



CZ NÁVOD K OBSLUZE

Naučná stavebnice pro elektroniky

Franzis 65272

Obj. č. 130 09 04



FRANZIS

Vážený zákazníku,

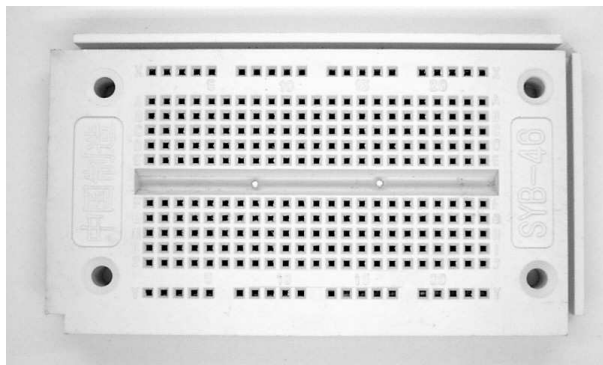
děkujeme Vám za Vaši důvěru a za nákup experimentální stavebnice.

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

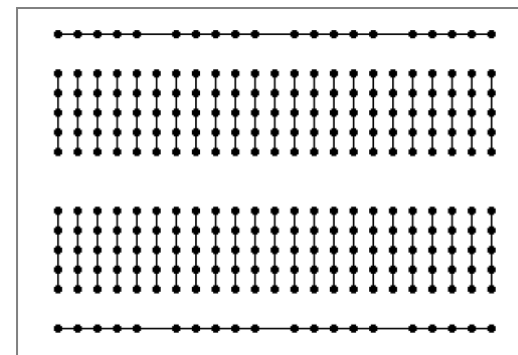
Ponechejte si tento návod, abyste si jej mohli znovu kdykoliv přečíst.

Tato elektronická, učební sada je koncipována pro úplné začátečníky v oblasti elektroniky. Během následujícího experimentování bude docházet k prolínání teorie s praxí. Během sestavování různých elektronických obvodů, získáte potřebné zkušenosti pro vývoj vlastních projektů. Pro všechny pokusy bude zapotřebí standardní bloková baterie s napětím 9 V (není součástí dodávky).

Deska spojů (nepájivé pole)



Všechny obvody se sestavují na této experimentální desce, která zahrnuje celkem 270 kontaktů v rastru 2,54 mm pro bezpečné zapojení integrovaného obvodu (IC) a ostatních elektronických součástek. Ve středu desky je 230 kontaktů, které jsou vzájemně vodivě propojeny v řadě po 5. kontaktech. Na obou okrajích desky je 40 kontaktů (20 na každé straně), které je možné využít pro připojení zdroje napájení. Na následujícím schématu je patrné vodivé propojení jednotlivých kontaktů na desce spojů.



Vkládání jednotlivých komponentů vyžaduje relativně větší úsilí. Vodiče a elektrody jednotlivých součástek se před vkládáním do desky musí mírně ohnout. Jejich vkládání pak musí probíhat vždy přesně shora do otvoru konkrétního kontaktu. K tomu použijte vhodné kleště nebo například pinzetu. Kontakty a vývody součástek vždy zkratíte na nezbytné minimum tak, aby bylo možné součástku instalovat na desku spojů vertikálně. Vodiče vedoucí od baterie a vodiče piezo-elektrického měniče můžete před připojením do desky navíc pocínovat. Výrazně se tím usnadní vkládání vodičů těchto částí do desky spojů. Pro různé experimenty budete potřebovat krátké i delší kusy vodičů, které budou vyhovovat zapojení obvodu. Základní izolaci vodičů odstraníte pomocí ostrého nože nebo speciálními kleštěmi. V následujícím přehledu naleznete všechny dodávané komponenty s jejich schématickými symboly a vysvětlením základní funkce. Namísto baterie 9 V můžete použít vhodný síťový zdroj se stejným výstupním napětím.

Baterie

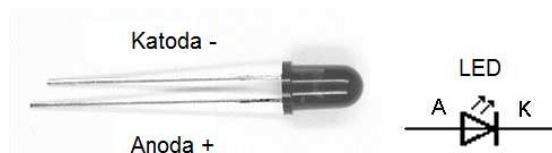


K napájení tohoto obvodu nepoužívejte alkalické baterie ani akumulátory. Použijte pro to běžnou zinko-uhlíkovou baterii. Přestože má alkalická baterie vysokou provozní životnost, v případě zkratu nebo selhání generuje velmi vysoké proudy (až 5 A), které mohou způsobit přehřátí baterie a celého obvodu. To může vést až k úplnému zničení některých citlivých elektronických součástek. Zároveň přitom hrozí riziko popálení! Zkratový proud běžné zinko-uhlíkové baterie je daleko nižší.

Dodávaný klip baterie je vybaven vodiči, jejichž konce jsou pocínované a vykazují dostatečnou pevnost pro pohodlné vložení do desky spojů. Vodiče baterie proto doporučujeme ponechat trvale připojené k desce spojů a odpojovat z obvodu vždy jen baterii vytažením z konektoru (klipu).

Svítilící diody (Light Emitting Diode - LED)

V sadě naleznete jednu červenou a jednu zelenou LED. Při zapojování LED do obvodu dbejte vždy na jejich zapojení se správnou polaritou. Záporný pól diody se nazývá katoda a má celkově kratší elektrodu. Kladný LED pól je anoda. Uvnitř pouzdra LED si můžete všimnout držáku ve tvaru šálku, ve kterém je umístěn LED krystal katody. Elektroda anody je s kontaktem krystalu připojena extrémně tenkým vodičem. **Upozornění!** LED nikdy nesmíte k baterii připojit přímo! V opačném případě dojde k okamžitému zničení LED. Do obvodu s LED musíte vždy použít sériový tzv. „předřadný“ rezistor.



Rezistory

Všechny drátové rezistory obsažené v této sadě mají toleranci v přesnosti 1 %. Rezistor je na keramickém základu a jeho povrch je opatřen speciální ochrannou vrstvou. Označení rezistorů tvoří barevné proužky, které naleznete na jeho pouzdře. Vyjma hodnoty rezistoru, označuje barevný proužek na jeho pouzdře, také faktor tolerance. Základní funkce rezistoru spočívá v omezení průchodu proudy obvodem.



Rezistory se obvykle vyrábějí s hodnotami série E24. Každá dekáda přitom obsahuje 24 hodnot s přibližnou hodnotou do nejbližší hodnoty rezistoru.

1,0	1,1	1,2	1,3	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

Barevný kód na rezistorech se skládá ze 4 proužků a jednoho proužku pro označení tolerance. První tři proužky udávají číselný kód s určitou hodnotou. Čtvrtý proužek je multiplikátor hodnoty rezistoru. Odpor rezistoru se udává v ohmech. Poslední, čtvrtý proužek označuje toleranci výkonu rezistoru.

Barva proužku	První proužek / 1. číslice hodnoty	Druhý proužek / 2. číslice hodnoty	Třetí proužek / 2. číslice hodnoty	Čtvrtý proužek / Multiplikátor	Pátý proužek / Tolerance (%)
Černá		0	0	1	
Hnědý	1	1	1	10	1
Červený	2	2	2	100	2
Oranžový	3	3	3	1000	
Žlutý	4	4	4	10000	
Zelený	5	5	5	100000	0,5
Modrý	6	6	6	1000000	
Fialový	7	7	7	10000000	
Šedý	8	8	8		
Bílý	9	9	9		
Zlatý			0,1		
Stříbrný			0,01		

Rezistor označený žlutým, fialovým, černým, černým a hnědým proužkem má hodnotu 470 Ω s tolerancí 1 %. V experimentální sadě naleznete následující rezistory:

- 470 Ω (žlutý, fialový, černý, černý, hnědý)
- 1 kΩ (hnědý, černý, černý, hnědý, hnědý)
- 10 kΩ (hnědý, černý, černý, červený, hnědý)
- 100 kΩ (hnědý, černý, černý, oranžový, hnědý)
- 1 MΩ (hnědý, černý, černý, žlutý, hnědý)

Rezistory s pěti barevnými proužky však mají o něco horší čitelnost, než starší uhlíkové rezistory se čtyřmi proužky. Některé proužky, zejména červené, hnědé a hnědé jsou hůře čitelné a snadno zaměnitelné. Jako pomůcka však může sloužit to, že poslední proužek může být vždy pouze hnědý (nikoliv například červený).

Kondenzátory

Tato součástka se skládá z dvou tenkých, kovových fólií, které odděluje izolační vrstva. Po připojení napětí se mezi kovovými fóliemi (elektrodami) generuje elektrické pole, do kterého se ukládá energie. Kondenzátor s velkou plochou kovové fólie a malou izolační mezerou má vysokou kapacitu a dokáže uložit obrovské množství energie po jeho připojení ke zdroji. Kapacita kondenzátoru se udává v jednotkách Farad (F). Kondenzátory obsažené v této sadě mají kapacitu v rozsahu od 10 nF (0,00000001 F) do 100 μF (0,0001 F). Izolační materiál (dielektrikum) zajišťuje zvyšování velikosti elektrického náboje (kapacity) uloženého mezi oběma elektrodami. Keramické, diskové kondenzátory používají speciální keramický materiál, který umožňuje uložit velké kapacity při relativně malém provedení. V této sadě naleznete keramické kondenzátory s kapacitou 10 nF (označení na pouzdře je 103, kapacita 10000 pF) a 100 nF (označení na pouzdře 104, 100000 pF).

Keramický kondenzátor s kapacitou 100 nF.



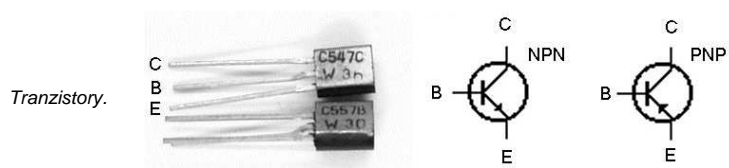
Vysoké kapacity dosahují také elektrolytické kondenzátory (elyt, elko). Dielektrikum v těchto kondenzátorech tvoří tenká vrstva oxidu hlinitého. Uvnitř elektrolytického kondenzátoru je kapalný elektrolyt a svinuté hliníkové fólie s velkou plochou. Napětí je možné na elektrolytický kondenzátor připojit pouze se správnou polaritou. Po připojení kondenzátoru s opačnou polaritou dochází k úniku proudu, který znamená prorazení izolační vrstvy mezi elektrodami. To většinou vede k nevratnému zničení elektrolytického kondenzátoru. Záporný pól elytu je na pouzdře vždy označen bílým proužkem se symbolem mínus „-“ a má o něco kratší vývod (elektrodu). V sadě naleznete elektrolyty s kapacitou 100 μF a 22 μF.

Elektrolytický kondenzátor.



Tranzistory

Tranzistory jsou elektronické součástky, které dokáží zesílit malý proud vedoucí v určitém směru. V sadě naleznete 3 tranzistory s přechodem NPN BC 547 a jeden tranzistor BC 557 s přechodem PNP.



Jednotlivé elektrody tranzistoru jsou označeny jako emitor (E), báze (B) a kolektor (C). Oba tranzistory mají bázi vždy jako středovou elektrodu. Emitor je vpravo (při pohledu na typové označení tranzistoru s elektrodami směrem dolů).

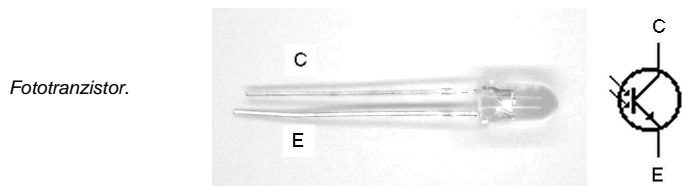
Křemíkové diody (Si-diody)

Tyto diody slouží jako elektrický ventil, který propouští elektrický proud pouze jedním směrem. Diody jsou vyrobeny z germania (Ge) a křemíku (Si). V sadě naleznete křemíkové diody typu 1N4148. Jedná se o univerzální diody se jmenovitým proudem do 100 mA. Křemíkové diody musíte znovu do obvodu zapojit vždy se správnou polaritou. Katoda této křemíkové diody je označena černým proužkem.



Fototranzistor

Tato součástka je světelný senzor, který funguje na obdobném principu jako křemíkový tranzistor. Obvod na trase báze – kolektor slouží jako fotodiody s určitou plochou, jejíž proud se zesiluje tranzistorem. Velikost kolektorového proudu vždy závisí na intenzitě okolního světla a může při vysokém jasu dosáhnout proudu až 20 mA. Připojení báze není z vnější části fototranzistoru přístupné. Diody tak má k dispozici pouze 2 elektrody, které vycházejí z transparentního pouzdra, vizuálně podobného pouzdra LED. Kolektor fototranzistoru je kladný pól s kratší elektrodou. Emitor má delší elektrodu a slouží zde jako záporný pól fotodiody. Fototranzistor je proto nezbytné instalovat opačně, než je tomu u LED. Elektroda kolektoru má uvnitř pouzdra viditelně daleko větší rozměry.



Tlačítko (Switch)

V této sadě je tlačítko, které slouží pro spojení určitého místa v obvodu. Tlačítko má 2 vodivé kontakty, které jsou navíc zdvojené.



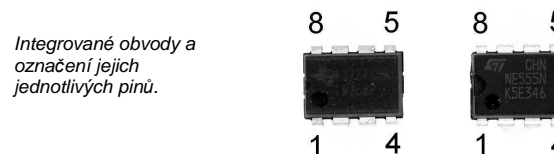
Piezo-elektrický měnič

Tato součástka je jednoduchý reproduktor a zároveň i mikrofon. Stejně tak může sloužit jako senzor vibrací. Strukturou je tento komponent velmi podobný keramickému diskovému kondenzátoru, přestože je jeho dielektrikum daleko více elektricky zatěžované. Při provozu tohoto měniče dochází k vytváření zpětné vazby mezi mechanickou a elektrickou zátěží. Piezoelektrický efekt se v obdobném principu odehrává ve všech přírodních křemenných krystalech.



Integrované obvody

V sadě jsou celkem 2 integrované obvody (IC – Integrated Circuit) s celkem 8. piny v provedení DIP. IC LM358 je dvojnásobný operační zesilovač. IC NE555 je velmi přesný, univerzální časovač. Zapojení těchto IC a jejich jednotlivých pinů do obvodu musí splňovat přesné požadavky. Pin 1 je na IC vždy označen dobře patrnou značkou (kolečko).



Na obrázku výše jsou u obou integrovaných obvodů číselně označeny jejich jednotlivé piny 1 - 8. Při zapojování IC do obvodu proto musíte vždy dodržet přesné zapojení pinů do určitých míst v obvodu. Při nesprávném zapojení IC do obvodu (přepólování) hrozí jeho nevratné zničení. Před vsazením IC do obvodu musíte jeho piny opatrně paralelně naohýbat. Ve výrobním procesu byly jednotlivé piny nepatrně roztaženy a proto je jejich ohýbání velmi snadné. Pakliže zajistíte paralelní ohyb všech pinů IC, můžete jej velmi lehce vložit do určitého místa v obvodu. V případě potřeby pozdějšího odstranění IC z desky spojů pak použijte vhodný plochý šroubovák, kterým velmi opatrně celý IC vyjměte tak, aby nedošlo k deformaci nebo vytržení jeho jednotlivých pinů.

Experimenty s LED

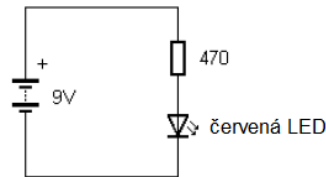
Oproti běžným žárovkám, u kterých dochází při průchodu proudu cívkou k jejímu rozžhnutí a dosažení vysokých teplot, LED se během svého provozu nijak neohřívají. Světlo se v LED generuje pomocí velmi složitých polovodičových procesů. Elektrické vlastnosti LED se proto výrazně liší od vlastností běžných žárovek. V souladu s požadavky na provoz LED musí být přizpůsoben i celý elektronický obvod. Běžnou žárovku můžete připojit ke zdroji střídavého napětí, aniž by přitom bylo zapotřebí zjišťovat polaritu žárovky. Naopak LED je nezbytné do obvodu zapojit vždy s přesnou polaritou. K provozu LED je navíc zapotřebí použít sériový, tzv. „předřadný“ rezistor proto, aby nedošlo k jejímu přetížení a tím i nevratnému zničení.

V této části návodu budeme provádět základní experimenty s rezistory. Každý elektrický spotřebič je vlastně elektrický rezistor (odpor). Komponent „odpor“ je vyroben z materiálu s nízkou elektrickou vodivostí a používá se pro úpravu (snížení) proudu a jeho velikosti při průtoku celým obvodem.

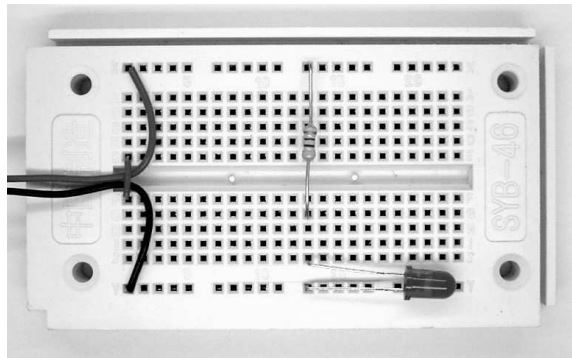
Omezení průtoku proudu

LED nikdy nesmíte připojit přímo ke zdroji (baterii 9 V). V opačném případě bude LED procházet velmi vysoký proud, který způsobí její okamžité a nevratné zničení. Pro omezení velikosti proudu proto použijte vhodný rezistor. Základní obvod s LED je patrný na následujícím schématu. Proud protéká obvodem z baterie skrze rezistor do LED. Předřadný rezistor plní funkci ochrany LED před jejím proudovým přetížením. Celý tento obvod se skládá jen z baterie, rezistoru o hodnotě 470 Ω a červené LED.

Základní zapojení LED.



Zapojení obvodu na desce spojů.

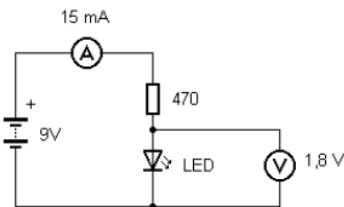


Při zapojování obvodu vytvořte horizontální připojení vodičů baterie k okraji desky spojů. Při zapojení LED dbejte její polarity a správnému vložení do obvodu. Červený vodič zdroje poskytuje kladný pól. Použijte kratší kus vodiče k odlehčení v tahu vodičů vedoucích ze zdroje (baterie). Připojovací svorku baterie (klip) ponechejte do obvodu neustále připojenou. V případě potřeby odpojte pouze samotnou baterii z klipu. Předějete tím mechanickému opotřebením konců vodičů vedoucích z klipu baterie. Pakliže je celý obvod správně zapojen, bude červená LED jasně svítit. Pokud se LED nerozsvítí, ověřte zapojení zdroje (baterie) do obvodu. LED musí po zapojení svítit velmi jasným světlem. Proto, aby svítila LED mnohdy stačí i baterie s nižší kapacitou. Před zapojením LED do obvodu je zapotřebí použít vhodné napětí a proud, který je nezbytné předtím vypočítat. Potřebný proud pro LED je 15 mA a napětí přibližně 1,8 V. Proto musí dojít k redukcí napětí z 9 V pomocí výpočtu: $9 \text{ V} - 1,8 \text{ V} = 7,2 \text{ V}$. Pomocí vhodného rezistoru tak musí dojít k redukcí napětí o hodnotě 7,2 V se zachováním proudu 15 mA.

$$I = U / R$$

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

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

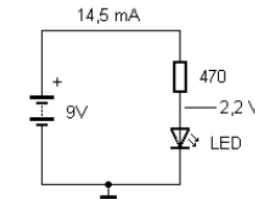


Rezistor v tomto případě slouží k redukcí napětí a proudu na hodnotu přibližně 15 mA. Maximální přípustný proud LED je 20 mA. V případě připojení baterie k LED bez použití předřadného rezistoru by došlo k jejímu okamžitému zničení. Na obrázku je navíc schématicky znázorněno připojení měřicího přístroje (voltmetru). Měření proudu se provádí po jeho zapojení do série s měřeným obvodem. Naopak měření napětí probíhá při zapojení měřicího přístroje paralelně s měřenou zátěží. Na připojeném voltmetru tak můžete naměřit provozní napětí LED.

Výměna LED

V obvodu vyměňte červenou LED za zelenou. Zelená LED má přitom o něco vyšší provozní napětí (2,2 V). Vzhledem k poklesu napětí však bude celým obvodem protékat i o něco nižší proud. V praxi přitom bude zelená LED svítit stejně jasným světlem jako červená LED.

Pokus se zelenou LED.



