úniku vody, hlásiče srážek (deště) atd.

Kromě toho lze použít toto zapojení jako čidlo (senzor) měření vlhkosti v květináčích s rostlinami a květinami. Zastrčíte-li tyto elektrody (odizolované drátky) do zeminy v květináči, poznáte podle jasu svítivé diody, že mají například do zeminy zasazené květiny nedostatek vláhy a že je musíte zalít.

10.3 Poplachová zařízení se svítivými diodami (alarmy)

Z bezpečnostních důvodů proti krádežím nebo vloupáním se používají mechanické nebo magnetem ovládané dveřní nebo okenní kontakty. Jakmile například někdo otevře okno, spustí příslušné bezpečnostní zařízení poplach (akustickou nebo optickou signalizací). V nejjednodušším případě postačí použití tenkého drátku, který se například po otevření dveří přetrhne.

K tomuto účelu můžete použít též zapojení se svítivou diodou, avšak pouze s optickou signalizací nebezpečí vloupání. Tato dioda by ovšem neměla svítit v klidovém stavu, aby její svícení zbytečně neodvádělo Vaši pozornost. Tato signalizační dioda by se měla rozsvítit teprve po přetržení tenkého drátku, který jinak svítivou diodu v klidovém stavu zkratuje a který vytváří proudovou smyčku.

Nevýhodou tohoto zapojení je stálý odběr proudu přes předřadný odpor svítivé diody, který v případě použití baterie 9 V a předřadného odporu 1 k Ω činí asi 9 mA, což může způsobit relativně rychlé vybití napájecí baterie. Z tohoto důvodu Vám doporučujeme použít k napájení tohoto poplachového zařízení vhodný síťový napájecí zdroj (adaptér).

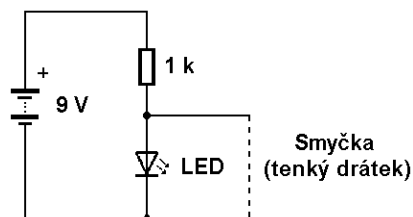
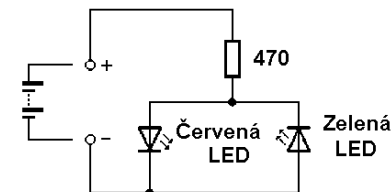


Schéma zapojení alarmu

10.4 Kontrola polarity napájecích zdrojů

U některých síťových napájecích zdrojů (adaptérů) nelze bezpečně zjistit polaritu jejich konektorů. Jednoduchá zkušební se dvěma svítivými diodami Vám umožní bezpečně rozeznání této polarity. Připojíte-li k této zkušební plus kontakt (+) konektoru napájecího zdroje k předřadnému odporu, rozsvítí se na této zkušební červená svítivá dioda. Připojíte-li k této zkušební minus kontakt (-) konektoru napájecího zdroje k předřadnému odporu, rozsvítí se na této zkušební zelená svítivá dioda.

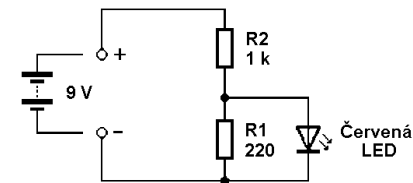


Tuto zkušební můžete použít i ke kontrole střídavého napětí. V tomto případě budou svítit obě svítivé diody. Tato zkušební je vhodná ke kontrole polarity menších síťových napájecích zdrojů (adaptérů) s maximálním stejnosměrným napětím 12 V a transformátorů (například zvonkových nebo které napájení dětské hračky a koleje modelů železnic) s maximálním střídavým výstupním napětím 12 V.

10.5 Zkušební napětí baterií

Svítivé diody Vám mohou rovněž posloužit jako jednoduché zkušební napětí různých baterií. Všechna výše popsaná zapojení jsou dimenzována na poměrně velký rozsah napětí a použité svítivé diody nevykazují příliš velké změny jasu, jestliže dojde postupně ke značnému vybití napájecí baterie.

Výjimku představuje pouze zapojení s přímým připojením červené svítivé diody k tužkové baterii s jmenovitým napětím 1,5 V – viz kapitola „2. Pokusy se svítivými diodami“, odstavec 3.9 **Prahové hodnoty (charakteristiky) svítivých diod**“ a „Obr. : Přímé připojení LED k baterii 1,5 V“. Toto zapojení tedy můžete použít ke kontrole všech typů a velikostí baterií s jmenovitým napětím 1,5 V, protože jejich napětí (1,5 V) představuje prahové napětí červené svítivé diody, která se rozsvítí pouze tehdy, bude-li kontrolovaná baterie zcela nabitá.