Na tomto schématu je znázorněno měření napětí LED proti zápornému pólu baterie. Tento společný referenční bod je v obvodu prezentován příslušným symbolem. Při měření přitom musí být záporný měřicí kabel voltmetru vždy uzemněn. Potřebný rezistor v tomto případě vypočteme obdobným způsobem. Předpokládáme například napětí zdroje (baterie) o hodnotě 6 V. Technické parametry LED naleznete v datovém listu výrobce, například napětí v propustném směru 2,0 V s max. proudem 20 mA. V tomto případě je tak zapotřebí pomocí rezistoru zredukovat napětí o hodnotě 4 V ($6 \text{ V} - 2 \text{ V} = 4 \text{ V}$). Hodnotu předřadného rezistoru pak vypočtete následujícím způsobem:

$$R = U / I$$

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

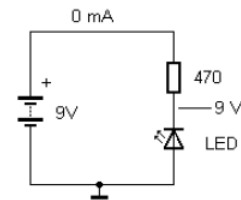
$$R = 200 \Omega$$

V některých případech není k dispozici přesná hodnota rezistoru. Použijte tak proto vždy rezistor s nejbližší vyšší hodnotou. O něco vyšší úbytek napětí tak nehraje v celém obvodu žádnou větší roli. LED bude i nadále svítit velmi jasným světlem. Mnohdy se v obvodech záměrně využívá menší, než maximální přípustný proud. Experimentujte proto s různými hodnotami rezistorů a sledujte intenzitu světla LED při průtoku různých hodnot proudu.

Závěrný směr LED

Nyní připojte LED do obvodu opačně. LED a obvodem v tomto případě nemůže protékat žádný proud. Úbytek napětí na sériovém rezistoru je tak 0 V. Napětí zdroje je tak přivedeno k LED. V praxi však vždy zabraňte použití většího, než maximálního přípustného napětí LED. K napájení LED se většinou používá zdrojové napětí o hodnotě 5 V. S použitím vhodného předřadného rezistoru je však použití zdroje 9 V (baterie) stejně tak možné bez jakýchkoliv problémů.

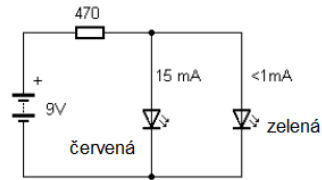
Obvod se zelenou LED.



V tomto experimentu je jasně demonstrována funkce LED coby elektrického ventilu. LED tak propouští proud pouze v jednom směru. V opačném „závěrném“ směru pak působí stejně jako uzávěra (ventil).

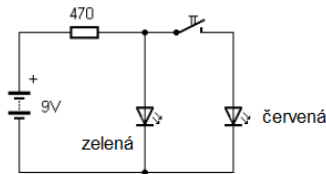
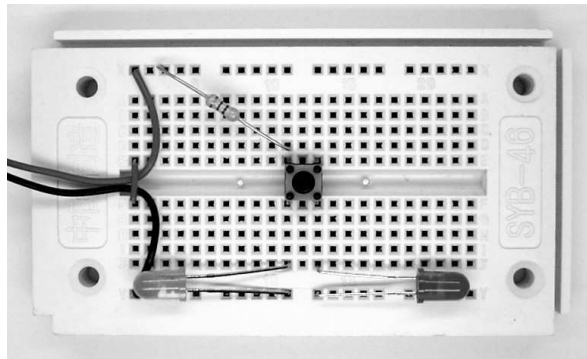
Paralelní zapojení LED

Z elektrického hlediska se obě LED (červená a zelená) chovají v obvodu každá jinak. Na následujícím obrázku můžete vidět obě LED zapojené do obvodu paralelně. Oběma LED přitom neprotéká stejný proud. Vyšší proud v tomto případě protéká skrze červenou LED.



Obě LED zapojené do obvodu paralelně.

V tomto experimentu je pak dobře patrný rozdílný průtok proudů oběma LED. Zelená LED přitom svítí s daleko menší intenzitou. Pakliže odpojit červenou LED z obvodu, rozsvítí se v té chvíli zelená LED s maximální intenzitou. S použitím těchto vlastností a tlačítka je možné vytvořit různé přepínače / switche. Na následujícím obrázku je použito obvodu s tlačítkem a obou LED zapojených paralelně.



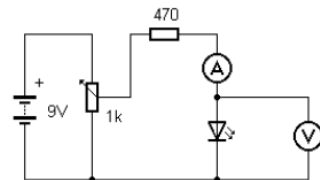
Obvod pro přepínání LED.

Poznámka: Paralelní zapojení LED může způsobovat určité obtíže při použití stejných barev LED. To je způsobeno i nepatrnými rozdíly v elektrických charakteristikách LED, které vedou k rozdílnému rozdělení proudu, který způsobuje rozdíl ve výsledné intenzitě jasu LED.

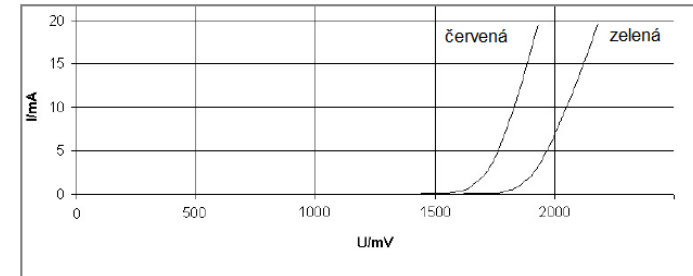
Charakteristika LED

V následujícím schématu jsou patrné rozdílné charakteristiky obou LED v jejich vzájemné časové závislosti. V elektronice se často využívají rozdílné proudové a napětové vlastnosti jednotlivých součástek. Na obrázku vpravo je znázorněn obvod pro měření charakteristik LED.

Měření proudu (A) a napětí (V) u LED.

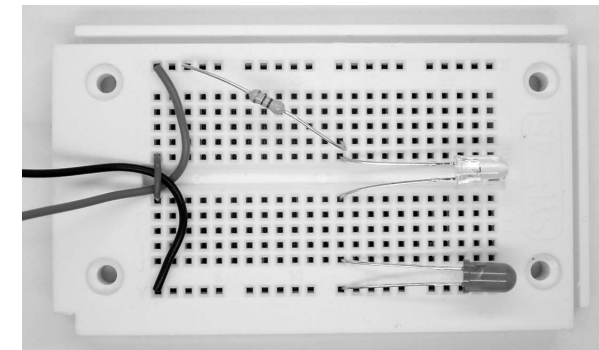
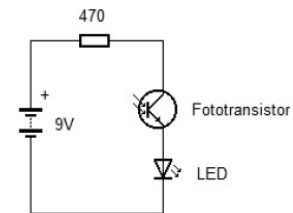


Na následujícím grafu jsou vyobrazeny skutečné a naměřené charakteristiky LED, které jsou součástí této experimentální sady. U hodnoty napětí 1,5 V (červená LED) a 1,75 V (zelená LED) jsou hodnoty proudu prakticky neměřitelné. Vlastnosti každé LED se mohou výrazně lišit v závislosti na výrobní technologii konkrétního výrobce. Některé High-Power LED, modré a bílé LED přitom mohou mít daleko vyšší provozní napětí.



Pakliže máte k dispozici vhodný, nastavitelný zdroj a vhodné měřicí přístroje, můžete tyto vlastnosti LED. Experimentovat můžete v tomto obvodu s fototranzistorem. Intenzita okolního světla určuje, jaký proud bude obvodem a LED procházet. Proud procházející fototranzistorem má široký rozsah od 0 mA při úplné tmě a přibližně 20 mA za maximální intenzity okolního osvětlení. Vlastnosti fototranzistoru tak můžete využít v mnoha experimentech namísto regulovatelného rezistoru. Dbejte však při zapojování fototranzistoru na správnou polaritu. Kratší vývod je kolektor a delší vývod je emitor tj. negativní pól.

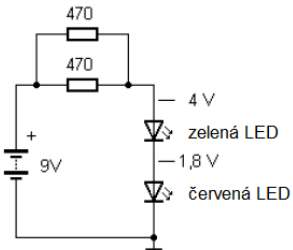
Obvod s fototranzistorem.



Regulace proudu LED prostřednictvím fototranzistoru.

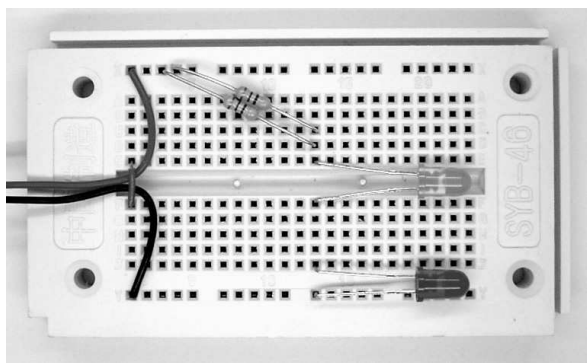
Sériové zapojení

V některých aplikacích je zapotřebí použít několik LED s jedním společným rezistorem zapojeným do série. Protože budou do obvodu použity obě LED, dojde k odpovídajícímu poklesu napětí na rezistoru. Přesto je zapotřebí, aby bylo dosažen max. přípustného proudu 20 mA a proto musí být odpovídajícím způsobem zvolen vhodný rezistor. Rezistor s nejnižší hodnotou v této sadě je rezistor 470 Ω. Při tomto zapojení tak vznikne nový rezistor o hodnotě 235 Ω, který tvoří 2 rezistory o hodnotě 470 Ω spojenými paralelně. Při napájecím napětím 9 V tak bude obvodem procházet napětí o hodnotě 5 V a proud s hodnotou 21 mA.



Sériové zapojení LED a paralelní zapojení rezistorů.

Vypočtený proud nepatrně přesahuje hranici 20 mA. Baterie má však obvykle o něco nižší napětí, než 9 V. Proto je možné LED obvody při jejich sestavování vždy dimenzovat již s předpokladem mírného úbytku napětí. V praxi proto nepředstavuje proud 30 mA okamžitě zničení LED, avšak pouze její rychlejší stárnutí a postupný pokles intenzity světla. Takto sestavený obvod poskytuje velmi vysokou účinnost, než obvod s použitím pouze jedné LED. Obdobná hodnota proudu přitom zajišťuje daleko vyšší intenzitu světla LED, než při použití obvodu s jednou LED.



Paralelní zapojení rezistorů.

Sériové zapojení několika LED vede k dosažení celkově lepší účinnosti celého obvodu, vzhledem k tomu, že se snižuje ztráta energie na rezistoru. Při sestavování obdobných obvodů je proto vhodné zapojení co nejvíce LED do série a zvolení vhodného sériového rezistoru tak, aby obvodem procházel potřebný proud. U červených a zelených LED je možné použít napětí přibližně 2 V pro propustný směr. Při použití napájecího zdroje 12 V je tak možné zapojit například 5 LED do série s rezistorem, který poskytuje úbytek napětí 2 V. V závislosti na typu použitých LED se však bude výsledné napětí nepatrně lišit a můžete jej upravit výběrem vhodnějšího rezistoru. U zdrojů osvětlení je však zapotřebí uvažovat pokles napětí v závislosti na intenzitě okolního světla. V případě optimální a stejné intenzity světla LED je vhodné přepínat několik LED zapojených do série a zajistit větší napětí na rezistoru.

Experimenty s kondenzátory

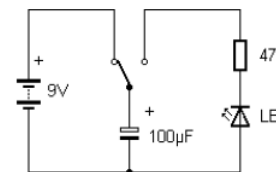
Účinky elektrického náboje jsou všeobecně známy například při kontaktu s koberecem, částmi oděvu nebo plastovou podlahovou krytinou. Člověk se může nabíjet napětím až do hodnoty několika tisíc voltů. Kontakt s vodivým předmětem pak způsobí bolestivý výboj, který je však neškodný, vzhledem k tomu, že předtím došlo k uložení relativně malého elektrického náboje s velmi krátkou dobou vybíjení. Kondenzátory ukládají velké množství energie za nízkého napětí. Uvnitř kondenzátoru jsou dvě kovové fólie, které jsou vzájemně izolované a mezi kterými se shromažďuje elektrický náboj. Obě kovové fólie jsou od sebe jen nepatrně vzdáleny a izolační materiál mezi nimi je pak používán coby dielektrikum, což je prostředek, který navíc zesiluje elektrické pole.

Kapacita kondenzátorů se udává ve Faradech (F). Běžně používané kondenzátory mají kapacitu v řádu nanofaradů (1 nF = 0,00000001 F) nebo mikrofaradů (1 μF = 0,000001 F). Diskové kondenzátory, které jsou součástí této sady jsou vyrobeny z keramických materiálů a disponují vysokým provozním napětím (až 100 V). Přesto mají tyto kondenzátory relativně nízkou kapacitu 10 nF a 100 nF. Daleko vyšší kapacitu (až 1000x větší) pak nabízejí elektrolytické kondenzátory. Tyto kondenzátory však mají daleko větší omezení v rámci maximálního provozního napětí. Uvnitř těchto kondenzátorů je vodivá kapalina (elektrolyt). Vlastní izolační vrstva se skládá z oxidu hlinitého, kterým je potažen povrch fólie. Elektrolytické kondenzátory je přitom nezbytné do obvodu zapojit vždy ve správném směru. V opačném případě dojde k nevratnému poškození (proražení) jejich izolační vrstvy, což většinou vždy ke zničení celého kondenzátoru.

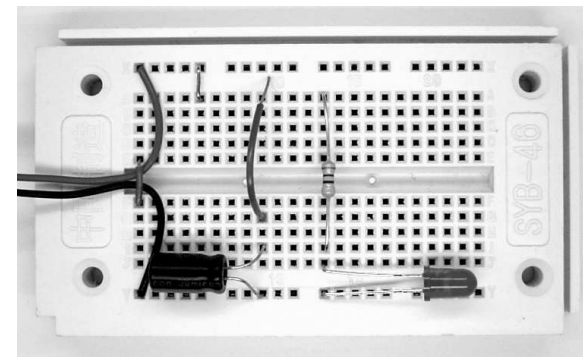
Ukládání elektrického náboje

Princip nabíjení a vybíjení kondenzátoru je znázorněn na následujícím schématu. Přepínač zajišťuje přepínání obvodu mezi zátěží, kterou tvoří LED a rezistor a kondenzátorem. Stejně jako baterie tak i kondenzátor umožňuje uložení energie, kterou následně předá do zátěže. Hlavní rozdíl mezi baterií a kondenzátorem je však ve výstupním napětí. Kvalitní baterie udržuje stabilní napětí po relativně delší dobu při napájení určitého obvodu a zátěže. Kondenzátor se pak vybíjí pouze v případě, že dojde k poklesu jeho napětí.

Nabíjení a vybíjení kondenzátoru (elytu).



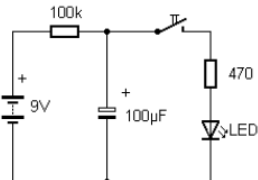
V závislosti na poloze přepínače dochází buď k nabíjení nebo vybíjení kondenzátoru. Tlačítko v této sadě není klasickým přepínačem s dvěma polohami. Toto tlačítko je vybaveno spínacím kontaktem NO. Pro aplikaci tohoto obvodu proto použijte vlastní a jednoduchý spínač vytvořený z kusu vodiče. Během vybíjecí fáze se na chvíli rozsvítí LED s velmi jasným světlem.



V tomto experimentu přitom můžete ponechat o něco delší přestávku mezi nabíjením a vybíjením elektrolytického kondenzátoru. Náboj je přitom v kondenzátoru uchován po dobu několika hodin. Tyto kondenzátory mají velmi nízký faktor samovybíjecího procesu. Při dlouhodobém provozu však dochází k určitému poklesu hodnoty tohoto faktoru.

Čas nabíjení a vybíjení kondenzátoru

V dalším obvodu můžete experimentovat s časem pro nabíjení a vybíjení elektrolytického kondenzátoru. Při použití většího rezistoru o hodnotě 100 kΩ se elektrolytický kondenzátor nabíjí jen velmi pomalu.



Obvod s elytem a červenou LED / Nabíjení kondenzátoru s rezistorem.

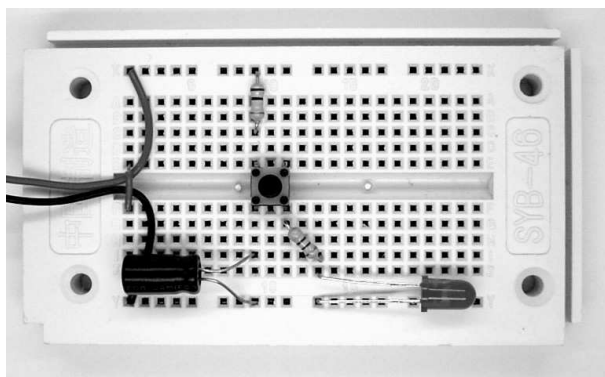
Při vybíjení a nabíjení kondenzátoru pomocí zátěžového rezistoru můžete vypočítat určitou časovou konstantu $T = R \times C$. Během této doby pak dosáhne kondenzátor při nabíjení z 63 % koncového napětí.

$$T = R \times C$$

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

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

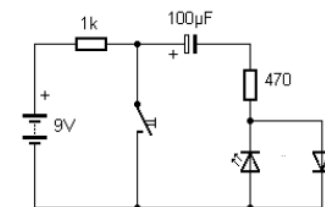
Časová konstanta 10 sekund pak znamená, že před dalším stiskem tlačítka byste měli počkat přibližně 10 sekund. Uložená energie je pak předána do obvodu a LED, která pak bude svítit za plné intenzity. Pakliže stisknete tlačítko o něco dříve, bude LED svítit vždy o něco méně vzhledem k tomu, že nedošlo k úplnému nabití kondenzátoru na jeho maximální kapacitu.



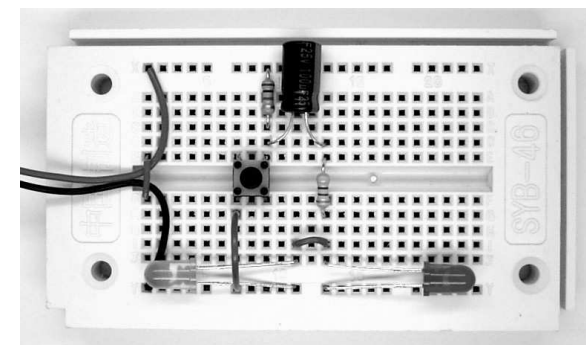
Změna směru proudu

Během nabíjení a vybíjení kondenzátoru dochází ke změně směru proudu. S použitím obvodu na následujícím schématu může dojít ke generování střídavého proudu. Přídavný rezistor pak umožňuje zkratování napětí prostřednictvím spínače. Pokud je spínač a jeho kontakty otevřené, dochází k nabíjení kondenzátoru. Po stisku a sepnutí tlačítka se bude kondenzátor vybíjet. K nabíjení a vybíjení dochází prostřednictvím dvou LED zapojených antiparalelně a společného sériového rezistoru. Po stisku tlačítka se na zátěži objeví kladné a záporné napětí. Tímto procesem dochází ke generování střídavého napětí.

Nabíjení a vybíjení kondenzátoru pomocí dvou LED v antiparalelním zapojení.



Výsledkem tohoto zapojení budou střídavé záblesky zelené a červené LED při každém stisku a uvolnění tlačítka. Ze stejnosměrného proudu (DC) tak dochází ke generování střídavého proudu (AC).



Zábleskový LED blikač.

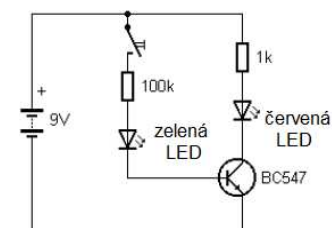
Použití tranzistorů

Tranzistor je aktivní elektronická součástka, která se používá k zesílení slabšího proudu. V této sadě jsou k dispozici tranzistory s přechodem NPN typu BC 547 a s přechodem PNP typu BC 557. Použití tranzistorů vyžaduje určité základní znalosti, které získáte v následujících praktických experimentech.

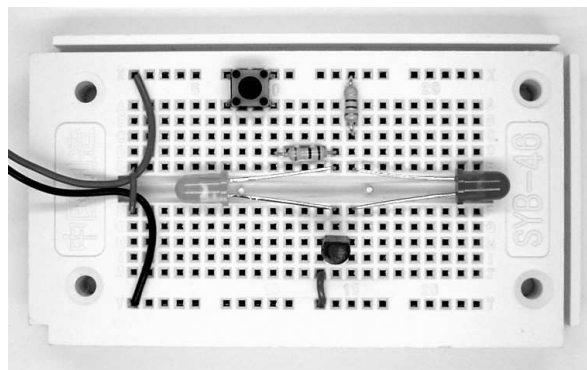
Zesilovač proudu

Na dalším schématu je znázorněno základní zapojení tranzistoru s přechodem NPN. Zapojení pak tvoří celkem 2 obvody. V ovládacím obvodu protéká slabý proud báze, v obvodu se zátěží je silnější kolektorový proud. Oba obvody přitom spojuje emitor. Vzhledem k tomu, že emitor je na společném referenčním bodu celého obvodu, nazývá se toto zapojení emitorový obvod. Jakmile však dojde k rozpojení obvodu báze, nebude již do zátěže procházet žádný proud. Základní vlastností tohoto obvodu je, že proud báze je daleko menší, než proud na kolektoru. Malý proud báze je tak zesilován v kolektoru (faktor zesílení je přibližně 100x). Odpor báze je s rezistorem o hodnotě 100 kΩ asi 100x větší než proud v obvodu se zátěží.