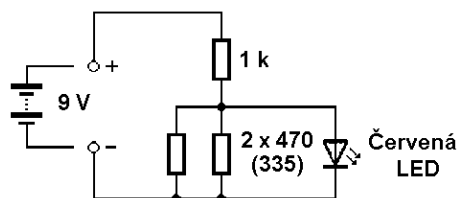


Zkušební baterií 9 V

Pomocí děliče napětí ze dvou odporů (R1 a R2) lze libovolně zvýšit prahové napětí svítivé diody a provést tak různá přizpůsobení podle napětí kontrolované baterie. Na obr. 11.8 vidíte zapojení k otestování baterií s jmenovitým napětím 9 V. Bude-li mít tato baterie napětí rovné přesně 9 V, pak se na červené svítivé diodě a na odporu R1 objeví napětí 1,62 V, které je nepatrně vyšší než prahové napětí červené svítivé diody. V praktickém použití svítí tato svítivá dioda při napětí 9 V poměrně slabě. Již při malém poklesu napětí baterie pod 9 V přestane tato červená dioda svítit. Kontrola napětí takového baterie je v tomto případě velmi omezená.

$$U = U_{\text{celk}} \times R1 / (R1 + R2); U = 9 \text{ V} \times 220 \Omega / 1220 \Omega = 1,62 \text{ V}$$

Použijete-li v tomto děliči napětí odpor R1 s hodnotou 335 Ω (dva paralelně zapojené odpory 470 Ω), pak je možné stav nabití baterie zkontrolovat snadněji. Na kontaktech červené svítivé diody a na kontaktech odporu R1 (335 Ω) se objeví při napětí baterie 9 V napětí cca 2,26 V. Při zcela nabití baterie (při napětí baterie 9 V) bude tato dioda svítit velmi jasně, při napětí 7 V až 8 V se jas této svítivé diody odpovídajícím způsobem sníží a při napětí 6 V přestane tato dioda svítit

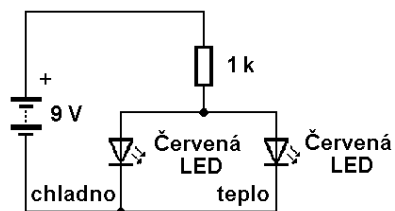


Kontrola napětí v rozsahu 6 V až 9 V

10.6 Svítivé diody jako čidla (senzory) teploty

Bude-li protékat svítivou diodou stále stejný proud, pak na ní dochází k úbytku napětí v závislosti na okolní teplotě, který činí asi „- 2 mV“ na 1 °C. Tuto teplotní závislost můžete využít k porovnání dvou teplot, například v obývacím pokoji a v ložnici. Zapojíte-li podle obr. 11.10 paralelně dvě svítivé diody, bude svítivá dioda, která je umístěná v teplejším prostředí, svítit jasněji, kdežto dioda umístěná v chladnějším prostředí bude naopak svítit slaběji.

Důležité upozornění: K tomuto účelu budete potřebovat dvě stejnobarevné (nejlépe červené) svítivé diody. Tato stavebnice ale obsahuje pouze jednu zelenou a jednu červenou LED

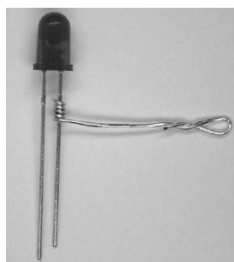


: Porovnání teplot pomocí dvou LED

Podle jasů svítivých diod poznáte velmi zřetelně rozdíl teploty 10 °C. Zjištění rozdílu teplot si můžete přímo vyzkoušet. Stačí, když se jedné svítivé diody dotknete rukou (prstem).

Při rozdílu obou teplot vyšších než 50 °C přestane „studenější“ svítivá dioda zcela svítit. Jednu ze svítivých diod můžete opatrně zahřát například plamenem cigaretového zapalovače nebo páječkou. Dejte přitom pozor na to, abyste se plamenem nedotkli přímo plastového krytu diody, který byste mohli tímto poškodit. Oviňte proto okolo vývodu katody svítivé diody, kterou chcete zahřát, kousek tenkého drátku se smyčkou.

K tomuto účelu (k přenosu teploty) je nejvhodnější katoda, neboť je připojena k držáku krystalu svítivé diody. Anoda svítivé diody je naopak spojena pouze tenkým drátkem s kontaktem tohoto krystalu. Poté smyčku tohoto okolo katody svítivé diody ovinutého drátku zahřejte opatrně plamenem cigaretového zapalovače nebo například pistolovou páječkou.



Přenos tepla drátkem

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

Všechna práva vyhrazena. Jakékoliv druhy kopií 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.

KU/03/2015