Tranzistor BC 547 s přechodem NPN v emitorovém zapojení.



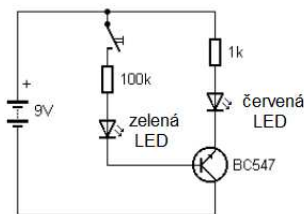
Tranzistor v tomto obvodu funguje jako spínač. Mezi kolektorem a emitorem je jen velmi malý pokles napětí. Kolektorový proud je již omezen zátěží a nemůže se již dále zesilovat. Jedná se tedy o stav maximálního zesílení, kdy dojde k dosažení mezní hodnoty proudu na kolektoru, kdy za tohoto stavu je tranzistor otevřený a prochází jím proud.



Tranzistor v emitorovém zapojení.

Sestavte celý obvod podle shora uvedeného schématu. LED v tomto případě slouží jako indikátory proudů. Červená LED přitom bude svítit zcela jasně, zelená pak bude svítit pouze slabě. Pouze ve zcela tmavé místnosti může být patrný proud báze coby jen slabý záblesk zelené LED. Tento rozdíl je indikátorem vysokého proudu. Pakliže chcete u tranzistoru získat maximální faktor zesílení, můžete zvýšit odpor báze. Při použití rezistoru 1 M Ω bude i nadále patrné světlo červené LED, i když bude o něco slabší. Pokud však připojíte 2 rezistory o hodnotě 100 k Ω do série, získáte tím odpor báze 200 k Ω , který bude stačit pro úplné otevření tranzistoru. Výsledkem je faktor současného zesílení přibližně na hodnotu 200x z původní hodnoty proudu.

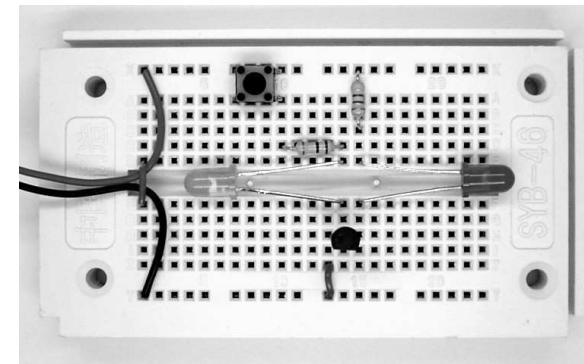
Ve skutečnosti je faktor zesílení, oproti tabulkovým údajům, ne vždy zcela přesný. Předpokládat však můžete, že tranzistory BC 547 zahrnuté v této výukové sadě vykazují při velmi přesném měření různé faktory zesílení. Všechny tranzistory jsou během výroby testovány a následně zařazeny do několika tříd zesílení A (100 – 220x), B (200 – 450x) a C (420 – 800x). Tranzistory typu B tak poskytují faktor zesílení přinejmenším 200x. Během sestavování různých obvodů je proto zapotřebí uvažovat nepřesnost faktoru zesílení. Jedině tak zajistíte bezpečnost a spolehlivost celého obvodu. V tomto obvodu se tranzistory používají jako přepínače. Rezistor báze se proto používá spíše jen z bezpečnostních důvodů, kdy použití pouze mírně zesíleného proudu poskytuje daleko větší provozní bezpečnost.



Tranzistor s přepínacími kontakty.

V rámci dalšího experimentu zaměřte zapojení emitoru a kolektoru. Tranzistor bude i nadále fungovat i když s daleko menším proudem na kolektoru. Skutečnost, že tranzistor i dál funguje při zapojení „vzhůru nohama“ je způsobena jeho symetrickou strukturou tvořenou třemi přechodovými vrstvami N, P a N. Ve skutečnosti jsou však jednotlivé vrstvy různě silné proto, aby nemohlo dojít k připojení přechodu N k zápornému pólu.

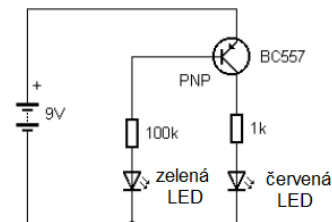
Obrácené zapojení tranzistoru (E - C).



Při obráceném zapojení tranzistoru (emitor – kolektor) je faktor zesílení v rozsahu 5 – 20. Červená LED přitom bude svítit jen velmi slabě. Vyměňte nyní rezistor 100 k Ω za rezistor 10 k Ω . Tím dojde k odpovídajícímu zesílení kolektorového proudu a vyšší intenzitě světla LED. Červená LED přitom bude svítit oproti zelené LED zcela jasně. Nicméně se v tomto případě nejedná o obvyklé použití tranzistoru, které většinou povede k selhání celého obvodu. Pakliže určitý obvod nefunguje správně, ověřte zda nedošlo k opačnému zapojení tranzistoru po trase emitor – kolektor.

Další zapojení tranzistoru

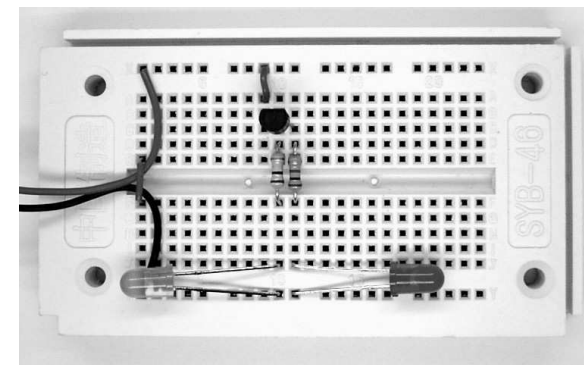
Tranzistor s přechodem PNP má naprosto stejnou funkci jako tranzistor s přechodem NPN, avšak funguje s přesně opačnou polaritou. V tomto obvodu proto musí být obě LED a baterie připojeny opačně.



Tranzistor PNP v emitorovém zapojení.

Sestavte obvod s použitím tranzistoru PNP BC 557 a ověřte znovu, zda je k dispozici maximální faktor pro zesílení proudu.

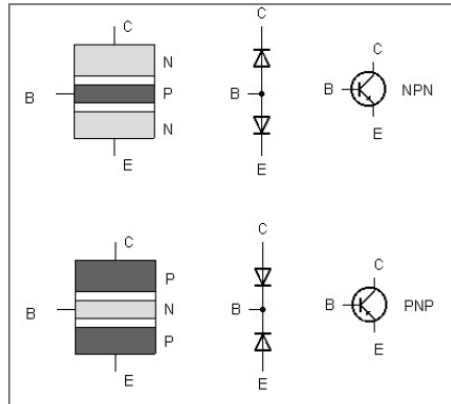
Zapojení tranzistoru BC 557.



Elektronický jednohnan

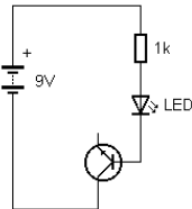
Vnitřní struktura tranzistoru je tvořena celkem třemi vrstvami různě upraveného křemíku, na jejichž přechodech jsou speciální vrstvy jako v diodě. Křemíkové diody nebo světlo emitující diody (LED) mají vrstvy, které zajišťují průchod proudu pouze jedním směrem. Uvnitř tranzistoru jsou v podstatě 2 diody, což umožňuje používat tranzistor ve zvláštních aplikacích. Pro zjištění o jaký typ tranzistoru se jedná (přechod NPN nebo PNP) existuje velmi jednoduchý test.

Jednotlivé přechody uvnitř tranzistoru a schématický náčrt tranzistorů NPN a PNP.



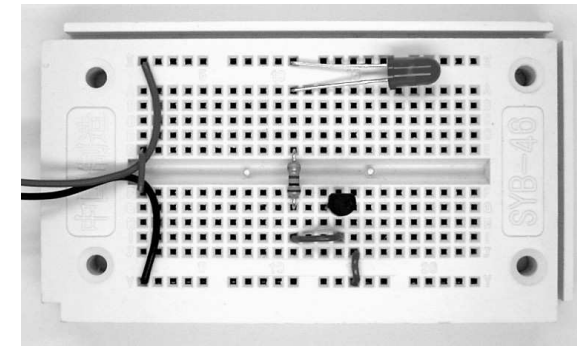
Přechody uvnitř tranzistoru je možné měřit velmi jednoduchým testovacím obvodem s LED a sériovým rezistorem. LED v tomto případě slouží coby indikátor průchodu proudu. K jednotlivým vývodům tranzistoru připojte 2 zkušební vodiče. V závislosti na tom, zda prochází obvodem proud, můžete rozpoznat vnitřní strukturu tranzistoru a směr, kterým prochází proud.

Testování směru průchodu proudu u tranzistoru.



Sestavte tento obvod a otestujte oba typy tranzistorů. Po chvíli zjistíte, že budete schopni snadno identifikovat o jaký typ tranzistoru se jedná (tranzistor s přechodem NPN nebo PNP). Při tomto experimentu zároveň zjistíte, který vývod na tranzistoru je báze. Rozpoznat emitor od kolektoru však není možné, vzhledem k tomu, že vnitřní struktura obou tranzistorů je symetrická. V rámci dalšího testování pak můžete sestavit obvod s emitorovým zapojením tranzistoru.

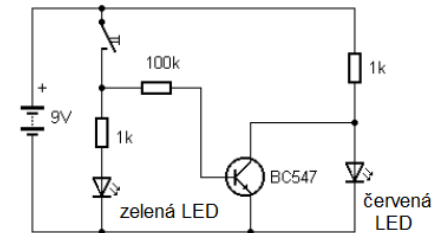
Obvod pro testování tranzistorů.



Invertor

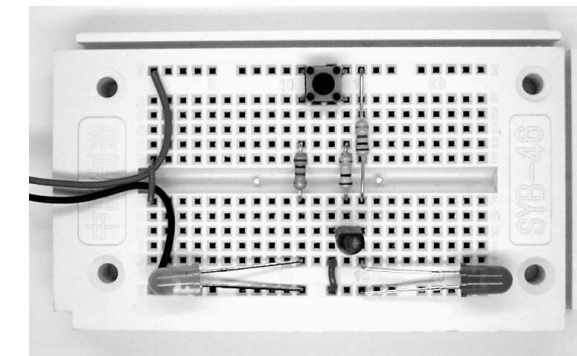
Ve zvláštní části tohoto návodu „Zesilovač proudu“ byl tranzistor použitý v obvodu coby spínací prvek. Proud báze tak slouží k sepnutí připojené zátěže. Po stisku tlačítka došlo k rozsvícení LED. Tato spínací funkce však může fungovat i obráceně. Na dalším schématu je navržen jednoduchý elektronický přepínač (invertor). Po sepnutí obvodu bude svítit zelená LED. Po vypnutí pak bude svítit červená LED.

Tranzistor v invertorové aplikaci..



Po stisku tlačítka dojde k uzavření obvodu prostřednictvím zelené LED. Zároveň přitom bude protékat proud bázi tranzistoru. Tranzistor tak odpojuje napájecí napětí červené LED. Ve skutečnosti se však na trase emitor – kolektor neustále nachází malé zbytkové napětí o hodnotě asi 80 mV. Při takto malé hodnotě skrze LED neteče prakticky žádný proud a LED tak nemůže svítit. Tento obvod simuluje funkci přepínače elektronického kontaktu – invertoru.

Obvod pro přepínání LED.

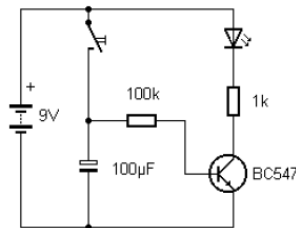


Světlo LED (po dobu 1. minuty) „Delayed Off“

Zesílení proudu tranzistorem můžete používat i na určitou dobu. Trvání této doby pak bude záviset na použitém kondenzátoru.

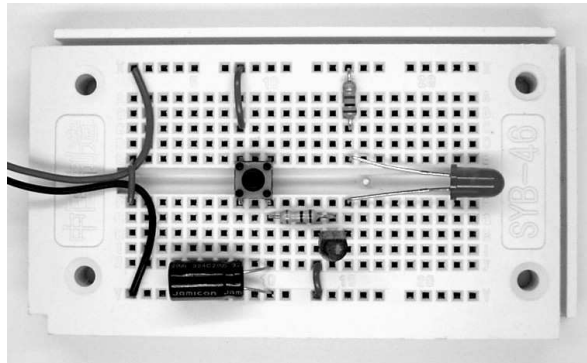
Na následujícím schématu je použito elektrolytického kondenzátoru s kapacitou 100 μF pro ukládání energie. Po krátkém stisku tlačítka pak dochází k nabíjení kondenzátoru. Tento kondenzátor pak po určitou dobu dodává proud do báze v emitorovém zapojení obvodu.

Zpožděné vypnutí LED „Delayed Off“.



Doba vybíjení kondenzátoru se prodlužuje s použitím většího rezistoru báze. Časová konstanta je pak asi 10 sekund. Během této doby dochází k průchodu proudu skrze bázi a plnému ovládnutí tranzistoru.

Minutový časovač „Timer“.

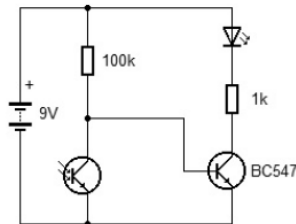


Při praktickém návrhu tohoto obvodu stačí krátký stisk tlačítka pro rozsvícení LED. Po dobu 10 sekund zůstává LED rozsvícená na maximální světelný výkon. Intenzita světla LED však postupně klesá. Asi po uplynutí jedné minuty je patrné již pouze velmi slabé světlo. Přestože se zdá, že LED již vůbec nesvítí, LED svítí pouze nepatrně avšak její světlo již není patrné pro lidské vnímání.

Soumrakový senzor

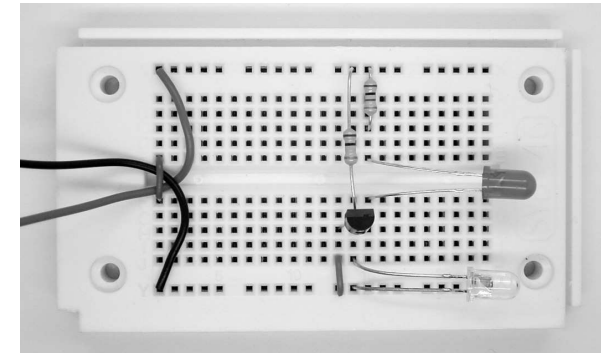
V tomto obvodu bude použito fototranzistoru coby světelného senzoru. Obvod zahrnuje rezistor o hodnotě 100 k Ω s funkcí děliče napětí. Čím větší je intenzita okolního osvětlení, tím silnější proud vede fototranzistor a tím menší je napětí na kolektoru.

Obvod se soumrakovým senzorem.



Při poklesu napětí dojde k vypnutí tranzistoru NPN. Zjednodušeně řečeno jde o aplikaci „spínací treshold hodnoty“ o hodnotě napětí přibližně 0,6 V. Tato hodnota platí pro všechny křemíkové tranzistory. V tomto zapojení je znovu patrná charakteristika diod (viz příslušná část tohoto návodu). Prahová hodnota pro LED je v tomto případě o něco vyšší. Křemíková dioda 1N4148 disponuje napětím v propustném směru s hodnotou 0,6 V.

Obvod řízený intenzitou světla.

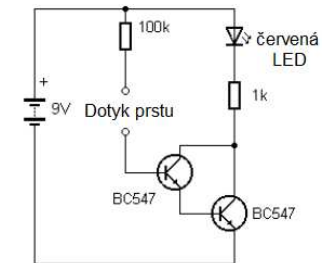


Otestujte chování obvodu za různé intenzity okolního osvětlení. Pokud je k dispozici vysoká intenzita okolního osvětlení, LED zhasne. Naopak při nízké intenzitě okolního osvětlení se LED rozsvítí. K přepínání obvodu přitom dochází při náhlé změně okolního osvětlení. Při použití jen velmi nepatrné změny v intenzitě okolního osvětlení, nebude tranzistor na tyto změny nijak reagovat.

Dvojnásobné zesílení proudu „Darlingtonovo zapojení“

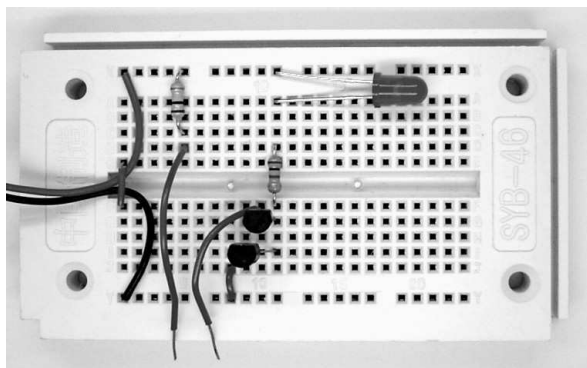
Existující faktor zesílení obou tranzistorů je možné dále zesílit v případě zesílení proudu báze u prvního tranzistoru. V tomto případě se jedná o tzv. Darlingtonovo zapojení, ve kterém dochází ke spojení obou kolektorů.

Darlingtonovo zapojení pro zesílení proudu..



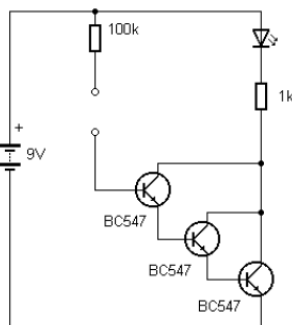
Předpokládáme-li u obou tranzistorů faktor zesílení 300, dojde při aplikaci Darlingtonova zapojení k zesílení s faktorem přibližně 90000. Plný tento rozsah je však možné získat při použití rezistoru báze o hodnotě 10 M Ω . Efekt celého obvodu je patrný při pouhém dotyku prstu a spojení konců vodičů. Přitom není nezbytné nutně prst jakkoliv zvlhčovat. K ovládnutí obvodu pak postačí i dotyk zcela suchým prstem. Rezistor 100 k Ω v tomto zapojení slouží jako ochrana tranzistorů před přílišným průtokem proudu po spojení obvodu.

Dotykový senzor s ochranným rezistorem.



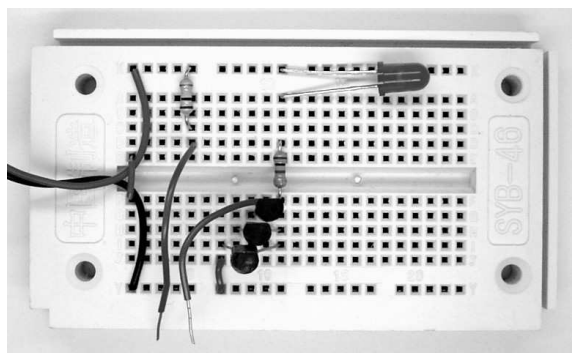
Použití Darlingtonova obvodu umožňuje experimentovat se statickým nábojem. Jeden dotyk prstu ve vodivém spojení těla s podlahou stačí k sepnutí celého obvodu. V závislosti na materiálu podlahy a obuvi dochází ke generování různě silného náboje, který bude patrný podle blikající LED.

Darlingtonův obvod se třemi tranzistory.



Obvod můžete doplnit o další (třetí) tranzistor. Tím dojde k dalšímu zesílení proudu v celém obvodu. V takovém případě pak většinou bude stačit pouhé přiblížení se k celému obvodu, aby došlo k jeho sepnutí.

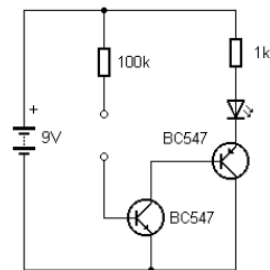
Trojnásobné zesílení proudu.



Běžný Darlingtonův obvod se chová jako jediný tranzistor s tím, že dochází ke dvojnásobnému zesílení proudu na trase báze – emitor. V některých aplikacích však tato vlastnost může způsobovat určité potíže a nebude tak žádnou výhodou.

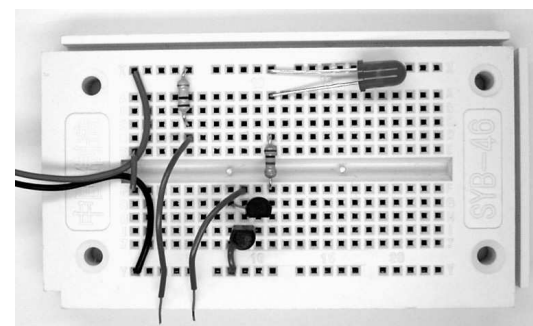
V takovém případě pak může být vhodnější sestavení určité modifikace Darlingtonova obvodu s použitím dvou komplementárních tranzistorů. Na vstupu obvodu pak stačí pro rozsvícení LED napětí menší, než 0,6 V.

Darlingtonovo zapojení tranzistorů NPN – PNP.



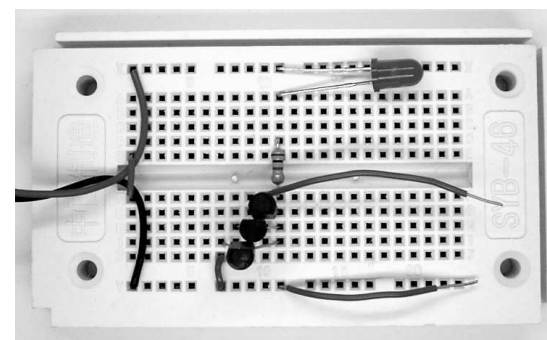
Ve skutečném zapojení se tento obvod téměř nijak neliší od běžného Darlingtonova obvodu se dvěma tranzistory s přechody NPN. LED je pak možné spínat pouze velmi lehkým dotykem prstu.

Dotykový senzor s BC 547 a BC 557.



Na dalším obrázku je jiná varianta obvodu se dvěma tranzistory NPN a jedním tranzistorem PNP. Na rozdíl od předchozích obvodů, bude v tomto případě zapotřebí použití negativního řídicího proudu, vzhledem k tomu, že tranzistor PNP je na vstupu senzoru. Kontakty senzoru jsou proto uzemněny. Obvod je vhodný jako senzor negativních iontů ve vzduchu. Speciální iontové generátory slouží pro zlepšení kvality vzduchu, přičemž využívají vysoké napětí k negativnímu nabití molekul vzduchu. V blízkosti takového zařízení se vstup modifikovaného Darlingtonova obvodu negativně nabíjí a současně přitom se rozsvítí LED.

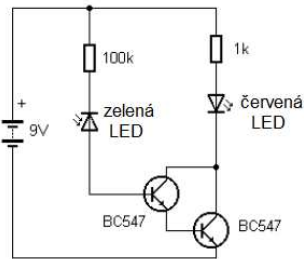
Senzor pro nabíjení negativních molekul.



LED coby světelný senzor

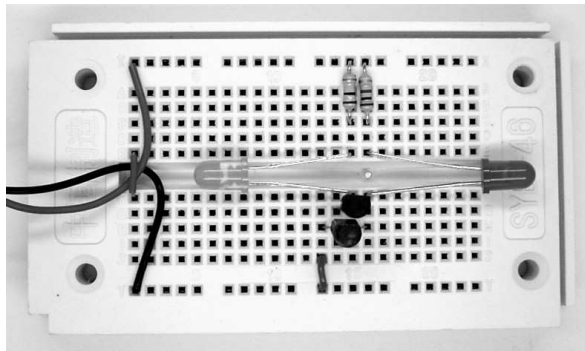
LED může nejen generovat světlo, ale stejně tak může sloužit jako senzor pro okolní světlo. Po přiblížení nebude obvodem procházet žádný proud v případě, že dochází ke generování proudu v závěrném směru. Ve skutečnosti přitom prochází LED jen velmi nepatrný a zanedbatelný reverzní proud v rozsahu několika nanoampér. Vysoké zesílení proudu, které přináší Darlingtonovo zapojení umožňuje experimentovat s extrémně nízkými proudy. Závěrný proud samotné LED vždy závisí na okolním osvětlení. LED v tomto obvodu funguje stejně jako fotodioda. Extrémně nízký proud je zesílen pomocí dvou tranzistorů natolik, že dojde k rozsvícení LED.

Zesílení závěrného proudu LED.



V obvodu je jako fotodioda použita zelená LED, červená LED pak jako optický indikátor. Za běžného stavu a běžné intenzity okolního světla bude svítit červená LED. Po zakrytí zelené LED rukou pak dojde k patrnému snížení jasu červené LED. Vyměňte obě LED a experimentujte s aplikací červené LED coby fotodiody.

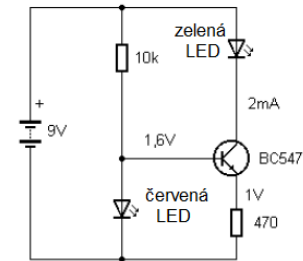
LED coby světelný senzor.



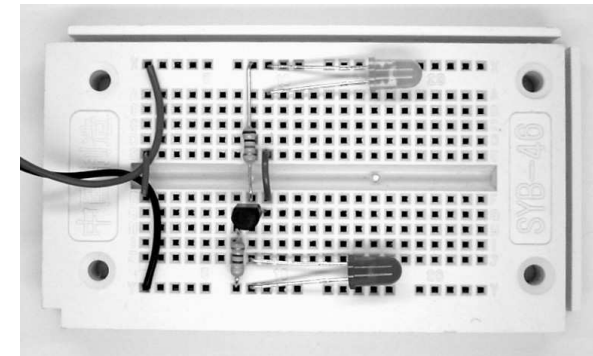
Konstantní jas LED

V některých aplikacích je zapotřebí získat konstantní proud, který nebude závislý na úbytku napětí zdroje. LED v takovém případě bude svítit se stále stejnou intenzitou a to i v případě, že dochází k vybití baterie. Na dalším obrázku naleznete jednoduchý stabilizační obvod. Červená LED na vstupu stabilizuje napětí báze na hodnotu přibližně 1,6 V. Vzhledem k tomu, že napětí na trase báze – emitor je vždy na hodnotě okolo 0,6 V na emitoru se bude vyskytovat napětí přibližně 1 V. Použitý rezistor tak určuje proud na emitoru. Proud kolektoru pak téměř odpovídá proudu emitoru, který je jen o něco větší, než proud báze. LED v kolektorovém obvodu nevyžaduje použití sériového rezistoru, vzhledem k tomu, že proud LED je řízen tranzistorem.

Obvod pro stabilizaci proudu.

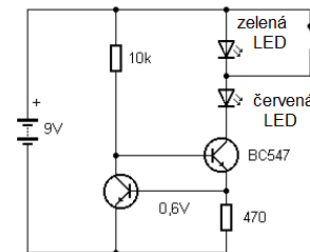


Stabilizace jasu LED.



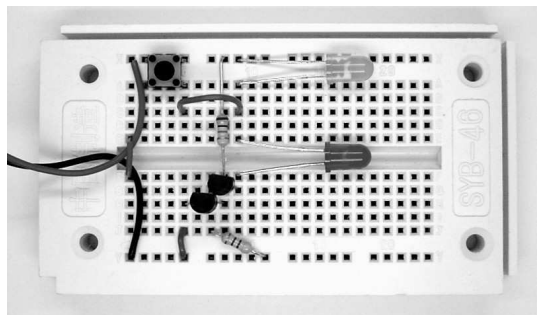
Experimentujte u tohoto obvodu s novou a naopak téměř vybitou baterií. Pokud má zdroj určité zbytkové napětí, bude LED svítit zcela jasně. Jako další běžná varianta zdroje konstantního proudu se používá druhý tranzistor. Skutečné referenční napětí je nyní napětí na trase báze – emitor levého tranzistoru (viz následující schéma).

Modifikace obvodu pro zdroj konstantního napětí.



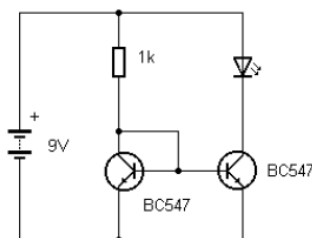
Zdroj konstantního proudu neprovádí jen regulaci provozního napětí, ale dokáže kompenzovat pokles napětí po připojení obvodu k zátěži. S přepínačem můžete zvolit jednu nebo dvě LED a provozovat tak zdroj konstantního proudu. V obou případech pak bude protékat obvodem stejný proud.

Zdroj konstantního proudu se dvěma tranzistory (NPN).



Proudové zrcadlo

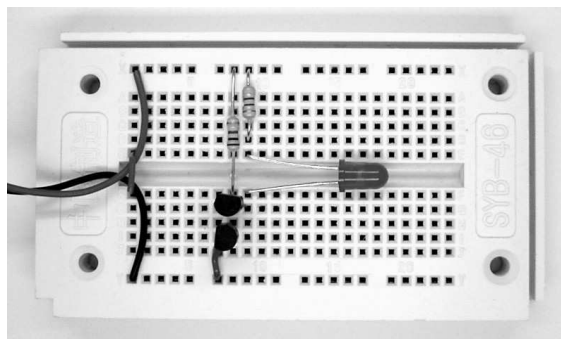
Obvod na dalším schématu je tzv. „proudové zrcadlo“. Proud se přes rezistor 1 kΩ odráží ve dvou tranzistorech se stejnou velikostí jako kolektorový proud pravého tranzistoru. Báze a emitor levého tranzistoru jsou zapojeny dohromady, dochází k automatickému průchodu proudu na trase báze – emitor do kolektoru. Teoreticky by měl druhý tranzistor poskytovat stejný proud na kolektoru s přesnými hodnotami a stejným napětím na trase báze – emitor. V praxi však existují jen velmi nepatrné rozdíly v těchto hodnotách.



Proudové zrcadlo.

Požadavek naprosto stejných hodnot proudu a napětí u tranzistoru je však možné je velmi obtížné naplnit. Toto zapojení se používá zejména v integrovaných obvodech, kde má větší množství tranzistorů, integrovaných na jednom čipu totožné parametry. Velmi důležitá je stejná teplota obou tranzistorů. Se zvyšující se teplotou se zároveň mění výkonová charakteristika tranzistorů.

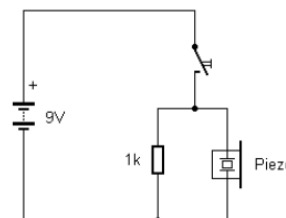
Tranzistor použitý jako teplotní senzor.



Praktické využití „proudového zrcadla“ je například v teplotních senzorech. Dotkněte se při následném experimentu jednoho tranzistoru prstem. Změna teploty tranzistoru ve výsledku změni výstupní proud a tím dojde i ke změně intenzity jasu LED. V závislosti na tom, kterého tranzistoru se dotknete, dojde k zesílení nebo snížení jasu příslušné LED.

Nízkofrekvenční zesilovač / NF-Amplifier

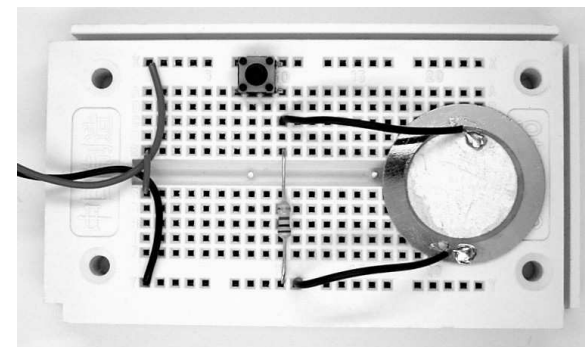
Zesilovač s nízkofrekvenčním rozsahem (NF) se využívá především při reprodukci zvuku. Piezo-elektrický měnič, který je součástí této naučné sady, může sloužit jako mikrofon nebo i reproduktor. S několika jednoduchými, tranzistorovými obvody pak můžete provádět velmi zajímavé experimenty. Můžete přitom vytvářet obvody s blikajícími LED nebo si sestavit jednoduchý radiový přijímač. Piezo-keramický měnič je malý reproduktor a zároveň mikrofon. Působením elektrického napětí dochází k pohybu tenkého kovového plechu v keramickém kotouči měniče. Při pohybu této membrány pak dochází ke generování určitého zvuku. Keramický kotouč uvnitř měniče má podobné vlastnosti jako křemíkový krystal. Stejně tak při působení externího zdroje zvuku (například hlasu) dochází k vytváření malého elektrického napětí uvnitř měniče, který tak působí jako mikrofon.



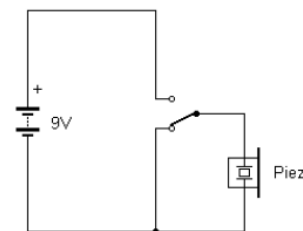
Základní obvod s piezo-elektrickým měničem.

Při každém stisku tlačítka uslyšíte malé prasknutí, které se generuje při deformaci aktivních krystalů. Dalšího zesílení je pak dosaženo poté, co měnič vsadíte a přilepíte například do kartónové krabice.

První pokus s piezo měničem.

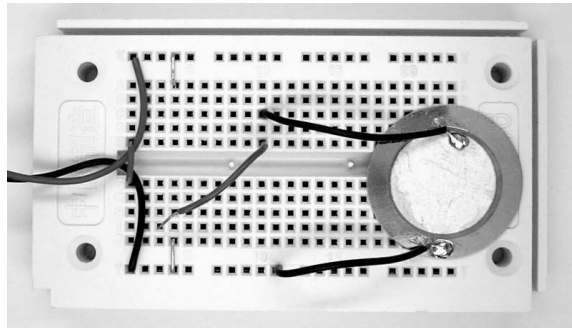


Piezo měnič se chová obdobně jako kondenzátor. Ve skutečnosti konstrukce piezo měniče odpovídá konstrukci obvodu se dvěma kovovými povrchy, oddělenými izolačním materiálem stejně jako je tomu v keramickém kondenzátoru. Kapacita tohoto kondenzátoru je přibližně 20 nF. Celá tato součástka může být nabíjena a vybíjena jako běžný kondenzátor. Na dalším obrázku je patrný modifikovaný obvod.



Nabíjení a vybíjení piezo měniče.

V praktickém experimentu (viz další schéma) můžete obvod vybavit flexibilním „tlačítkem“, vyrobeným z kusu vodiče. Při nabíjení měniče vždy uslyšíte malé zapraskání. Po dalším otevření kontaktu pak nebude slyšet nic, vzhledem k tomu, že měnič zůstává i nadále nabitý. Jakmile však dojde k výboji prostřednictvím druhého kontaktu, znovu uslyšíte zapraskání. Mezi nabíjením a vybíjením může nastat určitá prodleva v řádu několika sekund, vzhledem k tomu, že dochází k samovolnému vybíjení.



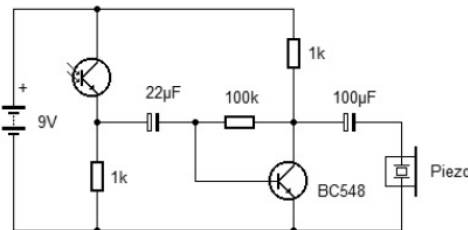
V předchozích pokusech jste se seznámili se základními vlastnostmi piezo-elektrického měniče. V praxi pak dochází v důsledku rychlé sekvence změn napětí k odpovídajícímu výstupu zvuku. Je-li k dispozici příslušná elektronika, může dojít ke kontinuálnímu generování zvuku nebo k jeho míchání například při požadavku smíšení hlasu a hudby.

Zesílení zvuku

Nízkofrekvenční zesilovač umožňuje zesílení elektrických kmitů bez jakéhokoliv zkresení. Použitý tranzistor přitom může dosáhnout pouze středového provozního bodu, tj. nemusí být plně aktivován nebo deaktivován. Kolektorový proud je potom regulován na průměrné hodnoty a v časové závislosti podle potřeby, zeslaben nebo naopak zesílen. Vzhledem k tomu, že není znám přesný faktor zesílení u použitého tranzistoru, dochází občas k vytvoření tzv. zpětné vazby (feedback). Rezistor báze není připojen ke kladnému pólu baterie, ale ke kolektoru. Vyšší faktor zesílení pak vede k zesílení kolektorového proudu a většímu poklesu napětí na rezistoru u kolektoru. Přitom dochází ke snížení napětí na trase kolektor – emitor a napětí báze. Menší proud báze částečně mění faktor zesílení (zisku). Při tomto procesu dochází k nalezení vhodného pracovního bodu. Střídavý signál, který má být zesílen je přiveden k bázi přes kondenzátor a moduluje proud báze. Na vstupu zesilovače je například generátor sinusových vln s nastavitelným napětím a osciloskopem na připojeným na výstupu můžete zobrazit zesílené napětí.

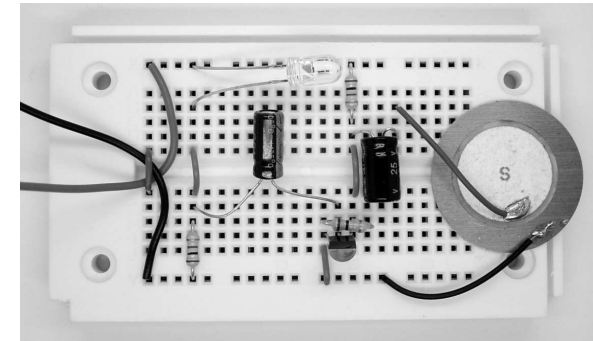
Každý začínající elektronik však nemá k dispozici řadu speciálních měřicích přístrojů s generátorem sinusových vln a osciloskop. Jakým způsobem je tedy možné otestovat správnou funkci zesilovače? Jako první je zapotřebí najít zdroj signálu a poté správně posoudit charakteristiku výstupního signálu. Pro tyto experimenty je možné zvolit následující postup. Na vstupu obvodu je napěťový dělič, který tvoří fototranzistor a poté pevný tranzistor jako zdroj signálu. Při dostatečném osvětlení (zdroj umělého osvětlení) bude obvod poskytovat signál s dvojnásobnou síťovou frekvencí (100 Hz). Na výstup je pak připojen piezo-měnič. Zesílený signál se následně stane dobře slyšitelný. Pro dostatečnou hlasitost proto instalujte piezo měnič například do kartónové krabice.

Fototranzistor jako zdroj signálu.



Při samotné montáži obvodu je zapotřebí vzít v úvahu polaritu elektrolytických kondenzátorů. Napětí báze je přibližně 0,6 V. Napětí na děliči je ve většině případech daleko větší. Proto je na vstupu kladný pól elektrolytického kondenzátoru. Na výstupu je přitom napětí na kolektoru cca 2 V a kladný pól tak musí být připojený k dalšímu elytu. Pakliže nepoužijete elyt na výstupu, bude i přesto piezo měnič nadále fungovat coby kondenzátor. Funkce dynamického reproduktoru však bude záviset na použití elektrolytického kondenzátoru.

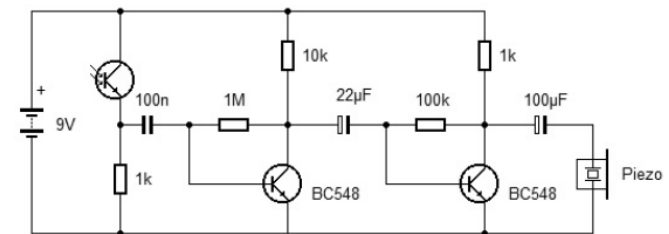
Zesilovač zvuku.



Po sestavení tohoto obvodu můžete experimentovat s různou intenzitou okolního světla. Zářivka přitom generuje vyšší „rušení“, než běžná žárovka. Stejně tak monitor PC poskytuje modulované světlo. Po přiblížení fotosenzoru k PC monitoru proto uslyšíte přerušovaný zvuk. To je způsobeno obnovovací frekvencí monitoru. Zcela odlišný pak bude zvuk při použití běžné žárovky coby světleného zdroje.

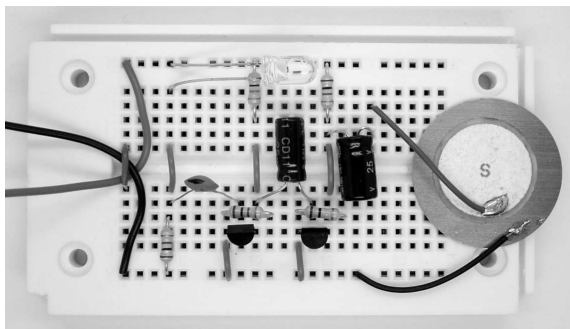
Dvojnásobné zesílení

Pakliže není k dispozici dostatečné zesílení s použitím tranzistoru, je možné toto zesílení dále zvýšit (v tomto případě zdvojnásobit). Zesilovací stupně je pak možné mezi sebou různě přepínat. V prvním zesilovacím stupni se obvykle používají silnější rezistory a tím pádem nižší kolektorový proud.



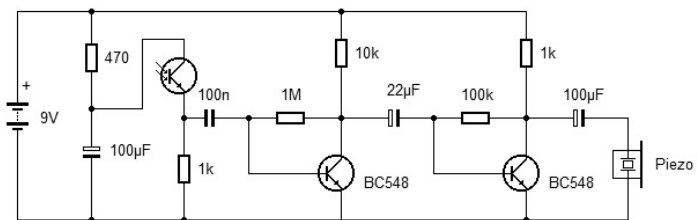
Dvoustupňový NF zesilovač.

Dva NPN zesilovací stupně.



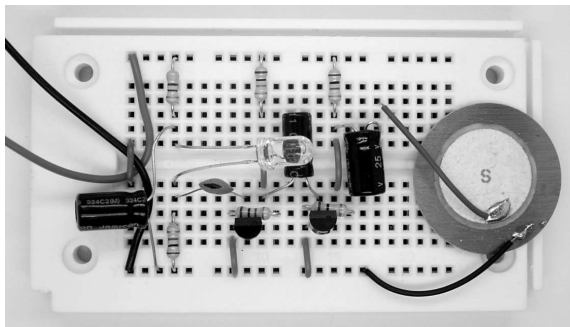
Při prvním experimentu můžete zaznamenat silnější brum a praskání. To je však způsobeno běžným kmitáním obvodu, při kterém dochází k zesilování. Kmitání obvodu nastane v závislosti na stavu baterie. Frekvence nežádoucích vibrací se přitom mění v závislosti na osvětlení fototranzistoru.

Příčinou nežádoucích kmitů je vnitřní odpor baterie. Signál tedy může být veden z výstupu na vstup pomocí zpětné vazby. Při potlačování této zpětné vazby dochází k vyhlazování provozního napětí na vstupu. V tomto případě postačí optimalizovat napájecí napětí prostřednictvím děliče napětí. Kondenzátor 100 μF a rezistor 470 Ω vytvoří časovou konstantu asi 47 ms. Ta je však dostačující pouze tehdy, pokud zesilovač nezpracovává příliš nízké frekvence. Proto je mnohdy v zesilovači nezbytné použít kondenzátory s nižší kapacitou.



Vyhlazení provozního napětí.

Takto vylepšený zesilovač (schéma výše) přitom pracuje velmi spolehlivě. S použitím takového obvodu získáte daleko vyšší citlivost, než s použitím zesilovače pouze s jedním zesilovacím stupněm. Zároveň přitom dojde k eliminaci nežádoucích oscilací (vibrací) v obvodu.



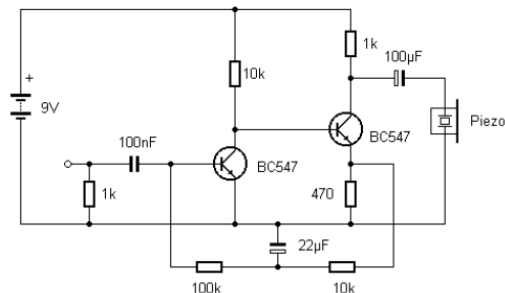
Zesilovač s potlačením oscilace.

Dvoustupňový zesilovač posouvá fáze vstupního signálu dvakrát o 180° a dohromady tedy o 360° . Pozitivní polovina vlny na vstupu znovu generuje pozitivní půlvlny na výstupu. Z principu tak dochází ke generování přirozené oscilace. Pokud je část výstupního signálu přivedena zpět na vstup, vznikají samovolné kmity. Provedte proto malý experiment. Dotkněte se výstupu jedním prstem a prstem druhé ruky se dotkněte vstupu obvodu. V té chvíli uslyšíte zvuk. Zvýšením kontaktního odporu můžete zvýšit i velmi slabý zvuk a tím změnit frekvenci v obvodu.

Rádiový přenos

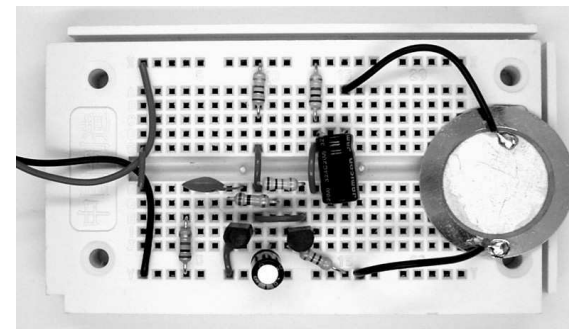
U zesilovače je vhodné použití co nejmenšího počtu kondenzátorů na trase signálu. Z tohoto důvodu má smysl připojit bázi druhého zesilovacího stupně přímo na kolektor prvního zesilovacího stupně. Přitom je však nezbytné zajistit, aby oba tranzistory využívaly optimální provozní proud. To je možné dosáhnout negativní zpětnou vazbou stejnosměrného napětí. Střední a vysoké frekvence přitom nejsou nijak zeslabeny. Následující obvod proto dosahuje celkově daleko vyššího zisku, než zesilovač se dvěma zesilovacími stupni v předchozí části návodu.

Zesilovač se zpětnou vazbou.



Na vstupu zesilovače je rezistor 1 k Ω . V tomto místě můžete připojit zdroj signálu. Bez použití tohoto rezistoru by na vstupu byla vyšší impedance. Vhodnější je však vždy použití přesně definovaného vstupního odporu. Rezistor má v tomto obvodu i další, praktickou funkci.

Zesilovač s vysokou citlivostí.



Zesilovač zpočátku nezobrazuje žádný výstupní signál, vzhledem k tomu, že nemá k dispozici zdroj signálu. Jedná se však o požadovanou vlastnost, která představuje stabilitu celého obvodu bez nežádoucí oscilace. Provedte nyní test a dotkněte se prstem na vstupu obvodu. Uslyšíte přitom velmi výrazný brum.

Věděli jste, že rádio můžete poslouchat i prostřednictvím zesilovače? Tento jev je známý a populární zejména mezi audio techniky a vývojáři zesilovačů. Citlivý zesilovač v mikrofónu může mimo jiné přijímat silné rádiové signály. Tento efekt můžete otestovat pomocí sestaveného zesilovače. Není k tomu ani zapotřebí skutečné antény, protože celý obvod funguje jako samotná anténa. K tomu je však zapotřebí vhodné uzemnění obvodu. Záporný vodič zdroje (baterie) proto propojte například s vodovodnímu potrubím v objektu.

Pro uzemnění však můžete použít i například uzemněnou, kovovou skříň počítače nebo vnější kontakt USB portu. Sáhnete poté prstem na vstup obvodu. Přitom zřejmě v reproduktoru uslyšíte tišší rozhlasové vysílání.

Jedná se zpravidla o příjem vysílání některých lokálních stanic (blízkých stanic se silným signálem) na středních vlnách, ale může se také jednat o signál stanic vysílajících na krátkých vlnách.

Vstupní rezistor 1 kΩ hraje při použití zesilovače a poslech rozhlasového vysílání významnou roli. Vstup „high-impedance“ má schopnost absorbovat interference ze síťového zdroje.

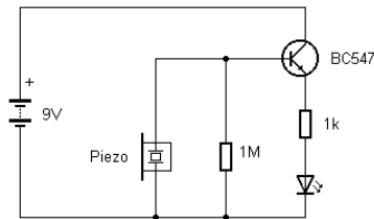
Při experimentování získáte vlastní zkušenosti s vlastnostmi zesilovače a budete tak sami odhalovat příčiny různých poruch u zesilovače. V případě, že zaznamenáte určité poruchy při zpracování signálu bude zapotřebí zajistit odfiltrování nežádoucích frekvencí pomocí nízko frekvenční propusti (filtru) tak, aby zesilovač nezpracovával vyšší frekvence nad 20 kHz. Pakliže hodláte i nadále experimentovat s příjmem rozhlasových stanic, vytvořte si vlastní anténu pomocí delšího vodiče.

Pro vylepšení zvuku pak k obvodu připojte namísto piezo měniče dynamická sluchátka.

Uslyšíte však většinou několik rozhlasových stanic najednou. V další části návodu pak bude k dispozici vylepšený obvod pro příjem rozhlasových stanic doplněný o operační zesilovač.

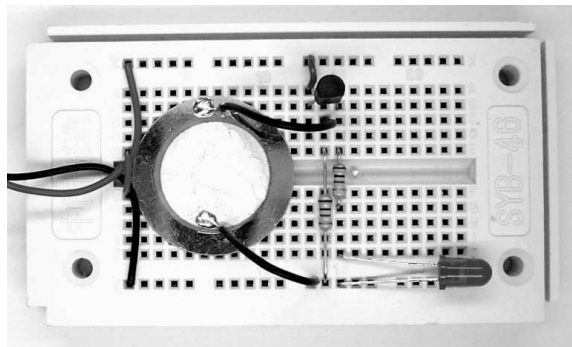
Zesilovač pro piezo senzor

V předchozích experimentech byla zátěž připojena ke kolektoru, zatímco emitor měl k dispozici konstantní potenciál (emitorové zapojení). Další schéma však ukazuje kolektorový obvod, ve kterém je kolektor na pevném potenciálu a emitor tvoří výstup obvodu. Napětí na emitoru je vždy o cca 0,6 – 0,7 V nižší, než napětí báze. Napětí emitoru koresponduje se změnami napětí báze. Proto se tento obvod nazývá jako „následník emitoru“.



Obvod zesilovače pro piezo senzor.

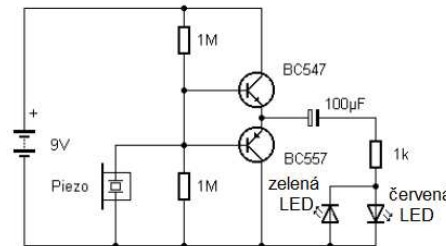
V tomto kolektorovém zapojení nedochází k zesílení napětí, ale k zesílení proudu. Obvod má vysoký odpor na vstupu a nízký na výstupu. V souvislosti se změnami napětí nebo střídavými signály se v tomto případě hovoří o impedanci (odpor střídavého proudu). Tento obvod je proto impedančním měničem. Dochází přitom k převodu velkého vstupního odporu na menší výstupní odpor bez jakýchkoliv změn napětí. Ve stavu bez připojené zátěže je vstupní napětí nulové, takže LED kontrolka je zhasnutá. Lehce poklepejte na piezo reproduktor prstem nebo ještě lépe pomocí měkké gumy. Při každém poklepání dojde k rozsvícení LED kontrolky.



V tomto experimentu poskytuje piezo měnič zdroj signálu s vysokou impedancí a napětí v řádu několika voltů. Obvod „následovník emitoru“ vyhovuje nízké impedanci pro LED zátěž. Získáte tím velmi jednoduchý, ale vysoce efektivní ruchový hlukový senzor.

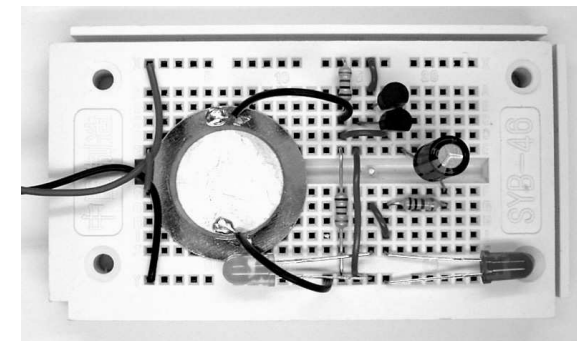
Push-Pull

Zesilovač z předchozí části umožňoval zesílení pouze jedné poloviny vlny původního signálu. Ve skutečnosti však konvertor poskytuje signál střídavého napětí. Zejména u výkonových zesilovačů se používá zesilovací stupně „Push-Pull“. Dva další tranzistory pak přebírají zesílení půl vlny. Obvod na dalším schématu zobrazuje princip obvodu „Push-Pull“. Oba tranzistory přitom fungují stejně jako „následovník emitoru“. Napěťový dělič na vstupu pak definuje střední hodnotu napětí v klidovém stavu. Výstup emitoru sleduje vstupní napětí a poskytuje dostatečný výstupní proud. Obvod má tedy vstup s vysokou impedancí a výstup naopak s nízkou impedancí. Z tohoto důvodu mohou být obě půlvlny zesíleny a indikovány prostřednictvím LED kontrolky.



Obvod „Push-Pull“.

Dotkněte se při tomto experimentu piezo měniče prstem. Dojde přitom k vygenerování výstupního signálu střídavého proudu, při kterém se střídavě rozsvítí obě LED kontrolky.



Zesilovač „Push-Pull“.

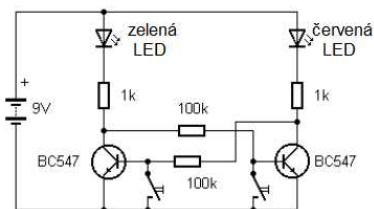
Klopné obvody

Digitální elektronika se výrazným způsobem liší od analogové elektroniky, která je prezentována tranzistory a jejich aktuálním stavem. K dispozici jsou tak v analogové elektronice pouze 2 stavy obvodu. Přesto je však možné obvod uvést z jednoho stabilního stavu (flip) do druhého (flop). Tyto klopné obvody „Flip-Flop“ tak pracují spíše jako přepínače.

Flip-Flop

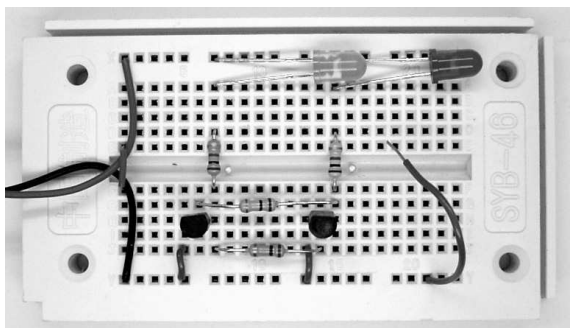
V tomto případě je o obvod se dvěma stabilními stavy, tzv. „klopný obvod“ nebo-li „Flip-Flop“. LED buď svítí nebo je zhasnutá. Na dalším schématu je znázorněn typický klopný obvod.

Bistabilní obvod „Flip-Flop“.



Tento obvod se střídavě překlápá z jednoho možného stavu do druhého. V případě, že je aktivovaný pravý tranzistor, levý tranzistor je uzavřený a naopak. Otevřený tranzistor má nízké napětí na kolektoru a tím vypíná proud báze u druhého tranzistoru. Určitý stav pak zůstává stabilní do doby, než nedojde k jeho přepnutí, například s použitím stisku tlačítka.

Jednoduchý klopný obvod.

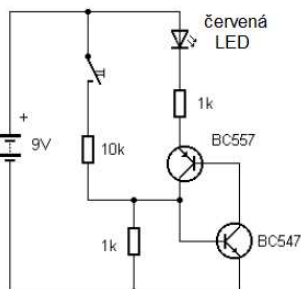


Jako první sestavte obvod bez použití tlačítek. Všimněte si poté, že v obvodu svítí pouze jedna LED. Není však možné určit, která LED se po připojení obvodu ke zdroji rozsvítí. Zpravidla nerovnoměrné proudové zesílení určuje, která část obvodu se překlápá do aktivního stavu. Pakliže by náhodou došlo ke zcela přesným hodnotám, vždy se na některém z tranzistorů projeví určité interference. Může se tak stát, že po připojení obvodu ke zdroji se rozsvítí několikrát po sobě stejná LED nebo například pokaždé jiná. V dalším experimentu vytvořte drátový spínač, který zajistí uzavření jednoho z tranzistorů. Aktuální stav zůstává stabilní do přepnutí obvodu. Tyto 2 stavy se nazývají také jako SET (S) a RESET (R). Obvod se proto jinak nazývá RS Flip-Flop.

On / Off

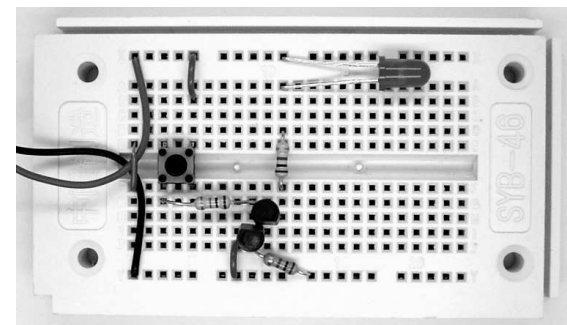
Tyristory jsou bistabilní spínací prvky se třemi elektrodami, které jsou obdobné jako elektrody tranzistorů. Tyristor je aktivován „On“ řídicí elektrodou (gate), tedy zapnutý a zůstává vodivý až do dalšího přerušení obvodu. Stejný stav je možné zaznamenat i u obvodu s tranzistorem NPN a PNP na následujícím obrázku. Kolektorový proud jednoho tranzistoru je proudem báze druhého tranzistoru. V této fázi jsou oba tranzistory uzavřené nebo naopak vodivé. Po připojení obvodu ke zdroji je obvod zpočátku blokováno. Krátkým stiskem tlačítka se však přepne do jednoho z možných stavů. Zpět do původního stavu se tranzistory mohou uvést pouze odpojením obvodu od zdroje.

Tyristor – náhradní obvod.



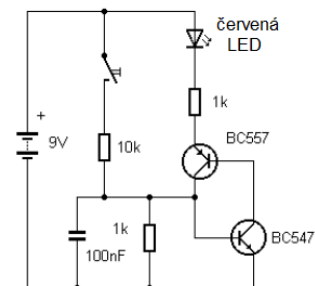
Teoreticky by měl obvod pracovat na trase báze – emitor. Přesto však může únik proudu způsobit zapnutí obvodu bez externího spínacího signálu. Každý tranzistor navíc disponuje určitou kapacitou, která při přepínání stavu generuje malý nabíjecí proud. Vzhledem k použití Darlingtonova zapojení dochází k velkému zesílení a pro sepnutí obvodu tak stačí jen velmi nepatrný impuls. Aktivaci celého obvodu tak nemůže zabránit ani použití většího odporu na trase báze – emitor.

Klopný obvod s tranzistorem NPN a PNP.

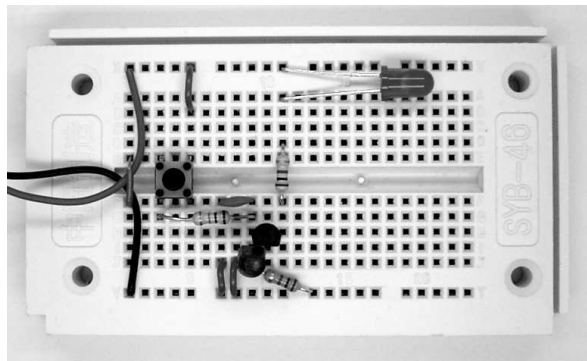


Celý obvod můžete velmi jednoduchým zásahem rozšířit o další funkci. K tomu však bude zapotřebí vytvořit druhý spínač. Jednou ze třech možností je umístění zkratovacího přemostění mezi oběma emitory. Pokud bude v obvodu tento prvek, bude připojená zátěž neustále aktivní, přestože budou oba tranzistory již vypnuté. V tomto obvodu je možné sledovat jak se simulovaný tyristor aktivuje po připojení provozního napětí. Určité kapacity tranzistorů pak poskytují dostatečný impuls pro sepnutí obvodu. Obvod se tak velice snadno aktivuje a má tak velmi vysokou citlivost. Použitím menšího rezistoru báze nebo dalšího rezistoru báze u PNP tranzistoru je možné tuto vysokou citlivost eliminovat. Jako další možnost pro snížení citlivosti tohoto obvodu je snížení nárůstu proudu. Na dalším schématu je znázorněno možné řešení. Mezi emitorem a bází tranzistoru s přechodem NPN je vložen kondenzátor s kapacitou 100 nF. Nežádoucí aktivace celého obvodu je tím spolehlivě odstraněna.

Obvod pro eliminaci nežádoucího spínání obvodu.



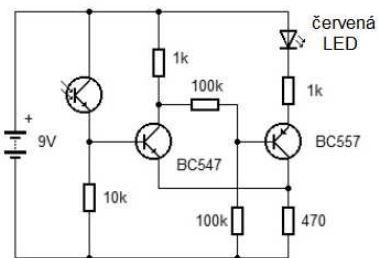
Použití kondenzátoru s kapacitou 100 nF.



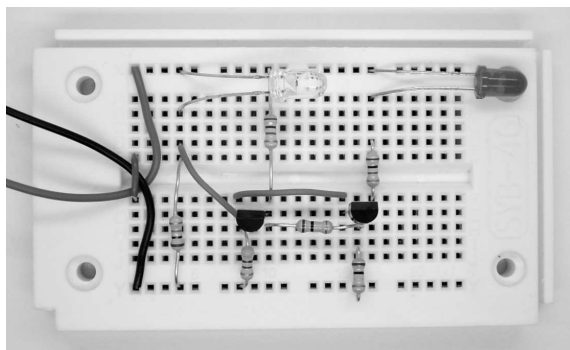
Schmitt-Trigger

Tento speciální obvod je kombinací analogové a digitální elektroniky. Libovolné vstupní napětí je vždy přeměněno na stavu „On“ nebo „Off“. Příkladem použití tohoto obvodu je soumrakový senzor. Po zastínění obvodu dojde k zapnutí. Při sestavování obvodu je velmi důležité zajistit, aby nedošlo k problikávání světelného zdroje v přechodové úrovni. Obvod se musí znovu vypnout v případě větší intenzity okolního osvětlení. Z tohoto důvodu musí existovat určitá úroveň (hysterze) mezi oběma spínacími body. Na dalším schématu je znázorněn klasický obvod Schmitt-Trigger. Každý „Flip-Flop“ obvod vyžaduje zpětnou vazbu k dosažení stabilního stavu. V případě tohoto obvodu se zpětná vazba uskutečňuje pomocí elektrod emitorů. Pokles napětí na společném emitorovém rezistoru pak zajišťuje zachování jediného stavu.

Obvod Schmitt-Trigger.



Obvod Schmitt-Trigger Použitý jako soumrakový senzor.

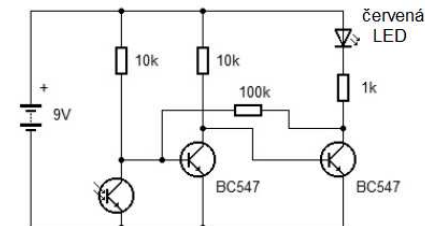


Napětí na vstupu obvodu je vždy ovlivněno intenzitou okolního osvětlení, snímaného fotorezistorem. Šero vede k rozsvícení LED, naopak vysoká intenzita okolní světla způsobí zhasnutí LED.

Mezi oběma spínacími body je pak patrná určitá hysterze. Pro rozsvícení nebo naopak zhasnutí LED je proto zapotřebí určité intenzity osvětlení. Obvod tím eliminuje nežádoucí problikávání LED.

Zpětná vazba „Feedback“

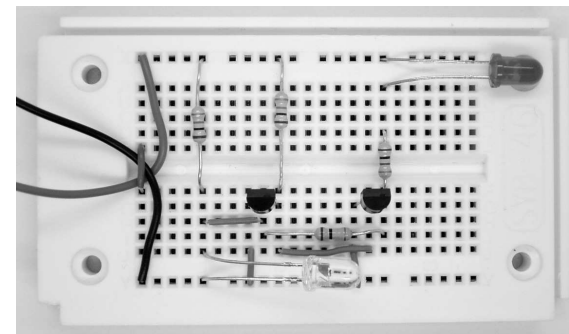
Schmitt-Trigger obvod je pro sestavení daleko jednodušší se zapojením podle předchozího schématu, kde jsou spojeny emitory obou tranzistorů s přechodem NPN. Další rezistor na výstupu poskytuje potřebnou zpětnou vazbu pro spínací hysterzi.



Jednoduchý obvod Schmitt-Trigger.

V tomto experimentu je znovu využito funkce fototranzistoru. LED však bude svítit při vysoké intenzitě okolního světla a zhasne za tmy. Přechodová oblast pro sepnutí nebo vypnutí LED se přitom neprojevuje ani při postupném stmívání. Pro funkci tohoto obvodu je však typická aplikace náhlých skoků. Blikání umělého světla může vést zaznamenání přechodného stavu, které se pak projevuje v problikávání LED. Použití dalšího rezistoru proto může způsobovat spíše nežádoucí stav a interference obvodu.

Fotorezistor použitý pro spínací hysterzi.

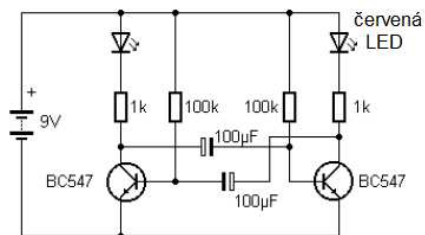


Citlivost tohoto obvodu můžete nastavit v širokém rozsahu úpravou děliče napětí na vstupu. S pevným rezistorem 10 kΩ dojde k rozsvícení LED s použitím zdroje vysoké intenzity osvětlení, například stolní lampou. S rezistorem 100 kΩ bude pro aktivaci obvodu použita přibližně střední úroveň osvětlení, které je v běžných obytných prostorách.

Blikače a oscilátory

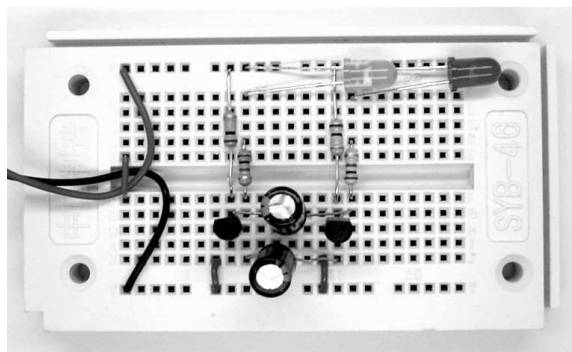
Oscilátory jsou obvody, které vytvářejí vibrace. Pro pomalé spínací operace se používají přepínací obvody. Vysoké frekvence jsou zapotřebí při použití generátorů tónu. Použití takových obvodů je například u detektorů lži až po oscilátor řízený napětím pro účely měření. Standardní zapojení pro stabilní multivibrátor je znázorněn na následujícím schématu. Zpětná vazba se provádí pomocí kondenzátorů. Při použití elektrolytických kondenzátorů je zapotřebí brát v úvahu jejich správné zapojení do obvodu, vzhledem k tomu, že napětí příslušného kolektoru je o dost vyšší než u je tomu u opačné báze. Stav obvodu je vždy stabilní, pouze pokud jsou kondenzátory neustále nabíjeny. Po nabití kondenzátoru se obvod vždy překlopí do druhého stavu.

Multivibrátor.



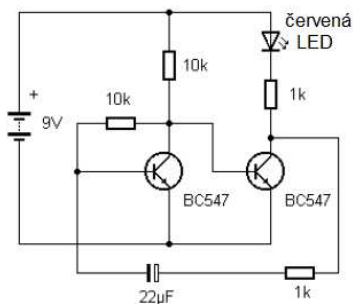
Při praktickém experimentu se dvěma elektrolytickými kondenzátory s kapacitou 100 µF můžete zaznamenat velmi nízkou frekvenci blikání LED s přibližně 5. změnami během jedné minuty. Spínací kmitočet obvodu je možné změnit jednoduše výměnou kondenzátorů za kondenzátory s jinou kapacitou. Experimentujte proto v obvodu s kondenzátory s kapacitou například 100 µF a 100 nF. Kondenzátory s kapacitou 10 nF a 100 nF pak vytvářejí velmi vysokou frekvenci blikání LED.

Pomalý LED blikač.



Do tohoto obvodu a paralelně k jeho výstupu navíc připojte piezo-elektrický měnič. Při každé změně stavu pak uslyšíte nepatrné zapraskání. U kondenzátorů s nízkou kapacitou je pak tento zvuk velmi slabý. Tento obvod „multivibrátor“ můžete použít i jako generátor tónu. Celý obvod je možné výrazně zjednodušit s použitím pouze jediného kondenzátoru. Obvod sice vyžaduje použití dvou tranzistorů, které otáčejí fází o 180°, přesto však tyto dva stavy mohou být přímo spojeny bez potřeby funkce druhého kondenzátoru.

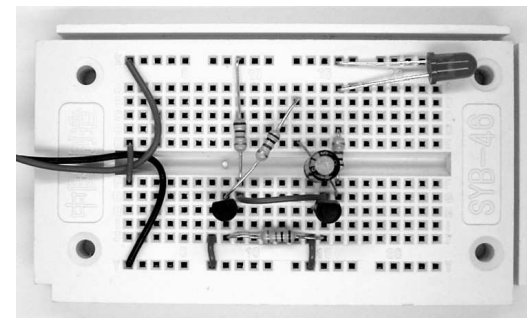
Jednoduchý LED blikač.



Nezbytnou podmínkou pro správné a bezpečné oscilace obvodu je výběr optimálního provozního bodu, při které nedochází ke generování zpětné vazby. V ostatních případech je pak výstupní tranzistor buď otevřený nebo zcela uzavřený.

Celkový obvod by jinak neměl dostatečný zisk ke generování vibrací. Dostatečně silná negativní vazba do prvního tranzistoru zajišťuje volbu středového provozního bodu. Zpětná vazba prostřednictvím prvků RC (rezistor, kondenzátor) na závěr převládá stav k výstupnímu tranzistoru, který je střídavě otevřen a poté zcela uzavřen.

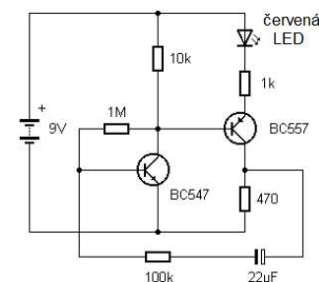
Blikač pouze s jedním kondenzátorem.



Jako první sestavte obvod bez zpětnovazebního kondenzátoru. LED by v té chvíli měla svítit pouze slabě, vzhledem k tomu, že výstupní tranzistor není plně napájen. S použitím kondenzátoru se LED rozsvítí a zhasne. Kondenzátor s kapacitou 22 µF zajistí blikání LED s frekvencí přibližně 1x za sekundu. Vyzkoušejte i jiné kondenzátory například s kapacitou 100 nF a 10 nF. Frekvence blikání se přitom výrazně zvětší. Po připojení piezo měniče pak můžete znovu zaznamenat praskání během přepínání stavu obvodu.

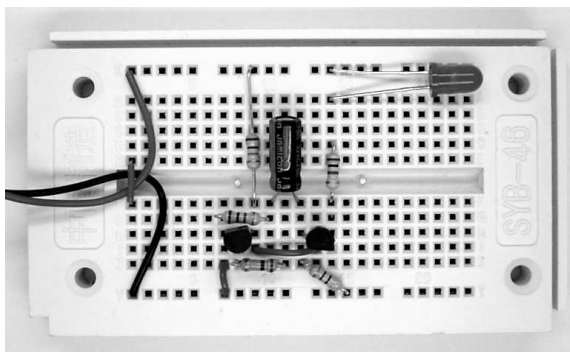
Obvod však nevyžaduje vždy 2 tranzistory s přechodem NPN. Na dalším schématu je znázorněn blikač s komplementárním tranzistorem. Stabilní provozní bod je výsledkem negativní zpětné vazby kolektoru u tranzistoru NPN. Tranzistor s přechodem PNP pak funguje v emitorovém zapojení. Na trase kolektoru je pomocný rezistor, díky kterému můžete odfiltrovat signál pro zpětnou vazbu.

Komplementární blikající obvod.



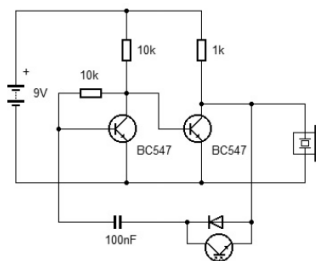
Obvod se zpětnou vazbou vykazuje vysokou impedanci a to i při použití kondenzátoru s velmi nízkou kapacitou 22 µF, kdy je časová perioda v řádu jen několika málo sekund. Ke zvýšení frekvence blikání můžete použít kondenzátory s menší kapacitou.

NPN / NPN
blikač.



Nízká intenzita osvětlení – vysoká frekvence

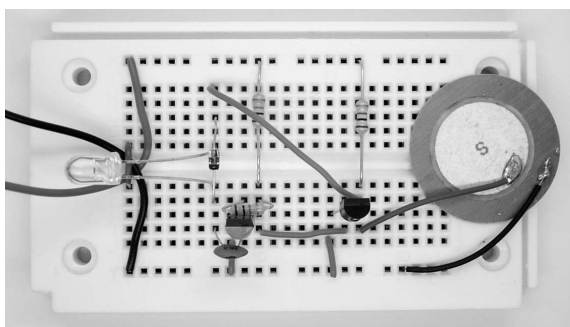
Jednoduchý obvod z předchozí části návodu můžete použít i s kondenzátorem s nižší kapacitou jako generátor tónů. Frekvence je řízena rezistorem ve zpětnovazební části obvodu. V tomto případě pak můžete použít nastavitelný rezistor (trimr) pro řízení frekvence. Na dalším schématu je obvod generátoru tónu s nastavitelným generátorem tónu a fototranzistorem. Vzhledem k tomu, že senzorem prochází střídavý proud, je nezbytné do obvodu použít ještě další diodu.



Regulovatelný generátor tónu.

Vyzkoušejte použít do obvodu i jiné kondenzátory s jinou kapacitou. Použitím kondenzátoru s kapacitou 100 nF bude generován velmi nízký tón. Tón s použitím kondenzátoru 10 nF bude daleko snazší zaznamenat, vzhledem k tomu, že je daleko blíže rezonanční frekvenci piezo měniče.

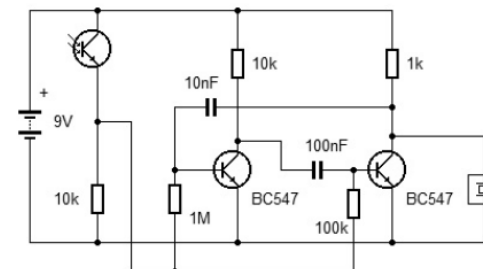
Generátor tónu se světelným senzorem.



S tímto obvodem můžete nastavit nejen intenzitu okolního osvětlení, ale také experimentovat s typem osvětlení. Silné a blikající umělé světlo moduluje frekvenci zvukového signálu. Světlo fluorescenční trubice vytváří zkreslený zvuk. Podobně světlo vycházející z počítačového monitoru bude měnit zvuk v obnovovací frekvenci monitoru.

Zvuk řízený napětím

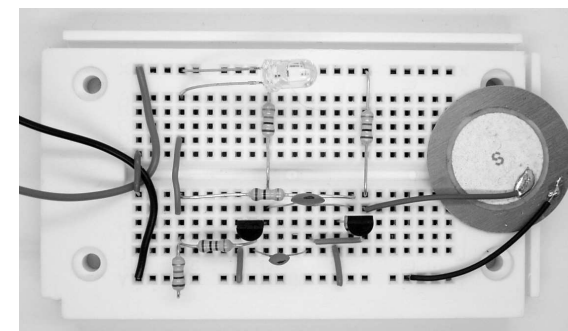
Oscilátor řízený napětím (Voltage-Controlled Oscillator, VCO) je obvod „multivibrátor“ sestavený například podle schématu na následujícím obrázku. Báze obou tranzistorů vedou k napětovému vstupu. Čím vyšší je napětí, tím větší je nabíjecí proud a tím i frekvence oscilátoru. Nastavitelný dělič napětí umožňuje specifikaci různého napětí a tím i konkrétní frekvence.



Multivibrátor v zapojení VCO.

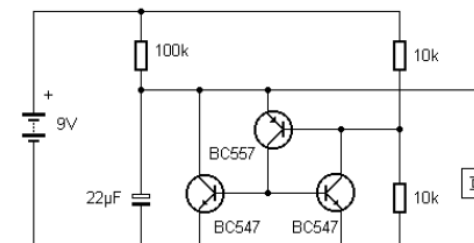
Stav obvodu s použitím součástek obsažených v této sadě se stane asymetrickým. Levý tranzistor má 10x vyšší odpor a současně 10x menší zpětnovazební kondenzátor. Celkově tak vzniká vyvážený poměr taktovací frekvence. Při skutečném sestavení a nastavení napětí použijte fototranzistor. Zvuk se bude měnit souběžně s intenzitou osvětlení. Obvod může zároveň sloužit jako akustický voltmetr s měřicím rozsahem 0,5 – 10 V. Na tomto obvodu můžete vyzkoušet různé druhy baterií.

Generátor tónu závislý na světle.



Generátor pilovitého signálu

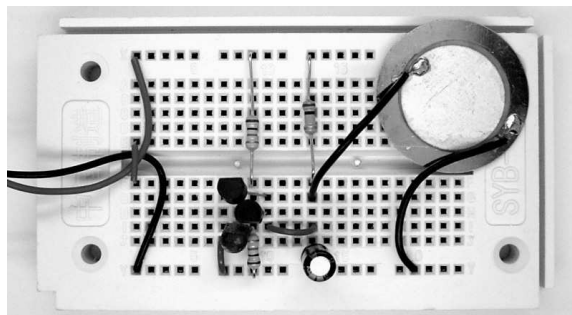
Signál s typicky pilovitým tvarem vlny generuje kondenzátor, který se periodicky nabíjí na určité napětí a následně znovu vybíjí. Obvod na následujícím schématu představuje možné zapojení pro tuto aplikaci. Pokud se kondenzátor nabíjí, tranzistor s přechodem PNP zůstává uzavřený a stejně tak ani neprochází žádný proud do báze dvou dalších tranzistorů NPN. Limit pro překročení stavu je nastaven děličem napětí, který tvoří 2 rezistory 10 kΩ na přibližně 4,5 V + 0,6 V. Za stavu asi 5,1 V začne proud procházet obvodem a díky zpětné vazbě dojde k silnému výboji. Napětí klesne na hodnotu 0,6 V. Nato se tranzistory uzavřou a začíná další nabíjecí proces.



Generátor pilovitého signálu.

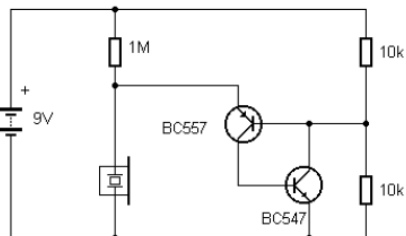
Použitý kondenzátor můžete vyměnit za kondenzátory s nižší kapacitou nebo pouze za piezo měnič, který je sám také kondenzátorem. Díky menší kapacitě přibližně 20 nF dochází k vyšší frekvenci výkyvu kmitů. Uslyšíte přitom stálý tón. Pro snížení frekvence použijte paralelně připojené různé typy kondenzátorů. S použitím elektrolytického kondenzátoru s kapacitou 22 µF bude frekvence klesat pod jeden impuls za jednu sekundu. Celý obvod nyní můžete použít jako jednoduchý metronom.

Generátor kmitů.

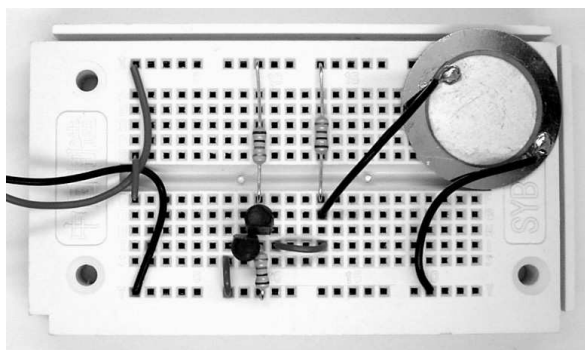


Tento obvod je možné zjednodušit vynecháním tranzistoru s přechodem NPN. Zatímco funkce zůstane stejná, obvod bude mít tendenci chovat se jako tyristor v otevřeném stavu. Při nízkém nabíjecím proudu dochází ke generování vibrací i s použitím rezistoru od hodnoty 1 MΩ.

Jednoduchý generátor kmitů.



Generátor s tranzistory.



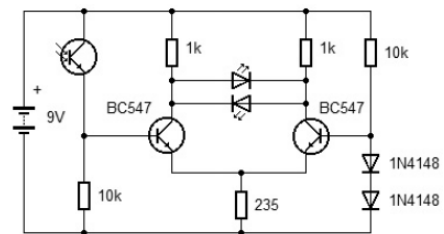
Operační zesilovač

Operační zesilovač (OPV) je složitý integrovaný obvod, který slouží k provádění analogových výpočetních operací. Vstupní napětí pro zesílení za přesně požadovaného faktoru odpovídá výsledku aritmetické operace. Ostatní operace jako je součet, rozdíl je možné provádět pomocí operačních zesilovačů s velmi vysokou přesností. Původně byly tyto obvody vyvinuty pro starší analogové počítače, předchůdce dnešních moderních počítačů. V této sadě naleznete dvoustupňový operační zesilovač typu LM358. Každý zesilovač je komplexní integrovaný obvod s asi 50 tranzistory. Spousta úkolů je tak možné řešit daleko snáze pomocí OPV, než s použitím několika polovodičů.

Menší zesílení

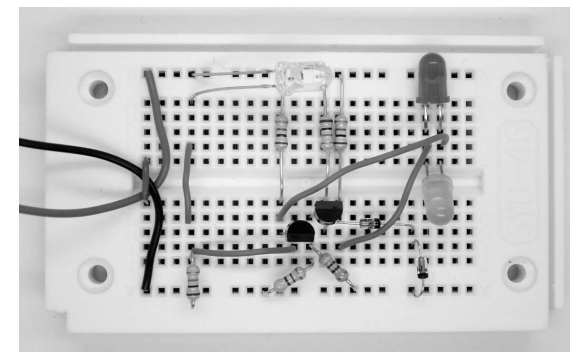
Diferenciální zesilovač má 2 vstupy a 2 výstupy. Obvod se základními funkcemi pro osvětlení by namísto použití operačního zesilovače musel být sestaven s použitím jednotlivých tranzistorů. Proud emitoru je rozdělen mezi oba tranzistory. Pravý tranzistor v tomto zapojení získá stabilizované napětí dvou křemíkových diod 1N4148. Levý tranzistor přijímá vstupní napětí z nastavitelného děliče napětí. Zesílené diferenciální napětí se projeví mezi oběma kolektory.

Jednoduchý diferenciální zesilovač.



Vstupní napětí je řízeno v závislosti na proudu fotorezistoru. Odpor 235 Ω na trase emitoru je zajištěn paralelním zapojením dvou rezistorů o hodnotě 470 Ω. Při zastínění fotorezistoru nebude možné, aby diferenciální zesilovač našel přesně rovnovážný stav. Uvedené napětí je obvykle omezeno propustným napětím LED. Za tohoto stavu proto LED přejdou do vodivého stavu a rozsvítí se.

Diferenciální zesilovač použitý jako komparátor.

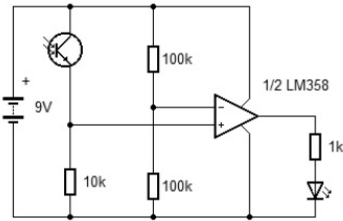


Otestujte tento obvod na běžném světle. Při pečlivém zastínění fotorezistoru můžete vyzkoušet uvést zesilovač do rovnovážného stavu tak, aniž by svítila některá LED. V praxi je však dosažení tohoto stavu velmi obtížné. Ve většině případech bude svítit jedna nebo druhá LED. Při umělém osvětlení se může stát, že obě LED budou trvale svítit. Zejména při světle zářivky způsobuje blikání světla velmi rychlé rozsvěcování obou LED. Složka střídavého napětí na vstupu je zesílena až nad hodnotu prahového napětí LED. Diferenciální zesilovač tvoří základ operačního zesilovače. Ve skutečnosti IC LM358 obsahuje 2 kompletní zesilovače, každý s asi 50. tranzistory. Ve vstupní fázi je diferenciální zesilovač obdobný původnímu obvodu.

Komparátor

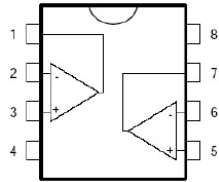
Základní princip operačního zesilovače je velmi jednoduchý: rozdíl mezi vstupním a výstupním napětím je několikrát zesílen. Napětí je zesíleno asi 100000x. Rozdíl menší, než 0,1 V na vstupech tedy postačuje k regulaci napětí v celém rozsahu. Při teoretickém návrhu obvodů je tak zesílení možné považovat za nekonečné.

Operační zesilovač coby komparátor.



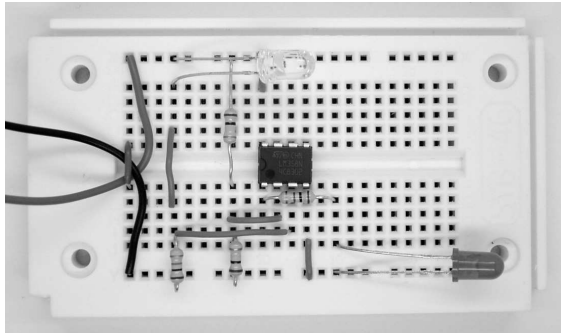
Celý obvod přitom funguje jako komparátor. Jakmile je napětí na jednom vstupu vyšší, než napětí na opačném vstupu, výstup vždy dosáhne plného napětí. V druhém případě výstupní napětí klesne na minimální hodnotu několika milivoltů. Na dalším obrázku jsou znázorněny jednotlivé piny zesilovače LM358. Velmi často se v obvodech používá jeden ze dvou vnitřních zesilovačů, přičemž 3 piny na jedné straně zůstanou nepoužité.

- Pin 1 = Output
- Pin 2 = invertovaný vstup 1
- Pin 3 = neinvertovaný vstup 1
- Pin 4 = Vcc- připojení zdroje (záporný pól)
- Pin 5 = neinvertovaný vstup 2
- Pin 6 = invertovaný vstup 2
- Pin 7 = Output 2
- Pin 8 = Vcc+ připojení zdroje (kladný pól)



Experimentujte s různou intenzitou světla. Kdykoliv intenzita osvětlení překročí určitou hranici, dojde k rozsvícení LED. Za přírodního zdroje světla neexistuje mezihodnota, při které by LED svítila s nižším jasnem. Pouze v případě použití umělého osvětlení se může jevit, že LED svítí s menším jasnem. Jedná se však o optický klam, při němž však dochází ke střídavému a rychlému přepínání LED. Výsledkem je obdélníkový signál, jehož vysoká frekvence vede pouze k průměrnému jas LED.

Komparátor se světelným senzorem.



Tento obvod využívá první OPV na pinu 1 až 3 modulu LM358. Obvod podruhé sestavte s použitím druhého OPV na pinu 5 až 7. Nepoužívaný zesilovač nemá žádný vliv na funkci celého obvodu.

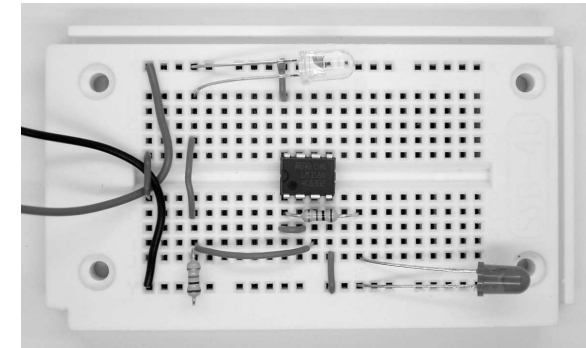
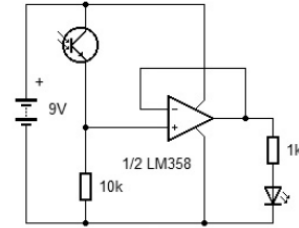
Lineární zesílení (zesilovací činitel 1)

Operační zesilovače jsou obvykle provozovány s větší negativní zpětnou vazbou. Výstupní napětí je zcela nebo částečně převáděno zpět na invertovaný vstup. Nekonečný zisk OPV klesá na konečnou hodnotu. Obvod na následujícím schématu pracuje s plnou zápornou, zpětnou vazbou. Výsledkem je zesilovač s napěťovým zesilovacím činitelem 1.

Vzhledem k tomu, že vstupy vykazují vysokou impedanci, obvod plní funkci impedančního převodníku.

Pomocí fotorezistoru zajistíte změnu vstupního napětí. Napětí na výstupu zůstává beze změny. LED se přitom rozsvěcuje velmi plynule.

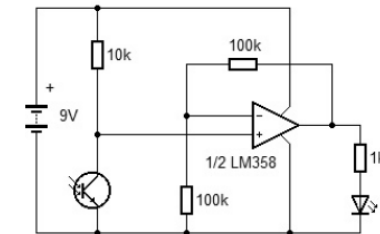
Negativní zpětná vazba OPV.



Zesilovací činitel 2

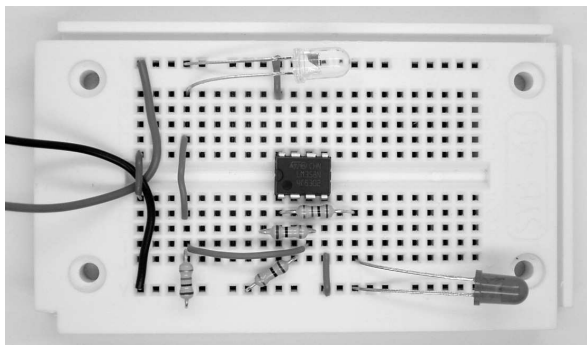
Pakliže nedojde k použití přímé negativní zpětné vazby, bude použita pouze část výstupního napětí na invertovaný vstup, automaticky se použije vyšší činitel zesílení. Na dalším schématu je použito děliče napětí, vytvořeného ze dvou rezistorů 100 kΩ. Výstupní napětí se tak sníží na polovinu. Výsledkem je přesně dvojnásobné zesílení pro celý obvod.

Dvojnásobné zesílení.



Na výstupu se oproti vstupu napětí zdvojnásobí. Tento obvod je celkově daleko citlivější na změny v intenzitě okolního světla.

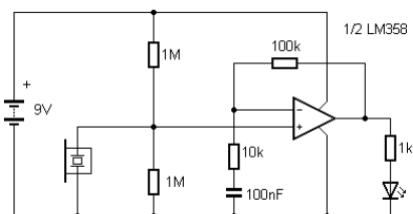
Obvod pro další zesílení.



Zesílení zvuku

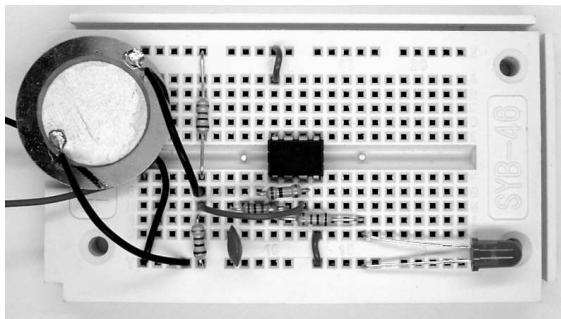
Stejně jako u tranzistorových obvodů je pro zesílení střídavého napětí velmi důležitý optimální provozní bod. Výstupní napětí operačního zesilovače by mělo být přibližně na polovině provozního napětí v klidovém stavu tak, aby bylo možné toto napětí optimálně řídit. Zesilovač na dalším schématu používá přídatný kondenzátor v děliči napětí záporné, zpětné vazby. U stejnosměrného napětí to vede k úplné záporné, zpětné vazbě se zesilovacím činitelem 1. Výstup tak vykazuje střední hodnotu napětí 4,5 V. Pro střídavé napětí s dostatečnou frekvencí má obvod faktor zesílení 11.

Obvod pro zesílení.



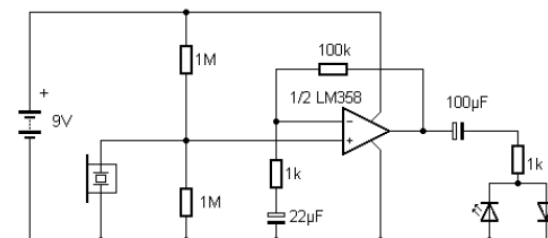
V tomto obvodu je zdroj signálu piezo-elektrický měnič. Vstupní kondenzátor je přitom možné vynechat, vzhledem k tomu, že samotný měnič je kondenzátorem. Vstupní odpor obvodu je s 500 kΩ dostatečně velký nato, aby došlo ke generování nízkých frekvencí. Lehce poklepejte na keramický disk prstem a sledujte přitom blikání LED. V tomto případě je zesílení daleko větší, než u obdobného experimentu s „následníkem“ tranzistorového napětí.

Citlivý obvod pro detekci ruchů.

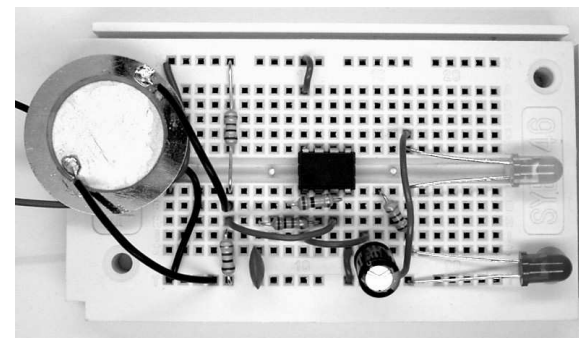


Celý obvod však umožňuje ještě další zesílení. Modifikovaný obvod na následujícím schématu zesiluje asi 100x. Mimo to došlo ke snížení frekvence s použitím většího kondenzátoru v záporné, zpětné vazbě. Na výstup proto musí být použitý zpětnovazební kondenzor. V tomto zapojení je možné ovládat dvě antiparalelní LED.

Obvod pro stonásobné zesílení.

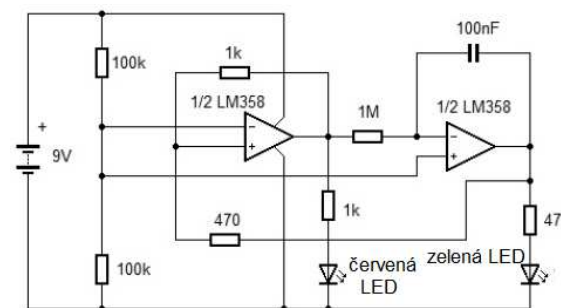


V tomto experimentu jsou zpočátku obě LED zhasnuté. Velké zesílení však přináší aktivaci LED i pomocí zvuku.



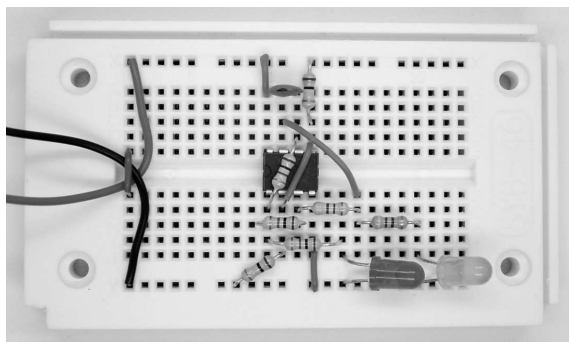
Trojúhelníkový a obdélníkový signál

Obvod tohoto oscilátoru se skládá ze dvou částí. Pravý OPV tvoří integrátor pro generování lineárně narůstajícího a klesajícího napětí. Levý OPV představuje komparátor s velkou hysterzí. Oba obvody používají virtuální uzemnění na polovině provozního napětí. Po dosažení bodu přepnutí komparátoru, integrátor změni směr nabíjení. Konečným výsledkem je symetrický trojúhelníkový signál na výstupu.



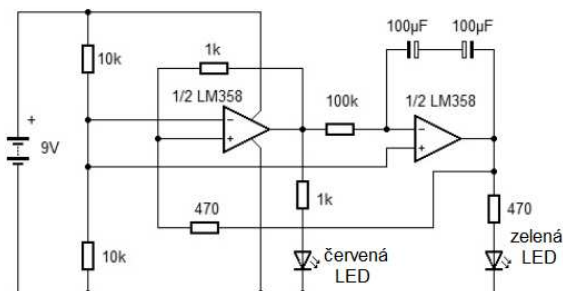
Oba zesilovače používají moduly LM358. Pro sestavení obvodu nezáleží na které polovině bude komparátor a na které integrátor. Při experimentování je prostřednictvím LED možné sledovat 2 různé průběhy.

Generátor signálu.

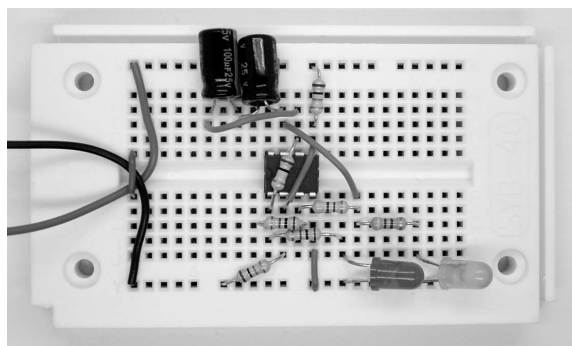


Tento obvod bude generovat signál s trojúhelníkovým průběhem (indikace zelené LED) a obdélníkovým průběhem (indikace červené LED). Hodnota výstupní frekvence je proměnlivá v závislosti na použitém kondenzátoru a odporu komparátoru. Použití jediného elektrolytického kondenzátoru pro generování nižší frekvence probíhávání LED je problematické, vzhledem k tomu, že kondenzátor je nabíjen v obou směrech. Přesto je však možné přepínat 2 elektrolytické kondenzátory zapojené v sérii tak, aby se vytvořil jeden bipolární elektrolytický kondenzátor. Integrátor pak účinně funguje při hodnotách 100 kΩ a 50 μF s nárůstem v krocích přibližně po 5. sekundách. Dělič napětí musí být nastaven oběma rezistory 10 kΩ, které jsou obsaženy v této sadě.

Generátor signálu s použitím dvou elyťů.



Vytvoření bipolárního elyťu.



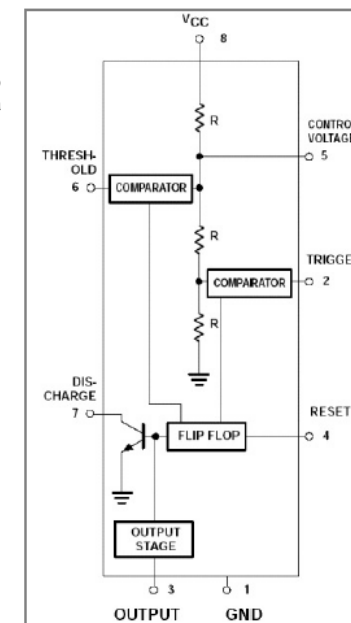
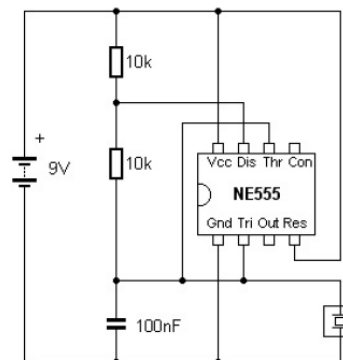
Časovač NE555

Tento univerzální časovač má velmi široké využití coby integrovaný obvod pro velmi snadné generování časů pro zpožděné sepnutí a signálu obdélníkového průběhu. K sestavení generátoru tónu nebo přesměrování signálu je možné použít pouze 2 externí součásti. S tímto časovačem je však možné vytvořit i složitější aplikace jako například přepínače prahových hodnot nebo komparátory.

Vnitřní strukturou je časovač NE555 v podstatě dvojitý komparátor a jeden obvod „RS Flip-Flop“. Interní dělič napětí sestává ze tří stejných rezistorů a poskytuje napětí v poměru 1/3 a 2/3 provozního napětí. Horní komparátor se vstupem THR (Threshold) ovládá vstup obvodu Reset „Flip-Flop“, spodní komparátor ovládá vstup TRG (Trigger) Set „Flip-Flop“ vstupu. V určitém stavu se výbojový tranzistor na vstupu DIS (Discharge) stává průchozím. Navíc časovač disponuje výstupním stádiem obvodu „Push-Pull“. Klopný obvod má také resetovací vstup, který by měl být připojen ke kladnému provoznímu napětí. Přídavný řídicí vstup na pinu 5 ovlivňuje napětí komparátoru z vnějšího zdroje.

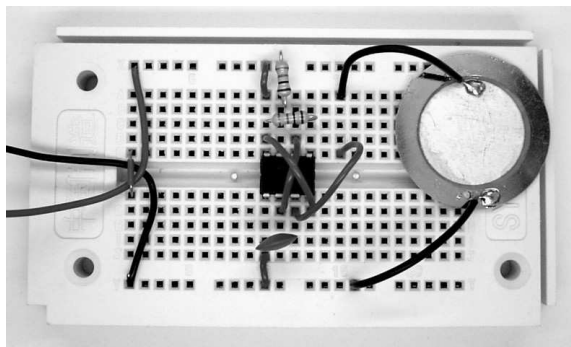
Vnitřní zapojení časovače NE555.

Obvod na následujícím schématu ukazuje typické zapojení časovače NE555 coby generátoru obdélníkového průběhu. Kondenzátor se nabíjí přes oba rezistory 10 kΩ a vybíjení probíhá přes výstup DIS při dosažení horní prahové hodnoty, dokud není znovu dosažení spodní prahové hodnoty.



Doba nabíjení je v této aplikaci 2x delší, než fáze vybíjení, protože nabíjení probíhá přes rezistor 20 kΩ, ale vybíjení prostřednictvím rezistoru 10 kΩ. Díky tomu vzniká asymetrický výstupní signál v poměru 2/3. Výstupní frekvence je přibližně 500 Hz a přes piezo-měnič je dobře patrná, přestože je daleko pod rezonanční hodnotou piezo měniče. Sestupné hrany obdélníkového signálu obsahují dostatek harmonických kmitů, které zajišťují dosažení optimálního přenosu.

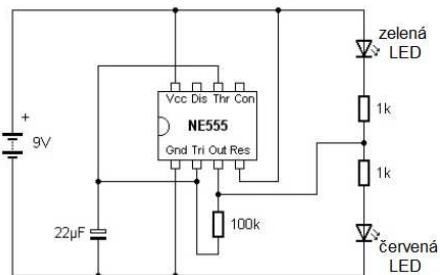
Generátor zvuku s NE555.



Přesný časovač

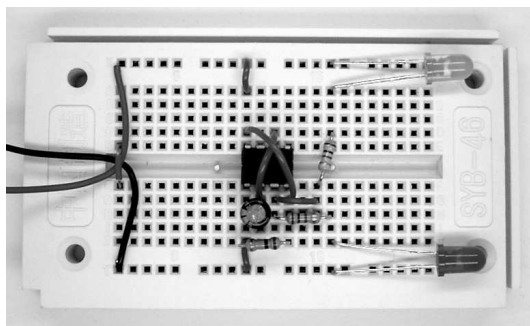
Na dalším schématu je obvod s další obdobou pro potřebnou zpětnou vazbu. V tomto případě pro to postačuje rezistor na výstupu (pin 3) u nabíjeného kondenzátoru. V této fázi je nezbytné sestavit střídavý blikáč s nízkou frekvencí. K tomu bude dobře sloužit kondenzátor s kapacitou 22 μF .

LED blikáč s nízkou frekvencí blikání.



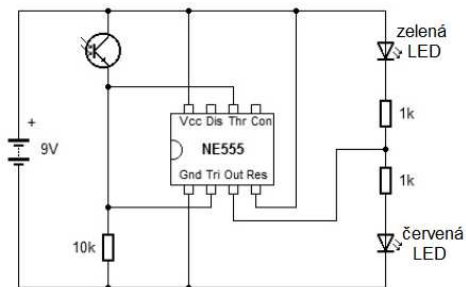
Ve skutečnosti může zůstat resetovací vstup na pinu 4 nepřipojený. V případě, že tento vodič odpojíte, obvod bude i nadále fungovat stejně jako předtím. Použitím bipolární verze časovacího modulu s interními tranzistory s přechody NPN a PNP dojde k zaznamenání rozhodovacího stavu „high“. Oproti tomu otevřený vstup u CMOS verze modulu 555 není k dispozici (reset je proto vždy nastaven na Vcc+).

Blikač s NE555.



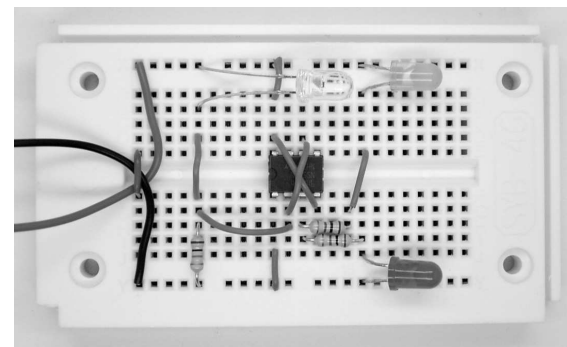
Schmitt-Trigger obvod zajišťuje jedinečné spínací stavy při použití funkce analogového vstupního napětí. Přesně touto funkcí disponuje i časovač NE555.

Použití interních komparátorů NE555.



Za vysoké intenzity okolního osvětlení je napětí komparátoru nad 2/3 úrovní provozního napětí. Výstup se poté překlápí do stavu vypnuto „Off“. Opačný spínací obvod je na 1/3 provozního napětí a toho je dosaženo spodní úrovní intenzity okolního osvětlení odpovídající hysterzi. Spínací body jsou tak při rozdílu intenzity osvětlení 1 až 2. Obvod může být použitý například jako světelná závora. V případě, že se v jeho blízkosti objeví osoby, které přeruší tok světla, dojde k aktivaci obvodu.

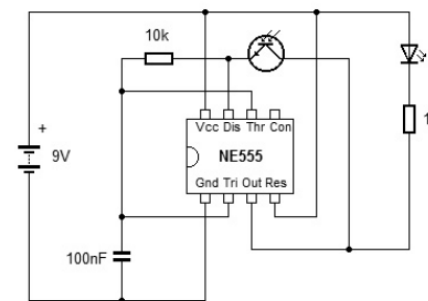
Obvod pro využití jako světelná závora.



Generátor pulsů

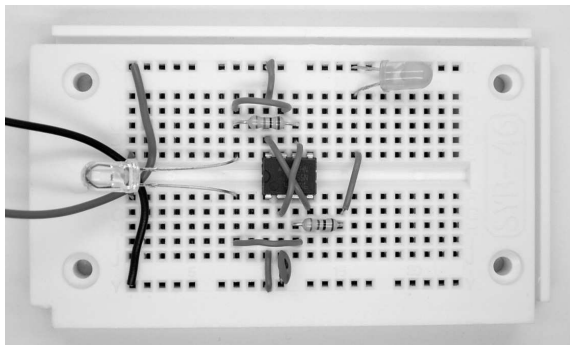
Většina analogově řízených obvodů používá rychlý spínací signál. Tuto technologii využívají například stmívače, u kterých se světelný zdroj rozsvítí nebo zhasne ve velmi rychlé sekvenci. Vysoká frekvence spínání zajišťuje eliminaci viditelného problikávání. S použitím modulovaného pulzu (PWM) dochází ke změně poměru mezi pulzem (zapnuto) a prodlevou (vypnuto).

Řízení obvodu pomocí PWM.



Doba nabíjení kondenzátoru vždy závisí na okamžitém proudu, který vede skrze fototranzistor. Doba vybíjení kondenzátoru je přitom pokaždé stejná. Horší osvětlení však zvyšuje poměr mezi pulzem a prodlevou a i průměrný jasem LED na výstupu. Současně v tomto obvodu klesá frekvence, což není běžným okem patrné v případě, že frekvence je nad 50 Hz. Intenzita okolního osvětlení zajišťuje efektivní ovládání jasu LED. Čím víc světla dopadne na fotoelektrický senzor, tím víc bude LED svítit. Obdobné ovládací prvky se používají při nastavení jasu (podsvícení) displeje, například v motorových vozidlech.

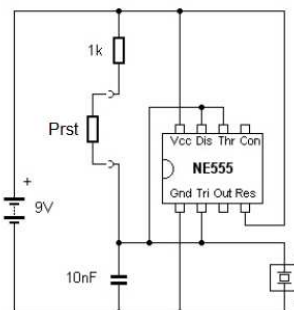
Obvod pro ovládání jasu LED.



Detektor lži

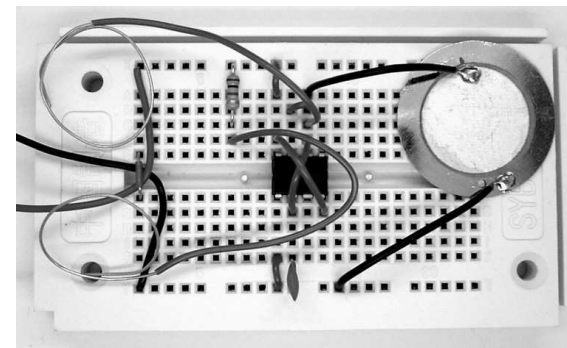
Tato aplikace může najít využití pro zábavné účely například během pořádání párty. Vodivost kůže na rukou osoby se různě mění. Ten, kdo lže se více potí a tím dochází i k zvýšení vlhkosti a tedy vodivosti jeho kůže. Výsledný efekt je pak akusticky indikován. K tomu do obvodu použijte dva vodiče zbavené základní izolace a „senzor“. Odpor senzoru (prstu) je pak v rozsahu 10 až 100 kΩ a liší se u každé osoby. Na dalším schématu je vytvořen proměnlivý odpor pro detektor lži.

Detektor lži - proměnlivý generátor zvuku.



Výstupní signál je zaveden přímo do nabíjeného kondenzátoru. Jedná se o signál pilovitého tvaru u kterého není omezen vybíjecí proud. Vzhledem k tomu, že piezo měnič je samotný kondenzátor, stává se součástí celého obvodu, který generuje frekvenci. Rozsah zvuku je možné měnit v široké škále pomocí různých kondenzátorů. Kondenzátory navíc můžete i odstranit, vzhledem k tomu, že samotný piezo měnič má kapacitu asi 20 nF.

Detektor lži.



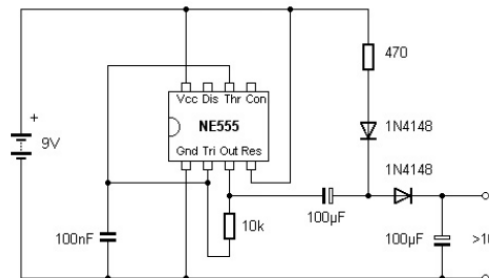
Speciální obvody

Vzhledem k tomu, že v předchozích částech tohoto návodu již byly prezentovány všechny základní elektronické komponenty, můžeme přejít k prezentaci několika dalších a speciálních aplikací s integrovanými obvody a polovodiči. Vlastním experimentováním pak pro vás bude samozřejmě sestavení svých vlastních obvodů. Doporučujeme přitom vycházet nejen z těchto materiálů, ale čerpat i další zkušenosti v rámci odborné literatury.

Nabíjecí obvod

Pakliže bude váš vlastní obvod vyžadovat vyšší provozní napětí, použijte proto vhodné síťové adaptéry (transformátory) nebo větší počet baterií. Existuje velké množství obvodů napájených transformátory nebo cívkami. Princip nabíjecího obvodu vyžaduje použití různých kondenzátorů. V následujícím schématu je zapojením dosaženo přibližně dvojitého provozního napětí (16 V na výstupu obvodu). Vstupní napětí je přitom pouhých 9 V.

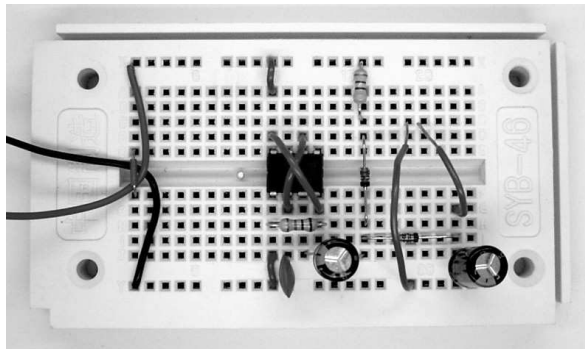
Dvojnásobné zesílení napětí.



Tento obvod obsahuje jednoduchý generátor signálu obdélíkového průběhu a nabíjecí obvod se dvěma elektrolytickými kondenzátory a dvěma LED. Kondenzátory se nabíjejí pozitivním pulzem, dokud nedosáhnou plného nabití. Elektrický náboj je poté odebírán postupně na vyšší potenciál. Sériový rezistor s proudem 470 Ω omezuje průchod proudu při vybíjení kondenzátoru. Proto není možný přímý zkrat baterie přes LED. Jedná se navíc o ochranu kondenzátoru s použitím diody 1N4148.

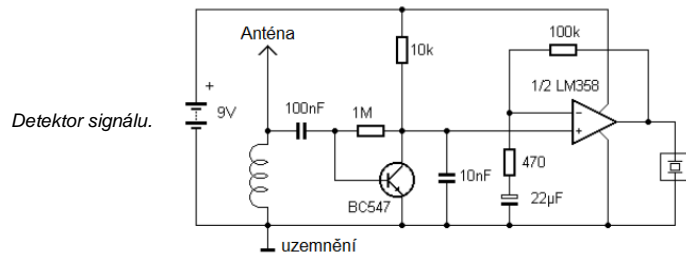
Na dalším obrázku je zobrazena struktura zapojení a celého experimentu. Na výstupním kondenzátoru obvod dosáhne výrazně zesíleného napětí. Uložená energie kondenzátoru se zvyšuje s napětím signálu obdélíkového tvaru. Výstupní elektrolytický kondenzátor 100 µF poskytuje téměř čtyřnásobek energie ve srovnání s nábojem napětí 9 V. Tato energie je již dostatečná proto, aby propálila malý otvor v hliníkové fólii. Dotkněte se této fólie oběma konci na výstupu obvodu. Nastane přitom náhlý výboj s vysokým proudem. Zaznamenáte přitom i optický výboj blesku. Pohledem přes světlo pak můžete spatřit otvor ve fólii.

Zdroj vyššího proudu.



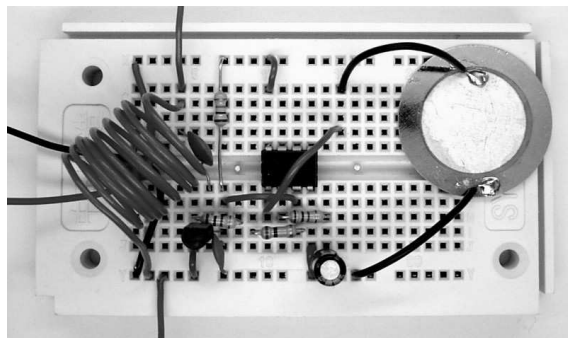
Generátor krátkých vln

V jiné části návodu jsme zjistili, že tranzistorový zesilovač může za určitých podmínek fungovat i jako radiový (rozhlasový) přijímač. Obvod podle následujícího schématu vypadá na první pohled jako běžný zesilovač s tranzistorovým výstupním stupněm a zesilovačem OPV-LF. Zvláštností obvodu je pouze cívka a anténa na vstupu.



V obvodu je použita cívka s indukčností asi 2 µH (mikro Henry). Omotejte na malé baterii asi 10 závitů vodiče. Nezáleží přitom na přesnosti závitů. Tím došlo k vytvoření jednoduché vzduchové cívky, která je určena pro zkratování nízkofrekvenčních signálů. Při frekvenci 6 MHz již tato cívka představuje indukční odpor asi 80 Ω. Vysokofrekvenční signály přiváděné přes anténu pak dosáhnou báze tranzistoru s přechodem NPN prostřednictvím zpětnovazebního kondenzátoru 100 nF.

Širokopásmový přijímač krátkých vln.

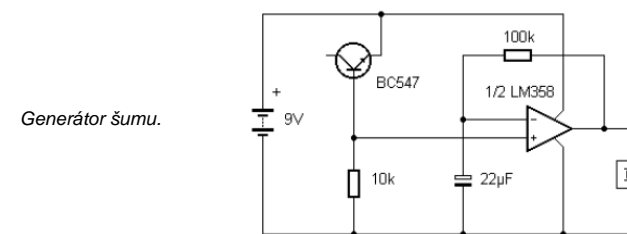


Tranzistor v tomto obvodu funguje jako zesilovač signálu a zároveň provádí jeho demodulaci jako předzesilovač nedomodulovaného signálu. Na kolektoru je pak k dispozici nízkofrekvenční signál, který bude výrazně zesílen v operačním zesilovači (OPV) a odeslán do piezo měniče (reproduktoru). Připojte do obvodu drátovou anténu v délce 0,5 až 3 m a uzemněte tento vodič například s vodovodním potrubím nebo jinou uzemněnou částí v objektu. V té chvíli budete moci slyšet jasný zvuk vycházející z reproduktoru. Na rozdíl od dříve sestaveného a jednoduššího obvodu, nebude tento zvuk výrazně rušen brumem a šumem. Může se však stát, že uslyšíte hned několik rozhlasových stanic najednou. Typickým jevem pro krátkovlnný příjem je kolísání výstupního objemu rozhlasových stanic (fading).

Experimentujte přitom s různými anténami. Při dobrém uzemnění přitom bude stačit pouze vaše tělo jako anténa pro dostatečný příjem. Stačí se přitom pouze dotknout anténního vstupu. Pokud použijete dlouhou drátovou anténu (například 10 m) nemusíte ji připojovat k uzemnění. Namísto toho se dotkněte vnějšího kovového krytu baterie. V důsledku silnějšího resp. slabšího dotyku pak můžete určitým způsobem ovlivnit výstupní hlasitost. Tento radiový přijímač není selektivní, ale přijímá celé pásmo krátkých vln od frekvence 6 MHz a vyšší. Může se přitom stát, že zaznamenáte i signál z mobilních telefonů nebo bezdrátových domovních telefonů DECT ve vašem okolí.

Šum moře

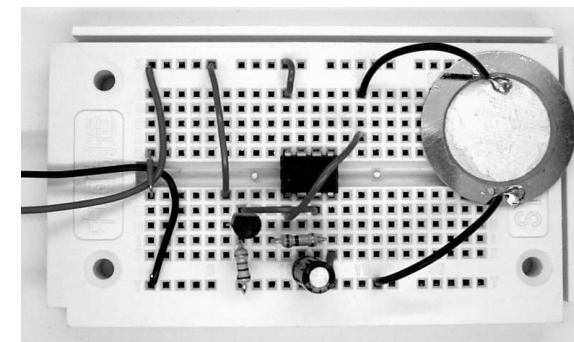
Zapojení obvodu na trase báze – emitor – dioda křemíkové tranzistoru představuje obdobu funkce Zenerovy diody. Napětí v rozsahu 8 – 9 V zobrazuje charakteristika jako prudký nárůst proudu. Tento efekt se často používá pro stabilizaci napětí. Stejně jako každá Zenerova dioda, tak i tranzistor představují relativně silné interference, které jsou maximálně zesílené a jsou tak dobře slyšet.



Generátor šumu.

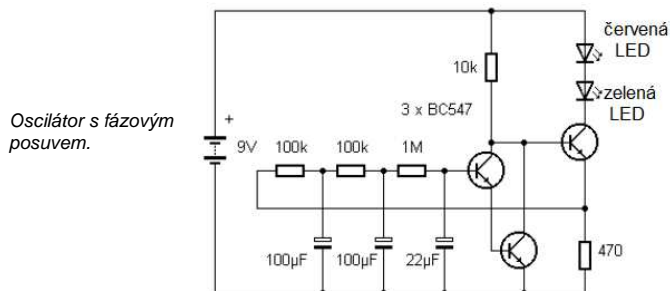
Negativní zpětná vazba OPV je v tomto obvodu určena pro vyšší frekvence tak, aby bylo dosaženo maximálního zisku (zesílení). Operační zesilovač pracuje se zesílením v rámci otevřené smyčky bez většího zkreslení a zároveň disponuje vyvážením frekvenční odezvy. U generátoru šumu na tom však nezáleží. Vytvořte obvod se Zenerovou diodou, která nahradí tranzistory a vyzkoušejte funkci obvodu s 9 V baterií. Uslyšíte přitom výrazný šum, který je možné přirovnat k šumění moře nebo zvuku, který vychází z velké mušle.

Generátor šumu moře.

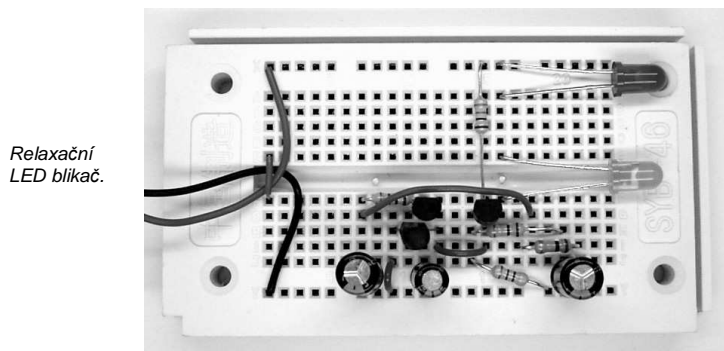


Relaxační LED blikač

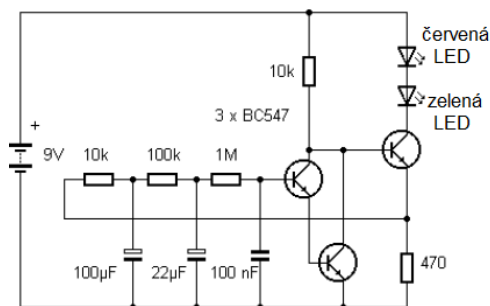
Tento blikač může svou funkci přispívat k duševní relaxaci pozorovatele. Optimální jas LED následuje po sinusovém průběhu. Oscilátory sinusových průběhů je možné realizovat fázovým posunem síťového napětí. Každý stupeň zesilovače se otáčí o 180°. Celkem 3 prvky RC (rezistor, kondenzátor) pak poskytují v 60.ti stupňových krocích posun do správné fáze. K tomu je zapotřebí použít 3 stejné rezistory a stejně tak i kondenzátory. Všechny potřebné součástky naleznete v této experimentální sadě. Na dalším schématu je k dispozici jedna varianta takového zapojení.



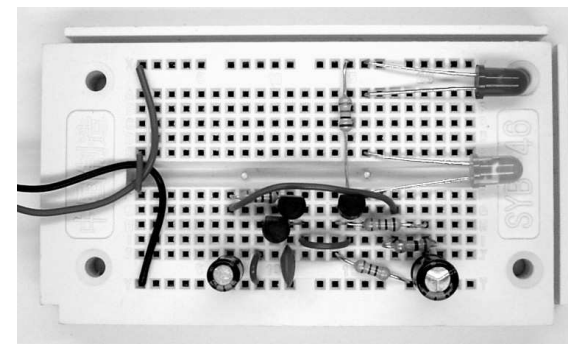
Oba levé tranzistory fungují v Darlingtonovo zapojení jako emitorové stupně a otáčí fázi o 180°. Na výstupu pak obvod pracuje jako „následovník emitoru“. Pro průměrné stejnosměrné napětí má celkový obvod silnou negativní, zpětnou vazbu. Napětí na „emitorovém rezistoru“ výstupního stupně je okolo 1,2 V. V obvodu je přitom použito konstantního proudu o hodnotě asi 2,5 mA. Tento zdroj napájí obě LED současně. RC prvky umístěné v dráze signálu nyní poskytují potřebný fázový posun s kladnou zpětnou vazbou s frekvencí přibližně 0,5 Hz.



LED v tomto obvodu představuje velmi pomalé a pozvolné rozsvěcování. Vzhledem k tomu, že výstupní fáze obvodu funguje jako zdroj energie, můžete použít druhou LED zapojenou do série s první LED, aby došlo ke změně proudu. Pakliže navíc požadujete zesílit jas LED, snižte odpor emitoru výstupního stupně použitím druhého rezistoru o hodnotě 470 Ω do paralelního zapojení. Experimentujte přitom i s jinými kondenzátory a rezistory. Toto naukové schéma ukazuje variantu obvodu s oscilacemi o hodnotě cca 1 Hz.



Obvod s menší frekvencí.



Manipulace s bateriemi a akumulátory



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



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

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



Šetřete životní prostředí!

Recyklace



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

Šetřete životní prostředí! Přispějte k jeho ochraně!

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

Všechna práva vyhrazena. Jakékoliv druhy kopii 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.

REI/1/2018